



Библиографический указатель, № 9 1907 г.

Зинин Л. С.

В марте 1869 г. русский химик Д. И. Менделеев представил Русскому химическому обществу сообщение об открытии им Периодического закона химических элементов. В том же году вышло первое издание Менделеевского учебника "Основы химии", в котором говорится об открытии сам Менделеев в предисловии и в котором приведена его периодическая таблица. В октябре 1871 г. Менделеев дал окончательную формулировку Периодического закона.

Летопись событий
Современная история

საქართველოს
საბჭოთაო
საზოგადოებრივი
საბუნებისმეტყველო
მეცნიერებათა
აკადემია

1 სტორა

ОСНОВЫ

ХИМИИ

Д. Менделѣва,

ПРОФЕССОРА И. Спб. УНИВЕРСИТЕТА.

26579
50 6 9

საქპე-2000
საბჭოთაო
საზოგადოებრივი
საბუნებისმეტყველო
მეცნიერებათა
აკადემია

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ,

сѣ 151-мъ политипажемъ.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

1869.

III, 816 სტორა (18x12)

54



Химия

НИИТИНЪ

10005-8061
10005-8061

10005-8061
10005-8061

10
10
10

Г-нъ Ниитинъ стенографически записаль со словъ автора почти всю первую часть этого сочиненія.
Большинство рисунковъ рѣзалъ г-нъ Удофъ.
Корректуру держали г-да Дитловъ, Богдановичъ и Пестреченко.



ТИПОГРАФІЯ ТОВАРИЩЕСТВА «ОБЩЕСТВЕННАЯ ПОЛЬЗА»,
по Мойкъ, у Бруглаго рынка, № 5.

ПРЕДИСЛОВІЕ.

Въ предлагаемомъ сочиненіи двѣ цѣли. Первая — **позна-**
комить публику и учащихся съ **основными** данными и
выводами химіи въ общедоступномъ, научномъ из-
ложеніи, указать на значеніе этихъ выводовъ для пони-
 манія какъ природы вещества и явленій вокругъ насъ совер-
 шающихся, такъ и тѣхъ примѣненій, какія получила химія въ
 сельскомъ хозяйствѣ, технику и другихъ прикладныхъ
 знаніяхъ. Эти отношенія къ философіи и жизни придаютъ
 нашей наукѣ легкую усвоаемость и опредѣляютъ ея обще-
 ственное значеніе. Но знаніе выводовъ, безъ свѣденія о спо-
 собахъ ихъ достиженія, — можетъ легко вести къ заблужденію
 не только въ философской, но и въ практической сторонѣ на-
 укъ, потому что тогда неизбежно необходимо придавать абсо-
 лютное значеніе тому, что не рѣдко относительно и времен-
 но. Въ наукѣ о природѣ нѣтъ аксіомъ, съ помощію которыхъ
 облегчается изложеніе такихъ наукъ, какъ геометрія. Въ ней
 всѣ истины добыты путемъ упорнаго труда и всестороннихъ
 попытокъ наведенія. Вотъ эта-то сторона предмета и за-
 ставила меня къ вышеназванной цѣли присовокупить другую,
 болѣе спеціальную: **изложить**, вмѣстѣ съ выводами, **опи-**
саніе способовъ ихъ добычи, **вести** въ одно систематиче-
 ское цѣлое **возможно большее число данныхъ**, не вда-
 ваясь однако въ крайность полныхъ сборниковъ науки. Сопо-
 ставляя теорію съ практикой, прошедшее науки съ ея буду-
 щимъ, не отдаваясь безотчетно ни одному самому привлекатель-
 ному убѣжденію, я стремился развить въ читателѣ ту спо-
 собность самостоятельнаго сужденія о научныхъ предметахъ,
 которая составляетъ единственный залогъ и правильнаго поль-
 зованія выводами науки, и возможности содѣйствовать ея даль-
 нѣйшему развитію.

Сочиненіе напечатано **двуя шрифтами**, съ тою цѣлію,

чтобы начинающій могъ ознакомиться сперва съ важнѣйшими данными и законами, напечатанными болѣе крупнымъ шрифтомъ, а потомъ уже съ подробностями, которыя безъ того могли бы затемнить картину цѣлаго. Въ концѣ каждой главы приведены выводы, чтобы облегчить обзоръ прочитаннаго.

Въ первой главѣ помѣщено нѣсколько важнѣйшихъ для химика свѣденій изъ физики, но я не могъ здѣсь войти въ необходимыя подробности, а потому прошу смотрѣть на эту часть моего труда, какъ на простой перечень выводовъ, подробное ознакомленіе съ которыми читатель можетъ получить въ сочиненіяхъ по физикѣ; изъ нихъ для начинающихъ рекомендую физику Краевича, а для дальнѣйшаго знакомства — курсъ Петрушевскаго.

Въ дальнѣйшихъ своихъ успѣхахъ химіи, по моему мнѣнію, должна многое позаимствовать отъ физико-химическихъ изслѣдованій и даже принять нѣкоторые методы физики, на примѣръ тѣ, которыя употребляются въ ней при разсмотрѣніи основныхъ свойствъ газовъ и явленій теплоты. По этимъ причинамъ я старался познакомить читателей въ разныхъ мѣстахъ своего труда съ нѣкоторыми мало еще распространенными свѣденіями физики. Но и въ этомъ отношеніи, сообразно главной своей задачѣ, я не могъ вдаваться въ подробности и желалъ только обратить вниманіе читателя на предметы, по моему мнѣнію, имѣющіе важное значеніе.

Прямые примѣненія знаній къ сознательному обладанію природою составляютъ силу и залогъ дальнѣйшаго развитія наукъ. Оттого то нашли мѣсто въ моемъ сочиненіи практическія примѣненія химическихъ знаній къ общежитію, заводскому дѣлу, сельскому хозяйству, къ объясненію явленій жизни организмовъ и самой земли и т. п. Вездѣ, гдѣ было возможно, я старался связать теоретическій интересъ съ чисто практическимъ.

Этимъ объясненіями опредѣляется уже многое въ общемъ планѣ и въ частностяхъ предлагаемаго труда. Сверхъ того, я стремился приурочить каждое обобщеніе къ ряду частныхъ фактовъ, чтобы тѣмъ придать оживленіе выводамъ и лишить послѣдніе голословнаго значенія, какое приобрѣтаютъ законы наукъ, когда они излагаются догматически.

Ограниченное значеніе, какое, по моему мнѣнію, имѣютъ нѣкоторыя изъ существующихъ химическихъ гипотезъ (напр. гипотеза объ атомности элементовъ, глава 16, а также стр. 684, 734 и др.), не позволяетъ мнѣ поставить ихъ, какъ того желаютъ многіе, на первомъ планѣ всего изложенія и подчинить временному ихъ интересу тотъ общій строй направленія химіи, какой мнѣ было желательно передать.

Въ виду этого и тѣ обобщенія и гипотезы, которыя отчасти

или вполне принадлежать лично мнѣ¹⁾, я старался поставить на соответственныхъ мѣстахъ, не стремясь придать имъ видъ законченности, а выставляя ихъ только какъ попытки, стоящія въ связи съ общимъ направлениемъ, какое, по моему мнѣнію, имѣетъ въ настоящее время наша наука. Въ этомъ направленіи недостаетъ намъ пока еще одного, общаго связующаго начала: знанія, относящагося къ количественной сторонѣ химическихъ превращеній, далеко опередили изученіе качественныхъ отношеній; тѣ и другія представляются нынѣ раздѣленными; ихъ связь, ясная въ нѣкоторыхъ частныхъ случаяхъ, и должна, мнѣ кажется, составить ту нить, руководство которой выведетъ химиковъ изъ лабиринта современнаго, уже значительнаго, но еще довольно односторонняго, запаса данныхъ.

Система распредѣленія элементовъ по группамъ и взаимная ихъ связь по величинѣ атомныхъ вѣсовъ, принятыхъ мною въ этомъ сочиненіи, выражены въ таблицѣ, помѣщенной на оборотѣ этого листка. Основныя данныя, служившія для составленія этой системы, сообщены мною въ мартовскомъ запискѣ Русскаго Химическаго Общества, учрежденнаго при Спб. Университетѣ, и развиты во второй части моего сочиненія.

Раздѣленіе изданія на двѣ части сдѣлано въ виду одного удобства употребленія книги; обѣ части въ сущности составляютъ одно цѣлое.

Д. Менделѣевъ.

Спб. 1869 г. Мартъ.

¹⁾ Напр. о химической энергіи (въ части I, гл. 2 и ч. II), о неразрывной связи определенныхъ химическихъ соединений съ такими неопределенными, какъ растворы, изоморфныя смѣси и т. п. (I—4 и II), объ обратныхъ реакціяхъ (I и II), гипотеза о предѣлѣ химическихъ соединений (I—16 и II), гипотеза о причинѣ закона четности наевъ (I—16), обобщенія, относящагося до образованія нитриловъ (I—28), до теплоемкости и др. физическихъ свойствъ (II), гипотеза о строеніи кремнеземистыхъ соединений (II), система элементовъ (II) и т. п.

ОПЫТЪ СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВЪ,

ОСНОВАННОЙ НА ИХЪ АТОМНОМЪ ВѢСѢ И ХИМИЧЕСКОМЪ СХОДСТВѢ.

			Ti=50	Zr=90	?=180.
			V=51	Nb=94	Ta=182.
			Cr=52	Mo=96	W=186.
			Mn=55	Rh=104,4	Pt=197,4.
			Fe=56	Ru=104,4	Ir=198.
			Ni=Co=59	Pt=106,6	Os=199.
H=1			Cu=63,4	Ag=108	Hg=200.
	Be=9,4	Mg=24	Zn=65,2	Cd=112	
	B=11	Al=27,4	?=68	Ur=116	Au=197?
	C=12	Si=28	?=70	Sn=118	
	N=14	P=31	As=75	Sb=122	Bi=210?
	O=16	S=32	Se=79,4	Te=128?	
	F=19	Cl=35,5	Br=80	I=127	
Li=7	Na=23	K=39	Rb=85,4	Cs=133	Tl=204.
		Ca=40	Sr=87,6	Ba=137	Pb=207.
			?=45	Ce=92	
		?Er=56	La=94		
		?Yt=60	Di=95		
		?In=75,6	Th=118?		

ОСНОВЫ ХИМИИ.

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ.

ПЕРВАЯ ГЛАВА.

Вещества и явления, изучаемыя химіею.

Все замѣчаемое нами, мы ясно различаемъ или какъ вещество, или какъ явленіе. Вещество занимаетъ пространство и имѣетъ вѣсъ, а явленіе есть то, что происходитъ во времени. Каждое вещество оказываетъ разнообразныя явленія и нѣтъ ни одного явленія, совершающагося безъ вещества. Разнообразіе веществъ и явленій не можетъ ускользнуть отъ вниманія каждаго. Открывать законность, т. е. простоту и правильность въ этомъ разнообразіи, значитъ изучать природу.

Это изученіе составляетъ предметъ естественныхъ наукъ. Химія, какъ одна изъ нихъ, занимается *нѣкоторыми* веществами и явленіями. Въ этой главѣ мы увидимъ, какія именно изъ нихъ входятъ въ область химіи и при томъ подготовимся къ пониманію основныхъ законовъ, найденныхъ этою наукою.

Разсматривая и изслѣдуя разными способами предметы, встрѣчаемые въ природѣ и производимые искусствомъ, легко замѣтить, что одни изъ нихъ однородны во всѣхъ своихъ частяхъ, а другіе состоятъ изъ смѣси нѣсколькихъ однородныхъ веществъ. Легче всего это замѣтить на тѣлахъ твердыхъ. Металлы, употребляемые въ практикѣ (напр. золото, желѣзо, мѣдь), большею частію должны отличаться однородностію, иначе они становятся хрупкими и негодными для многихъ издѣлій. Однородное вещество представляетъ во всѣхъ своихъ частяхъ одинаковыя свойства. Раздробивши однородное тѣло на мелкія части, получимъ кусочки, сходные между собою по всѣмъ свойствамъ, хотя различныя по формѣ. Стекло, хорошіе сорта сахара, мрамора, соли и т. п., представляютъ примѣры однородныхъ твердыхъ тѣлъ. Но примѣры неоднородныхъ тѣлъ гораздо обыкновеннѣе въ природѣ и искусствѣ. Такъ большая часть

каменной неоднородна. Въ порфирахъ часто видны окрашенныя въ темной массѣ болѣе свѣтлыя куски минерала, называемаго полевымъ шпатоу. Въ обыкновенномъ краснобуромъ гранитѣ можно отличить большіе куски полевого шпата, смѣшанные съ темнымъ полупрозрачнымъ кварцемъ и гибкими пластинками слюды. Разсматривая песокъ, легко можно видѣть, что не все его кусочки одинаковы по виду и свойствамъ; одни прозрачны, другіе тусклы, одни безцвѣтны, другіе краснобурого цвѣта, слѣдовательно песокъ неоднороденъ. Растенія и животныя также не представляютъ однородности. Такъ листья составлены изъ кожицы, жилокъ, мякоти, соковъ и зеленого красящаго вещества. Это можно ясно видѣть, разсматривая подъ микроскопомъ тонкую пластинку, вырѣзанную изъ листа. Дерево также неоднородно. Изъ неоднородныхъ произведеній искусства, можно привести въ примѣръ порохъ, который дѣлаютъ, смѣшивая, въ извѣстной пропорціи, сѣру, селитру и уголь. На первый взглядъ, эта смѣсь кажется веществомъ однороднымъ, но способъ приготовленія, разсмотрѣніе подъ микроскопомъ, и другія свойства показываютъ, что составныя части пороха только механически въ немъ смѣшаны между собою. Многія изъ жидкостей также неоднородны, какъ о томъ можно судить съ помощію микроскопа. Капля крови представляется подъ микроскопомъ въ видѣ безцвѣтной жидкости, въ которой плаваютъ красныя крупинки, незамѣтная для простаго глаза по своей малой величинѣ. Эти то крупинки и придаютъ крови свойственный ей цвѣтъ. Молоко есть также прозрачная жидкость, въ которой плаваютъ микроскопическія капельки масла, всплывающія наверхъ, когда молоко оставляютъ спокойно стоять; отъ того получаютъ сливки. Когда сбиваютъ масло, то соединяютъ отдѣльныя капельки масла въ одну массу. Впрочемъ большая часть жидкостей однородна, напр. вода, ртуть, спиртъ, вино, масло. Бываютъ, впрочемъ, случаи неоднородности и этихъ жидкостей. Такъ вода и вино могутъ быть мутными, содержать подмѣсь плавающихъ въ нихъ тѣлъ. Если здѣсь говорится объ однородности воды, то имѣется въ виду вода, лишенная этихъ подмѣшанныхъ въ нее тѣлъ. Воздухъ въ своей массѣ также неоднороденъ: на высотахъ онъ рѣже чѣмъ внизу; въ немъ плаваютъ многіе водяные пузырьки или капельки, скопляющіеся въ туманы, облака и тучи; въ немъ носится множество микроскопически мелкой пыли, которая имѣетъ не менѣе важное значеніе въ экономіи природы, чѣмъ облака. Эта пыль содержитъ сѣмена и яички той плесени, которая покрываетъ гниющія тѣла.

Изъ всякаго неоднороднаго тѣла можно извлечь тѣ однородныя вещества, изъ которыхъ оно составлено. Такъ изъ

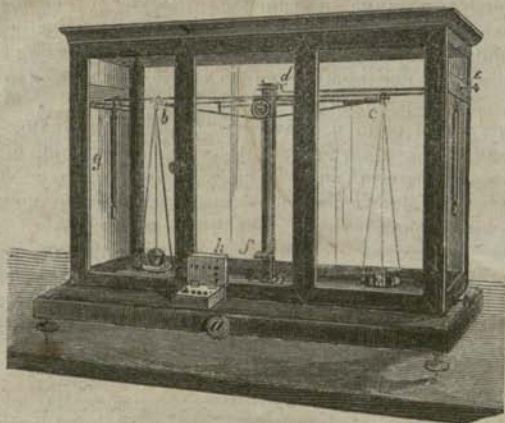
пурфира, разбивши его на кусочки, можно отобрать полевую шпатель. Такъ изъ золотыхъ россыпей извлекаютъ золото, отмывая подмѣсъ песка и глины; золото, гораздо болѣе тяжелое чѣмъ песокъ и глина, не уносится далеко струею воды, тогда какъ песокъ и глина легко увлекаются ея потокомъ. Жиръ, вырѣзанный изъ подъ кожи животныхъ, представляетъ неоднородную массу, состоящую изъ животной ткани, пропитанной саломъ. Жиръ расплавляютъ, чтобы выдѣлить сало, потому что только оно одно и плавится, а животная ткань остается нерасплавленной и легко отдѣляется. Изъ мутной, неоднородной воды получаютъ чистую воду, профиживая ее чрезъ пористые камни. Итакъ, разнообразными способами можно получить великое множество однородныхъ веществъ.

Химія занимается только однородными тѣлами, встрѣчающимися въ природѣ или извлекаемыми изъ неоднородныхъ веществъ природы и искусства. Различныя смѣси, находимыя въ природѣ, составляютъ предметъ другихъ естественныхъ наукъ: геогнозій, ботаники, зоологій, анатоміи и др. Изслѣдованіе неоднородныхъ тѣлъ, употребляемыхъ въ искусствахъ, составляетъ одинъ изъ предметовъ технологіи. Химія же изучаетъ, описываетъ свойства и располагаетъ въ извѣстной системѣ всѣ однородныя вещества. Въ этомъ отношеніи химія сходна съ описательными естественными науками. Подобно тому, какъ ботаникъ поступаетъ относительно растеній, такъ химикъ поступаетъ съ однородными тѣлами. Соприкасаясь весьма тѣсно съ многими другими естественными науками, химія иногда описываетъ и неоднородныя вещества, напримѣръ, воздухъ, крахмалъ и прочее, но при этомъ всегда или имѣется въ виду изслѣдованіе только тѣхъ однородныхъ веществъ, которыя въ нихъ входятъ, а не разборъ фактовъ, относящихся до самой смѣси, до вещества неоднороднаго, разсматриваемаго какъ цѣлое, или же неоднородное тѣло разсматривается подобно другимъ однороднымъ тѣламъ, когда составныхъ частей его не удалось отдѣлить.

Тѣла однородныя различаются между собою по количеству и качеству вещества, изъ котораго они состоятъ.

Количество вещества обыкновенно опредѣляется его вѣсомъ. Изслѣдуя различныя тѣла, химикъ долженъ постоянно обращать вниманіе на ихъ количество, а потому важнѣйшій приборъ, необходимый при химическихъ изслѣдованіяхъ, составляютъ вѣсы. Конечно количество матеріи можетъ измѣряться не только вѣсомъ, но и объемомъ, что мы видимъ и въ практикѣ, но объемныя измѣренія далеко уступаютъ вѣсовымъ въ точности и опредѣлительности, уже потому одному, что объемъ всякаго тѣла мѣняется и отъ давленія и отъ температуры. Поэтому-то о количествѣ матеріи скорѣе и проще всего судятъ по ея вѣсу.

Такъ какъ количества веществъ, употребляемыхъ для научныхъ исследованийъ, обыкновенно очень незначительны ¹⁾, а при малыхъ количествахъ только самыя чувствительныя **вѣсы** могутъ дать точное



Фиг. 1. — Химическіе вѣсы, въ $\frac{1}{10}$ противу натур. величины.

a кнопка, поворачивая которую, останавливаютъ качанія коромысла *bc*; *ed* проволока, движущаяся въ оправѣ и служащая для перемѣщенія сантиграммового крючка, назначаемого для опредѣленія долей сантиграмма, смотря по положенію крючка на коромыслѣ, которое для этой цѣли раздѣлено по своей длинѣ на части. *f* пластинка съ дѣленіями, на которой легко наблюдаются качанія коромысла, потому что стрѣлка, прикрѣпленная къ нему, движется (не касаясь) по этой пластинкѣ. *g* термометръ, который необходимо имѣть при вѣсахъ для опредѣленія температуры воздуха въ ящикѣ вѣсовъ. *h* ящикъ съ разновѣсками.

показаніе, то для химическихъ исследованийъ употребляются обыкновенно небольшіе, но весьма чувствительныя вѣсы. Такіе вѣсы обыкновенно и называются химическими вѣсами. Извѣстно, что въ вѣсахъ должно отличать три главныхъ качества: чувствительность, вѣрность и постоянство. Извѣстно, кромѣ того, что на невѣрныхъ вѣсахъ можно взвѣсить вѣрно, употребляя способъ двойнаго взвѣшиванія ²⁾, при

¹⁾ При точныхъ исследованияхъ обыкновенно берется малое количество вещества потому, что чрезъ это сокращается время исследования и при томъ чувствительныя вѣсы для большихъ количествъ очень дороги и, кромѣ того, часто весьма трудно получить вполне однородное вещество въ большихъ массахъ.

²⁾ Этотъ способъ (данный Борда) состоитъ, какъ извѣстно, въ томъ, что на одну чашку вѣсовъ кладутъ взвѣшиваемое тѣло, а на другую какое нибудь вещество, пока вѣсы не придутъ въ равновѣсіе. Тогда снимаютъ взвѣшиваемое тѣло и на мѣсто его кладутся гири до тѣхъ поръ, пока онѣ не уравновѣсятъ грузъ, лежащій на другой чашкѣ. При большей части химическихъ взвѣшиваній, когда вѣсы имѣютъ одинаковыя длины плечей, не приходится прибѣгать къ этому способу, потому что вѣсъ тѣла опредѣляется чрезъ разность двухъ взвѣшиваній, и ошибка отъ неравенства вѣса чашекъ тѣмъ уничтожается. Берутъ сосудъ съ тѣломъ и находятъ его вѣсъ. Положимъ онъ равенъ *a* и больше действительнаго на *x*, такъ что действительный вѣсъ сосуда и тѣла = *a* - *x*. Тогда вынимаютъ тѣло и взвѣшиваютъ пустой сосудъ, поставивши его на ту же чашку, на которой стоялъ онъ и при первомъ взвѣшиваніи. Положимъ, вѣсъ сосуда найденъ равнымъ *b*. Очевидно, что истинный вѣсъ сосуда = *b* - *x*, а истинный вѣсъ тѣла =

томъ невѣрность вѣсовъ можно исправить, сдѣлавши одинаковыми вѣсъ и длину обѣихъ плечей коромысла; а потому качества, которыя необходимо должны принадлежать химическимъ вѣсамъ, суть ихъ постоянство и ихъ чувствительность ¹⁾. Чувствительность вѣсовъ состоитъ въ томъ, что, при малой перемѣнѣ вѣса, стрѣлка вѣсовъ значительно отклоняется въ сторону. Такъ обыкновенные химическіе вѣсы чувствительны до одного миллиграмма, т. е. до $\frac{1}{4000}$ доли золотника. Это значить, что взвѣсивши на химическихъ вѣсахъ какое нибудь тѣло, и прибавивши на одну изъ сторонъ одинъ миллиграммъ, мы можемъ ясно видѣть эту прибавку въ вѣсѣ по отклоненію стрѣлки, а потому каждое взвѣшивание будетъ вѣрно, если вѣсы хорошо установлены или если употреблено двойное взвѣшивание, до одного миллиграмма ²⁾. Но вѣсы прежде всего должны быть постоянны, то есть, при многократномъ повтореніи взвѣшиванія, должны давать всегда одно показаніе въ предѣлѣ чувствительности вѣсовъ. Непостоянство можетъ происходить отъ гибкости плечей, отъ нагрузки такимъ вѣсомъ, при которомъ коромысло гнется, отъ непараллельности ножей, на которыхъ лежатъ коромысло и чашки, отъ неодинаковости положенія частей при разныхъ взвѣшиваніяхъ и отъ многихъ другихъ причинъ. Степень чувствительности и степень постоянства взвѣшиваній должны быть наблюдателю извѣстны, когда онъ хочетъ съ вѣсами сдѣлать изслѣдованіе. Тѣ величины, которыя находятся въ предѣлѣ возможныхъ ошибокъ, не должно принимать въ расчетъ. Такъ напримѣръ, если вѣсы чувствительны до $\frac{1}{10}$ миллиграмма, а постоянны до 1 миллиграмма, то каждое взвѣшиваніе можетъ быть считаемо точнымъ только до миллиграмма, а доли его нельзя принимать въ расчетъ. Вѣсъ опредѣляется въ химіи, какъ и во всѣхъ точныхъ наукахъ, граммами, т. е. новымъ французскимъ вѣсомъ, введеннымъ во времена первой французской республики. Этотъ вѣсъ имѣетъ ту выгоду, что лишонъ произвола и выражается десятичными цифрами. Исходнымъ пунктомъ для его отысканія служило измѣреніе длины земнаго меридіана. Одна сотая милліонная доля этой длины принята была какъ единица для измѣренія длины. Она называется метромъ (mètre) т. е. мѣрою или единицею мѣры. Метръ немного больше трехъ съ четвертью русскихъ футовъ, т. е.



Фиг. 2. — Линейка въ 100 миллім. или 10 сантиметровъ, въ настоящую величину.

$(a-x) - (b-x)$ или $a-x-b+x = a-b$, то есть равенъ разности обѣихъ взвѣшиваній. Такимъ образомъ, чрезъ вычитаніе двухъ взвѣшиваній, уничтожаются нѣкоторыя ошибки отъ невѣрности вѣсовъ.

¹⁾ Чтобы узнать вѣрны ли вѣсы, достаточно взять какое либо тѣло и уравновѣсить его гирьками, а потомъ перемѣнить мѣста гирей и тѣла, замѣнивъ одно другимъ. Если разновѣсе при этомъ измѣнится, то вѣсы невѣрны, что можетъ зависеть отъ неравной длины обѣихъ плечей или отъ неравенства ихъ вѣса. Если при перепоженіи равновѣсе не нарушится, то вѣсы вѣрны.

²⁾ Чувствительность вѣсовъ зависитъ отъ нѣсколькихъ причинъ. При прочихъ равныхъ условіяхъ, вѣсы тѣмъ чувствительнѣе, тѣмъ длиннѣе плеча коромысла

немногимъ меньше полъ-сажени (а именно = 0,4687 сажени). Метръ дѣлится на 10 частей, называемыхъ дециметрами на 100 ч., называемыхъ сантиметрами и на 1000 ч., называемыхъ миллиметрами, то есть тысячными долями метра. Если свѣсимъ кубическій сантиметръ воды (взявши воду при ея наибольшей плотности т. е. при 4° Ц. ¹⁾), то получимъ *граммъ*, или единицу французскаго вѣса. Граммъ дѣлится, какъ и метръ, на дециграммы (= 0,1 грамма), сантиграммы (= 0,01 грамма) и миллиграммы (0,001). 1000 граммовъ составляютъ килограммъ или *кило*. Килограммъ равенъ 2,442 русскимъ фунтамъ, а русский фунтъ = 409,52 граммамъ. Вѣсъ тѣла обыкновенно выражается граммами. Такъ, напримѣръ, пишутъ, что взято 2,735 грамма, то есть 2 грамма, 7 дециграммовъ, 3 сантиграмма и 5 миллиграммовъ. При химическихъ вѣсахъ обыкновенно находятся уже граммовыя гирьки или разновѣски, на каждой изъ которыхъ и надписанъ вѣсъ въ граммахъ.

Первую и нерѣдко важѣйшую манипуляцію, при каждомъ химическомъ изслѣдованіи, должно составлять **взвѣшиваніе**. При употребленіи грубыхъ вѣсовъ, когда требуется знать только приблизительное количество взятаго или полученнаго тѣла, взвѣшиваніе не требуетъ какихъ либо особыхъ предосторожностей. Нужно только всегда начинать съ большихъ гирь и, если гиря велика для равновѣсія, замѣнять ее слѣдующею, меньшею, если же мала, то класть слѣдующую, не снимая ту, которая положена — безъ этого взвѣшиваніе можетъ быть продолжительно. При грубомъ взвѣшиваніи, часто очень удобно *тарировать* сосудъ, въ которомъ производится взвѣшиваніе, напримѣръ, склянку съ жидкостію. Тарировать, значитъ положить на одну чашку вѣсъ, равный вѣсу сосуда, назначеннаго для вмѣщенія взвѣшиваемаго предмета. Ставятъ, наир., склянку на одну чашку, а на другую кладутъ столько дроби, чтобы вѣсы стали въ равновѣсіе. Тогда вмѣстѣ съ дробью кладутъ тотъ вѣсъ, который хотятъ взять, а въ склянку вливаютъ жидкость до равновѣсія. Для грубыхъ взвѣшиваній удобнѣе всего вѣсы съ чашками на верху, или такъ называемые Робервальевскіе вѣсы.

Но когда требуется взвѣшиваніе малаго количества вещества, или вообще точное взвѣшиваніе, тогда необходимо принимать всѣ предосторожности для удаленія возможныхъ погрѣшностей. Необходимо устранить колебанія воздуха, потому химическіе вѣсы становятся въ колѣнакъ со стеклянными стѣнками, какъ видно на рисункѣ (фиг. 1). Необходимо очень осторожно обращаться съ вѣсами при нагрузкѣ и разгрузкѣ чашекъ — иначе, отъ могущихъ произойти толчковъ, ножи иступятся и чувствительность вѣсовъ измѣнится — потому то всѣ химическіе вѣсы имѣютъ приспособленіе для *арретирования*, то есть остановки или закрѣпленія коромысла, что и производится при на-

и чѣмъ меньшій вѣсъ имѣютъ они, чѣмъ ближе центръ тяжести лежитъ подъ точкою опоры, чѣмъ меньше треніе ножей, на которые опираются вѣсы и чашки, то есть чѣмъ они острѣе и тверже, и, наконецъ, отъ того, чѣмъ длиннѣе указательная стрѣлка. Всѣ эти условія стараются, по возможности, соединить въ химическихъ вѣсахъ. При самыхъ точныхъ взвѣшиваніяхъ не должно забывать (особенно когда взвѣшиваются легкія тѣла, наир. газы и пары) дѣлать поправку на взвѣшиваніе въ воздухѣ. О ней будетъ сказано впоследствии.

¹⁾ Температуры при химическихъ, какъ и при другихъ научныхъ изслѣдованіяхъ, обозначаются по термометру Цельсія или стоградусному, то есть такому, при которомъ пространство между точкою таянія льда и точкою кипѣнія воды раздѣлено на 100 частей или градусовъ.

кладкѣ и съемкѣ груза и предмета. На фиг. 1-й, внизу посрединѣ, видна кнопка *d*, служащая для движенія вилки, поддерживающей коромысло. Когда повернуть кнопку—вилка закрѣпляет коромысло и не даетъ ему качаться; тогда снимаютъ или накладываютъ что либо на чашки. Затѣмъ кнопку повертываютъ обратно, вилка опускается и коромысло становится свободнымъ. Опусканіе должно производить очень осторожно, чтобы небыло сообщено коромыслу сотрясеній или толчковъ. Лучше, если и чашки имѣютъ свое арретированіе, какъ это и дѣлается у многихъ точныхъ вѣсовъ.

Привожу правила, которыхъ должно держаться при точныхъ взвѣшиваніяхъ, столь необходимыхъ для химическихъ изслѣдованій. Эти правила относятся къ одиночному взвѣшиванію, то есть даютъ число точное, въ предѣлѣ чувствительности и постоянства вѣсовъ, когда длины и вѣса обоихъ плечей одинаковы. Если они различны, то нужно двойное взвѣшиваніе, котораго подробности ясны будутъ изъ пріемовъ одиночнаго взвѣшиванія.

1) Необходимо привыкнуть класть гири на одну чашку, а предметъ на другую, потому что иначе, при нахожденіи вѣса чрезъ разность, не будетъ чрезъ вычитаніе уничтожена погрѣшность въ вѣсѣ чашекъ.

2) Находя вѣсъ чрезъ разность двухъ взвѣшиваній, имѣть нужды заботиться объ равновѣсіи пустыхъ вѣсовъ, если длина обоихъ плечей коромысла одинакова, въ чемъ необходимо предварительно удостовѣриться, приведи сперва пустые вѣсы въ равновѣсіе, потомъ положивъ на чашки равные грузы и перемѣля ихъ. Такую проверку длины плечей необходимо повторять, потому что она можетъ измѣниться временемъ.

3) Разновѣски необходимо класть въ порядкѣ, какъ сказано выше, при грубомъ взвѣшиваніи. Напр., если требуется взвѣсить предметъ, имѣющій вѣсъ 5,683 грамма, то кладутъ 10 гр.—много, снимаютъ, кладутъ 5; мало—кладутъ 2—много, снимаютъ 2, кладутъ 1 граммъ,—много, снимаютъ его, прибавляютъ 0,5 грамма—мало, прибавляютъ 0,2—много, его снимаютъ, прибавляютъ 0,1, мало, прибавляютъ 0,05—мало, прибав. 0,02—мало, прибавляютъ 0,02,—много, эту гирю снимаютъ, кладутъ 0,01—мало; кладутъ 0,005—много снимаютъ ее, кладутъ 0,002—мало, прибавляютъ 0,002—много, снимаютъ, кладутъ 0,001—равновѣсіе. Короче сдѣлать этого нельзя, когда вѣсъ совершенно неизвѣстенъ. При этомъ надо каждый разъ арретировать и ждать показаній стрѣлки, а потому всякое точное взвѣшиваніе требуетъ не мало времени.

4) Для сокращенія взвѣшиваній, полезно имѣть раздѣленное на части коромысло и употребить для нахожденія миллиграммовъ крючекъ, повѣшенный на коромысло и имѣющій вѣсъ равный сантиграмму. Находясь на $\frac{1}{10}$ длины плеча отъ середины коромысла, крючекъ этотъ показываетъ $\frac{1}{10}$ сантиграмма, то есть 1 миллиграммъ. Этотъ способъ однако не можетъ дать совершенно точнаго результата, потому что при немъ перемѣщается положеніе центра тяжести коромысла и т. п. Однако онъ значительно помогаетъ быстротѣ взвѣшиванія. Для движенія крючка по коромыслу обыкновенно придѣляется особая ручка сбоку вѣсовъ (фиг. 1 *de*).

5) Вѣсы должны быть установлены прочно, на колеблющейся подстав-

къ они будутъ давать погрѣшности. Лучше всего подставку укрѣпить на каменномъ столбѣ, врытомъ глубоко въ землю, или на капитальной стѣнѣ зданія. Вѣсы всегда должны быть сохраняемы въ запертомъ ящикѣ и въ комнатѣ съ сухимъ и чистымъ воздухомъ, чтобы устранить пыль, ржавчину и проч., что дѣлаетъ вѣсы мало чувствительными. Обычай запираеть дверцы и арретировать коромысло при концѣ работы вѣсовъ, долженъ обратиться въ привычку химика.

6) Также осторожно, если еще не болѣе, должно обращаться съ разновѣсками. Ихъ должно сперва вывѣрить по взаимному отношенію вѣса и по вѣсу одной изъ единицъ вѣса—не должно при этомъ полагаться ни на какого механика, а самому, рядомъ опредѣлений, конечно продолжительныхъ, но простыхъ, опредѣлить существующую въ разновѣсѣ невѣрность и принимать ее во вниманіе. Точные и провѣренные разновѣски составляютъ такое условіе возможности химическихъ работъ, что пріобрѣтеніе ихъ должно составлять первую цѣль при началѣ изслѣдованія. Съ невѣрными вѣсами еще можно сдѣлать вѣрное взвѣшиваніе, но безъ провѣренныхъ разновѣсокъ невозможно. Никогда не должно брать разновѣски руками—разновѣсъ отъ этого ржавѣетъ и мѣняется въ вѣсъ. Для этой цѣли въ ящикѣ съ разновѣсками всегда имѣются щипцы или вилки.* Лучше, если они имѣютъ костяные концы—потому что металлическіе концы могутъ царапать гири.

7) Отвѣшиваніе всегда лучше производить въ соответственномъ цѣли сосудѣ—стекляномъ, платиновомъ, фарфоровомъ и т. п., потому что тогда вѣсъ найдется по разности и еще потому, что чаши вѣсовъ не будутъ портиться отъ прикосновенія съ разными тѣлами. Сосудъ долженъ быть невозможности не гигроскопическій—иначе вѣсъ его можетъ измѣняться отъ втягиванія влаги. Гигроскопическія и летучія тѣла необходимо взвѣшивать всегда въ закрытомъ сосудѣ, лучше въ сосудѣ съ плотною пробкою, чтобы не притянулась влага воздуха или не улетѣло части вещества.

8) Нагрѣтые предметы никогда не должно взвѣшивать, потому что около нихъ существуетъ тяга воздуха, измѣняющая вѣсъ и они теряютъ въ вѣсъ менѣе чѣмъ по охлажденію, потому что погружены въ воздухъ, болѣе легкій. Предъ взвѣшиваніемъ всякій предметъ долженъ принять температуру воздуха, имѣющагося въ шкапу вѣсовъ.

9) При взвѣшиваніи можно пренебречь некоторыми погрѣшностями, если требуется грубый результатъ, но нужно знать степень возможныхъ погрѣшностей и результатъ считать точнымъ въ предѣлѣ этихъ погрѣшностей. Напримѣръ, зная, что взвѣшиваемый предметъ занимаетъ объемъ 10 куб. сантиметровъ и не дѣлая поправки на взвѣшиваніе въ воздухѣ, нельзя уже ручаться за точность, большую 0,0004, потому что воздухъ, даже комнатный, нерѣдко мѣняетъ температуру на 10° Ц. а при этомъ вѣсъ 10 куб. сантиметровъ его измѣняется на 0,0004, а слѣдовательно и вѣсъ одного предмета можетъ претерѣть это измѣненіе.

10) Когда требуются точныя данныя о вѣсѣ тѣла, особенно же когда объемъ взвѣшиваемаго тѣла великъ, то необходимо исправлять вѣсъ, найденный при взвѣшиваніи въ воздухѣ на потерю, испытываемую каждымъ тѣломъ отъ того, что оно плаваетъ въ воздухѣ. Не

распространяясь объ этомъ предметѣ ¹⁾, даю формулу, показывающую эту поправку приблизительно, однако съ точностію, достаточною для большей части изслѣдованій:

$$P = p \left[0,9998 + \frac{0,0012 - 0,000005 (t - 10) + 0,000002 (H - 740)}{a} \right]$$

Гдѣ P означаетъ истинный или исправленный вѣсъ, p найденный вѣсъ, при употребленіи латунныхъ гирекъ, a вѣсъ (въ граммахъ) 1-го куб. сантиметра взвѣшиваемаго предмета, t температура, по Цельсію, воздуха во время взвѣшиванія и H давленіе барометра. Очевидно, что поправка будетъ тѣмъ больше, чѣмъ меньше плотность взвѣшиваемаго предмета, а потому, при взвѣшиваніи газовъ, поправка будетъ наибольшая, а при взвѣшиваніи тѣлъ, имѣющихъ плотность гирекъ, поправка равна 0, то есть счетъ гирекъ дастъ прямо истинный вѣсъ предмета. Для устраненія погрѣшностей взвѣшиванія нерѣдко употребляется слѣдующій точный и простой способъ. Приготавливаютъ два сосуда совершенно одинаковаго наружнаго объема. Въ одномъ сосудѣ воздухъ выкачиваютъ насосомъ и его запираютъ. Тогда въ другой сосудъ кладутъ столько тяжести, чтобы оба сосуда имѣли одинаковый вѣсъ. Послѣ того второй сосудъ запираютъ или запаиваютъ. Оба сосуда тогда будутъ, при измѣненіи вѣса воздуха, всегда въ равновѣсіи, потому что вытѣснятъ равные объемы воздуха. Теперь, если требуется взвѣсить что либо, то первый сосудъ отпираютъ, въ него помещаютъ предметъ и вновь изъ него выкачиваютъ воздухъ. Прибыль въ вѣсѣ покажетъ истинный вѣсъ вложеннаго предмета. Впрочемъ, необходимо помнить, что гири также теряютъ часть своего вѣса въ воздухѣ. ¹⁾ »

Укажемъ теперь качественные признаки, которыми однородныя тѣла характеризуются или отличаются, останавливаясь только на важнѣйшихъ признакахъ физическихъ.

Однородныя тѣла являютъ въ трехъ состояніяхъ — твердомъ, жидкомъ и газообразномъ. Во всѣхъ этихъ трехъ состояніяхъ тѣла одинаково притягиваются къ землѣ, то есть, при переходѣ изъ одного состоянія въ другое, тѣла ничего не теряютъ въ вѣсѣ, количество вещества не уменьшается и не увеличивается. Такъ какъ свойства тѣлъ въ различныхъ состояніяхъ играютъ весьма важную роль при всѣхъ химическихъ изслѣдованіяхъ, то мы сдѣлаемъ здѣсь краткій ихъ обзоръ, въ объемѣ, необходимомъ для нашей цѣли. Болѣе подробное изслѣдованіе объ этомъ предметѣ составляетъ, какъ извѣстно, предметъ механики и физики.

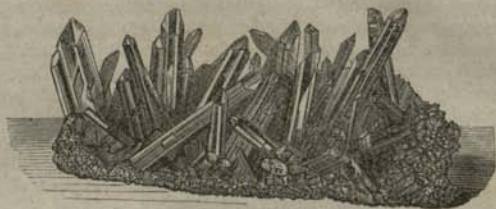
Важнѣйшее свойство **твердыхъ** тѣлъ состоитъ въ томъ, что они сохраняютъ свою форму и представляютъ болѣе или менѣе значительное сопротивленіе всякой разъ, когда какія нибудь силы стараются измѣнить эту форму. Нужно извѣстное напряженіе силы, чтобы отдѣлить одну часть твердаго тѣла отъ другой. Это показываетъ уже, что частицы твердаго тѣла взаимно удерживаются внутреннею силою, на-

¹⁾ Желающіе найдутъ всѣ необходимыя подробности, относящіяся до поправки при взвѣшиваніи газовъ и жидкостей, въ слѣдующихъ книгахъ: Аналитическая химія, изданная подъ редакціею Менделѣева, количественный анализъ, выпускъ второй, 1866 г. и *Д. Менделѣева*, о соединеніи спирта съ водою. 1863. Сиб.

зываемою сцѣпленіемъ. Эта сила есть особой видъ силы притяженія. Она дѣйствуетъ только на незамѣтно малыхъ разстояніяхъ (такія силы называются частичными). Въ самомъ дѣлѣ, имѣя два куска твердаго тѣла, нельзя заставить ихъ образовать одно сплошное тѣло, прикладывая одинъ кусокъ къ другому. Это зависитъ оттого, что при этомъ между кусками остается еще весьма большое разстояніе, сравнительно съ тѣмъ, при которомъ начинается дѣйствіе силы сцѣпленія. Уменьшая это разстояніе, мы можемъ достигнуть такого сближенія поверхностей обоихъ кусковъ, что сила сцѣпленія начинаетъ оказывать свое дѣйствіе. По этой причинѣ трудно оторвать другъ отъ друга два полированныхъ стекла, сложенныхъ вмѣстѣ. Сковывая два куска желѣза, сближаютъ ихъ поверхности и заставляютъ дѣйствовать силу сцѣпленія. Сцѣпленіе частицъ у различныхъ твердыхъ тѣлъ весьма различно, что можно испытать многими способами, такъ напр. разрывомъ или разломомъ одинаковыхъ полосъ, сдѣланныхъ изъ разныхъ веществъ. По той же причинѣ различныя тѣла представляютъ неодинаковую твердость, т. е. неодинаковое сопротивленіе разрѣзыванію. Очевидно, что болѣе твердое тѣло можетъ рѣзать и чертить болѣе мягкое; этимъ способомъ обыкновенно испытывается твердость каменныхъ веществъ. Такъ алмазъ оставляетъ черту на стеклѣ и всѣхъ другихъ камняхъ, значить онъ имѣетъ наибольшую твердость. Всякому извѣстно, что сталь тверже желѣза, желѣзо тверже свинца и олова и такъ даѣе. Сцѣпленіе частицъ большей части твердыхъ тѣлъ неодинаково въ различныхъ направленіяхъ, что можно видѣть, напр., изъ того, что твердость многихъ твердыхъ тѣлъ съ различныхъ сторонъ неодинакова. Слюда можетъ служить лучшимъ примѣромъ различія степени сцѣпленія по разнымъ направленіямъ: куски ея дѣлятся на тонкія и гибкія пластинки. Это значитъ, что частицы слюды имѣютъ значительное сцѣпленіе по направленію пластинокъ, а по направленію, перпендикулярному къ нимъ, сцѣпленіе слюдяныхъ частицъ гораздо меньше. Большинство твердыхъ тѣлъ представляетъ подобное же явленіе, хотя и не столь ясно. Дѣлимость твердыхъ тѣлъ на отдѣльныя части, ограниченныя параллельными плоскостями, столь ясно замѣчаемая въ слюдѣ, называется спайностію или листовою сцѣпленіемъ.

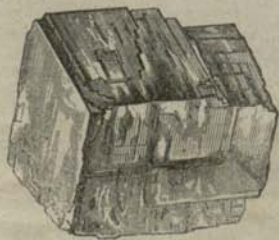
Раскаливая чугуны, сахаръ, мраморъ и тому подобныя твердыя тѣла, легко замѣтить, что поверхность кусковъ представляетъ множество мелкихъ и перепутанныхъ блестящихъ пластиночекъ, которыя, въ сущности, зависятъ отъ той же причины, отъ которой происходитъ дѣлимость слюды на большія пластинки. Вещества, имѣющія неодинаковое сцѣпленіе по разнымъ направленіямъ, называются кристаллическими. Однако не всѣ твердыя тѣла имѣютъ кристаллическое сложеніе и тогда, когда не представляютъ видимыхъ слѣдовъ кристалличности, носятъ названіе *аморфныхъ* (безформенныхъ) тѣлъ. Тѣла, способныя къ образованію кристаллическихъ формъ, называются кристаллоидами. Такія тѣла, при особыхъ условіяхъ, могутъ являться *кристаллами*, то есть въ видѣ тѣлъ, ограниченныхъ правильными плоскостями, наклоненными другъ къ другу подъ извѣстными углами. Для незнакомаго съ этимъ дѣломъ, такіе кристаллы кажутся какъ бы нарочно отшлифованными. Въ гористыхъ странахъ часто встрѣчаются между камнями кристаллы различныхъ веществъ; кристаллы граната и горнаго хрустала извѣст-

ны почти всѣмъ; послѣдніе имѣютъ обыкновенно видъ прозрачныхъ шестистороннихъ призмъ или столбиковъ, оканчивающихся шестисторонними пирамидами. Образование кристалловъ зависитъ отъ той же не-



Фиг. 3 — Друза (собрание или щетка) естественныхъ кристалловъ горнаго хрустала въ $\frac{1}{4}$ противу натуральной величины.

равномѣрности сѣвленія частицъ по разнымъ направленіямъ, отъ которой происходитъ и спайность. Это можно доказать тѣмъ, что плоскости спайности иногда совпадаютъ (то есть параллельны), но всегда находятся въ определенномъ наклоненіи (напримѣръ перпендикулярны) съ нѣкоторыми плоскостями, ограничивающими кристаллы. Такъ напр. есть въ природѣ вещество, называющееся известковымъ шпатомъ, кристаллы котораго обладаютъ ясною спайностію, такъ что, раскалывая известковый шпатъ, мы всегда получимъ кусочки, ограниченные плоскостями. Эти кусочки имѣютъ видъ ромбоэдровъ; изображеніе одного такого куска представлено здѣсь. Рядомъ помѣщено изображеніе



Фиг. 4. — Кусокъ известковаго (исландскаго) шпата — отбитый изъ массы, чтобы видѣть листопрохожденіе.



Фиг. 5. — Образование ромбоэдра изъ призмы исландскаго шпата. Листопрохожденіе параллельно тремъ верхнимъ ребрамъ ab , cd и ef или нижнимъ ml , kh и ng . Углы, образованные плоскостями листопрохожденія съ гранями призмы, вездѣ одинаковы. Провода параллельныя плоскости или дѣлая отколы, получимъ ромбоэдръ АВ.

шестигранной призмы, изъ которой могутъ быть чрезъ отколы получены ромбоэдры исландскаго шпата, что и показываетъ отношеніе

формы кристалла къ формѣ тѣхъ отдѣльностей, какія могутъ изъ него получиться.

Образованіе кристалловъ можно произвести искусственно нѣсколькими способами. Во всякомъ случаѣ необходимо, чтобы частицы твердаго тѣла, предъ образованіемъ кристалловъ, могли свободно двигаться и располагаться по направленіямъ, сообразнымъ ихъ взаимному притяженію. Потому кристаллы легче всего образуются при переходѣ тѣла изъ жидкаго состоянія въ твердое (извѣстно, что частицы жидкостей легко подвижны). Кристаллы вырастаютъ при этомъ тѣмъ правильнѣе и достигаютъ тѣмъ большей величины, чѣмъ медленнѣе совершается этотъ переходъ, то есть чѣмъ медленнѣе они образуются. Обыкновенно различаютъ три способа полученія кристалловъ: сплавленіемъ, раствореніемъ и возгонкою. Чтобы произвести кристаллизацію черезъ сплавленіе, твердое тѣло нагрѣваютъ до тѣхъ поръ, пока оно сдѣлается вполне жидкимъ и тогда даютъ ему медленно охладиться. При этомъ образуется первоначально твердая кора, на поверхности жидкости и на бокахъ сосуда. Верхнюю кору пробиваютъ и остатокъ незастигнувшей массы выливаютъ изъ сосуда. Когда все остынетъ, замѣчаютъ что на стѣнкахъ и днѣ сосуда образовались кристаллы. Такимъ образомъ можно получить изъ расплавленной сѣры кристаллы, имѣющіе видъ косыхъ призмъ. Точно также можно получить кристаллы особаго металла, называемаго висмутомъ и многихъ другихъ тѣлъ. Такой способъ образованія кристалловъ можетъ быть повторенъ и въ природѣ. Многіе факты заставляютъ думать, что земля была первоначально въ расплавленномъ состояніи, а потомъ застыла и несомнѣнно, что многія каменные породы образовались чрезъ застываніе расплавленныхъ веществъ, вышедшихъ изъ земли подобно лавѣ. Поэтому условія для кристаллизаціи путемъ сплавленія могли повториться. Впрочемъ второй способъ кристаллизаціи—раствореніемъ—и въ природѣ и въ искусствахъ употребляется гораздо чаще. Въ своемъ мѣстѣ мы будемъ подробнѣе говорить объ законахъ растворимости, а теперь напомнимъ только всѣмъ извѣстный фактъ, что многія твердыя тѣла растворяются или растворяются въ водѣ и другихъ жидкостяхъ, подобно тому, какъ сахаръ и соль растворяются въ водѣ. Должно замѣтить, что данное количество воды можетъ растворить въ себѣ только извѣстное количество различныхъ веществъ и это количество, могущее содержаться въ растворѣ, измѣняется съ температурою воды. Обыкновенно, чѣмъ теплѣе вода или другая жидкость, тѣмъ больше можетъ она растворить твердаго вещества. На этомъ основанъ одинъ изъ обыкновенныхъ способовъ кристаллизаціи растворимыхъ веществъ. Берутъ горячій, насыщенный растворъ тѣла ¹⁾ и его медленно охлаждаютъ. При этомъ часть твердаго тѣла должна выдѣлиться изъ раствора, потому что холодный насыщенный растворъ не можетъ содержать въ себѣ столь много твердаго вещества, какъ горячій. При этомъ выдѣленіи, твердое тѣло обыкновенно образуетъ большіе или меньшіе кристаллы. Этимъ способомъ получаютъ кристаллы весьма многихъ тѣлъ. Такъ, наиримѣръ, кристаллизуютъ селитру. Если охлажденіе происходитъ медленно и спокойно, то полу-

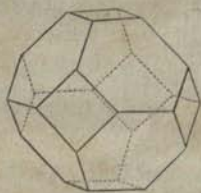
¹⁾ Насыщеннымъ растворомъ называютъ такой, въ которомъ больше не растворяется уже взятаго твердаго тѣла.

чаются большіе кристаллы селитры, если же охлажденіе идетъ быстро и жидкость перемишивается, то образуются мелкіе кристаллики селитры. Точно такъ сахарный растворъ, быстро охлаждаемый, выдѣляетъ мелкіе кристаллики сахара. Таковъ сахаръ въ видѣ головъ. Если же сахарный растворъ охлаждается весьма медленно и только постепенно, а не вдругъ переходитъ изъ раствора въ твердое состояніе, то образуются большіе правильные кристаллы сахара, извѣстные всѣмъ подъ названіемъ леденца. Кристаллизацію изъ растворовъ часто ведутъ другимъ способомъ, а именно черезъ медленное выпариваніе воды или другой растворяющей жидкости. Для этого растворъ ставятъ въ теплое мѣсто, чтобы жидкость могла испаряться. Когда черезъ это испареніе количество жидкости уменьшится и оставшаяся не можетъ содержать въ растворѣ всего количества твердаго тѣла, тогда часть его выдѣляется изъ раствора и образуетъ кристаллы. Такъ, напримѣръ, получаютъ кубическіе кристаллы поваренной соли. Этимъ способомъ можно получить изъ многихъ растворовъ отличные кристаллы. Требуется только совершенный покой жидкости, отсутствіе пыли и другихъ мелкихъ частицъ, постоянство температуры и медленность испаренія. Особенно хорошіе кристаллы даютъ слѣдующія вещества изъ водныхъ растворовъ: квасцы (кубы, октаэдры), сегнетова соль, лимонная кислота, (фіолетоваго цвѣта) сѣрниошкелевая соль, (синяго цвѣта) мѣдный купоросъ, сахаръ, соль гмелина (красное синькали), кислая хромовалевова соль (красный хромникъ) и др. Оба способа кристаллизаціи изъ растворовъ часто повторяются въ природѣ; такъ напр. въ соленыхъ озерахъ юго-восточной Россіи, въ лѣтніе жары испаряется столь много воды, что соль выдѣляется въ видѣ кристалловъ, которые извѣстны подъ названіемъ самосадочной соли. Кристаллизація возгонкою происходитъ при переходѣ паровъ въ твердое состояніе; такъ водные пары, находящіяся въ атмосферѣ, подъ вліяніемъ зимнихъ холодовъ, образуютъ изъ себя кристаллики снѣга. Оставивши камфору въ склянкѣ, замѣчаютъ, современемъ, что въ верхнихъ частяхъ ея появляются кристаллики. Это зависитъ оттого, что камфора весьма летуча. Пары ея скопляются въ верхнихъ частяхъ склянки и тамъ осаждаются въ видѣ кристалликовъ. Точно такъ возгоняется іодъ, нафталинъ и множество другихъ тѣлъ; въ природѣ и по нимъ происходятъ явленія этого рода. Такъ около вулкановъ нерѣдко замѣчаются кристаллы взогнанной сѣры.

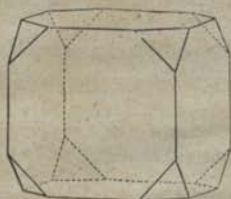
Исслѣдованіе кристаллическихъ формъ привело къ ихъ классификаціи и къ открытію нѣсколькихъ законовъ, изученіе которыхъ составляетъ предметъ кристаллографіи. Необходимо замѣтить здѣсь, что въ каждомъ кристаллѣ есть извѣстнаго рода симметрія. Всякой кристаллической плоскости соотвѣтствуетъ другая ей параллельная, иногда мало замѣтная или даже не развитая (геміедрія), если, напримѣръ, кристаллъ приросъ къ какому либо другому тѣлу; но всегда въ полнообразованномъ кристаллическомъ тѣлѣ такая параллельная плоскость существуетъ для всякой площадки. Двѣ параллельныя плоскости каждаго кристалла разсматриваются какъ одна плоскость. Онѣ всегда физически однородны. Оттого восьмигранникъ, составленный какъ бы изъ двухъ четырехгранныхъ пирамидъ, разсматривается въ кристаллографіи какъ пирамида. Тѣ плоскости кристалловъ, которыя пересѣкаются въ ребрахъ, между собою параллельныхъ, взятыя вмѣстѣ, составляютъ поясъ кристалла

(зону). Въ кристаллахъ существуетъ всегда нѣсколько поясовъ. Каждому поясу соответствуетъ ось, выражающая направленіе реберъ. Для опредѣленія кристалла необходимо опредѣлить пояса, въ которыхъ находится каждая плоскость, углы наклоенія плоскостей, входящихъ въ каждый поясъ, и наклоеніе поясныхъ осей. Такое изслѣдованіе кристалловъ производится посредствомъ гониометровъ, преимущественно отражательныхъ, описываемыхъ въ физикѣ. Когда произведено изученіе поясовъ, то можно уже геометрически опредѣлить кристаллическую форму.

Тѣ кристаллическія формы, въ которыхъ всѣ плоскости однородны, носятъ названіе простыхъ. Таковы, напримѣръ, кубъ, пирамида, призма и т. п. Если на кристаллѣ находятся разнородныя площади, то такая форма называется комбинаціею. Такъ, напримѣръ, на фиг. 6 и 7 изобра-



Фиг. 6.—Комбинація октаедра съ кубомъ. Преобладаетъ первый. Квасцы, плавиковый шпатъ, закись мѣди и др.



Фиг. 7.—Кубъ съ октаедромъ, преобладаетъ кубъ. Тѣ же тѣла, какъ и фиг. 8.

жены комбинаціи куба съ октаедромъ или пирамидою. Форма кристалла всегда бываетъ замѣтная, то есть со всѣхъ сторонъ ограниченная, потому призматическая форма, по своему существу безконечная, открытая, одна не является, а всегда въ комбинаціи или съ конечною площадкою или съ пирамидою, какъ видно на фиг. 8, изображающей



Фиг. 8.—Геометрическая форма кристалловъ горнаго хрустала. Гексагональной системы, призма и пирамида.

кристаллы горнаго хрустала. Являются иногда такъ называемые волокнистые кристаллы, то есть призмы тонкія и длинныя, концы которыхъ наблюдать нельзя. Таковы, напримѣръ, азбестъ или горный ленъ, каменистое волокнистое вещество, отличающееся шелковистымъ блескомъ, гибкостью и сходствомъ съ растительными волокнами, отчего и получилъ онъ свое названіе. Каждую комбинацію формъ можно разбить на нѣсколько простыхъ формъ и мы будемъ далѣе говорить только о простыхъ формахъ. Простейшая кристаллическая форма состоитъ изъ двухъ параллельныхъ плоскостей. Это есть *пинакоидъ*. Эта форма открытая и потому являющаяся только въ комбинаціяхъ. Затѣмъ слѣдуетъ форма *призмы*, съ различнымъ числомъ граней. Призмы бываютъ или съ четырехграннымъ сѣченіемъ или съ шестиграннымъ или удвоеннымъ числомъ граней. Въ четырехгранныхъ призмахъ площади или наклоены

подъ прямыми или подъ косыми углами. Въ сѣченіи тогда получится ромбъ, а потому такія призмы называются ромбическими. Если призма замыкается пинакоидомъ, перпендикулярнымъ къ оси призмы, то призма называется квадратною или ромбическою, если же положеніе пинакоида наклонно къ оси призмы, то призма называется *косою*. Изъ замкнутыхъ простыхъ формъ должно замѣтить форму *траскоида* или шестигранника. Если его грани взаимно перпендикулярны, то это есть *кубъ*, если же онъ наклоненъ, то *ромбоэдръ*. Затѣмъ слѣдуетъ форма *октаэдра* или восьмигранника, образованнаго четырьмя плоскостями, составляющими пирамиду. Различаютъ прямые и косые пирамиды или октаэдры, смотря потому, перпендикулярна ли ось пирамиды къ ея основанію или наклонна, а между прямыми пирамидами отличаютъ правильную, когда основаніемъ пирамиды служитъ квадратъ съ діагоналями, вдвое большими чѣмъ высота пирамиды. Квадратною пирамидою называютъ такую прямую пирамиду, въ которой полудиагонали основанія равны между собою, но не равны съ высотой пирамиды, остальные же прямые формы пирамиды называются ромбическими.

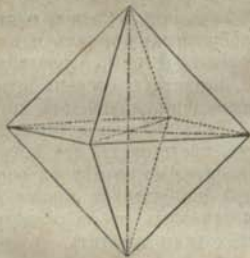
Изъ этого поверхностнаго обзора простѣйшихъ формъ, а особенно же изъ взаимнаго ихъ отношенія, очевидно, что такихъ формъ безграничное количество. Но каждому тѣлу свойственны только опредѣленныя кристаллическія формы и комбинаціи. При томъ въ комбинацію между собою входятъ не всѣ возможныя формы, а только нѣкоторыя. Такъ въ комбинацію съ кубомъ никогда не вступаетъ косая пирамида, а изъ пирамидъ только правильный октаэдръ, какъ и видно на изображенныхъ кристаллахъ квасцовъ. Это даетъ возможность раздѣлить всѣ простыя кристаллическія формы на системы. Простыя формы одной системы являются во взаимной комбинаціи и нерѣдко данное тѣло является въ разныхъ комбинаціяхъ, но принадлежащихъ къ одной системѣ. Такъ алмазъ является въ весьма разнообразныхъ формахъ и комбинаціяхъ правильной кристаллической системы. Формы, относящіяся къ каждой системѣ, имѣютъ много общаго, извѣстную степень однородности въ симметріи и могутъ быть произведены другъ отъ друга чрезъ простое геометрическое построеніе. Такъ изъ ромбической пирамиды можно произвести такую же призму, представляя, что высота первой сдѣлалась безконечно большою, относительно размѣровъ основанія. Оттого то на ромбическомъ октаэдрѣ ромбическая призма является въ видѣ площадокъ, притупляющихъ основныя ребра октаэдра, какъ видно на фигурѣ 9. Сверхъ того необходимо замѣтить, что при комбинаціи призмы съ пирамидою, онѣ имѣютъ всегда общую ось, а при комбинаціи нѣсколькихъ пирамидъ между собою, оси ихъ находятся всегда въ простомъ соотношеніи между собою отношеніи. На фиг. 9 изображена комбинація двухъ пирамидъ. Площадки большія принадлежатъ такъ называемой главной пирамидѣ, наибольшей



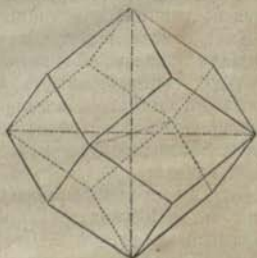
Фиг. 9. — Ромбической системы комбинація призмы, вертикальнаго пинакоида и двухъ пирамидъ, главной (большія площадки) и такой, у которой вертикальная ось $= \frac{1}{2}$ оси первой пирамиды. Форма безводной сѣрионатровой соли. Уголъ пирамиды въ гориз. ребрѣ $123^{\circ} 43'$.

тѣе развитой. Если ея вертикальную ось назовемъ чрезъ a , то площади пирамиды, видной на концахъ, получатся, если мы вообразимъ себѣ, что при томъ же основаніи, ось главной пирамиды сократилась въ три раза. то есть ось z той пирамиды будетъ $\frac{a}{3}$.

Разнообразныя законности, опредѣляющія кристаллическія формы тѣлъ, допускаятъ ихъ точное изученіе, позволяютъ прилагать къ нимъ геометрическія соображенія и составляютъ, вслѣдствіе всего этого, одну изъ лучшихъ, наиболее совершенно развитыхъ, страницъ естествознанія. Правильность, прелесть и законченность кристаллическихъ образований привлекаютъ къ себѣ весьма многихъ точныхъ изслѣдователей, посвящающихъ себя исключительно этому дѣлу. Ихъ трудами кристаллографія и выработалась, какъ весьма точная наука. Изученіе оптическихъ, электрическихъ, магнитныхъ и термическихъ свойствъ кристалловъ оказало великую помощь этому изученію и дало возможность проникнуть еще глубже въ пониманіе сущности кристаллическаго образования тѣлъ, хотя и до сихъ поръ еще не могла выработаться въ этомъ отношеніи теорія, дающая возможность предугадывать всѣ особенности кристаллообразовательной способности тѣлъ. Не входя въ дѣйствительныя подробности, укажемъ здѣсь, что на основаніи степеней симметріи и наклонности кристаллическихъ осей другъ къ другу, кристаллическія формы дѣлятся на нѣсколько системъ. Въ тѣлахъ правильной системы существуетъ симметрія наиболее полная; въ тѣлахъ этихъ можно провести 3 перпендикулярныя плоскости равной симметріи. Къ формамъ правильной системы относятся октаэдръ, кубъ, гранатоэдръ, тетраэдръ или четырехгранникъ и тому подобныя формы.



Фиг. 10. — Правильный октаэдръ или восьмигранникъ.



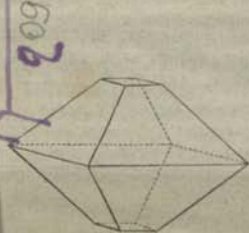
Фиг. 11. — Гранатоэдръ или двѣнадцатигранникъ. Правильной системы.

Геометрическое изображеніе нѣк. изъ этихъ формъ представляю здѣсь на рисункѣ. Нужно замѣтить, что дѣйствительныя кристаллы рѣдко представляютъ столь правильныя геометрическія формы, какія изображены на приложенныхъ рисункахъ; такъ, напримѣръ, квасцы, кристаллизующіеся октаэдрами, рѣдко имѣютъ равныя плоскости треугольниковъ, какъ видно на фигурѣ 12 и 13, изображающихъ обыкновенныя формы квасцовъ. Но при всѣхъ подобныхъ измѣненіяхъ, грани одной и той же формы остаются физически однородными, а углы между плоскостями, ограничивающими кристаллъ, остаются одинаковыми. Такъ напр. уголъ между

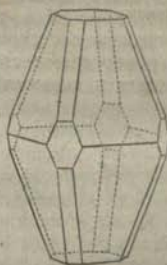
двумя соседними плоскостями въ правильномъ октаэдрѣ равенъ $109^{\circ}28'4''$. Въ каждомъ кристаллѣ квасцовъ замѣтно тоже самое, какъ показали точнѣйшія наблюденія. Итакъ, при опредѣленіи кристаллической формы,



Фиг. 12 и 13. — Октаэдры квасцовъ съ неодинаково—развитыми плоскостями. нужно обращать вниманіе не столько на внѣшній видъ кристалла, сколько на углы, подъ которыми наклонены соседнія плоскости и на пояса, въ которыхъ располагаются площади. Чтобы дать примѣры тѣхъ правильной системы, замѣтимъ, что повареная соль, плавиковый шпатель кристаллизуются кубами, квасцы октаэдрами, а гранатъ гранатоедрами. Если правильный октаэдръ считать представителемъ формъ правильной системы, то удлинненный или укороченный восьмигранникъ (квадратный октаэдръ) нужно считать представителемъ второй или квадратной системы. Изображенія октаэдра этой системы съ конечною плоскостью, представлено на фигурѣ 14. По этой фигурѣ видно, что въ тѣлахъ квадрат-



Фиг. 14. — Квадратная пирамида въ комбинаціи съ горизонтальною пирамидою (конечною плоскостью).



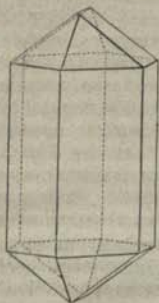
Фиг. 15. — Сѣрникожелеза соль, ромбической системы. Комбинація пирамиды (углы между плоскостями въ горизонтальныхъ ребрахъ $139^{\circ}17'$), пирамиды второго рода, призма второго рода и горизонт. пирамиды.

ной системы уже нѣтъ той полной симметріи, какъ въ тѣлахъ правильной системы, и потому вершинные углы неравны боковымъ. Оси этой системы взаимно перпендикулярны, двѣ равны между собою, но третья ось не одинакова съ ними. Уменьшая число симметричныхъ плоскостей и угловъ, послѣдовательно, получимъ кристаллическія системы, называемыя: ромбическою, одно-, дву- и три-клиновѣдными. Въ три-клиновѣдной системѣ симметрія существуетъ только между двумя диаметрально противоположными частями кристалла; всѣ оси неравны и всѣ наклонены не подъ прямыми углами. На прилагаемыхъ чертежахъ изобра-

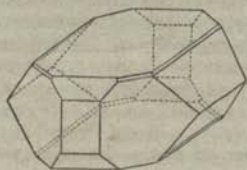
жены комбинации некоторых форм, свойственные этим системам. Кроме названных пяти систем форм, существует еще одна, неизменяющая октаэдрической основной формы и называемая гексагональной или



Фиг. 16. — Геометрическая форма кристаллов углебаритовой соли. Ромбическая система. Комбинация вертикального пинакоида, вертикальной и горизонтальной призм.



Фиг. 17. — Геометр. изображение кристаллов солей сѣрной кислоты, образованных металлами магнием, цинкомъ и никелемъ. Ромбической системы. Комбинация пирамиды, вертикальной и горизонтальной призмъ и вертикального пинакоида.

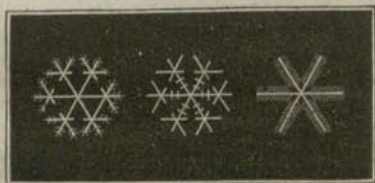


Фиг. 18. — Кристаллическая форма винной кислоты, одноклиноэдрической системы. Комбинация горизонтальных пинакоида и призмъ, вертикальной призмъ и др. формъ.

ромбоэдрической системой. Шестигранная пирамида, шестигранная призма и ромбоэдр, составляют примѣры формъ этой системы¹⁾. Кварцъ, сѣнгъ и исландскій шпатель — примѣры (фиг. 5, 8, 19 и 20).



Фиг. 19. — Комбинация шестигранной призмъ съ ромбоэдромъ. Форма природнаго соединения сѣрной сурьмы съ сѣрн. серебромъ.



Фиг. 20. — Увеличенныя изображения сѣнжиковъ или срословъ ледяныхъ кристалловъ.

¹⁾ Ученіе о кристаллическихъ формахъ составляетъ особую, весьма выработанную и весьма плодотворную для натуралиста науку. Здѣсь только намеки на нее.

Способность кристаллизоваться принадлежит однако далеко не всем твердым тѣламъ. Есть большое число такихъ тѣлъ, которыя всегда получаютъ вовсе безъ всякихъ слѣдовъ кристаллическаго строенія. Такія тѣла называются *коллоидами* т. е., подобными клею, потому что клей (*colla*) принадлежитъ къ числу ихъ. Разламывая коллоиды на куски, мы замѣчаемъ въ нихъ полное отсутствіе спайности, т. е. пластичатаго сложенія. Изломъ такихъ тѣлъ подобенъ излому кусковъ клея и стекла. Онъ носитъ названіе раковистаго излома. Къ коллоидамъ относятся всѣ почти вещества, изъ которыхъ состоятъ твердыя части тѣла животныхъ и растений; по этой то причинѣ, по крайней мѣрѣ отчасти, растенія и животныя имѣютъ столь разнообразныя формы, неимѣющіе ничего сходнаго съ кристаллическими формами большинства минеральныхъ тѣлъ. Въ организмахъ, то есть въ животныхъ и растеніяхъ, коллоидальныя твердыя тѣла обыкновенно пропитаны водою, принимаютъ формы совершенно особыя, кѣловокъ, зернышекъ, волоконъ, слизистыхъ безформенныхъ массъ и тому подобныя, совершенно отличныя отъ формъ, принимаемыхъ кристаллическими тѣлами. Когда коллоиды выдѣляются изъ растворовъ или изъ расплавленнаго состоянія, то они представляютъ однообразный видъ той жидкости, изъ которой образовались. Лучшимъ примѣромъ этого можетъ служить стекло. Коллоиды отличаются отъ кристаллоидовъ не только отсутствіемъ кристаллическихъ формъ, но и многими другими свойствами, позволяющими ясно различать оба эти рода твердыхъ тѣлъ, какъ это показалъ, въ недавнее время, англійскій ученый Гремъ (*Graham*). Всѣ почти коллоиды способны, при тѣхъ или другихъ условіяхъ, переходить въ состояніе растворимое и нерастворимое въ водѣ. Лучшимъ примѣромъ тому можетъ служить яичный бѣлокъ (альбуминъ или бѣлковина) въ сыромъ растворимомъ видѣ и въ видѣ крутыхъ яицъ, то есть такъ называемый свернувшійся бѣлокъ, въ водѣ нерастворимый. Большинство коллоидовъ при этомъ переходѣ въ нерастворимый видъ или состояніе или обратно, если это совершается въ присутствіи воды, принимаютъ студенистый видъ, который извѣстенъ каждому по свойствамъ крахмального клейстера, застывшаго клея, желе и студени. Дѣйствительно рыбій или даже простой столярный (шубный) клей, размоченный въ холодной водѣ, разбухаетъ въ студень, нерастворимую въ водѣ. Если ее нагрѣть, то она расливается, растворяется тогда въ водѣ, но послѣ остыванія снова дѣлается студенью, нерастворимую въ водѣ. Одно изъ свойствъ коллоидовъ, позволяющее отдѣлять ихъ отъ кристаллоидовъ, состоитъ въ томъ, что первые очень медленно проникаютъ чрезъ перепонки, тогда какъ вторые проникаютъ быстро. Чтобы убѣдиться въ этомъ, берутъ цилиндръ, открытый съ двухъ сторонъ, и нижнюю часть его обтягиваютъ пузырями, родовой перепонкой (*amnion*), растительнымъ пергаментомъ (клеенною бумагою, обработанною въ теченіи 2—3 минутъ холодною смѣсью купороснаго масла съ $\frac{1}{2}$ объемомъ воды и потомъ промытою) или др. перепончатымъ ¹⁾ тѣломъ. Обязать необходимо плотно и слѣдить, чтобы никакихъ отверстій не осталось. Такой сосудъ съ перепончатою оболочкою называется *диализаторомъ*, а употребленіе его для раздѣленія коллоидовъ отъ кристаллоидовъ—*диализомъ*. Въ ді-

¹⁾ Всѣ такія тѣла представляютъ коллоиды въ нерастворимомъ видѣ.



лизаторъ наливаютъ водный растворъ кристаллоида или коллоида или ихъ смѣсь, и опускаютъ діализаторъ въ сосудъ съ водою, такъ чтобы перепонка снизу была покрыта водою. Тогда, въ теченіи нѣкотораго времени, кристаллоиды переходятъ въ воду, проникаютъ перепонку, а коллоиды если и совершаютъ этотъ переходъ, то несравненно медленнѣе. Конечно до тѣхъ поръ переходятъ кристаллоиды въ воду, пока содержаніе его въ водѣ не будетъ одно и тоже по обѣ стороны перепонки. Заменяя внѣшнюю воду новою, можно выдѣлить изъ діализатора новое количество кристаллоида. Въ то время, когда тѣла этого рода совершенно пройдутъ черезъ перепонку, коллоиды почти совершенно всё остаются въ діализаторѣ, а потому діализомъ можно раздѣлить тѣла двухъ родовъ, находящіеся вмѣстѣ въ растворѣ. Безъ всякаго сомнѣнія діализъ (эндоосмосъ и экзоосмосъ) совершается и во всякомъ организмѣ, потому что ткани и оболочки кѣлокъ растений и животныхъ имѣютъ именно свойство производить діализъ. Такъ корешки или мочки растений должны всасывать изъ почвенныхъ растворовъ нѣкоторыя вещества быстрѣе, чѣмъ другія. Поступая въ растенія, эти вещества должны двигаться въ нихъ уже потому одному, что листья растений испаряютъ воду, а потому изъ корней эти почвенныя вещества распростираются и въ другія части всего растенія. Изученіе свойствъ коллоидальныхъ тѣлъ и явленій проникновенія ихъ черезъ перепонки, должно многое уяснить въ отношеніи къ явленіямъ, происходящимъ въ организмахъ.

При изученіи твердыхъ тѣлъ обращаютъ вниманіе на способность ихъ образовывать кристаллы и опредѣляютъ спайность, кристаллическія формы, въ которыхъ являются тѣла, комбинаціи ихъ, углы и способность давать сростки опредѣленнаго вида, потому что это суть одни изъ важнѣйшихъ признаковъ, служащихъ для отличія однородныхъ тѣлъ другъ отъ друга. Способность образовывать ясные кристаллы служить уже однимъ изъ признаковъ однородности вещества. Посредствомъ кристаллизаціи можно оудѣлить кристаллоиды отъ подмѣси коллоидовъ и часто два кристаллическихъ тѣла другъ отъ друга. Другимъ важнѣйшимъ признакомъ, служащимъ для отличія однородныхъ тѣлъ другъ отъ друга, служитъ удѣльный вѣсъ, т. е. вѣсъ одной кубической мѣры (напр. одного кубическ. сантиметра или куб. дюйма) даннаго вещества, потому что въ этомъ отношеніи тѣла представляютъ весьма большое разнообразіе. Для выраженія удѣльнаго вѣса, въ наукѣ обыкновенно служатъ вѣсъ въ граммахъ, который свойственъ одному кубическому сантиметру вещества. Если говорятъ, что золото имѣетъ удѣльный вѣсъ 19,5, то это значитъ, что одинъ кубическій сантиметръ золота вѣситъ 19½ граммовъ. Въ физикѣ даются способы точнаго опредѣленія удѣльнаго вѣса; теперь же замѣтимъ только, что удѣльный вѣсъ можетъ служить средствомъ для опредѣленія объема. Такъ, если дано А граммовъ вещества, имѣющаго удѣльный вѣсъ В, то объемъ этого вещества равенъ

$\frac{A}{B}$ кубич. сантиметровъ, потому что объемъ во столько разъ больше одного кубическаго сантиметра, во сколько разъ вѣсъ (А) больше вѣса одного кубическаго сантиметра (В) того же самаго вещества. Зная, на примѣръ, что удѣльный вѣсъ желѣза 7,8 мы легко узнаемъ какой объемъ занимаютъ 56 граммовъ желѣза. Раздѣля 56 на 7,8 получаемъ число 7,18, которое выражаетъ число кубическихъ сантиме-

тровъ, занимаемыхъ 56 гр. желѣза. Вѣсъ воды въ граммахъ выражаетъ ея объемъ при 4° Ц., потому что одинъ куб. сантиметръ воды при 4° вѣситъ 1 граммъ. Должно при этомъ всегда принимать во вниманіе температуру, какъ самаго вещества, котораго плотность опредѣляютъ, такъ и воды, къ которой обыкновенно относятъ опредѣленія плотностей. Если желаютъ найти уд. вѣсъ, то есть вѣсъ одного кубическаго сантиметра, то для сравненія необходимо брать воду (вѣсъ ея при томъ же объемѣ, какъ и для взятаго тѣла) при ея наибольшей плотности. Собственно говоря, при каждомъ показаніи удѣльнаго вѣса, должно знать къ какой температурѣ онъ отнесенъ, но часто этого не дѣлаютъ. Обыкновенно въ этомъ случаѣ принимается, что удѣльный вѣсъ опредѣленъ при обыкновенной температурѣ, а именно при 15° Ц. Если говорится, что уд. вѣсъ желѣза 7,8, то это должно значить, что изъясненный объемъ желѣза, при 15° Ц., вѣситъ въ 7,8 болѣе, чѣмъ тотъ же объемъ воды, взятой при 4° Ц. Впрочемъ, измѣненіе уд. вѣса твердыхъ тѣлъ съ температурою весьма незначительно. Такъ, напр., 1000 объемовъ стекла, взятые при 0° , при 100-занимаютъ 1002,7 объемовъ. Замѣчательно, что существуютъ твердыя тѣла, при нагреваніи не расширяющіяся, а сжимающіяся, какъ-напримѣръ, іодистая ртуть.

Третьимъ точнымъ признакомъ для отличія однородныхъ твердыхъ тѣлъ, служитъ обыкновенно—температура плавленія. Извѣстно, что каждому тѣлу свойственна своя постоянная температура плавленія, а потому, сличая эти температуры, можно судить отчасти о сходствѣ и различіи тѣлъ. Такъ, ледъ плавится при 0° , стеаринъ (или такъ назыв. въ химіи стеариновая кислота), изъ котораго дѣлаютъ стеарин. свѣчи, при 70° , сѣра при 112° , олово при 230° , свинецъ при 320° и т. д. Если не дѣлаютъ точныхъ опредѣленій температуры плавленія, то обыкновенно различаютъ, по крайней мѣрѣ, тѣла, плавящіяся при обыкновенной температурѣ, напр. кристаллическая уксусная кислота (плавится около $+17^{\circ}$), тѣла весьма легкоплавкія, когда они таютъ при температурѣ не выше 100° , напр. воскъ, тѣла легкоплавкія, плавящіяся легко и въ значительныхъ массахъ въ слабомъ жарѣ, напр. на пламени спирта и свѣчи. Сюда относятся, напр., сахаръ, селитра, олово и т. п. Наконецъ тугоплавкими называются такія тѣла, которыя переходятъ въ жидкое состояніе только при сильномъ жарѣ, достигаемомъ въ самодувныхъ печахъ или горнахъ. Таковы сталь, золото, мѣдь, стекло, обыкновенная глина и т. п. Огнестойкими веществами называются такія, которыя и въ сильнѣйшемъ жарѣ печей не плавятся и не измѣняются. Таковы, напр., чистая глина, изъ которой приготовляютъ фарфоръ и огнестойкіе кирпичи для кладки печей, въ которыхъ температура очень высока; сюда же относится металлъ платина, изъ котораго приготовляютъ тигли или сосуды для прокаливанія при высокихъ температурахъ, что весьма часто бываетъ необходимо при химическихъ изслѣдованіяхъ. Но и многія изъ этихъ веществъ удается плавить, употребляя или дѣйствіе сильнаго гальваническаго тока или дѣйствіе жара, получаемого при условіяхъ, въ технику не встрѣчающихся.

Совокупность другихъ внѣшнихъ физическихъ свойствъ (видъ, цвѣтъ, блескъ, прозрачность и т. п.) часто служитъ для отличія тверд. тѣлъ

другъ отъ друга съ перваго взгляда и для характеристики цѣлыхъ ихъ группъ. Такъ, напримѣръ, группѣ металловъ свойственны особый, такъ называемый, металлическій блескъ и непрозрачность, солямъ свойственны особый видъ, обыкновенно называемый солянымъ видомъ. Взглянувши на рядъ солей напр. на повареную соль, селитру, нашатырь, желѣзный купоросъ, горькую соль и т. п., легко составить себѣ понятіе объ этой совокупности внѣшнихъ свойствъ, характеризующихъ соли. Впрочемъ подобныя признаки далеко не отличаются точностію (потому что многіе изъ нихъ нельзя до сихъ поръ измѣрять) и часто могутъ вводить въ заблужденіе, потому что малѣйшія подмѣсы или механическія измѣненія часто вполне измѣняютъ внѣшній видъ. Такъ металлическія свойства сурьмы и многихъ другихъ металловъ исчезаютъ, когда они превращены въ порошокъ. Такъ цвѣтъ и блескъ часто измѣняются весьма значительно отъ одной перемѣны сложенія. Напримѣръ извѣстная красная краска киноваръ въ сплошныхъ кускахъ имѣетъ каштановый цвѣтъ и прозрачность; хромисто-свинцовая соль, приготовленная изъ раствора, имѣетъ, смотря по температурѣ, яркій красный и оранжевый цвѣтъ, и въ этомъ видѣ составляетъ краску, очень часто употребляемую; въ сплавленномъ видѣ это есть тѣло, похожее на металлъ по блеску, цвѣтъ ея сѣровато-бурый, истолченное же послѣ того въ порошокъ тоже тѣло имѣетъ коричневый цвѣтъ. Еще значительнѣе перемѣна въ цвѣтъ, отъ подмѣсей иногда ничтожныхъ. Такимъ образомъ, цвѣтъ твердыхъ тѣлъ принадлежитъ къ разряду шаткихъ, несущественныхъ признаковъ, тѣмъ неменѣе однако важныхъ, потому что этотъ признакъ сразу бросается въ глаза при первомъ знакомствѣ съ тѣломъ. Такимъ образомъ, изученіе совокупности многихъ внѣшнихъ признаковъ, служа руководствомъ для перваго сужденія о тѣлѣ, не имѣетъ (по крайней мѣрѣ до сихъ поръ) научной строгости и потому оно не должно служить основаніемъ для классификаціи.

Точные опыты показали, что взаимное сѣпленіе частицъ каждаго тѣла при нагрѣваніи уменьшается. Это будетъ весьма понятно, если мы примемъ, что нагрѣваніе состоитъ въ извѣстной напряженности колебанія частицъ взятаго тѣла, а подобное предположеніе вытекаетъ изъ изученія явленій теплоты, особенно же изъ изслѣдованія связи между свѣтовыми, теплотными и механическими явленіями. При увеличеніи напряженія колебаній, связь частицъ, очевидно, должна уменьшаться. Это уменьшеніе доходитъ наконецъ до того, что твердое тѣло превращается **въ жидкость**. Взаимное притяженіе жидкихъ частицъ во всѣ стороны одинаково, что доказывается тѣмъ, что жидкость, взятая отъ дѣйствія тяжести, принимаетъ форму шара или капли, какъ показываютъ, между прочимъ, извѣстные опыты Плато. Другое отличительное свойство жидкостей состоитъ въ томъ, что части ихъ, вслѣдствіе малѣйшаго усилія, легко перемѣняютъ свое положеніе, то есть онѣ не имѣютъ твердости. Оттого то земля, когда она была въ расплавленномъ состояніи, приняла форму сплюсненной капли, скавшейся по оси вращенія, вслѣдствіе дѣйствія центробѣжной силы. По той же легкой подвижности, жидкость, подъ вліяніемъ притяженія къ землѣ, принимаетъ форму сосуда, въ который налита. Но изъ того, что частицы жидкости легко движутся другъ около друга, не должно заключать, что

ли ихъ отрыва не должно употребить никакой силы. Для разрыва столба жидкости нужно употребить известное усиліе, какъ и для разрыва столба твердаго тѣла, что показываетъ существованіе сцвленія жидкихъ частицъ между собою. Слѣдующій опытъ доказываетъ это: привѣсимъ къ одной чашкѣ вѣсовъ пластинку и, уравновѣсивъ ее гирями, положимъ ее на поверхность жидкости. Тогда нужна будетъ нѣкоторая сила, нѣкоторый вѣсъ, чтобы оторвать пластинку отъ жидкости. Эту силу можно опредѣлить, постепенно накладывая на другую чашку вѣсовъ тяжесть, пока непроизойдетъ разрыва. Многіе думаютъ, что при этомъ сила тратится для отрыва жидкости отъ твердаго тѣла, для преодоленія притяженія между пластинкою и твердымъ тѣломъ, но это несправедливо, потому что, послѣ отрыва, на пластинкѣ остается слой жидкости и при томъ, замѣняя стеклянную пластинку разными другими, равными ей по величинѣ плоскости, замѣтимъ, что вѣсъ, нужный для отрыва, остается тотъ же самый, потому что разрывается столбъ жидкости равной толщины. Еслибы при этомъ опытѣ преодолевалось притяженіе жидкости къ твердому тѣлу, то очевидно, что для разныхъ твердыхъ тѣлъ притяженіе было бы различно. Напротивъ того, сила, нужная для разрыва, измѣняется (при пластинкѣ данной величины) только при измѣненіи жидкости, что и показываетъ, что жидкости имѣютъ различное сцвленіе. Опыты показали, что изъ всѣхъ жидкостей вода имѣетъ наибольшее сцвленіе частицъ. Оттого то вода подымается въ капиллярной (волосной или имѣющей малое отверстіе) трубкѣ выше всѣхъ другихъ жидкостей. Известно, что въ капиллярной трубкѣ жидкости, смачивающія стѣнки трубки, поднимаются до известной высоты. Это зависитъ отъ слѣдующей причины. Вообразимъ себѣ внутреннія стѣнки тонкой трубочки смоченными водою. Это смачиваніе зависитъ отъ прилженія между жидкостями и стѣнками трубки. Смачивающій слой незамѣтно малъ, что зависитъ отъ того, что смачиваніе происходитъ вслѣдствіе частичной силы, а частичныя силы дѣйствуютъ только на незамѣтное разстояніе. Каждая частица, смачивающая стѣнки трубочки, притягиваетъ къ себѣ другія частицы жидкости и заставляетъ ихъ подыматься. Это поднятіе продолжается до тѣхъ поръ, пока сумма силъ всѣхъ дѣйствующихъ частицъ (а дѣйствуетъ только верхній рядъ прилипшихъ къ стѣнкамъ частицъ) не будетъ уравновѣшена тяжестью поднятаго столба жидкости. Изъ развитія этого предположенія ясно вытекаетъ слѣдствіе, что высоты жидкости обратно пропорціональны диаметру трубки, что и подтверждаютъ точныя измѣренія, которыя показали, что съ уменьшеніемъ диаметра трубки увеличивается высота жидкости. Итакъ опыты съ разрывомъ жидкаго столба и съ капиллярными трубками даютъ понятіе о величинѣ сцвленія жидкостей. Эти опыты ясно доказываютъ, что сцвленіе жидкихъ частицъ меньше сцвленія твердыхъ частицъ. Вслѣдствіе подвижности жидкихъ частицъ происходитъ то, что давленіе, оказанное на какую нибудь часть жидкости, передается во всѣ стороны. Однимъ изъ общихъ свойствъ жидкостей должно тоже считать ихъ весьма малую сжимаемость отъ давленія, чѣмъ онѣ отличаются отъ газовъ.

Признаками, по которымъ, обыкновенно, отличаютъ жидкости другъ отъ друга, служатъ: ихъ удѣльный вѣсъ, опредѣляемый весьма легко

многими способами, ихъ расширеніе при нагрѣваніи, ихъ температура затвердѣванія, то есть температура перехода въ твердое состояніе и температура кипѣнія. Удельный вѣсъ жидкостей опредѣляется весьма легко, и потому очень часто пользуются этимъ способомъ для того, чтобы опредѣлять природу жидкостей, ихъ качество, а иногда и количественное содержаніе нѣкоторыхъ веществъ въ жидкостяхъ. Удельный вѣсъ жидкостей опредѣляютъ нѣрѣдко ареометрами или волчками, изъ которыхъ наиболѣе употребимый ареометръ принадлежитъ Бомѣ. Онъ устроенъ изъ стекла и имѣетъ шейку, раздѣленную на градусы такимъ образомъ, что въ водѣ приборъ погружается до 0°, а въ жидкости, содержащей 15, по вѣсу, процентовъ соли, онъ погружается до 15-го дѣленія. Пространство между этими двумя точками и раздѣлено на равныя части, называемыя градусами Бомѣ. Для жидкостей болѣе легкихъ, чѣмъ вода, устроивается другой ареометръ Бомѣ: нуль поставленъ при началѣ стержня, тотчасъ за резервуаромъ. Здѣсь нуль опредѣляется, погружая ареометръ въ растворъ 10 частей повареной соли въ 90 частяхъ воды. Погружая этотъ приборъ въ воду, отмѣчаютъ 10-ое дѣленіе; пространство же между 0 и 10 дѣлится на равныя градусы, которые и продолжаютъ вверху. Ареометры Бомѣ устроиваются для температуры 12° Ц. Употребляютъ чаще ареометръ для тяжелыхъ жидкостей; для легкихъ жидкостей употребляютъ не рѣдко спиртомѣры или волчки, назначенные для опредѣленія крѣпости спиртовыхъ жидкостей, содержащихъ смѣшеніе спирта, болѣе легкаго, чѣмъ вода, съ самою водою. Прилагаемая таблица показываетъ отношеніе между градусами Бомѣ, удельнымъ вѣсомъ и показаніями спиртомѣра.

Показаніе ареометра Бомѣ, для жид. болѣе тяжелыхъ, при 12° Ц.	Удельный вѣсъ жидкости, при 12° Ц. вѣсу, при этой темп. за 1.	Показаніе ареометра Бомѣ, для легкихъ жидкостей, при 12° Ц.	Соответственный уд. вѣсъ при 12° Ц.	Показаніе спиртомѣра Траллеса при 15°,5 Ц.	Соответственный уд. вѣсъ, при 15°,5 Ц. за 1.
0°	1,00	10°	1,00	0°	1,000
10°	1,07	15°	0,97	10°	0,987
20°	1,16	20°	0,93	20°	0,976
30°	1,26	25°	0,90	30°	0,966
40°	1,38	30°	0,87	40°	0,952
50°	1,52	35°	0,85	50°	0,934
60°	1,71	40°	0,82	60°	0,913
70°	1,94	45°	0,80	70°	0,890
		50°	0,78	80°	0,854
				90°	0,834
				100°	0,795

Употребленіе ареометровъ Бомѣ въ практикѣ такъ уже укоренилось, что въ настоящее время трудно скоро истребить его. Это зависитъ отъ той причины, что опредѣленіе посредствомъ ареометровъ

производится чрезвычайно быстро и удобно; но можно было бы, конечно, имѣть вмѣсто ареометровъ, съ дѣлениями столь произвольными, какъ на приборѣ Бомѣ, приборы съ дѣлениями, отвѣчающими удѣльнымъ вѣсамъ, или удѣльнымъ объемамъ, то есть объемамъ равныхъ вѣсовъ. Имѣются, конечно, ареометры и такого рода; но они еще мало распространены. Ареометрическое опредѣленіе не можетъ быть доведено до полной точности, потому что многія причины имѣютъ вліяніе на показанія ареометра. Точныя опредѣленія удѣльныхъ вѣсовъ жидкостей представляютъ не мало затрудненій и требуютъ весьма тщательныхъ взвѣшиваній и многочисленныхъ поправокъ. Сущность приѣмовъ, при такихъ точныхъ опредѣленіяхъ, состоитъ въ томъ, что берутъ сосудъ извѣстнаго объема и опредѣляютъ его емкость или число кубическихъ сантиметровъ, помѣщающихся въ немъ до извѣстной черты, а потомъ опредѣляютъ вѣсъ данной жидкости, вмѣщающейся въ этомъ объемѣ. Раздѣляя эту послѣднюю величину на первую, узнаемъ вѣсъ одного объема жидкости, что и составляетъ ея удѣльный вѣсъ. Но такъ какъ объемъ сосуда и вѣсъ вмѣщающейся въ немъ жидкости измѣняются съ температурою, то нужно принимать всегда во вниманіе эту послѣднюю и, говоря объ удѣльномъ вѣсѣ, упоминать, при какой температурѣ было сдѣлано опредѣленіе. Относительный вѣсъ жидкости, при данной температурѣ, показываетъ отношеніе между вѣсами равныхъ объемовъ данной жидкости и воды. Онъ отличается отъ удѣльнаго вѣса при всѣхъ температурахъ, кромѣ температуры наибольшей плотности воды, потому что вѣсъ одной кубической мѣры воды мѣняется также съ температурою, какъ и всѣхъ другихъ жидкостей. Для того, чтобы опредѣлить объемъ сосуда, а следовательно жидкости, вмѣщающейся въ немъ, употребляется способъ взвѣшиванія пустаго сосуда и сосуда, наполненнаго водою, при данной температурѣ. Найденный вѣсъ необходимо исправить на взвѣшиваніе въ воздухъ и потомъ поправить, зная удѣльный вѣсъ воды при температурѣ наблюденія. Объемъ всегда будетъ равняться вѣсу, дѣленному на вѣсъ одного объема данной жидкости, и потому объемъ сосуда равняется вѣсу помѣщающейся въ немъ воды, дѣленному на удѣльный вѣсъ воды, при температурѣ наблюденія. Этотъ способъ прилагается не только къ опредѣленію объема сосуда, называемаго для опредѣленія удѣльныхъ вѣсовъ, но также и во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, гдѣ требуется опредѣлить емкость прибора до извѣстной, рѣзко на немъ назначенной черты. Для этого, впрочемъ, нерѣдко употребляется ртуть, которая представляетъ въ этомъ отношеніи то удобство, что ея удѣльный вѣсъ весьма высокъ, следовательно, при равной степени точности взвѣшиванія, посредствомъ нея опредѣляется болѣе точный объемъ, и сверхъ того, она не смачиваетъ стѣнокъ и можетъ быть вылита изъ прибора весьма удобно. Опредѣленіе емкости посредствомъ жидкости называется калиброваніемъ приборовъ. Очевидно изъ сказаннаго, что для калиброванія необходимо знать удѣльные вѣса ртути и воды, при обыкновенныхъ температурахъ, съ большою точностью, и потому на прилагаемой таблицѣ даны эти удѣльные вѣса. Удѣльный вѣсъ въ этомъ случаѣ показываетъ или вѣсъ одного кубическаго сантиметра въ граммахъ, или вѣсъ одного литра въ килограммахъ.



Температура Цельсія.	Удѣльный вѣсъ воды или вѣсъ одного кубич. сантиметра въ граммахъ.	Удѣльный объемъ воды или 1 дѣлен- ный на удѣль- ный вѣсъ.	Удѣльный вѣсъ ртути.	Объемъ ртути, принимая при 6° за 1.
0°	0,99987	1,00013	13,5959	1,00000
10°	0,99973	1,00027	13,5716	1,00179
20°	0,99818	1,00181	13,5473	1,00359
30°	0,99567	1,00434	13,5230	1,00539

Самыя легчайшія жидкости въ два раза легче воды, самая тяжелѣйшая изъ жидкостей—ртуть, почти въ 14 разъ тяжелѣе воды. Между этими предѣлами, какъ видно весьма широкими, измѣняются удѣльные вѣса жидкостей и могутъ, значить, служить для ихъ характеристики.

Другимъ характернымъ признакомъ для жидкостей служитъ ихъ коэффициентъ расширенія съ температурою, то есть измѣненіе единицы объема при нагрѣваніи на 1° (Ц.). Коэффициентъ расширенія для каждой жидкости непостояненъ, то есть, при различныхъ температурахъ измѣняется, такъ, напримѣръ, при 10°, коэффициентъ расширенія воды равенъ 0,00008, а при 90° 0,00072. Для нѣкоторыхъ жидкостей, впрочемъ, онъ довольно постояненъ, такъ, напримѣръ, при 0° коэффициентъ расширенія ртути равенъ 0,000179, а при 100° онъ равенъ 0,000181. Многія жидкости расширяются несравненно сильнѣе ртути и воды, и нерѣдко жидкости, имѣющія весьма близкіе удѣльные вѣса, расширяются весьма неодинаково съ температурою, такъ что коэффициентъ расширенія можетъ служить для характеристики жидкости. Въ этомъ отношеніи сдѣланы довольно многочисленныя наблюденія; ихъ обыкновенно выражаютъ такимъ образомъ, что объемъ при 0° принимаютъ за единицу и опредѣляютъ объемъ жидкости при различныхъ температурахъ. Это выражается нерѣдко эмпирическою формулою, содержащею нѣсколько постоянныхъ коэффициентовъ, характеристическихъ для жидкостей; такія формулы имѣютъ видъ

$$V = 1 + at + bt^2 + ct^3 + \dots$$

гдѣ t означаетъ температуру жидкости, такъ, напримѣръ, для расширенія спирта служитъ выраженіе

$$V = 1 + 0,001041 t + 0,00000078 t^2 + 0,0000000176 t^3.$$

По этой формулѣ можно, напримѣръ, вычислить, что при температурѣ 30°, объемъ спирта будетъ равенъ 1,0342, а потому если удѣльный вѣсъ при 0° = 0,8062, то при 30° онъ = 0,7810. Коэффициентъ расширенія, то есть измѣненіе объема на 1°, найдется изъ формулы, употребляемой для выраженія расширенія, слѣдующимъ образомъ:

$$K = a + 2bt + 3ct^2 + \dots$$

Еслибы коэффициентъ расширенія былъ постояненъ, то тогда онъ не зависѣлъ бы отъ температуры. Должно замѣтить, что коэффициентъ расширенія жидкостей весьма значительно мѣняется; онъ даже иногда становится отрицательнымъ, какъ, напримѣръ, для воды, при температурахъ ниже 4°, то есть, съ повышеніемъ температуры, здѣсь объемъ уменьшается, а не увеличивается. Для нѣкоторыхъ маслянистыхъ жидкостей онъ возрастаетъ до значительной величины съ температурою; вообще же коэффициентъ расширенія увеличивается при

нагрѣваніи. Между коэффициентомъ расширенія и коэффициентомъ сжатія жидкостей отъ давленія существуетъ нѣкоторая связь.

Датѣе, для характеристики жидкостей можетъ служить температура, при которой онѣ переходятъ въ твердое состояніе, или температура затвердѣванія; ее опредѣляютъ непосредственно, погружая термометръ въ застывающую жидкость. Въ этомъ отношеніи жидкости весьма различаются между собою; такъ вода застываетъ, какъ извѣстно, при 0° , ртуть при -40° ; нѣкоторыя летучія масла не застываютъ при температурахъ столь низкихъ, какія только могли получить. Есть жидкости, которыя застываютъ очень легко или при температурахъ, сравнительно, весьма высокихъ, такъ, напримѣръ, нѣкоторые виды жирныхъ маселъ. Необходимо замѣтить, что температуру застыванія нерѣдко отличаютъ отъ температуры плавленія, хотя въ сущности онѣ тождественны; это зависитъ отъ того, что при превращеніи въ твердое состояніе, жидкость не сразу переходитъ въ него, а только мало по малу, потому что отдѣляетъ, при переходѣ въ твердое состояніе, нѣкоторое количество тепла или такъ называемую скрытую теплоту, которая не позволяетъ жидкости сразу переходить въ твердый видъ. Извѣстно, при томъ, что воду и многія другія жидкости можно охладить гораздо ниже температуры застыванія, если охлажденіе производить постепенно, и тогда, при сотрясеніи, или прибавленіи кристаллика затвердѣвшей жидкости, вся масса быстро застываетъ.

Но самымъ важнымъ признакомъ для жидкостей служить ихъ летучесть, потому что этимъ признакомъ не только пользуются для характеристики жидкостей, но и для раздѣленія ихъ другъ отъ друга. Въ этомъ отношеніи жидкія, какъ и твердыя тѣла, раздѣляются на летучія и нелетучія. Первые испаряются при обыкновенной температурѣ, вторыя не оказываютъ давленія пара при обыкновенной температурѣ и при нагрѣваніи испаряются только развѣ при температурахъ весьма высокихъ. Конечно, это раздѣленіе жидкостей не рѣзко и представляетъ только степени измѣненія летучести. Масло можетъ сохраняться неопредѣленно долгое время, не улетучиваясь; напротивъ того, вода, какъ извѣстно каждому, высыхаетъ или испаряется даже при обыкновенной температурѣ и даже при низкихъ температурахъ.

Испареніе совершается съ поверхности и зависитъ отъ способности смѣшенія паровъ съ газами, ихъ окружающими. Полагаютъ, что, испареніе зависитъ отъ того, что на поверхности жидкости, частицы ея, находящіяся въ движеніи (колебательномъ отъ теплоты) и отдѣляются отъ массы жидкости, не встрѣчая въ этомъ направленіи препятствія. Очевидно изъ этого, что испареніе будетъ совершаться тѣмъ скорѣе, чѣмъ больше поверхность жидкости. Оттого въ плоскомъ сосудѣ оно скорѣе идетъ чѣмъ въ узкомъ; летучая жидкость, налитая на поверхность твердаго тѣла, улетучивается весьма скоро. Въ ограниченномъ пространствѣ испареніе прекращается, когда пространство будетъ наполнено парами жидкости. Каждой летучей жидкости свойственно выдѣлять опредѣленное количество пара въ данный объемъ, при извѣстной температурѣ воздуха. Замѣчательно, что это количество не мѣняется съ замѣною воздуха другимъ газообразнымъ тѣломъ и даже тогда, когда испареніе происходитъ въ безвоздушномъ простран-



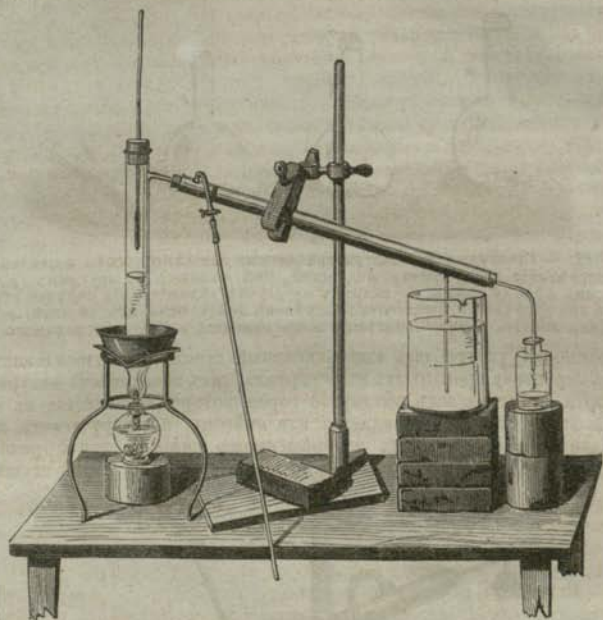
ствѣ. Количество пара, выдѣляемаго жидкостью и наполняющее данное пространство, зависитъ только отъ температуры, отъ природы жидкости и отъ величины пространства. Чѣмъ больше оно, тѣмъ больше, очевидно, и вмѣщается въ него паровъ. По причинамъ, объясненнымъ здѣсь, будетъ понятно, отчего летучая жидкость не испаряется въ закрытомъ сосудѣ, отчего испареніе увеличивается при движеніи воздуха и т. п.

Выдѣляемый жидкостью паръ, по своей упругости, оказываетъ давленіе, измѣняющееся съ температурою. Если паръ наполняетъ (насыщаетъ) пространство и давленіе увеличится, напримѣръ, механически, то часть пара превращается въ жидкость. Съ повышеніемъ температуры давленіе насыщенныхъ паровъ увеличивается и доходитъ, наконецъ, до величины обыкновеннаго атмосфернаго давленія и тогда жидкость закипаетъ, т. е. образуются внутри жидкости пузырьки пара, способные преодолѣвать сопротивленіе слоя жидкости, находящагося надъ ними, и тогда распространяющіеся въ атмосферу. Если при этомъ пары будутъ не въ состояніи разбѣгаться въ пространство, то кипѣніе, какъ и всякое испареніе, прекращается; но если паръ можетъ смѣшиваться съ безпредѣльнымъ количествомъ газа, то тогда оно продолжается до конца. Условились считать за нормальное атмосферное давленіе то, которое выражается въ барометрѣ высотой ртути въ 760 миллиметровъ. Поэтому, температурою кипѣнія жидкости должно считать такую температуру, при которой давленіе ея пара равно давленію столба ртути въ 760 миллиметровъ высоты (измѣрен. при 0°) или (такъ какъ уд. вѣсъ ртути = 13,59 при 0°) около 1033 граммовъ на поверхность 1-го квадратнаго сантиметра или около 16 фунтовъ на квадратный дюймъ. Температуру кипѣнія необходимо опредѣлять въ парахъ, потому что тогда она не зависитъ ни отъ природы стѣнокъ сосуда, ни отъ механическихъ подмѣсей, которыя находятся въ кипящей жидкости. При такомъ опредѣленіи, необходимо также знать давленіе атмосферы, опредѣляемое посредствомъ барометра, потому что, съ измѣненіемъ давленія, температура паровъ, судя по предыдущему, измѣняется; такъ, напримѣръ, для воды, температура кипѣнія мѣняется съ давленіемъ слѣдующимъ образомъ:

при температурѣ	0° давленіе воднаго пара	4,6 миллим. ртути.
»	50°	92,0
»	98°	707,3
»	99°	733,2
»	100°	760,0
»	101°	787,6
»	130°	2030,0

Прилагаемый рисунокъ показываетъ приборъ, съ которымъ можно производить довольно просто опредѣленіе температуры кипѣнія данной жидкости. Термометръ вставленъ въ паръ и когда жидкость закипитъ, его температура покажетъ температуру кипѣнія. Кипѣніе жидкостей служитъ не рѣдко для ихъ очищенія, напримѣръ, для отдѣленія летучихъ жидкостей отъ нелетучихъ подмѣсей, или для раздѣленія жидкостей, представляющихъ неодинаковую температуру кипѣнія. Такое раздѣленіе производятъ въ большомъ видѣ въ огромныхъ металлическихъ аппаратахъ, а въ лабораторіяхъ для этого употреб-

ляютъ обыкновенно сосуды, сдѣланные изъ тонкаго и равномернаго стекла и представляющіе ту выгоду, что всё явленіе, внутри такого сосуда, весьма легко наблюдаются. Приборы эти устроиваются, какъ

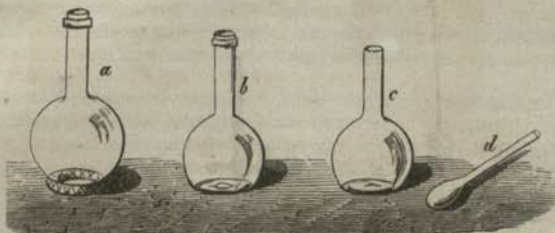


Фиг. 21. — Опредѣленіе температуры кипѣнія. Въ стеклянную трубку, стоящую въ чашкѣ и нагреваемую лампой, налита жидкость, кипящая невысоко. Въ паряхъ ея термометръ. Пары сгущаются въ холодильникъ и собираются въ баночку. Размѣръ различный, около $\frac{1}{8}$.

показываютъ прилагаемые рисунки; напримѣръ, если перегонка производится въ колбѣ, то въ горло колбы вставляется плотно мятая пробка, въ которой дѣлаются два отверстія. Въ одно изъ нихъ вправленъ термометръ, а въ другое вставляется стеклянная трубка, наверху изгибающаяся и входящая въ холодильникъ. Холодильникъ служитъ для того, чтобы образовавшіеся пары жидкости снова сгустить и превратить въ капельное состояніе. Устройство холодильниковъ весьма разнообразно. На рисункѣ (фиг. 23) изображенъ мѣдный холодильникъ, въ который вставлена стеклянная труба. Для охлаждения употребляютъ обыкновенно воду, которая притекаетъ снизу въ пространство между наружною широкою трубкою и тою внутреннею трубкою, по которой идетъ паръ. Вода, служащая для охлаждения, въ этомъ пространствѣ между трубками нагревается и нагрѣтая выходитъ изъ верхней части холодильника, какъ видно на рисункѣ. Въ технику большую часть употребляютъ холодильники, устроенные въ видѣ

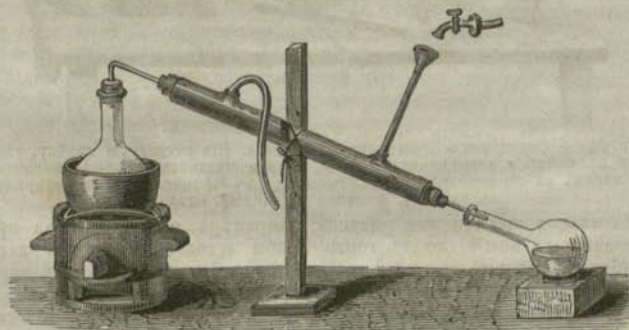


змѣвика, т. е. изогнутыя спирально металлическія трубки, погруженныя въ чашъ съ водою. Когда пары жидкости разьѣдаютъ пробку, или легко сгущаются изъ парообразнаго состоянія въ твердое, тогда нѣтъ



Фиг. 22. — Стекланныя колбы, употребляемыя для химическихъ изслѣдованій, для нагреванія и перегонки жидкостей. Онѣ бывають съ круглымъ (а) или плоскимъ (b и c) дномъ, во всякомъ же случаѣ дѣлаются изъ тонкаго стекла, иначе при нагреваніи трескаются. Нагрѣвать необходимо ихъ на огнѣ, недалеко отъ коноти, иначе законтыя легко лопаются и плохо нагрѣваются.

возможности употреблять вышеописанный стеклянный холодильникъ и тогда перегонку производить въ ретортахъ, какъ показываетъ фигура 25. Реторта представляетъ вытянутое горло, которое вставляется въ колбу, а эта послѣдняя охлаждается или системою, или струею воды, какъ показано на рисункѣ. Въ изображенномъ снарядѣ горло реторты вставлено въ отверстіе колбы, обливаемой водою. Въ колбѣ сгущаютъ



Фиг. 23. — Перегонка жидкости въ стеклянной колбѣ, которая вставлена въ котелокъ съ водою или масломъ, чтобы нагреваніе было равномернѣе. Въ горло колбы вставлена пробка, чрезъ которую проходитъ трубка, идущая въ холодильникъ. Перегоняемая и охлаждаемая жидкость собирается въ колбу, служащую приемникомъ.

ся пары и потому она служитъ здѣсь холодильникомъ. Во всякомъ случаѣ, при перегонкѣ, должно стремиться, чтобы въ холодильнике всѣ пары превратились въ жидкость, и потому, смотря по степени летучести жидкости, нужно употреблять охлажденіе болѣе или менѣе сильное. Если смѣшать двѣ жидкости, имѣющія весьма неодинаковую

температуру кипѣнія, то ихъ можно раздѣлить посредствомъ перегонки. Такой способъ перегонки называется фракціонированною или дробною перегонкою.

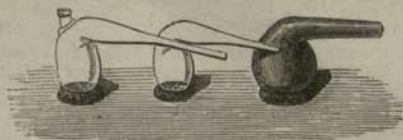
По отношенію къ температурѣ кипѣнія, жидкости очень сильно различаются между собою. Такъ, эфиръ (входящій вмѣстѣ со спиртомъ въ составъ общезвѣстныхъ гофманскихъ капель) кипитъ при 35° , винный спиртъ при 78° , вода при 100° , скипидаръ при 160° , ртуть при 360° по Цельсію.

Совокупность многихъ другихъ свойствъ жидкостей служитъ также нерѣдко для ихъ различія.

Сюда относятся: цвѣтъ, способность преломлять лучи свѣта, большая или меньшая способность смачивать твердыя тѣла, подвижность, запахъ и т. п. признаки. Нѣкоторые изъ нихъ уже изучены довольно полно; но въ этомъ краткомъ обзорѣ отличительныхъ признаковъ мы

не имѣемъ возможности остановиться на подробностяхъ этого предмета. Должно однако замѣтить, что характеризовать жидкость нерѣдко весьма трудно, потому что множество жидкостей представляютъ большое сходство въ своихъ признакахъ и только точное изслѣдованіе въ этомъ случаѣ можетъ указать степень различія подобныхъ жидкостей. Нерѣдко, для характеристики свойствъ жидкости, употребляютъ слова: подвижная, маслянистая и сиропообразная жидкости. Жидкости

перваго рода легко переливаются тонкою струею, быстро вытекаютъ изъ отверстій, представляютъ меньшее сопротивленіе движущемуся въ нихъ тѣлу, по сравненію съ жидкостями двухъ другихъ родовъ. Таковы, наиримѣръ, керосинъ, вода, спиртъ и проч. Маслянистая жидкости льются толстою струею и медленно вытекаютъ, чѣмъ предыдущія. Такъ, деревянное масло въ 20 разъ медленно вытекаетъ чѣмъ вода, изъ сосуда определенной емкости и определенного отверстія. Примѣры сиропообразныхъ жидкостей, еще менѣ подвижныхъ, также извѣстны каждому изъ раствора клеев, жидкаго меда, кастороваго масла и т. п. Онѣ даютъ

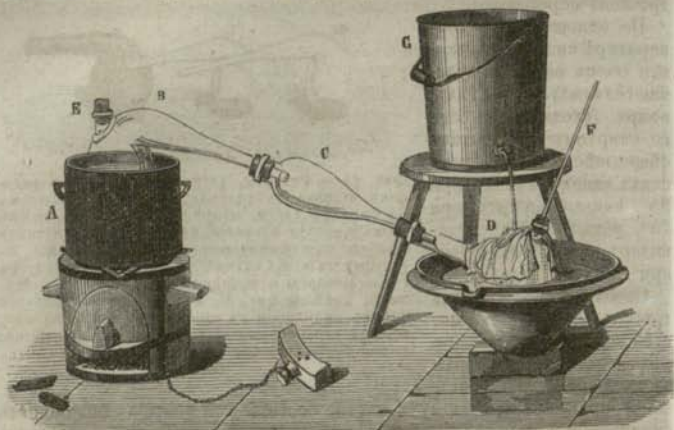


Фиг. 24. — Реторты, употребляемыя для перегонки. Первая тубулатная, т. е. съ горлышкомъ въ верхней части, вторая простая. Горлышко назначено для вливанія жидкостей, для вставки пробки съ термометромъ и для проведенія въ реторту газа, въ случаѣ надобности. Вытянутое горло реторты или прямо вставляется въ приемникъ, какъ на фиг. 25, или на него надвѣвается конусъ, входящій въ приемникъ, какъ на фиг. 26, или его сообщаютъ со стеклянной или резиновой трубкой, когда въ ретортѣ приготавливаютъ газъ.



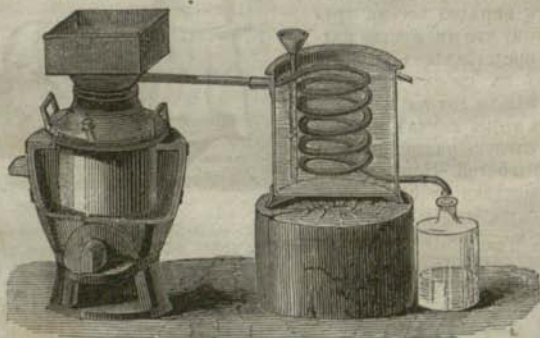
Фиг. 25. — Перегонка въ нетубулатной ретортѣ, горло которой вставлено прямо въ приемникъ, охлаждаемый струею воды.

очень толстую струю, когда льются через край и представляют значительное сопротивление движущемуся в них телу.



Фиг. 26. — Перегонка в тубулатной ретортѣ В, поставленной въ котелькѣ (ванну) А съ пескомъ, масломъ и т. п. На горло реторты надѣтъ конусъ С, плотно входящій въ приемникъ D, тубузузъ котораго соединенъ съ трубкой, назначенной для отвода газа и выхода воздуха.

Газообразное и парообразное состояніе тѣла опредѣляется отсутствіемъ сдѣленія между частицами вещества. Онѣ стремятся уда-



Фиг. 27. — Металлическая (мѣдная) реторта или кубъ для перегонки воды, спирта и т. п. жидкостей. Наверху куба (надъ шлемомъ) укрѣпленъ ящикъ, могущій служить для нагреванія чего либо. Пары изъ куба и шлема проходятъ въ змѣевикъ (обык. оловянный), погруженный въ чанъ съ водою. Въ этотъ чанъ, чрезъ воронку, идущую до дна, вливается холодная вода, охлаждающая змѣевикъ, а нагрѣтая вода изъ чана вытекаетъ чрезъ трубку (справа), находящуюся вверху чана. Дѣлается это такъ во всѣхъ холодильникахъ потому: 1) что горячая вода легче холодной, 2) что пары встрѣчаютъ сперва горячую воду, потомъ холодную и вслѣдствіе того воды для охлажд. расходуется меньше.

лигься другъ отъ друга, при переходѣ въ этотъ видъ; только дѣйствіе постороннихъ силъ, а не внутреннихъ, свойственныхъ самимъ частицамъ газа, заставляетъ ихъ удерживаться въ извѣстномъ мѣстѣ. Такъ, атмосфера не удаляется отъ земли только потому, что притягивается ея массою, иначе она разсыпалась бы въ пространство. Эта способность газовъ и паровъ зависитъ, по всей вѣроятности, отъ того, что частицы газа поглощаютъ много тепла, приходятъ въ состояніе быстраго движенія и взаимное тяготеніе ихъ не можетъ уже получить перевѣса надъ быстро движущимися частями. Выражаясь обыкновеннымъ языкомъ, въ массѣ газа, сила отталкиванія получила перевѣсъ надъ силою притяженія, частицы удалились другъ отъ друга и находятся внѣ сферы притяженія. Дѣйствительно, водяной паръ, при 100° и при обыкновенномъ атмосферномъ давленіи, занимаетъ въ 1600 разъ болѣе объемъ, чѣмъ та вода, изъ которой онъ получился. Удаленіе частицъ отъ отсутствія между ними сдѣленія придаетъ парамъ и гадамъ свойство расширяться, если на эти вещества не дѣйствуетъ какая либо сила, вліяющая на разстояніи. Внутреннія силы въ нихъ таковы, что частицы стремятся удалиться другъ отъ друга и распространиться до совершенной рѣдкости въ пространство. Если газъ излить отъ дѣйствія тяжести, то онъ занимаетъ безконечно большой объемъ. Это состояніе тѣлъ есть, такъ сказать, конечно, въ которомъ тѣло не имѣетъ никакой внѣшней формы, не только кристаллической, или шарообразной, но и никакой другой. Если газъ и паръ, въ нашихъ опытахъ и условіяхъ, сохраняютъ извѣстный объемъ, то это зависитъ только отъ того, что они находятся постоянно подъ вліяніемъ земнаго притяженія и давленія другихъ частей газа. Обѣ эти силы дѣйствуютъ на разстояніи. Излитые отъ дѣйствія тяжести газы наблюдаемы быть не могутъ, потому что разсылаются безпредѣльно; но подчиненные дѣйствію тяжести, или какой либо другой силы, газы, представляютъ всѣ свойства жидкостей, кромѣ внутренняго сдѣленія; оттого газы характеризуются подвижностью своихъ частей, передачею давленія во всѣ стороны, если оно произведено будетъ въ какомъ бы то ни было направленіи, однимъ словомъ, представляютъ всѣ свойства жидкостей. Чтобы объяснить себѣ отношеніе газовъ и паровъ къ другимъ состояніямъ тѣлъ, должно допустить, что частицы газовъ, удаленныя значительно своими центрами другъ отъ друга, постоянно движутся, отталкиваясь между собою; только встрѣчая преграду для такого движенія, преграду, состоящую изъ твердаго, или жидкаго вещества, газы могутъ быть сохраняемы; оттого газы и пары необходимо держать въ совершенно закрытомъ пространствѣ; всякое малое отверстіе достаточно для того, чтобы газъ черезъ него прошелъ и распространился въ пространство. Эта способность газовъ выходить изъ отверстій и распространяться въ другихъ газахъ, или въ пространствѣ, наполненномъ паромъ, называется диффузіею газовъ. Быстрота диффузіи, для разныхъ газовъ, весьма различна; но она находится въ тѣсной связи съ плотностью газа, т. е. съ вѣсомъ одной кубической мѣры газа; газъ въ 4 раза болѣе легкой, чѣмъ какой либо другой, въ два раза скорѣе, противу него, вытекаетъ черезъ отверстіе. Это выражается такимъ закономъ: *удѣльные вѣсы газовъ относятся между собою, какъ квадраты времени, потребныхъ для истеченія (изъ тон-*



нихъ отверстій) равныхъ объемовъ газовъ. Это законъ приближенный, но имѣющій немалое примѣненіе въ разныхъ случаяхъ. Примѣръ: изъ тонкаго отверстія воздухъ истекъ въ 102,7 секунды, а углекислый газъ въ 127,2 секунды (при томъ же давленіи и объемѣ), квадраты временъ истеченія относятся какъ 1:1,53, а отношеніе плотностей = 1:1,52.

Если соединить, посредствомъ небольшого отверстія, два шара, наполненные газами неодинаковой плотности, то въ первый моментъ соединенія, легчайшій газъ будетъ проникать въ первый, и потому, если давленіе, до начала опыта, было въ обоихъ шарахъ одинаково, то, по истеченіи нѣкотораго времени, оно будетъ увеличиваться въ томъ шарѣ, въ которомъ былъ газъ болѣе плотный, а въ другомъ будетъ уменьшаться. Но такое распределеніе давленія газовъ при самомъ же началѣ измѣняется. Отъ увеличенія давленія въ одномъ изъ шаровъ будетъ увеличиваться вытеканіе изъ него газа, потому что это вытеканіе зависитъ не отъ одной плотности газа, но и отъ давленія, подъ которымъ онъ находится, т. е. отъ степени сжатія, которой подверженъ газъ. Очевидно изъ этого, что увеличеніе давленія нельзя будетъ наблюдать. Газы передаютъ давленіе во все стороны, а потому, при сообщеніи сосудовъ, должны имѣть одинаковыя давленія. Но если между газами поставить пористую перегородку (наприм. немурованный глиняный сосудъ, гипсовую пластинку и т. п.), то, чрезъ ея поры, будетъ происходить диффузія, сообразная плотностямъ, а давленіе не можетъ быстро уравниваться, и потому въ сосудѣ, въ которомъ былъ плотный газъ, будетъ давленіе увеличиваться, а въ томъ, гдѣ былъ легкій газъ—уменьшаться. Газъ, употребляемый для освѣщенія, легче воздуха (отчего и употребляется для наполненія аэростатовъ или шаровъ, плавающихъ въ воздухѣ), а потому его присутствіе въ воздухѣ (очень опасное по взрыву и пожару, могущему произойти отъ этой причины) можетъ быть открыто диффузіею. Устраиваютъ воронку, горло которой плотно (герметически) покрываютъ пластинкою изъ обожженной пористой глины, то есть изъ той массы, изъ какой дѣлаются обыкновенные цѣлочные горшки. Такое закрытое отверстіе воронки обращаютъ вверхъ, а горлышко изгибаютъ, направляя также вверхъ, въ изгибъ же его наливаютъ жидкости, напримѣръ ртути. Лишь только въ воздухѣ будетъ находиться свѣтильный газъ, онъ проникнетъ чрезъ поры пластинки и увеличитъ давленіе газа въ воронкѣ. Отъ этого уровень жидкости въ открытомъ колѣнѣ повысится и можетъ дать знать (напримѣръ посредствомъ гальваническаго звонка) объ присутствіи въ воздухѣ легкаго газа. Явленіе накопленія газа въ воронкѣ и увеличенія въ ней давленія должно понимать такъ: воздухъ въ воронкѣ и воздухъ внѣ ея постоянно движутся и проскакиваютъ чрезъ пористую крышку. Пока плотности внутренняго и наружнаго воздуха оди и тѣже—количества частицъ, проникающихъ съ обѣихъ сторонъ, въ данное время, оди и тѣже. Но лишь только наружный воздуха сдѣлается легче внутренняго (напримѣръ отъ подмѣси свѣтильнаго газа), то снаружи внутрь будетъ проникать въ данное время больше частицъ, чѣмъ обратно, а потому въ воронкѣ будетъ увеличиваться давленіе. Очевидно, что, мало по малу, плотности опять уравниются и тогда опять количество проскакивающихъ частицъ будетъ одно и тоже и давленія внутри и внѣ прибора уравниваются.

Такъ какъ при истеченіи изъ болѣе или менѣе широкихъ отверстій, давленія могутъ быстро уравниваться, то времена истеченій не столь ясно связаны съ плотностями газовъ, какъ при истеченіи чрезъ тонкія отверстія. При этихъ послѣднихъ, перѣдко, принимаетъ значительное участіе треніе, измѣняющее результатъ. Оттого, при истеченіи газовъ чрезъ капиллярную трубку, времена истеченій не вполнѣ пропорціональны квадр. корнямъ изъ плотностей. Только при употребленіи тонкихъ отверстій въ тонкой пластинкѣ или уже незамѣтныхъ поръ, становится очевиднымъ ясное соотношеніе временъ истеченія и плотностей, выраженное въ вышеприведенномъ законѣ. Такъ какъ газы разной плотности могутъ быть отчасти раздѣлены диффузіею чрезъ пористыя поверхности, то этимъ пользуются, иногда, для раздѣленія газовъ, содержащихся вмѣстѣ. Газы, такъ сказать, просѣиваются чрезъ пористыя тѣла, какъ твердыя тѣла чрезъ сито, или какъ жидкости чрезъ коллоидальную ткань.

Газовое давленіе, судя по высказанному о свойствѣ газовъ, есть число газовыхъ частицъ, ударяющихся объ преграду, препятствующую расширенію газа, и потому, чѣмъ больше плотность газа, т. е. чѣмъ больше (при прочихъ равныхъ условіяхъ) частицъ его находится въ данномъ пространствѣ, тѣмъ больше давленіе оказываемое газомъ, и потому газъ, сжатый въ два раза, оказываетъ вдвое большее давленіе. Это и есть первый основной законъ газовъ, именно такъ называемый законъ Мариотта, который состоитъ въ томъ, что *упругость газа увеличивается пропорціонально сжатію* или *обратно: объемъ газа увеличивается и уменьшается обратно пропорціонально давленію*. Точнѣйшія изслѣдованія показали, однако, что и этотъ законъ, хотя близокъ къ истинѣ, но не абсолютно точенъ. Однако онъ, по своей простотѣ и общности, очень важенъ. Но поступательное движеніе, свойственное частицамъ газовъ и паровъ, измѣняется весьма неодинаково для разныхъ газовъ съ измѣненіемъ плотности, а потому разные газы, при различной плотности, могутъ оказывать одно и тоже давленіе и, слѣдовательно, при одномъ давленіи, представляютъ различную плотность. Давленіе, подъ которымъ находится газъ на поверхности земли равно, какъ извѣстно, давленію ртутнаго столба въ барометрѣ. Считаю удѣльный вѣсъ ртути въ 13,59 и зная, что среднее атмосферное давленіе равно давленію ртутнаго столба, высотой въ 760 миллиметровъ, мы можемъ легко вычислить то давленіе, которое оказываетъ газъ, напр., на поверхность одного квадратнаго сантиметра. Столбъ ртути, давящій на поверхность одного квадратнаго сантиметра и имѣющій высоту 76 сантиметровъ, вѣситъ $761.13.59 = 1033$ граммовъ; а потому давленіе газовъ, въ обыкновенномъ ихъ состояніи, на одинъ квадратный сантиметръ = 1033 грам. Чтобы узнать давленіе, подъ которымъ находится какой либо запертый газъ, нужно знать, во первыхъ, атмосферное давленіе, показываемое барометромъ и потомъ то давленіе, подъ которымъ газъ находится въ сосудѣ, т. е. разность давленій газа въ сосудѣ и атмосфернаго давленія. Эту послѣднюю разность опредѣляютъ, заключая (или сообщая только, потому что давленіе газа во всѣ стороны распространяется равномерно) газъ въ трубкѣ, погруженной въ сосудъ съ жидкостью; если давленіе газа внутри прибора будетъ больше атмосфернаго, то уровень жидкости въ трубкѣ будетъ ниже, чѣмъ уро-

вень въ сосудѣ открытомъ и находящемся только подъ давленіемъ атмосферы; при давленіи меньшемъ, чѣмъ атмосферное, уровень жидкости въ трубкѣ будетъ выше, чѣмъ въ сосудѣ, и потому разность уровней покажетъ величину разности давленія, выраженную столбомъ жидкости. Если запирающая жидкость будетъ ртуть, то, прибавляя, или отнимая отъ высоты ртути въ барометрѣ, высоту жидкости въ трубкѣ, можно легко узнать то давленіе, подъ которымъ находится газъ въ приборѣ. Если же запирающая жидкость будетъ вода, то, чтобы узнать величину ртутнаго столба, соответствующаго высотѣ воды, нужно раздѣлить послѣднюю на плотность ртути по отношенію къ водѣ. Всегда, когда работаютъ съ газами и когда измѣряютъ ихъ объемы, необходимо приниматьъ во вниманіе то давленіе, подъ которымъ находится газъ, и чтобы судить о томъ, какой же объемъ занялъ бы газъ, если бы былъ подверженъ обыкновенному среднему атмосферному давленію, нужно, судя по правилу Мариотта, помножить наблюдаемый объемъ на то давленіе, подъ которымъ находится газъ, и раздѣлить это произведеніе на 760, потому что $V:v = h:H$, гдѣ V означаетъ наблюдаемый объемъ газа, подъ давленіемъ H , а v означаетъ объемъ того же газа, подъ давленіемъ нормальнымъ h или 760^{mm} . Изъ этой пропорціи видно,

что $v = \frac{V.H}{h}$. Обыкновенно сравниваютъ объемы газовъ только

тогда, когда они находятся подъ одинаковыми давленіями, и потому всегда, когда производить такіа сравненія, нужно наблюдать и давленіе, подъ которымъ находится газъ, и дѣлать переводъ объема къ объему подъ обыкновеннымъ давленіемъ. Такъ, напр., если газъ находится въ стеклянной трубкѣ, запертой сверху и опрокинутой въ воду, такъ что часть воды будетъ находиться въ самой трубкѣ, и разность уровней воды въ сосудѣ и въ трубкѣ будетъ равна N^{mm} , то газъ, заключенный въ трубкѣ, будетъ находиться подъ давленіемъ атмосферы, назовемъ его H (высота барометра, исправленная на температуру ртути) безъ того давленія, которое свойственно столбу воды, имѣющему высоту N ; значить, газъ будетъ находиться подъ давленіемъ $H - \frac{N}{13,6}$.

Чтобы узнать, какой объемъ займетъ газъ подъ нормальнымъ давленіемъ въ 760^{mm} , нужно найденный объемъ помножить на $H - \frac{N}{13,6}$

и раздѣлить на 760. Напримѣръ: если нашли, что объемъ газа, при давленіи атмосферномъ въ 753,0 мм. при высотѣ воды 72,3 миллиметра, равенъ 45,6 кубическимъ сантиметрамъ—требуется узнать объемъ газа подъ давленіемъ въ 760 мм. (при той же температурѣ). Этотъ объемъ

будетъ 45,6. $\frac{753,0 - 5,4}{760} = 44,85$. Нормальное давленіе принимается

въ 760 миллиметровъ конечно условно; но это такое условіе, котораго обыкновенно держатся во всѣхъ научныхъ изслѣдованіяхъ. Должно замѣтить при этомъ, что высота въ 760^{mm} означаетъ высоту, свойственную барометру, если бы температура ртути была 0° ; если же температура ртути будетъ выше, то эта же высота будетъ отвѣчать меньшему давленію, потому что, черезъ нагрѣваніе, ртуть расширяется и становится легче, а потому нужно непремѣнно приводить наблюдаемую

высоту ртути къ такой, которую бы она занимала при 0°. Положимъ, что имѣемъ высоту ртути Н при температурѣ t°, то при температурѣ 0°, высота ртутнаго столба будетъ $\frac{H}{(1 + 0,00018 t)}$; потому-то и дол-

жно различать, въ строгихъ изслѣдованіяхъ, кажушееся давленіе, наблюдаемое въ барометрѣ, отъ истиннаго, вычисляемаго по кажущемуся давленію и температурѣ ртути. Если мы, впоследствии, будемъ говорить когда нибудь объ давленіи газа, то всегда будемъ предполагать, что это давленіе приведено къ давленію ртутнаго столба при температурѣ 0°.

Газы характеризуются весьма большимъ и однообразнымъ расширеніемъ отъ повышенія температуры. Увеличеніе одного объема газа, съ повышеніемъ температуры на одинъ градусъ (Ц), называется коэффициентомъ расширенія газа. Коэффициентъ расширенія для газовъ, если не совершенно тождественъ, то весьма мало измѣняется и съ температурою и съ перемѣною свойствъ газа. Все газы, приблизительно на одинъ градусъ, расширяются на 0,00366; слѣдовательно, одинъ объемъ газа, измѣренный при температурѣ t, будетъ занимать, при температурѣ T, объемъ $1 + 0,00366 (T - t)$ ¹⁾. Единица, дѣленная на 0,00366, равна почти 273, а потому 273 объема газа, измѣренные при 0°, увеличиваются на 1 объемъ на каждый градусъ Цельзія; поэтому, при + 273°, объемъ газа увеличивается въ два раза, а при - 273° онъ долженъ былъ бы уменьшиться до 0, если бы законъ расширенія былъ совершенно точенъ. Отъ того то температура - 273° и называется абсолютнымъ нулемъ. Объемъ газа, равный v при 0° будетъ занимать, при температурѣ t°, объемъ $v (1 + 0,00366 t)$ или $v \cdot \frac{273 + t}{273}$. Правило

относительно измѣненія объемовъ съ температурою, носить названіе закона Гей-Люссака, потому что этотъ французскій изслѣдователь открылъ правильность въ расширеніи газовъ. Но ни законъ Гей-Люссака, ни законъ Мариотта, въ сущности, не совершенно точны. Какъ коэффициентъ расширенія, такъ и измѣненіе объемовъ съ давленіемъ, не подчиняются вполнѣ двумъ вышеозначеннымъ законамъ; но отступленія столь незначительны, что, въ большинствѣ изслѣдованій, совершаемыхъ съ газами и парами, возможно пренебречь замѣчаемыми отступленіями отъ этихъ законовъ, не отступая далеко отъ истины. Но, конечно, въ самыхъ точнѣйшихъ изслѣдованіяхъ, и эти небольшія отступленія должно принимать во вниманіе. Если предполагается, что *правила* Мариотта и Гей-Люссака справедливы, то газъ называется совершеннымъ. По мѣрѣ повышенія температуры и уменьшенія давленія, газы приближаются къ совершенному состоянію. Совершенное состояніе газа выражается слѣдующимъ условіемъ:

$$H \cdot V = M \cdot (273 + T),$$

гдѣ H выражаетъ давленіе, V объемъ, T температуру и M постоянную величину, характерную для каждаго газа (и зависящую отъ основныхъ свойствъ его частицъ). Этотъ законъ выражаетъ, что

$\frac{H \cdot V}{273 + t}$ или $\frac{H \cdot V \cdot k}{1 + kt}$ есть постоянная величина (гдѣ k есть коэф-

¹⁾ Точнѣе этотъ объемъ = $\frac{1 + kt}{1 + kt}$, гдѣ k есть коэф. расширенія, но сокращая и пренебрегая малыми разностями, получимъ $1 + k (T - t)$.

коэффициент расширения). Для нахождения этого закона, возьмем данное количество газа, измеримъ его объемъ V при T и H и потомъ объемъ v при t и h . По законамъ вышеприведеннымъ:

$$V: v = \frac{h}{1+kt} : \frac{H}{1+KT}$$

откуда находимъ, что

$$\frac{V \cdot H}{1+kT} = \frac{v h}{1+kt}$$

или же

$$\frac{V \cdot H}{273+T} = \frac{v \cdot h}{273+t}$$

такъ какъ при всѣхъ возможныхъ значеніяхъ v , h и t , равенство будетъ существовать, то вторую часть можно признать постоянною и равною M , что и выражено въ формулѣ. Точнѣе (но не вышше) эта формула выражается такъ:

$$\frac{H \cdot (V+a)}{1+bH} = M(273+T).$$

Значеніе коэффициентовъ a , b и M измѣняется съ природою газа, напр. для водорода $a = 0,029$, $b = 0,00000296$ и $M = 421,04$

Руководствуясь соединеніемъ двухъ вышеназванныхъ правилъ, всегда есть возможность, на основаніи наблюдаемой температуры газа и того давленія, подъ которымъ онъ находится, узнать объемъ, который займетъ газъ при 0° и 760^{mm} давленія; если черезъ v означимъ объемъ газа при температурѣ t° и при давленіи h , то объемъ V_0 газа при 0° и 760^{mm} давленія будетъ:

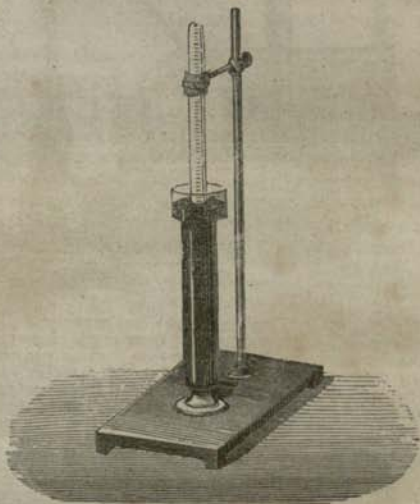
$$V_0 = \frac{V \cdot h}{(1+0,00366 t) 760} \text{ или } \frac{V \cdot h \cdot 273}{(273+t) 760} \text{ или } \frac{V \cdot h}{273+t} \cdot 0,36.$$

Обыкновенно къ этимъ условіямъ 0° и 760^{mm} относятъ всѣ измѣренія газовъ, для того, чтобы возможно было ихъ сравнивать между собою. Если данъ объемъ V_0 при 0° и 760^{mm} , то при t° и h^{mm} объемъ будетъ $\frac{V_0(273+t)}{h \cdot 0,36}$. Должно замѣтить, что газы затруднительно

взвѣшивать, потому что они легки; требуется много предосторожностей и весьма большую тщательность, для того чтобы производить прямое взвѣшивание ихъ, а потому, при изслѣдованіи газовъ, ихъ обыкновенно не взвѣшиваютъ какъ твердыя и жидкія тѣла, а измѣряютъ ихъ объемы и измѣренные объемы сравниваютъ, переводя на объемы при 0° и 760^{mm} давленія. Для того чтобы измѣрять объемы газовъ, употребляются цилиндры, дѣленные на кубическіе сантиметры, или же дѣленные по высотѣ на линейныя миллиметры. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ для каждой трубки, предварительно, опредѣляютъ объемъ, соответствующій миллиметрическому дѣленію трубки¹⁾. Выгода употребленія приборовъ съ миллиметрическими дѣленіями состо-

¹⁾ Соотношенія между дѣленіями (то есть длинами) трубокъ и ихъ объемами (емкостями) назыв. калиброваніемъ. Желающіе знать подробности этого вопроса могутъ найти ихъ въ Аналитической химіи, издаваемой мною, въ козачественномъ анализѣ. Выпускъ 2-ой С.-Петербургъ, 1866 года и во многихъ физическихъ изслѣдованіяхъ.

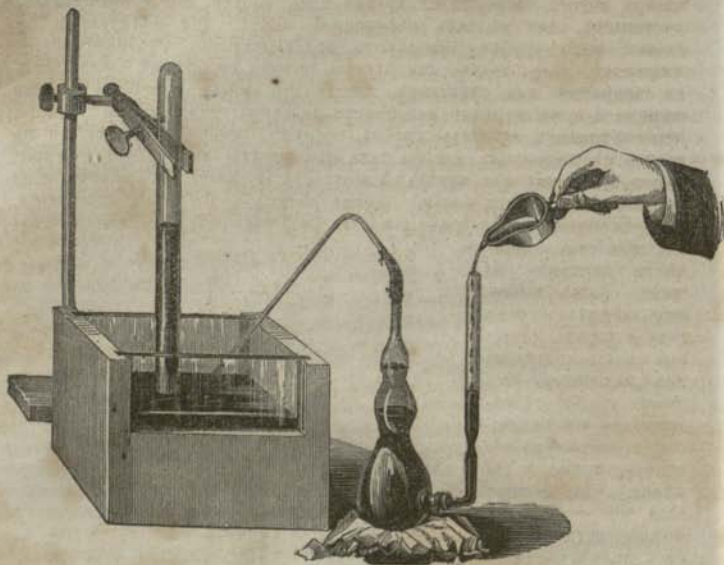
ить въ томъ, что они даютъ возможность прямо наблюдать разность давленія газа, заключеннаго въ трубкѣ, съ атмосфернымъ, судя по разности высотъ жидкости въ трубкѣ и въ сосудѣ, въ которомъ она поставлена, или въ такъ называемой ваннѣ. Для манипуляціи съ газами такія трубки наполняютъ, предварительнo, соотвѣтственной жидкостью, напр. водою, или ртутью, потому свободный конецъ трубки запираютъ или стекляною пластинкою, когда отверстіе трубки широко и притѣнено или просто пальцемъ, если трубка узкая, и перевертываютъ запертую трубку, погружая запертый конецъ ея въ сосудъ съ жидкостью, или въ такъ называемую ванну; тогда открываютъ пластинку или палецъ, и жидкость остается въ трубкѣ, если высота ея не будетъ больше барометрической. Въ этомъ положеніи, изображенномъ на фигурахъ, вводятъ въ трубку газъ, который, по своей легкости, занимаетъ верхнюю ея часть. Тогда возможно измѣрять объемъ газа и узнать давленіе, подъ которымъ онъ находится. Оставляя трубку съ газомъ при обыкновенной температурѣ нѣкоторое время, и замѣчая, что объемъ газа не измѣняется, можно судить, что газъ принялъ температуру окружающаго воздуха. Если же желаютъ имѣть газъ определенной температуры, то окружаютъ трубку другою и въ пространство между стѣнками обѣихъ трубокъ наливаютъ воду, температуру которой газъ и принимаетъ, а потому, определяя температуру воды, можно знать и температуру газа, находящагося въ приборѣ. Чтобы судить объ объемѣ газа, находящагося въ трубкѣ, необходимо имѣть трубки съ дѣленіями на мѣры кубической вместимости. Обыкновенно дѣленія на всѣхъ такихъ сосудахъ относятъ къ кубическимъ сантиметрамъ и ихъ долямъ, что и узнается, вливая въ трубку жидкость и определяя ея объемъ, по ея вѣсу и плотности. Для опредѣленія давленія необходимо имѣть на стѣнкахъ трубки, кромѣ того, дѣленія миллиметрическія, чтобы можно было опредѣлить высоту жидкости въ трубкѣ, и чрезъ



Фиг. 28. Цилиндръ, дѣленный по емкости, заключающій газъ и помѣщенный открытымъ концомъ въ стаканъ съ ртутью, что служитъ для сохраненія газа въ закрытомъ со всѣхъ сторонъ пространствѣ.

ртуру газа, находящагося въ приборѣ. Чтобы судить объ объемѣ газа, находящагося въ трубкѣ, необходимо имѣть трубки съ дѣленіями на мѣры кубической вместимости. Обыкновенно дѣленія на всѣхъ такихъ сосудахъ относятъ къ кубическимъ сантиметрамъ и ихъ долямъ, что и узнается, вливая въ трубку жидкость и определяя ея объемъ, по ея вѣсу и плотности. Для опредѣленія давленія необходимо имѣть на стѣнкахъ трубки, кромѣ того, дѣленія миллиметрическія, чтобы можно было опредѣлить высоту жидкости въ трубкѣ, и чрезъ

то исправить барометрическую высоту. Лучше всего когда оба рода дѣлений начерчены на трубкѣ, но должно предпочитать дѣленія мил-



Фиг. 29. Способъ перевода газа въ цилиндръ со ртутью, погруженный, какъ на Фиг. 28, открытымъ концомъ въ ртуть, налитую въ ящикъ съ двумя стеклянными стѣнками. Направо видѣтъ приборъ, содержащій газъ. Верхній конецъ его снабженъ трубчочкой, идущей подъ колоколь. Дно сосуда снабжено восходящей трубкой. Если въ нее налить ртуть, то давленіе газа въ приборъ увеличится и онъ, чрезъ газопроводную трубку, перейдетъ въ цилиндръ и займетъ мѣсто въ верхней его части, гдѣ его можно измѣрять.

лиметрическія, и. ч. дѣленія по емкости, во всякомъ случаѣ, должно провѣрить по вѣсу жидкости, а потому и можно составить табличку (для каждаго отдѣльнаго прибора) соотношеній миллиметрическихъ дѣленій съ дѣленіями по емкости.

Чтобы судить по объемному количеству газа объ его вѣсѣ, необходимо знать вѣсъ одной кубической мѣры газа; обыкновенно, впрочемъ, дается не вѣсъ одной кубической мѣры газа, а его плотность е. отношеніе между вѣсами: данной кубической мѣры газа и воздуха; такъ, напр., если говорятъ, что газъ, употребляемый для освѣщенія, имѣетъ плотность 0,6, то это значить, что равные объемы воздуха и свѣтительнаго газа, измѣренные при одинаковыхъ давленіяхъ и при одной и той же температурѣ, относятся между собою какъ 1:0,6 или какъ 10:6. Опредѣленіе плотности газа основывается на прямомъ взвѣшиваніи даннаго объема газа; но оно сопряжено съ такого рода подробностями, которыхъ нѣтъ возможности здѣсь изложить, а пото-

му желающіе могутъ отыскать необходимыя данныя въ сочиненіи, указанномъ внизу страницы 38-ой. Если газъ имѣть плотность a , то вѣсъ одного кубическаго сантиметра этого газа можетъ быть узнать, помножая эту плотность на вѣсъ одного кубическаго сантиметра воздуха при той же температурѣ и томъ же давленіи. Обыкновенно плотности и вѣсъ одного кубическаго сантиметра воздуха даются при температурѣ 0° и давленіи 760^{mm} ; правда, что плотности газовъ не измѣняются съ температурою, потому что газы расширяются также какъ и воздухъ, но это только приблизительно; въ сущности же всетаки маленькія измѣненія въ плотности газа происходятъ съ температурою, а иногда эти измѣненія съ температурою, какъ мы увидимъ впоследствии, бываютъ значительны. Вѣсъ одного кубическаго сантиметра воздуха, при 0° и 760^{mm} , равенъ 0,001293 граммъ, при температурѣ t° и давленіи h онъ равенъ

$$0,001293 \frac{h}{(1 + 0,003665 t) 760}$$

На основаніи этого легко узнать вѣсъ одного кубическаго сантиметра газа при какой угодно температурѣ и давленіи; напр., если плотность свѣтлѣнаго газа равна 0,6, то, при температурѣ 20° и при давленіи 800^{mm} , вѣсъ одного кубическаго сантиметра этого газа выразится чрезъ

$$0,6 \cdot \frac{0,001293 \cdot 800}{(1 + 0,003665 \cdot 20) 760}$$

Чтобы для выраженія плотностей газовъ не имѣть величинъ меньшихъ единицы, полезно избрать для сравненія газъ наименѣе плотный. Такой газъ есть водородъ. Онъ около въ $14\frac{1}{2}$ разъ легче воздуха. Одинъ, кубич. сантиметръ его, при 0° и 760^{mm} , вѣситъ 0,0000896 грамма или литръ 0,0896 грамма. Такой выборъ имѣетъ много преимуществъ. Важнѣе всего то, что воздухъ измѣняется въ разныхъ обстоятельствахъ въ своей плотности, а водородъ не измѣняетъ. Если дана плотность по отношенію въ воздуху, то легко найти ее по отношенію въ водороду стоитъ только раздѣлить на 14,44 или помножить на 0,06927.

Газы характеризуются не только своею плотностью, отъ которой зависятъ многія свойства газовъ (напр., какъ видѣли выше, быстрота смѣшенія и прохожденія чрезъ тонкія отверстія, также многія теплотныя, свѣтотныя и др. отношенія), но и многими другими особенностями. Самая существенная изъ этихъ особенностей состоитъ въ томъ, что многіе газы, а вѣроятно и всѣ, при усиленномъ давленіи и пониженной температурѣ, превращаются въ жидкость. Правда, что нѣкоторые газы до сихъ поръ не удалось превратить въ жидкость, не смотря на значительное давленіе и сильное пониженіе температуры, употребленныя для этого. Газы послѣдняго рода называются постоянными газами; воздухъ можетъ служить ихъ примѣромъ. Другіе газы, напротивъ того, болѣе или менѣе легко превращаются въ жидкости. Температура, при которой, подъ обыкновеннымъ давленіемъ, газъ превращается въ жидкость, для разныхъ газовъ весьма неодинакова. Газами называютъ вообще такія тѣла, которыхъ температура превращенія въ жидкость лежитъ гораздо ниже обыкновенной температуры. Такіе газы, которыхъ температура сгущенія въ жидкость

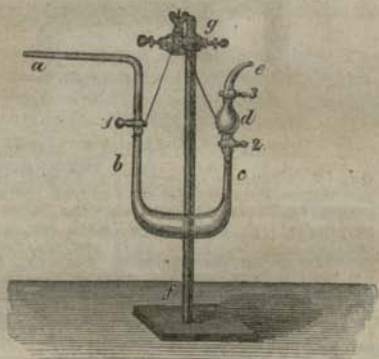
есть температура обыкновенная, или выше ея, называются парами. Между парами и газами нѣтъ никакого различія, кромѣ температуры сгущенія въ жидкость. Около этой температуры газообразныя и парообразныя тѣла имѣютъ особыя свойства и уже не слѣдуютъ столь точно, какъ вдали отъ этихъ температуръ, правиламъ Гей-Люссака и Мариотта, и потому представляютъ въ своихъ свойствахъ нѣкоторыя особенности. Здѣсь нужно прежде всего различать пары насыщающіе и ненасыщающіе пространство, т. е. перегрѣтые и разрѣженные. Всякая летучая жидкость отдѣляетъ изъ себя паръ или газъ въ воздухъ, или въ безвоздушное пространство; но въ ограниченное пространство воздуха или газа можетъ вмѣщаться, при данной температурѣ, только определенное количество пара, потому что, при увеличеніи количества пара, вмѣщающагося въ пространство, увеличивается и давленіе его, слѣдовательно, часть пара и можетъ, чрезъ увеличеніе давленія, превращаться въ жидкость, и потому всѣмъ летучимъ жидкостямъ, при каждой температурѣ, свойственно определенное давленіе паровъ. Это есть наибольшее давленіе, котораго можетъ достигнуть паръ жидкости при определенной температурѣ; при высшемъ давленіи и той же температурѣ, паръ уже превращается въ жидкость; слѣдовательно, при данной температурѣ, давленіе не можетъ достигнуть больше известной наибольшей величины. Температура кипѣнія есть именно та температура, при которой давленіе паровъ жидкости равно атмосферному; при температурахъ низшихъ кипѣнія, давленіе паровъ менѣе атмосфернаго, а при температурахъ высшихъ оно болѣе атмосфернаго; такъ, напримѣръ, температура кипѣнія воды 100° (Ц), т. е., при этой температурѣ, при нормальномъ давленіи въ 760^{mm} , вода кипитъ или давленіе водянаго пара при этой температурѣ равно 760 миллиметр.; при температурѣ 90° оно равно только $525,450^{mm}$; при температурѣ 50° — $91,982^{mm}$; при 0° — $4,600$; при $120,6^{\circ}$ оно = 2 атмосферамъ, = $2.760 = 1520^{mm}$; при $152,2^{\circ} = 5.760 = 3800^{mm}$.

Но паръ и газъ могутъ, при данной температурѣ, и не насыщать пространства, если будутъ имѣть меньшее давленіе чѣмъ то наибольшее давленіе паровъ, какое свойственно жидкости при этой температурѣ. Тогда паръ будетъ разрѣженный, то есть, при маломъ увеличеніи давленія, нисколько жидкости не образуется изъ пара, и слѣдовательно, паръ будетъ представлять свойства газа. Если паръ, полученный изъ кипящей жидкости, мы подвергнемъ дальнѣйшему нагрѣванію, то паръ также не будетъ насыщать пространства и также не будетъ отдѣлять жидкости при первомъ увеличеніи давленія или при маломъ пониженіи температуры, а потому будетъ представлять также свойство газа; а потому, собственно говоря, паромъ можно называть газъ или паръ, насыщающій пространство; газы же или пары, ненасыщающіе пространства, имѣютъ свойство газовъ измѣняться въ объемъ отъ давленія и температуры; паръ же, насыщающій пространство, при охлажденіи или увеличеніи давленія отдѣляетъ изъ себя жидкость. Когда, при увеличеніи давленія безъ измѣненія температуры, отдѣляется жидкость, давленіе не измѣняется; а при пониженіи температуры, если часть пара превратится въ жидкость, давленіе уменьшается. Такимъ образомъ, говоря объ газахъ, нужно не забывать той связи, какая существуетъ между газообразнымъ,

парообразнымъ и жидкимъ состояніями. Для различныхъ газообразныхъ тѣлъ это соотношеніе весьма неодинаково и характеристично. Постояннымъ газомъ называется такой, который не удалось до сихъ поръ превратить въ жидкость или сгустить никакимъ давленіемъ и никакимъ пониженіемъ температуры. Должно полагать, что всякій газъ и паръ, при повышеніи температуры и уменьшеніи давленія, долженъ становиться совершеннымъ (см. стр. 37); при нѣкоторой степени давленія и температуры измѣненіе его свойствъ должно сдѣлаться такимъ, что въ нему въ точности будутъ прилагаться законы Гей-Люссака и Мариотта; но такихъ идеальныхъ газовъ или вполнѣ совершенныхъ, подчиняющихся въ точности этимъ законамъ, до сихъ поръ мы не знаемъ, должны ихъ вообразить, когда составлемъ представленіе объ газѣ.

Изъ сказаннаго выше, ясно слѣдуетъ, что для сгущенія газа въ жидкость, иногда достаточно одного охлажденія. Таковъ, на примѣръ, сѣрнистый газъ, образующійся при горѣніи сѣры и представляющій весьма извѣстный характерный запахъ, распространяющійся при горѣніи сѣры. Достаточно охладить его до -11° , чтобы онъ превратился въ жидкость, которая кипитъ при -10° Ц. Въ такихъ случаяхъ сгущеніе газа производится очень легко. Стоитъ газъ пропускать черезъ трубку, помѣщенную въ охлаждающую смѣсь, имѣющую надлежащую низкую температуру, чтобы сгустить газъ въ жидкость. Замѣтимъ здѣсь, что открытіе легкой способности нѣкоторыхъ газовъ переходить въ жидкости было предугадано, потому что, при низкихъ температурахъ, измѣненіе объемовъ для нихъ происходило быстрое, чѣмъ для другихъ газовъ. Для другихъ газовъ недостаточно одного охлажденія для превращенія въ жидкость, по крайней мѣрѣ тѣхъ низкихъ температуръ, которыя легко получаются при содѣйствіи охлаждающихъ смѣсей, на примѣръ, смѣси льда съ солью и т. п. Въ этихъ случаяхъ, для сгущенія газа въ жидкость, стремится, одновременно, понизить температуру и увеличить давленіе. Первое тѣмъ необходимѣе,

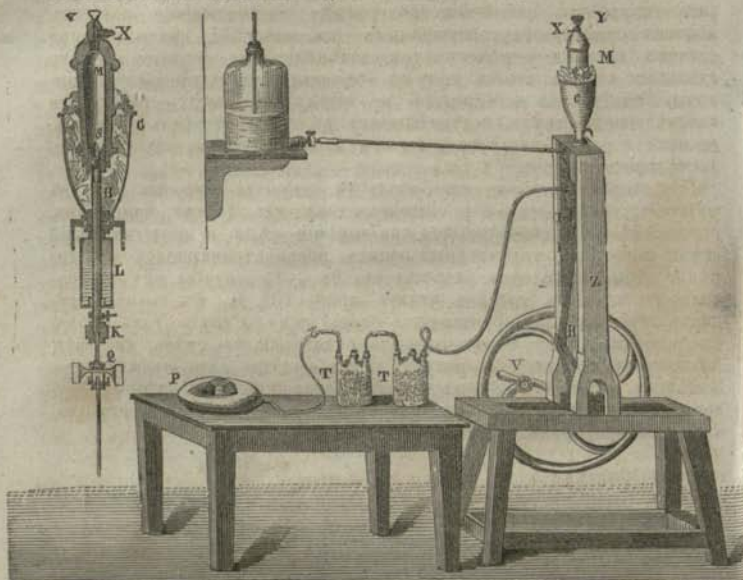
что, при сгущеніи газовъ, отдѣляется теплота, а потому приборъ, служащій для увеличенія давленія или для сжиманія газовъ нагревается. Охлажденіе производятъ, обрѣвая льдомъ сосудъ, въ которомъ сжимаютъ газъ. Этотъ послѣдній сосудъ дол-



Фиг. 30. Приборъ для сгущенія сѣрнистаго газа. Черезъ трубочку *a* вводятъ этотъ газъ, опоривъ краны. Часть *bc* погружаютъ въ смѣсь снѣга и повареной соли. Въ ней сгустится сѣрнистый газъ въ жидкость. Тогда, закрывъ краны 1 и 2, можно сохранить сгущенную жидкость и при обыкновенной температурѣ. Если требуется отлить часть ея, то кранъ 3 закрываютъ, отворяютъ 2, приборъ наклоняютъ, жидкость выльется въ часть *d*, затворяютъ кранъ 2 и тогда можно черезъ кранъ 3 и носокъ *e* вылить жидкость изъ части *d*.



жень быть массивенъ и сдѣланъ изъ весьма вязкаго матеріала, напримеръ, желѣза, мѣди и т. п., а не изъ хрупкаго, какъ, напримеръ, чугунъ, стекло и т. п., потому что, при сжатіи газа, давленіе его увеличивается, тонкій и хрупкій сосудъ можетъ разорваться. Въ такой сосудъ, снабженный металлическимъ клапаномъ ¹⁾, позволяющимъ газу входить, а не выхо-



Фиг. 31. Приборъ для полученія жидкой закиси азота или углекислоты. Справа мѣшокъ Р, сдѣланный изъ каучука, его наполняютъ газомъ. Онъ будетъ выходить изъ мѣшка отъ давленія гири, на него положенной. Газъ проводитъ черезъ сосуды Т, Т для высушиванія, далѣе газъ входитъ по трубкѣ въ насосъ В (видѣнь въ разрѣзѣ верхней части прибора, изображенномъ надѣно). Поршень нагнетательнаго насоса движется шатуномъ R и рукояткою съ маховикомъ V. Изъ подъ поршня, при его движеніи вверхъ, газъ вталкивается въ желѣзный сосудъ М, гдѣ и сгущается. Клапанъ S позволяетъ газу входить, но не выходитъ изъ этого сосуда. Для охлажденія сосудъ и насосъ окружены воронкой G со льдомъ и водою, добавляемою изъ сосуда, виднаго слѣва. Когда газъ сгустится, что узнается по прибулы вѣса пустаго сосуда, сосудъ М отвинчиваютъ отъ насоса и сгущенную жидкость можно выливать, опрокинувъ сосудъ и отрывая винтовой край Y. Тогда жидкость выливается черезъ трубочку X.

дить изъ прибора, накачиваютъ нагнетательнымъ насосомъ газъ. Тогда, когда давленіе повысится до наибольшаго—возможнаго соответствующаго данной температурѣ и взятому газу, этотъ послѣдній переходитъ въ жидкость. На фигурѣ изображенъ рисунокъ прибора, слу-

¹⁾ Кожанный, каучуковый и т. п. клапаны могутъ загораться и изгибаться отъ повышенія температуры, происходящаго чрезъ сжатіе газа, особенно если сгущаемый газъ поддерживаетъ горѣніе.

жащаго для такого сгущенія. Когда въ сосудѣ накопится достаточно жидкости, его отнимають отъ насоса и тогда, отворивъ кранъ, какимъ снабженъ сосудъ, назначенный для сжатія, можно выпустить образовавшуюся жидкость. Разъ сгущенный въ жидкость, газъ удерживаетъ это состояніе довольно долго, потому, вопервыхъ, что для обратнаго перехода въ газъ, такой жидкости нужно поглотить тепло, а окружающая среда можетъ дать его ограниченное количество, а вовторыхъ, потому, что чрезъ испареніе образовавшейся жидкости, температура ея самой и окружающаго пространства быстро понижается и чрезъ то давленіе паровъ уменьшается. Это пониженіе температуры происходитъ еще быстрѣе, если выливать сгущенный газъ тонкою струею (чтобы увеличить быстроту испаренія и понизить чрезъ то температуру) или перенести жидкость подъ колоколъ воздушнаго насоса. При этомъ иногда осталная (не испарившаяся) часть жидкости переходитъ въ твердый видъ, въ которомъ сохраняется еще лучше. Таки сгущаютъ многіе газы, особенно же часто углекислый газъ, образующійся при горѣніи угля, и закись азота. Посредствомъ этихъ сгущенныхъ газовъ можно получить весьма низкія температуры, соответствующія низкимъ температурамъ кипѣнія и плавленія сгущенныхъ газовъ. Углекислый газъ сгущается, если объемъ его сжать при 0° въ 36 разъ, то есть, при давленіи въ 36 атмосферъ при 0° . Это значитъ, что въ сгущенномъ видѣ углекислый газъ при 0° можетъ имѣть давленіе пара, равное 36 атмосферамъ или 36.760 то есть 27360 миллиметровъ ртутнаго столба. Это значитъ также, что углекислый газъ, при 0° , при какомъ угодно сжатіи, не можетъ имѣть давленія болѣе 36 атмосферъ.

Кромѣ отношенія къ переходу въ жидкость и плотности, газы характеризуются своими отношеніями къ нашимъ органамъ, т. е. цвѣтомъ, запахомъ, вкусомъ и т. д.; но эти признаки, такъ называемые органолептическіе, какъ и для твердыхъ и жидкихъ тѣлъ, не могутъ быть подведены подъ систему, могутъ составлять только, такъ сказать, внѣшніе признаки, не подлежащіе мѣрѣ и вѣсу, а потому не точные. § V.

Парообразное состояніе въ видѣ насыщеннаго пара представляетъ какъ бы переходъ отъ жидкаго къ газообразному, какъ коллоидальное, мягкое и порошкообразное состояніе представляютъ переходъ отъ твердаго состоянія къ жидкому. Въ этомъ отношеніи особенно поучительно то, что, при известной температурѣ, всякая летучая жидкость, несмотря на малый объемъ пространства, переходитъ вполнѣ и вдругъ въ паръ. Если обыкновенный эфиръ (входящій въ голландскія кашли) влить въ тонкую стеклянную трубку (съ толстыми стѣнками, потому что давленіе внутри будетъ большое) и, запаявъ послѣднюю, нагрѣть до 180° , то, не смотря на малость пространства, весь эфиръ перейдетъ въ паръ. Для каждой жидкости есть своя такая температура. Такъ, для воды эта температура будетъ около 600° , для спирта 250° , для хлористаго кремнія = 230° . Я называю такія температуры — абсолютными температурами перехода въ паръ. При нихъ никакое давленіе не въ состояніи перевести паръ въ жидкость. Весьма характерно, что эти абсолютныя температуры соответствуютъ тѣмъ температурамъ, при которыхъ сдѣленіе жидкихъ частицъ уничтожается

(оно уменьшается при нагреваніи) и при которыхъ, по этой причинѣ, они не поднимаются въ капиллярныхъ трубкахъ, какъ показали изслѣдованія Кошляра, Латура, Вольфа и мои. Отсюда ясно, что газъ и паръ есть жидкость безъ сѣвленія и что паръ есть переходная форма отъ жидкой къ газообразной. Если мы различаемъ три состоянія тѣлъ, то этимъ хотимъ обозначить главнѣйшія превращенія въ основныхъ свойствахъ. Состояній, если угодно, много, но типическихъ три. Состояніе тѣла и признаки его характеризующіе, въ каждомъ состояніи составляютъ первую и самую существенную характеристику для каждаго однороднаго тѣла. Если тѣло переходитъ во всѣ три состоянія, при разныхъ условіяхъ температуры и давленія, то характеристика тѣла облегчается, понятіе объ немъ расширяется, и такія однородныя тѣла приобрѣтаютъ для насъ тѣмъ важнѣйшее значеніе, что число ихъ сравнительно не очень велико. Должно замѣтить, что и изученіе такихъ тѣлъ, которыя переходятъ во всѣ состоянія, облегчается чрезъ возможность по произволу мѣнять состояніе тѣла, и потому такія тѣла изслѣдованы во всѣхъ отношеніяхъ гораздо болѣе, чѣмъ тѣ изъ тѣлъ, которыя до сихъ поръ не удалось имѣть иначе, какъ въ одномъ только состояніи. Вода, переходящая въ твердый ледъ, снѣгъ и въ газообразный паръ, представляетъ лучшій примѣръ изъ всѣхъ обыкновенныхъ тѣлъ того разряда ихъ, для котораго извѣстны всѣ три состоянія. Жельзо, мѣдь извѣстны только въ твердомъ и жидкомъ видѣ; нѣкоторыя маслянистыя вещества только въ жидкомъ видѣ; воздухъ только въ газообразномъ; и эти послѣднія менѣе извѣстны намъ во многихъ отношеніяхъ, чѣмъ тѣ, которыя легко мѣняютъ свое состояніе; въ особенности же затруднительно изученіе такихъ тѣлъ, которыя не переходятъ въ газообразное состояніе. Пары и газы характеризуются простотою своихъ отношеній къ различнымъ дѣтелямъ, такъ сказать, простотою въ распредѣленіи частей, предѣльнымъ физическимъ состояніемъ вещества и потому составляютъ такую форму его, въ которой легче всего отыскивается простота отношеній и законность ихъ. Мы увидимъ впоследствии, что въ химическомъ отношеніи изслѣдованы наиболѣе тѣ вещества, которыя способны переходить въ газъ или паръ; объ нихъ наши свѣденія всего яснѣе и для нихъ удалось отыскать законы и простыя отношенія, которыя, при всемъ усиліи изслѣдователей, не могли еще быть отысканы по сихъ поръ для тѣлъ твердыхъ и жидкихъ.

Сдѣлавши эти замѣчанія объ характеристикахъ однородныхъ тѣлъ, составляющихъ предметъ изученія химіи, перейдемъ къ разсмотрѣнію явленій, изучаемыхъ этою наукою.

Явленія, замѣчаемыя нами, происходятъ отъ взаимно-дѣйствія двухъ или нѣсколькихъ тѣлъ другъ на друга или одной части тѣла на другую. Результатъ каждаго явленія состоитъ въ измѣненіи мѣста или нѣкоторыхъ свойствъ тѣлъ. Смотря потому, какъ велико это измѣненіе свойствъ, различаютъ физическія и механическія явленія отъ химическихъ. Первые изъ нихъ производятъ измѣненія или только въ формѣ и взаимномъ положеніи тѣлъ, или только придаютъ тѣламъ нѣко-

горя новыя свойства. Вещество тѣла, при всѣхъ этихъ явленіяхъ, остается тоже самое, новыхъ тѣлъ при этомъ не происходитъ. Примѣромъ такихъ явленій могутъ служить: механическія движенія, напр. паденіе тѣлъ, раздробленіе, сюда же относятся нагрѣваніе, переходъ изъ одного состоянія въ другое, намагничиваніе и т. п. Химическія явленія всегда сопровождаются полнымъ измѣненіемъ природы тѣлъ; въ слѣдствіе этихъ явленій происходятъ новыя тѣла, какъ мы это увидимъ тотчасъ изъ примѣровъ. Впрочемъ, сдѣлаемъ еще одно замѣчаніе, весьма важное для пониманія сущности химическихъ явленій. Между явленіями, происходящими отъ взаимно-дѣйствія тѣлъ, есть цѣлый рядъ такихъ явленій, которыя обнаруживаются только при непосредственномъ прикосновеніи тѣлъ другъ къ другу. Такія явленія называются частичными. Ихъ нужно ясно отличать отъ тѣхъ, при которыхъ тѣла дѣйствуютъ другъ на друга изъ-дали, на замѣтномъ для насъ разстояніи. Примѣромъ частичныхъ явленій могутъ служить прилипаніе, просачиваніе, передача тепла, образованіе гальваническаго тока и т. п. Чтобы понять характеристику частичныхъ явленій, должно показать примѣры явленій, происходящихъ на разстояніи. Сколь бы ни было удалено тѣло отъ земли, оно ею притягивается, падаетъ на нее, правильнѣе сказать, оба притягиваются другъ къ другу. На далекомъ разстояніи форма и размѣры тѣла не имѣютъ вліянія на это притяженіе; скорость и направленіе движенія, зависящаго отъ притяженія такого рода, зависятъ только отъ разстоянія и массы притягивающихся тѣлъ. Астрономическія явленія—распредѣленіе свѣтилъ въ пространствѣ, движеніе земли и планетъ около солнца и др. объясняются, во многихъ своихъ частяхъ, чрезъ знакомство съ немногими законами, управляющими притяженіемъ тѣлъ на далекомъ разстояніи. При уменьшеніи разстоянія притягивающихся тѣлъ, ихъ форма, распредѣленіе массы тѣла въ частяхъ, самое свойство притягивающихся тѣлъ, оказываютъ уже вліяніе на ускореніе, возбуждаемое такимъ притяженіемъ. При самомъ близкомъ прикосновеніи, эти отношенія оказываютъ еще большее вліяніе. Таковы и есть молекулярныя явленія, происходящія при разстояніяхъ, незамѣтныхъ для глаза. Здѣсь вліяніе всей массы тѣла болѣе или менѣе ограничено, масса тѣла удалена и только прикасающіяся ей части оказываютъ взаимодѣйствіе. Разстоянія здѣсь безконечно малы и потому явленія притяженія иныя.

Всѣ химическія явленія принадлежатъ къ **частичнымъ** явленіямъ, т. е. они обнаруживаются только при непосредственномъ прикосновеніи взаимодействующихъ тѣлъ. Итакъ, хи-



мическія явленія суть такія частичныя явленія, при которыхъ самое вещество тѣлъ измѣняется. Это опредѣленіе мы пояснимъ нѣсколькими примѣрами.

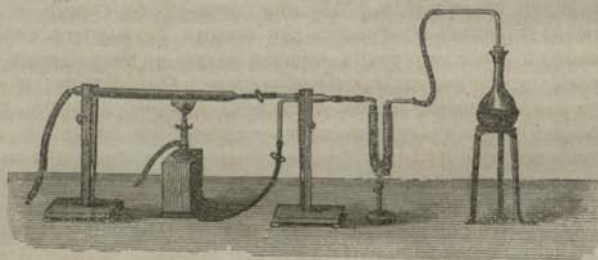
1) Ржавленіе желѣза и другихъ металловъ есть явленіе извѣстное каждому. Ржавчина уже не есть желѣзо, она отличается отъ него всѣми своими свойствами. Желѣзо вязко, ковко, блестяще, сѣраго цвѣта, а ржавчина хрупка, не блеститъ, имѣетъ краснобурый цвѣтъ. Изъ одного тѣла здѣсь произошло другое, новое. Но не изъ одного желѣза произошла ржавчина, потому что она тяжелѣе его—слѣдовательно, желѣзо превратилось въ ржавчину отъ того, что оно нѣчто поглотило въ себя. Простые опыты могутъ показать, что ржавчина образуется на желѣзѣ только во влажномъ воздухѣ. Ни въ безвоздушномъ пространствѣ, ни въ сухомъ воздухѣ, равно какъ и во многихъ газахъ, желѣзо не ржавѣетъ. Изъ этого уже можно заключать, что ржавчина содержитъ въ себѣ кромѣ желѣза часть влажнаго воздуха, но она не есть смѣсь желѣза съ влажнымъ воздухомъ, она есть новое тѣло, происшедшее черезъ прикосновеніе влажнаго воздуха и желѣза.

Изъ сказаннаго видно, что ржавленіе желѣза есть явленіе химическое. Явленія, сходныя съ этимъ, весьма часто повторяются передъ нашими глазами. Такъ, напр., на мѣди, отъ прикосновенія кислыхъ веществъ и воздуха, образуется зеленое вещество. Если ртуть долго нагрѣвать при 300° градусахъ на воздухѣ, то она мало по малу ржавѣетъ, образуя ярко красный порошокъ, называемый красною ртутною окисью. Это явленіе во многомъ сходно съ образованіемъ желѣзной ржавчины. Въ приведенныхъ примѣрахъ изъ двухъ (съ одной стороны влажнаго воздуха, а съ другой металловъ) или нѣсколькихъ тѣлъ, чрезъ ихъ взаимодѣйствіе, происходитъ новое тѣло.

2) Горѣніе пороха есть химическое явленіе, происходящее съ большою быстротою, тогда какъ вышеприведенныя явленія совершаются медленно. При горѣніи пороха, какъ и при большей части быстрыхъ химическихъ процессовъ, замѣчается отдѣленіе теплоты и при томъ столь сильное, что происходитъ накаливаніе, а отъ того и свѣтъ. Порохъ дѣлаютъ, смѣшивая уголь, сѣру и селитру. Это суть тѣла твердыя. Лишь только порохъ зажженъ, происходитъ полное ихъ превращеніе, составныя части дѣйствуютъ другъ на друга и черезъ это происходятъ тѣла новыя, на нихъ совершенно не похожія, а именно газы и пороховой дымъ. Эти вещества способны занимать (при обыкновенномъ атмосферномъ давленіи) огромный объемъ, сравнительно съ тѣмъ, какой занимала твердая смѣсь, изъ которой они произошли. Такимъ образомъ, газы, происшедшіе отъ горѣнія пороха, быстро образуясь, вытѣсняють воздухъ, сотря-

саютъ его, отчего зависитъ звукъ, замѣчаемый при выстрѣлѣ. Давленіе образующихся газовъ можетъ достигать значительной величины и потому можетъ служить для взрыва минъ, стрѣльбы снарядами и т. п.

3) Чтобы показать на опытѣ примѣръ быстрого химическаго превращенія, возьмемъ склянку, наполненную зеленовато-желтымъ, удушливымъ газомъ, называемымъ хлоромъ. Въ эту склянку мы пустимъ кусокъ особаго бѣлаго и мягкаго металла, называемаго содіемъ или натріемъ. Чтобы произошло химическое явленіе между обоими изъ этихъ тѣлъ, зажжемъ содій на воздухѣ. Для этого положимъ кусочекъ его на желѣзную ложечку и, накаливъ его, опустимъ въ склянку съ хлоромъ. Лишь только накаленный содій будетъ внесенъ въ хлоръ, то начинается исчезаніе обоихъ веществъ, уменьшается и хлоръ и содій, а вмѣсто ихъ появляется новое безцвѣтное вещество, что сопровождается весьма значительнымъ отдѣленіемъ теплоты и свѣта. Происшедшее новое вещество есть ничто иное какъ обыкновенная повареная соль. Слѣдовательно, ее можно составить изъ хлора и содія, подобно тому, какъ изъ ртути и части воздуха возможно произвести красную ртутную окись. Такіе химическіе процессы, при которыхъ изъ двухъ или нѣсколькихъ тѣлъ происходитъ одно, называются соединеніями, а происходящій продуктъ называется сложнымъ тѣломъ. Прилагаемая фигура (32) показываетъ другое расположеніе того

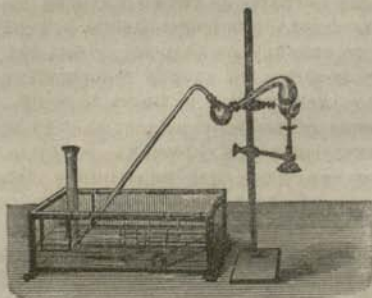


Фиг. 32. Приборъ для показанія горѣнія натрія въ хлорѣ. Направо колба для добыванія хлора. Изъ нея хлоръ по трубкѣ идетъ въ сушительную трубку, наполненную пемзой, смоченною купороснымъ масломъ. Оттуда газъ проводится или въ трубку съ нагрѣтымъ натріемъ или въ тиглу. Послѣднее необходимо при началѣ отдѣленія хлора, когда въ приборѣ еще остается воздухъ. Для успѣха опыта необходимо, чтобы токъ хлорнаго газа былъ быстрый.

же опыта. Въ трубку, видную налѣво, положенъ кусокъ металла содія (или натрія). Черезъ нее пропускаютъ газообразный хлоръ, приготовляемый въ колбѣ, видной справа. При нагрѣ-

вани содія, онъ загорается въ струѣ хлора и горитъ очень яркимъ пламенемъ.

4) Произведемъ теперь другой опытъ, какъ бы противоположный предыдущему, а именно изъ одного тѣла получимъ два. Такого рода химическія превращенія называются разложениями. Возьмемъ красную ртутную окись и разложимъ ее на ртуть и особый газъ, называемый кислородомъ. Для этого возьмемъ стеклянный сосудъ, называемый ретортою, наполнимъ его красною ртутною окисью и станемъ нагрѣвать, а чтобъ



Фиг. 33. Приборъ для разложенія красной ртутной окиси. Его составъ описанъ въ текстѣ.

собрать газы, соединимъ длинное горлышко реторты съ шарикомъ и трубкою, которую видно на прилагаемомъ рисункѣ (фиг. 33). Такая трубочка называется газопроводною. Если мы погрузимъ конецъ этой трубочки въ воду, то увидимъ, что отдѣляющійся изъ реторты газъ, будетъ проходить чрезъ воду въ видѣ пузырьковъ. Чтобы собрать эти пузырьки поступающаго слѣдующимъ образомъ: берутъ сосудъ (обыкновенно цилиндръ, какъ видно на нашей фигурѣ), наполненный до самого верха водою и, заткнувъ отверстие, чтобы вода не вылилась, опрокидываютъ его и опускаютъ отверстие его въ воду. Тогда открываютъ запечатанное отверстие цилиндра. Онъ останется при этомъ наполненнымъ водою, хотя вода въ немъ и будетъ стоять выше, чѣмъ въ окружающемъ сосудѣ, что зависитъ отъ давленія воздуха на воду. Воздухъ давитъ на поверхность воды въ широкомъ сосудѣ и мѣшаетъ выливаться водѣ изъ цилиндра. Открытое отверстие такого цилиндра ставятъ надъ концомъ газопроводной трубки и пузырьки, выходящіе изъ него, будутъ попадать въ цилиндръ. Такъ можно собирать газы. Итакъ реторту съ красною ртутною окисью накалываютъ. При этомъ нагрѣваніи сперва расширяется воздухъ, содержащійся въ ретортѣ и выходитъ чрезъ газопроводную трубку въ видѣ пузырьковъ. Этотъ воздухъ не собираютъ. По мѣрѣ того, какъ красная ртутная окись накаливается, изъ нея выдѣляется газъ, ясно отличающійся по своимъ свойствамъ отъ воздуха. Этотъ газъ собираютъ вышеописаннымъ способомъ. Когда въ цилиндрѣ накопится достаточное количество этого газа, можно ясно показать, что это не воздухъ, а особый газъ, отличающійся

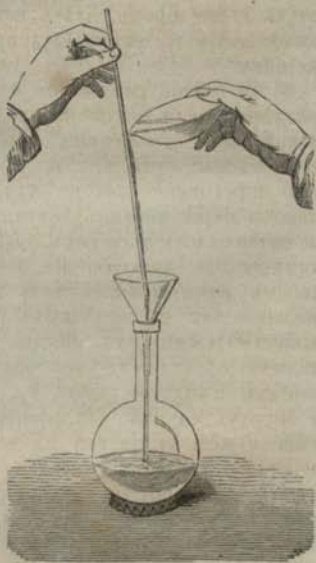
способностію сильно поддерживать горѣніе. Чтобы показать это, закроемъ отверстіе цилиндра подъ водою и, вынувъ цилиндръ, опрокинемъ его и опустимъ въ него тлѣющую лучинку. Извѣстно, что тлѣющая лучина сама собою гаснетъ въ воздухѣ, а въ томъ газѣ, который отдѣляется изъ красной ртутной окиси, она сама собою загорается, что и показываетъ способность этого газа сильно поддерживать горѣніе и даетъ возможность отличать этотъ газъ отъ воздуха. Этотъ газъ называется кислородомъ. При накаливаніи красной ртутной окиси замѣчается, кромѣ образованія кислорода, появленіе металлической ртути, которая, при накаливаніи, превращается въ паръ и осаждается на холодныхъ частяхъ реторты (и въ шарикѣ, укрѣпленномъ между ретортою и газопроводною трубкою) въ видѣ зеркальнаго слоя или въ видѣ капелекъ. Итакъ, изъ красной ртутной окиси, при накаливаніи, получаютъ два тѣла, ртуть и кислородъ. Здѣсь изъ одного тѣла произошло два новыхъ; такія то химическія превращенія и называются разложеніями.

5) Подобное разложеніе производится, часто, въ большихъ размѣрахъ для техническихъ цѣлей, такъ, напримѣръ, чрезъ накаливаніе разлагаютъ дерево, для полученія свѣтильнаго газа, смолы, угля и т. п. Такое разложеніе называется сухою перегонкою, потому что, при этомъ разложеніи, перегоняются пары многихъ летучихъ жидкостей. Этихъ жидкостей не содержалось въ деревѣ, онѣ происходятъ только вслѣдствіе химическаго превращенія, которое испытываетъ дерево при своемъ разложеніи. Сухую перегонку дерева производятъ, обыкновенно, въ желѣзныхъ или чугунныхъ или глиняныхъ закрытыхъ сосудахъ, называемыхъ ретортами, по подобію съ малыми стеклянными приборами, употребляемыми въ лабораторіяхъ. Сходство здѣсь то, что приборъ служитъ, въ томъ и другомъ случаѣ, для разогрѣванія, для выдѣленія летучаго тѣла и не сообщается съ воздухомъ иначе, какъ чрезъ то отверстіе (горло или шейка реторты), чрезъ которое выходятъ образующіеся пары или газы. Большія чугуныя или желѣзныя, вмазанныя въ печь, реторты, наполняютъ деревомъ и накаливаютъ. Дерево разлагается и выдѣляетъ изъ себя пары и газы. Эти продукты охлаждають, отчего пары превращаются въ жидкое состояніе. Въ результатѣ получается уголь, остающійся въ ретортѣ, водянистая и смолистая жидкость, получающаяся чрезъ охлажденіе паровъ и, наконецъ, газы. Такое разложеніе можно произвести въ томъ самомъ приборѣ, въ какомъ мы производили разложеніе красной ртутной окиси, положивши вмѣсто этой послѣдней куски дерева. Газъ, получающійся при разложеніи дерева, отличается и отъ



воздуха и от кислорода — онъ не поддерживает горѣнія, но самъ горитъ и сходенъ съ тѣмъ газомъ, который употребляется для освѣщенія. На первый взглядъ сухая перегонка можетъ показаться сходною съ обыкновенною перегонкою, потому что при обѣихъ образуются пары, необходимо нагреваніе и т. д.; но въ томъ-то и состоитъ различіе физическихъ процессовъ отъ химическихъ, что при первыхъ (простая перегонка), тѣло только измѣняетъ свое состояніе, а при вторыхъ (сухая перегонка) получаютъ новыя тѣла. Такъ, здѣсь получились изъ дерева, уголь, жидкость и газы. Само собою разумѣется, что дерево не есть простая смѣсь этихъ веществъ.

6) Чтобы показать еще однимъ опытомъ примѣръ химическихъ превращеній, возьмемъ повареную соль и лапшъ, которымъ, какъ извѣстно, прижигаютъ раны. Оба эти вещества растворяются въ водѣ. Возьмемъ прозрачные растворы каждаго изъ этихъ веществъ и смѣшаемъ ихъ между собою. При этомъ смѣшеніи тотчасъ замѣтимъ образованіе твердаго бѣлаго вещества, которое садится на дно сосуда и неспособно растворяться въ водѣ. Это вещество, выдѣлившееся изъ ра-



Фиг. 34. Кружокъ, вырѣзанный изъ неклееной или пропускной бумаги и сложенный въ четыре раза для погруженія въ воронку, служащую для процеживанія.

Фиг. 35. Способъ процеживанія, то есть для отдѣленія твердыхъ порошковыхъ тѣлъ отъ жидкости съ ними смѣшанной. Изъ чашки (стакана и др. сосуда) мутную жидкость вливаютъ въ воронку, въ которую положенъ кружокъ пропускной бумаги, изображенный на фиг. 34. Порошекъ останется на бумагѣ или цѣдикѣ, а жидкость пройдетъ черезъ бумагу. Чтобы при вливаніи не было брызгъ и капель, льютъ по стеклянной палочкѣ.

створа, легко отдѣлится отъ раствора процѣживаніемъ. Для этого берутъ въ лабораторіяхъ стекляную воронку и въ нее кладутъ кружокъ не клееной бумаги, сложенный крестъ на крестъ и расправленный въ воронкѣ. Чтобы эта бумага плотно лежала въ воронкѣ и непрониталась осадкомъ, ее смачиваютъ водою и тогда вливаютъ мутную жидкость, полученную смѣшеніемъ растворовъ лаписа и повареной соли. Тогда чрезъ бумагу (цѣдилку, фильтру) пройдетъ прозрачный растворъ, а на бумагѣ останется висѣвшій въ жидкости и мутившій ее порошокъ. Этотъ порошокъ можно высушить и онъ оказывается совершенно другимъ веществомъ, чѣмъ взятыя для первоначальнаго раствора. Это видно изъ того, что въ водѣ онъ совершенно нерастворяется. Выпаривая же жидкость, которая останется послѣ образованія этого бѣлаго вещества, замѣтимъ, что она содержитъ въ себѣ новое тѣло, отличающееся и отъ повареной соли и отъ лаписа, но подобно имъ растворимое въ водѣ. Итакъ здѣсь было взято два вещества, растворимыя въ водѣ — лаписъ и повареная соль, а черезъ химическое ихъ взаимодѣйствіе произошло два новыхъ тѣла, одно нерастворимое въ водѣ и другое, остающееся въ растворѣ. Такія химическія превращенія, при которыхъ изъ двухъ или нѣсколькихъ тѣлъ получаютъ два новыхъ, называются двойными разложеніями.

Изъ всего сказаннаго выше, можно извлечь слѣдующее опредѣленіе химіи: она есть естественная наука, описывающая однородныя тѣла, изслѣдующая тѣ частичныя явленія, при которыхъ эти тѣла претерпѣваютъ превращенія въ новыя однородныя тѣла и, какъ наука точная, она, при изученіи тѣлъ и явленій, стремится, во всѣхъ случаяхъ, ко всѣмъ тѣламъ и явленіямъ, приложить мѣру и вѣсъ, узнать точныя численныя законы, управляющіе разнообразіемъ изучаемыхъ ею предметовъ. Конечно, химія, какъ и всякая наука, не останавливается только на частностяхъ, а стремится отыскать истинное сходство и различіе въ наблюдаемыхъ ею тѣлахъ и явленіяхъ, строить потомъ систему ихъ, отыскиваетъ болѣе и болѣе общіе законы, которымъ подчинены наблюдаемые ею частные случаи и составляетъ, наконецъ, гипотезы и теоріи, для объясненія найденныхъ законовъ и обобщеній, и чрезъ это настолько завладѣваетъ предметомъ, что предугадываетъ существованіе новыхъ явленій и тѣлъ, въ чемъ и находитъ, провѣряя предугаданное опытомъ, опору въ правильномъ ходѣ своего развитія. Пока нѣтъ этихъ обобщеній и законовъ — не можетъ быть и обладанія предметомъ, нѣтъ еще науки въ истинномъ ея смыслѣ. Слѣдующую главу мы посвящаемъ тѣмъ двумъ, самымъ общимъ законамъ химіи, которые даютъ осно-

ваніе нашей наукѣ. Одинъ изъ нихъ уже давно приложенъ ко всѣмъ частямъ науки, другой, по своей новості, еще мало успѣлъ оказать вліянія на всю совокупность химическихъ свѣденій.

Литературное указаніе. Краткость предлагаемаго сочиненія заставляетъ меня очень ското излагать нѣкоторыя важныя для химика свѣденія. Для дополненія ихъ, въ особенности же для лицъ, посвящающихъ себя болѣе подробному изученію химіи, считаю полезнымъ рекомендовать знакомство съ нѣкоторыми русскими и иностранными сочиненіями. Указать полную литературу предметовъ я не имѣю въ виду, а желаю, для нѣкоторыхъ важнѣйшихъ отраслей химіи, указать на оригинальныя сочиненія, въ тѣхъ случаяхъ, когда предметъ изложенъ кратко, а по своему существу обширенъ. Важнѣйшія сочиненія, могущія познакомить со свойствами и способами изслѣдованія газовъ, по нашему мнѣнію, суть:

Regnault (чл. академіи наукъ въ Парижѣ) публиковалъ въ XXI и XXVI томахъ *Mémoires de l'Académie des Sciences de France* (1847 и 1862) свои изслѣдованія объ расширеніи, сжатіи, давленіи и теплоемкости многихъ газовъ и паровъ, о скрытой теплотѣ, теплоемкости, расширеніи и др. свойствахъ многихъ жидкостей, что служить основою многихъ современныхъ знаній.

Bunsen (профессоръ гейдельбергскаго университета) *Gasometrische Methoden*. Braunschweig, 1857. Въ этомъ сочиненіи изложены, съ полнотою и ясностію, многіе приемы собиранія, анализа и поглощенія газовъ, помѣщены изслѣдованія о диффузіи и истеченіи газовъ и т. п.

Graham (начальникъ монетнаго двора въ Лондонѣ) во многихъ статьяхъ, помѣщенныхъ въ прекрасномъ англійскомъ журналѣ *Philosophical Magazine* (преимущественно въ статьѣ (4) Томъ XXVI, 1863, переводъ въ нѣмецкихъ *Poggendorff's Annalen* CXX и французскихъ *Annales de Chimie et de Physique* 4, I, представилъ основныя изслѣдованія объ диффузіи газовъ. Его статьи служатъ основою многимъ новѣйшимъ изслѣдованіямъ этого рода. Тому же изслѣдователю наука обязана введеніемъ опредѣленнаго понятія о коллоидальномъ состояніи твердыхъ тѣлъ.

Для изученія свойствъ жидкостей, кромѣ сочиненія Ренью, считаю полезнымъ указать на:

H. Kopp (геттингенскій, нынѣ гейдельбергскій профессоръ) произвелъ изслѣдованіе объ расширеніи жидкостей отъ нагрѣванія и о температурахъ ихъ кипѣнія, которыя помѣщены въ *Annalen der Chemie und Pharmacie* за 1847, 1855 и 1856 года.

Pierre, почти одновременно съ Кошномъ, занимался тѣмъ же предметомъ. Его работа помѣщена въ *Annales de Chimie et de Physique* 3-я серія, томы 19, 20 и 21.

Д. Менделѣевъ сдѣлалъ изслѣдованіе о сжиженіи жидкостей, помѣщенное подробнѣе всего въ Химическомъ Журналѣ, издававшемся гг. Соколовымъ и Энгельгардтомъ при Горномъ Журналѣ 1860 года.

Для изученія кристаллографіи полезно взять сперва *Векштедтъ*, Начальныя основанія минералогіи, перев. Пузыревскаго 1868 г.

Kopp. *Einleitung in die Krystallographie*. Verlag von Vieweg, a

для болѣе полнаго знакомства *Бокшаровъ*, лекціи минералогіи С.-Н.-Б. (1863 г.) и *Naumann Anfangsgründe d. Krystallographie*.

Въ сочиненіи *Rammelsberg's Handbuch d. krystallogr. Chemie* жезлющіе найдуть собраніе данныхъ, относящихся до кристаллическихъ формъ химическихъ соединеній, а въ минералогическихъ руководствахъ описаніе кристал. формъ ископаемыхъ. Въ этомъ отношеніи сочиненіе нашего академика *Бокшарова* («Материалы для минералогіи Россіи») содержитъ полнѣйшее описаніе формъ многихъ русскихъ минераловъ.

Выводы. Вещества раздѣляются на однородныя и смѣшанныя. Химія занимается однородными тѣлами.

Количество тѣлъ опредѣляется ихъ вѣсомъ. Для химическихъ исследований обыкновенно берутъ немного вещества и взвѣшивание производятъ съ большою точностію.

Твердыя тѣла раздѣляются на кристаллоиды и коллоиды. Въ кристаллоидахъ сѣвленіе, по разнымъ направленіямъ, неодинаково, отчего зависятъ спайность и кристаллизація. Кристаллы получаютъ чрезъ возгонку, сѣвленіе и изъ растворовъ чрезъ охлажденіе и испареніе.

Въ кристаллахъ существуетъ симметрія, пося, постоянство угловъ между плоскостями и простое отношеніе измѣняющихся осей.

Кристаллическія формы различаютъ: простыя и комбинаціи, открытыя и замкнутыя, а также по системамъ: правильныя, квадратныя, ромбическія, одноосиномѣрныя, триосиномѣрныя и гексагональныя.

Коллоиды медленно просачиваются чрезъ перепонки, они образуютъ ткань растений и животныхъ.

Сѣвленіе жидкостей однообразно во все стороны. Отъ него зависитъ явленіе поднятія жидкостей въ волосныхъ трубкахъ и скрытое тепло испаренія.

Плотность жидкостей измѣняется съ температурою весьма неодинаково. Она измѣряется часто ареометромъ Боле.

Жидкости различаютъ по ихъ летучести, температурѣ кипѣнія и затвердѣнія, по давленію паровъ, подвижности и другимъ признакамъ, менѣе изученнымъ.

Газы необладаютъ сѣвленіемъ, а во всехъ другихъ общихъ признакахъ сходны съ жидкостями.

Газы смѣшиваются во всехъ пропорціяхъ. Время ихъ истеченія изъ тонкихъ отверстій пропорціонально квадратнымъ корнямъ ихъ вѣсовъ.

Объемъ газа почти обратно пропорціоналенъ давленію — законъ Мариотта. Коэффициентъ расширенія газовъ для всехъ температуръ и газовъ почти одинъ и тотъ же, $\frac{1}{273}$ или 0,003665 — законъ Гей-Люссака. Объемъ газа опредѣляется вѣсомъ, плотностію, давленіемъ и температурою. Объемы эти сравниваютъ при 0° и 760^{мм} давленія ртутнаго столба.

Газъ есть паръ, не насыщающій пространства. Многие газы охлажденіемъ и сжатіемъ превращаются въ жидкости, испареніемъ коихъ получаютъ низкія температуры.

Газы отличаютъ по ихъ плотности, способности сжиматься въ жидкость и по др. признакамъ, менѣе изученнымъ. Плотность газа относятъ къ водороду, который въ 14½ разъ легче воздуха.

Химія занимается такими частичными (то есть происходящими из незамѣтномъ разстояніи) явленіями, которыя влекутъ за собою измѣненіе въ самомъ качествѣ вещества или его составѣ.

Химическія явленія суть соединенія, разложенія и двойныя разложенія.

ГЛАВА ВТОРАЯ

Первые законы химіи. О вѣчности вещества, простыхъ тѣлахъ и химической энергіи.

Подъ впечатлѣніемъ замѣчаемыхъ нами явленій, легко можно составить себѣ понятіе о томъ, что вещество будто бы творится и пропадает¹⁾, потому что мы видимъ, наприм., какъ сгораютъ цѣлыя массы дерева и отъ нихъ остается только малое количество угля и пеплу, видимъ, что изъ зерна, вѣсъ котораго весьма незначителенъ, мало по малу вырастаетъ большое дерево. Въ одномъ случаѣ вещество, повидимому, пропадаетъ, въ другомъ творится. Эти и множество другихъ подобныхъ явленій, могутъ дать поверхностному наблюдателю ложный выводъ, потому что упускается изъ виду образованіе или поглощеніе газовъ, невидимыхъ для глаза. Когда горитъ дерево, съ нимъ происходитъ химическое превращеніе въ газообразные продукты, уходящіе въ видѣ дыма. Матерія дерева не пропадаетъ, она, вслѣдствіе химическаго процесса, только превращается въ газообразную. Весьма простые опыты могутъ подтвердить это. Собирая дымъ, можно замѣтить, что онъ содержитъ газы, вполне отличающіеся отъ воздуха, газы, неспособные поддерживать ни горѣнія, ни дыханія. Эти газы можно взвѣсить и тогда увидѣть, что они имѣютъ даже большій вѣсъ, чѣмъ вѣсъ взятаго дерева. Это увеличеніе вѣса зависитъ оттого, что, при горѣніи, составныя части дерева соединяются съ частію воздуха. При горѣніи пороха вещество его не пропадаетъ, а только превращается въ пороховые газы и дымъ. Точно также, при ростѣ дерева, зерно не само изъ себя увеличивается въ массѣ, оно растетъ только потому, что поглощаетъ газы воздуха, а своими корнями изъ земли всасы-

¹⁾ Нужно дѣлать ясное различіе между общимъ понятіемъ о веществѣ или матеріи и частнымъ понятіемъ объ определенномъ какомъ нибудь тѣлѣ, однородномъ или неоднородномъ. Тѣло есть какъ бы временная форма, въ которой является вещество. Тѣла творятся и пропадаютъ, а вещество вѣчно.

вааетъ воду, вмѣстѣ съ веществами, въ ней растворенными. Изъ этихъ поглощенныхъ газовъ и жидкостей образуются сложными химическими процессами соки растенія и твердыя тѣла, придающія форму растенію. Растеніе есть только приборъ для химическаго превращенія газовъ и жидкостей въ твердыя тѣла. Чтобы это доказать, достаточно немногихъ опытовъ: на почвѣ, несодержащей влажности, и въ газѣ, несодержащемъ составныхъ частей воздуха, растеніе не только не увеличивается, но и умираетъ, т. е. приборъ не дѣйствуетъ и отъ бездѣйствія портится. Наблюдая множество другихъ явленій, мы можемъ замѣтить постоянство матеріи. Если влажные предметы сохнутъ, уменьшаются въ вѣсѣ, если вода испаряется, то мы знаемъ, что она опять возвращается изъ атмосферы въ видѣ дождя, росы и снѣга. Если вода всасывается въ землю, то она и тамъ не на вѣчно исчезаетъ, а скопившись гдѣ нибудь подъ землей, вытекаетъ изъ нея въ видѣ ключей. Такимъ образомъ вещество только претерпѣваетъ различныя физическія и химическія превращенія, но не пропадаетъ и не творится. Оно остается на землѣ въ томъ же количествѣ, въ какомъ было прежде, словомъ вещество для насъ вѣчно. Эта простая и первая истина весьма трудно досталась изученію, но лишь только она была уяснена, она стала быстро распространяться и теперь кажется намъ столь естественною и простою, какъ многія истины, дознанныя вѣками. Существованіе закона вѣчности матеріи подозрѣвали уже, кажется, ученые XVIII столѣтія, но они не могли еще ясно доказать его, да и не стремились къ этому. Точные опыты, изъ которыхъ былъ достигнутъ этотъ простой законъ, сдѣланы были въ послѣдней половинѣ прошлаго столѣтія, основателемъ современной химіи, французскимъ главн. фермеромъ и академикомъ Лавуазье. Многочисленныя изслѣдованія этого ученаго были произведены съ помощію вѣсовъ, единственнаго прибора, по которому намъ возможно судить о количествѣ вещества.

Взвѣшивая каждый разъ всѣ вещества и приборы, употребленные для опыта, и взвѣшивая потомъ вещества, получающіяся послѣ химическихъ превращеній, Лавуазье нашелъ, что сумма вѣса происшедшихъ тѣлъ каждый разъ равна суммѣ вѣса взятыхъ тѣлъ или, другими словами, что матерія вѣчна. Это послѣднее выраженіе, конечно, заключаетъ въ себѣ гипотезу, но посредствомъ его мы желаемъ только краткою фразою замѣнить слѣдующій длинный періодъ: при всѣхъ нашихъ опытахъ и во всѣхъ изученныхъ явленіяхъ природы, ни разу не удалось замѣтить, чтобы вѣсъ происшедшихъ веществъ былъ больше или меньше (на сколько позволяетъ намъ точность взвѣшиванія) вѣса взятыхъ тѣлъ, а такъ какъ вѣсъ пропорціона-

лень количеству вещества, то изъ вышесказаннаго слѣдуетъ, что ни разу не удалось замѣтить исчезанія вещества или появленія новаго его количества. На слѣдующихъ страницахъ мы приведемъ нѣкоторые изъ тѣхъ опытовъ, которые сдѣлалъ Лавуазье въ этомъ отношеніи, а теперь укажемъ на ту важность, которую имѣетъ законъ вѣчности матеріи при изслѣдованіи химическихъ превращеній. Указанный законъ придаетъ особую точность всѣмъ химическимъ изслѣдованіямъ, потому что, на основаніи его, химикъ составляетъ уравненіе для каждаго замѣчаемаго имъ явленія. Если чрезъ А, В, С и т. д. означимъ вѣсъ взятыхъ тѣлъ, а чрезъ М, N, O и т. д. вѣсъ происходящихъ тѣлъ, то составится равенство:

$$A + B + C + \dots = M + N + O + \dots$$

А потому, если вѣсъ одного изъ дѣйствующихъ или происходящихъ тѣлъ неизвѣстенъ, то изъ уравненія можно найти этотъ неизвѣстный вѣсъ. Прилагая законъ вѣчности матеріи, химикъ всегда можетъ провѣрить точность своихъ изслѣдованій, а потому можетъ неупустить изъ виду ни одного изъ дѣйствующихъ и происходящихъ тѣлъ. Сдѣлавши подобное упущеніе, изслѣдователь тотчасъ замѣтитъ это, потому что тогда сумма вѣса взятыхъ тѣлъ не будетъ равна суммѣ вѣса происшедшихъ тѣлъ. Всѣ почти успѣхи химіи, въ концѣ прошлаго и въ этомъ столѣтіяхъ, непоколебимо основались на законѣ вѣчности вещества. Приступая къ изученію химіи, нужно вполнѣ освоится съ тою простою истиною, которая выражается этимъ закономъ.

Узнавши вышеуказанный законъ и припомнивъ извѣстные вамъ случаи химическихъ превращеній, вы невольно спросите: существуетъ ли граница для разнородныхъ химическихъ превращеній или же они безграничны, т. е., можно ли изъ даннаго вещества получить равное ему количество всякаго другаго вещества? Другими словами, существуетъ ли вѣчное, некончающееся превращеніе одной матеріи во всѣ другія или же кругъ этихъ превращеній ограниченъ? Это есть второй существенный вопросъ химіи, вопросъ о качествѣ вещества, вопросъ, очевидно, болѣе сложный, чѣмъ вопросъ о количествѣ. Простой взглядъ на дѣло не можетъ рѣшить этаго вопроса. Въ самомъ дѣлѣ, видя, какъ изъ воздуха и элементовъ почвы, образуются разнообразныя вещества растеній, видя, какъ изъ растеній получаютъ разнообразныя масла и газы, какъ желѣзо превращаютъ въ синія краски, напр. въ берлинскую лазурь и т. п., можно подумать, что нѣтъ конца качественнымъ измѣненіямъ веществъ. Съ другой стороны, ежедневный опытъ привелъ къ сознанію того, что изъ камня нельзя сдѣлать питательнаго вещества, изъ мѣди золота и т. п. Итакъ положительнаго отвѣта нужно ждать отъ науки. Вопросъ этотъ рѣшался въ разныя

времена различно. Наибольше распространенное въ этомъ мнѣніи мнѣніе утверждало, что все видимое состоитъ изъ четырехъ стихій: воздуха, воды, земли и огня. Оно ведетъ свое начало еще изъ Азіи, оттуда оно перешло къ Грекамъ и съ особенною полнотою изложено было Эмпедокломъ, жившимъ за 460 лѣтъ до Р. X. Принимая столь немного элементовъ, легко было прійти къ заключенію о томъ, что область химическихъ превращеній если не безконечна, то, по крайней мѣрѣ, чрезвычайно обширна. Такое мнѣніе не было выводомъ изъ точныхъ изслѣдованій, а было создано только воображеніемъ философовъ. Оно имѣло, повидимому, въ основаніи ясное раздѣленіе тѣлъ на газы (какъ воздухъ), жидкости (какъ вода) и твердыя тѣла (какъ земля). Арабскіе ученые, кажется, первые стали опытнымъ путемъ идти къ разрѣшенію вышепредложеннаго вопроса. Чрезъ Испанію они внесли въ Европу любовь къ изслѣдованіямъ вопросовъ подобнаго рода и съ того времени является много адептовъ этой науки, считавшейся богопротивною и таинственною и называемою Алхиміею. Алхимики, не имѣя еще ни одного строгаго и точнаго закона, какъ исходнаго пункта для своихъ изслѣдованій, весьма различно рѣшали вопросъ о превращеніяхъ тѣлъ. Важная заслуга ихъ времени состоитъ въ томъ, что они дѣлали множество опытовъ, изучали явленія, открыли многія новыя превращенія тѣлъ и долгимъ путемъ опытовъ старались прійти къ рѣшенію основнаго вопроса химіи. Всѣмъ извѣстно какъ они рѣшали этотъ основной вопросъ. Ихъ воззрѣніе, кажется, можетъ быть выражено положительнымъ признаніемъ безконечнаго превращенія вещества, потому что они отыскивали философскій камень, способный все превращать въ золото и алмазы и могущій молодить старое тѣло. Подобное рѣшеніе вопроса, какъ извѣстно, отвергнуто было впоследствии, но не должно думать, что мнѣніе алхимиковъ, подобно мнѣнію старыхъ философовъ, вытекало только изъ воображенія. Напротивъ того, первые химическіе опыты должны были привести къ подобному мнѣнію: истина, столь общая какъ та, которую здѣсь искали, дается путемъ весьма долгаго изученія. Алхимики видѣли, что изъ желѣзной руды, цѣлымъ рядомъ химическихъ превращеній, получаютъ желѣзо. Они брали блестящій металлическій камень (называемый свинцовымъ блескомъ) и получали изъ него свинецъ. Они видѣли, что изъ одного металлическаго тѣла, непригоднаго къ употребленію, получается другое металлическое вещество, болѣе тягучее и цѣнное, употребляющееся въ практикѣ. Далѣе они брали этотъ же свинецъ и изъ него получали серебро, еще болѣе цѣнное. Изъ этого они и могли заключить, что цѣлымъ рядомъ превращеній можно облагородить металлы,

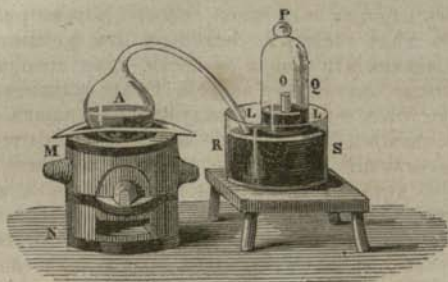
т. е. получить болѣе и болѣе драгоцѣнные изъ нихъ. Получивши изъ свинца серебро, они стремились только къ получению изъ него золота. Ошибка ихъ изслѣдованія состояла въ томъ, что они не мѣряли и не вѣсили. Взвѣшивая, они узнали бы, что вѣсъ свинца гораздо меньше вѣса свинцоваго блеска, а вѣсъ серебра ничтоженъ съ вѣсомъ употребленнаго свинца. Путь, которому они слѣдовали въ изученіи, никогда не можетъ привести къ большому успѣху, потому что они поступали ощущею, дѣлали разныя смѣшенія, накаливанія и т. п. Они не поставили себѣ простыхъ и ясныхъ вопросовъ, разрѣшивъ которые, могли бы идти далѣе. Оттого они не успѣли открыть ни одного точнаго закона и ихъ имена почти забыты въ наукѣ. Попутно, при разныхъ смѣшеніяхъ, прокаливаніяхъ, раствореніяхъ и прочихъ процессахъ, изученныхъ ими, они многое замѣтили и тѣмъ положили первый прочный залогъ изученія химическихъ явленій. Особенно много изучили они превращеній, свойственныхъ металламъ, и долго оттого химія сосредоточивалась надъ изученіемъ металлическихъ веществъ.

Изучая многочисленныя химическія явленія, алхимики часто пользовались двумя химическими превращеніями, одинъ изъ которыхъ называется нынѣ возстановленіемъ, а другой окисленіемъ. Ржавленіе металловъ и вообще переходъ ихъ изъ металлическаго состоянія въ землистое, называется окисленіемъ; а обратное полученіе металла изъ землистаго вещества называется возстановленіемъ. Весьма многіе металлы окисляются черезъ одно накаливаніе на воздухѣ и вновь возстановляются черезъ накаливаніе съ углемъ, напр. желѣзо, свинецъ и олово. Въ землѣ иногда находятъ такіе окисленные металлы. Это суть одни изъ видовъ металлическихъ рудъ. Изъ такой руды, какъ изъ ржавчины или окарины (металлическаго окисла, происходящаго при накаливаніи), при накаливаніи съ углемъ, и получаютъ металлы, напр. олово, желѣзо, мѣдь. Эти явленія были изучены алхимиками. Послѣ было доказано, что всѣ земли и камни суть такія же металлическія ржавчины или окислы и ихъ соединенія. Итакъ извѣстно было два превращенія: окисленіе металловъ и возстановленіе полученныхъ окисловъ обратно въ металлы. Объясненіе этихъ двухъ химическихъ явленій послужило поводомъ къ открытію важнѣйшихъ химическихъ законовъ. Первую гипотезу для объясненія ихъ дали Бехеръ и особенно Сталь, врачъ прусскаго короля, въ *Fundamenta chemiae* 1723 г. По его мнѣнію всѣ тѣла состоятъ изъ воспламеняющагося вещества, называемаго флогистономъ (*materia aut principium ignis, non ipse ignis*) и изъ другаго элемента, имѣющаго особыя свойства для каждаго тѣла. Чѣмъ болѣе способно тѣло къ окисленію или горѣнію, тѣмъ оно богаче флоги-

стономъ. Уголь содержитъ его весьма много. При окисленіи и горѣніи выдѣляется флогистонъ, а при возстановленіи онъ поглощается или входитъ въ соединеніе. Уголь возстановляетъ землистыя вещества именно потому, что онъ богатъ флогистономъ, онъ отдаетъ имъ часть своего флогистона. Итакъ металлы суть тѣла сложныя, состоящія изъ флогистона и землистаго вещества или окисла (извести, какъ говорили въ то время, ржавчины, окарины). Гипотеза Стала отличается весьма большою простотою и потому, между прочимъ, нашла себѣ множество поклонниковъ. Правда, что Сталу былъ извѣстенъ фактъ, прямо опровергавшій его гипотезу. Извѣстно было уже, что при окисленіи металлы увеличиваются въ вѣсѣ, а по предположенію Стала они должны были бы уменьшаться тогда въ вѣсѣ, потому что при окисленіи выдѣляется флогистонъ. Вотъ что говорить объ этомъ Сталь: «Мнѣ хорошо извѣстно, что при окисленіи (превращеніи въ известь) металлы увеличиваются въ вѣсѣ. Это не только не опровергаетъ моей теоріи, но, напротивъ поддерживаетъ ее, потому что флогистонъ легче воздуха и, соединяясь съ тѣломъ, стремится поднять его, уменьшаетъ его вѣсѣ: слѣдовательно, тѣло, потерявшее флогистонъ, должно быть тяжелѣе». Это мнѣніе, какъ видно, основано на неясномъ пониманіи свойствъ газовъ, на представленіи будто газъ не имѣетъ вѣса и не притягивается землею. Этого однако опять не слѣдуетъ осудить. Чтобъ понять съ ясностію свойства газовъ, надо было много усилій ума и опыта.

Въ срединѣ прошлаго столѣтія всѣ почти химики держались мнѣнія Стала, а потомъ долго длилась борьба послѣдователей этаго ученія съ учениками Лавуазье. Лавуазье, съ помощію вѣсовъ, доказала, что всѣ газы имѣютъ свой вѣсѣ, что каждое окисленіе и горѣніе сопровождается увеличеніемъ вѣса насчетъ воздуха. Онъ принялъ поэтому естественное мнѣніе, что тяжелѣйшее тѣло болѣе сложно, чѣмъ легчайшее. Вотъ знаменитый опытъ, сдѣланный Лавуазье въ 1774 году и положившій несомнѣнное основаніе мнѣнію, противоположному ученію Стала. Лавуазье налилъ въ стекляную реторту А (фиг. 36) 4 унца чистой ртути. Горло реторты изгибалось, какъ показано на фигурѣ, и было погружено въ сосудъ RS, также наполненный ртутью. Выдающийся конецъ O реторты былъ покрытъ стекляннымъ колоколомъ PQ. Передъ опытомъ былъ опредѣленъ вѣсѣ всей взятой ртути и весь объемъ воздуха, оставшагося въ приборѣ, т. е. въ верхнихъ частяхъ реторты и подъ колоколомъ. Здѣсь именно было весьма важно опредѣлить объемъ воздуха, чтобы узнать какую играетъ онъ роль при окисленіи ртути: по мнѣнію Стала, при окисленіи ртути, флогистонъ выдѣляется въ воздухъ, а по мнѣнію

Лавуазье ртуть, окисляясь, поглощаетъ часть воздуха, слѣдовательно должно было узнать увеличивается или уменьшается количество воздуха при окисленіи металла. Потому то и важ-



Фиг. 36. Приборъ Лавуазье, служившій для опредѣленіе состава воздуха и причины увеличенія въ вѣсъ металловъ при прокалываніи.

но было измѣрить объемъ воздуха до и послѣ опыта. Чтобы достигнуть этого измѣренія, нужно было знать всю емкость реторты, объемъ влитой въ нее ртути, объемъ колокола до той черты, до которой находился въ ней воздухъ и также температуру и давленіе воздуха во время его измѣренія. Сочетавъ всѣ эти данныя, можно было узнать каковъ объемъ воздуха, помѣщавшагося въ приборѣ и разобщеннаго отъ остальнаго воздуха. Приготовивъ такимъ образомъ приборъ, Лавуазье нагрѣвалъ въ теченіи двѣнадцати дней реторту съ ртутью, до температуры, близкой къ кипѣнію этой послѣдней. При этомъ ртуть покрывалась множествомъ красныхъ чешуекъ, т. е. окислилась или превратилась въ землю (известь). По истеченіи двѣнадцати дней, приборъ былъ охлажденъ и тогда можно было замѣтить, что объемъ воздуха во время опыта уменьшился, что и послужило къ опроверженію мнѣнія нѣмецкаго ученаго. Изъ 50 куб. дюймовъ взятаго воздуха осталось только 42. Опытъ Лавуазье привелъ еще къ другимъ болѣе важнымъ заключеніямъ. Первое изъ нихъ было то, что вѣсъ взятаго воздуха уменьшился на столько, на сколько увеличился вѣсъ ртути при окисленіи, т. е. часть воздуха не уничтожилась, а только соединилась со ртутью. Эта часть воздуха можетъ быть вновь выдѣлена изъ красной окиси ртути и имѣть, какъ мы видѣли, (глава 1) другія свойства, чѣмъ воздухъ. Ее называли кислородомъ. Таже часть воздуха, которая осталась въ приборѣ и не соединилась со ртутью, вовсе неспособна поддерживать ни окисленія металловъ, ни горѣнія, ни дыханія, такъ что заж-

женная лучина тотчасъ гаснетъ при погруженіи въ газъ, оставшійся въ колоколѣ, она гаснетъ такъ въ оставшемся газѣ, какъ при погруженіи въ воду—пишетъ Лавуазье, въ своемъ мемуарѣ. Этотъ газъ называютъ азотомъ. Итакъ воздухъ не есть простое тѣло, а состоитъ изъ двухъ газовъ—кислорода и азота, слѣдовательно, мнѣніе о томъ, что воздухъ есть элементарное вещество, несправедливо. При горѣніи и окисленіи металловъ поглощается кислородъ воздуха. Земли, происходящія чрезъ окисленіе металловъ, суть тѣла, составленныя изъ кислорода и металловъ. Смѣшавши кислородъ съ азотомъ, вновь получимъ такой же воздухъ, какой имѣли прежде. Этимъ было несомнѣнно доказано существованіе тѣлъ сложныхъ. Прямымъ опытомъ было доказано также, что при восстановленіи окисла углемъ, кислородъ, заключающійся въ окислѣ, переходитъ къ углю и даетъ тотъ самый газъ, который получается при горѣніи угля въ воздухѣ. Слѣдовательно и этотъ газъ есть также тѣло сложное, составленное изъ угля и кислорода, какъ окислы изъ металловъ и кислорода. Многочисленные примѣры составленія и разложенія тѣлъ утверждаютъ насъ въ томъ, что большинство тѣлъ, съ которыми приходится имѣть дѣло, суть тѣла сложныя, составленныя изъ нѣсколькихъ другихъ тѣлъ. Накаливая мѣль, мы получаемъ известъ и тотъ углекислый газъ, который происходитъ при горѣніи угля. Приводя въ прикосновеніе известъ съ этимъ газомъ, при обыкновенной температурѣ, вновь получаемъ мѣль, слѣдовательно мѣль есть тѣло сложное; но и тѣ вещества, изъ которыхъ его можно получить, также не суть вещества простыя, потому что углекислый газъ образуется чрезъ соединеніе угля съ кислородомъ, а известъ происходитъ чрезъ окисленіе особаго металла, называемаго кальціемъ. Раздробляя такимъ образомъ тѣла на ихъ составныя части, мы доходимъ наконецъ до такихъ тѣлъ, которыя уже никакими способами не можемъ раздѣлить на два или нѣсколько тѣлъ. Мы можемъ только заставить такія тѣла соединяться между собою или дѣйствовать на сложныя тѣла. Такія тѣла, которыя не могли быть ни составлены изъ чего либо, ни разложены на какія либо другія вещества, такія тѣла называются простыми. Итакъ всѣ однородныя тѣла могутъ быть раздѣлены на простыя и сложныя. Это понятіе введено въ науку и удерживается въ ней со временъ того же Лавуазье. Число такихъ простыхъ тѣлъ весьма невелико, сравнительно съ числомъ образуемыхъ ими сложныхъ тѣлъ. Въ настоящее время извѣстно менѣе семидесяти простыхъ тѣлъ. Нѣкоторыя изъ нихъ весьма рѣдко встрѣчаются въ природѣ или находятся въ незначительномъ количествѣ. Число же простыхъ тѣлъ, съ соединеніями которыхъ

мы обыкновенно обращаемся въ общежитіи, весьма не велико. Металлы, уголь, кислородъ и азотъ могутъ служить примѣрами простыхъ тѣлъ, описаніе которыхъ помѣщено въ слѣдующихъ главахъ. Прежде чѣмъ идти далѣе, укажемъ тѣ практическія правила, которыя вытекаютъ изъ принятаго раздѣленія тѣлъ на простыя и сложныя. Совокупность ихъ и составляетъ понятіе о простыхъ тѣлахъ.

1) Простыя тѣла неспособны превращаться другъ въ друга, по крайней мѣрѣ до сихъ поръ не замѣчено ни одного случая подобнаго превращенія, а потому, въ настоящее время, невозможно превратить одинъ металлъ въ другой. Этимъ, впрочемъ, не отвергается возможность подобнаго превращенія. На основаніи нѣкоторыхъ соображеній, съ которыми мы познакомимся впоследствии, можно даже допустить возможность подобнаго превращенія, но до сихъ поръ нѣтъ ни одного факта, который бы сколько нибудь оправдывалъ подобную мысль.

2) Количество каждаго простаго тѣла, при всѣхъ химическихъ превращеніяхъ, остается постояннымъ, что можно вывести какъ слѣдствіе изъ закона вѣчности вещества и изъ того правила, которое высказано въ предыдущихъ строкахъ. Слѣдовательно уравненіе (стр. 58) для выраженія количества тѣлъ, вступающихъ въ химическія превращенія, пріобрѣтаетъ новое еще болѣе важное значеніе. Если мы знаемъ количества простыхъ тѣлъ, находящихся въ дѣйствующихъ хотя бы и сложныхъ тѣлахъ, если изъ этихъ тѣлъ, путемъ химическаго измѣненія, произойдетъ рядъ новыхъ сложныхъ тѣлъ, то въ нихъ можетъ содержаться только тоже самое количество каждаго изъ простыхъ тѣлъ, какое было въ дѣйствующихъ тѣлахъ. Вся сущность химическаго превращенія сводится на изученіе того, съ чѣмъ и какъ соединено каждое простое тѣло до и послѣ превращенія. Чтобы имѣть возможность, посредствомъ уравненій, выразить различныя химическія превращенія, условились обозначать каждое простое тѣло одною или двумя начальными буквами латинскаго наименованія простыхъ тѣлъ. Такъ наприм. черезъ *O* обозначаютъ кислородъ, который называется по латини *Oxygenium*, чрезъ *N* означаютъ азотъ — *Nitrogenium*, *Hg* — ртуть *Hydragyrum*, чрезъ *Fe* желѣзо *Ferrum* и т. д., для каждаго простаго тѣла, какъ видно будетъ изъ таблицы, приведенной далѣе. Сложное тѣло означаютъ, ставя вмѣстѣ тѣ буквы, которыми обозначаются простыя тѣла, изъ которыхъ оно состоитъ. Напр. чрезъ H_2O означаютъ красную ртутную окись, что и показываетъ, что она составлена изъ кислорода и ртути. Мы увидимъ дальше, что звѣздочка каждаго простаго тѣла соотвѣтствуетъ извѣстному его количеству, называемое нами, такъ что химическая формула означаетъ не только качество простыхъ

тѣлъ, изъ которыхъ состоитъ сложное тѣло, но и количественное содержаніе каждаго простаго тѣла. Всякій химическій процессъ можетъ быть выраженъ уравненіемъ, составленнымъ изъ формулъ, соответствующихъ тѣмъ тѣламъ, которыя дѣйствуютъ и происходятъ. Вѣсовое количество простыхъ тѣлъ, въ каждомъ химическомъ уравненіи, должно быть равно въ обѣихъ частяхъ уравненія, потому что никакое простое тѣло ни вновь не образуется, ни пропадаетъ при химическихъ превращеніяхъ. Если, напр., въ дѣйствующихъ тѣлахъ не содержалось кислорода, а на нихъ дѣйствовало столько воздуха, что въ немъ заключалось n частей кислорода, то въ происходящихъ тѣлахъ опять будетъ содержаться не больше и не меньше какъ n же частей кислорода. Этотъ кислородъ можетъ остаться отчасти въ несоединенномъ состояніи (свободный, какъ говорятъ), отчасти же можетъ взойти въ составъ сложныхъ тѣлъ или же весь взойдетъ въ соединеніе, но во всякомъ случаѣ, если его было до превращенія 10 граммовъ, то и послѣ него останется 10 граммовъ. Очевидно, что имѣя дѣло съ газомъ, нужно устранить, въ изслѣдованіяхъ подобнаго рода, всякую возможность газу, происходящему при превращеніи, уходить или смѣшиваться съ воздухомъ, то есть должно производить изслѣдованіе въ сосудѣ, закрытомъ со всѣхъ сторонъ.

3) Вышеуказанными правилами ясно ограничивается представленіе объ химическихъ превращеніяхъ; изъ тѣлъ данаго качества можно получить не всѣ возможные тѣла, а только такія, которыя содержатъ тѣже самыя простыя тѣла. Болѣе подробное изученіе покажетъ намъ, какія именно взаимныя соединенія способны образовать простыя тѣла, чѣмъ еще болѣе ограничится понятіе объ разнообразіи химическихъ превращеній. Но и при этомъ ограниченіи, всетаки, число могущихъ образоваться разнообразныхъ соединеній безконечно велико. Изученію и описанію подчинено только сравнительно ограниченное число возможныхъ соединеній. Каждый, приступающій къ работамъ, легко можетъ открыть новыя, еще не полученные тѣла, жотя многія изъ такихъ вновь получаемыхъ тѣлъ и предугадываются наукой. Она состоитъ однако не въ одномъ описаніи всего разнообразія могущихъ образоваться соединеній, а въ постиженіи того однообразія, которое кроется въ этомъ множествѣ сложныхъ тѣлъ; ея цѣль—понять тѣ законы, которые управляютъ ихъ образованіемъ и свойствами. Идеаломъ химіи, послѣ открытія простыхъ тѣлъ, стало опредѣленіе свойствъ сложныхъ тѣлъ, на основаніи опредѣленія количества и качества простыхъ тѣлъ, въ нихъ входящихъ, изученіе самыхъ простыхъ тѣлъ, опредѣленіе того, какія и съ

какими свойствами сложныя тѣла могутъ быть образованы каждымъ простымъ тѣломъ.

Если мы утверждаемъ, что такое то простое тѣло входитъ въ составъ даннаго сложнаго тѣла, если мы говоримъ, напри- мѣръ, что въ красной ртутной окиси заключается кислородъ, то мы этимъ не хотимъ сказать, что кислородъ, какъ газо- образное вещество, заключается въ нашемъ сложномъ тѣлѣ, но мы только желаемъ выразить тѣ превращенія, къ которымъ способна красная ртутная окись, т. е. хотимъ сказать, что изъ красной ртутной окиси можно получить кислородъ и что она можетъ отдавать его различнымъ другимъ тѣломъ, словомъ— хотимъ выразить только тѣ превращенія, къ какимъ способна окись ртути. Выражаясь кратко, мы можемъ сказать, что со- ставъ сложнаго тѣла есть выраженіе тѣхъ превращеній, къ которымъ оно способно. Въ этомъ отношеніи полезно сдѣлать ясное различіе между понятіемъ о простомъ тѣлѣ, какъ объ *отдѣльномъ* однородномъ *веществѣ* и о немъ же, какъ объ *веще- ственной*, но не замѣтной *части* сложнаго тѣла. Въ красной ртутной окиси содержится два простыхъ тѣла, или, какъ го- ворятъ химики, два **радикала**: ртуть и кислородъ. Разлагая это сложное тѣло, мы получимъ два простыхъ тѣла, ртуть и кислородъ. Оттого и говорятъ, что она изъ нихъ состоитъ, но не ртуть, какъ металлъ, и не кислородъ въ своемъ газо- образномъ видѣ содержатся въ красной ртутной окиси; въ ней содержится только вещество этихъ простыхъ тѣлъ, какъ въ водяномъ парѣ содержится только вещество льда, но не самый ледъ или какъ въ хлѣбѣ содержится вещество зерна, но не самое зерно. О существованіи простаго тѣла можно сдѣлать представленіе, не зная самаго простаго тѣла, а изучивъ только его соединенія и зная, что они даютъ, во всевозможныхъ об- стоятельствахъ, вещества не тождественныя съ другими, намъ извѣстными соединеніями тѣлъ. Таковъ напри- мѣръ фторъ. Его въ отдѣльности не знали, а между тѣмъ его должны были при- знать за простое тѣло, потому что извѣстны соединенія съ дру- гими простыми, уже отдѣленными тѣлами и еще потому, что опре- дѣлено различіе этихъ соединеній отъ всѣхъ, другихъ сходствен- ныхъ сложныхъ тѣлъ. Чтобы еще яснѣе уразумѣть различіе понятій о простомъ тѣлѣ и радикалѣ, необходимо замѣтить, что сложныя тѣла также соединяются между собою какъ и про- стыя тѣла, также отдѣляютъ при этомъ теплоту, образуютъ новыя, еще сложнѣйшія соединенія. Изъ этихъ новыхъ соеди- неній нерѣдко первоначальное сложное тѣло можетъ быть извлечено совершенно тѣми же способами, какими и простыя тѣла извлекаются изъ своихъ соответственныхъ соединеній.

Часто такія сложныя тѣла вступаютъ въ соединенія совершенно такого же рода, какія даютъ нѣкоторыя простыя тѣла. Иногда образованія сложными радикалами соединенія совершенно сходны съ тѣми, какія даютъ радикалы простые или болѣе простые. Примѣровъ на все это много ¹⁾. Приведемъ здѣсь одинъ. Всякій знаетъ квасцы. Они содержатъ воду и простыя тѣла: сѣру, алюминій или глиній, кислородъ и калий. Это прозрачное вещество растворимо въ водѣ, а изъ растворовъ легко выдѣляется въ формѣ октаэдровъ. Въ этомъ видѣ квасцы и находятся въ продажѣ. Кромѣ обыкновенныхъ или поташныхъ (получаемыхъ при посредствѣ поташа) квасцовъ, извѣстны еще амміачные квасцы (получаемые при содѣйствіи амміака). Тѣ и другіе чрезвычайно между собою сходны, не только по виду, вкусу, практическому употребленію (для протравы при окраскѣ тканей), но даже и по формѣ кристалловъ. Въ составѣ ихъ также большое сходство. Амміачные квасцы также содержатъ воду, сѣру, алюминій и кислородъ, но калия въ нихъ нѣтъ нисколько, а вмѣсто него находится сложный радикалъ, состоящій изъ азота и водорода—двухъ газообразныхъ тѣлъ, совокупность которыхъ въ этомъ (и цѣломъ рядѣ другихъ) случаѣ заступаетъ простое металлическое вещество—, калий. Этотъ сложный радикалъ, замѣняющій калий, называютъ аммоніемъ. Существованіе сложныхъ радикаловъ, образующихъ такія же соединенія, какъ и простые радикалы (или простыя тѣла) упрощаетъ, во многихъ отношеніяхъ, изученіе сложныхъ тѣлъ, позволяя видѣть въ весьма сложныхъ соединеніяхъ тѣ же признаки, свойства и превращенія, какъ и въ соединеніяхъ, свойственныхъ простымъ тѣломъ. Съ другой стороны рождается возможность думать, что и самыя простыя тѣла могутъ быть, со временемъ, разложены. Последнее предположеніе однако никакъ нельзя принимать вполне достовѣрнымъ въ настоящее время, какъ о томъ будетъ сказано впоследствии. Изъ сличенія свойствъ и превращеній сложныхъ и простыхъ тѣлъ,

¹⁾ Такъ называемый болотный газъ, состоящій изъ углерода и водорода, дѣйствуетъ на хлоръ совершенно также, какъ и простое газообразное тѣло водородъ. Оба они въ темнотѣ не дѣйствуютъ, дѣйствіе на разсыпанномъ свѣтѣ солона совершается мало по малу, а при прямомъ солнечномъ свѣтѣ или при накаливаніи, быстро; оба въ результатѣ даютъ газы, если изять равные объемы хлора и водорода или болотнаго газа. Сложное тѣло, состоящее изъ водорода и кислорода и называемое перекисью водорода, во множествѣ случаевъ, дѣйствуетъ сходственно съ простымъ тѣломъ хлоромъ. Съ нимъ же сходственно сложное тѣло, состоящее изъ азота и углерода, называемое синеродомъ или піаномъ. Какъ простыя тѣла замѣняютъ при двойныхъ разложеніяхъ другъ друга, такъ нѣрѣдко перекись водорода замѣняется хлоромъ или синеродомъ. Сложное тѣло, называемое каколитомъ, содержащее углеродъ, водородъ и мышьякъ, соединяется съ различными простыми тѣлами совершенно такъ, какъ съ ними соединяются многіе простые металлы и, что всего важнѣе, образованія соединенія сходственны для радикаловъ того и другаго рода.



видно, что послѣднія различаются другъ отъ друга часто болѣе, чѣмъ отъ нѣкоторыхъ простыхъ тѣлъ. Физическая природа тѣхъ и другихъ одна и таже, а потому нельзя обозначить какихъ либо общихъ свойствъ, принадлежащихъ однимъ простымъ тѣламъ. Если и можно что либо извлечь изъ сличенія свойствъ простыхъ и сложныхъ тѣлъ, то это только то, что между сложными тѣлами нѣтъ ни одного, имѣющаго полную всю совокупность металлическихъ свойствъ и видъ, свойственные металламъ. Только простыя тѣла, хотя и не всѣ, имѣютъ блескъ, непрозрачность, ковкость, большую тепло- и электропроводность, какая свойственна металламъ и ихъ взаимнымъ между соединеніямъ, называемымъ сплавами. Но далеко не всѣ простыя тѣла сѣуть металлы, примѣры которыхъ знаетъ всякій изъ общежитія. Простыя тѣла, неимѣющія физическихъ признаковъ, свойственныхъ металламъ, называютъ металлоидами. Различать металлы и металлоиды однако не всегда удобно, рѣзкой границы здѣсь нѣтъ. Такъ графитъ, простое тѣло, входящее въ карандаши, имѣетъ блескъ и другія свойства металловъ, а уголь и алмазь, составляющіе тоже самое простое тѣло, какъ и графитъ, неимѣютъ ни одного изъ металлическихъ свойствъ. Въ рѣзкихъ примѣрахъ оба разряда простыхъ тѣлъ ясно различаются, а во многихъ частныхъ случаяхъ различіе нерѣзко, а потому и не можетъ служить основой для точнаго дѣленія простыхъ тѣлъ на двѣ группы. Оттого то въ дальнѣйшемъ изложеніи мы и не станемъ столь строго раздѣлять эти два рода простыхъ тѣлъ, какъ то дѣлаютъ иногда. Одно и тоже простое тѣло можетъ имѣть металлическій видъ и можетъ являться въ состояніи неметаллическомъ.

Во всякомъ случаѣ, понятіе о простыхъ тѣлахъ составляетъ основу химическихъ знаній и если мы приводимъ здѣсь, съ самаго начала, списокъ простыхъ тѣлъ, то этимъ хотимъ обозначить состояніе современныхъ свѣденій объ этомъ предметѣ. Всего извѣстно съ полнотою или достовѣрностію, по сихъ поръ, 63 простыхъ тѣла, но многія изъ нихъ столь рѣдко встрѣчаются въ природѣ, и были получены въ такихъ малыхъ количествахъ, что свѣденія о нихъ весьма малы. Въ природѣ преобладаетъ весьма малое число простыхъ тѣлъ. Изученіе этихъ послѣднихъ совершеннѣе, чѣмъ другихъ, уже потому, что опыты и наблюденія надъ ними могли производиться большимъ числомъ изслѣдователей. При каждомъ простомъ тѣлѣ мы обозначаемъ его свойства въ свободномъ видѣ, нахожденіе въ природѣ и знакъ, употребляемый въ химіи, для его обозначенія, и производимый отъ начальныхъ буквъ латинскаго названія тѣла. Жирнымъ шрифтомъ напечатаны названія тѣхъ

простыхъ тѣлъ, которыя почти всюду распространены на поверхности земли, составляютъ главный матеріалъ видимыхъ тѣлъ. Курсивомъ обозначены такія, которыя въ отдѣльномъ или соединенномъ видѣ встрѣчаются въ общежитіи, хотя и нераспространены всюду или встрѣчаются малыми количествами. Простымъ шрифтомъ означены рѣдкія, но хорошо изслѣдованныя простыя тѣла, а мелкимъ (нонпарелью) рѣдкія и малоизслѣдованныя.

Химическій знакъ простого тѣла.	Названія простыхъ тѣлъ, ихъ синонимы и латинскія имена для нѣкоторыхъ.	Видъ въ свободномъ или отдѣльномъ состояніи при обычныхъ температурѣ и давленіи.	Главнѣйшія мѣста распространенія въ природѣ.
Ag	<i>Серебро</i> , Argentum.	Бѣлый металлъ, въ сѣмъ извѣстный.	Въ жилахъ горъ въ свободномъ видѣ и въ соединеніи съ сѣрой, со свинцомъ и сѣрой, съ мѣдью и сѣрой и др.
Al	Алюминій или глиній, Aluminium.	Бѣлый легкий металлъ.	Въ большомъ количествѣ входитъ въ составъ земной коры въ соединеніи съ кислородомъ (глиноземъ) въ глистѣ, содержащей, кромѣ глинозема, кремнеземъ и воду.
As	<i>Мышьякъ</i> , арсеникъ, Arsenicum.	Сѣрый металлъ.	Въ соединеніи съ сѣрой, желѣзомъ, кобальтомъ, преимущественно въ жилахъ горъ. Соединеніе его съ кислородомъ (бѣлый мышьякъ) составляетъ извѣстное ядовитое вещество.
Au	<i>Золото</i> , Aurum.	Желтый металлъ.	Въ свободномъ видѣ въ жилахъ и рыхлыхъ породахъ, называемыхъ россыями.
B	<i>Боръ</i> .	Твердое тело неметаллическое, подобно С.	Въ водѣ нѣкоторыхъ озеръ, въ видѣ буры (соед. съ кислор., и натріемъ), въ каменной соли въ видѣ сложнаго тѣла борацита, изъ трещинъ около вулкановъ съ парами воды, въ соединеніи съ кислородомъ.
Ba	<i>Барій</i> .	Металлъ почти бѣлый, легкий.	Въ видѣ породы, преимущественно тяжелаго шпата, содержащаго кромѣ того кислородъ и сѣру, въ жилахъ горъ.
Be	Бериллій или глицій.	Бѣлый, легкий металлъ.	Рѣдкій, соединенный съ кислородомъ, кремне- и глиноземомъ въ минералъ бериллъ.

Bi	<i>Висмутъ</i> , Bismutum.	Вис-Красно- Въ жилахъ горъ въ свободномъ вато-сѣ- состояннн встрѣчается довольно рый ме- рѣдко. талль.
Bp	<i>Бромъ</i> .	Темнобу- Въ соединеннн съ К и Na въ мор- рая, про- ской водѣ, каменной соли и въ- зрачная которыхъ источникахъ, встрѣ- жидкость, чается въ малыхъ количествахъ. летучая.
C	Углеродъ , Carbonum.	Уголь, Въ соединеннн Н, О и N въ ра- Графитъ и стеняхъ и животныхъ, въ землѣ алмазь въ видѣ каменныхъ углей и въ его видо- соединеннн съ Са и О въ извест- измѣненн- няхъ, въ атмосферѣ въ соеди- ннн. неннн съ О, въ видѣ углекислаго газа.
Ca	Кальцій , Cal- cium.	Легкій Въ каменныхъ породахъ всегда желтова- въ соединеннн съ О, кремнеземомъ, тый ме- С и О и др., въ золѣ растений, талль. въ костяхъ. Съ кислородомъ об- разуетъ известъ.
Ce	Церій, Cerium.	Металль? Рѣдкнй минералль церитъ содержитъ соед. кислорода съ кремнеземъ, лан- таномъ и дидимомъ.
Cd	Кадмій, Cadmi- um.	Блѣный Въмѣстѣ съ цинкомъ, но въ незна- металль. чительномъ количествѣ.
Cl	Хлоръ , Chlor.	Газъ зе- Въ морской и всякой соленой водѣ, леновато- въ соед. съ Na въ видѣ поваренной желтый. соли.
Co	<i>Кобальтъ</i> , Co- baltum.	Сѣрый Соединеннн его съ кислородомъ, As и S въ видѣ рудъ въ жилахъ, рѣдко.
Cr	<i>Хромъ</i> , Chro- mium.	Сѣрый Соединеннн его съ кислородомъ и металль. желѣзомъ въ горныхъ породахъ, нечасто.
Cs	Цезій, Caesium.	Сѣрый Въмѣстѣ съ K, Na, Li въ соленныхъ металль. источникахъ, оч. мало.
Cu	<i>Мѣдь</i> , Cuprum.	Красный Въ породахъ отдѣльно и въ соеди- металль. неннн съ О, также съ Fe и S. Мѣ- стами въ значительныхъ количе- ствахъ.
Di	Дидимъ.	Металль? Въмѣстѣ съ цериемъ, но еще мень- ше чѣмъ церія.
Eg	Ербій.	Металль? Очень рѣдко въ соед. съ кислоро- домъ въ рѣдкихъ минералахъ, вмѣ- стѣ съ итриемъ.
F	<i>Фторъ</i> .	Газъ, без- Въ соединеннн съ Са въ видѣ пла- цвѣтнй? викового шпата въ жилахъ горъ.

Fe	Жельзо, Fer- gum.	Сѣрнй металль.	Всегда въ соединеніяхъ съ O, S, съ C и O и др. почти всюду хотя немного, иногда же цѣлыми массами.
H	Водородъ, Hydrogenium.	Безцвѣт- ный газъ.	Вода содержитъ $\frac{1}{8}$ его по вѣсу, въ видѣ воды и соединеній въ горныхъ породахъ. Растенія и животныя содержатъ его въ видѣ воды и въ соединеніи съ C, O и N.
Hg	<i>Ртуть,</i> Hydrag- gum, mercu- rium.	Жидкй блйный ме- талль.	Нечасто, но иногда въ довольно значительныхъ количествахъ въ свободномъ видѣ и соединенный съ S въ горныхъ породахъ.
I	<i>Иодъ.</i>	Сѣрое, по- луметал- лич. тѣло.	Въ соединеніи съ K и Na въ мор- ской водѣ и золѣ водорослей.
In	<i>Индій.</i>	Сѣрнй металль.	Рѣдко въ соединеніи съ S вмѣстѣ съ цинковыми рудами.
Ir	<i>Иридій.</i>	Блйный тяжелый металль.	Вмѣстѣ съ палладіемъ и др. сопут- ствуетъ платинѣ.
K	Калій или по- тассій.	Сѣрнй легкій ме- талль.	Всегда въ соединеніи съ O и др. въ каменистыхъ породахъ, въ золѣ растений, въ поташѣ. Всюду, но обыкновенно не много.
La	<i>Лавтанъ.</i>	Металль?	Вмѣстѣ съ церіемъ и дидимомъ, оч. мало.
Li	<i>Литій.</i>	Самый легкій ме- талль.	Всегда въ соединеніяхъ съ O и др. въ нѣкоторыхъ минералахъ, мало, по часто.
Mg	Магній.	Сѣрнй, легкій ме- талль.	Всегда въ соединеніи съ кислоро- домъ и другими веществами въ морской водѣ, во многихъ каме- нистыхъ породахъ и растеніяхъ.
Mn	<i>Марганецъ.</i>	Черный металль.	Сопровождаетъ Fe, Mg и Ca всюду почти, но въ маломъ количествѣ. Иногда массами въ соединеніи съ кислородомъ, какъ минераль.
Mo	<i>Молибденъ.</i>	Блйный металль.	Рѣдко встрѣчается въ рудникахъ, въ соединеніи съ сѣрою и со свин- цомъ и кислородомъ.
N	Азотъ, Ni- trogenium.	Безцвѣт- ный газъ.	Воздухъ содержитъ почти $\frac{1}{5}$ этого газа. Соединенный съ C, H и O въ растеніяхъ и животныхъ.
Na	Натрій или содій.	Сѣрнй легкій ме- талль.	Въ соединеніи съ Cl въ соли, въ морской водѣ, съ O и другими веществами въ камняхъ, всюду.

Nb	Ніобій.	Металль? Рѣдкій металль, встрѣчается въ видѣ кислороднаго соединения.
Ni	Никкель.	Сѣр и й Въмѣстѣ съ кабльтомъ, O, As, S металль. въ горныхъ породахъ, рѣдко.
O	Кислородъ , Oxygenium.	Безцвѣт- ный газъ. Въ водѣ $\frac{8}{10}$, въ воздухѣ $\frac{1}{5}$, въ земной корѣ съ металлами и др. тѣлами, около $\frac{1}{2}$, въ жив. и растеніяхъ, всюду и въ знач. колич. въ соединеніяхъ, свободный въ воздухѣ.
Os	Осмій.	Черный Сопутствуетъ иридіи и платину. металль.
P	Фосфоръ , Phosphorum.	Неметал- лическое вещество. Въ растеніяхъ и животныхъ, въ почвѣ, иногда массами, но никогда не свободный, въ соединеніи съ O, Ca и др.
Pb	<i>Свинецъ</i> , Plum- bum.	Сѣр и й Иногда массами, обыкновенно въ тяжелый соед. съ S въ жилахъ горъ. металль.
Pd	Палладій.	Сѣр и й Встрѣчается вмѣстѣ съ платиной, металль. иридемъ въ металлическомъ видѣ.
Pt	Платина.	Тяжелый Рѣдко въ породахъ и россыпяхъ сѣрыйме- въ свободномъ видѣ. талль.
Rb	Рубидій.	Сѣр и й Въмѣстѣ съ Cs. легкійме- талль.
Rh	Родій.	Сѣр и й Спутникъ платины. металль.
Ru	Рутеній.	Сѣр и й Спутникъ платины. металль.
S	Сѣра , Sul- phur.	Желтое Въ землѣ около вулкановъ свобод- неметал- ная, въ другихъ мѣстахъ соед. съ лическое металлами, O и др., также въ ра- вещь. стеніяхъ и животныхъ.
Sb	<i>Сурьма</i> , антимо- ній, Stibium.	Сѣр и й Не часто, обыкновенно въ соеди- металль. неніи съ S въ горныхъ породахъ.
Se	Селень.	Полуме- Сопровождаетъ сѣру около вулка- тал.веще- новъ и въ др. случаяхъ, мало. ство.
Si	Кремній или силицій, Sili- cium.	Полуме- Въ землѣ всюду, въ камняхъ и пр., талличе- всегда въ соединеніи съ кислоро- ское, тем- домъ, образуя кремнеземъ, соеди- носѣрое неній часто съ другими веще- вещество, ствами, а иногда кремнеземъ от- сходно съ сѣрный, напримѣръ, кварцъ, горн. угле ро- хрусталь и др. домъ.

Sn	<i>Олово</i> , Stan- num.	Бѣлый	Не часто, въ жилахъ, соединенное металль. съ кислородомъ.
Sr	<i>Стронцій</i> .	Желтый	Подобно Ba въ соед. съ O и S или металль. O и C, особенно около вулкановъ въ землистыхъ вещ.
Ta	Танталъ.	Металль?	Сходенъ по находенію съ тита- номъ, но еще рѣже.
Te	Теллуръ.	Металль,	Рѣдко въ рудахъ, свободный и со- сходный единенный.
Ti	Титанъ.	Черный	Иногда встрѣчается въ горныхъ металль. породахъ, всегда въ соединеніи съ кислородомъ, иногда и вмѣстѣ съ другими окислами металловъ, особ. желѣза.
Th	Торій.	Металль?	Рѣдкій минераль торить, сходенъ съ циркономъ.
Tl	Талій.	Тяжелый, бѣлый мягкій ме- талль.	Находится въ маломъ количествѣ въ желѣзномъ колчеданѣ. Оч. рѣдкій металль.
Ug	Уранъ.	Сѣрый, тяжелый металль?	Рѣдкій металль. Въ природѣ въ соединеніи съ кислородомъ и др. въ рудахъ.
Va	Ванадій.	Сѣрый	Рѣдкій. Соединенный съ кислоро- металль? домъ и свинцомъ въ нѣкоторыхъ рудникахъ. Сопровождаетъ иногда желѣзо.
Wo	Вольфрамъ или волфцельитъ- гстенъ.	Сѣрый	Довольно рѣдкій, соед. съ кисло- металль. родомъ и желѣзомъ въ рудахъ.
Y	Итрій.	Металль?	Въ весьма рѣдкихъ минералахъ и мало, соед. съ кислородомъ, крем- неземомъ и др. вмѣстѣ съ Eg.
Zn	<i>Цинкъ</i> или ши- аутеръ.	Сѣрый	Не часто, но иногда въ значитель- металль. ныхъ количествахъ, соединенный съ S, также съ O и др. въ гор- ныхъ породахъ.
Zr	Цирконій.	Металль?	Рѣдкій металль, въ жилахъ, въ со- единеніи съ кислородомъ и крем- неземомъ, образуетъ минераль цирконъ.

Нѣкоторыя простыя тѣла, какъ видно изъ этой таблицы, на-
ходятся почти всюду. Ихъ присутствіе доказано даже на от-
даленныхъ отъ насъ свѣтилахъ, посредствомъ изслѣдованія ихъ
свѣта. Это убѣждаетъ въ томъ, что та форма вещества, ко-
торая проявляется на землѣ въ видѣ простыхъ тѣлъ, что эта
форма имѣетъ далекое распространеніе во вселенной.

Таковы простыя тѣла. Въ природѣ однако немного готовыхъ простыхъ тѣлъ, многія изъ нихъ легко соединяются съ тѣми, которыя всюду распространены, особенно съ хлоромъ, сѣрою и кислородомъ, оттого и являются они въ этомъ соединенномъ видѣ.

Способность каждаго простаго тѣла соединяться съ тѣми или другими простыми тѣлами и образовать съ ними прочныя сложныя тѣла, составляетъ основной характеръ каждаго простаго тѣла. Конечно, существуютъ нѣкоторыя группы простыхъ тѣлъ, сходственныхъ по способности къ известнымъ соединеніямъ, но невозможно съ увѣренностію всѣ тѣла раздѣлять на такія группы, потому что нѣкоторыя изъ нихъ, по своимъ склонностямъ къ соединеніямъ, должны относиться къ разнымъ группамъ. Такъ, на примѣръ, сѣра соединяется легко и съ металлами и съ кислородомъ и съ хлоромъ и съ углеродомъ и образуетъ прочныя тѣла. Фосфоръ сходенъ съ нею по способности соединяться съ кислородомъ и хлоромъ, но съ металлами и углеродомъ или не соединяется или даетъ непрочныя соединенія, чѣмъ сходенъ со многими металлами, какъ сурьма, олово. Тоже относится и до сложныхъ тѣлъ. Нужно изучать склонность каждаго тѣла къ образованію тѣхъ или другихъ соединеній. Однако, между сложными тѣлами, какъ и между простыми, можно различать такія, которыя легко вступаютъ въ разнообразныя химическія превращенія, образуютъ многія прочныя соединенія, отъ тѣхъ, которыя вступаютъ въ немногія соединенія, отличаются малою способностію къ образованію новыхъ болѣе сложныхъ тѣлъ. Эти послѣднія необладаютъ энергіею, свойственною первымъ. Этотъ запасъ силы къ образованію новыхъ сложныхъ тѣлъ, послѣ нѣсколькихъ совершившихся соединеній, наконецъ уменьшается, расходуется до того, что получаются не энергическія сложныя тѣла, но они иногда могутъ соединиться съ энергическимъ простымъ или сложнымъ тѣломъ и вновь дать сложнѣйшія тѣла, обладающія способностію къ химическимъ соединеніямъ. Такъ на примѣръ, азотъ (какъ и хлоръ) не соединяется или трудно соединяется съ кислородомъ; первыя степени соединенія не способны или мало способны образовать сложнѣйшія тѣла, но присоединяется еще кислородъ и происходятъ вещества, способныя ко многимъ новымъ превращеніямъ. Здѣсь дѣйствуетъ уже очевидно энергія, кислороду свойственная. Изъ простыхъ тѣлъ, золоту, платинѣ и азоту присущи малая энергія, калию, хлору, кислороду—весьма значительная степень. Но и энергія проявляется не на всѣхъ тѣлахъ. Тѣла, между собою сходныя по физическимъ свойствамъ и по способности къ со-

единениямъ, хотя бы и обладали большою энергіею, или образуютъ взаимныхъ соединеній или даютъ непрочныя. Такъ металлы, взаимно соединяясь, мало измѣняютъ свои свойства, образуютъ развѣ однородную массу, почти не измѣнивъ свойствъ, какъ два газа смѣшиваются между собою во всѣхъ отношеніяхъ, а иногда и вовсе неспособны соединяться. Примѣры такихъ взаимныхъ соединеній металловъ всякому извѣстны изъ общежитія. Всякій знаетъ предметы, приготовляемые изъ соединенія олова со свинцомъ и серебра съ мѣдью. Такъ точно и многія сложныя тѣла соединяются въ однородную массу, обладая сходствомъ въ свойствахъ. Такъ, масла растворяются другъ въ другѣ, вода растворяетъ спиртъ, многія жидкости и многія солеобразныя вещества. Въ такихъ соединеніяхъ сходственныхъ тѣлъ остается вся почти свойственная имъ энергія къ образованію тѣхъ или другихъ превращеній. Тѣла, несходственные между собою, если вступаютъ въ соединенія, то образуютъ вещества съ измѣненной энергіею. Такъ калий и сѣра горятъ на воздухѣ, если будутъ накалены, но если они взаимно соединяются, то происходящее сложное тѣло не воспламеняется, не горитъ на воздухѣ, какъ его отдѣльныя составныя части. Часть энергій калия и сѣры какъ бы выдѣлилась при ихъ взаимномъ соединеніи.

Если къ общимъ свойствамъ тѣлъ причисляютъ непроницаемость, дѣлимость, притяженіе къ землѣ и т. п., то къ нимъ же должно причислить и то, что всѣ тѣла заключаютъ въ себѣ запасъ тепла и запасъ **химической энергій**. Физика доказываетъ, что въ каждомъ тѣлѣ есть свойственный ему запасъ тепла. Расходъ тепла при нагрѣваніи, выдѣленіе его при охлажденіи, составляютъ прибыль и убыль этого запаса. Это объясняютъ тѣмъ, что признаютъ частицы тѣлъ въ состояніи движенія. Напряженность этого движенія и есть запасъ тепла. Эта напряженность можетъ увеличиваться и уменьшаться, но представить себѣ состояніе покоя нельзя, изучая физическія явленія. Таковъ и запасъ химической энергій, свойственный тѣламъ. Его можно разсматривать, какъ мы стараемся развить впоследствии, какъ особый видъ движенія, подобно теплотѣ. Этотъ запасъ увеличивается и уменьшается при образованіи новыхъ тѣлъ, но не уничтожается совершенно ни при какихъ соединеніяхъ. Какъ при переходѣ изъ одного состоянія въ другое поглощается или выдѣляется часть запаса теплоты, такъ при соединеніяхъ, разложеніяхъ и всякихъ химическихъ процессахъ происходитъ измѣненіе въ запасѣ химической энергій.

Итакъ совокупленіе понятій о вѣчности матеріи и понятія о

простыхъ тѣлахъ даетъ возможность положить твердую основу всѣхъ химическихъ знаній. Пока не были эти два понятія введены въ нашу науку, ея свѣденія были отрывочны и не представляли никакой стройности. Съ тѣхъ поръ, какъ Лавуазье указалъ ихъ въ наукѣ, успѣхи химіи сдѣлались весьма быстрыми. Оттого-то Лавуазье и должно считать основателемъ химіи, какъ науки. Вышеприведенныя понятія опредѣляютъ, въ общихъ чертахъ, возможные качественныя и количественныя измѣненія матеріи. Чтобы составить представленіе о ходѣ химическихъ явленій, необходимо еще характеризовать природу той силы, которая производитъ химическія явленія. Эту силу называютъ **сродствомъ** или химическимъ сродствомъ. Сила эта подобна всякой притягательной силѣ. Она опредѣляетъ совокупленіе разнородныхъ веществъ въ одно цѣлое, новое вещество. Химическія явленія опредѣляются существованіемъ взаимнаго притяженія разнородныхъ веществъ, подобно тому, какъ паденіе тѣлъ опредѣляется притяженіемъ ихъ къ землѣ. Сложность химическихъ процессовъ зависитъ оттого, что существуютъ силы, дѣйствующія, подобно сродству тѣлъ, на безконечно малое разстояніе, но опредѣляющія другое распределеніе матеріальныхъ частицъ. Такова, на примѣръ, сила сдѣленія, связывающая однородныя части тѣла между собою, такова также упругость, свойственная газамъ, препятствующая имъ присоединяться къ твердымъ тѣламъ. Можно представить это такимъ образомъ, что данная матерія притягивается и къ сосѣднимъ однороднымъ частямъ и къ сосѣднимъ разнороднымъ и, смотря потому, какое изъ притяженій беретъ верхъ, наступаетъ химическій процессъ или его не совершается. Явленіе разложенія можно себѣ объяснить такимъ образомъ, что притяженіе однородныхъ частей беретъ верхъ надъ притяженіемъ разнородныхъ и соединеніе разрушается на отдѣльныя свои составныя части. Тѣ роды химическихъ явленій, въ которыхъ изъ двухъ тѣлъ являютъ два новыхъ тѣла, могутъ зависѣть или оттого, что сродство вновь образующихся тѣлъ значительнѣе, чѣмъ первоначально бывшихъ, или оттого, что притяженіе однородныхъ частицъ происходящихъ тѣлъ больше, чѣмъ дѣйствовавшихъ, или, наконецъ, отъ совокупности того и другаго рода вліяній. Эти представленія о природѣ химическихъ процессовъ имѣютъ, однако, въ себѣ весьма много мечтательнаго, неяснаго, произвольнаго, вызываются общечеловѣческой привычкою вездѣ отыскивать борьбу и ея причины. Можно излагать всю химію, нисколько не касаясь понятія о мѣрѣ сродства разнородныхъ элементовъ. Для всякаго измѣренія необходима единица, посредствомъ которой можно было бы производить измѣренія, а относительно измѣренія силы сродства мы не имѣемъ такой единицы. Одно только и есть построеніе, которое даетъ возможность, по крайней мѣрѣ до нѣкоторой степени, судить о мѣрѣ сродства. Оно основывается на измѣреніи физическихъ явленій, сопровождающихъ химическія. Когда два тѣла соединяются, то замѣчается при этомъ всегда или отдѣленіе или поглощеніе тепла. Если при соединеніи происходитъ отдѣленіе тепла, то при разложеніи существуетъ совершенно одинаковое поглощеніе тепла. Когда, на примѣръ, два газа даютъ жидкое соединеніе, то при этомъ отдѣленіе тепла происходитъ отъ двухъ по крайней мѣрѣ причинъ. От-

того, вопервыхъ, что газообразныя тѣла перешли въ жидкое состояніе, а при этомъ переходѣ, какъ извѣстно, отдѣляется тепло. Во вторыхъ, отдѣленіе тепла зависитъ оттого, что два разнородныя тѣла образуютъ одно сложное, подобно тому, какъ при сжатіи газа отдѣляется тепло или подобно тому, какъ падающее тѣло, встрѣчая остановку въ своемъ паденіи, развиваетъ теплоту, какъ ядро, встрѣчая препятствіе и останавливаясь въ своемъ полетѣ, разогрѣвается. Такимъ образомъ, по количеству тепла, развивающагося при соединеніи, можно, до нѣкоторой степени, судить о той быстротѣ, съ которою соединяющіяся частицы другъ къ другу падали, стремились къ взаимному соединенію. Основной законъ силь долженъ прилагаться, очевидно, и здѣсь. Этотъ основной законъ, развиваемый съ подробностью въ физикѣ, состоитъ, въ **вѣчности силь** или движенія. Какъ матерія не творится и не пропадаетъ, такъ точно и никакая сила не творится и не пропадаетъ. Если она проявляется, то это зависитъ оттого, что первоначально она имѣла, такъ сказать, невидимую, молекулярную форму. Движеніе, свойственное малѣйшимъ частицамъ тѣла и есть то состояніе напряженности и теплоты, которое имъ свойственно. Переходъ изъ видимаго механическаго движенія въ невидимое частичное движеніе, называемое теплотой, опредѣляется совершенно точнымъ соотношеніемъ. То количество тепла, которое въ состояніи нагрѣть одинъ килограммъ воды на 1° Ц., въ состояніи, превратившись въ механическую силу, поднять 424 килогр. на высоту одного метра. Развивается ли теплота, или развивается механическое движеніе, во всякомъ случаѣ, совершается извѣстная работа. Если механическое движеніе прекращается, оно не пропадаетъ, а превращается въ какую либо другую форму движенія, напримѣръ, въ теплоту, по закону постоянства силь. Что при химическихъ процессахъ непременно должно существовать движеніе, опредѣляемое силою сродства, это несомнѣнно уже изъ одного того, что различныя вещества, бывшія до химическаго соединенія, превращаются въ однородное цѣлое, слѣдовательно, передвиженіе въ частицахъ неизбежно должно было существовать. Это передвиженіе должно остановиться, лишь тѣла соединятся, а прекратившееся движеніе принимаетъ другую форму, становится тепломъ и потому количество теплоты опредѣляетъ мѣру быстроты движенія и энергію, съ которою тѣла соединяются между собою. При образованіи сложныхъ тѣлъ, всегда должно существовать отдѣленіе тепла, но, вмѣстѣ съ тѣмъ, существуютъ и причины поглощенія тепла. Эти причины состоятъ въ перемѣнѣ физическаго состоянія веществъ (напримѣръ, когда твердое тѣло, чрезъ соединеніе съ жидкостью, становится жидкимъ, или когда твердое тѣло переходитъ въ газъ), и въ тѣхъ механическихъ передвиженіяхъ, какія сопровождаютъ химическіе процессы (такъ, напр., если произошло и безъ перемѣны состоянія, расширеніе объемовъ, значить и механическая работа). Такимъ образомъ, въ результатѣ получается или отдѣленіе тепла или его поглощеніе, когда разнородныя тѣла соединяются въ одно цѣлое. Очевидно, что при распаденіи сложнаго тѣла, должно существовать прямо противоположное явленіе, т. е. должно поглощаться тепло, если при соединеніи оно отдѣлялось. Откуда же, спрашивается, является эта теплота или это движеніе,

коли существуетъ законъ вѣчности силъ? Отчего, если горитъ уголь, развивается теплота? Откуда беретъ она свое начало? Очевидно изъ тѣхъ веществъ, которыя дѣйствуютъ, значить, въ углѣ и воздухѣ, насчетъ которыхъ совершается явленіе, заключалось это тепло, т. е. угольные частицы и частицы воздуха находились въ состояніи движенія, имѣющаго другую форму, чѣмъ тотъ родъ движенія, который опредѣляетъ температуру тѣла. Этотъ-то родъ движенія, свойственный каждому тѣлу и опредѣляющій возможность его соединенія съ другими тѣлами и составляющій характеристику энергіи, свойственной каждому тѣлу. Подобно тому, какъ каждому тѣлу свойственно извѣстное содержаніе тепла, то есть извѣстное количество движенія, которымъ обладаютъ его части, такъ точно каждому веществу свойственно и извѣстное количество движенія, опредѣляющее его способности къ образованію химическихъ соединеній. Этотъ видъ движенія превращается въ теплоту, когда происходитъ химическое соединеніе, а теплота превращается въ этотъ видъ движенія, когда происходитъ химическое разложеніе, совершенно подобно тому, какъ посредствомъ теплоты можно получить механическое движеніе и обратно, посредствомъ механическаго движенія можно получить явленіе теплоты. Очевидно, что количество этого движенія или химическая энергія сложнаго тѣла будетъ меньше, чѣмъ отдѣльныхъ его составныхъ частей, если при образованіи такого сложнаго тѣла произошло выдѣленіе тепла, превращеніе части химической энергіи въ теплотный видъ движенія. Простое тѣло, въ этомъ смыслѣ, будетъ вещество, обладающее значительнымъ количествомъ этой энергіи. Это будетъ, по отношенію къ соединеніямъ того же простаго тѣла, такое состояніе матеріи, какъ газъ по отношенію къ жидкости и къ твердому тѣлу. Въ газѣ заключается больше теплоты. Для того, чтобы получить изъ твердаго или жидкаго тѣла газообразную форму, нужно придать къ нимъ нѣкоторое количество тепла. Такъ точно, чтобы получить изъ сложнаго тѣла нѣкоторое количество простыхъ тѣлъ, нужно придать къ этимъ послѣднимъ нѣкоторое количество тепла. Необходимо, говоря точнѣе, сообщить извѣстнаго рода движеніе, которое превратится при разложеніи въ химическую энергію, которую снабжено каждое простое тѣло. Оттого будетъ понятнымъ, что, снабдивши сложное тѣло извѣстнымъ количествомъ движенія, можно разрушить его на составныя части, какъ мы увидимъ это далѣе, доказывая, что тепло разрушаетъ сложныя тѣла. По этой самой причинѣ, дѣйствіемъ гальваническаго тока или вообще электричества, можно произвести разложеніе сложныхъ тѣлъ, какъ увидимъ доказательство тому вскорѣ. По той же самой причинѣ и свѣтвыя колебанія могутъ иногда разрушать сложныя тѣла, а иногда и механическія силы могутъ содѣйствовать этому разрушенію. Нерѣдко, впрочемъ, количество усилія, потребнаго для разрушенія, не пропорціонально количеству происходящаго оттого эффекта. Достаточно одного прикосновенія искры, чтобы воспламенить большую массу пороха. Это зависитъ оттого, что одновременно совершаются во многихъ случаяхъ процессы противоположныя, теплоту развивающіе и теплоту поглощающіе. Можетъ существовать непрочное равновѣсіе, которое достаточно нарушить, и большая масса, въ рав-

новѣсін находившаяся, станетъ вся приходитъ въ измѣненіе. Одна частица пороха, зажженная искрою, сама сгорая, служитъ зажигающею искрою для сосѣднихъ крупинокъ пороха, а потому малое вліяніе нерѣдко можетъ производить большой эффектъ. Процессъ, начатый какъ бы самъ по себѣ, совершается, не останавливаясь. Нетаковы другія явленія. Въ нихъ эффектъ, результатъ дѣйствія, пропорціоналенъ количеству вліяющихъ обстоятельствъ. Это бываетъ тогда, когда происходитъ отъ дѣйствующаго вліянія переходъ другаго вида движенія въ химическую энергію. Подобно это тому, что количество испаряющейся жидкости пропорціонально количеству переданнаго ей тепла, точно такъ каменный уголь даетъ при накаливаніи свѣтильный газъ, поглощая теплоту. Стоитъ прекратить накаливаніе, передачу тепла углю и онъ перестанетъ выдѣлять газъ. Такъ точно вещества, употребляемая въ фотографіи, измѣняются отъ дѣйствія свѣта, но только въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ свѣтъ дѣйствовалъ, и только до тѣхъ поръ, пока онъ дѣйствуетъ и тамъ значительное, гдѣ сила свѣта была значительное. На этомъ и основано полученіе фотографическихъ изображеній.

Вотъ тѣ немногія соображенія, которыя могутъ быть, при нынѣшнемъ состояніи нашихъ свѣденій объ этомъ предметѣ, приведены для характеристики силы сродства. Необходимо сознаться, что всѣ эти представленія имѣютъ въ себѣ еще много неяснаго; но оправданіемъ для этого можетъ служить то обстоятельство, что законъ вѣчности силъ и его слѣдствія еще мало обработаны, по своей недавности. Только въ примѣненіи къ явленіямъ теплоты существуютъ довольно ясные выводы; химическая энергія матеріи изучена еще весьма мало. О ней можно составить только довольно смутное понятіе, потому что еще нѣтъ пріемовъ къ опредѣленію ея измѣненій въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ. Все, что можно сдѣлать въ этомъ отношеніи въ настоящее время, это изучить количество тепла, отдѣляющагося или поглощаемаго при химическихъ превращеніяхъ. Но и здѣсь явленія, столь сложныя, сопровождаются такимъ рядомъ физическихъ измѣненій, что судить о томъ, какая доля выдѣляющагося или поглощаемаго тепла составляетъ или зависитъ отъ химической энергіи, часто еще и невозможно. Не должно однако забывать, что изученіе химіи до тѣхъ поръ не будетъ полнымъ, не станетъ въ рядъ съ изученіемъ другихъ физическихъ явленій, пока въ этомъ отношеніи не сдѣлано будетъ изысканій. Нынѣшнее состояніе химіи опредѣляется почти положительнымъ отсутствіемъ примѣненія закона постоянства силъ къ изученію отдѣльныхъ химическихъ явленій. Всѣ химическія свѣденія основаны почти исключительно только на законѣ постоянства матеріи, на изученіи количественнаго превращенія веществъ другъ въ друга, стѣсняемаго понятіемъ о простыхъ тѣлахъ. Химикъ видитъ на каждомъ шагѣ, что не всѣ возможныя превращенія совершаются по этому закону, что только извѣстныя сложныя и простыя тѣла другъ съ другомъ соединяются; онъ видитъ, что есть тѣла, обладающія большою химическою энергіею, которыя способны соединяться съ множествомъ другихъ тѣлъ, что есть цѣлый разрядъ другихъ тѣлъ, необладающихъ этою энергіею, которыя не вступаютъ въ соединенія или образуютъ соединенія непрочныя. Онъ характеризуетъ этимъ тѣ или другія тѣ-



ла, но не предугадывает этого отношения тѣлъ. Предугадывать и значить обладать предметомъ. Химикъ предугадываетъ тѣ количества, въ которыхъ тѣла соединяются между собою, какъ мы увидимъ впоследствии. Онъ находитъ точныя выраженія для опредѣленія количественныхъ отношений дѣйствующихъ тѣлъ, но качество дѣйствія, даже то, подѣйствуютъ ли тѣла другъ на друга, онъ не предугадываетъ, онъ по сихъ поръ только изучаетъ ихъ и производитъ наблюдения—запасъ для будущей теоріи, находитъ аналогию, отыскиваетъ различія, но ошущю, иногда развѣ по догадкѣ, но не съ увѣренностію—потому что нѣтъ еще выработанныхъ аксіомъ. Если бы свѣденія о химической энергіи веществъ были для него столь же ясны, какъ и свѣденія о количественномъ ихъ отношеніи, то, безъ сомнѣнія, онъ могъ бы и въ этомъ отношеніи вполнѣ обладать предметомъ. Нынѣ же, при отсутствіи этихъ свѣденій, каждое простое тѣло приходится характеризовать по способности его соединяться съ тѣми или другими простыми или сложными тѣлами, и то же самое необходимо дѣлать для каждаго сложнаго тѣла. Облегченіе даетъ только одна аналогія. Многія тѣла оказываются сходными между собою относительно способности вступать въ тѣ или другія соединенія и, за недостаткомъ свѣденій о мѣрѣ и видѣ химической энергіи, свойственной тѣлу, химику приходится отыскивать аналогію, ставить въ рядъ тѣла, образующія естественную группу по своей способности вступать въ соединенія съ тѣми или иными другими веществами. Должно думать, что, по мѣрѣ разработки свѣденій о химической энергіи матеріи, можно будетъ столь же точно предугадывать качественныя отношенія различныхъ тѣлъ другъ къ другу, какъ предугадываетъ химикъ, въ настоящее время, ихъ количественное отношеніе. Здѣсь нужно ждать новаго Лавуазье, который бы открылъ приемъ опредѣлять мѣру химической энергіи, свойственной каждому веществу, какъ Лавуазье далъ приемъ измѣрять количество веществъ, вступающихъ въ взаимодѣйствіе, который бы открылъ общій законъ, управляющій всѣми химическими явленіями, какъ законъ вѣчности матеріи управляетъ количествомъ веществъ, вступающихъ во взаимодѣйствіе.

Хотя наши свѣденія о силѣ сродства, какъ видно изъ предыдущихъ строкъ, и отличаются еще большою неясностію, тѣмъ не менѣе уже есть много частныхъ случаевъ, которые даютъ возможность понимать, по крайней мѣрѣ въ нѣкоторой степени, соотношеніе этой силы къ другимъ физическимъ силамъ. Вотъ надъ этимъ то предметомъ мы теперь, и особенно въ нѣкоторыхъ мѣстахъ послѣдующихъ главъ, будемъ останавливаться, чтобы хотя нѣсколько яснить понятіе о сродствѣ и химической энергіи. †

Условія хода реакцій. Реакціею называютъ химическое явленіе, происходящее между тѣлами. Не всякія два тѣла, приведенныя въ прикосновеніе, подвергаются химическимъ измѣненіямъ. Но для того, чтобы между нѣкоторыми изъ нихъ совершалась извѣстная химическая реакція, нужны часто многія условія, иногда весьма отличающіяся отъ обыкновенныхъ условій, среди которыхъ находятся тѣла въ природѣ. Такъ, напримѣръ, для го-

рѣнія угля необходимо не только присутствіе воздуха и именно кислорода, въ немъ находящагося, но сверхъ того, чтобы уголь былъ накаленъ, то есть нагрѣтъ до значительнаго жара. Чтобы заставить горѣть уголь, ихъ обыкновенно, какъ говорится, зажигаютъ, то есть накалываютъ одну часть угля. Накаленная часть угля загорается, то есть соединяется съ кислородомъ воздуха и при этомъ отдѣляется теплота, которая служитъ для накалыванія другихъ частей угля, которыя потому только и горятъ, что предворительно накалены. Подобно тому какъ горѣніе угля обуславливается его накалываніемъ, такъ точно и каждая химическая реакція идетъ только при извѣстныхъ условіяхъ. Главнѣйшія условія, оказывающія вліяніе на ходъ химическихъ реакцій, суть слѣдующія:

а) Степень нагрѣванія. Нѣкоторыя химическія реакціи идутъ только при низкихъ температурахъ, а при высшихъ температурахъ не совершаются. Можно привести какъ примѣръ соединенія хлора и поваренной соли съ водою, которыя происходятъ только при температурахъ ниже 0° . При высшихъ температурахъ образованіе этихъ соединений не совершается и даже образованное соединеніе разрушается на составныя части. Многія другія реакціи идутъ, напротивъ того, только при повышеніи температуры. Это вліяніе возвышенной температуры на успѣшность хода реакцій, въ нѣкоторыхъ случаяхъ, можно изъяснить тѣмъ, что, при накалываніи, одно изъ реагирующихъ тѣлъ превращается изъ твердаго состоянія въ жидкое или парообразное. Это превращеніе въ жидкость способствуетъ ходу реакціи, потому что помогаетъ полному прикосновенію частей, дѣйствующихъ другъ на друга. Жидкія тѣла, отличающіяся подвижностію частичекъ, легче вступаютъ въ химическія превращенія, сущность которыхъ состоитъ въ перемѣщеніи частичекъ вещества. Другая причина, которой должно приписать главное значеніе для объясненія вліянія нагрѣванія на ходъ химическихъ реакцій, состоитъ въ томъ, что сѣвленіе или связь однородныхъ частицъ при нагрѣваніи уменьшается и такимъ образомъ легче совершается разъединеніе частей взятыхъ тѣлъ и превращеніе ихъ въ новыя соединенія. Нагрѣваніемъ пользуются не только для производства разныхъ разложеній и соединеній, но и для возбужденія многихъ реакцій двойнаго разложенія, примѣры чего мы увидимъ очень часто, при слѣдующемъ изложеніи. Но намъ здѣсь особенно важно замѣтить общее вліяніе сильнаго жара на всѣ сложныя тѣла, потому что есть поводъ утверждать, что всѣ сложныя тѣла, при болѣе или менѣе сильномъ жарѣ, разлагаются. Примѣры подобнаго разложенія мы уже видѣли, описывая разложеніе красной ртутной окиси на ртуть и кислородъ, и разложеніе дерева подъ



вліяніемъ жара. Многія тѣла разлагаются при незначительномъ жарѣ, напримѣръ та гремучертутная соль, которая кладется въ пистоны или ружейныя капсюли, разлагается уже при нагрѣваніи выше 120° . Множество тѣлъ, составляющихъ массу тѣла животныхъ и растений, разлагается уже при температурѣ 250° . Такія тѣла, которыя, повидимому, неразлагаются отъ нагрѣванія, въ дѣйствительности часто подвергаются этому измѣненію, но его трудно только наблюдать. Таково, напримѣръ, разложеніе воды отъ дѣйствія жара, столь сильнаго, при какомъ плавится серебро. При этомъ вода, въ дѣйствительности, разлагается на водородъ и кислородъ, но мы не можемъ собрать полученные газы, потому что они вновь образуютъ воду, соединяясь при малѣйшемъ охлажденіи. Изъ этихъ и множества другихъ фактовъ должно заключать, что всѣ сложныя тѣла, при сильнѣйшемъ жарѣ, разлагаются на простыя тѣла, изъ которыхъ они составлены. Смотрия потому, какая степень жара содѣйствуетъ разложенію даннаго сложнаго тѣла, обыкновенно судятъ объ степени той силы, которая удерживаетъ разнородныя элементы въ связи или, какъ говорится, объ степени сродства между простыми тѣлами, изъ которыхъ составлено разлагающееся сложное тѣло. Вотъ нѣсколько доказательствъ, на которыхъ основывается подобное мнѣніе.

Уголь образуетъ съ кислородомъ одно изъ самыхъ постояннѣйшихъ (трудно разлагающихся) соединений, углекислый газъ. Дѣйствительно, углекислый газъ образуется съ отдѣленіемъ большаго количества тепла. Когда уголь сжигается и образуетъ соединеніе съ кислородомъ, то выдѣляется до 8000 единицъ тепла, т. е. одинъ граммъ угля, сжигая, даетъ столько тепла, что имъ можно нагрѣть 8000 гр. воды на 1° или 80 гр. на 100° . Въ дѣйствительности, чрезъ химическое соединеніе углерода съ кислородомъ, развивается еще больше тепла, потому что, безъ сомнѣнія, довольно значительная часть развивающагося тепла поглощается на то, чтобы перевести твердый уголь въ газообразное состояніе, въ какомъ онъ находится въ видѣ углекислаго газа. Этотъ углекислый газъ дѣйствіемъ жара весьма трудно измѣняется и если разлагается, то только отчасти. Значитъ, это есть прочное соединеніе. При соединеніи же мѣди съ кислородомъ, развивается только 600 единицъ тепла, и это соединеніе гораздо менѣе прочно, чѣмъ углекислый газъ. Доказательство этому можно видѣть въ томъ, что уголь, при накаливаніи, отнимаетъ кислородъ отъ соединенія его съ мѣдью, при чемъ отдѣляется новое количество тепла. 6 вѣсовыхъ частей угля, соединяясь съ 16 вѣсовыми частями кислорода, развиваютъ, судя по предыдущему, 48000 единицъ тепла; 63 вѣсовыхъ части мѣди, соединяясь съ 16 частями кислорода, раз-

виваютъ только 37800 единицъ тепла. Когда уголь разлагаетъ соединеніе мѣди съ кислородомъ, тогда выдѣляется на вышеуказанное количество веществъ еще 10200 единицъ тепла, т. е. на одну вѣсовую часть угля выдѣляется еще около 1700 единицъ тепла, слѣд. еще даже больше того, сколько выдѣляетъ одна вѣсовая часть мѣди, соединяющаяся съ кислородомъ. Металлическая мѣдь разлагаетъ соединеніе серебра съ кислородомъ, изъ чего мы и можемъ заключить, что серебро еще меньше развиваетъ тепла, соединяясь съ кислородомъ, чѣмъ мѣдь, и дѣйствительно, образующееся соединеніе (окись серебра) столь непостоянно, что достаточно невысокаго жара, чтобы это соединеніе разрушить. Такимъ образомъ, по количеству тепла, развивающагося при соединеніи, можно судить, до нѣкоторой степени, о прочности образующагося вещества. Обыкновенно тѣла, легко разлагающіяся при нагрѣваніи, суть именно тѣ, которыя вообще весьма мало прочны. Они разлагаются многими другими тѣлами весьма легко.

б) Вліяніе гальваническаго тока и электричества вообще на ходъ химическихъ превращеній, весьма подобно вліянію теплоты. Большинство сложныхъ тѣлъ, проводящихъ гальваническій токъ, при дѣйствіи электричества разлагается. Электричество нужно считать также особымъ видомъ частичнаго движенія, какъ и теплоту и все то, что относится къ явленіямъ разрушенія, производимымъ теплотою, относится и къ явленіямъ, производимымъ дѣйствіемъ тока, только здѣсь раздѣленія тѣлъ на составныя части можно достигнуть съ гораздо большимъ удобствомъ, потому что оно совершается при обыкновенной температурѣ. Самыя прочныя тѣла могутъ быть этимъ путемъ разложены и здѣсь замѣчается та важная особенность, что составныя части являются на различныхъ полюсахъ или электродахъ, чрезъ которые проходитъ токъ въ тѣло. Вещества, являющіяся на положительномъ полюсѣ, носятъ названіе электроотрицательныхъ, а тѣ, которыя являются на отрицательномъ полюсѣ (соединяющемся съ цинкомъ въ обыкновенной гальванической парѣ или батарее), носятъ названіе электроположительныхъ. Къ разряду первыхъ принадлежатъ тѣла неметаллическія, въ большинствѣ по крайней мѣрѣ случаевъ, какъ то: хлоръ, кислородъ и т. п., а также сложные радикалы кислотъ и сходственные съ ними тѣла. На отрицательномъ же полюсѣ являются металлы, водородъ и сходственные съ нимъ соединенія. Разложеніе сложныхъ тѣлъ посредствомъ гальваническаго тока послужило въ исторіи химіи къ открытіямъ, весьма важнымъ. Многія простыя тѣла были открыты этимъ путемъ. Въ особенности знаменито полученіе металловъ калия и натрія, соединеніе которыхъ съ кислородомъ Лавуазье

и химики его времени считали за простые тѣла. Англичанин Девин показалъ, что эти вещества разлагаются гальваническимъ токомъ и на электроотрицательномъ полюсѣ получили металлы, заключающіеся въ этихъ соединеніяхъ, какъ то: калий и натрій. Производя разложенія, электричество, съ другой стороны, можемъ содѣйствовать и образованію нѣкоторыхъ соединеній.

с) Дѣйствіемъ свѣта нѣкоторыя малопостоянныя соединенія также разлагаются. Механическая работа тѣхъ колебаній, которыя опредѣляютъ свѣтовые явленія, весьма невелика и потому только нѣкоторыя, вообще непрочныя тѣла, могутъ разлагаться свѣтомъ, по крайней мѣрѣ въ обыкновенныхъ условіяхъ. Но есть разрядъ химическихъ явленій, опредѣляемый свѣтомъ, составляющій еще неразрѣшенную задачу химіи. Это именно явленія, происходящія въ растеніяхъ подѣ влияніемъ свѣта. Здѣсь совершаются разложенія и соединенія неожиданныя, нерѣдко невоспроизведенныя искусственно. Такъ, напримѣръ, углекислый газъ, столь прочный и относительно дѣйствія электричества и тепла, разлагается въ растеніяхъ, подѣ влияніемъ свѣта, выдѣляя кислородъ. Въ другихъ же случаяхъ, дѣйствіемъ свѣта разлагаются только мало прочныя соединенія, дѣйствіемъ жара обыкновенно легко разлагаемыя, а также разлагающіяся и дѣйствіемъ другихъ дѣятелей, напр. другихъ веществъ. Хлоръ соединяется съ водородомъ не только подѣ влияніемъ тепла, но и подѣ влияніемъ свѣта, что и показываетъ, что и соединенія, точно также какъ разложенія, могутъ опредѣляться дѣйствіемъ свѣта. Въ этомъ вновь можно видѣть подтвержденіе того, что между свѣтовыми и теплотными явленіями существуетъ непрѣмная аналогія. При нынѣшнемъ состояніи нашихъ свѣденій, эта аналогія выражается тѣмъ, что явленія того и другого рода признаются за явленія движенія частичекъ.

д) Механическія влиянія оказываютъ, какъ и влиянія предыдущихъ родовъ, свое дѣйствіе какъ на ходъ химическихъ соединеній, такъ и на ходъ химическихъ разложеній. Многія вещества разлагаются отъ одного тренія или удара. Таково, напр., соединеніе, называемое іодистымъ азотомъ, заключающее въ себѣ азотъ, іодъ и водородъ; такова, напр., гремучертутная соль, которая отъ удара въ капсулахъ разлагается. Механическое сжатіе газовъ способствуетъ ихъ соединенію. Такъ, напр., газы, сгущенные въ порахъ губчатой платины, находятся въ состояніи, способномъ къ взаимодѣйствію гораздо болѣе, чѣмъ въ свободномъ видѣ. Механическое треніе заставляеть сѣру старать насчетъ кислорода, заключающагося въ бертолетовой соли.

е) Кромѣ различныхъ обстоятельствъ, изложенныхъ выше,

ходу химическихъ реакцій благоприятствуетъ или препятствуетъ то состояніе прикосновенія, въ какомъ находятся дѣйствующія тѣла. Увеличить число точекъ прикосновенія — значитъ, при прочихъ равныхъ условіяхъ, увеличить быстроту хода реакцій. Достаточно указать хотя бы на одно то обстоятельство, что сѣрная кислота не поглощаетъ маслороднаго газа при обыкновенныхъ условіяхъ прикосновенія, но при продолжительномъ взбалтываніи такое поглощеніе происходитъ, потому что число прикасающихся точекъ увеличивается весьма значительно. Когда заставляютъ дѣйствовать твердыя тѣла другъ на друга, то, для полнаго ихъ взаимодѣйствія, необходимо сколь возможно мелко перемѣшать ихъ между собою, превратить въ возможно мелкій порошокъ. Чрезъ это, взаимодѣйствіе весьма значительно ускоряется. Жидкости, несмѣшивающіяся между собою, трудно дѣйствуютъ другъ на друга. Чтобы заставить ихъ дѣйствовать, нерѣдко весьма важно превратить ихъ въ паръ, потому что въ парахъ всѣ тѣла смѣшиваются и образуютъ однородную массу. Этимъ объясняется, по крайней мѣрѣ, отчасти и въ нѣкоторыхъ случаяхъ, то, что нагрѣваніе въ запаянной трубкѣ благоприятствуетъ ходу химическихъ реакцій. Въ запаянномъ сосудѣ образуются пары и они остаются не удаляясь изъ запаяннаго сосуда, смѣшиваются другъ съ другомъ и вступаютъ во взаимодѣйствіе.

Во всѣхъ этихъ случаяхъ мы замѣчаемъ одно общее: ходъ химическаго явленія, которое несомнѣнно должно сопровождаться движеніемъ или перемѣщеніемъ, столь же зависить отъ такихъ вліяній, которыя состоятъ въ сущности также въ движеніи, сколько всякое вообще движеніе можетъ происходить изъ другаго движенія. Одинъ родъ движенія производитъ при этомъ другаго рода движеніе. Собственно говоря, въ большинствѣ случаевъ, должно принимать здѣсь **превращеніе** одного вида **движенія** въ другой. Такъ, напр., теплота несомнѣнно поглощается, какъ показали и прямые уже опыты въ тѣхъ случаяхъ, когда она производитъ разложеніе. Въ этомъ случаѣ она скрывается, но не въ видѣ скрытой теплоты (а въ видѣ скрытой химической энергіи), большая или меньшая часть которой въ тѣхъ или другихъ обстоятельствахъ можетъ выдѣляться опять въ видѣ тепла. Доказательствомъ тому, что между разными физическими видами частичнаго движенія и тѣмъ видомъ движенія, которое обуславливаетъ ходъ химическихъ процессовъ, существуетъ весьма тѣсная связь или соотношеніе, доказательствомъ этому служить то, что химическіе процессы могутъ давать поводъ къ появленіямъ этихъ разнообразныхъ видовъ физическаго движенія. Мы уже говорили нѣсколько разъ и увидимъ впоследствии многократно, что теплота вы-

дѣляется или поглощается при химическихъ процессахъ. Напряженіе выдѣляющагося тепла можетъ достигнуть, въ нѣкоторыхъ случаяхъ, такихъ размѣровъ, что появляется и свѣтъ.

Появленіе или отдѣленіе теплоты при химическихъ процессахъ составляетъ обыкновенный источникъ для искусственнаго ея полученія. Послѣ солнечной теплоты, это есть наиболѣе общераспространенный источникъ теплоты. Всѣ химическіе процессы сопровождаются выдѣленіемъ электричества. Если на твердое тѣло, напр., на кусокъ извести, дѣйствуетъ какое либо вещество, химически, напр., кислота, то, соединивъ твердое тѣло съ электроскопомъ, можно замѣтить появленіе электричества. Реагирующее тѣло электризуется и именно электричествомъ, всегда опредѣленнымъ природою реагирующихъ веществъ. Одно тѣло становится электроположительнымъ, другое электроотрицательнымъ. Извѣстно должно быть читателямъ, что гальваническій токъ обыкновенно получается вслѣдствіе химическаго взаимодѣйствія тѣлъ, входящихъ въ батарею. Если цинкъ дѣйствуетъ на кислоту, то онъ становится электроотрицательнымъ, кислота же электроположительнымъ тѣломъ. Уголь или мѣдь, помѣщенные въ кислоту, принимаютъ и передаютъ ея электричество, отчего при замыканіи и получается гальваническій токъ. Слѣдствіемъ химическихъ процессовъ всегда бываетъ механическое движеніе. Если тѣла, способныя реагировать привести въ прикосновеніе, то, попросту болѣе или менѣе короткаго времени, произойдетъ однородная масса, что не можетъ совершаться безъ передвиженія частей. Механическое движеніе совершается и косвеннымъ путемъ, вслѣдствіе химическихъ явленій. Такъ, напр., вслѣдствіе образованія изъ твердыхъ тѣлъ газовъ, производятъ взрывы. Горѣніе топлива подъ паровикомъ, вслѣдствіе химическаго процесса, производитъ тепло, а это тепло паръ, а тотъ паръ механическую работу.

Такимъ образомъ, если механическія силы, теплота, свѣтъ и электричество способны измѣнять напряженіе химическихъ превращеній, то и они сами являются какъ слѣдствіе хода химическихъ превращеній. Очевидно, что существуетъ весьма тѣсная связь между родомъ химическаго движенія и всеми прочими видами движенія, начиная отъ механическихъ.

Для характеристики движеній, опредѣляемыхъ данною силою, неизбѣжно опредѣленіе **скорости**, или, правильнѣе сказать, ускоренія, производимаго данною силою. Въ этомъ отношеніи понятіе о силѣ химическаго средства еще совершенно неразработано. Большинство химическихъ процессовъ совершается столь быстро, что нѣтъ возможности уловить время превращенія, даже при употребленіи большихъ массъ вещества, но

несомнѣнно, что каждое химическое превращеніе совершается въ опредѣленное только время, а не совершенно мгновенно. Есть однако и такія превращенія, которыя происходят только весьма медленно, даже при совершенномъ смѣшеніи или соприкосновеніи дѣйствующихъ веществъ. Вліяніе времени особенно ясно видно въ химическихъ превращеніяхъ, совершающихся съ веществами, заключающими углеродъ и водородъ, входящими въ составъ растений и животныхъ или, такъ называемыми, органическими веществами. Особенно разительнымъ примѣромъ этому можетъ служить дѣйствіе кислотъ на спирты. Отъ этого дѣйствія, со временемъ, образуются тѣла, неимѣющія свойствъ ни того, ни другаго изъ названныхъ тѣлъ, обыкновенно вещества летучія, приятно пахучія, маслянистыя, представляющія составъ спирта и кислоты безъ воды. Эти вещества называются сложными эфиромъ. Образование сложныхъ эфировъ изъ спирта и кислоты опредѣляется весьма ясно чрезъ примѣръ, извѣстный въ общежитіи подъ названіемъ старости вина. Вино, первоначально кислое, станетъ, со временемъ, терять свой кислый вкусъ, пріобрѣтетъ такъ называемый букетъ, т. е. характерный запахъ, цѣнимый знатоками. Это зависитъ оттого, что кислота соединяется со спиртомъ, находящимся въ винѣ и происходитъ сложный эфиръ, придающій запахъ старому вину. Извѣстно каждому, по наслышкѣ по крайней мѣрѣ, что вино старѣетъ при лежаніи. Это зависитъ оттого, что кислота со спиртомъ только медленно соединяются. Нужны цѣлые годы, при обыкновенной температурѣ, чтобы это соединеніе дошло до своего окончательнаго предѣла. Первоначально оба вещества находятся въ отдѣльности и только со временемъ дѣйствуютъ другъ на друга. Въ каждый моментъ времени нѣкоторая масса кислоты соединяется со спиртомъ. Въ этомъ отношеніи наши свѣденія, относительно обыкновеннѣйшихъ химическихъ явленій, весьма ничтожны и здѣсь, какъ по отношенію къ вышенечисленнымъ вліяніямъ, предстоить еще богатое поле для дальнѣйшей разработки химическихъ знаній.

Тѣла, обладающія большимъ сродствомъ, точнѣе говоря, большимъ запасомъ химической энергіи, дѣйствуютъ обыкновенно другъ на друга, не подчиняясь, повидимому, всѣмъ вышенприведеннымъ ограниченіямъ ни временемъ, ни количествомъ передаваемого тепла, ни дѣйствіемъ свѣта, ни электричествомъ, ни механическомъ движеніемъ. Этого рода химическія явленія составляютъ крайній предѣлъ между изучаемыми химіею явленіями. Должно обратить вниманіе на то, что химія долгое время занималась почти исключительно такого рода явленіями. Но, мало по малу, накопились свѣденія и о явленіяхъ, опредѣ-



ляемых малою энергіею дѣйствующихъ тѣлъ. Въ особеннѣйшіе примѣры этому встрѣчаются въ изученіи органическихъ веществъ. Здѣсь перѣдко, безъ постороннихъ вліяній, безъ нагрѣванія, безъ дѣйствія свѣта или давленія, не происходитъ вовсе взаимодѣйствія или взаимодѣйствіе совершается чрезвычайно медленно. Въ этихъ обстоятельствахъ дѣйствіе химической силы очевидно уясняется и потому немудрено, что изслѣдованіе органическихъ соединений уже въ настоящее время оказало весьма важное вліяніе на всѣ химическія понятія. Должно думать, что въ тѣхъ явленіяхъ, которыя совершаются подъ вліяніемъ слабаго сродства, малою химической энергіи, химики найдутъ рѣшеніе многихъ вопросовъ, нынѣ возбужденныхъ, но еще совершенно почти не тронутыхъ.

То, что здѣсь сказано объ сродствѣ и ходѣ превращеній, имѣетъ цѣлью только дать намекъ на цѣлый рядъ предметовъ, подлежащихъ изученію въ химіи. Безъ открытія точныхъ законовъ, которымъ слѣдуютъ этого рода отношенія, нельзя ждать дальнѣйшихъ успѣховъ теоріи нашей науки. Одно изученіе количественныхъ отношеній, которое нынѣ составляетъ главный предметъ химическихъ изслѣдованій, не можетъ привести къ рѣшенію основной задачи химіи, будетъ всегда отличаться односторонностію. Но необходимо замѣтить, что эта односторонность опредѣляется не только историческими причинами, но и самою сущностію дѣла: количественныя отношенія болѣе просты, чѣмъ качественныя.

Биографія Лавуазье. Лавуазье, по справедливости, можно считать основателемъ научной химіи и потому мы не считаемъ излишнимъ привести здѣсь краткое описаніе его жизни, заимствуя главныя численныя данныя изъ *Biographie universelle* и изъ упомянутого ниже собранія сочиненій Лавуазье.—*Antoine Laurent Lavoisier* родился въ Парижѣ въ 1743 году. Отецъ его былъ богатымъ торговцемъ и много старался о воспитаніи своего сына. Въ Мазариновской коллегіи Лавуазье получилъ много наградъ за свои успѣхи. Поступивъ въ философскій классъ, онъ полюбилъ естествознаніе и математику, которымъ рѣшился посвятить себя. Его отецъ этому не препятствовалъ. Вышедши изъ коллегіи, Лавуазье тотчасъ углубился въ эти науки и, по преимуществу, въ астрономію, на обсерваторіи оббата Лакайя; практически занимался химіею въ лабораторіи Рузля; ботаникой занимался подъ руководствомъ Бернарда Жюсье. Страсть къ наукамъ скоро развилась у него до того, что онъ совершенно отказался отъ другаго общества, кромѣ своихъ товарищей и учителей. Въ 1763 году, когда академія наукъ назначила премію за отысканіе для города Парижа лучшихъ способовъ освѣщенія, Лавуазье посвятилъ себя этимъ изысканіямъ и для этого на 6 недѣль заперся въ темную комнату, чтобы приучить свои глаза къ способности различать напряженіе лампового свѣта. Его изысканія увѣнчались успѣ-

хоть, и академія назначила ему премію въ 1766 году. Онъ представилъ, кромѣ того, въ академію различныя другія изслѣдованія и между ними весьма замѣчательную работу о превращеніи воды въ землю. Вопросъ шелъ объ томъ, что вода можетъ превращаться въ землю. Доказывали это тѣмъ, что, при многократныхъ перегонкахъ воды, всегда получается, при ея испареніи, остатокъ землистаго свойства. Лавуазье, съ вѣсами въ рукахъ, доказалъ, что этотъ землистый остатокъ есть ничто иное, какъ вещество тѣхъ сосудовъ, которые употребляются для перегонки, измѣненное водою. Его изслѣдованія надъ составомъ гипса, изъ окрестностей Парижа, надъ отношеніями различныхъ газовъ къ другимъ тѣламъ и многія другія, также относятся къ первому періоду его дѣятельности. Эти изслѣдованія наполнены опытами и изложены съ такою простотою и ясностію, какія обѣщали уже въ немъ изслѣдователя весьма замѣчательнаго. На 25 году его жизни, академія уже назначила его своимъ сочленомъ, по смерти Барона. Молодой химикъ вскорѣ однако замѣтилъ, что для его изслѣдованій необходимы большія средства, чѣмъ тѣ, какими онъ обладаетъ, и онъ посвящаетъ часть своего времени болѣе прибыльнымъ занятіямъ, чѣмъ научныя. Вскорѣ онъ получилъ мѣсто главнаго фермера, что ему дало уже нѣкоторыя средства. Его сотоварищи академіи сначала удивлялись такому соединенію практической дѣятельности съ научной; но они вскорѣ замѣтили, что для Лавуазье достаточно было немногихъ минутъ для устройства практическихъ дѣлъ; что его главное время и силы были отданы наукѣ. Одинъ день въ недѣлю онъ посвящаетъ однако вполнѣ своимъ опытамъ; съ утра онъ работаетъ вмѣстѣ съ нѣсколькими изъ своихъ друзей съ лабораторіи, куда допускались и молодые люди, занимавшіеся науками, а также и нѣкоторые рабочіе, изготовлявшіе точныя инструменты для наблюденій Лавуазье. Въ этихъ собраніяхъ Лавуазье излагалъ свои планы съ замѣчательною ясностію. Эти планы подвергались обсужденію, и все, что было достойно испытанія, провѣрялось опытомъ. Наиболѣе важнымъ моментомъ въ исторіи работъ Лавуазье служить тотъ періодъ, когда онъ открылъ составъ воздуха, и вотъ какъ самъ онъ характеризуетъ состояніе тогдашнихъ свѣденій и отношеніе къ нимъ разныхъ ученыхъ: «Жанъ Рей (Jean Rey), жившій въ 17 столѣтіи, въ Перигорѣ, былъ мало извѣстный химикъ, однако ему принадлежитъ открытіе весьма важнаго химическаго явленія; онъ замѣтилъ, что металлическія вещества, превращаясь въ землистыя, при дѣйствіи жара, увеличиваются въ вѣсѣ. Ни Декартъ, ни Паскаль тогда еще не явились; не знали еще тогда ни Boyle'вой ни торичеллево-вой пустоты; физическіе опыты въ то время не существовали; въ химіи все было неясно, и между тѣмъ Рей въ 1630 году, изслѣдуя увеличеніе въ вѣсѣ свинца и олова, при ихъ окисленіи, высказываетъ взгляды столь глубокіе, столь сходные со всѣмъ тѣмъ, что утвердилъ впоследствии опытъ, что ихъ можно считать истинными предшественниками взглядовъ, получившихъ нынѣ господство. Рей рядомъ умозаключеній, но не опытовъ, искусство производить которые въ то время было весьма мало развито, дошелъ до убѣжденія, что увеличеніе въ вѣсѣ зависитъ отъ воздуха, но не отъ сосудовъ; что воздухъ пропитываетъ металлъ въ этомъ случаѣ, какъ вода песокъ. Онъ возстаетъ



противъ мнѣній Скалигера и Цизальпина, приписывавшихъ это увеличеніе испаренію горювъ, падавшему на металлъ; онъ отрицаетъ возможность перехода части вещества отъ угля, который употребляется для топки; не признаетъ возможности притяженія влаги, распространенной въ воздухѣ. Когда въ концѣ 17 столѣтія возродилась опытная физика, объ которой прежде не знали, творенія Рея были совершенно забыты. Бойль не упоминаетъ даже объ немъ въ своемъ изслѣдованіи объ тяжести и пламени, вышедшемъ въ 1670 году. Основываясь на нѣкоторыхъ ошибочныхъ опытахъ, онъ утверждаетъ, что увеличеніе въ вѣсѣ металловъ зависитъ отъ присоединенія къ нимъ огня. Подобнаго же мнѣнія держится Лемери; а Шаррасъ приписываетъ это увеличеніе кислотамъ дерева и угля, проникающимъ сосуды и соединяющимся съ металломъ. Сталь не принимаетъ во вниманіе увеличенія въ вѣсѣ металловъ при накаливаніи и распространяетъ идею о флогистонѣ, столь противорѣчающую этому увеличенію. (Вмѣсто уменьшенія въ вѣсѣ, которое слѣдуетъ по Стальному, здѣсь замѣчается увеличеніе, и выше приведено то объясненіе, которое даетъ этому Сталь и Морво, въ смыслѣ теоріи флогистона). Увеличеніе въ вѣсѣ однако столь велико, что его никакъ нельзя приписать тому облегченію въ вѣсѣ матеріи, которое происходитъ отъ поглощенія воображаемаго легкаго флогистона.

Таково было состояніе свѣденій объ этомъ предметѣ, когда Лавуазье предпринялъ въ 1772 году изслѣдованіе объ различныхъ видахъ воздуха или газа, отдѣляющихся при химическихъ процессахъ. Эти опыты показали ему ясно причину увеличенія въ вѣсѣ металловъ при ихъ прокаливаніи. Онъ не зналъ тогда того, что писалъ Рей въ 1630 году, и, прибавляетъ Лавуазье, «когда я это узналъ, я не могъ смотрѣть на это мнѣніе иначе, какъ на свободную идею, могущую доставить славу гениальности автора, но не заключающую въ себѣ доказательствъ, достаточныхъ для убѣжденія въ истинности этого мнѣнія. Я былъ молодъ, продолжаетъ Лавуазье, недавно вступилъ на научную карьеру, жаждалъ славы и считалъ необходимымъ взять нѣсколько предосторожностей, для того, чтобы сохранить за собой собственность моего открытія. Въ эту эпоху постоянныхъ сообщеній, между учеными Франціи и Англіи существовало соперничество, придававшее значеніе новымъ опытамъ и служившее иногда къ сомнѣнію о принадлежности тѣхъ или другихъ извѣстному автору». Это послужило поводомъ къ тому, что Лавуазье отдалъ въ академію наукъ, 1-го ноября 1772 года, запечатанный конвертъ, который просилъ открыть 5-го мая слѣдующаго года. Это письмо, слово въ слово, заключало въ себѣ слѣдующее:

«Около 8 дней уже, какъ я открылъ, что сѣра при сгараніи не только не теряетъ въ своемъ вѣсѣ, но, напротивъ, приобрѣтаетъ; т. е., что фунтъ сѣры даетъ больше фунта купороснаго масла (сѣрной кислоты), принимая во вниманіе влажность воздуха. Тоже самое происходитъ съ фосфоромъ; это увеличеніе въ вѣсѣ происходитъ отъ воздуха, который присоединяется (*se fixe*) во время сгаранія и соединяется съ парами».

«Это открытіе, утвержденное моимъ опытомъ, который я считаю точнымъ, заставляетъ меня думать, что тоже самое, что происхо-

диль при горѣніи сѣры и фосфора, относится и до всѣхъ тѣлъ; которыя увеличиваются въ вѣсѣ черезъ горѣніе и прокаливаніе; я увѣренъ, что увеличеніе въ вѣсѣ металлическихъ известей зависитъ отъ той же причины. Опытъ совершенно утвердилъ мои предположенія; я возстановлялъ глетъ въ закрытомъ сосудѣ съ помощью прибора Галеса и наблюдалъ, что при этомъ переходѣ извести въ металлъ, отдѣляется значительное количество воздуха и что этотъ воздухъ занимаетъ въ 1000 разъ большій объемъ, чѣмъ взятый глетъ. Это открытіе мнѣ кажется наиболѣе интереснымъ изъ тѣхъ, которыя сдѣланы были послѣ Сталя; я считаю обязаннымъ получить увѣренность въ томъ, что это открытіе останется за мною, отдавъ его въ руки секретаря академіи, чтобы сохранить секретъ до тѣхъ поръ, пока я опубликую мои открытія».

Въ публичномъ пасхальномъ засѣданіи 1773 года эти взгляды были развиты Лавуазье съ большою полнотою. Въ 1777 году Лавуазье сдѣлать множество опытовъ въ подтвержденіе своей теоріи; но только въ 1786 году Фуркруа въ своихъ лекціяхъ сталъ держаться его мнѣній; ихъ принялъ Гюнтонъ Морво около того же времени. Бертоле въ 1785 году еще писалъ въ смыслѣ теоріи флогистона. По поводу этого Лавуазье, съ полнымъ сознаниемъ своихъ заслугъ, пишетъ: «Итакъ, эта теорія не есть теорія французскихъ химиковъ, какъ утверждаютъ; она моя. Эту принадлежность я провозглашаю передъ моими современниками и потомками. Другіе, безъ сомнѣнія, прибавили къ ней новую степень совершенства; но я надѣюсь, они не отнимутъ отъ меня всю теорію окисленія и горѣнія; анализъ и разложеніе воздуха металлами и горючими тѣлами; теорію образованія кислотъ; болѣе точныя свѣденія о большомъ числѣ кислотъ, особенно органическихъ; первыя идеи относительно состава растительныхъ и животныхъ веществъ; теорію дыханія».

Не должно забывать, что эпоха Лавуазье совпадаетъ съ тѣмъ временемъ, когда въ Англіи дѣйствовали два химика, своими трудами много подвинувшіе науку — Кавендишъ и Пристлей. Они изслѣдовали многіе газы, опредѣлили ихъ особенность отъ воздуха; но общность явленій для нихъ еще была неясна. Тоже самое можно сказать объ скандинавскомъ ученомъ Шелѣ. Взгляды Лавуазье были высказаны имъ преимущественно въ его сочиненіи, представленномъ въ академію въ 1773 году и опубликованномъ подъ названіемъ *Opuscules physiques et chimiques*. Но тогда Лавуазье не зналъ еще роли и значенія кислорода. Прокаливаніемъ ртутной окиси онъ анализировалъ воздухъ и нашелъ, что составная часть, поглощаемая ртутью, есть именно та, которая поддерживаетъ дыханіе. Немного спустя, Пристлей доказалъ, что это есть именно вдыхаемая часть воздуха. Тогда Лавуазье заключилъ, что окисленіе и горѣніе зависятъ отъ присоединенія этой вдыхаемой части воздуха къ тѣламъ, и тотъ воздухъ (*air fixe*), не поддерживающій дыханія, который отдѣляется при возстановленіи окисловъ съ углемъ, есть соединеніе угля съ этого вдыхаемую составною частью воздуха. Руководствуясь открытіями Блака и Вильке объ скрытой теплотѣ, онъ разсматривалъ теплоту, отдѣляющуюся во время горѣнія, какъ теплоту, выдѣляющуюся изъ этой вдыхаемой части воздуха, — теплоту, скрытую въ ней въ ея газо-

образномъ состояніи. Все это умозаключеніе составляет неотъемлемую заслугу Лавуазье. Кавендишъ въ 1783 году, съ замѣчательною точностію, показалъ, что при горѣніи газа, отдѣляющагося при дѣйствіи кислотъ на металлы, образуется вода. Монжъ сообщилъ Лапласу и Лавуазье свое соображеніе, что вода должна разлагаться на этотъ горючій воздухъ и воздухъ, способный поддерживать дыханіе. Въ 1784 году Лавуазье, вмѣстѣ съ Менье, доказалъ это опытомъ и тѣмъ утвердилъ всеобщность распространенія этой составной части воздуха, способной поддерживать дыханіе. Сожигая масла и другія горючія растительныя вещества, онъ нашелъ, что онѣ образуютъ только воду и негорючій воздухъ, изъ чего заключилъ, что онѣ состоятъ изъ угля и горючей составной части воды, т. е. углерода и водорода. Большинство приборовъ, которые въ настоящее время употребляются химиками, принадлежатъ изобрѣтательности Лавуазье и вышеназванныхъ химиковъ того времени. Химическая номенклатура основана при его участіи. Лавуазье написалъ руководство къ элементарной химіи въ двухъ томахъ, въ 1789 году, гдѣ изложилъ и свои опыты и многія открытія того времени съ ясностію, столь поразительною, что скоро убѣдилъ почти всѣхъ современниковъ. Въ то время, когда онъ предпринималъ работу вмѣстѣ съ Арманомъ Сегионномъ объ дыханіи и испареніи, когда онъ началъ собирать свои прежніе мемуары въ одно цѣлое, его славная жизнь была прекращена на гильотинѣ. Въ темницѣ Лавуазье еще работалъ надъ пятымъ томомъ собранія своихъ мемуаровъ, которыхъ предполагалось 8. Эти томы явились послѣ смерти; но вдова Лавуазье посвятила ихъ только нѣкоторымъ друзьямъ науки. Библиотеки не имѣютъ этихъ строкъ, прерванныхъ на серединѣ. Причиною казни Лавуазье служила его административная карьера, которую онъ однако проходилъ съ такою же точностію и талантомъ, какъ и научную. Мы видѣли ранѣе, что онъ сдѣланъ былъ однимъ изъ главныхъ фермеровъ. Вскорѣ онъ достигъ довѣрія по своей дѣятельности на этомъ поприщѣ. Онъ сдѣлался наиболѣе дѣятельнымъ членомъ предпріятія; ему поручались дѣла самыя трудныя. Въ 1776 году Тюрго, желая улучшить добычу селитры и производство пороха, назначилъ Лавуазье главнымъ членомъ управленія, учрежденнаго для этой цѣли. Лавуазье написалъ наставленіе для приготовленія искусственной селитры, избѣжавъ усиленнаго сбора мусора, который производился до того времени и служилъ для извлеченія селитры. Порохъ сталъ, послѣ улучшеній, введенныхъ Лавуазье, лучше англійскаго. Лавуазье дѣлалъ изслѣдованія и въ сельскомъ хозяйствѣ; хозяйничалъ на фермѣ въ Лезуа, гдѣ подавалъ примѣръ хорошаго хозяина. Въ теченіи 9 лѣтъ онъ удвоилъ производство пшеницы, уштерилъ стада, но не гнался за большимъ доходомъ, утверждая, что необходимо понизить обычный процентъ съ капитала. Въ 1787 году онъ былъ назначенъ членомъ провинціального собранія въ Орлеанѣ; въ 1788 году онъ, знаніемъ и деньгами, помогъ городу Блуа избѣгнуть голода; въ томъ же году учетная касса назначила его своимъ членомъ въ управленіи, хотя онъ вовсе не былъ знакомъ съ банкирскимъ дѣломъ. Его изслѣдованіе объ территориальномъ богатствѣ Франціи принадлежитъ къ замѣчательнымъ трудамъ того времени. Въ это время національное собраніе назна-

чело Лавуазье комиссаромъ въ финансовую палату. Его возвышен- ный взглядъ и особый талантъ быстро открывать простѣйшія сред- ства къ достиженію результата были замѣтны и въ этомъ, какъ и въ другихъ его предпріятіяхъ. По выбору академіи въ 1789 году онъ былъ назначенъ членомъ для установленія новыхъ мѣръ и вѣсовъ, въ чемъ онъ принималъ много участія. Столь многія общественныя за- служы однако не дали ему права на снисхожденіе судей 1793 года, они, напротивъ того, послужили поводомъ къ его преслѣдованію. По ихъ собственному выраженію, они преслѣдовали его какъ чловѣка, составившаго богатство въ революцію. Его, вмѣстѣ съ товарищами, осудили по поводу того, между прочимъ, что, имѣя табачную монопо- лію, они очень смачивали табакъ, черезъ что увеличивали его вѣсъ. 28 главныхъ фермеровъ были осуждены на смерть и въ числѣ ихъ Лавуазье. Надѣялись сперва, что его научное имя склонитъ судей къ милости; но терроръ децемвировъ не остановился и передъ тѣмъ позоромъ, который Франція должна чувствовать въ казни одного изъ луч- шихъ своихъ ученыхъ. Одинъ только доблестный гражданинъ — Гал- ле публично рѣшился высказаться въ защиту Лавуазье; въ лицѣ искусства онъ выяснилъ то великое значеніе, которое имѣетъ Ла- вуазье, и это было передано трибуналу. Самъ Лавуазье требовалъ только небольшой отерочки, чтобы кончить нѣкоторые опыты объ выдыханіи; но ему отвѣчали, что больше неужны ученые, и на 51 году, 8-го мая 1794 года, Лавуазье былъ гильотинированъ. Спустя нѣ- сколько недѣль, тотъ эшафотъ, на которомъ онъ потерялъ свою жизнь, былъ низвергнутъ.

Литература. Для изученія важнѣйшаго періода исторіи химіи должно посоветовать знакомство съ твореніями писателей конца прош- лаго столѣтія. Сочиненія Лавуазье собраны нынѣ въ отдѣльномъ из- даніи (нынѣ 3 тома) подъ заглавіемъ *Oeuvres de Lavoisier*. Paris 1862—1865. Можно также рекомендовать сочиненіе *Expériences et observations sur différentes espèces d'air*. Ouvrage traduit de l'An- glois de M. J. Priestley par Gibelin, изданное въ Парижѣ, въ концѣ прошлаго столѣтія, также Car. Guil Scheele *Opuscula chimica et phy- sica*. Lips. 1788—1789, два тома. Въ этихъ сочиненіяхъ видно со- стояніе свѣдѣній до распространенія идей Лавуазье. Для исторіи флогистона, весьма интересна статья Radwell въ *Philosophical Magazine* 1868 г., гдѣ доказывается, что идея флогистона принадле- жала еще древнимъ, что *Basilus Valentinus* (1394—1415), въ *Currus triumphalis Antimonii*, *Paracelsus* (1493—1541) въ своемъ сочине- нии de rerum natura, *Glauber* (1604—1668) и особенно John Joa- chim *Becher* (1625—1682) въ своемъ произведеніи *Physica subter- ranea* признавали флогистонъ, только названіе ему придавали иное. Замѣтимъ, съ своей стороны, что понятіе о химической энергіи от- вѣчаетъ тѣмъ представленіямъ, которыя вызвали представленіе объ флогистонѣ.

Для знакомства съ исторіею химіи лучшее сочиненіе составляетъ Н. *Kopp*, *Geschichte der Chemie* 4 части. Важнѣйшее сочиненіе для знакомства съ позднѣйшими періодами химіи, въ первой половинѣ этого столѣтія, есть книга J. *Berzelius*, *Lehrbuch der Chemie*; 10

частей въ нѣсколькихъ изданіяхъ. Ежегодные отчеты объ успѣхахъ химіи даютъ возможность слѣдить изъ года въ годъ за развитіемъ науки. Сперва ихъ издавалъ Берцелиусъ (*Jahresbericht über Fortschritte der physischen Wissenschaften*) отъ 1822 до 1841 года, потомъ, съ 1847 года по настоящее время, Либихъ, Коппъ и Вилль, подъ заглавіемъ *Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie*.

Что касается до понятія о химической энергіи, то оно выражено мною, основываясь на смыслѣ механической теоріи тепла. Для знакомства съ нею рекомендуемъ *J. C. Mayer die Mechanik der Wärme Verdet, Exposé de la théorie mecanique de la chaleur, в Leçons de chimie et de physique, professées en 1862 dans la Société chimique de Paris; Combes Théorie mecanique de la chaleur; мемуары Клаузиуса, Ренкина, Кренига и Томсона, помѣщавшіеся въ Poggen-dorff's Annalen der Physik und Chemie. Мемуары Клаузиуса собраны въ Abhandlungen über die mechanische Wärmetheorie 1864—1866, 2 тома, гдѣ изложено большинство выводовъ этой теоріи.*

Выводы. Вещество не творится и не пропадаетъ. Первый законъ химіи. Всѣ дѣйствующихъ тѣлъ равны вѣсу происходящихъ.

Всѣ тѣла раздѣляются на простыя, не составленныя изъ другихъ и не разложенныя на другія тѣла и сложныя, то есть образованныя соединеніемъ простыхъ тѣлъ между собою.

Простыя тѣла не превращаются другъ въ друга, а потому не изъ всякаго тѣла можно получить желаемое.

Простыя тѣла по своимъ свойствамъ, а равно и по способности къ образованію сложныхъ тѣлъ, не отличаются отъ сложныхъ тѣлъ.

Должно ясно различать понятія о простомъ тѣлѣ и о радикалѣ.

Большинство простыхъ тѣлъ составляютъ металлы. Неметаллическія простыя тѣла называютъ металлоидами. Между тѣми и другими нельзя провести рѣзкаго различія.

Обыкновеннѣйшіе металлоиды суть С, Cl, H, N, O, P, S и Si, а металлы Al, Ca, Fe, K, Mg и Na. Всего извѣстно нынѣ до 63 простыхъ тѣлъ.

Не всѣ простыя и сложныя тѣла способны соединиться между собою, но въ каждомъ есть запасъ химической энергіи, опредѣляющей способность соединяться, какъ есть запасъ тепла.

Химическія превращенія состоятъ въ частичномъ передвиженіи, опредѣляемомъ химическою энергіею или, такъ называемымъ, средствомъ.

При химическихъ превращеніяхъ, запасъ химической энергіи увеличивается или уменьшается. Въ послѣднемъ случаѣ появляется или теплота или какая другая работа, а въ первомъ она расходуется, то есть превращается (скрывается) въ химическую энергію.

Оттого химическія реакціи опредѣляются нагреваніемъ, дѣйствіемъ электричества, свѣта и механическими силами и ихъ могутъ производить.

Реакціи, въ большинствѣ случаевъ, совершаются быстро, но есть и медленно идущія, особенно же для органическихъ соединеній.

Лавуазье есть основатель современныхъ химическихъ знаній, по-

тому что установилъ первый законъ химіи и ясно различилъ простыя и сложныя тѣла.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ.

О водѣ въ природѣ и ея физическихъ свойствахъ.

Вода находится почти всюду въ природѣ и во всѣхъ трехъ состояніяхъ. Въ парахъ вода находится въ атмосферѣ. Эти пары образуются чрезъ испареніе съ поверхности земли, океановъ и всякихъ водъ. Растенія и животныя также испаряють воду. Атмосферныя пары имѣють великое значеніе въ природѣ—распредѣляя воду по всей земной поверхности. Сгущаясь отъ охлажденій, они даютъ снѣгъ, дождь, градъ, росу, туманы. Всякій газъ, въ обыкновенныхъ условіяхъ полученія и образованія, содержитъ обыкновенно водяныя пары, потому что вода всюду находится и легко испаряется. Содержаніе водяныхъ паровъ въ воздухѣ выражаютъ, обыкновенно, означая его влажность, то есть отношеніе между количествомъ воды, находящейся дѣйствительно въ воздухѣ и тѣмъ, которое могло бы находиться въ воздухѣ, при той температурѣ, какую онъ имѣеть. Въ одномъ кубич. метрѣ (или 1.000.000 кубич. сантиметрахъ или 1,000 литрахъ или 0,103 куб. сажени) воздуха можетъ находиться, при 0°, только 4,8 грамма воды, при 20° около 17,0 гр., при 40° около 50,7 граммовъ, слѣдовательно, еслибы при 20° кубическій метръ заключалъ только 10,2 грамма, тогда влажность его была бы $\frac{10,2}{17,0} = 0,6$, еслибы при 0° содержалось только 2,88 граммовъ,

то всетаки влажность была бы равна $\frac{2,88}{4,8} = 0,6$. Такова есть обыкновенная степень влажности воздуха. Меньшее содержаніе паровъ, чѣмъ 0,4 влажности, ощущается, какъ сухость воздуха. Воздухъ же, содержащій 0,8 и болѣе влаги, считается уже сырмъ.

Водяныя пары образуются и внутри земли, что очевидно при вулканическихъ изверженіяхъ, причина которыхъ, по крайней мѣрѣ отчасти, состоитъ въ скопленіи водяныхъ паровъ и газовъ, имѣющихъ усиленное давленіе.



Вода въ жидкомъ видѣ образуется на землѣ отъ сгущенія паровъ. Падающая вода проникаетъ въ землю, собирается въ ручьи, озера, рѣки, моря и океаны. Въ землѣ она проникаетъ проникаемые ею слои, течетъ по непроницаемымъ въ видѣ подземныхъ ключей, впитывается изъ нея корнями растений, которыя въ свѣжемъ видѣ содержатъ отъ 40 до 80 процентовъ воды по вѣсу. Таково же содержаніе воды и въ животныхъ. Жидкая вода по этому неизбежна для жизни животныхъ и растений и составляетъ весьма существенную часть ихъ пищи.

Въ твердомъ видѣ вода является какъ снѣгъ, ледъ или между ними промежуточныя формы, какія замѣчаются на горахъ, покрытыхъ вѣчными снѣгами. Въ ледникахъ и странахъ полярныхъ, ледъ составляетъ горную породу, часть твердой земной коры, но постоянно измѣняющуюся въ воду и вновь происходящую въ ледникахъ изъ снѣга, падающаго на вершины горъ, а подъ полюсами сверхъ того и отъ замерзанія воды океановъ.

Вода океановъ и морей, вода рѣкъ, источниковъ, озеръ и колодезь содержитъ въ своемъ растворѣ многія другія вещества, по преимуществу же соли, то есть вещества подобныя обыкновенной повареной соли и по своимъ физическимъ свойствамъ и по своимъ главнымъ химическимъ превращеніямъ. Притомъ количество и качество солей въ разныхъ водахъ неодинаково. Всякій знаетъ, что есть воды: прѣсныя, соленныя, желѣзныя, сѣрныя и т. д., Присутствіе 4-хъ процентовъ солей (то есть въ 100 ч. морской воды, по вѣсу 4-хъ частей соли) въ морской водѣ дѣлаетъ ее негодною къ употребленію въ пищу, горькосоленою на вкусъ. Прѣсная вода содержитъ подобныя же соли, но въ меньшемъ количествѣ. Ихъ присутствіе легко доказать простымъ выпариваніемъ воды въ сосудѣ. При выпариваніи вода улетучивается въ видѣ паровъ, а соли остаются. Оттого-то внутри самоваровъ, паровыхъ котловъ и т. п. сосудовъ, въ которыхъ испаряють воду, современемъ осѣдаетъ на стѣнки твердая кора (накипь), состоящая изъ солей, бывшихъ въ водѣ.

Онѣ содержатся въ текучей водѣ, потому что эта вода образуется чрезъ собраніе дождевой воды, просачивающейся чрезъ землю. При этомъ просачиваніи, вода растворяетъ нѣкоторыя землістыя части. Такъ, вода, просачивающаяся и текущая чрезъ солончаковую землю, проникается солью и оттого въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ являются соляные ключи.

Дождевая и снѣговая вода гораздо болѣе чисты, чѣмъ рѣчная и ключевая вода. Причина этого состоитъ въ томъ, что снѣгъ и дождь суть ничто иное, какъ сгущенный водяной

парь, а въ парь не переходятъ соли, подмѣшанныя къ водѣ. Впрочемъ, проходя и оставаясь въ воздухѣ, дождевая и снѣговая вода успѣваетъ захватывать пыль, носящуюся въ воздухѣ и растворять въ себѣ воздухъ, такъ что въ дождевой водѣ всегда заключается въ растворѣ воздухъ. Тотъ же воздухъ заключается и въ прѣсной и соленой водѣ. Доказать его присутствіе можно нагрѣваніемъ холодной воды въ сосудѣ. Прежде чѣмъ вода закипитъ, на внутреннихъ стѣнкахъ сосуда можно увидѣть множество пузырьковъ газа. Пузырьки эти появляются при нагрѣваніи потому, что теплая вода растворяетъ меньше газовъ, чѣмъ холодная. При кипѣніи воды всѣ эти пузырьки вырываются изъ жидкости, вода становится отварною, то есть несодержащею въ себѣ растворенныхъ газовъ. Въ природѣ встрѣчаются иногда источники минеральной воды, вытекающей изъ глубины и содержащей въ растворѣ много газовъ. Вытекая на поверхность, вода такихъ источниковъ пѣнится и искрится, какъ шипучее вино. Это зависитъ отъ того, что она выдѣляетъ изъ себя часть растворенныхъ газовъ, а выдѣляетъ она растворенные газы потому, что газы растворились въ водѣ на большой глубинѣ, слѣдовательно, подъ давленіемъ (наверху стоящаго слоя воды) гораздо большимъ, чѣмъ обыкновенное атмосферное давленіе. Газы тѣмъ растворимѣе въ водѣ и всякой другой жидкости, чѣмъ больше давленіе, подъ которымъ происходитъ раствореніе.

Изъ сказаннаго выше очевидно то большое значеніе, которое имѣетъ вода для жизни земли, животныхъ и растений. Не мало важно также ея значеніе въ техническомъ отношеніи. Потому мы сдѣлаемъ здѣсь нѣсколько замѣчаній о составѣ, свойствахъ и примѣненіяхъ воды, встрѣчающейся въ природѣ, имѣя въ виду малые размѣры нашей книги.

Падающая **изъ атмосферы вода** содержитъ въ своемъ растворѣ газы воздуха, азотную кислоту, амміакъ, органическія соединенія, соли натрія, магнія и кальція и механическую подмѣсь пыли, носящейся въ воздухѣ. Содержаніе этихъ и нѣкоторыхъ другихъ составныхъ частей весьма измѣчиво. Даже въ началѣ и концѣ одного падающаго дождя замѣчаются измѣненія, перѣдко весьма значительныя. Такъ, на примѣръ, Буссенго опредѣлить въ одной порціи дождя, въ кубическомъ метрѣ, содержаніе 3,7 гр. амміака, а въ послѣдней части того же дождя было только 0,64 грам. Вода всего дождя содержала, среднимъ числомъ, въ каждомъ куб. метрѣ, 1,47 гр. амміака. Среднимъ числомъ, въ куб. метрѣ дождевой воды, по изслѣдованіямъ Баррала, заключается 3,48 гр. амміака, 12,65 гр. азотной кислоты, т. е. все количество азота, находящагося въ дождевой водѣ, падающей въ теченіе года на десятину, по его изслѣдованіямъ, не болѣе 1½ килогр. Впрочемъ, изслѣдованія другихъ наблюдателей



даютъ числа гораздо большія. Такъ, напримѣръ, Бино показываетъ, что въ теченіе года среднее содержаніе въ куб. метрѣ падающей воды амміака равно 6,8 гр. и азотной кислоты 1,0. По изслѣдованіямъ Бредштейндера, вода, въ теченіе круглаго года, доставляетъ одной десятинѣ земли до 15 килогр. азота въ видѣ соединеній его¹⁾. Содержаніе солей въ дождевой водѣ, какъ и въ воздухѣ, несомнѣнно доказано, но оно незначительно и измѣчиво. Однако, Маршанъ, въ одномъ куб. метрѣ сѣрговой воды, нашолъ 15,63, а въ дождевой 10,07 гр. сѣрно-натровой соли. Смитъ показалъ, что послѣ тридцати часоваго дождя, шедшаго разъ въ Манчестерѣ, въ одномъ куб. метрѣ дождевой воды содержалось еще 34,3 гр. солей. Въ дождевой водѣ нашли значительное количество органическихъ веществъ, а именно даже до 25 гр. въ одномъ куб. метрѣ. Общее содержаніе твердыхъ веществъ въ такой водѣ простирается до 50 гр. въ одномъ куб. метрѣ. Содержаніе газовъ въ дождевой водѣ значительно отличается отъ содержанія ихъ въ рѣчной и всякой другой текучей водѣ. Въ дождевой водѣ обыкновенно очень мало углекислаго газа, тогда какъ въ проточной его находится значительное количество. Происхожденіе всѣхъ подмѣсей въ дождѣ и снѣгѣ зависитъ отъ того, что они проходятъ длинный путь по воздуху, изъ котораго и увлекаютъ различныя въ немъ находящіяся вещества. Разсматривая питаніе растений, необходимо имѣть въ виду вещества, приносимыя водою въ почву.

Рѣчная вода, собирающаяся изъ ключей, обыкновенно содержитъ значительное количество твердыхъ составныхъ частей. Обыкновенно въ 10000 вѣсовыхъ частяхъ рѣчной воды содержится отъ 0,5 до 16,0 вѣсовыхъ частей солей. Такъ какъ куб. метръ воды вѣситъ 1000000 гр., то, значить, въ дождевой водѣ содержится иногда столько же (50) солей и другихъ подмѣсей, какъ и въ текучей водѣ. Это можетъ происходить въ тѣхъ случаяхъ только, когда площадь земли, съ которой собирается вода, будетъ имѣть быстрые склоны, составленные изъ породъ, дающихъ мало растворимыхъ веществъ. Ближе къ источникамъ вода будетъ чище, тѣмъ вдали отъ нихъ, въ особенности это замѣтно въ горныхъ источникахъ. Это зависитъ отъ того, что, протекая далѣе, вода дѣлается менѣе чистою отъ подмѣсей, попадающихъ съ береговъ и оттого, что она, отчасти, испаряется, слѣдовательно, относительное содержаніе этихъ подмѣсей увеличивается. Содержаніе твердыхъ веществъ въ нѣкоторыхъ извѣстныхъ рѣкахъ, а именно въ одномъ куб. метрѣ или 1000000 куб. сант., есть слѣдующее: въ Донѣ 124 (Шмидтъ), въ Лоарѣ 135 (Девиль), въ р. св. Лаврентія 170 (Гунтъ), въ Ронѣ 182 (Девиль), въ Дибирѣ 187 (Гюндемень), въ Дунаѣ отъ 117 до 234 (многіе изслѣдователи), въ Рейнѣ отъ 158 до 317, въ Сенѣ отъ 190 до 432, въ Темзѣ отъ 450 до 400, въ самомъ Лондонѣ—въ верхнихъ ея частяхъ 387, а въ нижнихъ до 1617, въ Нилѣ 1580, въ Иорданѣ 1052. Наша Нева характеризуется чрезвычайно малымъ содержаніемъ твердыхъ

¹⁾ По среднему выводу изъ наблюдений, сдѣланныхъ въ нѣмецкихъ сельскохозяйственныхъ станціяхъ въ послѣдніе годы, оказывается, что десятина земли получаетъ 13½ килограммовъ азота въ годъ въ видѣ дождя и снѣга. Это почти 33 нашихъ фунта на десятину.

подмѣсей. По изслѣдованіямъ Траппа, въ одномъ куб. метрѣ невской воды находится 32 гр. негорючихъ и 23 гр. органическихъ веществъ, то есть всего около 55 гр. Это одна изъ самыхъ чистыхъ водъ, какія только извѣстны въ рѣкахъ. Въ доказательство вліянія береговъ и тѣхъ нечистотъ, которыя съ нихъ попадаютъ, изъ изслѣдованій того же ученаго можно привести, что вода Фонтанки содержитъ въ себѣ уже 36 гр. негорючихъ и 25 гр. органическихъ веществъ, то есть всего 61 гр., Екатерининскій каналъ содержитъ 66 гр.; вода Ладожскаго озера содержитъ въ 1000000 гр. или въ куб. метрѣ 27 гр. неорганическихъ и 20 органическихъ веществъ, т. е. всего 47 гр. Различіе, замѣчаемое въ содержаніи твердыхъ веществъ въ водѣ, зависитъ отъ количества воды въ рѣкѣ и отъ количества падающихъ дождей, а также и отъ времени года, что весьма понятно, потому что, при различной температурѣ, изъ почвы вода будетъ извлекать не одинаковыя количества твердыхъ составныхъ частей. Большое содержаніе веществъ въ рѣчной водѣ, а въ особенности содержаніе въ ней нѣкоторыхъ органическихъ веществъ, происшедшихъ отъ попадающихъ въ воду гниющихъ веществъ, дѣлаетъ воду многихъ рѣкъ негодною къ употребленію. Въ этомъ отношеніи замѣчательны изслѣдованія Томсона и другихъ англійскихъ химиковъ надъ водою Темзы. Въ одномъ куб. метрѣ этой воды содержаніе въ граммахъ, начиная съ верховьевъ, слѣдующее: въ Воксаль, во время прилива 1462 части, а во время отлива 387; около лондонскаго моста въ приливъ 1617; а въ отливъ 458; въ Гриничѣ во время отлива уже 1366. Въ особенности при этомъ быстро возрастаетъ количество органическихъ веществъ; если возьмемъ время отлива, то въ Воксаль 62 гр. органическихъ веществъ, у лондонскаго моста 105, а въ Гриничѣ 277. Напротивъ того, содержаніе механическихъ подмѣсей, висящихъ въ водѣ, нерастворимыхъ въ ней, измѣняется почти обратнo.

Большая часть растворимыхъ веществъ въ рѣчной водѣ состоитъ изъ солей извести. 100 частей твердаго остатка содержатъ углекислостной соли, въ водѣ Лоары 53%, въ водѣ Темзы около 50%, Эльбы 55%, Вислы 65%, точно также какъ и Дуная, Рейна отъ 55% до 75%, Сены 75%, Роны отъ 82% до 94%. Вода Невы содержитъ, въ одномъ куб. метрѣ, $15\frac{1}{4}$ гр. углекислостной соли, 7,4 углемгнезіальной соли, 1,6 поваренной соли, 2,4 сѣрионатровой соли, 1,3 сѣриокапсевой соли, 1,2 углекислостной соли, 2,6 хлористаго алюминія и 0,5 кремнезема. Слѣдовательно, въ 100 ч. солей, заключается, въ невской водѣ, около 48% углекислостной соли. Такое значительное содержаніе углекислостной соли въ проточной водѣ весьма понятно изъ того, что вода, содержащая въ своемъ растворѣ углекислый газъ, весьма легко растворяетъ углекислостную соль, всюду находящуюся на поверхности земли. Она легче растворяется, чѣмъ многія др. составныя части земли. Изъ этого будетъ понятно, что раствореніе углекислостной соли водою, совершавшееся въ долгое время существованія земли, могло послужить поводомъ къ образованію огромныхъ пластовъ углекислостной соли, отлагавшейся на днѣ морскомъ. Вода уноситъ изъ почвы эту соль въ рѣки и океаны. Въ этихъ послѣднихъ углекислый газъ испаряет-

ся и большая часть углекислостной соли садится на дно моря. Содержание углекислостной соли в водѣ придаетъ ей жесткость, о которой будетъ даѣе сказано. Кромѣ углекислостной соли, в рѣчной водѣ содержится значительное количество другихъ известковыхъ солей, какъ то серноизвестковая соль, которая в такомъ случаѣ осаждаетъ гипсъ какъ накипь, в паровыхъ котлахъ. Впрочемъ, обыкновенно, накипь содержитъ углекислостную соль. Кромѣ того, в водѣ содержатся магнезія, кремнеземъ, хлоръ, натрій, калий, глиноземъ, азотная кислота и марганецъ. Содержание солей фосфорной кислоты до сихъ поръ не опредѣлялось съ полнотою во всякой рѣчной водѣ, но содержание солей азотной кислоты доказано съ достовѣрностью, почти во всѣхъ видахъ хорошо изслѣдованной рѣчной воды. Количество фосфорно-известковой соли не превышаетъ 0,4 гр. в водѣ Днѣпра; в донской водѣ не болѣе 5 гр. В водѣ Сены содержится около 15 гр. соли азотной кислоты, в водѣ Роны около 8. Содержание амміака, однако, гораздо меньше. Такъ, в водѣ Рейна около 0,5 гр. в іюні мѣсяцѣ, а в октябрѣ только 0,2, столько же и в водѣ Сены. Это содержание гораздо меньше, чѣмъ в дождевой водѣ. Несмотря на это ничтожное количество, одинъ Рейнъ, рѣка еще не очень значительная, в течение 24 часовъ уноситъ в океанъ 16245 киллогр. амміака. Замѣчаемая разность в содержаніи амміака в дождевой и рѣчной водѣ зависитъ отъ того что почва, чрезъ которую проходитъ дождевая вода, обладаетъ способностью удерживать амміакъ, какъ и многія другія вещества: фосфорную кислоту, соли калия и т. п.

Содержаніе газовъ, растворимыхъ в рѣчной водѣ, гораздо болѣе постоянно, чѣмъ твердыхъ составныхъ частей. Одинъ литръ или 1000 куб. сант. воды содержитъ, обыкновенно, отъ 40 до 55 куб. сант. газа, измѣреннаго при нормальныхъ условіяхъ. Зимой содержаніе газовъ болѣе, чѣмъ лѣтомъ и осенью. Принимая, что в литрѣ содержится 50 куб. сант. газа, можно вывести, что они состоятъ, среднимъ числомъ, изъ 20 объемовъ азота 20 объемовъ углекислаго газа (происходящаго по всей вѣроятности изъ почвы, но не изъ атмосферы) и изъ 10 объемовъ кислорода. При меньшемъ содержаніи, отношеніе измѣняется, почти одинаково, в большинствѣ случаевъ, одного углекислый газъ преобладаетъ. Многія воды чистыхъ, глубокихъ и быстрыхъ рѣкъ содержатъ меньше углекислаго газа, что показываетъ ихъ быстрое образованіе изъ атмосферной воды и то, что онѣ не успѣли, чрезъ долгое протеканіе, поглотить достаточно углекислаго газа, заключающагося в воздухъ в незначительномъ количествѣ. Такъ, напримѣръ, в водѣ Рейна, близъ Страсбурга, Девиль нашолъ углекислоты 8, азота 16 и кислорода 7 куб. сант. в литрѣ. Очевидно, что вода есть отличный поглотитель углекислоты.

Вода источникъ образуется изъ дождевой воды, проникшей чрезъ почву. Часть падающей воды конечно испаряется, непосредственно на поверхности земли и растительности, на ней находящейся. Изслѣдованія показали, что изъ 100 ч. падающей на землю воды только 36% ея утекаетъ в море, остальные 64% испаряются и протекаютъ далеко подъ землю. Собираніе воды посредствомъ прудовъ, обыкновенныхъ колодезевъ и артезианскихъ колодезевъ основывается на извле-

чении подземной воды. Протекая под землю, по непроницаемым для воды пластам, вода вытекает во многих мѣстах на поверхность въ видѣ ключей и источниковъ, температура которыхъ определяется глубиною, по какой протекаетъ такая вода. Глубоко проникающіе подъ землю источники могутъ нагреваться весьма значительно и оттого являются нередко минеральные источники, имѣющіе температуру до 30°. Известны также источники съ гораздо большею температурою. Такъ, напр., одинъ кавказскій источникъ имѣетъ температуру 90°. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ вода нагревается, по всей вѣроятности, вслѣдствіе прониканія вблизи породъ, нагрѣтыхъ дѣйствіемъ вулканическихъ вліяній. Составъ ключевой воды весьма разнообразенъ. Если ключевая вода содержитъ такіа вещества, которыя придаютъ ей особый вкусъ и особенно, если эти вещества принадлежатъ къ разряду такихъ, которыя находятся только въ ничтожномъ количествѣ въ проточной водѣ или вовсе въ ней не находятся, тогда ключевая вода носитъ названіе **минеральной**. Многія изъ такихъ водъ употребляются для излеченія болѣзней, хотя до сихъ поръ еще нельзя съ достовѣрностію сказать, чтобы именно воды минеральныхъ источниковъ, по крайней мѣрѣ многихъ, оказывали особое дѣйствіе на организмъ. Минеральныя воды раздѣляютъ, смотря по составнымъ частямъ, въ нихъ находящимся, на соленныя воды, содержащія нередко большое количество поваренной соли, на щелочныя воды, содержащія углекислыя соли, горькія воды, содержащія магнезію, желѣзныя воды, содержащія въ растворѣ углекислѣистую соль, газовыя воды, богатыя углекислымъ газомъ и на сѣрныя воды, содержащія сѣрководородъ. Въ прилагаемой таблицѣ приведенъ анализъ нѣкоторыхъ минеральныхъ источниковъ, известныхъ своими цѣлебными свойствами.

Количество нѣкоторыхъ веществъ, содержащихся въ нѣкоторыхъ русскихъ и иностранныхъ минеральныхъ водахъ, выражено въ миллионныхъ доляхъ по вѣсу ¹⁾.

¹⁾ Обыкновенно выражаютъ составъ минеральныхъ водъ количествомъ граммовъ въ 16 унцахъ аптекарскаго вѣса, то есть въ 7680 граняхъ. Чтобы найти по миллионнымъ долямъ содержаніе въ граммахъ, должно число первыхъ умножить на 1000000 и раздѣлить на 7680 или умножить на 130 (почти). Мы выразили содержаніе въ миллионныхъ доляхъ, потому что эта система (граммы въ куб. метрѣ) принята для всѣхъ другихъ водъ и особенно, потому что при ней избѣгаются мелкія дроби, точность же анализа обыкновенно не превышаетъ миллионныхъ долей. Въ известковыхъ, магнезевыхъ и калиевыхъ соляхъ обыкновенно находятся соли сѣрной, угольной и хлористоводородной кислотъ. Должно замѣтить, что распредѣленіе кислотъ и оснований по ихъ взаимному соединенію въ природныхъ сортахъ воды, какъ и во всѣхъ смѣшанныхъ растворахъ, имѣетъ много произвольнаго, потому что анализъ даетъ только количество оснований и кислотъ, но не солей. Количество послѣднихъ вычисляется по даннымъ анализа.

Сѣрныя воды (содержащія сѣрнистый водородъ) узнаются по запаху гнилыхъ яицъ и потому что даютъ съ солями свинца черныя осадки; отъ нихъ серебряныя вѣщи чернѣютъ. Газовыя углекислыя воды, содержащія углекислый газъ въ избыткѣ, на воздухѣ кипятъ, имѣютъ острый вкусъ, красятъ лакмусовую бумажку въ слабо-красный цвѣтъ. Соленныя воды оставляютъ при испареніи большой остатокъ твердыхъ веществъ, растворимыхъ въ водѣ и имѣющихъ соленый вкусъ. Желѣзныя воды имѣютъ вкусъ чернилъ и окрашиваются чернымъ цвѣтомъ отъ настоя чернильныхъ орѣшковъ; оставаясь на воздухѣ они выдѣляютъ обыкновенно осадокъ бурого цвѣта. Обыкновенно характеръ минеральныхъ водъ смѣшанный.



	Известковых солей.	Хлористаго натрия.	Сѣрниастровой соли.	Углекислаго натрия.	Углекислаго калия.	Йодистаго и бромистаго калия.	Другихъ солей калия.	Солей магнія.	Кремнезема.	Углекислаго газа.	Сѣрнистаго водорода.	Всего твердыхъ составныхъ частей
I. 1928	—	152	—	—	—	—	24	448	152	1300	80	2609
II. 816	386	1239	26	9	—	—	43	257	46	1485	—	2812
III. 1085	1430	1105	—	—	4	—	90	187	65	1326	11	3950
IV. 343	3783	16	3431	—	—	—	14	251	112	2883	—	7950
V. 3406	15049	—	—	17	2	—	—	1587	229	—	76	20290
VI. 352	3145	—	95	1	35	—	—	260	11	20	—	3970
VII. 308	1036	2583	1264	4	—	—	—	178	75	—	—	5451
VIII. 1726	9480	—	—	26	40	120	—	208	40	—	—	11790
IX. 551	2040	1150	999	30	—	—	1	209	50	2740	—	4070
X. 285	558	279	3813	7	—	—	—	45	45	2268	—	5031
XI. 340	910	(Солей сѣрножелезной 1020 940 и сѣрноглиноземной 1660).					180	(кислотъ сѣрни. 2550 и соляной 330).				

I Сергиевскія сѣрныя воды, Самарской губернии, бугурусланскаго уѣзда, (темп. 8° Ц.) анализъ Клауса. II Железноводская вода источника № 10, близъ Пятигорска на Кавказѣ, по анализу Фрише (темп. 22° , 5). III Александровскій щелочносѣрный источникъ въ Пятигорскѣ, (темп. 46° , 5), среднее изъ анализовъ Германа, Зинина и Фрише. IV Бугунтукескій щелочный источникъ, № 17 около Пятигорска на Кавказѣ (темп. 21° , 6), по анализу Фрише. V Соляная вода Старой-Руссы, Новгородской губернии, анализъ Нелюбина. VI Вода Петербургскаго артезианскаго колодца, что на фабрикѣ государственныхъ бумагъ, анализъ Струве. VII Шпрудель, въ Карльсбадѣ въ Богеміи (темп. 73° , 7) анализъ, Берцелюса. VIII Крейднахскій источникъ (Elisenquelle) въ прусскихъ Рейнскихъ провинціяхъ (темп. 8° , 8), анализъ Бауера. IX Зельтская газовая вода (eau de Seltz) въ Нассау, анализъ Генри. X Вода Виши во Франціи, анализъ Вертье и Пюви. XI Источникъ Ramato de Ruiz въ Новой Гренадѣ, анализъ Леви, отличается свободными кислотами.

Вода колодцовъ нерѣдко бываетъ весьма чистою, въ особенности при песчаной почвѣ, но часто, особенно же въ населенныхъ мѣстностяхъ, она отличается весьма большимъ содержаніемъ различныхъ веществъ. Такъ, напр., извѣстны колодцы, содержащіе въ куб. метрѣ болѣе 1000 гр. твердыхъ составныхъ частей. Особенно богата колодезная вода населенныхъ мѣстностей солями азотной кислоты, что зависитъ оттого, что различныя азотистыя остатки въ такихъ мѣстахъ падаютъ на землю, омываются водою, окисляются и даютъ соли азотной кислоты. Содержаніе газовъ въ колодезной водѣ обыкновенно незначительно. Преобладаетъ всегда углекислый газъ, кислорода же и азота, въ особенности перваго, нерѣдко очень мало, что зависитъ оттого, что онъ идетъ на окисленіе веществъ, чрезъ которыя просачивается вода.

Морская вода содержитъ летучихъ составныхъ частей больше, чѣмъ всѣ виды обыкновенныхъ прѣсныхъ водъ. Это объясняется тѣмъ, что притекающія въ море воды оставляютъ свои составныя части въ морской водѣ, тогда какъ съ поверхности ея удаляется большое количество воды чрезъ испареніе. Такимъ образомъ въ моряхъ растворы

веществъ, уносимыхъ водою изъ земли, становится болѣе и болѣе гнѣпкими, хотя часть веществъ уносимыхъ и выдѣляется при этомъ испареніи въ видѣ осадковъ, не могущихъ уже содержаться въ растворѣ, при удаленіи части воды. Даже удѣльный вѣсъ морской воды весьма значительно отличается отъ вѣса чистой воды. Онъ обыкновенно равенъ 1,02, но въ этомъ отношеніи, равно какъ и относительно содержанія солей, морская вода, изъ разныхъ морей и разной глубины, представляетъ довольно замѣчательное различіе. Достаточно, напр., указать, что въ одномъ куб. метрѣ воды содержится твердыхъ составныхъ частей, въ граммахъ, слѣдующія количества: въ венеціанскихъ лагунахъ 19122, въ ливориской гавани 24312, въ Средиземномъ морѣ, около Сетта 37655, въ Атлантическомъ океанѣ отъ 32585 до 35695, въ Тихомъ океанѣ отъ 35233 до 34708. Въ закрытыхъ моряхъ, не сообщаемыхся или весьма далеко сообщаемыхся съ океаномъ, различіе нерѣдко еще больше. Такъ въ Каспійскомъ морѣ 6300 гр., въ Черномъ морѣ 17700, также и въ Балтійскомъ, въ Мертвомъ морѣ 22300 гр. Здѣсь преобладаетъ вода или соль, по сравненію содержанія ихъ въ океанахъ. Въ морской водѣ содержится болѣе всего поваренной соли, а именно въ одномъ куб. метрѣ отъ 25000 до 31000 гр. поваренной соли, хлористаго магнія отъ 2600 до 600 гр., сѣрномагнезійной соли отъ 1200 до 7000 гр., сѣрноизвестковой соли отъ 1500 до 600 гр., хлористаго калия отъ 10 до 700 гр. Вода океановъ Сѣвернаго, Атлантическаго и Тихаго, въ одномъ куб. метрѣ, содержитъ около 26000 граммовъ поваренной соли. Океанная вода, имѣя возможность смѣшиваться и перемѣшиваясь посредствомъ постоянныхъ океаническихъ теченій, представляетъ гораздо меньше измѣненій въ своемъ составѣ, чѣмъ вода морей болѣе или менѣе закрытыхъ и средиземныхъ. Весьма замѣчательно малое содержаніе въ морской водѣ органическихъ веществъ и особенно солей фосфорной кислоты. Последнюю даже многіе испытатели не могли доказать съ достовѣрностью въ водѣ, такъ ея содержаніе мало, но другіе нашли отъ 30 до 50 гр. въ куб. метрѣ, а между тѣмъ морскія растенія и животныя содержатъ ее въ весьма большомъ количествѣ, что показываетъ весьма яснымъ образомъ способность, свойственную растительнымъ тканямъ поглощать извѣстныя составныя части изъ воды. Разбѣнныя въ ничтожныхъ количествахъ въ морской водѣ — іодъ, бромъ и фосфорную кислоту — морскія растенія, въ нѣкоторыхъ мѣстахъ необыкновенно изобильныя въ океанахъ, скопляютъ въ значительной массѣ, такъ что пепель такихъ морскихъ растеній можетъ служить даже для полученія этихъ веществъ. Вблизи береговъ морская вода бѣдна содержаніемъ твердыхъ веществъ, что весьма понятно, тѣмъ болѣе, что берега, какъ всякая земля, способны удерживать изъ воды твердыя составныя части, по крайней мѣрѣ нѣкоторыя, а особенно потому, что съ береговъ собирается прѣсная вода, стекающая въ моря. Бѣдность солями средиземныхъ морей особенно ясно видно по изслѣдованіямъ Струве и Гебеля надъ водою Балтійскаго моря; въ Зундѣ, на шведской его сторонѣ, они нашли въ одномъ куб. метрѣ отъ 492 до 2043 гр. твердыхъ остатковъ, а въ рижскомъ заливѣ отъ 5787 до 7127 гр., остатка, тогда какъ океаны содержатъ до 33000 гр. твердыхъ веществъ въ куб. метрѣ воды.

Извѣстно, что **воду для** практическаго употребленія, различают прѣсную и соленую, годную къ употребленію и негодную, мягкую и жесткую, свѣжую и тухлую. Эти различія зависятъ отъ количества и качества составныхъ частей, въ водѣ находящихся. Такъ, напримѣръ, вкусъ воды весьма значительно зависитъ отъ содержанія въ ней растворенныхъ газовъ. При кипяченіи, изъ воды выдѣляются газы и вслѣдствіе этого, что отварная вода имѣетъ, даже послѣ охлажденія, пока она еще не успѣла поглотить изъ воздуха газообразныхъ веществъ, совершенно особый вкусъ, чѣмъ свѣжая, содержащая значительное количество газовъ. Въ этомъ отношеніи очень поучительны слѣдующіе два примѣра: гренельскій артезианскій колодезь въ Парижѣ, въ первое время своего открытія, давалъ воду, отъ которой животныя и люди страдали. Оказалось, что эта вода не содержитъ въ себѣ кислорода и вообще газообразныхъ веществъ, содержитъ мало. Лишь только ее заставили протекать каскадомъ, она, во время своего паденія, успѣвала насытиться или поглотить воздухъ и тогда сдѣлалась совершенно годною къ употребленію. Для далекихъ морскихъ путешествій въ настоящее время обыкновенно не берутъ или берутъ только малое количество прѣсной воды, потому что она при сохраненіи портится, тухнетъ, органическія вещества ея измѣняются. Нынѣ обыкновенно такую воду получаютъ на корабляхъ непосредственно черезъ перегонку морской воды. Это особенно удобно въ тѣхъ случаяхъ, когда плаваніе совершается на пароходахъ, потому что для движенія паровой машины испареніе уже производится. Перегнанная вода не содержитъ болѣе морскихъ солей и потому годится для непосредственнаго употребленія, но она весьма невкусна и имѣетъ свойства отварной воды. Чтобы сдѣлать ее пригодною къ употребленію, къ ней прибавляютъ нѣкоторыхъ солей, обыкновенно въ прѣсную водѣ заключающихся и ее заставляютъ протекать тонкою струею, чтобы она насытилась составными частями воздуха, то есть поглотила бы газы. Когда вода стоитъ долгое время въ тепломъ мѣстѣ, то она теряетъ свой освѣжающій вкусъ, между прочимъ потому, что лишается газообразныхъ составныхъ частей и преимущественно углекислаго газа, придающаго водѣ вкусъ и особое дѣйствіе.

Хорошею водою для питья можетъ считаться только та вода, которая, при своей свѣжести, то есть содержаніи газообразныхъ веществъ воздуха, содержитъ органическія и минеральныя вещества только въ опредѣленномъ незначительномъ количествѣ. Особенно въ этомъ отношеніи вредны два вида воды: весьма жесткая и тухлая. Жесткою водою называется такая, которая содержитъ много минеральныхъ составныхъ частей и преимущественно много извести. Такая вода, вслѣдствіе содержанія извести, не даетъ пѣны съ мыломъ, не развариваетъ овощей, даетъ много накипи въ сосудахъ. Она, при значительной мѣрѣ жесткости, положительно вредна для питья, что видно изъ многихъ примѣровъ въ большомъ видѣ, показавшихъ, что, послѣ проведенія въ города вмѣсто жесткой воды мягкой, смертность уменьшается. Въ особенности жесткая вода развиваетъ болѣзни легкихъ ¹⁾.

¹⁾ Жесткая вода, равно какъ и тухлая, напротивъ того могутъ быть полезны для орошенія растений, ибо содержатъ питательныя начала, для ихъ роста необходимыя. Содержаніе азотистыхъ веществъ здѣсь очень важно.

Тухлая вода содержит значительное количество измененных органических веществ, в природе преимущественно растительных, а в населенных мѣстах, особенно среди городов, преимущественно животных остатковъ. Такая вода приобретаетъ неприятный запахъ и вкусъ, чѣмъ особенно характеризуются стоячіе воды болотъ и нѣкоторыхъ колодцовъ, находящихся въ жилыхъ мѣстностяхъ. Такая вода особенно вредна во время эпидемическихъ болѣзней. Ее отчасти очищаютъ, пропуская чрезъ уголь, который удерживаетъ и вонючія составныя части и нѣкоторые органическія вещества, а также и нѣкоторые минеральныя. Можно ее также до нѣкоторой степени очищать прибавленіемъ квасцовъ, которые способствуютъ въ тоже время, при долгомъ стояніи, образованію осадковъ изъ мутной воды. Но самое лучшее средство для очищенія такой воды составляетъ минеральный хамелеонъ (манганцово-поташная или марганцово-содовая соль). Растворъ этого вещества, даже при очень большомъ разбавленіи, краснаго цвѣта. Будучи прибавленъ къ тухлой водѣ, минеральный хамелеонъ волюнѣ разрушаетъ органическія вещества, окисляя ихъ. Прибавленный къ водѣ въ такомъ количествѣ, чтобы сообщать ей чуть замѣтный розовый оттѣнокъ, онъ измѣняетъ большинство органическихъ веществъ. Особенно полезно прибавлять немного хамелеона къ нечистой водѣ во время эпидемій.

Содержаніе одного грамма въ литрѣ или 1000 гр. въ кубич. метрѣ какихъ бы то ни было веществъ уже дѣлаетъ воду мало пригодною и даже вредною къ употребленію какъ питья для животныхъ (для растеній обратнo), все равно органическія вещества или минеральныя въ ней преобладаютъ. Содержаніе 1% хлористыхъ металловъ дѣлаетъ воду совершенно ясно соленою и такая вода производитъ жажду, вмѣсто того чтобы утолять ее. Особенно неприятно содержаніе магnezіальныхъ солей, имѣющихъ противный горькій вкусъ, отъ чего зависитъ особый вкусъ морской воды. Большое содержаніе солей азотной кислоты случается всегда только въ водѣ весьма нечистой и обыкновенно вредно, потому что показываетъ на присутствіе измѣняющихся животныхъ веществъ.

Чтобы узнать негодную воду, иногда достаточно одного взгляда на ея массу. Бурожелтый цвѣтъ воды—отъ органическихъ веществъ, обыкновенно сопровождаемыхъ присутствіемъ большого количества щелочей. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ извести обыкновенно мало. Жесткая вода обыкновенно представляетъ зеленовато-голубой цвѣтъ. Чтобы узнать жесткость воды, употребляютъ мыльную воду, предварительно составивъ спиртовый растворъ мыла и установивъ по пробѣ отношеніе между содержаніемъ извести въ водѣ и количествомъ мыльной воды, производимымъ при взбалтываніи пѣну. Прибавивъ мыльный растворъ въ маломъ количествѣ, напр. 0,5 куб. сантиметра къ 50 куб. сант. совершенно чистой воды, при взбалтываніи получаютъ пѣну. Возьмемъ теперь воды, хоть 50 куб. сант., нарочно приготовленной съ содержаніемъ 200 гр. извести въ куб. метрѣ, (или 0,2 грамма въ литрѣ) или 0,01 въ 50 куб. сант. и станемъ прибавлять къ ней нашей мыльной воды, пока при взбалтываніи не получится пѣна. Положимъ израсходуется для этого 20,5 куб. сантиметровъ мыльной воды. Значитъ расходъ 20 куб. сант. мыльной воды на 50 куб. сант.

жесткой воды показывает содержание 200 грам. въ куб. метръ. Если теперь возьмемъ какую либо воду, жесткость которой хотимъ испытать, то ея нужно взять опять 50 куб. сантиметровъ и прилить мыльную воду, пока не получится при взбалтываніи пѣна. Положимъ израсходуемъ всего 5,5 куб. сант. мыльной воды; изъ нихъ 0,5 потребовалось для полученія пѣны, а 5 пошло на разложеніе съ известковыми (и магнезіальными) солями. Значитъ (по пропорціи 200: X = 20:5) въ испытуемой водѣ содержится 50 грам. известковой соли на куб. метръ ¹⁾).

Жесткую воду дѣлають мягкой, т. е. годною для многихъ употребленій и менѣе вредною многими способами. Нерѣдко совѣтуютъ употребить для этого прибавленіе извести, что основывается на томъ, что въ водѣ находящаяся известь удерживается содержащеюся въ ней излишнюю угольною кислотою. Прибавленная известь соединяется съ этою свободною угольною кислотою, сама осаждается и осаждаеть такимъ образомъ и углекислотную соль, отнимая растворяющую углекислоту. Нужно только, чтобы извести не было прибавлено избытокъ, что требуетъ особенной осторожности, а потому способъ этотъ не годится для общаго употребленія. Корнунгъ предложилъ для этой цѣли прибавлять къ водѣ растворимаго стекла, которое содержитъ кремнеземистый натръ и осаждаеть известь въ видѣ кремнеземистой извести. Замѣчательно, что при вымораживаніи, жесткость воды весьма значительно уменьшается, если собирать только одинъ ледъ. Ледъ болѣе чистъ, чѣмъ взятая вода. Прибавленіе соды, квасцовъ, хлористаго барія, крахмала, просто картофеля, различныхъ камедистыхъ веществъ и т. п. къ водѣ, дающей много накипи, оказывается очень полезнымъ.

Содержаніе воздуха въ водѣ можетъ быть узнано простымъ опытомъ: въ водѣ, не содержащей кислорода воздуха, рыба задыхается—умираетъ. Для опредѣленія количества и состава газовъ, заключающихся въ водѣ, ее кипятятъ въ колбѣ (вплоть палитой водою), снабженной газоотводной трубкой, проходящей въ цилиндръ со ртутью, поставленный въ ртутную ванну. При кипяченіи воды—газы выходятъ изъ нея и собираются въ цилиндрѣ надъ ртутью. Воду, перебрасываемую вмѣстѣ съ газомъ, необходимо собрать и вновь прокипятить, и ч. она удерживаетъ газы. Выдѣленные газы, собранные надъ ртутью, можно измѣрить и изслѣдовать. Обыкновенно въ хорошей водѣ до 3-хъ объемныхъ процентовъ газовъ. Вода, содержащая воздухъ, необходима не только для жизни животныхъ, но и для растений, что полезно имѣть въ виду при поливкѣ растений водою. Растворенные въ водѣ газы содѣйствуютъ образованію питательныхъ для растений растворовъ, поглощаемыхъ ими изъ земли.

Доставленіе воды хорошихъ качествъ для жителей населенныхъ

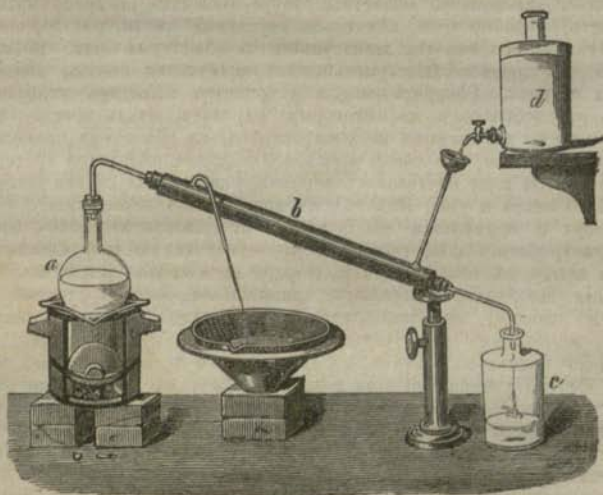
¹⁾ Англичане берутъ 16 грановъ (1 англійскій гранъ равенъ 0,065 граммовъ) известковаго шпата, раствореннаго въ соляной кислотѣ и разбавленнаго до одного галлона (4,543 литра) водою. Значитъ въ галлонѣ будетъ содержаться 16 грановъ известковаго шпата или углекислотной соли. Вода съ такимъ содержаніемъ извести обозначается водою, имѣющею 16° жесткости, разбавленная вдвое—8° жесткости и т. д. На основаніи этого опредѣляютъ градусъ или степень жесткости.

мѣстностей, особенно городовъ, уже въ древности было предметомъ общихъ попеченій. Въ настоящее время множество уже городовъ снабжены водою, проводимою иногда издалека, но годною къ употребленію. На каждаго жителя идетъ, среднимъ числомъ, ежедневно отъ 50 до 200 литровъ и даже болѣе, что измѣняется по мѣсту. Для проведенія воды нерѣдко устрояютъ водоподъемные насосы и водопроводы, весьма цѣнные, но имѣющіе большое гигиеническое значеніе въ томъ случаѣ, если посредствомъ ихъ негодная къ употребленію или вредная вода замѣняется чистою. Смертность всегда въ этихъ случаяхъ значительно уменьшается. Нерѣдко однако прибѣгаютъ къ очищенію воды мало пригодной или въ особыхъ большихъ сооруженіяхъ, когда вода доставляется водопроводами, или, также, домашними средствами въ такъ называемыхъ водочистительныхъ машинахъ. Во всякомъ случаѣ, такое очищеніе состоитъ въ процеживаніи чрезъ вещества, способныя пропускать воду, какъ то: куски камней, песокъ, шерсть, различнаго рода ткани, въ особенности шерстяныя, бумажныя волокна и различныя пористыя камни. Простое процеживаніе въ этихъ случаяхъ удаляетъ почти только одни механическія подмѣсы. Для того, чтобы, удалить запахъ и нѣкоторыя, растворимыя въ водѣ, вещества, необходимо для процеживанія употреблять уголь, который ихъ способенъ поглощать. Впрочемъ большинство веществъ, употребляющихся для процеживанія, удаляетъ, подобно углю, нѣкоторыя составныя части, растворенныя въ водѣ. Въ особенности легко удаляются нѣкоторыя соли. Обыкновенно, при процеживаніи, уменьшается количество газовъ, находящихся въ водѣ. Распределеніе и устройство цѣльныхъ снарядовъ столь разнообразно и, въ нѣкоторыхъ случаяхъ, столь просто, что мы считаемъ возможнымъ не распространяться объ этомъ предметѣ. Замѣтимъ только, что самое простое и хорошее цѣльное средство для чистой воды составляетъ воронка, наполненная слоями чистаго крупнаго песка и угля. Ихъ должно повременамъ перемѣнять.

Говоря о примѣненіи воды, нельзя не сказать нѣсколько словъ объ употребленіи льда, составляющаго необходимую принадлежность почти всюду, въ особенности въ жаркое время года. Въ этомъ отношеніи необходимо обратить вниманіе на способы сохраненія льда и способы его приготовленія. Очевидно, что для сохраненія, необходимо ледъ устранить отъ непосредственнаго дѣйствія не только солнечныхъ лучей, но даже всякаго движенія теплаго воздуха. Оттого хранилище льда должно окружать всевозможными худыми проводниками тепла, какъ то: соломою, древесными опилками, различнаго рода оческами, двойными постройками, такъ чтобы между двумя стѣнами оставался неземлемый слой воздуха. Это особенно легко достигается при употребленіи подземныхъ погребовъ. Искусственное полученіе льда сдѣлалось, въ послѣднее время, весьма распространеннымъ. Оно основывается на средствахъ произведенія холода, а именно, или на испареніи воды подъ низкимъ давленіемъ, или на испареніи другихъ, легко летучихъ веществъ (приборъ Карре, о которомъ будетъ говорено при амміакѣ), или на раствореніи нѣкоторыхъ веществъ, поглощающихъ при томъ значительное количе-

ство тепла, какъ, напр., азотноаммиачной соли, или на расширеніи воздуха, который охлаждается, если быстро увеличивается въ объемѣ.

Изъ предыдущаго уже видно, какъ должно поступать для **очищенія воды**, то есть для полученія воды въ отдѣльности отъ обыкновенныхъ ея подмѣсей: воду должно перегонять (стр.29—32), то есть кипятить и собирать охлажденный паръ, чтобы отдѣлить отъ нея нелетучія соляныя части, а потомъ должно прокипятить, чтобы удалить воздухъ, растворяющійся въ водѣ при перегонкѣ. Такая вода, оставаясь на воздухѣ, всетаки современемъ поглощаетъ воздухъ, пыль, носящуюся въ воздухѣ, отчасти растворяетъ вещество (стекло, но не платину) того сосуда, въ которомъ ее хранить, словомъ, становится уже не вполне чистою. Такимъ образомъ, весьма затруднительно имѣть совершенно химически-чистую воду. Впрочемъ количество подмѣсей въ перегнанной (дистиллированной) и прокипяченной, но стоявшей водѣ уже столь незначительно, что не оказываетъ почти вліянія на свойства воды. Для перегонки воды употребляютъ различные кубы съ холодильниками. Обыкновенно для этого служатъ мѣдныя кубы, внутри луженныя, то есть



Фиг. 37. Въ колбу *a* наливается нечистая вода и колба нагревается на угляхъ или какимъ либо другимъ способомъ. Въ горло колбы вставлена пробка со стеклянною трубкою, отводящею водяные пары въ холодильникъ *b*. Сгущенная въ немъ вода собирается въ приемникъ *c*. Для того чтобы охлажденіе совершалось во все время перегонки, трубка, проводящая паръ, окружена другою трубкою. Въ пространство между ними вливается изъ сосуда *d* холодная вода. Вода, нагревшаяся въ холодильникѣ, вытекаетъ въ поставленную чашку.

покрытые оловомъ или лучше прямо оловянные (по крайней мѣрѣ холодильники), потому что олово неизмѣняется ни отъ воздуха, ни отъ воды, какъ большая часть металловъ. Въ маломъ видѣ перегонку воды можно производить въ стеклянной ретортѣ съ пріемникомъ, какъ изображено на фиг. 37. При перегонкѣ воды, кромѣ воздуха, остается въ ней и нѣкоторое количество улетучивающихся подмѣсей (особенно органическихъ), а стѣнки перегонныхъ снарядовъ изъ стекла отчасти разѣдаются водою и часть, хотя малая, вещества ихъ, дѣлаетъ воду не вполне чистою, при ея выпариваніи получается остатокъ ¹⁾. А между тѣмъ для нѣкоторыхъ физическихъ и химическихъ изслѣдованій требуется совершенно чистая вода. Для полученія ея къ дистиллированной водѣ прибавляютъ розоваго раствора минеральнаго хамелеона (марганцово-поташной соли) до тѣхъ поръ, пока не сообщится слабозеленый отливъ ея всей перегнанной водѣ. При этомъ разрушаются (переходятъ въ газы и нелетучія вещества) органическія вещества, находящіяся въ водѣ. Излишекъ хамелеона не вредитъ, потому что при слѣдующей перегонкѣ онъ остается въ перегонномъ снарядѣ. Новую перегонку должно тогда производить въ платиновой ретортѣ съ платиновымъ же пріемникомъ. Платина есть металлъ, нисколько неизмѣняемый ни воздухомъ, ни водою и потому отъ него ни чего не переходитъ въ воду. Полученная въ пріемникѣ вода содержитъ еще воздухъ. Ее нужно прокипятить въ теченіи долгаго времени и охладить послѣ того въ безвоздушномъ пространствѣ, подъ колоколомъ воздушнаго насоса. Чистая вода при выпариваніи не даетъ никакого остатка, неизмѣняется нисколько, какъ бы долго ее не хранили, въ ней не развивается современемъ плесень, какъ въ водѣ разъ перегнанной или нечистой; она, при нагрѣваніи, не даетъ пузырьковъ газа, отъ капли хамелеоннаго раствора пріобрѣтаетъ его цвѣтъ. Вотъ немногіе признаки, какими можно узнать совершенную чистоту воды.

Только очищенная вышеописанными способами вода, имѣетъ постоянныя **физическія** и химическія **свойства**. Напримѣръ, только для такой воды одинъ кубическій сантиметръ вѣситъ ровно одинъ граммъ при 4° Ц., т. е. удѣльный вѣсъ только такой чистой воды равенъ 1,0000 при 4° Ц. Удѣльный вѣсъ нечистой воды выше чѣмъ для чистой воды, даже при содержаніи

1) Одинъ изъ первыхъ мемуаровъ Лавуазье (1770 года) относился къ этому вопросу. Онъ изслѣдовалъ полученіе землистаго остатка при перегонкѣ воды. чтобы рѣшить возможно ли, какъ утверждали, превратить воду въ землю и нашелъ, что получаемый остатокъ происходитъ отъ дѣйствія воды на стѣнки сосуда, а не отъ воды. Это онъ доказалъ прямымъ взвѣшиваніемъ.



однихъ газовъ въ растворѣ, что зависитъ отъ содержанія въ ней постороннихъ тѣлъ, болѣе ея тяжелыхъ. Тоже самое должно замѣтить и о всѣхъ другихъ свойствахъ воды. Замѣтимъ при этомъ здѣсь еще разъ, что химія изучаетъ, по преимуществу, отдѣльныя чистыя вещества, описываетъ ихъ свойства и реакціи, потому все, что далѣе будетъ говорить о водѣ, будетъ относиться къ химически чистой водѣ, а не къ обыкновенной, не вполнѣ чистой. Описывая какое-либо вещество, мы постоянно будемъ говорить сперва о его физическихъ свойствахъ, потому что они характеризуютъ каждое вещество и имѣютъ, какъ мы видѣли, важное значеніе при ходѣ реакцій, а потомъ будемъ уже обращать главное вниманіе на реакціи, какимъ подвергается описываемое вещество.

Вода есть одно изъ веществъ легко измѣняющихъ свое состояніе, легко переходящихъ, при благоприятныхъ условіяхъ, во всѣ три состоянія: парообразное, жидкое и твердое. Въ этихъ трехъ видахъ вода извѣстна подъ названіемъ: пара, воды и льда или снѣга. Вода въ твердомъ состояніи образуетъ кристаллы гексагональной системы, что можно видѣть по формѣ снѣжинокъ, которыя обыкновенно суть правильные звѣздчатые сростки многихъ кристалловъ, а также по формѣ полурастаявшаго, разсыпавшагося льда, плывущаго весною по рѣкѣ. Ледъ тогда рассыпается на столбики или призмы, ограниченныя углами, свойственными тѣламъ гексагональной формы.— Температуры, при которыхъ вода переходитъ изъ одного состоянія въ другое, суть постоянныя точки термометровъ, а именно температура тающаго льда принимается за 0° , а температуру паровъ, выходящихъ изъ воды, кипящей при нормальномъ давленіи барометра (а именно въ 760 миллиметровъ, измѣренныхъ при 0°) принимаютъ равною 100° , по Цельзію, потому для характеристики воды, какъ опредѣленнаго химическаго соединенія, служитъ между прочимъ то, что она плавится при 0° и кипитъ при 100° . Удѣльный вѣсъ льда при 0° менѣе удѣльнаго вѣса воды, а именно = 0,9175, удѣльный вѣсъ водянаго пара при 760^{mm} и при 100° = 0,0006 (вѣсъ одного куб. сантим. въ граммахъ), а именно плотность паровъ, въ отношеніи къ воздуху = 0,62, въ отношеніи къ водороду 9.

Эти данныя составляютъ краткую характеристику физическихъ свойствъ воды, какъ отдѣльнаго тѣла. Для этой же цѣли должно прибавить, что вода есть жидкость, легкоподвижная, безцвѣтная, прозрачная, неимѣющая ни запаха ни вкуса. Въ твердомъ видѣ она даетъ безцвѣтный и прозрачный, обыкновенно некристаллическій ледъ, если образуется изъ жидкости, и кристаллическій *снегъ*, образованный мелкими кристал-

ликама гексагональной формы, сросшимися между собою въ звѣздчатые сростки (см. фиг. 20). Пары ея безцвѣтны и прозрачны. Скрытое ея тепло испаренія = 536, плавленія = 79 единицамъ теплоты. Перехода изъ парообразнаго состоянія въ жидкое, среди газовъ, вода даетъ пузырьки, образующіе туманъ, облака и т. п. Вотъ такими немногими словами приходится описывать свойства большинства химическихъ соединений, мало изученныхъ. Эти признаки дѣйствительно достаточны для отличія воды отъ другихъ тѣлъ, но они не обозначаютъ особенностей воды, не даютъ представленія о ней, не позволяютъ предугадывать ея отношенія къ другимъ тѣламъ. Подробное же описаніе свойствъ воды, какъ тѣла изученнаго лучше всѣхъ другихъ, возможно и весьма полезно, не только какъ примѣръ такого изученія, какое желательно для многихъ тѣлъ, но также и для того, чтобы понять роль этого вещества въ природѣ, и его отношенія при химическихъ превращеніяхъ. Для этой цѣли описываю здѣсь нѣкоторые физическія свойства воды въ жидкомъ и парообразномъ состояніяхъ ¹⁾.

Вода изъ всѣхъ извѣстныхъ жидкостей представляетъ наибольшее **сцѣпленіе** частицъ. Дѣйствительно она поднимается въ волосныхъ трубкахъ выше другихъ жидкостей, а именно, напримѣръ, въ два съ половиною раза выше спирта, почти въ три раза выше чѣмъ эфиръ, гораздо выше, чѣмъ куноросное масло и т. п. Въ трубкѣ, имѣющей радіусъ въ одинъ миллиметръ, при 0° вода поднимается на 15,3, миллиметра, считая отъ уровня жидкости до $\frac{1}{3}$ высоты мениска, при 100° на 12,5 миллиметровъ. Измѣненіе сцѣпленія съ температурою происходитъ очень равномерно, такъ что, при 50°, поднятіе ровно 13,9^{mm}, то есть средней величинѣ поднятія при 0° и 100°. Эта равномерность не нарушается, даже приближаясь къ точкѣ замерзанія, что весьма замѣчательно, потому что при этихъ температурахъ плотность воды измѣняется иначе, чѣмъ при высшихъ температурахъ. Такая равномерность измѣненія даетъ поводъ думать, что и при повышеніи температуры она будетъ измѣняться столь же правильно или почти также, какъ и при обыкновенныхъ температурахъ, то есть на 100° паденіе будетъ 2,7 миллиметра, слѣдовательно, при 500° высота воды должна быть только около 15,2 — — 5,2,7 = 1,7 миллиметра, слѣдовательно сцѣпленія при этихъ температурахъ въ частицахъ воды почти не будетъ. Для дру-

¹⁾ О твердомъ состояніи воды извѣстно меньше чѣмъ о двухъ другихъ (по трудности изученія), а потому пришлось бы приводить отрывочныя свѣденія, знаніе которыхъ по сихъ поръ даетъ мало. Впрочемъ въ нѣсколькихъ мѣстахъ мы коснемся и свѣденій объ этомъ состояніи воды.



гихъ жидкостей, имѣющихъ меньшее сѣѣленіе, такое уничтоженіе сѣѣленія было ясно наблюдаемо, напр. для эфира, но для воды о немъ можемъ только сдѣлать вѣроятное заключеніе.

Большое сѣѣленіе воды при обыкновенной температурѣ и уменьшеніе при возвышенной, опредѣляютъ многія ея свойства, какъ физическія, такъ и химическія. Что касается до послѣднихъ, то мы познакоимся съ ними впоследствии. Теперь же скажемъ только, что при множествѣ химическихъ превращеній, хорошо изученныхъ, замѣчается образованіе воды. Можно думать, что одну изъ причинъ такихъ химическихъ процессовъ составляетъ большое сѣѣленіе происходящихъ водяныхъ частицъ. Примѣры тому мы увидимъ въ слѣдующихъ главахъ, а теперь обратимся къ описанію физическихъ свойствъ воды, зависящихъ отъ сѣѣленія. Послѣдовательно рассмотримъ слѣдующія ея свойства: теплоемкость, расширеніе отъ теплоты, скрытое тепло испаренія, упругость паровъ, количество работы, доставляемой парами воды и внутреннюю работу испаренія. Эти свойства представляютъ много взаимныхъ соотношеній и связи со сѣѣленіемъ, свойственнымъ водѣ.

Количество тепла, потребное для нагрѣванія одной вѣсовой части воды отъ 0° до 1° , т. е. на 1° (Ц.), называется *единицею теплоты*, или *calorie*; слѣдовательно, **теплоемкость воды** при 0° принимается равною единицѣ. Измѣненіе этой теплоемкости при нагрѣваніи воды весьма незначительно, по сравненію съ тѣмъ измѣненіемъ, которое представляетъ теплоемкость другихъ жидкостей. Если теплоемкость воды въ жидкомъ видѣ, при 0° , равняется единицѣ, то при температурѣ 50° она равна 1,0042; при 100° равна 1,0130; при 150° 1,0262; при 200° 1,0440, что можетъ быть выражено формулою $1 + 0,00004t + 0,0000009t^2$; при нагрѣваніи отъ 0° до t° потребуется, значитъ, алгебраическая сумма этихъ количествъ тепла. При измѣненіи температуры отъ 0° до t° , эта сумма равна $t + 0,00002t^2 + 0,0000003t^3$. При грубыхъ же опредѣленіяхъ можно принять, что при обыкновенной температурѣ, теплоемкость воды постоянно = 1. Сравнивая теплоемкость воды и ея измѣненія съ теплоемкостью другихъ жидкостей, можно замѣтить: 1) что теплоемкость воды больше, чѣмъ теплоемкость всѣхъ другихъ извѣстныхъ жидкостей; такъ, напр., спиртъ при 0° имѣетъ теплоемкость 0,5475, т. е. количество тепла, нагрѣвающее 55 частей воды на 1° , нагрѣваетъ 100 вѣсовыхъ частей спирта на 1° ; теплоемкость скипидара при 0° равна 0,4106; эфира 0,529; искусной кислоты 0,5274; ртути 0,033; словомъ, теплоемкость воды больше, чѣмъ теплоемкость всѣхъ другихъ, до сихъ поръ изслѣдованныхъ жидкостей (и даже твердыхъ тѣлъ). Это зна-

чить, что вода есть лучший сгуститель или поглотитель тепла. Такое свойство ей имѣть важное значеніе въ природѣ и практикѣ. Вода препятствуетъ скорому охлажденію и нагреванію, умѣряетъ холодъ и жаръ. Большая теплоемкость воды, вѣроятно, зависитъ отъ того, что увеличить напряженіе колебанія (то есть нагрѣть) водяныхъ частицъ, по ихъ значительному сѣвленію, гораздо затруднительнѣе, чѣмъ другихъ жидкостей, имѣющихъ меньшее сѣвленіе частицъ. 2) Сверхъ того, теплоемкость воды измѣняется съ температурою весьма незначительно, тогда какъ увеличеніе теплоемкости для другихъ жидкостей съ температурою происходитъ гораздо быстрѣе, а именно, для спирта при 20° теплоемкость равна уже 0,595; при 40° 0,648; при 60° 0,706; при 80° 0,769; для эфира при -30° 0,511, при $+30^{\circ}$ 0,547; во всякомъ случаѣ, увеличеніе несравненно быстрѣе, чѣмъ для воды. Такъ какъ сѣвленіе воды измѣняется съ температурою довольно быстро, какъ и для другихъ жидкостей, то медленность въ увеличеніи теплоемкости показываетъ, что поглощаемое водою тепло идетъ не для одного измѣненія сѣвленія.

Замѣтимъ здѣсь при томъ, что теплоемкость льда гораздо меньше чѣмъ воды и именно только 0,504. Для всѣхъ тѣлъ теплоемкость жидкости болѣе чѣмъ твердаго тѣла, оттого, какъ показалъ Персонъ, и происходитъ поглощеніе тепла при переходѣ въ жидкость. Если чрезъ c означимъ теплоемкость твердаго тѣла, чрезъ C того же тѣла въ видѣ жидкости, то скрытое тепло плавленія равно $(C - c)(t + 160)$, гдѣ t есть температура плавленія. Для льда вычисляемъ этимъ способомъ скрытое тепло плавленія 79,36, а по наблюденіямъ оно равно 79,25 ¹⁾.

Расширеніе воды при нагреваніи представляетъ много особенностей, не повторяющихся для другихъ жидкостей. При низкихъ температурахъ коэффициентъ расширенія воды весьма малъ, сравнительно съ другими жидкостями; при 4° онъ доходитъ даже до 0; а при 100° онъ равенъ 0,0008; ниже 4° онъ отрицательный, т. е. вода при охлажденіи тогда расширяется, а не сжимается. Эти измѣненія чрезвычайно характерны для воды и имѣютъ великое значеніе въ природѣ; холоднѣйшая вода скопляется на поверхности во время ея охлажденія и оттого замерзаніе воды начинается съ поверхности; оттого ледъ образуется на поверхности воды. При переходѣ въ твердое состояніе удѣльный вѣсъ воды еще уменьшается;

¹⁾ Въ жидкости, подобно газамъ, при увеличеніи давленія, уменьшаютъ свой объемъ; а именно, при увеличеніи давленія на 1 атм., сжатіе воды равняется 0,00017; ртути 0,0000352; эфира 0,00012 при 0° ; спирта при 13° 0,00005. При плавленіи къ водѣ различныхъ веществъ уменьшаетъ сжимаемость и сѣвленіе одновременно.

при 0° 1 кубическій сантиметръ воды вѣситъ 0,99988; а ледъ, при той же температурѣ, имѣетъ удѣльный вѣсъ только 0,9175. Образовавшийся ледъ однако при охлажденіи сжимается, какъ и большинство другихъ тѣлъ, а не расширяется какъ вода при этихъ температурахъ. Такимъ образомъ 99,988 или 100 объемовъ льда происходятъ изъ 92 объемовъ воды, т. е. вода при замерзаніи весьма значительно расширяется, а это расширение, существующее при замерзаніи, опредѣляетъ множество явленій въ природѣ. Эта молекулярная расширительная сила, проявляющаяся при замерзаніи, столь велика, что способна разрывать самыя плотныя оболочки; такъ, если пушечное ядро будетъ наполнено водою при 0° и потомъ отверстие его плотно забито, а ядро охлаждено, такъ чтобы вода замерзла, то оно разрывается. Тоже происходитъ съ горными породами, наполненными трещинами, въ которыя проникаетъ вода; замерзая, она разрываетъ горныя породы. Такимъ образомъ, измѣненіе объемовъ воды при нагрѣваніи представляетъ много особенностей. Сравнивая съ измѣненіемъ объемовъ другихъ жидкостей, можно видѣть это весьма ясно. Прилагаемъ здѣсь таблицу измѣненій объемовъ жидкой воды, при разныхъ температурахъ, руководствуясь лучшими изъ извѣстныхъ намъ наблюденій.

Температура.	Объемъ воды, принимаемая при 4° за 1000. 0.	Температура.	Объемъ воды, принимаемая при 4° за 100000.	Температура.	Объемъ воды, принимаемая при 4° за 100000.
— 10°	100190	11°	100036	40°	100765
— 9°	100162	12°	100047	45°	100966
— 5°	100071	13°	100059	50°	101189
0°	100014	14°	100071	55°	101422
+ 1°	100008	15°	100088	60°	101671
2°	100004	16°	100102	65°	101942
3°	100001	17°	100121	70°	102237
4°	100000	18°	100139	75°	102553
5°	100001	19°	100158	80°	102870
6°	100004	20°	100179	85°	103201
7°	100008	21°	100200	90°	103552
8°	100013	22°	100222	95°	103921
9°	100020	23°	100244	100°	104312
10°	100028	24°	100271	110°	105140
		25°	100293	130°	107120
		30°	100433	150°	109250
		35°	100593		

Вейднеръ.

Плюккеръ
и Гейслеръ.

Депре).

Копиъ.

Менделѣевъ.

*) Числа Депре приведены здѣсь потому, что они очень сходны съ некото-

Сравненіе измѣненія теплоемкости воды съ измѣненіемъ ея объемовъ показываетъ, что для нагрѣванія одинаковаго объема и одинаковаго вѣса воды требуется различное количество тепла, при разныхъ температурахъ, или, другими словами, что одно и тоже количество тепла, прибавленное въ водѣ, производитъ въ ней неодинаковое расширеніе, значить, водяныя частицы, расширяясь или удаляясь другъ отъ друга, измѣняются въ своемъ распредѣленіи. Это и выражается различіемъ ихъ взаимнаго сѣвленія при разныхъ температурахъ, различіемъ въ сопротивленіи, которое вода оказываетъ движенію въ ней твердаго тѣла при разныхъ температурахъ, въ измѣненіи ея показателя преломленія и въ другихъ свойствахъ, которыми мы однако здѣсь не будемъ перечислять, но небольшому значенію этого рода опредѣленій для нашей цѣли.

Прилагаемъ однако таблицу показателей преломленія свѣта въ водѣ для разныхъ Фрауенгоферовыхъ линий, потому что она можетъ служить примѣромъ для изслѣдованія другихъ тѣлъ въ этомъ отношеніи. Числа эти даны *Виллигеномъ* (Vander Willigen) и относятся къ двумъ температурамъ.

Фрауенгоферовы

линіи.	A.	a.	B.	C.		
При 22°,37 Ц. показатель преломл.	1,3288.	1,3297.	1,3303.	1,3310.		
При 16°,58 Ц. " " "	1,3292.	1,3300.	1,3306.	1,3314.		
	D.	E.	F.	H.		
" " "	1,3328.	1,3350.	1,3354.	1,3370.	1,3405.	1,3434.
" " "	1,3333.	1,3355.	1,3359.	1,3374.	1,3408.	1,3436.

Средній показатель преломленія принимается 1,333. Изъ наблюденій надъ солнечными кольцами выводится показатель преломленія ледяныхъ кристалловъ. Такъ, наблюденія Корсакова дали числа для красныхъ и фиолетовыхъ лучей: 1,3086 и 1,3233, показывающія, что ледъ имѣетъ меньшій чѣмъ вода показатель преломленія. Показатель преломленія водяныхъ паровъ = 1,000294 (такой же какъ воздуха).

Когда жидкая вода превращается въ паръ, то сѣвленіе ея частицъ должно быть нарушено, т. е. частицы должны быть удалены другъ отъ друга на такое разстояніе, при которомъ уже взаимное притяженіе не оказываетъ вліянія. Такъ какъ сѣвленіе водяныхъ частицъ, при разныхъ температурахъ, неодинаково, то и количество тепла, расходуемое на преодоленіе этого сѣвленія или **скрытая теплота испаренія**, при разныхъ температурахъ, будетъ неодинаково. Чтобы получить понятіе объ этой работѣ или объ томъ количествѣ

рными новѣйшими наблюденіями, неотличающимися, однако, достаточною полнотою. Во всякомъ случаѣ до 40° числа Дебре ближе къ действительности, чѣмъ числа Коппа, какъ показали и нѣкоторые мои наблюденія, но для высшихъ температуръ нѣтъ новѣйшія опредѣленія подтверждающія скорѣе числа Коппа чѣмъ Дебре. Наблюденія выше 100° произведены были мною въ запаянной трубкѣ.

тепла, которое расходуется на преодоление этого внутреннего сдвигания водяныхъ частицъ, при разныхъ температурахъ, нужно рассмотретьъ, во 1-хъ, все количество тепла, которое расходуется на превращение одной вѣсовой части воды, при разныхъ температурахъ, въ паръ и во 2-хъ количество внѣшней работы, происходящей при этомъ.

Количество тепла, которое расходуется на превращение одной вѣсовой части воды, при разныхъ температурахъ, въ паръ, опредѣлено было Реньо съ большою точностью. Прямые опыты ему показали, что 1 вѣсовая часть воды, взятая при 0° , переходя въ паръ, имѣющій температуру t° , расходуетъ $606,5 + 0,305t$ единицъ тепла, т. е. при 0° расходуется 606,5 единицъ тепла; при 50° 621,7; при 100° 637,0; при 150° 622,2; при 200° 667,5. Но въ этомъ количествѣ заключается также и количество тепла, потребное для нагрѣванія воды отъ 0° до t° , т. е., кромѣ скрытой теплоты испаренія — еще та теплота, которая идетъ на нагрѣваніе воды въ жидкомъ состояніи до температуры t° . Судя по предыдущему, для нагрѣванія отъ 0° до 50° требуется 50,087; до 100° 100,50; до 150° 151,462 и до 200° 203,2 единицъ тепла, а потому, скрытое тепло испаренія воды при 0° равно 606,5, при 50° 571,6; при 100° 536,5; при 150° 500,7; при 200° 464,3. Значитъ, при различныхъ температурахъ, для перевода воды въ паръ, имѣющій ту же самую температуру, требуется весьма неодинаковое количество тепла. Это и зависитъ отъ различнаго сдвиганія воды при разныхъ температурахъ; при низшихъ температурахъ, это сдвиганіе больше чѣмъ при высшихъ, а потому при нихъ и требуется больше тепла для преодоленія сдвиганія. Сличая цифры этого количества тепла, можно видѣть, что онѣ уменьшаются довольно равномерно, а именно: отъ 0° до 100° уменьшеніе равно 70, а отъ 100° до 200° 72 единицамъ тепла. Изъ этого мы можемъ заключить, что, приблизительно, такая же разница будетъ и для высшихъ температуръ; а потому при температурѣ ранѣе 800° не потребуется вовсе тепла для перевода воды въ паръ этой же температуры, т. е. вода будетъ испаряться, не расходуя тепла, слѣдовательно, не обладая сдвиганіемъ и будетъ при этой температурѣ, во всякомъ случаѣ, въ парообразномъ состояніи ¹⁾). Необходимо и здѣсь замѣтить, что вода, представляя большое сдвиганіе, требуетъ для перехода въ паръ большаго количества тепла, чѣмъ дру-

¹⁾ При этой температурѣ вода вѣроятно разлагается уже, какъ мы увидимъ далѣе. Замѣтимъ здѣсь, что количество тепла, расходующееся на превращеніе жидкости въ паръ, можетъ быть вычислено теоретически, на основаніи теоріи тепла и наблюденій надъ измѣненіемъ упругости водянаго пара, какъ увидимъ далѣе.

гя жидкости. Такъ спиртъ расходуетъ 208, эфиръ 90, скипидаръ 70 и т. д. единицъ тепла для перехода въ пары.

Но не все то количество тепла, которое расходуется на превращеніе воды въ паръ, идетъ на преодоленіе сдѣленія, т. е. на внутреннюю работу, совершающуюся въ жидкости: часть этого тепла требуется для механическаго, такъ сказать, передвиженія водяныхъ частицъ; въ самомъ дѣлѣ, водяной паръ при 100° занимаетъ объемъ въ 1650 разъ большій, чѣмъ вода при обыкновенномъ давленіи; слѣдовательно, часть теплоты или работы идетъ на поднятіе водяныхъ частицъ, на преодоленіе давленія или на вѣшнюю работу, которую можно употреблять съ пользою и которую употребляютъ съ пользою въ паровыхъ машинахъ. Чтобы опредѣлить эту работу, нужно знать давленіе водянаго пара, образующагося при различныхъ температурахъ и его плотность при разныхъ температурахъ; тогда можно будетъ вычислить и количество вѣшной работы, которое можетъ давать водяной паръ. Разсмотримъ же въ отдѣльности всѣ потребныя для вычисленія величины и потомъ сдѣлаемъ выводъ изъ сравненія этихъ величинъ.

Наибольшее давленіе или упругость водянаго пара, при разныхъ температурахъ, опредѣлены многими наблюдателями уже съ большою точностью. Набложенія Реньо въ этомъ отношеніи, какъ и во всѣхъ предыдущихъ, заслуживаютъ, по своей обширности и точности, наибольшаго вниманія, и потому мы приводимъ непосредственно результаты этихъ наблюденій. Давленіе водянаго пара, при разныхъ температурахъ, приведено въ прилагаемой таблицѣ и выражено въ миллиметрахъ ртутнаго столба, имѣющаго температуру 0° .

Темпера- тура.	Упругость.	Темпера- тура.	Упругость.	Темпера- тура.	Упругость.
— 30°	0,39	50 $^{\circ}$	92,0	130 $^{\circ}$	2030
— 20°	0,93	60 $^{\circ}$	148,8	140 $^{\circ}$	2718
— 10°	2,09	70 $^{\circ}$	233,1	150 $^{\circ}$	3581
— 0°	4,60	80 $^{\circ}$	354,6	160 $^{\circ}$	4652
+ 10°	9,16	90 $^{\circ}$	525,4	170 $^{\circ}$	5962
— 15°	12,70	100 $^{\circ}$	760,0	180 $^{\circ}$	7546
— 20°	17,39	105 $^{\circ}$	906,4	190 $^{\circ}$	9443
— 25°	23,55	110 $^{\circ}$	1075,4	200 $^{\circ}$	11689
— 30°	31,55	115 $^{\circ}$	1269,4	210 $^{\circ}$	14325
— 40°	54,91	120 $^{\circ}$	1491,3	220 $^{\circ}$	17390

Эта таблица показываетъ температуры кипѣнія воды при различныхъ давленіяхъ. Такъ, на высотѣ Монблана, гдѣ среднее давленіе около 424^{мм}, вода кипитъ при $84^{\circ},4$. Въ разряженномъ воздухѣ вода закипаетъ даже при обыкновенной температурѣ, но, испаряясь, она отнимаетъ тепло отъ сосѣднихъ частей, а потому охлаждается и даже можетъ замерзнуть, если



давление будет не больше $4,6^{mm}$ и особенно если будет быстро поглощаться образующийся парь. Для этой послѣдней цѣли употребляютъ купоросное масло, которое поглощаетъ водяной парь; заставляютъ пары, выходящія изъ воды, проникать чрезъ сосудъ съ купороснымъ масломъ. Такъ получаютъ искусственный ледъ съ помощію воздушнаго насоса. Таже таблица упругости водяныхъ паровъ показываетъ намъ, какъ велика температура воды, заключающейся въ закрытомъ паровомъ котлѣ, если извѣстно давление образующихся паровъ. Это давление въ паровыхъ котлахъ опредѣляется съ помощію различныхъ манометровъ, съ ними сообщающихся. Такъ, при давлении въ 5-ть атмосферъ (или при давлении въ пять разъ больше чѣмъ обыкновенное т. е. $5.760=3200$) температура воды будетъ 152° . Таже таблица показываетъ то давление, которое на данную плоскость произведетъ парь, выходящій изъ паровика. Такъ, парь, имѣющій температуру 152° , окажетъ на поршень, плоскость котораго равна 100 квад. сантиметрамъ, давление, равное 517 килограммамъ, потому что давление атмосферы на 1 кв. сантиметръ равно 1,033 кило, а парь въ 152° имѣетъ давление 5-ти атмосферъ.

Обратимся однако къ задачѣ нашъ занимающей. Будемъ дѣлать исчисленія только для температуръ 0° , 50° , 100° , 150° и 200° , при которыхъ числа уже значительно разнятся между собою. При 0° давление водянаго пара равно $4,6^{mm}$ ртутнаго столба; при 50° оно равно 91,98; при 100° 760; при 150° 3581,23; а при 200° 11688,96^{mm}. На поверхность одного квадратнаго сантиметра столбъ ртути, высотой въ 1^{mm} , давитъ тяжестью 1,3599 грамма, слѣдовательно давление водянаго пара при 0° соответствуетъ давлению 6,23 грамма на квадратный сантиметръ. Точно также вычислимъ давление для каждой температуры и найдемъ, что для 100° оно равно 1033,28 грамма. Это значитъ, что если мы возьмемъ цилиндръ, въ сѣченіи имѣющій 1 квадратный сантиметръ, нальемъ въ него воду и закроемъ поршнемъ, имѣющимъ вѣсъ 1033 грамма, то до нагрѣванія на 100° паровъ не будетъ образоваться, потому что парь не можетъ преодолѣть этого давленія; а если, при 100° , мы передадимъ каждой вѣсовой единицѣ воды 536 единицъ тепла, то вся вода превратится въ парь, имѣющій ту же температуру. Такъ точно и для каждой другой температуры. Спрашивается теперь: на какую же высоту поднимется нашъ поршень въ этихъ условіяхъ, т. е., другими словами: какой объемъ займетъ водяной парь при извѣстномъ давлении? Для этого нужно знать **плотность водянаго пара** по отношенію къ воздуху, или, что все равно, вѣсъ одной кубической единицы водянаго пара при разныхъ температурахъ.

Наблюдения, сдѣланныя въ этомъ отношеніи, показали, что плотность водянаго пара, не насыщающаго пространство, при всевозможныхъ давленіяхъ, измѣняется весьма незначительно, а именно равняется 0,623¹⁾). Паръ, насыщающій пространство, при разныхъ температурахъ, имѣетъ различную плотность; но это различіе весьма не велико, а именно, среднимъ числомъ, плотность его равняется по отношенію къ воздуху, 0,64. Примемъ для вычисленія эту плотность и вычислимъ для 100° тотъ объемъ, который занимаетъ водяной паръ, образующійся изъ воды. Возьмемъ 1 граммъ воды при 100°; онъ занимаетъ объемъ приблизительно 1 куб. сантиметра, — немного болѣе, но болѣе на столь незначительную величину, что для точности дальнѣйшаго вычисленія это упрощеніе не будетъ имѣть вліянія. Одинъ кубическій сантиметръ воздуха, при 0° и 760^{мм}, вѣситъ 0,001293 грамма; при 100° и томъ же давленіи онъ будетъ вѣсить $\frac{0,001293}{1,367}$ т. е. около 0,000946; а слѣдовательно 1 кубическій сантиметръ водянаго пара, имѣющаго плотность 0,64, будетъ вѣсить при 100°, 0,000603 грамма; слѣдовательно, 1 граммъ воды займетъ объемъ около 1653 к. с. Изъ воды, занимавшей объемъ 1 к. с. при превращеніи ея въ паръ, получится около 1653 к. с. водянаго пара; слѣдовательно, въ цилиндрѣ, имѣющемъ сѣченіе 1 квадратнаго сантиметра и въ которомъ вода занимала высоту одного сантиметра, по превращеніи въ паръ, поршень подыметъ на высоту 1652 сантиметровъ. Этотъ поршень вѣситъ, какъ мы говорили, 1033 грамма; слѣдовательно, **вышняя работа пара**, то есть та, которую произведетъ вода, превратившись въ паръ, при 100° будетъ состоять въ поднятіи поршня, имѣющаго вѣсъ 1033 грамма на 1652 сантиметра или работу 17,06316 килограмметровъ, т. е. въ состояніи поднять 17 килограммовъ на высоту одного метра, или одного килограмма на 17 метровъ. Одинъ же граммъ воды требуетъ для превращенія въ паръ 536,5 единицъ тепла, отнесеннаго къ граммамъ; къ килограммамъ же будетъ 0,5365 единицъ тепла, т. е. количество тепла, поглощаемое при испареніи одного грамма воды, равно тому количеству тепла, которое въ состояніи нагрѣть 1 килограммъ воды на 0,5365°. Каждая же едини-

1) Вѣсъ одного кубическаго метра водянаго пара, насыщающаго пространство, поэтому вычисляется слѣдующій: при 0° 4,9 грамма, при 10° 9,4 гр., при 20° 17,2 грам., при 50° 82,3 гр., при 100° 589,2 гр. при 150° 2,448 грам., при 200° 7146 грам. Этотъ вѣсъ возрастаетъ столь быстро, что долженъ достигнуть, при нѣкоторой температурѣ, вѣса самой воды. Дѣйствительно вѣсъ куб. метра воды при 0°=999860 грам., при 100°=958672 гр., при 150°=915330 и т. д. уменьшается все быстрѣе и быстрѣе, а вѣсъ куб. метра паровъ насыщающихъ пространство, возрастаетъ съ температурою. При нѣкоторой температурѣ (абсолютнаго нуля, стр. 45), они должны сдѣлаться равными.

ца тепла, какъ показали точные опыты, въ состояніи произвести работу 424 килограммометровъ. Слѣдовательно, испаряющаяся вода въ количествѣ одного грамма, расходуетъ работу $424 - 0,5635 =$ (почти) 231 килограммометру. Вышней же работы получается только 17 килограммометровъ, слѣдовательно, на преодоленіе внутренняго сдѣвленія водныхъ частицъ расходуетъ 214 килограммометровъ; слѣдовательно около 92% расходуемаго тепла или работы идетъ на преодоленіе внутренняго сдѣвленія. Совершенно такимъ же образомъ, по вышенприведеннымъ даннымъ, мы можемъ вычислить, что при различныхъ температурахъ, для преодоленія сдѣвленія внутреннихъ частицъ, расходуетъ показанное въ таблицѣ количество тепла ¹⁾.

Температура.	Колич. тепла для испаренія 1 грам. воды.	Вся работа испаренія въ килограммометрахъ.	Объемъ одного грамма водяного пара въ куб. сант.	Давленіе насыщен. пара на 1 кв. сант. въ граммахъ.	Вышняя работа пара въ килог. метр.	Внутренняя работа пара.
0°	0,6065	257	200560	6,20	12,6	244
50°	0,5716	242	11787	125,1	14,7	227
100°	0,5365	231	1653	1033	17,1	214
150°	0,5007	212	397,6	4869	18,3	194
200°	0,4643	197	136,2	15892	21,5	176

Итакъ мы здѣсь видимъ, что работа, потребная для преодоленія внутренняго сдѣвленія при переходѣ въ паръ уменьшается при нагрѣваніи, что связывается тѣсно съ уменьшеніемъ сдѣвленія водяныхъ частицъ, происходящимъ при нагрѣваніи; и дѣйствительно, измѣненія, совершающіяся при этомъ, весьма сходственны съ тѣми, которыя замѣчаются въ измѣненіи высотъ воды въ капиллярныхъ трубкахъ, при ея нагрѣваніи. Очевидно, значитъ, что количество вышней работы или, какъ выражаются, полезной работы, которое можетъ доставить вода своимъ испареніемъ, сравнительно весьма не велико, съ тѣмъ количествомъ, которое расходуетъ на превращеніе ея въ паръ. Но впрочемъ и въ этомъ отношеніи, между другими жидкостями, вода даетъ еще наибольшее количество полезной работы. Изъ приведенной таблицы видно, что при какой то высокой температурѣ для перехода воды въ паръ не потребуется внутренней работы, слѣдовательно въ водѣ не будетъ сдѣвленія. Должно замѣтить, что при расширеніи газовъ, внутренняя работа ничтожна, а при расширеніи жид-

¹⁾ По многимъ неточностямъ опредѣленій, а особенно по допущенію одинаковой плотности паровъ, насыщающихъ пространство должно смотрѣть на приводимые результаты только какъ на приближенные.

костей и твердыхъ тѣлъ, внѣшняя работа весьма незначи- тельна.

Надъ изслѣдованіями, сдѣланными съ водою, можно видѣть под- твержденіе справедливости втораго закона механической теоріи тепла, съ весьма большою ясностью. Первый законъ теоріи тепла состоитъ въ томъ, что единица тепла, поглощающаяся тѣломъ, производитъ или внѣшнюю или внутреннюю работу, равную 424 килограммоме- грамъ, т. е. что количество тепла, потребное для нагрѣванія 1 кило- грамма воды на 1° , въ состояніи поднять 424 килограмма на высо- ту одного метра. Второй законъ теоріи теплоты даетъ возможность узнать всю величину поглощаемого тепла или всю работу, идущую для внутреннихъ перемѣщеній, совершающихся въ тѣлѣ, и для на- ружныхъ его измѣненій. Для нахождения всей этой работы, надо умно- жить абсолютную температуру, при которой совершается измѣненіе, на измѣненіе внѣшней работы, соответствующее 1° . Абсолютною же температурою называется (стр. 37) температура, считаемая отъ -273° (Ц). По этому закону можно вычислить количество тепла, по- требное для превращенія воды въ парь, при разныхъ температурахъ, по измѣненію внѣшней работы, даваемой водою при переходѣ въ парь; а для нахождения ея, какъ видно изъ предыдущаго, нужно толь- ко знать давленіе водянаго пара и, слѣдовательно, объемъ пара, ко- торый получается изъ одного объема воды. Зная, что давленіе во- дянаго пара, при 99° (Ц) равно $733,3^{mm}$ и употребляя вышеприве- денный способъ вычисленія, мы найдемъ, что внѣшняя работа, про- изводимая паромъ, при этой температурѣ, меньше той внѣшней рабо- ты, которая соответствуетъ 100° на 0,61; помножив это измѣненіе во внѣшней работѣ, соответствующее одному градусу, на 373, т. е. на абсолютную температуру, соответствующую 100° , получимъ 227 — всю работу, соответствующую одному грамму воды. Раздѣля это на 0,424 (механическій эквивалентъ, соответствующій 1 грамму), по- лучимъ, что при испареніи ея, по второму закону, требуется 536 единицъ тепла, что и даетъ прямые опыты. Здѣсь ясно видна тѣсная связь между измѣненіемъ въ давленіи водянаго пара, скрытаго теп- лотой испаренія воды и ея давленіемъ; — связь, справедливая не толь- ко для воды, но и для всякой другой жидкости и находящаяся въ за- висимости отъ сдѣленія частицъ ¹⁾.

Вышеприведенный очеркъ физическихъ свойствъ воды рѣз- ко выдѣляетъ ее отъ всѣхъ другихъ жидкостей; онъ даетъ возможность ясно понимать и то значеніе, которое имѣетъ вода для передачи нагрѣванія. И въ видѣ жидкости и въ видѣ па- ра она составляетъ вещество, заключающее много тепла, есть отличное средство для собранія, передачи и сохраненія те-

¹⁾ Приводя здѣсь нѣкоторыя соображенія механической теоріи тепла, я жа- ладъ, въ элементарной формѣ, ознакомить читателей съ ея методомъ въ при- мѣненіи къ парамъ. Хемія въ своихъ дальнѣйшихъ успѣхахъ должна непременно слѣдствовать за физикой и всего вѣроятнѣе методъ ея будетъ сходенъ съ ме- тодомъ механической теоріи тепла.

плоты. Если водяной паръ употребляется для работы механической, то при этомъ, какъ мы видѣли, расходуется только около 7% тепла съ пользою; но когда вода употребляется для нагрѣванія, въ жидкомъ ли видѣ, или въ видѣ парообразномъ, то тогда вся теплота можетъ быть расходуема съ пользою. Оттого водяной паръ употребляется весьма часто въ технику для передачи тепла. Если требуется нагрѣть значительную массу жидкости и притомъ, если для нагрѣванія требуется употреблять различные сосуды, то было бы весьма дорого устроить все сосуды металлическіе и подъ всякимъ металлическимъ сосудомъ тонку для нагрѣванія. А такой случай встрѣчается на каждомъ шагѣ въ технику. Требуется, напр., нагрѣть значительную массу воды, употребляемой для растворенія; требуется изъ различныхъ сосудовъ по временамъ изгонять летучія жидкости, какъ напр. перегонять спиртъ изъ перебродившей жидкости; требуется въ различныхъ помѣщеніяхъ производить нагрѣваніе, имѣя одну тонку и т. д. Въ этихъ случаяхъ, для нагрѣванія употребляютъ одинъ паровикъ или одинъ сосудъ съ водою. Изъ этого паровика проводятъ водяной паръ въ жидкость или вообще въ сосудъ, который требуется нагрѣть. Водяной паръ, охлаждаясь и превращаясь въ жидкость, выдѣляетъ изъ себя всю скрытую въ немъ теплоту, и такъ какъ эта скрытая теплота весьма велика, то малымъ количествомъ образованнаго пара можно произвести значительное нагрѣваніе. Требуется, напр., нагрѣть 1000 килограммовъ воды отъ 20° до 50°, на что необходимо, приблизительно, израсходовать 30,000 единицъ тепла. Изъ паровика станемъ выпускать паръ, нагрѣтый, напр., до 100°, въ воду. Въ каждомъ килограммѣ воды при 50° заключается около 50¹⁾ единицъ тепла; а въ каждомъ килограммѣ водянаго пара, при 100°, заключается 637 единицъ тепла; слѣдовательно, каждый килограммъ водянаго пара, охладившись до 50°, передастъ 587 единицъ тепла; слѣдовательно, 52 килограмма водянаго пара въ состояніи будутъ произвести требуемое нагрѣваніе 1000 килограммовъ воды отъ 20° до 50°.

Чтобы дополнить описаніе физическихъ свойствъ воды, должно остановиться еще на теплоемкости водянаго пара. Одинъ килограммъ водянаго пара требуетъ, для нагрѣванія на 1°, при обыкновенномъ давленіи, и когда давленіе во время нагрѣванія не измѣняется, около 0,4865 единицъ тепла; слѣдовательно, теплоемкость водянаго пара (какъ и льда) гораздо меньше теплоемкости воды. Это зависитъ оттого, что частицы воды уже раздѣлились, и тепло не расходуется больше для прео-

¹⁾ По сравненіи съ количествомъ тепла, заключающагося при 0°.

должны их сѣвленія, а только для того, чтобы имъ сообщить болѣе напряженное колебаніе и чтобы увеличить объемъ пара. Паръ, нагрѣтый выше той температуры, при которой насыщаетъ пространство, носить названіе *перегрѣтаго*, и очевидно, значить, что перегрѣтый паръ заключаетъ въ себѣ большое количество тепла, и это тепло въ состояніи производить и усиленную работу и усиленное нагрѣваніе, противу пара, насыщающаго пространство и имѣющаго ту же температуру. Оттого перегрѣваніе пара нерѣдко употребляется въ практикѣ; а производится оно посредствомъ пропусканія водяныхъ паровъ черезъ металлическія трубы, нагрѣваемые дѣйствіемъ жара.

Намъ бы пришлось приводить данныя изъ самыхъ разнообразныхъ частей физики, если бы мы захотѣли, съ нѣкоторою полнотою, исчислить все свойства воды въ ея различныхъ состояніяхъ. Вышеприведенныя данныя имѣютъ ясное техническое значеніе и потому мы ихъ только избрали; свѣденія же о другихъ свойствахъ, въ особенности о свѣтовыхъ отношеніяхъ воды, мы не считаемъ нужнымъ передавать здѣсь. Замѣтимъ подѣ конецъ, что вода, по ея теплотнымъ свойствамъ, находитъ примѣненіе и въ химической практикѣ весьма часто; такъ, напр., очень удобно употреблять воду для нагрѣванія. Для этого, обыкновенно, употребляютъ металлическіе сосуды, чашки или котелки, закрывающіеся кольцами, концентрически вкладывающимися другъ въ друга; ихъ называютъ водяными ваннами. На эти кольца ставятся предметы нагрѣваемые, напр. стаканы и чашки съ жидкостями, колбы, реторты и т. д., а ванна съ водою нагрѣвается. Выдѣляющійся паръ нагрѣваетъ дно сосуда и тѣмъ производитъ или перегонку или испареніе, какія необходимы въ химической практикѣ. Водяныя ванны употребляются нерѣдко также и непосредственно для нагрѣванія въ самой массѣ воды. Для этого погружаютъ въ воду сосудъ съ нагрѣваемымъ предметомъ, и тепло передается первоначально водѣ, а потомъ отъ воды черезъ стѣнки сосуда нагрѣваемому предмету, черезъ что нагрѣваніе можно вести весьма равномерно. Мы увидимъ въ слѣдующей главѣ примѣръ одного такого прибора, употребляющагося для высушиванія. Весьма полезны также паровые приборы, употребляющіеся въ химической практикѣ. Нынѣ очень часто въ аптекахъ и лабораторіяхъ употребляются паровые котлы, въ которыхъ образующійся паръ проводятъ въ различныя жидкости для перегонки и подѣ сосуды, назначенные для испаренія.

О влажности воздуха и газовъ. Въ химической практикѣ постоянно приходится обращаться съ газами, а эти газы приходится собирать надъ водою; при этомъ вода переходитъ въ

парь и этот парь смѣшивается съ газами. Разсмотримъ тѣ отношенія въ объемѣ и въ вѣсѣ, которыя существуютъ въ этомъ случаѣ. Представимъ цилиндръ, стоящій въ ртутной ваннѣ и наполненный сухимъ газомъ, объемъ котораго v , температура t° и давленіе или упругость h^{mm} . Введемъ въ этотъ цилиндръ воду, въ такомъ количествѣ, чтобы часть воды осталась въ жидкомъ состояніи; тогда произойдетъ увеличеніе объема. Предположимъ, что температура сохранилась таже, давленіе (уже потому что объемъ увеличится, ртуть упадетъ въ колоколѣ, слѣдовательно давленіе увеличится) и объемъ увеличатся. Чтобы изслѣдовать явленіе, искусственно увеличимъ давленіе и доведемъ объемъ до первоначальнаго объема v . Тогда давленіе или упругость окажется большею, чѣмъ h , а именно будетъ $h+f$, значить, отъ введенія водяныхъ паровъ, упругость газа увеличилась. Наблюденія Дальтона и Гей-Люссака показали, что это увеличеніе равно тому наибольшему давленію, какое свойственно водянымъ парамъ при температурѣ наблюденія. Изъ вышеприведенной таблицы упругости водяныхъ паровъ можно найти для каждой температуры соответственное наибольшее давленіе. Величина f и будетъ равна этой величинѣ наибольшаго давленія водяныхъ паровъ. Это выражается такъ: наибольшая упругость водяныхъ (и всякихъ другихъ) паровъ, насыщающихъ пространство, въ пустотѣ и въ какомъ либо газѣ—одинакова. Итакъ мы имѣемъ объемъ v сухаго газа подъ давленіемъ h , а влажнаго насыщеннаго паромъ подъ давленіемъ $h+f$. Объемъ v сухаго газа подъ давленіемъ $h+f$ займетъ, по закону Мариотта, объемъ $\frac{v h}{h+f}$ слѣдовательно, объемъ, занимаемый парами воды, подъ давленіемъ $h+f$ равенъ $v - \frac{v h}{h+f}$ или $\frac{v f}{h+f}$. Итакъ объемы сухаго газа и влажности въ него входящей, при давленіи $h+f$, относятся между собою какъ $h : f$. А потому, при давленіи n , если паръ насыщаетъ пространство, объемы сухаго воздуха и влажности въ немъ заключающейся, относятся, какъ $n - f : f$, гдѣ f выражаетъ давленіе паровъ, находимое изъ таблицъ.

Такимъ образомъ, если измѣренъ объемъ N влажнаго газа при давленіи H , то объемъ того же сухаго газа, при томъ же давленіи, равенъ будетъ $N \frac{H-f}{H}$, потому что, объемъ H требуется раздѣлить на части, относящіяся между собою какъ $H-f : f$. Въ самомъ дѣлѣ, весь объемъ N долженъ относиться къ объему сухаго газа x , какъ H относится къ $H-f$, слѣдовательно, $N : x = H : H-f$; откуда $x = N \frac{H-f}{H}$.

Подъ другимъ давленіемъ, напр. 760^{mm} , объемъ сухаго газа будетъ $\frac{xH}{760}$ или $N \frac{H-f}{760}$, а потому мы получаемъ слѣдующее практическое правило: если измѣренъ при давленіи H^{mm} объемъ газа насыщеннаго парами, то объемъ сухаго газа, въ немъ находящагося, получимъ, если мы найдемъ объемъ, соотвѣтственный давленію H , уменьшенному на давленіе водянаго пара, соотвѣтствующее температурѣ наблюденія. Напримѣръ, при давленіи $747,3^{mm}$ ртути (при 0°) измѣрено $37,5$ куб. сантиметра воздуха, насыщеннаго парами воды, при температурѣ $15^\circ,3$ Ц. Каковъ объемъ сухаго воздуха при 0° и 760^{mm} ? Давленіе паровъ воды, соотвѣтственное $15^\circ,3$ по таблицѣ (стр. 117) равно $12,9^{mm}$, а потому объемъ сухаго воздуха при $747,3^{mm}$ и $15^\circ,3$ будетъ равенъ $37,5 \frac{747,3 - 12,9}{747,3}$, при 760^{mm} онъ будетъ равенъ $37,5 \frac{734,4}{760}$, а при 0° объемъ сухаго воздуха будетъ $37,5 \frac{734,4}{760} \frac{273}{273 + 15,3} = 34,31$ кубическихъ сантиметровъ.

Можно по этому правилу вычислить, какая доля объема приходится на влажность при обыкновенномъ давленіи, при разныхъ температурахъ. Напримѣръ, при 30° Ц. $f = 31,5$, слѣдовательно во 100 объемахъ влажнаго газа или воздуха при 760^{mm} давленія, содержится влажности по объему $100 \cdot \frac{31,5}{760}$ или $4,14$, точно такъ найдемъ, что при 0° содержится $0,61$ процента по объему, при 10° $1,21$ %, при 20° $2,29$ %, при 50° до $12,11$ %. Изъ этого можно судить, сколь велики могутъ быть погрѣшности въ опредѣленіи газовыхъ объемовъ, если не принимать во вниманіе влажности.

Если водяные пары не насыщаютъ газа, тогда необходимо знать степень влажности, чтобы знать объемъ сухаго воздуха изъ объема влажнаго. Предыдущія отношенія даютъ наибольшее количество воды, могущей содержаться въ газѣ, а степень влажности покажетъ, какая доля этого наибольшаго количества находится въ данномъ случаѣ, если паръ пространства не насыщаетъ. Слѣдовательно, если влажность газа равна $0,5$, т. е. половинѣ, то объемъ сухаго газа при 760^{mm} равенъ объему влажнаго, умноженному на $\frac{h - 0,5f}{760}$, или вообще на $\frac{h - rf}{760}$, гдѣ r есть степень влажности. Поэтому изъ объема влажнаго газа можно точно найти объемъ сухаго газа, если паръ насыщаетъ пространство, а въ другомъ случаѣ нужно знать степень влажности. Потому, если приходится измѣ-

рять объемы влажнаго газа, тогда или нужно вполне высушить газъ, или же вполне насытить влагою, или узнать степень влажности. Первый и послѣдній способы мало удобны, а потому обыкновенно прибѣгаютъ ко второму способу. Для этого въ колоколъ съ измѣряемымъ газомъ вводятъ воду, дожидаются нѣкоторое время, пока газъ насытится влагою, наблюдаютъ чтобы часть жидкости осталась и тогда опредѣляютъ объемъ влажнаго газа, по коему узнаютъ объемъ сухаго газа. Чтобы найти вѣсъ воды, помѣщающійся въ газѣ, необходимо знать вѣсъ кубической мѣры паровъ при 0° и 760^{mm} . Зная что куб. сант. воздуха при этомъ вѣситъ 0,001293, а водяной паръ имѣетъ плотность 0,62, найдемъ, что куб. сантиметръ водянаго пара, при 0° и 760^{mm} , вѣситъ 0,0008, а при темп. t и давл. h вѣсъ одного куб. сантиметра будетъ $0,0008 \frac{h}{760} \cdot \frac{273}{273+t}$.

Мы уже знаемъ, что при температурѣ t и при давленіи h въ v объемахъ газа, насыщающаго пространство, содержится $v \frac{f}{h}$ объемовъ водянаго пара, слѣдовательно вѣсъ водянаго пара, помѣщающагося въ v объемахъ газа, будетъ

$$v \cdot \frac{f}{h} \cdot 0,0008 \cdot \frac{h}{760} \cdot \frac{273}{273+t} \text{ или } v \cdot 0,0008 \cdot \frac{f}{760} \cdot \frac{273}{273+t}.$$

Слѣд. вѣсъ воды, заключающійся въ одномъ объемѣ газа, зависитъ только отъ температуры, но не отъ давленія. Это и значитъ, что испареніе въ воздухѣ происходитъ въ такомъ же количествѣ, какъ и въ безвоздушномъ пространствѣ. Въ данномъ пространствѣ вмѣщается, при данной t , одинаковое количество паровъ, какое давленіе не имѣлъ бы газъ, наполняющій пространство. Если степень влажности равна r , то въ v куб. сант. газа находится паровъ по вѣсу.

$$p = v \cdot 0,0008 \cdot \frac{f \cdot r}{760} \cdot \frac{273}{273+t} \text{ граммовъ.}$$

Изъ этого ясно, что, зная вѣсъ паровъ p , помѣщающійся въ данномъ объемѣ газа, легко узнать степень влажности $r = \frac{p}{v \cdot 0,0008} \cdot \frac{760}{f} \cdot \frac{273+t}{273}$, а слѣдовательно, и объемъ сухаго газа. На этомъ основано весьма точное опредѣленіе степени влажности воздуха по вѣсу воды, въ данномъ его объемѣ заключающейся. По предыдущей формулѣ легко вычислить число граммовъ воды, заключающейся при всякомъ давленіи въ 1 куб. метръ или миллионѣ куб. сантиметровъ воздуха, насыщеннаго парами при разныхъ температурахъ, напр., при 30° , $f = 31,5$, слѣд.

$$p = 1000000 \cdot 0,0008 \cdot \frac{31,5}{760} \cdot \frac{273}{273+30} \text{ или } 29,83 \text{ граммовъ.}$$

Законъ Дальтона и Гей-Люссака не вполне точенъ, но только очень близко къ истинѣ. Если бы онъ былъ вполне точенъ, то смѣсь нѣсколькихъ жидкостей, имѣющихъ нѣкоторое давленіе паровъ, могла бы давать пары весьма высокаго давленія, чего не замѣчается. Въ дѣйствительности, въ газѣ давленіе водянаго пара немного меньше, чѣмъ въ безвоздушномъ пространствѣ, вѣсь вмѣщающагося въ нихъ пара не много меньше того, который находится по закону Дальтона, какъ показали опыты Реньо. Это значитъ, что упругость пара въ воздухѣ немного менѣе, чѣмъ въ безвоздушномъ пространствѣ, чѣмъ объявляется и то, что вѣсь паровъ меньше вычисленнаго. Разность давленія паровъ въ воздухѣ и въ безвоздушномъ пространствѣ однако не превышаетъ $\frac{1}{20}$ всего давленія паровъ, а потому для практики достаточно руководствоваться примѣненіемъ закона Дальтона.

Въ однообразномъ смѣшеніи воздуха и другихъ газовъ съ водянымъ паромъ, въ способности воды переходить въ паръ и давать однообразное смѣшеніе съ воздухомъ, мы можемъ видѣть примѣръ физическаго явленія, сходнаго съ химическимъ, составляющаго переходъ отъ одного разряда явленій къ другому. Между водою и сухимъ воздухомъ существуетъ какъ бы сродство, заставляющее воду насыщать воздухъ. Но такая однородная смѣсь образуется независимо (почти) отъ природы газа, въ которомъ происходитъ испареніе; даже въ безвоздушномъ пространствѣ явленіе совершается точно также какъ въ газѣ, а потому не свойство газа, не соотношеніе его къ водѣ, а свойство самой воды заставляютъ ее испаряться, а потому здѣсь еще нѣтъ химическаго сродства, по крайней мѣрѣ ясно развитаго. Нѣкоторая доля его однако существуетъ, что видно въ неточности закона Дальтона. Вѣроятно въ различныхъ газахъ давленіе водянаго пара будетъ различаться, если дѣйствительно неточность Дальтонова закона зависитъ отъ химическаго притяженія газовъ и водяныхъ паровъ между собою.

Выводы: Вода въ твердомъ, жидкомъ и газообразномъ состояніяхъ всюду распространена въ природѣ и играетъ въ ней весьма важную роль.

Природная вода содержитъ, кромѣ механическихъ примѣсей, въ растворѣ многія вещества.

Въ атмосферной водѣ растворены газы: кислородъ, азотъ и немного углекислаго газа, также твердыя и жидкія вещества, носящіяся и образующіяся въ воздухѣ.

Рѣчная и всякая другая вода содержитъ, кромѣ газовъ, между которыми обыкновенно много углекислаго, всегда соли, извлекаемая изъ земли.

Вода рѣкъ содержитъ всегда известковыя соли, органическія вещества и щелочныя соли. Содержаніе ихъ измѣнчиво и опредѣляетъ годность воды для питья и техническихъ цѣлей.

Вода нѣкоторыхъ источниковъ содержитъ избытокъ углекислаго газа, извести, соды, повареной соли, солей желѣза, сѣрнистаго водорода, чѣмъ и характеризуютъ такъ называемыя минеральныя воды.

Морская вода содержитъ скопъ нелетучихъ составныхъ частей, приносимыхъ въ моря рѣками. Въ ней около 3% повареной соли, около $\frac{1}{2}$ % солей магнія и по $\frac{1}{7}$ % солей извести и калия. Органическихъ соединений, фосфорной кислоты, брома, іода и др. въ ней немного.

Употребляемая въ пищу вода должна содержать въ растворѣ газы, но солей и органическихъ веществъ не болѣе, какъ $\frac{1}{20}$ %.

Жесткая вода не мылить, не развариваетъ, вредна, даетъ накипь, содержитъ известъ.

Для очищенія воды должно цѣдить ее чрезъ уголь и употреблять, особенно для стоячей воды, минеральной хамелеонъ.

Физическія свойства воды служатъ для опредѣленія свойствъ другихъ тѣлъ. Ея теплоемкость принимается за 1, температура плавленія за 0° , а температура кипѣнія при 760^{mm} давленія за 100° Ц., наибольшая ея плотность при 4° , и тогда удѣльный вѣсъ 1.

Сдѣленіе, теплоемкость и скрытое тепло испаренія воды больше чѣмъ у другихъ жидкостей. Скрытое тепло испаренія при $100^{\circ} = 536,5$. Оно, какъ сдѣленіе и внутренняя работа, происходящая при испареніи, уменьшается съ температурою.

Внѣшняя работа испаренія не болѣе 8% при 100° .

Вѣсъ пара, могущаго вмѣщаться въ данномъ пространствѣ, не зависитъ ни отъ давленія, подъ которымъ происходитъ испареніе ни отъ свойства газа, а только отъ температуры. Упругость паровъ почти одинакова въ газѣ и въ безвоздушномъ пространствѣ.

Чтобы изъ объема влажнаго газа узнать объемъ сухаго газа, нужно уменьшить давленіе по величинѣ упругости пара.

ЧЕТВЕРТАЯ ГЛАВА.

О соединеніяхъ воды и особенно о растворахъ.

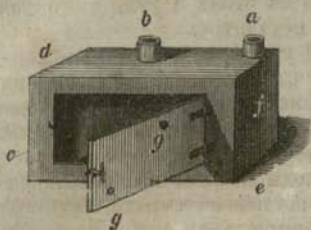
Химическія реакціи, которымъ подвергается вода и при которыхъ она образуется, столь многочисленны и столь тѣсно связаны съ реакціями многихъ другихъ тѣлъ, что нѣтъ возможности въ началѣ изложенія химіи говорить о большинствѣ этихъ реакцій. Впослѣдствіи мы познакомимся со многими изъ нихъ, а теперь упомянемъ о нѣкоторыхъ соединеніяхъ и разложеніяхъ, какиимъ подвергается вода. Соединеніемъ

мы называемъ здѣсь такой процессъ, при которомъ изъ двухъ тѣлъ происходитъ одно, однородное. Значитъ вода всѣяъ своимъ существомъ присоединяется въ этомъ случаѣ къ другому тѣлу, дѣйствуетъ на него какъ недѣлимое.

Вода представляетъ отличный примѣръ постепеннаго перехода между чисто механическими, физическими и химическими явленіями соединенія. Вода механически притягивается многими тѣлами, пристаётъ къ ихъ поверхности, какъ пыль пристаётъ къ предметамъ, какъ одно гладкое стекло пристаётъ къ другому. Такое притяженіе воды называется смачиваніемъ, прилипаніемъ, пропитываніемъ и поглощеніемъ воды. Такъ, вода смачиваетъ чистое стекло и пристаётъ къ его поверхности, она пропитываетъ землю, песокъ и глину и не вытекаетъ изъ нихъ, помѣщаясь между ихъ кусками; точно также вода всасывается губкой, сукномъ, волосомъ, бумагой и т. п. предметами, но сало и вообще жирныя поверхности водою не увлажняются.

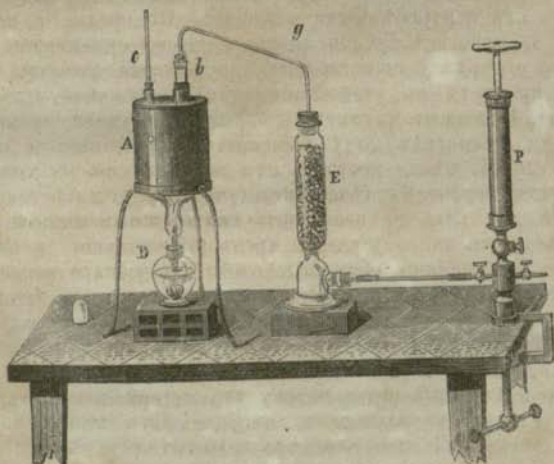
При такомъ притяженіи, вода сохраняетъ свои химическія и физическія свойства. Такъ, напримѣръ, высушиваніемъ можно удалить такую воду, что извѣстно изъ обыденныхъ опытовъ. Воду, удержанную тѣмъ либо механически, можно удалить механическими путями, треніемъ, давленіемъ, центробѣжною силою и т. п. Такъ изъ мокрой ткани выжимаютъ воду давленіемъ или центробѣжными машинами. Но предметы, называемые въ практикѣ сухими (потому что не смачиваютъ рукъ), часто содержатъ еще влажность, что можно доказать, нагревая предметъ въ стеклянной трубкѣ, запаянной съ одного конца. Положивъ въ такую трубку кусокъ бумаги, сухаго черносма и многихъ тому подобныхъ предметовъ, и нагревъ ихъ слегка, можно замѣтить скопленіе паровъ въ холодныхъ частяхъ трубки. Въ тѣлахъ нелетучихъ присутствіе такой втянутой или, какъ ее называютъ **гигроскопической воды**, лучше всего часто узнается чрезъ высушиваніе до 100° или чрезъ высушиваніе подъ колоколомъ воздушнаго насоса надъ веществами, химически притягивающими воду. Взвѣшивая вещество до высушиванія и послѣ высушиванія, легко опредѣлить количество гигроскопической воды чрезъ потерю. Конечно, въ этомъ случаѣ должно быть осторожнымъ въ сужденіи о количествѣ воды, потому что потеря можетъ происходить иногда отъ разложенія самого взятаго вещества. Чтобы высушить какое либо вещество до 100° , то есть до температуры кипѣнія воды (при этой температурѣ гигроскопическая вода улетучивается), употребляютъ приборы, изображенные на прилагаемыхъ рисункахъ. Приборъ ф. 38, называется водяною сушильною ванною. Онъ состоитъ изъ двойнаго мѣднаго ящика. Между на-

ружнымъ и внутреннимъ ящикомъ наливается вода и ящикъ ставится на плиту или нагревается какимъ нибудь другимъ способомъ. Когда вода закипитъ, то внутри ящика, въ пространствѣ *c*, температура будетъ приблизительно равна температурѣ кипѣнія воды, т. е. 100° Ц. Во внутреннй ящикъ помещаютъ вещество, подлежащее высушиванію и запираютъ дверцу, находящуюся съ боку. Въ этой дверцѣ прорѣзано нѣсколько отверстій *gg* для тока воздуха, который уноситъ пары, выходящіе изъ высушиваемого тѣла, въ трубку *b* на крышкѣ прибора.



Фиг. 38. Сушильный мѣдный шкафъ. Въ пространствѣ между стѣнками вода. Онъ нагревается, а внутри въ *c* ставится высушиваемый предметъ. Около $\frac{1}{10}$ натуральной величины.

ра. Въ эту трубку вставляется пробка съ термометромъ и трубочкой, если вмѣсто воды въ ящикъ наливается масло (черезъ отверстіе *a*) и нагреваніе желаютъ довести выше 100° . Гораздо лучшее средство для высушиванія представляетъ приборъ, изображенный на фиг. 39. Въ стеклянную трубку *b*



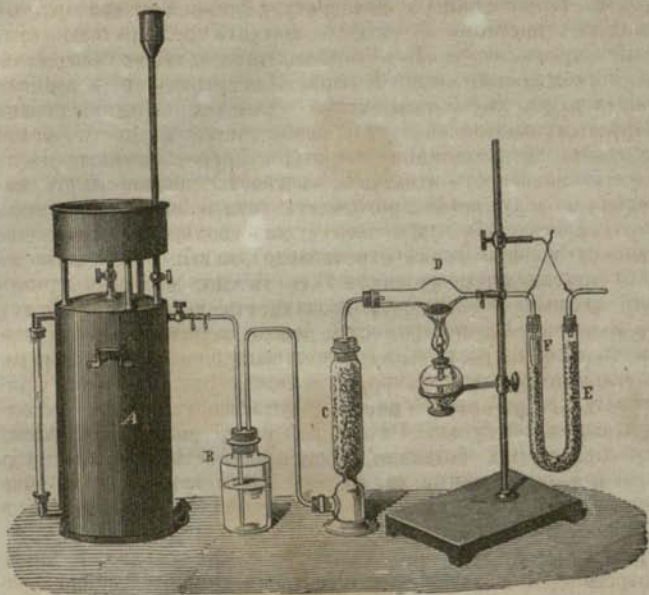
Фиг. 39. Приборъ для высушиванія въ водной баннѣ *A*, куда помещена трубка *b* съ высушиваемымъ веществомъ. Дѣйствіе прибора описано въ текстѣ. Около $\frac{1}{15}$ натуральной величины.

помѣщаютъ вещество, которое хотятъ высушить и ее погружаютъ въ сосудъ *A* съ водою. Воду кипятятъ или нагреваютъ, опредѣляя термометромъ *s* температуру воды. Изъ прибора выкачиваютъ насосомъ *P* воздухъ, который предварительно проходитъ чрезъ сосудъ *E*, содержащій куски хлористаго кальция, поглощающаго водяной паръ. При нагреваніи и выкачиваніи воздуха, пары воды быстро образуются и поглощаются хлористымъ кальціемъ и тѣло, помѣщенное въ трубку, быстро высыхаетъ при желаемой температурѣ. Гигроскопичность тѣлъ, то есть способность втягивать влажность, должно имѣть постоянно въ виду, когда производятъ точныя взвѣшиванія, иначе отъ присутствія влаги вѣсъ будетъ невѣренъ. Вышеописанное втягиваніе влажности зависитъ чисто отъ механическаго притяженія поверхности тѣлъ. Явнымъ доказательствомъ этого служитъ то, что гигроскопичность вещества зависитъ отъ величины его поверхности. Данное количество вещества можетъ втянуть различныя количества гигроскопической воды, смотря потому, какъ велика поверхность его, способная притягивать влагу — мелкій порошокъ втягиваетъ гораздо больше чѣмъ сплошной кусокъ. Оттого все почти рыхлая, пористая тѣла отличаются большою гигроскопичностію, а вещества сплошныя, сплавленные, малою. Выдѣленіе влаги можетъ быть произведено въ этомъ случаѣ не механическимъ путемъ, а на основаніи физическихъ свойствъ воды переходить въ паръ и насыщать воздухъ или, также, способомъ химическимъ, употребляя вещества, имѣющія сильное химическое сродство къ водѣ. Примѣромъ гигроскопическихъ тѣлъ могутъ служить большинство растительныхъ веществъ. Такъ, высушенная трава, крахмаль, дерево, оставаясь на воздухѣ, втягиваютъ вновь влагу. Количество втянутой влаги зависитъ конечно отъ степени влаги воздуха, въ которомъ помѣщено тѣло.

Для прямого опредѣленія содержанія воды въ данномъ веществѣ, если оно при при накачиваніи ничего не теряетъ кромѣ воды, помѣщаютъ вещество въ трубку *D* (фиг. 40), предварительно взвѣсивъ пустую трубку и взвѣшивая потомъ ее съ тѣломъ, чрезъ что узнаемъ вѣсъ введеннаго вещества. Приборъ *D* соединяютъ съ одной стороны съ снарядомъ *A*, называемымъ газометромъ ¹⁾ и наполненнымъ воздухомъ, который, при открытіи крана, будетъ проходить изъ газометра сперва въ склянку *B* съ сѣрною кислотою, а потомъ чрезъ сосудъ *C* съ кусками пемзы, смоченной тоже сѣрною кислотою. Проходя чрезъ *B* и *C*, воздухъ высушивается, отдавая всю влажность сѣрной кислотѣ. Въ трубку *D* будетъ, значитъ, проходить су-

¹⁾ Описаніе газометровъ будетъ помѣщено въ слѣдующей главѣ.

хой воздухъ. Гигроскопическая вода выдѣляется уже вполне въ сухомъ воздухѣ, даже при обыкновенной температурѣ, а



Фиг. 40. Опредѣленіе количества воды чрезъ высушиваніе въ струѣ сухаго воздуха и поглощеніе выдѣлившейся воды въ трубкѣ *E*. Въ $\frac{1}{20}$ натуральной величины.

тѣмъ болѣе при нагреваніи. Выдѣляющаяся влага будетъ уноситься воздухомъ, проходящимъ чрезъ *D*. Такой влажный воздухъ проходитъ далѣе въ трубку *E*, изогнутую въ видѣ буквы *U* и наполненную кусками пемзы, смоченной сѣрною кислотою. Въ этой трубкѣ сѣрная кислота поглотитъ всю воду, выдѣленную тѣломъ. Большая часть выдѣленной при нагреваніи воды, ступившись чрезъ охлажденіе, останется въ трубчкѣ *F*, помещенной въ трубкѣ *E*, подъ отверстіемъ, проводящимъ влажный воздухъ. Итакъ вся выдѣленная влага скопится въ сосудѣ *E*. Если его взвѣситъ предъ опытомъ и послѣ него, то прибыль вѣса покажетъ количество воды, удаленной изъ тѣла.

Такое опредѣленіе основано на способности сѣрной кислоты сгущать и удерживать воду. Такую же способностью обладаютъ многія другія тѣла. Чаще всего употребляютъ для

этого твердый бѣлый порошокъ, называемый фосфорнымъ ангидридомъ, жидкую сѣрную кислоту, твердый и пористый хлористый кальцій и бѣлый порошокватый прокаленный мѣдный купоросъ. Они втягиваютъ изъ воздуха и всякаго газа влажность, въ нихъ заключающуюся, въ значительномъ количествѣ, но не въ безграничномъ. Фосфорный ангидридъ и хлористый кальцій при этомъ расплываются, дѣлаются сырыми, сѣрная кислота становится изъ маслянистой густой жидкости—болѣе подвижною, а прокаленный мѣдный купоросъ сѣдетъ, послѣ чего эти вещества теряютъ часть своей способности удерживать воду и, напротивъ того, могутъ, при избыткѣ воды, отдавать влагу воздуху. При этомъ необходимо замѣтить, что порядокъ, въ какомъ мы перечислили эти вещества, согласенъ съ тѣмъ порядкомъ, въ какомъ стоять они по своей способности поглощать влажность. Воздухъ, высушенный хлористымъ кальціемъ, содержитъ еще часть влаги, которую можетъ отдавать сѣрной кислотѣ. Самое полное высушиваніе газовъ производится съ помощію фосфорнаго ангидрида.

Для **высушиванія газовъ** употребляютъ снаряды, сходственные съ тѣми, какіе нарисованы на фиг. 40, наполняя ихъ веществами, поглощающими влагу и пропуская чрезъ нихъ высушиваемый газъ. Такое высушиваніе газовъ приходится очень часто производить при химическихъ изслѣдованіяхъ.

Вещества, поглощающія влагу, употребляются и для непосредственнаго удаленія воды изъ многихъ тѣлъ. Такъ, напри- мѣръ, изъ жидкаго масла удаляютъ влажность, бросая въ него куски хлористаго кальція и оставляя стоять нѣкоторое время. Изъ твердыхъ тѣлъ удаляютъ влагу еще и тѣмъ, что ихъ кладутъ подъ колоколъ въ чашку, поставленную надъ сосудомъ, содержащимъ вещество, поглощающее воду. Колоколъ, подобно колоколу возд. насоса, долженъ заператься герметически. Высушиваніе происходитъ при этомъ оттого, что сѣрная кислота (или т. под.) высушиваетъ сперва воздухъ колокола, втягивая въ себя его влагу, въ сухомъ воздухѣ высыхаетъ взятое тѣло и эту влагу опять поглощаетъ сѣрная кислота и т. д. Еще лучше идетъ такое высушиваніе подъ колоколомъ воздушнаго насоса, потому что тогда пары образуются быстрѣе, чѣмъ въ колоколѣ съ воздухомъ. ¹⁾

Изъ сказаннаго очевидно, что переходъ влаги въ газы и поглощеніе гигроскопической влажности представляютъ большое сходство—это еще не химическія соединенія съ водою. Вода не потеряла ни упругости своего пара, ни другихъ сво-

¹⁾ Изображеніе прибора будетъ помѣщено въ статьѣ о сѣрной кислотѣ.

ихъ свойствъ, не образовала новыхъ веществъ, присоединившись въ видѣ гигроскопической воды.

Другой характеръ представляетъ притяженіе воды къ тѣламъ растворимымъ въ ней. При раствореніи веществъ въ водѣ происходитъ какъ бы особый родъ химическаго соединенія, образуется новое однородное вещество изъ двухъ взятыхъ тѣлъ. Но и здѣсь связь соединяющихся веществъ весьма не прочна. Вода, содержащая въ растворѣ различныя вещества, кипитъ при температурѣ, близкой къ своей температурѣ кипѣнія, приобретаетъ свойства, ясно находящіяся въ связи со свойствами самой воды и раствореннаго въ ней вещества. Такъ, отъ растворенія въ водѣ веществъ болѣе легкихъ, чѣмъ сама вода, получается растворъ, имѣющій меньшую плотность, чѣмъ вода, напримѣръ, при раствореніи спирта въ водѣ, а болѣе тяжелыхъ веществъ, растворяясь въ водѣ, сообщаютъ ей болѣе большой удѣльный вѣсъ. Такъ, соленая вода тяжелѣе прѣсной.

Мы рассмотримъ **явленія растворенія** съ нѣкоторою подробностію, потому, между прочимъ, что въ землѣ и въ водѣ и въ растеніяхъ и въ животныхъ, и въ химической практикѣ, постоянно совершаются процессы растворенія и растворы играютъ важную роль.

Всякому извѣстно, что вода растворяетъ множество веществъ. Соль, сахаръ, спиртъ и множество другихъ тѣлъ расплываются въ водѣ, образуютъ съ нею однородную массу жидкости, содержащей воду и растворенное въ ней вещество. Подобно тому какъ для однороднаго смѣшенія (диффузіи) газовъ между собою, такъ и для растворенія, требуется извѣстное время, зависящее не только отъ поверхности соприкасающихся веществъ (отъ величины отверстія, чрезъ которое происходитъ смѣшеніе, отъ величины кусковъ растворяющагося тѣла и т. п.), но и отъ ихъ природы. Это лучше всего доказывается тѣмъ, что въ два высокіхъ сосуда наливаютъ приготовленные уже растворы разныхъ веществъ, болѣе тяжелыхъ чѣмъ вода, напр. соли и сахара. Въ каждый сосудъ наливаютъ поверхъ раствора чистую воду столь осторожно чрезъ воронку, чтобы не возмутить нижняго слоя и оставляютъ сосуды въ покоѣ. По различію въ показателяхъ преломленія будетъ видна граница воды и влитаго раствора. Несмотря на то, что растворъ тяжелѣе воды, спустя нѣкоторое время, произойдетъ въ покоѣ полное смѣшеніе. Растворенныя частицы равномерно распредѣлятся во всей массѣ воды. Однако это произойдетъ для разныхъ тѣлъ съ неодинаковою быстротою. Чтобы узнать это, для раствора возьмемъ нелетучія вещества и ставемъ, по временамъ, изъ разныхъ слоевъ

сосуда отбирать равные объемы растворовъ и ихъ выпаривать. Нижніе слои сперва будутъ оставлять при испареніи воды и высушиваніи остатка, наибольшее количество раствореннаго вещества, верхніе менѣе, современемъ же пробы, взятая изъ всѣхъ слоевъ, дадутъ одно и тоже количество нелетучаго остатка. Опытъ показалъ, что при совершенно равномерной температурѣ, произойдетъ-таки современемъ такое смѣшеніе, но для разныхъ гѣла неодинаково быстро. Это поднятіе тяжелѣйшихъ частицъ вверхъ, эта равномерность ихъ расиредѣленія, ясно показывается, что существуетъ притягательная сила между водою и раствореннымъ въ ней веществомъ, сила, проявляющаяся между каждою частицею воды и вещества. Иначе не получилось бы однородности раствора. Чѣмъ менѣе воды взято въ опытѣ, чѣмъ шире сосудъ, чѣмъ ниже высота поднятія, чѣмъ меньше воды содержалось во взятомъ растворѣ, тѣмъ скорѣе совершается для даннаго вещества его смѣшеніе съ водою. Такое смѣшеніе каждый легко можетъ наблюдать, бросая сахаръ въ воду. Растворъ сахара, тяжелѣе воды, образовавшись, скопляется на днѣ сосуда и со дна вверхъ идутъ замѣтныя струи, если воду привести въ легкое движеніе.

Въ предыдущемъ опытѣ можно взять какое угодно количество воды и во всякомъ случаѣ, современемъ (въ годы), произойдетъ равномерный растворъ. Быстротѣ его образованія можно помочь перемеживаніемъ съ водою, что извѣстно каждому по опыту. Вотъ первое свойство такихъ соединений, какъ растворы: растворителя или растворяющаго вещества можно взять неопредѣленно большое количество и всетаки получится равномерный растворъ. Это подобно тому, что влажный воздухъ можно разбавить какимъ угодно количествомъ сухаго воздуха. Но нельзя, при извѣстной температурѣ, въ извѣстный объемъ воздуха, ввести болѣе опредѣленнаго количества водянаго пара. Избытокъ, превышающій насыщеніе, выдѣляется въ жидкомъ видѣ. Таково же отношеніе воды къ раствореннымъ въ ней гѣламъ. Въ данномъ количествѣ воды, при извѣстной температурѣ, нельзя растворить болѣе опредѣленнаго количества вещества: избытокъ не соединится съ водою. Какъ воздухъ или газъ насыщается паромъ, такъ вода насыщается раствореннымъ въ ней веществомъ. Если къ раствору, насыщенному даннымъ веществомъ, прибавить его избытокъ, то оно сохранитъ свой первоначальный видъ, не распустится въ водѣ. Количество вещества (объемное для газовъ, вѣсовое для твердыхъ и жидкихъ гѣлъ), способное насыщать 100 частей или 1 часть (по объему для газовъ и по вѣсу для тв. и жидк. гѣлъ), воды называютъ коэффициентомъ растворимости

или просто растворимостію вещества въ водѣ при данной температурѣ. Въ 100 граммахъ воды при 15° можетъ раствориться не болѣе 35,86 граммовъ повареной соли. Слѣдовательно ея растворимость при 15° равна 35,86. Чтобы узнать эту степень растворимости, насытимъ воду при 15° солью, такъ чтобы остался еще избытокъ соли. Возьмемъ часть такого раствора, напр. 10 граммовъ, выпаримъ и высушимъ. Соль останется, вода улетитъ. Остатокъ будетъ вѣсить 2,6395 граммовъ, значитъ насыщенный растворъ содержитъ на 7,3605 граммовъ воды 2,6395 гр. соли, слѣдовательно, на 100 граммовъ 35,86. Растворимость измѣняется съ температурою.

Итакъ растворы, подобно смѣси паровъ съ газами, бываютъ насыщенные и разбавленные. Очевидно, что зная количество растворимаго тѣла, потребное для насыщенія, мы уже знаемъ, что при меньшемъ количествѣ вещества, или при большемъ количествѣ воды, можетъ получиться равномерный растворъ.

Подобіе растворовъ съ переходомъ жидкостей въ паръ, не должно распространять далеко. Мы видѣли для водяныхъ паровъ, что вѣсовое количество ихъ, насыщающее пространство, не зависитъ (почти) ни отъ природы газа, ни отъ давления, подъ которымъ происходитъ, а только отъ температуры, составляетъ свойство воды. Не то относительно растворовъ. Если вода для насыщенія требуетъ около 36 частей соли, то есть 100 граммовъ, или 100 куб. сантиметровъ воды насыщается 36-ю граммами соли, то изъ этого нельзя заключить, что 100 граммовъ или 100 куб. сантиметровъ другой жидкости будутъ насыщаться 36-граммами соли. Напротивъ, многія изъ жидкостей, какъ масло, эфиръ и др. вовсе почти не растворяютъ соли. Слѣдовательно растворимость зависитъ и отъ того тѣла, которое растворяетъ—это есть явленіе взаимнодѣйствія двухъ тѣлъ другъ на друга—первая степень химическаго взаимнодѣйствія.

Отношенія тѣлъ къ водѣ составляютъ весьма важную ихъ характеристику, ибо вода всюду встрѣчается и тѣло, перешедшее въ растворъ, представляетъ наилучшія условія хода химическихъ превращеній. Для нихъ нужна подвижность частей, полное прикосновеніе. Твердое тѣло приобретаетъ въ растворѣ подвижность частей, газъ теряетъ упругость и отъ того въ растворахъ нерѣдко совершаются такіа реакціи, какія въ отдѣльномъ видѣ не идутъ. Все это заставляетъ обращать, при описаніи свойствъ тѣлъ, весьма большое вниманіе на отношеніе ихъ къ водѣ. Объ значеніи растворовъ для хода химическихъ реакцій можно составить понятіе уже изъ того, что въ растеніяхъ и животныхъ всѣ жизнен-

ные процессы превращенія и измѣненія совершаются въ растворахъ, а именно водяныхъ. Всякому же извѣстно, что въ растеніяхъ и животныхъ совершается рядъ химическихъ измѣненій весьма замѣчательныхъ. Соки растеній и животныхъ, кровь и пр. есть ничто иное, какъ водяные растворы. Удалите воду и всё процессы кончатся. Отъ этого, прежде всего, вода имѣетъ громадное значеніе въ природѣ. Въ сухой землѣ и въ сухомъ воздухѣ растенія умираютъ, животныя и растенія прямо поглощаютъ воду, необходимую для ихъ жизни. Химикъ и техникъ чаще всего пользуется химическими процессами, происходящими въ растворахъ.

Вода растворяетъ не только твердыя и жидкія тѣла, но и газы, впрочемъ многіе въ малой мѣрѣ, но нѣкоторые въ значительной. Для послѣднихъ очень легко наблюдать растворимость въ водѣ. Возьмемъ цилиндръ, наполненный, на примѣръ, амміачнымъ газомъ и поставимъ его въ ртутную ванну. Если впустить въ цилиндръ воды ¹⁾, то ртуть будетъ подниматься, потому что вода растворяетъ амміачный газъ. Если столбъ поднимаемой ртути не великъ и количество воды достаточно для растворенія газа (а именно не менѣе $\frac{1}{660}$ противу объема газа при обыкновенной температурѣ), то весь газъ поглотится водою. Здѣсь видно ясное и значительное сродство воды къ амміачному газу. Такіе случаи значительной растворимости газовъ въ водѣ представляютъ особенныя явленія, чѣмъ тѣ случаи, когда газъ мало растворимъ. Къ послѣднему разряду относится большинство газовъ и, строго говоря, нѣтъ ни одного газа, совершенно нерастворимаго въ водѣ. Количество газовъ, могущихъ растворяться въ одномъ объемѣ воды, измѣняется съ природою газа, съ температурою и давленіемъ. Эти измѣненія опредѣляются слѣдующими тремя общими правилами: 1) Газы, которые легко сгущаются въ жидкости (при охлажденіи и сжатіи), болѣе растворимы, чѣмъ постоянные, не сгущаемые. Такъ, въ 100 об. воды растворяется при 0° и 760^{мм} только 2 об. азота и водорода, 4 об. кислорода, 3 об. окиси углерода и т. д., ибо это суть газы несгущаемые,

¹⁾ Чтобы ввести въ цилиндръ воду, употребляютъ стеклянную пипетку, изображенную на фигурѣ. Загнутый нижній конецъ ея вставляютъ въ воду и всасываютъ воздухъ изъ верхняго конца. Когда вода наполнитъ пипетку, верхній конецъ ея закрываютъ пальцемъ, а нижній вводятъ въ ртуть ванны, такъ чтобы загнутый конецъ былъ въ отверстіи цилиндра. Тогда или отъ давленія водянаго столба (если ртуть стоитъ въ колоколѣ не высоко) или отъ вдуванія воздуха въ пипетку, вода изъ нея будетъ выходить въ цилиндръ и поднимется по своей легкости на поверхность ртути.



фиг. 41.

а углекислага газа растворяется 180 объемовъ, закиси азота 130, сѣрнистаго водорода 437 и т. д., ибо эти газы довольно легко стущаются въ жидкости. Оно и понятно. Раствореніе газа есть своего рода превращеніе въ жидкость, что видно изъ того, что оно сопровождается отдѣленіемъ тепла, а потому газы, легче другихъ превращающіеся въ жидкости и легче растворяются. 2) При нагрѣваніи растворимость газа уменьшается, что легко понять изъ предыдущаго—упругость газа становится больше, онъ удаляется отъ перехода въ жидкость. Такъ 100 об. воды растворяютъ при 0° 2,5 об. воздуха, а при 20° только 1,7 объема. По этой то причинѣ холодная вода, внесенная въ теплую комнату, выдѣляетъ пузырьки газа, которые обыкновенно пристають къ стѣнкамъ сосуда. Точно также каждый можетъ наблюдать образованіе пузырьковъ, когда свѣжую воду нагрѣвають. 3) Количество растворяющагося газа уменьшается съ давленіемъ, во столько разъ, во сколько уменьшается самое давленіе. Это правило называется закономъ Генри-Дальтона. Поэтому газъ, растворенный въ водѣ, выдѣляется изъ нея въ безвоздушномъ пространствѣ. А вода, насыщенная при сильномъ давленіи газомъ, выдѣляетъ часть его, если будетъ подвержена меньшему давленію. Такъ, многіе минеральные источники насыщаются подъ землею углекислымъ газомъ подъ сильнымъ давленіемъ поднятаго надъ ними столба воды. Выходя на землю, они кипятъ и пѣнятся, выдѣляя избытокъ раствореннаго въ нихъ газа. Тѣмъ же газомъ, подъ давленіемъ, насыщаются шипучія вина и воды. Они содержатъ газъ пока находятся въ плотно закупоренныхъ сосудахъ. Когда открываютъ пробку и жидкости приходятъ въ соприкосновеніе съ воздухомъ, имѣющимъ меньшее давленіе, то часть газа, не могущая оставаться въ растворѣ, при меньшемъ давленіи, выдѣляется съ шипѣніемъ въ видѣ пѣны, извѣстной каждому.

Растворимость газовъ въ водѣ. Коэффициентъ растворенія газовъ въ водѣ измѣняется не только съ температурою воды и съ природою газовъ, но также и при измѣненіи давленія и, что весьма важно, при измѣненіи содержанія растворяющагося газа въ той атмосферѣ, которая окружаетъ воду, служащую для растворенія. Такъ какъ примѣненіе растворимости газовъ въ водѣ встрѣчается весьма часто не только въ химической практикѣ, но и при изслѣдованіи различныхъ физиологическихъ и другихъ научныхъ вопросовъ, то мы постараемся дать здѣсь краткій очеркъ тѣхъ законовъ, которыми управляется раствореніе газовъ въ водѣ и слѣдствій, изъ того вытекающихъ. Замѣтимъ первоначально, что первымъ и самымъ существеннымъ признакомъ того, что данное поглощеніе газа водою (или какою либо другою жидкостью) представляетъ явленіе растворимости, а не другаго вида химическаго притяженія, первымъ признакомъ для этого, можетъ служить измѣненіе растворимости газа съ измѣненіемъ

давленія, подъ которымъ происходитъ такое раствореніе. Растворимость газа въ водѣ измѣняется пропорціонально давленію, то есть, при двойномъ давленіи, $2h$, въ данномъ количествѣ воды растворяется двойное количество газа, сравнительно съ тѣмъ, что растворяется при простомъ давленіи h .

Подъ количествомъ газа разумѣется здѣсь или весь его или объемъ, измѣренный при нормальныхъ (или вообще опредѣленныхъ) давленіи и температурѣ. Но такъ какъ газъ измѣняетъ свой объемъ пропорціонально давленію, то объемъ газа, растворяющійся въ изв. объемѣ воды, остается неизмѣннымъ, какое бы давленіе не имѣлъ газъ. Если въ 100 об. воды при 0° растворяется 4 объема кислороднаго газа, то это значитъ, что при давленіи, напр. 1 атмосферы, растворится 4 объема, измѣренныхъ при томъ же давленіи; при давленіи 2 атмосферы, 4 объема, измѣренныхъ подъ этимъ же давленіемъ, или 8 объемовъ, если газъ измѣрять подъ давленіемъ 1 атмосферы. Подъ давленіемъ 0 атмосферы или въ безвоздушномъ пространствѣ, значитъ, въ водѣ не растворится газомъ. Нѣкоторые газообразныя вещества способны соединяться съ водою и поглощаются слѣдовательно ею не по законамъ растворимости газомъ, а вслѣдствіе химическаго притяженія или вслѣдствіе образованія прочнаго химическаго соединенія воды съ газомъ. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ измѣненіе растворимости съ давленіемъ не слѣдуетъ тѣмъ простымъ законамъ, которымъ подчиняется простая растворимость. Поглощаемый газъ удерживается съ большою энергіею въ массѣ воды или другой взятой жидкости и, съ уменьшеніемъ давленія, не выдѣляется изъ нея или выдѣляется только въ уменьшенномъ количествѣ противу того, какое соответствуетъ уменьшенію давленія. При уменьшеніи давленія вдвое, выдѣляется не половина всего газа, содержащагося въ растворѣ, а только, можетъ быть, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ и т. д. Эти послѣдніе случаи не относятся уже непосредственно къ тѣмъ, которые мы будемъ разсматривать теперь. Но, такъ какъ не существуетъ рѣзкой границы между тѣми случаями растворимости, о которыхъ мы будемъ говорить, и тѣми, о которыхъ тотчасъ было упомянуто, то это ясно показываетъ, что между такого рода соединеніями, какія происходятъ при раствореніи, и соединеніями гораздо болѣе прочными, нельзя положить рѣзкой границы. Примѣромъ прочнаго соединенія газа съ водою можетъ служить раствореніе амміачнаго газа въ водѣ, или раствореніе хлористоводороднаго газа въ той же жидкости. Прилагаемая таблица показываетъ на сколько измѣняется количество растворимаго газа въ этихъ случаяхъ съ измѣненіемъ давленія.

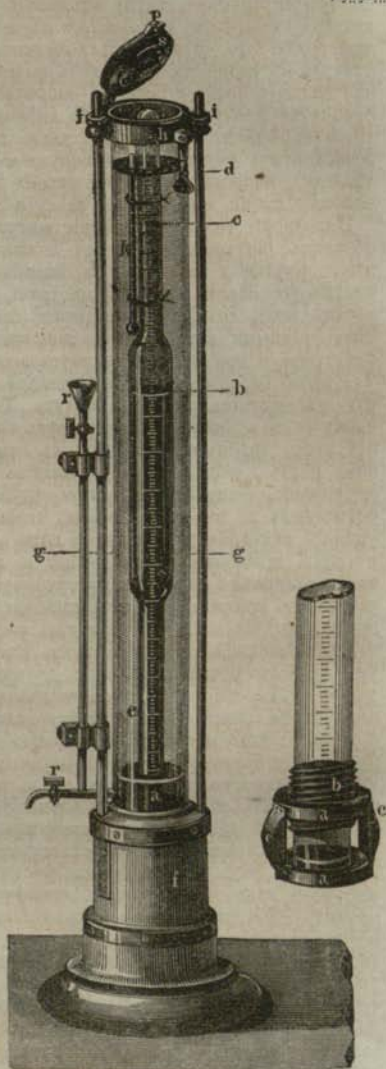
Давленіе въ миллиметрахъ ртути.	Количество граммовъ амміака, растворяющихся въ 100 гр. воды при 0° .	Количество граммовъ хлористаго водорода, раств. въ 100 гр. воды при 0° .
100	28,0	65,7
500	69,2	78,2
1,000	112,6	85,6
1,500	165,6	—

Можно привести не мало примѣровъ и такихъ случаевъ поглощенія газовъ жидкостями, которые вовсе не представляютъ никакого видимаго соотношенія съ явленіемъ растворимости. Такъ, напр., углекислый газъ поглощается растворомъ амміака въ водѣ и изъ этого раствора уже не выдѣляется углекислый газъ съ пониженіемъ давленія, или еще лучше, хлористоводородный газъ поглощается растворомъ амміака въ водѣ, не выдѣляясь вовсе потому съ уменьшеніемъ давленія.

Но есть цѣлый рядъ явленій поглощенія газовъ жидкостями, которыя характеризуются именно тѣмъ, что количество растворимаго газа прямо пропорціонально давленію, подъ которымъ происходитъ раствореніе. Это служитъ признакомъ для явленій простыхъ раствореній, о которыхъ мы будемъ теперь говорить. Такъ, напр., этимъ путемъ можно было доказать, что раствореніе кислороднаго газа въ крови, или, правильнѣе сказать, поглощеніе кислорода кровью въ легкихъ изъ вдыхаемаго воздуха не составляетъ явленія простаго растворенія, потому что этотъ поглощаемый кислородный газъ удерживается кровью при уменьшеніи давленія и выдѣляется изъ нея въ этомъ обстоятельствѣ только въ гораздо меньшемъ количествѣ, чѣмъ слѣдуетъ сообразно съ уменьшеніемъ давленія. Дальнѣйшія изслѣдованія показали дѣйствительно, что въ крови находится вещество, которое прочно удерживаетъ кислородъ, поглощаемый кровью, образуетъ съ нимъ, хотя не очень прочное, но, всетаки, химическое соединеніе, гораздо болѣе прочное, чѣмъ обыкновенно происходитъ при образованіи растворовъ. Итакъ, прежде всего слѣдуетъ рѣшить, въ каждомъ данномъ случаѣ поглощенія газовъ, представляетъ ли этотъ случай явленіе истиннаго растворенія, или здѣсь замѣчается явленіе болѣе прочнаго химическаго соединенія. Для этого должно произвести опытъ растворенія подъ извѣстнымъ давленіемъ, опредѣлить, при этомъ, количество газа, растворившагося во взятомъ объемѣ жидкости, а потомъ, не измѣняя ни одного изъ прочихъ условій, отъ которыхъ зависитъ раствореніе, перемѣнить только одно давленіе, напр., уменьшить его въ 2, 3, 4 раза. Если данный случай есть случай простаго растворенія, то тогда, соотвѣтственно этому уменьшенію давленія, въ растворѣ остается $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ или $\frac{1}{4}$ того количества газа, которое было растворено первоначально.

Для опредѣленія растворимости газа въ водѣ или другихъ жидкостяхъ, употребляется приборъ, изображенный на прилагаемомъ рисункѣ. Онъ состоитъ изъ желѣзной оправы или подставки *f*, на верху которой положено каучуковое кольцо. На это кольцо ставится широкая стеклянная трубка и прижимается сверху кольцомъ *h* и винтами *i*. Послѣ этого привинчиванія трубка плотно держится на подставкѣ. Въ нижнюю часть подставки проходитъ кранъ *r*, сообщающійся съ воронкою *r*. Черезъ эту воронку можно приливать внутрь широкой трубы ртуть и потому краны этой воронки дѣлаются стальныя—мѣдныя измѣняются отъ ртути. На верхнемъ кольцѣ *h* находится крышка *p*, которая можетъ быть плотно надавлена на широкую трубку и чрезъ это можетъ запираеть послѣднюю совершенно.

но герметически, при помощи резинового кольца. Трубку *r* можно сдѣлать произвольно большой величины и чрезъ это, приливая ртуть въ воронку, можно увеличивать величину столба ртути, производящаго давление внутри прибора. Выпускная же чрезъ кранъ *r* ртуть, можно уменьшить, по произволу, давление. Въ описанномъ видѣ снарядъ служитъ только для помѣщенія измѣрительной трубки, содержащей газъ и жидкость, служащую для растворенія. Эта трубка *e* снабжена дѣлениями на миллиметры, для опредѣленія давления и притомъ она калибрована (стр. 38) на емкости, такъ что можно легко судить, по уровню жидкости въ этой трубкѣ, о числѣ объемовъ, занимаемыхъ и газомъ и жидкостью, служащею для растворенія. Всю эту трубку легко вынимать изъ снаряда и на право отъ фигуры обозначена нижняя часть этой трубки въ томъ видѣ, какъ она вынута изъ прибора. Здѣсь видно, что на нижнемъ концѣ этой трубки находится винтовой парѣзь *b*, входящій въ гайку *a*. Нижняя поверхность гайки *a* покрыта каучукомъ, такъ что, навинчивая трубку, можно придвинуть нижний ея конецъ къ каучуку и тѣмъ совершенно герметически закрыть всю трубку, верхнйи конецъ которой запаянъ. На гайкѣ *a* находятся полосы *с с*, а въ подножкѣ прибора / имѣются соотвѣтственные вырѣзки, такъ что когда завин-



Фиг. 42. Абсорбциометръ Бунзена, т. е. приборъ для опредѣленія растворимости газовъ въ жидкостяхъ. Въ $\frac{1}{2}$ натуральной величины.

ченную внутреннюю трубу вставляют в ножку f , выступ e при-
ходится в нарезки, находящиеся в подножке f . Это соединение де-
лают для того, чтобы дать возможность завинченную трубку по-
ставить в подножку. Поставив на подножку завинченный прибор,
наставляют тогда внешнюю широкую трубку, наливают в про-
странство между внутренней и внешней трубками ртуть и воду и
тогда сообщают внутреннюю часть трубки e с ртутью, помещаю-
щуюся между внутренней и наружной трубками. Такое сообщение
делается посредством повертывания внутренней трубки e или с
помощью ключа, вращающего гайку a чрез дно части f .

Наполнение газом и введение жидкости производят следующими
образом: внутреннюю трубку e вынимают из прибора, напол-
няют ртутью и вводят газ, назначаемый для поглощения. Тогда
измеряется объем ввещенного газа, наблюдая температуру и да-
вление, под которыми находится газ и вычисляя, посредством
этих данных, какой объем занимает газ при давлении 760 мил-
лиметров и при 0° , затем впускают определенный объем воды.
Для этого берут воду прокипяченную и тем совершенно лишен-
ную растворенного в ней воздуха. Тогда трубку затворяют, при-
вивая ее и нажимая на каучуковую пластинку нижний ее край. По-
сле этого трубку e вставляют в оправу f , наливают между стѣн-
ками ртуть и воду, отворяют затем внутреннюю трубку чрез по-
вертывание, запирают наружную трубку крышкой p и весь прибор
оставляют на некоторое время, чтобы внутренний колокол и газ
приняли температуру наружной воды, которую узнают по термо-
метру k , привязанному к трубке и помещенному в воду. Тогда
вновь запирают внутреннюю трубку чрез повертывание в гайку,
запирают крышкой p и весь прибор взбалтывают, для того, что-
бы содержащийся в трубке e газ растворился в воде или жидко-
сти, помещенной вместе с ним. После нескольких взбалтываний,
трубку опять открывают чрез повертывание, оставляют на неко-
торое время, запирают и снова взбалтывают, повторяя это до тех
пор, пока, после нового взбалтывания, объем не будет умень-
шаться, значить насыщение произошло. Тогда наблюдают температу-
ру, высоту барометра, высоту ртути во внутренней трубке и верх-
нюю поверхность воды в ней же, а также и уровень ртути и воды
в наружном сосуде. Все эти данные необходимы для того, чтобы
вычислить то давление, под которым происходит растворение, и
тот объем газа, который остался после растворения, а также и
количество воды, служившей для растворения. Изменяя температуру
наружной воды, можно узнать количество газа, растворяющегося при
разных температурах в воде. В описанном приборе, впрочем,
весьма затруднительно изменять давление, под которым происхо-
дит растворение, но однако есть возможность делать это, именно
увеличивая давление посредством приливания через воронку r зна-
чительного количества ртути, в то время когда крышка p заперта.
Для того, чтобы в этом случае можно было открывать и закрыв-
ать внутреннюю трубку e , не отрывая крышки p (иначе при увели-
ченном давлении произойдет переливание через край) делают в
этих приборах, в настоящее время, в подставке f ключ, дающий

возможность снаружи отпирать и заперать внутреннюю трубку. Весь прибор называется *абсорбциометром*, т. е. прибором для измерения поглощения газов жидкостями. Въ этомъ приборѣ Буазель, Каріусъ и многіе другіе опредѣляли раствореніе разнообразныхъ газовъ въ водѣ, спиртѣ и въ некоторыхъ другихъ жидкостяхъ.

Если чрезъ опредѣленія подобнаго рода узнали, что n куб. сантиметровъ воды, при давленіи h , растворяютъ m куб. сантиметровъ даннаго газа, измереннаго при 0° и 760 миллиметрахъ, когда температура во время растворенія была t , то изъ этого наблюденія слѣдуетъ, что при этой температурѣ t , коэффициентъ растворенія газа въ 1 объемѣ жидкости будетъ равенъ $\frac{m}{n} \cdot \frac{760}{h}$.

Эта формула очень ясно понимается изъ того, что коэффициентомъ растворенія газовъ называется количество его, измеренное при 0° и 760 миллиметрахъ, поглощающееся, при давленіи 760 миллиметровъ, однимъ объемомъ жидкости. Если n куб. с. воды поглотили m куб. с. газа, то 1 куб. сант. воды поглотитъ $\frac{m}{n}$. Если при давленіи h^{mm}

поглотилось $\frac{m}{n}$ куб. сант. газа, то при давленіи 760^{mm} поглотится, по закону измѣненія растворимости отъ давленія, такое количество, которое относится къ $\frac{m}{n} = 760 : h$, откуда коэф. растворенія въ 1

объемѣ воды равенъ $\frac{m}{n} \cdot \frac{760}{h}$. При опредѣленіи объема оставшагося газа, необходимо принять во вниманіе его влажность. Растворимость газа въ жидкости можно узнать также и посредствомъ способовъ химическаго анализа. Приготавливаютъ растворъ, насыщенный газомъ при извѣстныхъ условіяхъ. Берутъ извѣстную часть раствора и выливаютъ въ опредѣленный вѣсъ воды. Прибыль въ вѣсѣ покажетъ количество взятаго раствора по вѣсу. Приливаютъ въ воду для того, чтобы не испарилась часть газа изъ насыщеннаго раствора, что совершается легко. Тогда въ разбавленный раствор прибавляютъ такого вещества, которое съ даннымъ газомъ даетъ прочное, нелетучее соединеніе, легко отдѣляемое отъ воды, напр. въ ней нерастворимое. Оно конечно измѣняется по природѣ газа. Опредѣляютъ количество полученнаго соединенія, и, зная содержаніе въ немъ газа, опредѣляютъ количество газа, бывшаго въ растворѣ. По вѣсу газа узнаютъ (чрезъ вычитаніе изъ вѣса взятаго раствора) вѣсъ воды, служившей для растворенія, а зная уд. вѣсъ газа, опредѣляютъ его объемъ слѣд. и растворимость. Этотъ способъ особенно удобенъ въ тѣхъ случаяхъ, когда газъ растворяется въ значительномъ количествѣ, напр. какъ хлористый водородъ, сѣрнистый газъ, амміакъ и т. п.

Растворимость газообразныхъ веществъ въ водѣ измѣняется весьма значительно съ измѣненіемъ природы растворяющагося газа и въ этомъ отношеніи замѣчаются различія въ количествахъ растворяющагося газа, весьма значительныя; такъ, напр., при давленіи въ 760 мм., при температурѣ 0° , одинъ объемъ воды растворяетъ слѣд.

дующее число различных газовъ: кислорода — 0,04, водорода — 0,02, закиси азота — 1,31, окиси углерода — 0,03, углекислого газа — 1,80, болотного газа — 0,05, сѣрнистоводородного газа — 4,37, сѣрнистаго газа — 53,9, хлористоводородного газа — 504,8, амміачнаго газа — 1180,4 к. с. Эти коэффициенты растворимости столь различны между собою, что можно довольно ясно отличить газы, мало растворимые, отъ весьма легко растворяющихся въ водѣ. Весьма характерно то, что послѣдніе газы суть именно тѣ, которые легче другихъ сгущаются въ жидкости чрезъ охлажденіе и увеличеніе давленія. Сверхъ того, тѣ газы, которые растворяются въ значительной мѣрѣ въ водѣ, не слѣдуютъ, при своемъ раствореніи, закону измѣненія растворимости, пропорціонально давленію. Это лучше всего выражается тогда, когда количество газа, растворяющагося въ одномъ к. с. воды, будетъ выражено граммами или, слѣдовательно, вѣсами и нижеозначенныя числа показываютъ именно количество граммовъ, газа растворяющихся во 100 граммахъ воды при различныхъ давленіяхъ, при температурѣ 0°. Хлористоводородный газъ, подъ давленіемъ 100 мм. ртутнаго столба, растворяется въ количествѣ 65,7 гр., при 500 мм. давленія — въ количествѣ 78,2 гр., при 1000 мм. 85,6 гр. Если бы раствореніе хлористоводороднаго газа въ водѣ слѣдовало закону измѣненія растворенія съ давленіемъ, то тогда, при 100 мм. давленія, слѣдовало бы оставаться только 8,56 гр. во 100 гр. воды; остается гораздо больше, это показываетъ, что растворимость хлористоводороднаго газа въ водѣ не относится уже къ случаямъ прямого растворенія, а относится къ случаю болѣе прочнаго соединенія съ водою. Тоже самое относится и до многихъ другихъ газовъ, напр. до амміака. При 0°, 100 граммовъ воды удерживаютъ, при 100 мм. давленія, 28,0 гр. амміака, при 500 мм. 69,2, при 1000 мм. 112,6, при 1500 — 165,6 гр. Если бы газъ слѣдовалъ закону Дальтона, то по растворимости его подъ давленіемъ въ 1000 мм., газа слѣдовало бы раствориться при 100 мм. давленія только въ количествѣ 11,3 гр. амміака; растворяется гораздо больше, слѣдовательно существуетъ довольно сильное химическое притяженіе между водою и амміакомъ. Итакъ, мы видимъ, что большимъ коэффициентамъ растворимости соответствуетъ и особый видъ болѣе тѣснаго притяженія между водою и газомъ и въ этихъ случаяхъ простыя законы растворимости не примѣнимы. Но необходимо замѣтить, что тѣже самые газы, которые при низкихъ температурахъ растворяются въ значительной мѣрѣ въ водѣ, при повышеніи температуры становятся менѣ растворимыми и тогда растворимость газа въ водѣ нерѣдко начинаетъ слѣдовать закону Дальтона съ такою же, приблизительно, строгостью, съ какою и другіе газы, мало растворимые въ водѣ; такъ, напр., при температурѣ 100°, растворимость амміачнаго газа въ водѣ слѣдуетъ почти вполнѣ закону Дальтона, а именно, при давленіи въ 700 мм., 100 гр. воды растворяетъ 6,8 амміака, а при давленіи вдвое большемъ, при той же температурѣ, растворяется 13,5 гр. т. е. ровно вдвое болѣе, какъ и слѣдуетъ по закону Дальтона. Это показываетъ намъ съ одной стороны, что въ притяженіи между газомъ и водою (также и другими жидкостями) существуетъ вліяніе, какъ физической природы самого газа, такъ и его химическаго отношенія къ водѣ, или какъ

говорится, его химического средства къ водѣ. Мы увидимъ дѣйствительно въ послѣдствіи, что тѣ газы, которые въ значительной степени растворяются въ водѣ и не слѣдуютъ, при раствореніи, закону Дальтона, что эти газы, дѣйствительно, судя по всѣмъ понятіямъ химіи, образуютъ болѣе прочное соединеніе съ водою. Они оказываются и легко сжимаемыми. Способность соединяться, растворяться и превращаться въ жидкость для газовъ составляютъ свойства взаимно связующіяся. Весьма замѣчательное явленіе растворенія представляютъ такіе газы, которые, растворяясь въ водѣ, такъ прочно удерживаются ею, что вовсе уже не слѣдуютъ, даже столь приблизительно, какъ вышеприведенные газы, законамъ растворимости, образуя такимъ образомъ, сравнительно, чрезвычайно прочныя соединенія. Таково, напр., раствореніе іодистоводороднаго газа въ водѣ. Растворъ его, содержащій на 100 частей, по вѣсу, 57% (на 100 воды около 130) іодистоводороднаго газа, отличается большимъ постоянствомъ состава. Если при нагрѣваніи онъ испаряется, то іодистый водородъ улетучивается вмѣстѣ съ водою, въ томъ же самомъ отношеніи, въ какомъ находится въ растворѣ, такъ что газъ выдѣляется вмѣстѣ съ парами воды и, слѣдовательно, такой растворъ можетъ перегоняться. Поэтому въ дистилатѣ или перегонѣ будетъ тоже самое отношеніе между водою и іодистымъ водородомъ, какое было взято. Характерно въ этихъ случаяхъ то обстоятельство, что такіе прочные растворы кипятъ обыкновенно выше, чѣмъ вода. Физическія свойства воды здѣсь, такъ сказать, уже исчезаютъ; образуется прочный составъ изъ газа и воды, новое тѣло, которое имѣетъ свою определенную температуру кипѣнія. Правильнѣе сказать, это будетъ не температура кипѣнія, а температура, при которой образовавшееся соединеніе газа съ водою разлагается и образуетъ пары газа и воды, которые, при охлажденіи, соединяются вмѣстѣ. Случаи подобнаго рода и доказательства ихъ существованія мы увидимъ въ послѣдствіи; теперь же замѣтимъ, что описываемый водной растворъ кипитъ при 127°, слѣдовательно гораздо выше температуры кипѣнія воды, что и показываетъ прочность образованія такого раствора. Если въ водѣ растворено будетъ меньше іодистоводороднаго газа, чѣмъ указано выше, то, при нагрѣваніи такого раствора, сперва будетъ перегоняться вода и будетъ оставаться іодистоводородный растворъ вышеприведеннаго состава, который, подъ конецъ, будетъ перегоняться пѣликомъ. Если же въ такой растворъ еще пропускать іодистоводородный газъ, то такой растворъ будетъ удерживать газъ, но, при нагрѣваніи его весьма легко выдѣлится. Не должно впрочемъ, думать, что при образованіи подобнаго раствора, имѣющаго определенную температуру кипѣнія, вовсе не принимали бы участія тѣ силы, которыя опредѣляютъ образованіе раствора, доказательствомъ чему служатъ то, что подъ разными давленіями такіе постоянные газовые растворы мѣняются въ своемъ составѣ. Поэтому не при всякомъ, а только при обыкновенномъ атмосферномъ давленіи, на сто частей воды постоянный растворъ іодистаго водорода будетъ содержать іодистоводороднаго газа 57 процентовъ. При иномъ давленіи будетъ другое отношеніе между водою и іодистымъ водородомъ. Оно измѣняется, судя по наблюденіямъ, сдѣланнымъ Роско, для нѣсколькихъ подобныхъ іодистоводород-



ному раствору, однако весьма незначительно при значительномъ измѣненіи давленія. Такое измѣненіе состава прямо показываетъ, что на образованіе довольно прочныхъ химическихъ соединеній оказываетъ вліяніе давленіе, какъ оно вліяетъ на самыя непрочныя соединенія, только здѣсь менѣе, а тамъ значительнѣе.

Изъ всего сказаннаго можно вывести такое предположительное заключеніе, что растворимость газа въ жидкости не только опредѣляется природою растворяющей жидкости и растворяющагося газа, ихъ температурою и давленіемъ, но что при раствореніи образуется новое тѣло, но не прочное, съ температурою и съ измѣненіемъ давленія измѣняющееся въ нѣкоторыхъ случаяхъ болѣе легко, въ другихъ съ трудомъ. Другими словами можно полагать, что въ явленіяхъ растворимости существуетъ различіе количественное. При нѣкоторой возвышенной температурѣ, всѣ газовые растворы будутъ слѣдовать закону Дальтона.

Но тогда газы потеряютъ способность сжиматься, будутъ слѣдовать законамъ Мариотта и Гей-Люссака, будутъ имѣть малое сродство къ водѣ, мало въ ней растворяться. Всѣ эти отношенія идутъ рядомъ. Такой газъ, какъ водородъ или кислородъ растворяются по закону Дальтона, потому именно, что не сгущаются въ жидкость отъ давленія, мало растворимы, хорошо слѣдуютъ законамъ Гей-Люссака и Мариотта, словомъ суть газы болѣе совершенные, чѣмъ аммиакъ, хлористый водородъ и йодистый водородъ. Тутъ яснѣйшимъ образомъ видна тѣсная связь способности къ соединеніямъ съ физическими свойствами тѣлъ.

Если растворимость измѣняется съ природою газа, то она измѣняется также и съ природою жидкости, иногда весьма значительно. Такъ, напр., растворимость газа въ спиртѣ совершенно иная, чѣмъ въ водѣ, напр. кислородъ растворяется въ гораздо большемъ количествѣ въ спиртѣ, чѣмъ въ водѣ. Напр., при 0° , коэффициентъ растворимости кислорода въ спиртѣ (1 об.) будетъ 0,28; углекислый газъ растворится въ количествѣ 4,33 въ спиртѣ; азотъ въ количествѣ 0,13. Изъ изслѣдованныхъ до сихъ поръ газовъ большинство растворяется въ спиртѣ въ большемъ количествѣ, чѣмъ въ водѣ. Впрочемъ этотъ предметъ до сихъ поръ весьма мало изслѣдованъ.

Коэффициентъ растворимости газовъ измѣняется обыкновенно и довольно быстро съ температурою. Такъ, напр., одинъ граммъ воды поглощаетъ при 0° — 0,899 гр. аммиака, при 10° — 0,684, при 20° — 0,518, при 50° — 0,284, при 100° — только 0,074 гр. 1 к. с. воды растворитъ при 0° — 0,041 к. с. кислорода, при 10° — 0,032, при 20° — 0,028. Только въ немногихъ случаяхъ растворимость не измѣняется съ температурою; такъ, напр., растворимость кислорода въ спиртѣ не измѣняется, начиная отъ 0° до 25° . Обыкновенно же, растворимость газовъ въ водѣ и другихъ жидкостяхъ уменьшается съ повышеніемъ температуры при одномъ и томъ же давленіи.

Изъ сказаннаго понятнo будетъ, что при уменьшеніи давленія или при увеличеніи температуры, жидкость, насыщенная газомъ, будетъ выдѣлять этотъ газъ въ нѣкоторомъ количествѣ. Если намъ извѣстно, при какой температурѣ и при какомъ давленіи жидкость насыщена газомъ, то, зная измѣненіе коэффициента растворимости, легко узнать,

сколько выделится газа при другом давлении и другой температурѣ. Такъ, напр., представимъ себѣ, что въ абсорбціометрѣ вода была насыщена кислородомъ при 0° и 760 мм., и, положимъ, этой воды было 10 к. с., значить содержалось въ водѣ 0,41 к. с. кислорода. Представимъ себѣ, что эта жидкость, при томъ же давленіи, нагрѣта до 20° . При этой температурѣ, коэффициентъ растворимости равенъ 0,028, слѣдовательно, въ 10 к. с. могутъ оставаться растворенными только 0,28 к. с. кислорода, слѣдовательно 0,13 к. с. кислорода выделится, если измѣрить выдѣлившійся кислородъ при температурѣ 0° и 760 мм. давленія. Представимъ себѣ, сверхъ того, что давленіе уменьшилось вдвое, слѣдовательно можетъ оставаться только половинное количество кислорода, слѣдовательно остается только 0,14 кислорода въ 10 к. с. воды, а потому выделится 0,27 к. с., если и ихъ измѣрить опять при нормальномъ давленіи и при 0° . Очевидно, что, при 20° и половинномъ давленіи, выдѣлившійся кислородъ будетъ занимать объемъ гораздо большій, а именно 0,5 к. с. Такимъ или подобнымъ образомъ можно вычислить, зная коэффициенты растворимости, количество газа, могущее оставаться въ жидкости при ея насыщеніи. Очевидно, меньшее количество можетъ всегда содержаться, но тогда жидкость не будетъ насыщена. Всѣ наши предыдущія соображенія относятся только къ случаю насыщенія раствора и показываютъ законы явленія растворимости въ ихъ предѣлѣ, т. е., въ случаѣ насыщенія, меньшее количество раствореннаго тѣла всегда можетъ содержаться.

Все предыдущее, сказанное о законахъ растворимости, относится къ тому случаю, когда одинъ растворяющійся газъ приведенъ въ прикосновеніе съ водою или другою жидкостью. Тогда все давленіе, свойственное газу, принадлежитъ ему и онъ растворяется подъ этимъ всѣмъ давленіемъ, измѣреннымъ манометромъ или высотой барометра. Но встрѣчается и весьма часто такой случай, когда находится смѣсь газовъ. Спрашивается, какова будетъ растворимость въ этомъ послѣднемъ случаѣ; будетъ ли растворимость одного газа препятствовать растворенію въ водѣ другого газа, произойдетъ ли вытѣсненіе одного газа другимъ, или будетъ существовать правильное соотношеніе между отношеніемъ газовъ въ смѣси и ихъ степенью растворимости? Эти вопросы разрѣшаютъ такъ называемымъ закономъ частнаго или *парціального давленія* и примѣняются, какъ и вышеприведенные законы, только къ случаю насыщенія жидкости газомъ. Законъ парціального давленія состоитъ въ томъ, что растворимость газовъ, находящихся въ смѣси съ другими, происходитъ подъ влияніемъ не всего того давленія, которое имѣетъ газовая смѣсь, но подъ влияніемъ той части давленія, которая приходится на данный газъ, сообразно объемному содержанію этого газа въ смѣси; такъ, напр., если бы кислородъ, азотъ и углекислый газъ были смѣшаны между собою въ равныхъ количествахъ, и представляли бы давленіе 760 мм., то вода растворила бы cadaго изъ этихъ газовъ столько, сколько бы растворилась, если бы каждый изъ этихъ газовъ имѣлъ давленіе, равное $\frac{1}{3}$ атмосфернаго, а именно въ этомъ случаѣ, при 0° , одинъ к. с. воды растворилъ бы 0,014 к. с. кислорода, 0,007 к. с. азота и 0,60 к. с. углекислаго газа. Если давленіе газовой смѣси равно h и въ n объемахъ газовой смѣси находится a объемовъ даннаго газа,

то его раствореніе будетъ происходить, какъ будто бы этотъ газъ растворился подъ давленіемъ $\frac{h \cdot a}{n}$. Та часть давленія, подъ вліаніемъ которой происходитъ въ дѣйствительности раствореніе, и называется парціальнымъ давленіемъ.

Чтобы представить себѣ причину закона парціального давленія, должно припомнить только основныя свойства газовъ. Газы упруги. Ихъ частицы движутся, ударяются о преграды и тѣмъ производятъ давленіе. Чѣмъ больше частицъ газа ударяетъ въ данное время о преграду, тѣмъ больше давленіе. Раствореніе, поглощеніе газа зависитъ отъ той же причины. Ударяясь о жидкость, часть газа входитъ въ самую жидкость и удерживается въ ней до тѣхъ поръ, пока другія газовыя частицы ударяютъ объ жидкость, давятъ на нее, какъ говорятъ. Если общее давленіе газовой смѣси велико, отъ этого число ударовъ газа, входящаго въ смѣсь, не увеличивается. Для растворимости газа, для числа его ударовъ о поверхность жидкости, будетъ все равно будутъ ли рядомъ съ нимъ ударять другія частицы газовъ или ихъ вовсе не будетъ. Поэтому растворимость данного газа будетъ пропорціональна не всему давленію газовой смѣси, а той части его, которая приходится на данный отдѣльный газъ.

Слѣдствія изъ этого закона парціального давленія чрезвычайно многочисленны и важны, а потому мы надъ ними и остановимся съ нѣкоторою полнотою, но предварительно приведемъ тотъ обыкновенный случай, который встрѣчается въ природѣ всюду. Всѣ жидкости въ природѣ находятся въ соприкосновеніи съ воздухомъ. Воздухъ, какъ мы увидимъ впоследствии подробнѣе, есть смѣсь между собою газовъ, преимущественно четырехъ: кислорода, азота, углекислаго газа и водянаго пара. Въ 100 объемахъ воздуха, приблизительно, содержится 79 объемовъ азота и около 21 объема кислорода; объемное количество углекислаго газа не превышаетъ 0,05. Въ обыкновенномъ случаѣ количество водянаго пара гораздо значительнѣе, но измѣняется съ влажностью воздуха. Слѣдовательно, раствореніе азота въ жидкостяхъ, прикасающихся съ воздухомъ, будетъ происходить подъ парціальнымъ давленіемъ, равнымъ $\frac{79}{100} \cdot 760$ мм., если

было атмосферное давленіе, равное 760 мм., слѣдовательно, подъ давленіемъ около 600 мм. ртутнаго столба, раствореніе кислорода подъ давленіемъ около 160 мм., углекислаго газа, только подъ давленіемъ весьма малымъ, а именно около 0,4 миллиметра. Потому, хотя растворимость кислорода въ водѣ въ два раза больше, чѣмъ растворимость азота въ водѣ, но въ водѣ будетъ растворено гораздо менѣе кислорода, чѣмъ азота, и ч. парціальное давленіе перваго гораздо менѣе втораго. Можно легко вычислить, какое именно количество каждаго изъ газовъ будетъ заключаться въ водѣ, а именно, возьмемъ простѣйшій случай и вычислимъ, сколько при 0° и 760 мм. давленія, будетъ растворяться кислорода, азота и углекислаго газа изъ воздуха, имѣющаго вышесприведенный составъ. Подъ давленіемъ 760 мм. 1 к. с. воды растворяетъ 0,0203 к. с. азота, а подъ парціальнымъ давле-

нѣмъ 600 мм. растворить $0,0203 \frac{600}{760}$ или 0,0160 куб. сант., кислорода

$0,0411 \frac{160}{760}$ или 0,0086 куб. сант., углекислаго газа $1,8 \frac{0,4}{760}$ или 0,00095,

слѣдовательно, въ куб. сант. воды будетъ содержаться, при 0°, всего 0,0255 куб. с. газовъ воздуха и 100 объемовъ ихъ будутъ содержать около 62% азота, 34% кислорода и 4% углекислаго газа. Таковъ долженъ быть составъ воздуха, раствореннаго въ водѣ. Вода содержитъ обыкновенно больше углекислаго газа. Онъ происходитъ отъ разрушенія углеродистыхъ веществъ попадающихъ въ воду.

Закономъ парціальнаго давленія опредѣляются многія явленія, замѣчаемыя надъ растворами газовъ. Какой бы газъ ни былъ растворенъ въ водѣ, въ атмосферѣ другого газа, этотъ газъ выдѣляется изъ раствора. Это зависитъ отъ того, что въ безвоздушномъ пространствѣ газъ, растворенный въ водѣ, выдѣляется изъ нея, ибо давленіе ничтожно. Такою же пустотою служить для газа, раствореннаго въ водѣ, атмосфера другого газа. Выдѣленіе происходитъ отъ того, что частицы раствореннаго газа не ударяютъ уже болѣе объ жидкость, не растворяются въ ней, а бывшія въ растворѣ по упругости своей выходятъ изъ жидкости. Здѣсь можетъ быть собственно два случая: или атмосфера окружающая растворъ ограничена, или относительно весьма велика, то есть безгранична, какъ напр., воздушная атмосфера, на поверхности земли. Если атмосфера другого газа, въ которую внесенъ газовый растворъ, ограничена, напр., закрытый сосудъ, то часть газа, содержащагося въ растворѣ, выдѣляется и такимъ образомъ переходитъ въ атмосферу, окружающую растворъ и будетъ оказывать парціальное давленіе. Представимъ, напр. себѣ, что вода, насыщенная углекислымъ газомъ при 0° и обыкновенномъ давленіи, введена въ атмосферу газа, не поглощающагося водою и именно въ сосудѣ, въ которомъ находятся 10 к. с. этого газа, внесено 10 к. с. водянаго раствора, насыщеннаго углекислымъ газомъ. Въ этомъ послѣднемъ растворѣ содержится 18 к. с. углекислаго газа. Этотъ газъ начинаетъ выдѣляться. Подъ конецъ этого выдѣленія должно наступить равновѣсіе. Въ жидкости будетъ заключаться углекислый газъ, оставшійся подъ парціальнымъ давленіемъ того газа, который выдѣляется. Спрашивается, сколько газа будетъ оставаться въ растворѣ и сколько перейдетъ въ атмосферу? Для того, чтобы рѣшить эту задачу, предположимъ, что мы ее уже рѣшили и предположимъ, что осталось въ растворѣ X к. с. углекислаго газа. Очевидно, что количество углекислаго газа перешедшаго въ атмосферу будетъ $18 - X$; а объемъ всего газа будетъ $10 + 18 - X$, то есть $28 - X$ куб.

Парціальное давленіе, подъ которымъ растворяется углекислый газъ, будетъ равно (предполагая, что во все время общее давленіе будетъ оставаться нормальнымъ т. е. 760 мм) $\frac{18 - X}{28 - X}$ слѣдовательно, углекислаго газа растворится не 18 к. с. (такъ было бы, если бы парціальное давленіе было равно атмосферному), а только $18 \frac{18 - X}{28 - X}$,

что и равно X , слѣдовательно имѣемъ уравненіе:

$$18 \frac{18 - X}{28 - X} = X, \text{ рѣшая которое, получимъ } X = 8,69.$$



Такимъ образомъ, если атмосфера, въ которую введенъ газовый растворъ, будетъ не только другая, но и безграничная, то растворенный газъ, выдѣляясь, будетъ растворяться въ этой безграничной атмосферѣ и будетъ, по своей ограниченности, оказывать въ безпредѣльной атмосферѣ безконечно малое давленіе. Слѣдовательно, подъ этимъ безконечно малымъ давленіемъ газъ не можетъ оставаться въ растворѣ и будетъ выдѣляться вовсе изъ раствора. По этой причинѣ, вода, насыщенная газомъ, не содержащимся въ атмосферномъ воздухѣ, будучи выставлена на атмосферный воздухъ, совершенно лишается раствореннаго газа, но должно замѣтить, что, въ этомъ случаѣ, при испареніи газа изъ раствора, испаряется и вода и очевидно, что могутъ быть такіе случаи, въ которыхъ, между количествомъ испаряющейся воды и количествомъ газа, выдѣляющимся изъ раствора, будетъ постоянное отношеніе, такъ что будетъ испаряться не газъ одинъ, а весь газовый растворъ. Выдѣленіе раствореннаго газа, при безконечномъ количествѣ другаго газа, опредѣляетъ многія явленія, замѣчаемыя въ растворахъ. Такъ, напр., однимъ растворяющимся газомъ можно вытѣснить другой wholly изъ раствора. Такъ, напр., если углекислый газъ пропускать въ воду, содержащую въ своемъ растворѣ кислородъ, то онъ можетъ вытѣснить весь кислородъ изъ раствора. Это зависитъ отъ того, что надъ поверхностью раствора образуется только атмосфера углекислаго газа и подъ влияніемъ этой атмосферы кислородъ не будетъ оставаться въ растворѣ, а будетъ wholly выдѣляться изъ него. По той же самой причинѣ, при кипяченіи газовой жидкости, содержащей газовый растворъ, можно выкипятить весь содержащейся въ растворѣ газъ, по крайней мѣрѣ во многихъ случаяхъ. Въ самомъ дѣлѣ, на поверхности кипящей жидкости будетъ водяной паръ и, слѣдовательно, все давленіе, оказываемое на газъ, будетъ принадлежать водяному пару. Слѣдовательно, парціальное давленіе раствореннаго газа будетъ весьма незначительно. По этой, а ни по какой нибудь другой причинѣ, газъ выдѣляется при кипяченіи жидкости изъ раствора. При температурѣ кипѣнія воды, растворимость газовъ въ водѣ еще достаточно велика, чтобы оставалось значительное количество газа въ растворѣ; но выдѣляющийся водяной паръ составляетъ атмосферу, посредствомъ которой передается давленіе. Растворенный въ жидкости газъ уносится вмѣстѣ съ парами воды; если кипяченіе продолжается долгое время, наконецъ весь выдѣляется. Однако, въ тѣхъ случаяхъ, когда измѣненіе коэффициента растворимости съ температурою не достаточно велико и когда, при температурѣ кипѣнія, растворъ будетъ выдѣлять известное количество водянаго пара и газа, можетъ получаться атмосфера, имѣющая такой же составъ, какъ и сама жидкость. Тогда, въ такую атмосферу не будетъ переходить больше газа, чѣмъ находится въ жидкости и потому, такой газовый растворъ будетъ перегоняться безъ измѣненія, не будетъ измѣнять составъ во все время кипѣнія или перегонки. Растворъ будетъ представлять тогда, какъ и растворъ іодистаго водорода въ водѣ, жидкость, не измѣняющуюся при перегонкѣ, пока не измѣнится давленіе, подъ которымъ эта перегонка совершается. Черезъ это измѣненіе давленія, измѣняется отношеніе между количествомъ водянаго пара,

находящагося въ атмосферѣ и количествомъ газа, выдѣляющима вмѣстѣ съ парами воды, а именно, при пониженномъ давленіи, температура кипѣнія понизится, количество водянаго пара и газа, выдѣляющагося изъ раствора, будутъ, по взаимному отношенію, иныя, а потому и составъ неизмѣнной отъ перегонки жидкости будетъ другой.

Многія явленія въ природѣ объясняются законами, управляющими растворимостью газовъ въ жидкостяхъ, какъ мы этому увидимъ примѣры въ дальнѣйшемъ изложеніи. Считаемо не лишнимъ замѣтить, что поглощеніе водянаго пара изъ воздуха гигроскопическими тѣлами, самою водою и т. п. слѣдуетъ, въ сущности, тѣмъ же самымъ законамъ, каковымъ слѣдуетъ раствореніе или поглощеніе другаго газа, находящагося въ воздухѣ. Водяной паръ, находящійся въ воздухѣ представляетъ ничто иное, какъ газъ, имѣющій извѣстное парціальное давленіе и, потому, подъ этимъ давленіемъ растворяющійся въ различныхъ другихъ жидкостяхъ. Только здѣсь присовокупляется еще одна особенность, зависящая отъ насыщенія пространства парами, и потому то, въ совершенно влажной атмосферѣ, не смотря на малое парціальное давленіе водянаго пара, не происходитъ дальнѣйшаго испаренія воды, потому что тогда давленіе водянаго пара должно было бы превосходить то наибольшее давленіе, которое свойственно водяному пару, при извѣстной температурѣ.

Замѣтимъ, что при поглощеніи газовъ, значительно растворимыхъ въ водѣ, отдѣляется значительное количество тепла. Одна вѣсовая часть хлористоводороднаго газа, растворяясь въ водѣ, развиваетъ 450 единицъ тепла, сѣрнистаго газа 120, амміака 514 единицъ тепла.

Жидкія и твердыя тѣла, относительно растворимости въ водѣ, представляютъ такіе же разнообразныя случаи, какъ и газы, съ тѣмъ только отличіемъ, что растворимость ихъ только въ весьма малой степени зависитъ отъ измѣненія давленія. Только весьма значительныя перемены въ давленіи оказываютъ вліяніе на растворимость этихъ тѣлъ въ водѣ. Это зависитъ отъ того, что твердыя и жидкія тѣла мало измѣняютъ свои объемы отъ сжатія. Что же касается до количества растворяющихся тѣлъ, то и здѣсь должно отличать, какъ въ газахъ, тѣла легко растворяющіяся, т. е. растворяющіяся въ значительномъ количествѣ и вещества, которыя растворяются въ сравнительно маломъ количествѣ. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ, конечно, должно видѣть непосредственный переходъ къ тѣламъ, совершенно нерастворимымъ, т. е. не способнымъ вовсе распределяться въ водѣ. Такія нерастворимыя тѣла нерѣдко впрочемъ, при тщательномъ изслѣдованіи, оказываются въ нѣкоторой мѣрѣ растворимыми, но для растворенія требующими большаго количества воды, другими словами, они оказываются тѣлами съ малою степенью растворимости и можно думать, вслѣдствіе этого, что совер-



шенная нерастворимость есть случай предельный для явления растворимости. Для различных тѣлъ коэффициентъ растворенія уменьшается и уменьшается и, наконецъ, достигаетъ такой величины, которая такъ мала, что мы ею можемъ вполне пренебрегать въ нашихъ изслѣдованіяхъ. Этотъ-то послѣдній разрядъ тѣлъ и называютъ обыкновенно тѣлами нерастворимыми. Всякому извѣстны примѣры такого рода тѣлъ. Въ стеклянной посудѣ содержатъ воду, считая стекло нерастворимымъ въ водѣ, а между тѣмъ еще тѣ первоначальныя изслѣдованія, которыя были сдѣланы Лавуазье, показали, что вода растворяетъ отчасти стекло. Можетъ быть, конечно, въ этомъ случаѣ имѣютъ вліяніе подмѣси, находящіяся въ водѣ, но, въ нѣкоторыхъ другихъ случаяхъ, несомнѣнно доказано, что вода сама по себѣ, тѣла, считающіяся нерастворимыми, способна растворять. Такъ, напр., гипсъ или сѣрноизвестковая соль растворяется въ 400 частяхъ воды; сѣрнобаритовая соль въ 43000 частяхъ воды. Это значитъ, что наибольшее количество послѣдней соли, могущее находиться въ растворѣ или насыщеніе воды происходитъ тогда, когда на 100 частей этой воды будетъ приходиться 0,0023 части соли. Очевидно, что нужны особенно тщательные опыты, чтобы убѣдиться въ существованіи такой незначительной степени растворимости. Считая нѣкоторыя тѣла нерастворимыми, очень понятно, что мы во многихъ случаяхъ имѣемъ дѣло только съ тѣлами, весьма трудно растворяющимися. Есть цѣлый разрядъ такихъ тѣлъ, которыя считаются вообще въ водѣ нерастворимыми. Таковы твердыя вещества землистыя, напр. песокъ, глина, известнякъ, каменистыя породы, таковы металлы, извѣстные каждому, таковы тѣла жирныя, напр. жидкіе виды масла, сало, воскъ и т. п., таковы вещества, составляющія ткань животнаго и растительнаго организмовъ, какъ, напр., древесина, вещество костяное, вещество кожное, мускульное вещество и цѣлый рядъ подобныхъ тѣлъ. Такъ какъ на землѣ большинство процессовъ совершается подъ вліяніемъ воды или въ растворахъ, то опредѣленіе случаевъ нерастворимости имѣетъ большое значеніе для пониманія многихъ явленій природы. Такъ, напр., только нерастворимыя тѣла могутъ образовать сосуды или ткани, содержащія растворы, въ коихъ происходятъ измѣненія. Нерастворимыя тѣла опредѣляютъ форму, составляютъ остовъ организмовъ и самой земли. Не говоря объ этомъ предельномъ случаѣ растворимости, мы переходимъ къ разсмотрѣнію тѣхъ случаевъ растворимости, въ которыхъ ясно выражается, легко измѣримою величиною, степень растворимости веществъ въ водѣ и, въ этомъ отношеніи, вкратцѣ рассмотримъ раствореніе твердыхъ и жидкихъ тѣлъ въ водѣ,

замѣтивъ предварительно, что здѣсь имѣеть мѣсто степенъ насыщенья, какъ и для образованія всякаго рода другихъ растворовъ.

Относительно растворимости **жидкихъ тѣлъ** въ водѣ, должно ясно различать два случая: растворимость въ определенномъ количествѣ воды и способность жидкостей смѣшиваться съ водою во всѣхъ отношеніяхъ. Таковъ, напр., спиртъ. При всякомъ вѣсовомъ отношеніи между количествомъ спирта и воды, они смѣшиваются вмѣстѣ, образуя однообразную, вполне однородную жидкость, растворъ спирта или водку разной крѣпости. Такихъ жидкостей весьма не мало. Таковы напр., азотная кислота или крѣпкая водка, сѣрная кислота или купоросное масло, уксусная кислота и множество другихъ жидкостей. Тотъ же случай растворимости, когда жидкость растворяется въ определенномъ количествѣ въ водѣ, даетъ возможность понимать и вышеупомянутый частный случай растворимости. Если жидкость, какъ эфиръ обыкновенный, входящій въ составъ гофманскихъ капель, растворяется только въ нѣкоторомъ количествѣ въ водѣ, то, по прилитіи эфира къ водѣ, замѣчается слѣдующее явленіе: часть прилитой жидкости растворяется въ водѣ и образуетъ растворъ. Если жидкости будетъ взято столько, что она насытитъ воду, то часть ея останется не растворенною, но въ этой оставшейся части будетъ, какъ въ растворителѣ, распредѣляться вода и образовать также насыщенный растворъ воды во взятой жидкости, напр. въ эфирѣ. Такимъ образомъ получатся два насыщенныхъ раствора, если будетъ прилито достаточное количество жидкости къ водѣ. Одинъ растворъ будетъ содержать прилитую жидкость, растворенную въ водѣ, а другой будетъ содержать воду, растворенную въ прилитой жидкости. Эти два раствора расположатся въ двухъ слояхъ, смотря по своей плотности; такъ, напр., если будетъ взятъ эфиръ, то эфирный растворъ воды будетъ на верху, какъ болѣе легкій чѣмъ вода, а водяной растворъ эфира будетъ внизу. Если верхній эфирный растворъ слить, или сцѣдить, снять пипеткою, то къ нему можно прибавить любое количество эфира. Воды нисколько не будетъ выдѣляться, значить въ этомъ растворѣ растворяющимъ веществомъ служитъ эфиръ. Если къ нему прибавить воды, вода больше не будетъ растворяться въ немъ, значить вода насыщаетъ эфиръ. Если поступить точно также съ нижнимъ слоемъ, то мы узнаемъ, что въ нижнемъ слой вода служитъ растворителемъ, а эфиръ раствореннымъ тѣломъ. Употребляя различное количество эфира и воды, можно легко узнать степень растворимости эфира въ водѣ, и воды въ эфирѣ. Такъ, напр., въ этомъ частномъ случаѣ

оказывается, что, приблизительно, вода растворяет $\frac{1}{18}$ своего объема эфира, и эфир растворяет очень немного воды. Представимъ себѣ, что прилитая жидкость будетъ въ значительной мѣрѣ растворять воду и вода въ значительной мѣрѣ растворять прилитую жидкость. Напр., представимъ себѣ, что для насыщѣнія потребовалось на 100 частей воды 80 частей жидкости и что для насыщѣнія 100 частей жидкости потребовалось бы 125 частей воды. Что бы тогда произошло, если бы жидкость прилить къ водѣ? Два слоя не существовали бы, потому что насыщенные растворы представляли бы сходство между собою, а потому они смѣшивались бы во всѣхъ пропорціяхъ. Дѣйствительно: въ насыщенномъ водяномъ растворѣ на 1 ч. воды было бы 0,8 взятой жидкости, а въ растворѣ воды въ этой жидкости было бы при насыщѣнии на 0,8 частей жидкости 1 ч. воды. Раздѣльной черты между слоями не существовало бы и жидкости, значить, смѣшались бы во всѣхъ пропорціяхъ. Слѣд. этотъ послѣдній случай представляетъ такое явленіе, въ которомъ жидкость представляетъ значительные коэффициенты растворимости другъ въ другѣ, но какой коэффициентъ растворимости въ этомъ случаѣ существуетъ, сказать нельзя, потому что нельзя имѣть насыщеннаго раствора.

Такимъ образомъ, смѣшеніе жидкостей во всѣхъ пропорціяхъ есть ничто иное, какъ частный случай растворимости жидкости въ жидкостяхъ. Такъ какъ этотъ случай есть, однако, весьма частый случай, то надъ нимъ мы остановимся нѣсколько болѣе. При такомъ смѣшеніи жидкостей во всѣхъ пропорціяхъ, обыкновенно, выдѣляется теплота; въ рѣдкихъ только случаяхъ происходитъ охлажденіе. Всегда почти, послѣ такого смѣшенія, происходитъ **сжатіе**. Въ немногихъ только случаяхъ объемы остаются тѣже самыя, если ихъ сравнивать при тѣхъ же температурахъ. Иногда сжатіе происходитъ при смѣшеніи жидкостей довольно значительное. Величину сжатія, происходящаго при смѣшеніи жидкостей другъ съ другомъ, можно опредѣлить выраженіемъ.

$$C = p S \left(\frac{1}{d} - \frac{1}{D} \right) + S \frac{100}{D} - 100,$$

гдѣ C означаетъ величину сжатія, относимую къ 100 объемамъ происходящей жидкости; S означаетъ удѣльный вѣсъ смѣси, содержащей p частей жидкости (по вѣсу въ 100 вѣсовыхъ частяхъ раствора) смѣшивающейся съ водою; D — удѣльный вѣсъ воды и d — удѣльный вѣсъ жидкости, смѣшивающейся съ водою. Это выраженіе находится слѣдующимъ простымъ способомъ: объемъ до смѣшенія взятой жидкости равенъ $\frac{p}{d}$, воды равенъ $\frac{100-p}{D}$, слѣд., объемъ до смѣшенія равенъ $\frac{100-p}{D} + \frac{p}{d}$; объемъ послѣ смѣшенія будетъ ра-

вень $\frac{100}{S}$, слѣд. на 100 вѣсовыхъ частей жидкости, сжатіе, происходящее при смѣшеніи, будетъ равно:

$$\frac{100}{S} - \frac{100 - p}{D} - \frac{p}{d}.$$

Это сжатіе соответствуетъ объему, происходящему послѣ смѣшенія и равному $\frac{100}{S}$. Чтобы узнать, какое сжатіе будетъ соответствовать 100 объемамъ происходящей смѣси, должно составить пропорцію, изъ которой и выводится выраженіе для сжатія, вышеприведенное. Величина сжатія вычисляется такимъ образомъ изъ наблюденій удѣльныхъ вѣсовъ жидкостей до и послѣ смѣшенія. Эта величина сжатія весьма мала, при относительно большомъ количествѣ одной изъ смѣшивающихся жидкостей, а при значительномъ отношеніи между смѣшивающимися жидкостями, эта величина достигаетъ наибольшаго значенія. Такъ, напр., при смѣшеніи 46 вѣсовыхъ частей безводнаго спирта съ 54 частями воды, происходитъ наибольшее сжатіе, при смѣшеніи воды со спиртомъ, а именно, при 0° оно равно 4,15, при 15° оно равно 3,75, при 30° — 3,50. Это значитъ, что если при 0° взять 46 вѣсовыхъ частей спирта на 54 вѣсовыхъ части воды, то въ отдѣльности, объемъ этихъ веществъ будетъ равенъ 104,15, послѣ смѣшенія объемъ будетъ равенъ 100. При смѣшеніи сѣрной кислоты съ водою, наибольшее сжатіе гораздо значительнѣе, а именно оно достигаетъ 10%. Если распределенныя такимъ образомъ другъ въ другъ жидкости будутъ испытаны относительно того давления, которое свойственно пару при извѣстной температурѣ, то окажется, что давление это меньше, чѣмъ бы слѣдовало, если бы жидкости были отдѣлены другъ отъ друга и находились бы въ отдѣльности. Такъ, напримѣръ, смѣсь равныхъ по вѣсу количествъ спирта и воды имѣетъ давление пара при 20° = 39 мм., при 40° 117 мм., при 80° 706 мм., а сумма давленій паровъ воды и спирта въ отдѣльности, при этихъ температурахъ: 17 + 44 = 61 мм.; 55 + 134 = 189 мм. и 355 + 813 = 1168 мм. **Температура кипѣнія** смѣшанной жидкости нерѣдко находится въ промежуткѣ между температурами кипѣнія въ отдѣльности взятыхъ воды и той жидкости, которая подмѣшана къ ней. Такъ, напр., спиртъ въ отдѣльности кипитъ при 78°, вода при 100°, а смѣшеніе спирта съ водою кипитъ при температурѣ промежуточной между этими. Въ другихъ же случаяхъ температура кипѣнія изменяется, подобно тому, какъ мы видѣли при раствореніи газовъ въ водѣ. Такъ, напр., азотная кислота, кипящая при 86°, будучи смѣшана съ водою въ избыткѣ, выдѣляетъ первоначально, при кипяченіи, почти чистую воду, но когда въ остаткѣ будетъ содержаться только 26% воды, тогда температура кипѣнія жидкости поднимется до 123° и перегоняется такая же смѣсь, какая остается въ ретортѣ. Составъ такого раствора азотной кислоты, неизмѣняемаго перегонкою, изменяется съ давленіемъ, подъ которымъ происходитъ перегонка, точно также, какъ и составъ раствора йодистаго водорода въ водѣ, но незначительно. Изъ этого должно заключить, что и здѣсь, какъ въ растворѣ нѣкоторыхъ газовъ



въ водѣ, существуетъ возможность образованія болѣе постояннаго соединенія, растворяющагося только въ водѣ и, слѣд., здѣсь какъ въ растворѣ газовъ, должно признавать разныя степени прочности или напряженія силы, связывающей растворенное тѣло съ водою. Здѣсь мы видимъ опять совершенно ясный переходъ отъ образованія растворовъ, мало постоянныхъ, весьма легко измѣняющихся, разлагающихся легкимъ жаромъ и нагреваніемъ, ясный переходъ отъ нихъ къ растворамъ, которые болѣе постоянно удерживаютъ свой составъ и представляютъ такимъ образомъ случаи, въ которыхъ можно видѣть уже яснымъ образомъ измѣненіе въ природѣ веществъ, образованіе новаго тѣла, хотя сравнительно и непрочнаго. Только въ этой различной степени прочности и должно видѣть различія между растворами въ собственномъ смыслѣ и другими видами химическаго соединенія. Въ доказательство того, что между растворами и истинно химическими соединеніями нельзя, по вышеприведеннымъ и всѣмъ другимъ фактамъ, провести границы, можно выставить еще цѣлый другой рядъ несомнѣнныхъ фактовъ. Такъ, напр., при раствореніи купороснаго масла или сѣрной кислоты въ водѣ, отдѣляется большое количество теплоты, происходитъ сжатіе и, если такой растворъ подвергнуть охлажденію, то изъ него, при охлажденіи выдѣляются кристаллическія тѣла, имѣющія совершенно опредѣленный составъ. Такъ напр., смѣсь небольшого количества воды съ купороснымъ масломъ или сѣрною кислотой выдѣляетъ, при охлажденіи, кристаллы, содержащія въ себѣ 15,5% воды. Эти кристаллы плавятся около $+8^{\circ}$, тогда какъ вода, которая въ нихъ содержится—при 0° , а сѣрная кислота при -34° . При температурѣ $+8^{\circ}$ обѣ составныя части жидки; но чрезъ соединеніе онѣ образуютъ твердое тѣло, произшедшее съ выдѣленіемъ большого количества тепла, значитъ, новое химическое соединеніе, но, сравнительно, непрочное. Если такое соединеніе воды съ сѣрною кислотой расплавить и нагрѣть, то, при нагреваніи, оно выдѣлитъ изъ себя воду и температура при этомъ постоянно увеличивается и достигаетъ постоянства только тогда, когда термометръ остановится на 325° , т. е. при той температурѣ, при которой сѣрная кислота уже разлагается (перегоняется). Въ перегонкѣ сперва будемъ имѣть воду, а потомъ сѣрную кислоту, значитъ нагреваніемъ, сравнительно незначительнымъ, вода выдѣляется изъ соединенія съ сѣрною кислотой. Всѣ эти замѣчанія мы вводимъ къ тому, чтобы показать, что растворы водяные, равно какъ и всякіе другіе, представляютъ случай истиннаго химическаго соединенія непрочнаго, или, правдливѣе сказать, мало прочнаго, сравнительно съ другими, болѣе прочными случаями соединенія. Прочные случаи соединенія суть редкѣнные случаи растворенія; въ нихъ прочность образованнаго сложнаго тѣла также не безгранична, какъ и при растворахъ, какъ мы уже это знаемъ, но только она сравнительно больше, чѣмъ въ случаѣ растворенія. Образованіе растворовъ представляетъ общій случай химическаго притяженія, когда количество одной составной части, можетъ быть увеличено по произволу и когда количество другой составной части можетъ достигать только известнаго *maximum*, то есть насыщенія. Образованіе болѣе прочныхъ химическихъ соединеній представляетъ такой случай, когда для каждой составной части су-

существуетъ определенное отношеніе, какое при растворахъ имѣется только для одной части. Этотъ послѣдній случай есть болѣе частный. Собственно говоря, чтобы получить представленіе о ходѣ химическихъ явленій, нужно постоянно имѣть въ виду, что могутъ оба разряда явленій совершаться вмѣстѣ и, вслѣдствіе того, будутъ цѣлые ряды такихъ явленій, въ которыхъ нельзя сказать, что преобладаетъ: образованіе ли соединеній такихъ, какія происходятъ въ растворахъ, или такихъ, болѣе прочныхъ, какія могутъ, какъ мы видѣли, выдѣляться изъ растворовъ. Мы увидимъ далѣе, что при сплавахъ, изоморфныхъ смѣсляхъ и кремнеземистыхъ соединеніяхъ, представляются именно такіе переходные случаи.

Въ дѣйствительности между образованіемъ растворовъ и определенныхъ химическихъ соединеній не существуетъ никакой рѣзкой границы, до тѣхъ поръ, по крайней мѣрѣ, пока дѣло идетъ о твердомъ или жидкомъ состояніи веществъ. Случай образованія сложныхъ тѣлъ определенного состава и болѣе постоянныхъ чѣмъ растворы, есть ничто иное, какъ частный случай, есть какъ бы предѣлъ, котораго стремится достигнуть всякое соединеніе тѣлъ, подобное раствору. При раствореніи существуютъ уже нѣкоторыя измѣненія въ природѣ веществъ, т. е. признаки образованія химическихъ соединеній.

Законы растворимости жидкости въ жидкостяхъ до сихъ поръ весьма мало изслѣдованы, вслѣдствіе того именно, что жидкости представляютъ по отношенію къ водѣ—самой обыкновеннѣйшей изъ нихъ—рѣзкіе случаи различія: или тотъ случай, когда жидкость не растворима, т. е. мало растворима, или тотъ случай, когда жидкость растворяется въ значительной мѣрѣ, и слѣд., смѣшивается съ водою во всѣхъ пропорціяхъ и, потому всѣ частности, относящіяся до этого разряда явленій, мало изслѣдованы. По отношенію же къ растворимости твердыхъ тѣлъ въ водѣ изслѣдованій гораздо болѣе, хотя и здѣсь замѣчается недостаточность изслѣдованій, по соображенію съ тою важною, какую, судя по предыдущему, должно придавать растворенію, какъ общему случаю химическихъ соединеній. Надъ растворимостью твердыхъ тѣлъ въ водѣ мы остановимся съ особенною подробностью, потому что такіе растворы чрезвычайно часто употребляются, какъ въ экономіи природы, такъ и въ химической и заводской практикѣ. Твердое тѣло изъ своего неподвижнаго состоянія, въ какомъ оно находится, перейдя въ подвижное состояніе раствора, приобретаетъ новыя свойства, чрезвычайно важныя для того, чтобы это твердое тѣло заставить вступить въ рядъ химическихъ явленій, требующихъ передвиженія частей, а слѣд., и ихъ подвижности. Въ этомъ отношеніи у алхимиковъ составилась даже поговорка, которую впр., не слѣдуетъ принимать въ собственномъ смыслѣ; они говорили, что *corpora non agunt nisi soluta*, т. е., что тѣла не дѣйствуютъ не разжиженныя. Это не вполнѣ справедливо, потому что твердыя тѣла способны дѣйствовать другъ на друга. Однако несомнѣнно, что для подобнаго взаимодѣйствія твердыхъ тѣлъ нужны особыя условія тщательнаго смѣшиванія, и что въ большинствѣ случаевъ, въ растворахъ, въ жидкомъ и въ газообразномъ состояніяхъ взаимодѣй-

ствіе совершается несравненно удобнѣе и лучше, чѣмъ въ твердомъ состояніи.

Растворимость **твердыхъ тѣлъ** въ водѣ (а также и другихъ жидкостяхъ), завися, въ нѣкоторой мѣрѣ, отъ давления, подъ которымъ совершается раствореніе, весьма ясно зависитъ отъ температуры. Въ самомъ огромномъ большинствѣ случаевъ съ температурою растворимость твердыхъ тѣлъ въ водѣ увеличивается; увеличивается при этомъ также и быстрота растворенія. Эта послѣдняя опредѣляется степенью быстроты смѣшенія полученнаго раствора съ остальною водою. Если мы обольемъ соль водою, то соль останется на днѣ, какъ вещество болѣе тяжелое. Ближайшее къ ней количество воды начинаетъ растворять соль и образовывать растворъ, болѣе тяжелый, чѣмъ вода; происходитъ насыщеніе ближайшихъ слоевъ воды. Этотъ насыщенный растворъ проникаетъ, просачивается въ остальную массу жидкости. Степень быстроты подобнаго смѣшенія растворовъ съ водою называется диффузіею или проникновеніемъ растворовъ. Изслѣдованія ея, сдѣланныя Гремомъ, приводятъ къ самымъ важнымъ заключеніямъ, относительно быстроты образованія растворовъ. Гремъ сравниваетъ способность диффузіи съ летучестію. Есть тѣла легко диффундирующія и трудно, какъ есть болѣе или менѣе летучія тѣла. Въ стаканъ вливается 700 куб. сант. воды и потомъ на дно осторожно чрезъ сифонъ (пинетку) вливается 100 куб. с. раствора, содержащаго 10 граммовъ вещества. Получится два слоя. Спустя нѣсколько дней, снимается послѣдовательно, сверху внизъ, по 50 куб. с. раствора и производится испытаніе количества раствореннаго вещества въ разныхъ слояхъ. Такъ повареная соль, чрезъ 14 дней, дала слѣдующія содержанія (въ миллиграммахъ) соли въ разныхъ слояхъ, начиная сверху: 104, 129, 126, 198, 267, 340, 429, 535, 654, 766, 881, 991, 1090, 1187, а въ остаткѣ 2266, тогда какъ блокъ въ тоже время въ 7-ми верхнихъ слояхъ далъ уже весьма малыя содержанія, а начиная съ 8-го слоя: 10, 15, 47, 113, 343, 855, 1892, а въ остаткѣ 6725 миллиграммовъ. Такимъ образомъ раствореніе вполне зависитъ отъ времени и природы вещества, что и можетъ служить не только для пониманія явленій растворенія, но и для отличія тѣлъ другъ отъ друга. Но мы не станемъ здѣсь разсматривать этотъ предметъ, а перейдемъ къ опредѣленію вѣсовыхъ отношеній между раствореннымъ тѣломъ и водою, особенно же при насыщеніи послѣдней. Практически, быстрота растворенія не имѣетъ значенія для опредѣленія степени насыщенія, потому что однимъ механическимъ

движеніемъ уже есть возможность увеличить быстроту растворенія, въ случаѣ ея медленности.

Въ покоѣ или передвиженіи, однородность полученнаго раствора не нарушается, лишь бы только не было такихъ условій, при которыхъ составныя части раствора могли бы выдѣляться. Эта равномерность раствора, доказанная весьма точными наблюденіями Гей—Люссака и Либена, показываетъ первый и существеннѣйшій признакъ образованія химическихъ соединеній: однородность веществъ. Растворъ, значить, есть химическое соединеніе, однородное тѣло, образовавшееся изъ воды и другаго тѣла, въ ней раствореннаго. Но соединеніе это отличается непрочностью. Въ доказательство образованія химическаго соединенія при раствореніи тѣлъ, можетъ служить множество фактовъ, извѣстныхъ относительно растворовъ. Прежде всего должно замѣтить, что, при образованіи раствора, происходитъ измѣненіе объемовъ. Исслѣдованія надъ плотностью образующихся растворовъ, растворенныхъ тѣлъ и воды, показали, что, при раствореніи, происходитъ сжатіе, хотя незначительное.

Чтобы узнать **измѣненіе объема**, происходящее при раствореніи твердыхъ тѣлъ, нужно поступать точно также, какъ было упомянуто при тѣлахъ жидкихъ, т. е. необходимо знать удѣльный вѣсъ раствореннаго тверлаго тѣла и воды и ихъ относительныя вѣсовыя количества, послѣднія раздѣлить на первыя и тогда получимъ объемъ веществъ, взятыхъ для растворенія. Зная же удѣльный вѣсъ полученнаго раствора, мы знаемъ объемъ, происшедшій послѣ растворенія. Производи подобнаго рода опредѣленія, можно найти, что, при раствореніи, всегда происходитъ сжатіе и, обыкновенно, тѣмъ болѣе значительное, чѣмъ большее количество вещества входитъ въ растворъ. Впрочемъ, здѣсь, въ большинствѣ случаевъ, существуетъ совершенно ясный предѣлъ растворимости, т. е. насыщенія, а потому наибольшее сжатіе опредѣлить невозможно.

Лучшимъ примѣромъ можетъ служить раствореніе кристаллическаго или обмыскаго сахара въ водѣ. Сахаръ имѣетъ удѣльный вѣсъ 1,6, его растворъ, содержащій 30% сахара, 1,13 (при 17°,5). Объемъ сахара = $\frac{30}{1,6} = 18,75$, объемъ воды 70, и. ч. уд. вѣсъ = 1. Объемъ дѣствующихъ тѣлъ значить будетъ при 30% = 88,75. Объемъ происходящаго раствора равенъ $\frac{100}{1,13} = 88,50$, слѣдовательно, произошло сжатія 0,25. Повареная соль имѣетъ уд. вѣсъ 2,15, а ея растворъ содержащій 1 ч. соли 3 ч. воды уд. вѣсъ при 15° 1,192, слѣдов. сжатіе на 100 об. раствора = 3,2% и т. д.

Это исчезновеніе объема уже показываетъ ясно, что раствореніе происходитъ насчетъ измѣненія веществъ, насчетъ образованія новыхъ ихъ соединеній. Но такое соединеніе весьма непрочно и чрезвычайно близко подходитъ къ явленіямъ физическимъ. Здѣсь я



приведу доказательства именно того, что целый ряд явлений заставляет видеть в явлениях растворимости физический процесс, а целый ряд других явлений заставляет видеть в том же самом явлении признаки химического соединения.

При растворении твердых тел в водѣ весьма часто **поглощается тепло**, т. е. получается охлаждение. Количество тепла, поглощаемое в этомъ случаѣ, весьма различно и зависитъ отъ природы растворяющагося вещества. Самый простой опытъ растворения поваренной соли, произведенный съ термометромъ въ рукахъ, показываетъ уже, что здѣсь происходитъ понижение температуры. Для нѣкоторыхъ твердыхъ телъ, какъ напр. для азотноамміачной соли, оно столь значительно, что имъ пользуются практически для получения низкихъ температуръ. Понижение температуры при растворении азотноамміачной соли достигаетъ до 25° , для нашатыря 14° , для селитры 10° , для поваренной соли 4° , при смѣшеніи воды съ избыткомъ соли при обыкн. темп. В особенности значительно понижение тогда, когда твердое тѣло, растворяющееся в водѣ, смѣшиваютъ со снѣгомъ или льдомъ и такая смѣсь весьма часто употребляется въ лабораторіяхъ для получения искусственнаго понижения температуры. Такъ, напр., смѣшиваютъ одну часть поваренной соли съ одной частью снѣга и тогда температура понизится на 17° . Если смѣшиваютъ 16 вѣсовыхъ частей воды съ 5 частями нашатыря и 7 частями селитры, то температура понизится на 25° . То значительное понижение температуры, которое замѣчается въ этихъ обстоятельствахъ, происходитъ отъ того физическаго явленія, которое состоитъ въ этомъ случаѣ, въ плавленіи или превращеніи въ жидкости взятыхъ твердыхъ телъ. При этомъ, вещество, какъ извѣстно, поглощаетъ тепло, слѣдовательно, растворяясь, твердое тѣло превращается въ жидкость и понижаетъ температуру. Когда вода взята также въ видѣ твердаго тѣла, то тогда пониженіе будетъ, конечно, значительнѣе, вслѣдствіе того, что оба дѣйствующія другъ на друга тѣла превращаются въ жидкость и поглощаютъ тепло, чтобы образовать жидкій взаимный растворъ. Рюдорфъ доказалъ, что низшая температура, какой можно достигнуть чрезъ смѣшеніе снѣга съ солями, растворимыми въ водѣ, равна температурѣ, при которой насыщенный растворъ застываетъ, то есть выдѣляетъ кристаллы льда и соли. Замѣтимъ при этомъ, что изъ раствора ненасыщеннаго выдѣляются только кристаллы льда, пока растворъ не дойдетъ до насыщенія. Прямые опыты показали, что насыщенный растворъ поваренной соли застываетъ при $-23,3$ и этой температуры можно достигнуть, смѣшивая 100 ч. снѣга съ 33 частями соли. Хлористый калий даетъ температуру $-10,9$, азот-

ноаммиачная соль (45 ч.) — 16,75. Но не должно думать, чтобы количество тепла, поглощаемое при растворении, было в действительности равно тому количеству тепла, которое поглощается при плавлении взятых тѣлъ. Поглощаемое здѣсь количество тепла будетъ меньше (или больше) того, которое поглощается при плавлении, что и показываетъ, что при образовании раствора, существуютъ причины не только для поглощения тепла, но и для его отдѣленія. Причиной же отдѣленія тепла должно считать, въ этомъ случаѣ, образование однороднаго вещества. Замѣчаемое явленіе зависитъ отъ того, какое количество тепла будетъ больше, отдѣляемое или поглощаемое. Если первое, то при раствореніи должно замѣчаться отдѣленіе тепла, если второе, то при раствореніи должно замѣчаться поглощеніе тепла. И въ самомъ дѣлѣ, очень многія твердыя тѣла, растворяясь въ водѣ, выдѣляютъ тепло, тогда происходитъ нагрѣваніе. Это особенно ясно замѣчается, напр., на такихъ твердыхъ тѣлахъ, которыя съ трудомъ выдѣляютъ изъ себя воду, напр. какъ ѣдкое кали, хлористый кальцій и т. п. При раствореніи въ водѣ, температура въ этомъ случаѣ повышается. Эта совокупность явленій выдѣленія и поглощенія тепла, при раствореніяхъ, ясно показываетъ, что это есть явленіе сложное, физико-химическое. Здѣсь одновременно совершается два разряда явленій.

Персонъ выражаетъ измѣненіе тепла при образованіи растворовъ формулою $c = h - d - f$, гдѣ c есть количество тепла образующееся (+) или поглощаемое (—) при раствореніи, h количество тепла развивающееся при раствореніи отъ химическаго процесса соединенія; d тепло поглощаемое или развивающееся отъ разбавленія полученнаго раствора водою и f тепло поглощаемое отъ перехода твердаго тѣла въ жидкое. Ясно, что c можетъ быть или положительною или отрицательною величиною. Что касается до f , то ее можно вычислить по формулѣ страницы 113, ставя вмѣсто t температуру растворенія. Величина d будетъ положительною (отдѣляется тепло), если при смѣшеніи съ водою происходитъ сжатіе и отрицательною, если при этомъ происходитъ расширеніе. Прямые опыты показали, что количество c измѣняется отъ многихъ условій. Такъ при растворѣ 1 части селитры въ 10 ч. воды при 5° поглощается 80 ед. тепла, а при 24° только 77, при раствореніи въ 20 ч. воды 86 и т. п. При раствореніи поваренной соли въ 7¼ частяхъ воды при 70° вовсе нѣтъ поглощенія тепла.

Полученный растворъ представляетъ многія свойства, принадлежащія взятымъ веществамъ. Такъ, водяной растворъ имѣетъ видъ водяной жидкости со свойствами, принадлежащими растворенному тѣлу. Изъ раствора испаряется вода, какъ и въ свободномъ состояніи, но **давленіе паровъ**, вы-

дѣляющихся изъ раствора при разныхъ температурахъ, незначительнѣе чѣмъ изъ самой воды, что и показываетъ, что существуетъ связь между раствореннымъ твердымъ тѣломъ и водою, служащею для его растворенія, связь, удерживающая воду и уменьшающая давленіе выдѣляющихся водяныхъ паровъ. Такъ, напр., водяной растворъ повареной соли, содержащій 10% соли при 100°, имѣетъ давленіе 730,0 М. М. содержащій 20% соли 684,3 М. М., а вода 779,3, уменьшеніе давленія оказывается, по наблюденіямъ Вюлнера, пропорціональнымъ (почти) содержанію раствореннаго вещества. Такъ напр. растворы сѣрнонатровой соли, содержащія 5, 10, 15, 20 и 25% этой соли въ 100 ч. раствора, представляютъ при 95°,8 уменьшеніе давленія (противу воды): 8,1; 15,2; 23,0; 28,9 и 38,0, что почти пропорціонально содержанію соли. Уменьшеніе давленія объясняетъ и то, что температура кипѣнія чрезъ раствореніе твердаго нелетучаго тѣла въ водѣ увеличивается. Нелетучее тѣло при этомъ остается въ остальномъ количествѣ воды, которая одна превращается въ паръ. Температура этого пара такая же, какъ и раствора, а потому при этомъ выдѣляющійся водяной паръ будетъ перегрѣтый¹⁾. Растворъ 41 вѣсовой части обыкновенной или повареной соли въ 100 частяхъ воды кипитъ при 108°,4, растворъ 335 частей селитры въ 100 частяхъ воды кипитъ при 115°,9, 325 частей хлористаго кальція при 179°, если опредѣлять температуру кипѣнія, погруживши шарикъ термометра въ самую жидкость. Это показываетъ опять ту связь, которая существуетъ между раствореннымъ тѣломъ и водою. Вода удерживается этимъ тѣломъ, требуется возвысить температуру, увеличить количество присоединяющагося тепла, чтобы выдѣлить воду изъ раствора, т. е. требуется, или расходуется тепло для того, чтобы разложить образовавшееся соединеніе раствореннаго тѣла съ водою.

При испареніи, большинство твердыхъ растворенныхъ тѣлъ выдѣляется въ томъ первоначальномъ видѣ, въ которомъ взяты были до растворенія. Если это выдѣленіе, при охлажденіи насыщеннаго раствора и при выпариваніи будетъ совершаться медленно, то образуются во многихъ случаяхъ **кристаллы** тѣла раствореннаго; такъ и получаютъ обыкновенно изъ растворовъ кристаллы растворяемыхъ солей. Нѣкоторыя твердыя тѣла выдѣляются изъ растворовъ весьма легко въ формѣ

1) Непосредственное наблюденіе показываетъ, однако, какъ полагаютъ сперва Рудберги, что температура въ парахъ солянаго раствора, кипящаго выше 100° есть 100°. Это зависитъ отъ того, что перегрѣтый паръ отъ прикосновенія къ термометру сгущается на немъ и даетъ воду, кипѣніе которой и указываетъ термометръ. Если ввести въ паръ термометръ предварительно нагрѣтый, то наблюдается истинная температура.

отлично образованныхъ кристалловъ, могущихъ дойти до весьма большой величины. Такова, напр., сегнетова соль, сѣрно-никелевая соль, квасцы, сода, хромовые квасцы, мѣдный купоросъ, красное синьками и цѣлый рядъ солей, весьма хорошо кристаллизующихся. Всего замѣчательнѣе при этомъ выдѣленіи то обстоятельство, что многія твердыя тѣла, при выдѣленіи изъ водянаго раствора, удерживаютъ часть воды, образуя твердое тѣло съ содержаніемъ воды. Въ выдѣляющихся кристаллахъ остается часть воды, бывшей въ растворѣ. Объ этомъ предметѣ далѣе мы будемъ говорить подробнѣе, теперь остановимся на немъ на столько, сколько нужно для пониманія явленій, происходящихъ при раствореніи. Вода, такимъ образомъ удерживаемая тѣлами, называется кристаллизационною водою. Замѣтить должно, что не всѣ кристаллическія выдѣленія изъ растворовъ содержатъ кристаллизационную воду. Квасцы, купоросы, глауберова горькая соль содержатъ ее, но ни нашатырь, ни повареная соль, ни селитра, ни хлорновато-каліевая или бертолетова соль, ни ланитъ или азотно-серебряная соль не содержатъ кристаллизационной воды. Одно и то же тѣло, содержащееся въ растворѣ, можетъ выдѣляться изъ него съ содержаніемъ кристаллизационной воды или безъ этого содержанія, смотря по той температурѣ, при которой происходитъ образованіе кристалловъ. Такъ напр., повареная соль, кристаллизуясь изъ воды, при обыкновенной и возвышенной температурѣ, не содержитъ кристаллизационной воды. Но если выдѣленіе ея происходитъ изъ раствора при температурѣ низкой, а именно при температурѣ ниже -5° , то кристаллы содержатъ въ 100 частяхъ 38 частей воды. При различныхъ температурахъ выдѣляющіеся кристаллы одного и того же раствора могутъ содержать различное количество кристаллизационной воды. Это показываетъ намъ, что твердое тѣло, растворенное въ водѣ, удерживаетъ воду, соединяется тѣсно съ нею, образуя съ нею химическое соединеніе. **Цвѣтъ растворовъ** нерѣдко можетъ служить подтвержденіемъ того. Мѣдный купоросъ представляетъ кристаллы синяго цвѣта; они содержатъ кристаллизационную воду. Если прокаливаніемъ выдѣлить кристаллизационную воду изъ мѣднаго купороса, то получается безводное вещество бѣлаго цвѣта. Изъ этого можно видѣть, что синій цвѣтъ принадлежитъ соединенію мѣдной соли съ водою. Растворы мѣднаго купороса всѣ синяго цвѣта, слѣд., и въ нихъ содержится соединеніе, подобное соединенію съ кристаллизационною водою. Хлористый кобальтъ голубаго цвѣта и, растворяясь въ безводныхъ жидкостяхъ, напр., въ безводномъ спиртѣ, онъ даетъ растворы того же цвѣта; но если его растворить въ водѣ, то получается растворъ



краснаго цвѣта. Если изъ такого раствора выдѣляются кристаллы, то они содержатъ 45,4% воды. Изъ этого можно заключить, что въ растворѣ, по крайней мѣрѣ въ нѣкоторыхъ случаяхъ, если не во всѣхъ, содержится не безводное твердое тѣло, а соединенное уже съ частью воды и потому растворенное въ остальной водѣ.

Измѣненіе степени растворимости (т. е. того количества, которое потребно для насыщѣнія) нѣкоторыхъ твердыхъ тѣлъ въ водѣ, еще яснѣе подтверждаетъ то положеніе, что въ растворахъ часть вещества уже находится въ соединеніи съ водою, въ соединеніи болѣе тѣсномъ, чѣмъ съ остальною частью воды. Особенно поучительный примѣръ этого составляетъ глауберова или сѣрнатровая соль. Эта соль представляетъ слѣдующія явленія: если взять соль прокаленную, лишенную кристаллизаціонной воды, то въ 100 частяхъ воды растворимость этой соли измѣняется съ температурой слѣдующимъ образомъ: при 0° требуется 5 частей соли, при 20° — 20 частей соли, при 30° — 38 частей соли, при 33° — болѣе 50 частей. Какъ видно, растворимость возрастаетъ съ температурою, какъ и для всѣхъ почти солей, но начиная съ 33° она вдругъ уменьшается, а именно, при температурѣ 40° растворяется уже менѣе 50 частей соли, при 60° — только 45 частей соли, при 100° — около 43 частей соли на 100 частей воды. Сущность явленія, происходящаго при этомъ, состоитъ въ томъ, что, при обыкновенной температурѣ, безводная сѣрнатровая соль образуетъ кристаллическое соединеніе, содержащее кристаллизаціонную воду, а именно въ 100 частяхъ выдѣляющейся соли содержится 55,9 воды. При 33° начинается разложеніе этого соединенія, выдѣляется безводная соль, и она менѣе растворима, чѣмъ водная соль. При повышеніи температуры, количество образующейся безводной соли увеличивается и степень растворимости отъ того уменьшается. Можно думать, что, при нѣкоторой температурѣ, степень растворимости снова будетъ возвышаться, когда соль потеряетъ всю кристаллизаціонную воду. Если охладить насыщенный растворъ этой соли, начиная отъ 33°, то выдѣляется соль, содержащая кристаллизаціонную воду; но если при температурѣ выше 33° выпарить растворъ, то выдѣляется безводная соль. Последняя только одна выдѣляется въ этомъ случаѣ, потому что труднѣе растворима, чѣмъ соль, содержащая кристаллизаціонную воду. Подобное явленіе совершается и со многими другими тѣлами. Ихъ степень растворимости съ температурою иногда уменьшается, такъ напр. ѣдкая известь въ холодной водѣ болѣе растворима, чѣмъ въ горячей. Коинишь, растворенный въ водѣ, даже выдѣляется при нагре-

ванія раствора; жидкость отъ этого выдѣленія мутится: явленіе совершенно сходственное съ тѣмъ, которое представляетъ глауберова соль, только въ формѣ еще болѣе ясной.

Итакъ явленіе растворимости есть явленіе весьма сложное. Здѣсь происходятъ различные виды болѣе или менѣе тѣснаго или прочнаго соединенія раствореннаго тѣла съ растворителемъ. То количество вещества, которое, при извѣстной температурѣ, насыщаетъ воду, есть только прямой результатъ изслѣдованія, до сихъ поръ непосредственно получаемый чрезъ наблюденіе. Зная его, есть возможность судить о многихъ явленіяхъ, совершающихся съ растворами, но сущность представленія о растворахъ отъ свѣденія о количествѣ вещества, требуемаго для насыщенія 100 частей воды, не вытѣриваетъ. Для практической же стороны химіи, равно какъ и техники, подобнаго рода свѣденія имѣють громадную важность потому, что, какъ въ природѣ, такъ и въ химической практикѣ постоянно производится растворенія, изслѣдуются явленія, замѣчаемыя въ растворахъ; многія тѣла только дѣйствуютъ другъ на друга будучи растворены. Растворитель нерѣдко считаютъ въ этомъ случаѣ, какъ бездѣятельную массу (vehiculum), но такое представленіе черезъ чуръ формально. Никакого нѣтъ сомнѣнія, что его присутствіе вліяетъ на ходъ тѣхъ превращеній, которыя совершаются въ растворахъ, какъ мы увидимъ тому доказательства впоследствии, а теперь обратимся къ изученію явленій насыщенія, т. е. къ опредѣленію предѣловъ растворяющихся тѣлъ, могущихъ образовать однородный растворъ съ даннымъ количествомъ жидкости. Чтобы опредѣлить количество соли или какого другаго твердаго тѣла, необходимаго для **насыщенія** воды, употребляютъ различные приемы. Самый простой способъ для этого состоитъ въ томъ, что избытокъ твердаго тѣла обливають водою, нагрѣвають немного выше той температуры, при которой желаютъ знать его растворимость и охлаждають потомъ до извѣстной температуры, удерживая и перемѣшивая при ней долгое время, чтобы получить вполне насыщенный растворъ. Весьма важно, чтобы при этомъ часть соли оставалась въ нерастворенномъ видѣ, потому что иногда можетъ получиться такъ называемый пересыщенный растворъ, о которомъ мы вскорѣ будемъ говорить. Часть насыщеннаго раствора отбирають, не перемѣняя температуры, во взвѣшенный сосудъ и опредѣляютъ вѣсъ взятаго количества раствора. Необходимо наблюдать, чтобы при этомъ отбираниі жидкости, температура ея не понизилась, вода не испарилась и потому всю операцію растворенія должно производить въ пространствѣ, имѣющемъ возможно равномерную температуру. Тотчасъ по-

слѣ отбирания, растворъ нужно плотно закупорить, чтобы до взвѣшиванія никакое количество воды не испарилось изъ него. Послѣ взвѣшиванія, растворъ испаряютъ, вода улетучивается, остается растворенное твердое тѣло, его высушиваютъ и взвѣшиваютъ. Убыль въ вѣсѣ показываетъ количество улетучившейся воды. Необходимо, впр., наблюдать, не измѣнилось ли при этомъ выпариваніи вещество, взятое для растворенія. Многія вещества при этомъ дѣйствительно измѣняются, напр. хлористый магній, выделяющій при этомъ хлористый водородъ. Растворимость выражаютъ обыкновенно такимъ образомъ, что означаютъ количество твердаго тѣла, нужное для насыщенья 100 вѣсовыхъ частей воды.

Растворимость твердыхъ тѣлъ въ водѣ, а также и въ большинствѣ другихъ жидкостей обыкновенно увеличивается съ температурою, но эта степень возрастанія для различныхъ солей весьма неодинакова, какъ показали изслѣдованія степени растворимости многихъ солей, преимущественно сдѣланныя Гей-Люссакомъ.

Для выраженія измѣненія растворимости съ температурою употребляется нерѣдко графическій способъ. На оси абсциссъ или горизонтальной откладываютъ температуры, и, соответственно каждой температурѣ, возстаиваютъ перпендикуляры, опредѣляющіе растворимость соли. Соединяя вершины перпендикуляровъ, получаютъ кривую, выражающую растворимость. Такія кривыя обыкновенно восходящія, т. е. удаляются отъ горизонтальной линіи по мѣрѣ возрастанія температуръ. Сдѣланныя наблюденія показываютъ большую или меньшую степень быстроты возрастанія растворимости съ температурою. Наблюденія показали, что растворимость нѣкоторыхъ солей, какъ напр. поваренной, измѣняется съ температурою, сравнительно весьма мало, что для другихъ веществъ, при одинаковыхъ увеличеніяхъ температуры, растворимость увеличивается одинаково, такъ напр. для хлористаго калия, при 0° , для насыщенья требуется на 100 частей воды 29,2, при 20° —34,7, при 40° —40,2, при 60° —45,7, т. е. на каждыя 10° растворимость увеличивается на 2,75 вѣсовыхъ частей соли на 100 частей воды.

Поэтому растворимость хлористаго калия въ водѣ можно выразить уравненіемъ прямой $\alpha = 29,2 + 0,275 t$, гдѣ α означаетъ растворимость при t° . Для другихъ солей нужно употребить формулу болѣе сложную. Напр. для селитры:

$\alpha = 13,3 + 0,574 t + 0,01717 t^2 + 0,0000035 t^3$, кото. ая показываетъ, что при $t=0$, $\alpha=13,3$, при $t=10$, $\alpha=20,8$, при $100^{\circ}=246,0$. Это показываетъ, что для такихъ веществъ какъ селитра, растворимость возрастаетъ быстрее чѣмъ температуры. Дѣйствительно, при измѣненіи темп. на 20° растворимость селитры слѣдующая: при $0^{\circ}=13,3$, при $20^{\circ}=31,7$, при $40^{\circ}=64,0$, при $60^{\circ}=110,3$, слѣдовательно разности на 20° равны 18,4; 32,3 и 46,3. Описывая вещества, мы будемъ приводить свѣденія о ихъ растворимости въ водѣ.

Знаніе степени растворимости даетъ возможность съ увѣренностью судить о томъ, сколько соли выдѣляется при извѣстномъ охлажденіи раствора, насыщеннаго при данной температурѣ. Такъ напр., если бы мы взяли растворъ хлористаго калия въ водѣ, насыщенный при температурѣ 60° и въ количествѣ 200 гр., спрашивается, сколько бы выдѣлилось соли изъ раствора, когда бы его охладили до 0° , если растворимость при $60^{\circ}=45,7$, а при $0^{\circ}=29,2$? Мы можемъ это найти слѣдующимъ образомъ. При 60° насыщенный растворъ содержитъ на 100 частей воды 45,7 частей хлористаго калия, слѣд. на 145,7 вѣсовыхъ частей раствора содержится 45,7 или, по пропорціи, на 200 частей раствора содержится 62,7 частей соли. Количество соли, остающейся при 0° , вычислимъ слѣдующимъ образомъ. Въ 200 взятыхъ гр. будетъ воды 137,3 гр., слѣд. это количество воды можетъ содержать въ растворѣ только 40,1 соли, слѣд., при пониженіи температуры отъ 60° до 0° , должно выдѣляться изъ раствора $62,7 - 40,1$ или 22,6 гр. растворенной соли.

Свѣденія о растворимости солей даютъ возможность часто опредѣлять и свойства веществъ, находящихся въ растворѣ. Такъ, съ помощію растворимости легко узнать подмѣсъ натровой селитры къ поташной (или вообще подмѣсъ натровыхъ солей къ поташнымъ). Для этого растворъ выпариваютъ и ему даютъ кристаллизоваться при охлажденіи. То, что первое выкристаллизуется, будетъ содержать поташную селитру, и. ч. она менѣе растворима при обыкновенной темп., чѣмъ натровая. Оставшійся (маточный) растворъ выпариваютъ еще и доводятъ до наибольшей возможной крѣпости. По охлажденіи напр. до 15° берутъ взвѣшенную часть раствора, напр. 100 граммъ и опредѣляютъ количество оставшейся въ растворѣ, соли. При 15° 100 ч. воды могутъ растворять не болѣе 26 частей этой селитры, то есть въ 100 гр. раствора не можетъ заключаться болѣе 20,6 ч. селитры. Точно также извѣстно, что 100 ч. воды при 15° не могутъ содержать болѣе 46,5 ч. натровой селитры. Стоитъ значитъ узнать, сколько содержитъ процентовъ по вѣсу остальной маточный разсолъ, чтобы узнать была ли въ поташной селитрѣ подмѣсъ натровой. Если получится болѣе 21% остатка — значитъ была подмѣсъ. Точно того же можно достигнуть, опредѣляя плотность маточнаго раствора. Растворъ поташной селитры, насыщенный при 15° , имѣетъ уд. вѣсъ 1,1442 (вода при $15^{\circ}=1$), а насыщенный растворъ натровой селитры 1,377. Но ни по количеству полученнаго остатка, ни по уд. вѣсу нельзя судить объ процентномъ содержаніи обѣихъ селитръ въ смѣси, и. ч. при смѣшеніи растворимость и объемы измѣняются, происходитъ увеличеніе растворимости.

Степень **растворимости** соли измѣняется отъ присутствія въ растворѣ другаго тѣла и это весьма характерно показываетъ, что въ растворѣ происходитъ взаимодѣйствіе между растворенными тѣлами. Такъ напр., если мы насытимъ воду селитрою, то такой насыщенный растворъ способенъ растворять еще значительное ко-

личество поваренной соли, а также некоторое количество, сверх того, и других солей и, что особенно характерно, то после этого прибавления новых солей, нередко первоначальной соли можно прибавить еще некоторое количество. Это явление происходит особенно ясно тогда, когда между прибавленными веществами нет общих элементов, в противном случае чаще всего нахождение одного тела в растворе уменьшает растворимость другого тела в растворе. От этой причины, прибавление спирта к раствору многих солей (напр. всех солей серной кислоты и угольной) в воде служит к выделению части этих веществ из воды, подобно понижению температуры, что зависит, в этом случае от того, что спирт не растворяет или весьма мало растворяет многих из этих веществ, которые в воде растворяются весьма легко. Должно вывести, таким образом, заключение, что прибавление веществ к раствору может увеличивать или уменьшать, а след. иногда и не изменять насыщенности воды взятым веществом. Исследования Карстена, Пфаффа и Диакона приводят к этому заключению. Так напр. Диакон нашел, что при 0° 100 частей воды при избытке взятой соли растворяет безв. сернонатровой соли 4,53, безводной серномагнезальной соли 26,37, безв. серномедной соли 14,99 частей, а двойных их смесей: 6,48 сер. натр. соли и 16,67 серномед. соли (увеличение для обеих солей); 23,54 серномаг. соли и 9,03 серномед. соли (уменьшение для обеих солей); 25,97 серномагнезальной соли и 5,21 сернонатровой соли (уменьшение и увеличение).

Весьма поучительно явление **пересыщенных растворов**. Состоит оно в следующем: при охлаждении насыщенного при большой температуре раствора избыток твердого тела может оставаться и не выделяться из раствора, если жидкость будет приведена в известные условия. Множество веществ образует легко пересыщенные растворы, в особенности вышеупомянутая сернонатровая соль или глауберова соль. Если, при температуре кипящей воды, насытить воду глауберовою солью и такой раствор слить с остальной соли, прокипятить и, во время кипячения, сосуд с раствором плотно закрыть, запаять или заткнуть ватой или покрыть слоем масла, то тогда этот насыщенный раствор, по охлаждении до обыкновенной температуры и даже гораздо ниже, не выделяет несколько глауберовой соли. Его можно двигать, перемешивать внутри сосуда и никакой кристаллизации не совершится; в растворе будет оставаться то высокое содержание соли, какое существует при возвышенной температуре. Раствор будет пересыщенный. Кристаллизация происходит вдруг, если сосуд с пересыщенным раствором раскрыть, прикоснуться к нему твердым телом, бросить кристалл глауберовой соли или привести в прикосновение с некоторыми веществами. При этом быстром

выдѣленіи кристалловъ замѣчается весьма значительное повышение температуры, именно оттого, что находившаяся въ жидкомъ состояніи соль переходитъ при этомъ въ твердое состояніе, при чемъ, какъ извѣстно, выдѣляется теплота. Это явленіе отчасти подобно тому, что вода можетъ быть охлаждена ниже 0° , если будетъ въ покоѣ и, при извѣстныхъ обстоятельствахъ, вдругъ кристаллизуется, выдѣляя тепло. Впрочемъ, только съ этой внѣшней стороны и представляется здѣсь сходство; въ дѣйствительности же явленіе пересыщенныхъ растворовъ гораздо болѣе сложно. Пересыщенный растворъ выдѣляетъ, при низкой температурѣ, соль другаго качества, чѣмъ въ обыкновенномъ состояніи. Такъ, пересыщенный растворъ глауберовой соли выдѣляетъ кристаллы, содержащіе 47% воды, а не 56%, какъ обыкновенная соль. Обыкновенное же выдѣленіе кристалловъ изъ пересыщенныхъ растворовъ состоитъ въ переходѣ одной формы раствореннаго вещества въ другую. Замѣчательно, что многія вещества способны къ образованію пересыщенныхъ растворовъ, изъ чего можно думать, что всѣ эти вещества способны образовать такія соединенія съ водою, которыхъ растворимость совсѣмъ иная, чѣмъ въ обыкновенномъ состояніи.

Тутъ ясно видно, что, при образованіи растворовъ, участвуютъ явленія весьма сложные и должно сознаться, что наши свѣденія объ этихъ явленіяхъ, на каждомъ шагѣ въ химической и технической практикѣ встрѣчающихся, еще, сравнительно, весьма незначительны. Должно думать, что успѣхи дальнѣйшаго движенія химіи будутъ много зависеть отъ выработки свѣденій объ образованіи такого рода химическихъ соединеній, какъ растворы, т. е. мало прочныя соединенія, или такъ называемыя **неопредѣленныя соединенія**. Переходъ отъ нихъ къ соединеніямъ болѣе прочнымъ или, такъ называемымъ, опредѣленнымъ, составляютъ тѣ вещества, которыхъ содержаніе въ растворахъ должно признавать, которыя образуются изъ растворовъ газообразныхъ и твердыхъ и жидкихъ веществъ въ водѣ. Мы видѣли, что, при перегонкѣ нѣкоторыхъ растворовъ газообразныхъ и жидкихъ тѣлъ въ водѣ образуются постоянныя вещества опредѣленнаго содержанія воды и твердаго тѣла. Это суть предѣльныя соединенія воды съ раствореннымъ тѣломъ. Или же, на оборотъ, опредѣленныя соединенія, которыми химія по преимуществу занимается, по всей вѣроятности, суть ничто иное, какъ тѣла предѣльной формы для такихъ случаевъ соединенія, которыя опредѣляются въ явленіяхъ растворимости. Мы увидимъ впоследствии, что есть цѣлый рядъ другихъ неопредѣленныхъ химическихъ соединеній, въ которыхъ отношеніе между соединяющимися тѣлами можетъ имѣняться, но которыя могутъ также давать, подобно растворамъ, опредѣленныя, постояннаго состава соединенія. Таковы, напр., такъ называемыя изоморфныя смѣшенія тѣлъ, имѣющихъ сходственно кристаллическую форму и сходственный составъ; таковы, напр., сплавы

металловъ между собою, таковы, по всей вѣроятности, и соединенія окисловъ между собою. Изученіе этого рода соединеній должно послужить къ разрѣшенію химическихъ вопросовъ въ самой общей ихъ формѣ, но конечно изслѣдованіе подобныхъ общихъ вопросовъ гораздо затруднительнѣе, чѣмъ изученіе явленій въ ихъ предѣльной, болѣе опредѣленной формѣ, какими въ настоящее время преимущественно занимается химія. Теперь мы и перейдемъ къ изученію такихъ соединеній воды съ различными тѣлами, въ которыхъ вода въ опредѣленномъ количествѣ входитъ въ соединеніе съ другими тѣлами.

Въ растворахъ опредѣлялся предѣлъ только для одного тѣла. Если мы представимъ, что и для другаго тѣла этотъ предѣлъ былъ бы опредѣленъ, то мы получили бы сложное тѣло, содержащее **опредѣленное количество воды** и опредѣленное количество соединеннаго съ нею вещества. Это и есть та форма водяныхъ соединеній, къ которой мы обращаемся теперь; но замѣтимъ, что въ весьма большомъ числѣ случаевъ, явленія, подобныя растворенію и явленія такого рода, къ которымъ мы теперь переходимъ, совершаются вмѣстѣ, одновременно и потому существуетъ послѣдовательный, незамѣтный переходъ отъ явленій одного рода къ явленіямъ другаго рода. Здѣсь не въ качествѣ, а только въ количествѣ нужно искать нѣкоторое различіе. Между такимъ простѣйшимъ физическимъ явленіемъ, какъ смѣшеніе двухъ газовъ между собою во всевозможныхъ пропорціяхъ, раствореніемъ газа или твердаго тѣла въ водѣ и такимъ, въ которомъ два тѣла соединяются между собою только въ одной, совершенно опредѣленной пропорціи, существуетъ совершенно постепенный рядъ переходныхъ явленій. Измѣненіе въ свойствахъ, переменны въ количествѣ тепла, происходящія при образованіи разныхъ видовъ соединенія, составляютъ видимыя отличія въ постепенности разсматриваемыхъ нами явленій. Когда два различные газа (или газъ и паръ и т. п.) смѣшиваются между собою въ одну однородную массу, ихъ свойства совершенно промежуточны съ свойствами каждаго отдѣльнаго газа. Плотность не измѣняется или измѣняется ничтожно. Температура, при такомъ смѣшеніи, не измѣняется, значитъ тепло не выдѣляется и не поглощается. Это есть крайняя форма образованія механически однородной массы. При образованіи растворовъ происходитъ выдѣленіе и поглощеніе тепла и переменна въ свойствахъ, но незначительная. Въ тѣхъ же образованіяхъ, къ которымъ мы теперь переходимъ, въ которыхъ количество каждой составной части тѣла бываетъ одно, совершенно опредѣленное, въ этихъ — свойства полученнаго однороднаго тѣла различаются значительно отъ свойствъ простой

смѣси взятыхъ тѣлъ. При образованіи такого тѣла изъ составныхъ частей, обыкновенно происходитъ или отдѣленіе или поглощеніе тепла и сообразныя съ этимъ измѣненія въ свойствахъ. Въ смѣсь газовъ можно прибавить любое количество каждой изъ составныхъ частей и однородность при этомъ несколько не нарушаетъ; здѣсь каждой изъ составныхъ частей можно взять только въ одномъ опредѣленномъ отношеніи, чтобы получить однородную массу, иначе однородности не будетъ. Тѣ случаи соединеній, которые мы разсматривали до сихъ поръ, стоятъ въ промежуткѣ между явленіями какъ бы механическаго смѣшенія газовъ между собою и тѣми явленіями, къ которымъ мы теперь переходимъ.

Когда соль или какое либо другое вещество твердое и растворимое выдѣляется при испареніи или охлажденіи изъ раствора въ кристаллическомъ видѣ, тогда очень часто часть воды удерживается выдѣляющимся веществомъ и образующіеся кристаллы содержатъ, кромѣ раствореннаго тѣла, еще и воду. Такая вода называется кристаллизационною водою. Существованіе ея въ кристаллахъ можетъ быть весьма легко показано, если взять, напр., весьма легко образующіеся кристаллы квасцовъ, истереть ихъ въ порошокъ, положить въ реторту и нагрѣвать съ осторожностью. Тогда кристаллы плавятся и расплавленная масса какъ бы кипитъ, выдѣляя изъ себя водяной паръ, который можно собрать въ приемникъ и тѣмъ доказать присутствіе воды. Если подобнаго рода нагрѣваніе кристалловъ производить въ открытомъ сосудѣ, то можно легко выдѣлить до конца всю послѣднюю воду, заключающуюся въ кристаллахъ. Растворяя такую безводную массу, вновь можно получить кристаллы съ содержаніемъ воды, что и показываетъ, что вода можетъ присоединяться ко многимъ тѣламъ и легко изъ нихъ выдѣляется при нагрѣваніи. Только необходимо замѣтить при этомъ, что температура, при которой происходитъ такое полное выдѣленіе воды изъ кристалловъ, обыкновенно гораздо выше температуры кипѣнія воды. Такъ, напр., синій или мѣдный купоросъ, содержащій въ 100 частяхъ 36% воды, выдѣляетъ 28,8% при температурѣ 100°, а остальное количество, а именно 7,2% только при температурѣ 240°. Квасцы, изъ 45,5% заключающейся въ нихъ воды, выдѣляютъ при 100° 18,9%, при 120° еще 17,2, при 180° еще 7,4%, при 280° еще 1%, послѣднее же количество (1%) воды они теряютъ только при температурѣ разложенія. Это обстоятельство, равно какъ и то, что вода въ такихъ соединеніяхъ находится какъ бы въ состояніи твердомъ, ясно показываетъ, что присоединеніе кристаллизационной воды сопровождается измѣненіемъ ея свойствъ. Это есть однако при-

мѣръ химическаго соединенія съ весьма малымъ измѣненіемъ свойствъ. Въ самомъ дѣлѣ, не мало есть кристалловъ, содержащихъ воду, которые испаряють изъ себя, при обыкновенной температурѣ, часть содержащейся въ нихъ воды. Таковы, напр., кристаллы соды или угленатровой соли, которые, будучи выдѣлены, при обыкновенной температурѣ, изъ водянаго раствора, совершенно прозрачны, но выставленные на воздухъ, теряють часть кристаллизаціонной своей воды, черезъ что лишаются прозрачности и своего кристаллическаго вида, хотя и сохраняють первоначальную кристаллическую форму. Такой процессъ выдѣленія воды при обыкновенной температурѣ называется **вывѣтриваніемъ** кристалловъ. Подъ колоколомъ воздушнаго насоса и особенно при слабомъ нагрѣваніи вывѣтриваніе ускоряется. Внутри вывѣтривающихся кристалловъ обыкновенно находится не вывѣтрившаяся масса, такъ что большіе вывѣтрившіеся кристаллы соды въ изломѣ представляютъ прозрачное ядро, окруженное съ поверхности вывѣтрившеюся непрозрачною и порошкообразною массою. Замѣчательно здѣсь то обстоятельство, что вывѣтриваніе происходитъ для разныхъ кристалловъ при различной температурѣ, но всегда оно идетъ совершенно правильно и однообразно, такъ что кристаллическіе углы и плоскости одинаковаго кристаллографическаго характера вывѣтриваются одновременно и, въ этомъ отношеніи, кристаллическая форма опредѣляетъ тѣ части кристалловъ, съ которыхъ начинается вывѣтриваніе и тотъ порядокъ, въ которомъ оно продолжается. Многіе кристаллы вовсе не вывѣтриваются при обыкновенной температурѣ; таковъ, напр., мѣдный купоросъ, который можетъ сохраняться неопредѣленно долгое время не вывѣтриваясь, но и онъ подѣ колоколомъ воздушнаго насоса легко вывѣтривается выше 30° . Кристаллизаціонная вода въ нѣкоторыхъ случаяхъ удерживается съ гораздо большею силою и отдѣляется только въ то время, когда твердый видъ тѣла нарушается, когда кристаллы плавятся при нагрѣваніи. Такое плавленіе носитъ названіе **плавленія въ кристаллизаціонной водѣ**; обыкновенно, при этомъ, послѣ выдѣленія воды, остается твердое тѣло, такъ что, при дальнѣйшемъ нагрѣваніи, оно пріобрѣтаетъ снова твердый видъ. Особенно ясно это видно надѣ кристаллами свинцоваго сахара или искусновинцовой соли, которая плавится въ своей кристаллизаціонной водѣ при температурѣ $75^{\circ},5$ и при этомъ начинаетъ терять воду. Доходя до температуры 100° , свинцовый сахаръ затвердѣваетъ, потерявъ всю воду, а потомъ, при температурѣ 280° , обезвоженная и затвердѣвшая соль снова плавится. Наконецъ есть такіа тѣла, которыя, будучи обезвожены,

притягиваютъ даже влагу воздуха, приче́мъ увеличиваются въ вѣсѣ, тогда говорится, что они **расплываются**. Таковы на примѣръ поташъ, хлористый кальцій и проч. Они, значить, имѣютъ уже значительное сродство къ кристаллизационной водѣ, при обыкновенной температурѣ. При возвышенной они однако, какъ и всѣ прочія, теряютъ эту воду.

Въ отношеніи къ присоединенію кристаллизационной воды, важнѣе всего узнать, что ея отношеніе къ количеству вещества, съ которымъ она соединена, всегда есть величина постоянная. Сколько бы мы разъ не приготовляли мѣдный купоросъ, всегда въ его кристаллахъ мы найдемъ 36,14% воды въ 100 частяхъ кристалловъ и всегда эти кристаллы, при 100°, потеряютъ только $\frac{4}{5}$ своего содержанія воды и ровно $\frac{1}{5}$ всей воды, заключающейся въ кристаллахъ остается при 100° и выдѣляется изъ кристалловъ только при температурѣ около 240°. Такое опредѣленіе содержанія кристаллизационной воды легко сдѣлать, если отвѣшенное количество кристалловъ сушить, при опредѣленной температурѣ, въ воздушной или какой либо другой ваннѣ. Что сказано о кристаллахъ мѣднаго купороса, то относится къ кристалламъ каждаго другаго вещества, содержащаго кристаллизационную воду. Нельзя увеличить здѣсь ни содержанія соли, ни содержанія воды, безъ измѣненія однородности вещества. Лишь только потеряется часть воды, произойдетъ вывѣтриваніе, кристаллъ помутится и очевидно, уже получится смѣсь, а не однородное тѣло, а именно смѣсь вещества, лишившагося воды и вещества еще не потерявшаго ея, тогда произойдетъ уже начало разложенія. Это есть первый для насъ примѣръ того, что въ химическихъ соединеніяхъ количество составныхъ частей совершенно опредѣленно. Это есть примѣръ такъ называемыхъ **опредѣленныхъ химическихъ соединеній**. Ихъ отличаютъ отъ растворовъ и всякихъ другихъ, такъ называемыхъ неопредѣленныхъ химическихъ соединеній, слѣдующими признаками: 1) при образованіи неопредѣленныхъ химическихъ соединеній, одну изъ составныхъ частей, по крайней мѣрѣ, а иногда и обѣ, можно прибавлять въ неопредѣленно большомъ количествѣ, не нарушая при этомъ однородности вещества, такъ какъ напр., растворы; въ опредѣленныхъ же химическихъ соединеніяхъ ни одной изъ составныхъ частей нельзя прибавить, не нарушая однородности тѣла. 2) Такія соединенія, какъ растворы и имѣ подобныя неопредѣленные химическія соединенія происходятъ нерѣдко съ поглощеніемъ тепла, иногда, впрочемъ, и съ выдѣленіемъ его. Опредѣленные химическія соединенія, подобныя, напр., присоединенію кристаллизационной воды, сопровождаются обыкновенно выдѣленіемъ тепла.



Для ихъ разложенія, значить, необходимо присоединить къ веществу тепло; требуется извѣстная работа, чтобы разрушить образовавшееся соединеніе. Безводныя тѣла, способныя давать соед. съ кристал. водою, растворяясь въ водѣ, обыкновенно отдѣляютъ тепло. Тѣже вещества, соединившись съ кристаллизаціонною водою и растворяясь въ новомъ количествѣ воды, производятъ охлажденіе, что ясно показываетъ, что въ растворахъ уже образуется соединеніе съ водою. Таковы напримѣръ хлористый кальцій. Безводный онъ притягиваетъ влагу воздуха, употребляется для сушенія, значить имѣетъ ясное средство къ водѣ. И дѣйствительно нагревается при дѣйствіи воды, а изъ раствора его получаютъ кристаллы, содержащіе кристаллизаціонную воду, которые, растворяясь въ водѣ, производятъ охлажденіе. Растворъ въ избыткѣ воды легко выдѣляетъ воду, а кристаллизаціонная вода его выдѣляется съ трудомъ. Это показываетъ нагляднымъ образомъ, что опредѣленные химическія соединенія, относительно, болѣе прочны, чѣмъ неопредѣленные. 3) Въ опредѣленныхъ химическихъ соединеніяхъ менѣе ясно видѣнъ характеръ составныхъ частей, нерѣдко онъ мѣняется совершенно; нерѣдко соединенное вещество или соединеніе не представляетъ никакого сходства по своимъ свойствамъ и общему виду съ тѣми веществами, изъ которыхъ оно получено. Такъ въ соли, содержащей кристаллизаціонную воду, вовсе не видно присутствія воды, жидкой при обыкновенной температурѣ; при образованіи же растворовъ и тому подобныхъ неопредѣленныхъ химическихъ соединеній, характеръ по крайней мѣрѣ одного изъ соединяющихся тѣлъ сохраняется весьма ясно и, во всякомъ случаѣ, общій видъ и вся совокупность свойствъ, хотя не вполне, но промежуточна между свойствами составныхъ частей. Такое различіе однако не имѣетъ никакой рѣзкости. Различіе во всѣхъ предыдущихъ отношеніяхъ только количественное, а не качественное. Такъ напр., при образованіи многихъ опредѣленныхъ химическихъ соединеній, отдѣляется весьма мало тепла, а иногда и поглощается. Притомъ мы видѣли, что, при образованіи такихъ соединеній, какъ растворы, нерѣдко выдѣляется тепло и въ значительномъ количествѣ. 4) Остается одинъ рѣзкій признакъ, именно возможность получить опредѣленное отношеніе между составными частями въ тѣлахъ одного рода и невозможность достигнуть этого въ тѣлахъ другого рода, но и этотъ признакъ не вполне рѣзкій, потому что мы видѣли, что и въ растворахъ нужно признавать существованіе такихъ же опредѣленныхъ соединеній¹⁾.

¹⁾ Наконецъ, и это можетъ быть есть наилучшее различіе опредѣленныхъ²⁾

Не смотря на это отсутствіе рѣзкости въ раздѣленіи соединеній того и другаго рода, нельзя не видѣть между ними значительнаго различія, по крайней мѣрѣ во всѣхъ рѣзкихъ примѣрахъ. Это и даетъ поводъ упомянуть намъ здѣсь объ первомъ основномъ законѣ опредѣленныхъ химическихъ соединеній, о законѣ, который называютъ закономъ постоянства состава. Его должно выражать такимъ образомъ: *какое бы мы не получали **опредѣленное химическое соединеніе**, всегда въ немъ вѣсовое отношеніе частей будетъ постоянное.* Надъ множествомъ примѣровъ, которые мы впоследствии будемъ разсматривать, справедливость этого закона найдетъ подтвержденіе и дальнѣйшее уясненіе, что теперь сразу было бы для насъ затруднительно. Замѣтимъ же однако сначала, что химія и занимается преимущественно, по крайней мѣрѣ въ настоящее время, опредѣленными химическими соединеніями, т. е. такими, въ которыхъ природа элементовъ гораздо больше скрыта, чѣмъ тѣми случаями соединенія, которые не подчиняются этому закону. Соединеніе съ кристаллизационною водою служитъ первымъ простѣйшимъ примѣровъ такихъ опредѣленныхъ соединеній.

Не должно однако, думать, какъ можетъ показаться первоначально, что если вода и данное тѣло могутъ соединяться въ извѣстномъ вѣсовомъ отношеніи между собою для образованія опредѣленнаго химическаго соединенія, не должно думать, что они даютъ только одно такое соединеніе. Напротивъ того, нерѣдко **два тѣла могутъ давать нѣсколько** опредѣленныхъ химическихъ соединеній и этому примѣры можно видѣть и въ присоединеніи кристаллизационной воды. На предыдущихъ строкахъ уже есть одинъ такой примѣръ. Мѣдный купоросъ, высушенный при 100° , сохраняетъ еще воду, которую только при 240° онъ теряетъ. При 100° , онъ становится зеленоватымъ, при 250° совершенно бѣлымъ, при обыкновенной же температурѣ; кристаллы его, содержащіе воду, снѣжно цвѣта. Здѣсь мы имѣемъ, значитъ, два химическихъ соединенія безводнаго мѣднаго купороса съ водою: одно зеленое, другое синее. Въ первомъ содержится на 63,9 безводной соли 36,1 воды, во второмъ на то же количество безводной соли содержится только 7,22 воды. Но этотъ примѣръ не такъ ясенъ, какъ нѣкоторые другіе, въ которыхъ, при новомъ содержаніи воды, получается вновь кристаллическое тѣло.

неопредѣленныхъ соединеній, первая нельзя, а послѣднія можно раздѣлить такими способами, какъ диффузія, просачиваніе и раствореніе. Если имѣемъ опредѣленное соединеніе, то оно просачивается и растворяется цѣликомъ, а растворъ и всякая однородная смѣсь этимъ способомъ легче или труднѣе раздѣляется. Въ статьѣ о воздухахъ и двойныхъ соляхъ (гл. 7 и 11) мы возвращаемся къ этому предмету.



Должно замѣтить, что растворъ одного и того же вещества въ водѣ при разныхъ температурахъ нерѣдко выдѣляетъ кристаллы съ различнымъ содержаніемъ воды. Въ этомъ случаѣ кристаллы обыкновенно не имѣютъ одного вида, одной и той же кристаллической формы, а всегда почти весьма ясно различаются въ этомъ отношеніи. Однимъ изъ обыкновенныхъ примѣровъ можетъ служить сода или угленатровая соль. Если она выдѣляется при обыкновенной, а именно при 15° , температурѣ, изъ раствора, не вполне насыщеннаго при нагрѣваніи, то она содержитъ 62,9 вѣсовыхъ частей воды во 100 ч. соли. Если же растворъ той же самой соли выдѣляетъ ее при низкой температурѣ, около -20° , то въ ней содержится на 28,2 частей безводной соли 71,8 части воды. Кристаллы при этомъ получаются вмѣстѣ со льдомъ и остаются, когда онъ таетъ. Если обыкновенную соду съ 62,9% воды осторожно расплавить въ своей кристаллизационной водѣ, то остается въ твердомъ видѣ соль, содержащая только 14,5% воды и получается жидкость, содержащая растворъ соли, выдѣляющій при 34° кристаллы не выветривающіеся на воздухъ и содержащіе 46% воды. Если, наконецъ, приготовить пересыщенный растворъ соды, то онъ, при температурахъ ниже 8° , выдѣляетъ кристаллы, содержащіе 54,3% воды. Такимъ образомъ извѣстно до 5 соединеній безводной соли съ водою. И они неодинаковы ни по свойствамъ, ни по формѣ кристалловъ, даже по растворимости. Такъ первая соль (съ 62,9 воды) при 0° имѣетъ растворимость 7,9, а послѣдняя 20,4, слѣдов. при раствореніи первой, на 100 ч. воды приходится 2,5 частей безводной соли (и. ч. въ 7,9 ч. соли содержится 2,6 безводной соли и 4,4 воды), а для послѣдней 8,4 части безводной соли. Замѣтимъ, что наибольшее содержаніе воды въ кристаллахъ соответствуетъ -20° , а наименьшее температурѣ плавленія. Повидимому, между вышеприведенными количествами воды и соли нѣтъ никакого соотношенія, но это зависитъ только отъ того, что каждый разъ содержаніе безводной соли и воды вычислено въ процентахъ, но если его вычислить на одно и то же количество безводной соли или воды, то можно замѣтить весьма большую правильность въ содержаніи составныхъ частей во всѣхъ этихъ соединеніяхъ. Весьма простое вычисленіе, по пропорціямъ показываетъ, что на 53 вѣсовыхъ части безводной соли въ кристаллахъ, получаемыхъ при -20° , содержится 135 частей воды, въ кристаллахъ, получаемыхъ при 15° , содержится 90 частей воды, въ кристаллахъ, получаемыхъ изъ пересыщеннаго раствора 63 вѣсовыхъ частей, въ кристаллахъ выдѣляющихся при 34° содержатся 45 ч. воды, а въ кри-

сталахъ съ наименьшимъ содержаніемъ воды 9 частей ея, все на тѣже 53 ч. безводной соли ¹⁾.

Сравнивая эти содержанія воды (135:90:63:45:9), можно легко видѣть, что они находятся въ простомъ между собою отношеніи, а именно всѣ дѣлимы на 9, и относятся какъ 15:10:7:5:1. Въ самомъ дѣлѣ, чрезъ раздѣленіе соответственнаго содержанія воды на приведенныя числа, получается каждый разъ число одинаковое—а именно 9. Конечно, прямой опытъ, сколько бы тщательно онъ не былъ произведенъ, сопряжонъ съ погрѣшностями, но, принимая во вниманіе эти неизбежныя погрѣшности, можно видѣть, что, на данное количество безводнаго вещества въ нѣсколькихъ его соединеніяхъ съ водою, приходятся количества воды, находящіяся между собою въ весьма простомъ кратномъ отношеніи. Это самое замѣчается и во всѣхъ другихъ опред. соединеніяхъ съ водою и вообще во всѣхъ опредѣленныхъ химическихъ соединеніяхъ. Такая правильность въ отношеніяхъ составныхъ частей носить названіе **закона кратныхъ отношеній**. Этотъ законъ можетъ быть выраженъ слѣдующимъ образомъ: *если два тѣла соединяются между собою въ нѣсколькихъ опредѣленныхъ пропорціяхъ, т. е. если образуютъ нѣсколько опредѣленныхъ соединеній, то, на данное количество одной составной части, во всѣхъ, соединеніяхъ, будутъ заключаться такіе количества другой составной части, которая находятся между собою въ простомъ кратномъ отношеніи, то есть будутъ выражаться соизмѣримыми числами.* Этотъ законъ, теперь видимый нами въ одномъ или двухъ примѣрахъ, уяснится когда мы познакомимся съ большимъ числомъ случаевъ образованія опредѣленныхъ химическихъ соединеній.

Судя по предыдущему, можно думать, что и въ растворахъ образуются опредѣленные соединенія, но крайней мѣрѣ во многихъ случаяхъ. Доказательствомъ этому служить полученіе изъ раствора газовъ и жидкостей въ видѣ опредѣленныхъ соединеній съ водою, имѣющихъ постоянную температуру кипѣнія; полученіе различныхъ соединеній съ кристаллизационною водою, при разныхъ температурахъ; образованіе изъ пересыщенныхъ растворовъ соединеній съ инымъ содержаніемъ воды; большое выдѣленіе тепла въ нѣкоторыхъ случаяхъ растворенія и т. п., точнѣе сказать, нельзя провести граница между образованіемъ опредѣленныхъ и неопредѣленныхъ соединеній. Можно думать, что тѣ и другія происходятъ одновременно. Но если мы только представимъ себѣ, что могутъ образовываться, при извѣстныхъ условияхъ, сразу нѣсколько опредѣленныхъ соединеній и что эти соеди-

¹⁾ Такъ напр. въ обыкновенной соли 62,9% воды, слѣд. безводной соли 37,1 слѣд. на 53 ч. безводной соли содержится x, которое найдется по пропорціи $x : 53 = 62,9 : 37,1$ откуда x почти 90.

нения могут между собою смѣшиваться, какъ это нерѣдко утверждали, то мы не разрѣшимъ вопроса объ образованіи неопредѣленныхъ химическихъ соединений, потому что совершенно столь же мало понятна возможность растворенія безводной соли въ водѣ, какъ и растворъ ея соединенія съ водою въ водѣ или однородное смѣшеніе двухъ соединеній съ водою. Одно только здѣсь несомнѣнно, что опредѣленныя химическія соединенія составляютъ предѣлъ для неопредѣленныхъ химическихъ соединеній. Это особенно ясно видно въ другихъ случаяхъ опредѣленныхъ химическихъ соединеній, которые будутъ разсмотрѣны впоследствии, а именно для изоморфныхъ смѣсей, для сплавовъ и для кремнеземистыхъ соединеній.

Необходимо замѣтить здѣсь также, что, выдѣляясь изъ воднаго раствора, многія тѣла, не имѣя кристаллической формы, удерживаютъ ее именно въ такомъ же состояніи непрочною, какъ и въ кристаллахъ, только эту воду нельзя назвать кристаллизаціонною, если выдѣляющееся тѣло не имѣетъ кристаллическаго вида. Тѣмъ не менѣе, по подобію свойствъ этой воды, нерѣдко говорится, что такія тѣла содержатъ кристаллизаціонную воду. Правильнѣе было бы назвать ихъ **водными опредѣленными соединеніями** и тогда кристаллизаціонная вода была бы частнымъ случаемъ такихъ водныхъ опредѣленныхъ соединеній. Такія некристаллическія водныя соединенія составляютъ переходъ къ тому случаю, о которомъ мы вслѣдъ за симъ будемъ говорить, именно, къ случаю образованія гидратовъ, а потому нерѣдко ихъ и называютъ гидратами. Если еще между раствореніемъ и присоединеніемъ кристаллизаціонной воды нельзя провести нѣкоторую границу, то между этою послѣднею и образованіемъ гидратовъ существуетъ рядъ переходныхъ формъ или переходныхъ случаевъ различить эти два вида соединеній съ водою. Примѣромъ некристаллическихъ соединеній съ водою могутъ служить соединенія глинозема и кремнезема съ водою. Если изъ воднаго раствора эти вещества выдѣляются чрезъ химическій процессъ, то они всегда выдѣляются съ содержаніемъ воды и, будучи высушены, при опредѣленной температурѣ, такъ, чтобы гигроскопическая вода могла удалиться, эти тѣла удерживаютъ воду, въ опредѣнномъ отношеніи. Здѣсь, особенно очевидно образованіе новаго химическаго соединенія при содержаніи воды, потому что глиноземъ и кремнеземъ въ безводномъ состояніи представляютъ иныя свойства, чѣмъ въ соединеніи съ водою. Цѣлый рядъ коллоидальныхъ тѣлъ, выдѣляясь изъ воды, образуетъ такія соединенія съ водою, имѣющія видъ твердыхъ тѣлъ, некристаллическихъ и даже, обыкновенно совершенно лишенныхъ кристаллическаго вида. Такія соединенія обыкновенно, при содержаніи воды, имѣютъ видъ клея или студенистый. Въ застывшемъ клѣе, въ сваренномъ клѣе удерживается вода въ значительномъ количествѣ. Прожиманіемъ ее нельзя оттуда выдѣлить; значитъ, здѣсь произошло какое-то соединеніе тѣла въ водою. Эта вода легко однако выдѣляется при высушиваніи, но только не вся, — часть удерживается, и эта удерживаемая часть воды принадлежитъ, какъ говорятъ, гидрату, хотя опредѣленныя соединенія съ водою здѣсь получить весьма трудно, если только возможно. Надъ подобными соеди-

неніями очевидны постепенные переходы въ степени силы, съ какою различныя тѣла удерживаютъ присоединенную къ нимъ воду.

Гидраты. Мы переходимъ теперь къ тѣмъ случаямъ соединенія, въ которыхъ вода удерживается съ наибольшею энергіею. Въ вышеприведенныхъ примѣрахъ соединеній съ водою, мы видѣли постепенно все болѣе и болѣе усиливающіяся связи между водою и тѣломъ, съ которымъ она образуетъ однородное вещество. Есть разрядъ такихъ соединеній съ водою, въ которыхъ вода удерживается съ весьма большою силою, выдѣляется только развѣ при очень большомъ жарѣ, а иногда и вовсе не выдѣляется ни при какомъ жарѣ, безъ полного разложенія тѣла. Въ этихъ тѣлахъ обыкновенно вовсе не замѣтно никакого признака содержанія воды. Изъ безводнаго тѣла и воды образуется совершенно новое вещество, въ которомъ иногда не замѣтно свойствъ ни того, ни другаго изъ взятыхъ веществъ. Въ большинствѣ случаевъ, при такомъ соединеніи съ водою, отдѣляется значительное количество тепла. Иногда это отдѣленіе столь велико, что при соединеніи выдѣляется даже свѣтъ, происходитъ накаливаніе. Не мудрено вслѣдствіе этого, что при такомъ соединеніи образуются прочныя тѣла. Для разрушенія ихъ нужно прибавить много теплоты, нужно произвести большую работу, чтобы разъединить тѣ части, изъ которыхъ они образовались. Всѣ такія соединенія суть опредѣленные и, обыкновенно, совершенно рѣзко опредѣленные. Число такихъ опредѣленныхъ соединеній съ водою или **гидратовъ** обыкновенно незначительно для каждаго безводнаго тѣла; въ большей части случаевъ образуется только одно соединеніе тѣла съ водою, одинъ гидратъ, обладающей такимъ большимъ постоянствомъ. Вода, въ нихъ находящаяся, носитъ названіе нерѣдко **конституціонной воды**, т. е. воды, вошедшей въ строеніе или составъ взятаго вещества. Этимъ хотятъ выразить, что въ другихъ случаяхъ частицы воды какъ бы находятся отдѣленными отъ частицъ того тѣла, съ которымъ вода соединена. Предполагаютъ, что, при образованіи гидратовъ, эта вода даже въ малѣйшихъ частицахъ вполнѣ образовала одно цѣлое съ безводнымъ тѣломъ. Многіе примѣры можно привести для образованія гидратовъ. Особенно яснымъ примѣромъ такихъ гидратовъ можетъ служить гидратъ извести, или, такъ называемая, гапсовая известь. Каждому должно быть извѣстно, что известь получается чрезъ выжиганіе известковаго камня, при чемъ выдѣляется изъ него углекислый газъ и остается бѣлая каменистая масса, плотная и слошная, довольно вязкая. Въ этомъ видѣ известь

обыкновенно продается, и носить название кипляки или негашеной извести. Если такую известь облить водою, то тотчас, или спустя некоторое время замечается весьма большое повышение температуры. Вся масса разгорячается, часть воды испаряется, каменистая масса, соединяясь с водою разсыпается в порошок и, если воды взято достаточное количество и известь была чисто, хорошо выжжена, то несколько не остается первоначальной каменистой массы, все разсыпается в порошок. Если воды взять избыток, то, конечно, часть ее останется в виде механической подмеси и образуется раствор. Такой процесс называется гашением извести. Гашеная известь и употребляется в практике в смеси с песком для скрепления кирпичей. Гашеная известь есть определенный гидрат извести. Если ее высушить при 100° , то она удерживает 24,3% воды. Только при температурѣ выше 400° эту воду можно выделить и тогда остается негашеная известь. Температура, развивающаяся при соединении извести с водою, столь велика, что может служить для воспламенения дерева, сѣры, пороха и др. Даже при смешении со льдомъ, температура извести подымается до 100° . Если известь облить небольшимъ количествомъ воды в темнотѣ, то замечается отдѣленіе свѣта. Но, всетаки, изъ этого гидрата можно еще выделить воду. При соединении 1-ой части извести с водою выделяется только 144 единицы теплоты, повышение температуры здѣсь велико только потому, что теплоемкость продукта мала. Если же фосфоръ сжечь в воздухѣ, то получается бѣлое вещество, называемое фосфорнымъ ангидридомъ. Это бѣлое вещество соединяется с водою столь энергически, что подобнаго рода соединения должно дѣлать с большою осторожностью. При такомъ соединении замечается накаливаніе, весьма сильное и при немъ воду нельзя уже выделить ни при какомъ нагреваніи. Гидратъ, образованный фосфорнымъ ангидридомъ, есть тѣло неразлагаемое на первоначальныя составныя части отъ дѣйствія жара. Столь же энергичное соединеніе с водою происходит, когда сѣрный ангидридъ соединяется с нею. В томъ и другомъ случаѣ происходит определенное соединеніе, но при избыткѣ воды образующееся соединеніе можетъ образовать и неопределенное соединеніе с водою. Такъ напр., сѣрный ангидридъ соединяется с водою и образуетъ сѣрную кислоту или купоросное масло, которое растворимо в водѣ, а потому одновременно можетъ произойти дѣльный рядъ различныхъ соединеній с водою. Если смешать с нею сѣрный ангидридъ, то на 80 частей сѣрнаго ангидрида удерживается 18 частей воды, съ весьма большою прочностью и

при температурѣ 300° эта вода не отдѣляется отъ сѣрнаго ангидрида. Только чрезъ прибавку фосфорнаго ангидрида или чрезъ рядъ химическихъ превращеній можно эту воду выдѣлить изъ соединенія съ сѣрнымъ ангидридомъ. Такое соединеніе и есть купоросное масло или сѣрная кислота. Если взять больше воды, то купоросное масло соединяется съ водою; если взять, напр., на 80 частей сѣрнаго ангидрида и 36 частей воды, то образуется соединеніе, кристаллизующееся на холоду, плавящееся при $+8^{\circ}$, тогда какъ купоросное масло не застываетъ даже при -30° . Если взять еще болѣе воды, то купоросное масло растворяется въ остальномъ количествѣ воды и если выпарить образованный такимъ образомъ растворъ, то, при температурѣ 300° , испаряется вся вода кромѣ гидратной. Нагрѣвая дальше, самый гидратъ будетъ перегоняться; вода отъ него не отдѣляется, слѣд. она есть, какъ говорятъ, вода конституціонная. Однако выдѣленіе тепла происходитъ не только при прибавленіи конституціонной воды, но и дальше, только въ различной мѣрѣ. Если на 80 вѣсовыхъ частей сѣрнаго ангидрида прибавить 18 вѣсовыхъ частей воды, то отдѣляется 25 тыс. единицъ тепла; при прибавленіи еще такого же количества воды, отдѣляется только 6 т. единицъ тепла; при прибавленіи еще такого же количества воды отдѣляется только 3 т. единицъ тепла; при прибавленіи опять такого же количества — только 2 т. единицъ тепла. Мы видимъ, что здѣсь количественная разница существуетъ, оттого безъ сомнѣнія замѣчается и качественное различіе въ крѣпости удержанной воды, присоединяющейся къ сѣрному ангидриду. Для различныхъ гидратовъ прочность, съ какою они удерживаютъ воду, весьма неодинакова. Нѣкоторые гидраты весьма слабо держатъ воду, соединяясь съ нею, выдѣляютъ мало тепла. Отъ другихъ же никакой степенью жара нельзя отдѣлить воды, даже если она и образуется изъ ангидрида и воды съ малымъ отдѣленіемъ тепла, напр. уксусный ангидридъ, соединяясь съ водою, отдѣляетъ незначительное количество тепла, но отъ него уже нельзя выдѣлить воду. Если сильно разогрѣвать образующійся чрезъ такое соединеніе гидратъ (уксусную кислоту), то онъ или перегоняется безъ измѣненія или разлагается на новыя вещества, но первоначальныхъ веществъ, т. е. ангидрида и воды, не даетъ. Вотъ такіе то случаи и даютъ поводъ называть воду, входящую въ гидраты, конституціонною. Такова, напр., вода, находящаяся въ такъ называемомъ ѣдкомъ кали или въ гидратѣ калия. Если ангидридъ, т. е. безводное соединеніе калия и кислорода, соединить съ водою, то онъ не при какомъ жарѣ не выдѣляетъ этой воды. Но есть гидраты, ко-



торые легко выдѣляютъ воду, однако эта вода не есть вода кристаллизационная, не только потому, что такіе гидраты не имѣютъ иногда кристаллическаго вида, но также и потому, что въ совершенно аналогическихъ случаяхъ образуются весьма прочные гидраты. Свойство образовать болѣе или менѣе прочные гидраты принадлежитъ къ одной изъ характеристикъ соединений, способныхъ образовать такіе гидраты.

Во множествѣ другихъ случаевъ, кромѣ разсмотрѣнныхъ выше, вода очень энергически дѣйствуетъ на тѣла; такое взаимодѣйствіе иногда весьма сходно съ образованіемъ гидратовъ. И здѣсь хочу упомянуть о тѣхъ случаяхъ, въ которыхъ, при дѣйствіи воды на тѣло, образуется не одно новое соединеніе, а нѣсколько, весьма часто два тѣла, такъ напр., при дѣйствіи треххлористаго фосфора на воду, происходитъ фосфористая кислота и хлористый водородъ. Последній выдѣляется, потому что есть тѣло газообразное, а фосфористая кислота остается, потому что нелетуча. Здѣсь будетъ случай не соединенія, а двойнаго разложенія и къ этимъ то случаямъ двойнаго разложенія, въ которыхъ участвуетъ вода, мы перейдемъ въ главѣ 7-ой, замѣтивъ, предварительно, что въ нѣкоторыхъ частныхъ случаяхъ, между случаями соединенія и двойнаго разложенія, нельзя провести рѣзкой границы. Особенно это ясно при изслѣдованіи измѣненія объемовъ, происходящаго при дѣйствіи воды на различныя тѣла. При раствореніи происходитъ сжатіе, какъ мы упомянули, и что видно изъ того, что при выдѣленіи кристалловъ изъ растворовъ, обыкновенно замѣчается увеличеніе объема. При образованіи водныхъ кристаллическихъ солей также замѣчается сжатіе. Такъ напр., безводный гипсъ, соединяясь съ водою, можетъ давать кристаллическій, находящійся въ природѣ, гипсъ. Опредѣлимъ измѣненіе объема, при этомъ происходящее. Удѣльный вѣсъ безводнаго гипса или ангидрида, встрѣчающагося въ природѣ, равенъ 2,95 удѣльный вѣсъ воды равенъ 1, а удѣльный вѣсъ происходящаго соединенія, содержащаго 21% воды, равенъ 2,65. Отсюда легко найти, какое сжатіе произойдетъ при соединеніи съ водою.

Объемъ 79 ч. безводной соли = $\frac{79}{2,95} = 26,8$, объемъ воды 21, слѣд.

объемъ до соединенія = 47,8, а послѣ соединенія объемъ равенъ $\frac{100}{2,65} = 37,8$, слѣдовательно здѣсь происходитъ сжатіе равное почти $\frac{1}{4}$

происходящаго объема. Въ другихъ случаяхъ сжатіе обыкновенно однако менѣе, но всегда присоединеніе кристаллической воды сопровождается сжатіемъ, отъ того, можетъ быть, и отдѣленіемъ тепла.

Весьма поучительно то обстоятельство, что **величина сжатія**, происходящаго при образованіи кристаллическихъ соединеній воды съ солями, въ большинствѣ случаевъ, весьма сходственна съ величиною сжатія, происходящаго при раствореніи этихъ солей въ водѣ. Здѣсь говорится о сходствѣ не абсолютномъ, а относительномъ, т. е. о томъ, что величина сжатія, относительно величины происходящаго объема, въ томъ и другомъ случаѣ, незначительна. Замѣ-

тимъ здѣсь, впрочемъ, напередъ, что во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, когда твердыя и жидкія тѣла соединяются между собою, обыкновенно происходитъ незначительное измѣненіе объемовъ. Чаще всего объемы сокращаются, рѣдко остаются тѣже самыя. Измѣненіе объемовъ обыкновенно не превышаетъ $\frac{1}{4}$ происходящаго объема. Различіе, которое въ этомъ отношеніи будетъ существовать, не столь поучительно, какъ въ тѣхъ случаяхъ, когда объемы могутъ мѣняться весьма значительно, въ 2, 3 и болѣе разъ. Такое отношеніе измѣненія объемовъ представляютъ объемы въ газо—и парообразномъ состояніи. Если два газа смѣшиваются между собою, образуя однородную смѣсь, ни чѣмъ не отличающуюся отъ простой механической смѣси составныхъ частей, тогда изъ этой смѣси легко выдѣлать первоначальныя составныя части посредствомъ даже одного проникновенія чрезъ пористыя и скважинистыя тѣла. Въ этомъ случаѣ сжатіе если и происходитъ, то ничтожное и говорится, вследствие этого, что измѣненія объемовъ не происходитъ. Это есть примѣръ тѣхъ случаевъ образованія однороднаго тѣла, при которыхъ внутреннія силы, удерживающія разнородныя составныя части, имѣютъ ничтожнѣйшее напряженіе. Связь преодолевается легко. Подобныя же слабыя связи существуютъ и въ тѣхъ случаяхъ, когда имѣемъ растворы и ихъ можно раздѣлить посредствомъ просачиванія или диффузіи, но здѣсь уже сжатіе значительнѣе и измѣненіе объемовъ больше, а впрочемъ также, сравнительно, не велико. Если опредѣлить объемъ постояннаго раствора хлористаго водорода въ водѣ, перевода такой постоянный растворъ въ парообразное состояніе (а мы видѣли выше, что есть такіе растворы, которые перегоняются безъ измѣненія), то такой растворъ въ парообразномъ состояніи представляетъ объемъ, равный суммѣ объемовъ составныхъ частей: хлористаго водорода и воды, какъ показалъ Вино. Не то произойдетъ, если образуется настоящее опредѣленное химическое соединеніе. Оно дѣлкомъ переходитъ въ паръ, если только раньше того не разлагается и тогда изъ паровъ образованнаго сложнаго тѣла нельзя, чрезъ диффузію, получить отдѣльныхъ составныхъ частей, значить, въ этомъ случаѣ, силы, связывающія между собою отдѣльныя составныя части, гораздо значительнѣе, чѣмъ въ случаяхъ предыдущихъ. Таковъ, напр., случай соединенія уксуснаго ангидрида съ водою. Въ такихъ случаяхъ, нерѣдко, въ парахъ не происходитъ измѣненія объемовъ, а иногда замѣчается весьма значительное въ нихъ измѣненіе. Соединеніе съ кристаллизационною водою представляетъ случай переходнаго явленія. Примѣры сжатія опредѣленныхъ соединеній въ твердомъ и парообразномъ видѣ, съ которыми мы впоследствии познакомимся, ясно покажутъ то соотношеніе, о которомъ мы хотимъ здѣсь сказать.

Мы рассмотрѣли такимъ образомъ различныя виды и степени соединеній различныхъ тѣлъ съ водою или случаи **соединенія воды**, когда изъ нея и другихъ тѣлъ образуются новыя однородныя тѣла, которыя въ этомъ случаѣ, очевидно будутъ сложными, т. е. составленными изъ другихъ тѣлъ; хотя они и однородны, но въ нихъ должно признавать существованіе тѣхъ составныхъ частей, которыя вошли въ ихъ со-



ставъ, потому что эти части можно обратно из нихъ получить. Не должно, впрочемъ, думать и говорить, что въ гидратѣ извести находится вода; какъ подобно тому нельзя сказать, чтобы въ водѣ находился водяной паръ или ледъ. Если мы говоримъ, что въ составѣ такого гидрата находится вода, то мы этимъ хотимъ указать только на то, что есть реакцій, есть химическія превращенія, въ которыхъ, посредствомъ воды, можно получить такой гидратъ, и такія, въ которыхъ эту воду можно выдѣлить изъ этого гидрата. Все это просто выражается словами, что вода входитъ въ составъ этого гидрата.

Обращаю вниманіе на то обстоятельство, что въ этомъ случаѣ, какъ и во всѣхъ другихъ случаяхъ химическаго соединенія, составныя части (вода напр.) не входятъ никогда со всѣми свойствами. Образование сложнаго тѣла не есть простое сопоставленіе составныхъ частей въ одно цѣлое; оно вовсе не подобно тому, что напр., изъ камней дѣлается зданіе, или изъ составныхъ частей машина. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ каждую отдѣльную составную часть можно механически выдѣлить, каждая составная часть имѣетъ самобытное существованіе въ цѣлой массѣ полученнаго сложнаго вещества. Не то въ химическомъ соединеніи. Входя въ него, составная часть потеряла часть своего существованія, перестала быть тѣмъ, чѣмъ была, выдѣляется часть тепла, составной части нельзя съ ея свойствами, замѣтить въ цѣломъ. Лучше всего такіе случаи уподобляются физическому переходу изъ одного состоянія въ другое. Совершенно также справедливо сказать, что въ гидратѣ извести находится вода, какъ и то, что во льду находится вода. Если послѣднее выраженіе не употребляется, а первое обыкновенно говорится, то это зависитъ только отъ укоренившагося обычая. Въ тѣхъ случаяхъ, когда происходитъ неопредѣленное соединеніе, можно видѣть совершенно ясный переходъ отъ явленій простаго смѣшенія къ истиннымъ явленіямъ химическаго соединенія, которыя и составляютъ, по крайней мѣрѣ въ настоящее время, ближайшій предметъ химическаго изслѣдованія.

Спрашивается, сама **вода** не **есть** ли **сложное тѣло**? Не можетъ ли она быть образована изъ какихъ либо составныхъ частей чрезъ ихъ взаимное соединеніе? Не можетъ ли она распадаться на свои составныя части? Безъ всякаго сомнѣнія, если она и распадается, если она и есть сложное тѣло, то **опредѣленное**, характеризующееся прочностью связи тѣхъ составныхъ частей, которыя служатъ къ ея образованію. Уже по одному тому, что вода переходитъ во всѣ физическія состоянія, какъ однородное цѣлое, нисколько не мѣняясь въ своихъ свойствахъ и не раздѣляясь на составныя части, уже изъ

этого одного мы можем судить, что если вода и есть сложное тѣло, то определенное химическое соединеніе. Долгое время воду считали стихіею, составной частію не разлагаемою. Для всѣхъ вышеописанныхъ соединеній, она и есть элементъ, не измѣняющійся въ совокупности своихъ составныхъ частей, входящій въ составъ всею своею массою, а не своими отдѣльными частями. Къ концу прошлаго столѣтія принадлежитъ, кромѣ всѣхъ другихъ, и то важное открытіе, что вода не есть простое тѣло, что она составлена изъ двухъ веществъ, подобно тому, какъ и множество другихъ сложныхъ тѣлъ. Это было доказано двумя тѣми способами, какими сложность тѣлъ можетъ быть определена, путемъ анализа и синтеза, т. е. путемъ разложенія и образованія воды изъ ея составныхъ частей. Такъ, можно доказать, напр., сложность гидрата извести. Ее можно получить изъ извести и воды и ее можно разложить на ту же известь и воду. Такъ точно вода разлагается на двѣ газообразныя составныя части, называемыя водородомъ и кислородомъ. Въ 1781 году англійскій лордъ Кавендишъ первый получилъ воду, сжигая ранѣе того полученный водородный газъ въ кислородѣ, также предъ тѣмъ полученномъ. Изъ того онъ и заключилъ, что вода составлена изъ двухъ веществъ. Но онъ не сдѣлалъ еще точныхъ опытовъ, которые бы показали количество содержанія составныхъ частей въ водѣ и которые бы съ несомнѣнностью опредѣлили эту сложность воды. Хотя его опыты и были первыми и заключенія изъ нихъ совершенно вѣрны, но такія новыя истины, какъ истина о сложности воды, не признаются легко, пока нѣтъ ряда изслѣдованій, совершенно несомнѣнно доказывающихъ справедливость подобнаго заключенія. Основные опыты, доказавшіе эту сложность воды путемъ синтеза и образованія ея изъ другихъ веществъ, были сдѣланы въ 1789 году французскими химиками Монжемъ, Лавуазье, Фуркруа и Вокеленомъ. Они получили 4 унціи воды, сжигая водородъ, и нашли, что вода состоитъ изъ 15 частей водорода и 85 частей кислорода. При этомъ было доказано, что вѣсъ воды равенъ суммѣ вѣсовъ составныхъ частей, въ нее входящихъ, слѣд. въ водѣ заключается все вещество, входящее въ кислородъ и водородъ. Для воды сложность ея была доказана такимъ образомъ, посредствомъ синтеза, и дѣйствительно, это есть способъ, которымъ нагляднѣе всего доказывается сложность тѣлъ. Но мы теперь не будемъ останавливаться надъ этимъ синтезомъ воды, а обратимся къ ея анализу, т. е. къ разложенію воды на составныя части. Анализъ въ этомъ случаѣ, какъ и во всѣхъ прочихъ, можетъ быть болѣе или менѣе полный. Можно всѣ составныя части полу-

читать въ отдѣльности или только одну составную часть, а другую перевести въ новое тѣло, въ которомъ содержаніе другой составной части можно опредѣлить чрезъ взвѣшиваніе. Такъ, напр., былъ произведенъ первый анализъ воды въ 1784 Лавуазье и Менье. Приборъ, устроенный ими, состоялъ изъ стеклянной реторты съ водою, конечно очищеною и вѣсъ ея былъ предварительно опредѣленъ. Горло реторты вставлено въ фарфоровую трубку, помѣщенную внутри печи и накаленную до красна посредствомъ углей. Внутри этой трубки были положены желѣзные опилки, которые при накаливаніи, разлагаютъ воду. Конецъ трубки соединенъ съ змѣвикомъ, предназначеннымъ для сгущенія воды, проходящей безъ разложенія чрезъ трубку. Эта сгустившаяся вода стекала въ особую склянку. Образовавшійся чрезъ разложеніе газъ собирался въ водяной ваннѣ подъ колоколъ. Водяные пары, проходя чрезъ накаленное желѣзо, разлагались и изъ нихъ образовался газъ, котораго количество можно было опредѣлить по объему, зная его удѣльный вѣсъ. Кромѣ той воды, которая прошла неизмѣнною чрезъ трубку, часть воды исчезла въ опытѣ и именно количество исчезнувшей или уничтожившейся воды ровно было, въ опытахъ Лавуазье и Менье, вѣсу газа, собравшагося въ колоколъ и прибыли въ вѣсъ желѣзныхъ опилокъ. Значитъ, вода разложилась на газъ, собравшійся въ колоколъ и на вещество, соединившееся съ желѣзомъ, слѣд. она составлена изъ этихъ двухъ составныхъ частей. Вотъ первый анализъ воды, но онъ неудобенъ въ томъ отношеніи, что здѣсь не всѣ составныя части воды получены въ отдѣльности, а только одна газообразная составная часть воды собрана отдѣльно. Есть возможность, однако, получить сразу обѣ составныя части воды въ отдѣльномъ видѣ. Для этого можетъ служить разложеніе, производимое гальваническимъ токомъ или жаромъ.

Въ слѣдующихъ главахъ мы и описываемъ способы разложенія воды и свойства простыхъ тѣлъ: водорода и кислорода, какъ составныхъ частей, въ водѣ находящихся.

Такое разложеніе воды, однако, не окончательно можетъ убѣдить въ сложности воды. Такъ мы видимъ по исторіи науки. Деви, занимавшійся разложеніемъ воды гальваническимъ токомъ, долго думалъ, что при разложеніи воды, получается кромѣ газовъ, кислота и щелочь, и. ч. они при этомъ получаются. Убѣдился онъ въ томъ, что изъ воды получается только водородъ и кислородъ, только рядомъ долгихъ изысканій, которые ему показали, что появленіе кислоты и щелочи при разложеніи воды происходитъ отъ ея подмѣсей ¹⁾.

¹⁾ А именно отъ азотноаміачной соли.

Истинное убѣжденіе объ сложности воды составляется только отъ совокупленія свѣденій, полученныхъ путемъ анализа и синтеза. Воду можно разложить гальваническимъ токомъ на два газа, водородъ и кислородъ и ее можно образовать соединеніемъ газовъ или сжиганіемъ водорода въ кислородѣ. Составныя части, при этомъ вновь соединяются и въ результатѣ соединенія получается вода, какъ мы это и докажемъ опытами, описавши предварительно тѣ составныя части, которыя получаютъ изъ воды. Окончательное понятіе о составѣ воды получается изъ опредѣленія количества составныхъ частей, въ нее входящихъ. Таковъ длинный путь коимъ достаются свѣденія о составѣ тѣла, то есть объ его превращеніяхъ. Что сказано о водѣ, то относится и до всѣхъ другихъ сложныхъ тѣлъ; изученіе каждаго, убѣжденіе о его составѣ, получается совокупностію большого числа свѣденій, до него относящихся. Если мы вдаемся для воды во многія подробности, коихъ не будемъ приводить, описывая другія сложныя тѣла, то дѣлаемъ это для того, чтобы дать образецъ той формы изученія, какой подвергаетъ химикъ сложныя тѣла и еще потому, что вода всюду встрѣчается и важное въ природѣ имѣетъ значеніе.

Выводы. Вода смачиваетъ и пропитываетъ большую часть твердыхъ тѣлъ и поглощается ими въ видѣ гигроскопической воды.

Для удаленія такой воды достаточно слабого нагрѣванія или оставленія въ сухомъ воздухѣ или въ безвоздушномъ пространствѣ въ присутствіи тѣлъ, втягивающихъ воду.

Къ водяному раствору можно прибавить воды какое угодно количество, а растворимаго тѣла до насыщенія.

Средство растворенія опредѣляетъ равномерность растворовъ.

Газы тѣмъ растворимѣе, тѣмъ легче сгущаются въ жидкость, чѣмъ больше давленіе (закона Дальтона) и чѣмъ ниже температура.

Газы, значительно растворимые, неслѣдуютъ закону Дальтона. Но при повышеніи температуры растворимость ихъ ему подчиняется.

Изъ газовой смѣси вода растворяетъ, такое количество каждаго отдѣльнаго газа, какое соотвѣтствуетъ парціальному его давленію, которое найдется, если предположимъ что всѣ прочіе газы удалены.

Газъ, слѣдующій закону Дальтона, волюнѣ выдѣляется изъ раствора въ безвоздушномъ пространствѣ, при кипяченіи жидкости и въ атмосферѣ другаго газа.

Газы, значительно растворимые въ водѣ, могутъ образовать растворы постояннаго состава и способные перегоняться безъ измѣненія.

Твердыя и жидкія тѣла различаются степенью растворимости въ водѣ. Есть между ними такія, которыя нерастворимы, а между жидкостями и такія, которыя смѣшиваются съ водою во всѣхъ пропорціяхъ, что объясняется изъ понятія о насыщеніи.

Сжатіе при раствореніи твердыхъ и жидкихъ тѣлъ незначительно.

Давленіе пара уменьшается при немъ. Температура кипѣнія измѣняется.

При раствореніи отдѣляется тепло отъ химическаго соединенія и сжатія, а поглощается отъ плавленія и разбавленія водою.

Обыкновенно вещества, соединяющіяся съ кристаллизаціонною водою, растворяясь въ водѣ, выдѣляютъ тепло, а другія поглощаютъ.

Кристаллизаціонная вода представляетъ случай соединенія въ опредѣленныхъ пропорціяхъ, то есть слѣдующій законамъ постоянства состава и кратныхъ отношеній; но это случай перехода къ неопредѣленнымъ соединеніямъ, судя по непрочности.

Кристаллизаціонная вода теряется при нагрѣваніи и вывѣтривается. Неопредѣленные соединенія не теряютъ однородности при прибавленіи одной изъ составныхъ частей, чѣмъ отличаются отъ опредѣленныхъ, имѣющихъ постоянный составъ.

Въ растворахъ содержатся опредѣленные соединенія съ водою, хотя сами растворы суть неопредѣленные соединенія.

Отъ присутствія другихъ тѣлъ растворимость въ водѣ измѣняется. Она обыкновенно для твердыхъ тѣлъ увеличивается съ нагрѣваніемъ.

Пересыщенные растворы кристаллизуются отъ прикосновенія нѣкоторыхъ твердыхъ тѣлъ, содержатъ особыя опредѣленные соединенія съ водою.

Гидраты представляютъ опредѣленные соединенія съ водою большей прочности, чѣмъ съ кристаллизаціонною водою.

Присоединеніе конституціонной воды развиваетъ больше тепла, чѣмъ кристаллизаціонной.

Ясное различіе гидратовъ отъ другихъ соединеній воды наступаетъ только тогда, когда вода изъ гидрата при нагрѣваніи не выдѣляется, или когда гидратъ переходитъ въ паръ, не разлагаясь, то есть вообще когда происходитъ очень прочный гидратъ.

Вода есть тѣло сложное, а именно опредѣленное, прочное соединеніе двухъ газовъ: кислорода и водорода, что доказывается ея образованіемъ (синтезомъ), распаденіемъ (анализомъ) и количественнымъ содержаніемъ или составомъ.

ПЯТАЯ ГЛАВА.

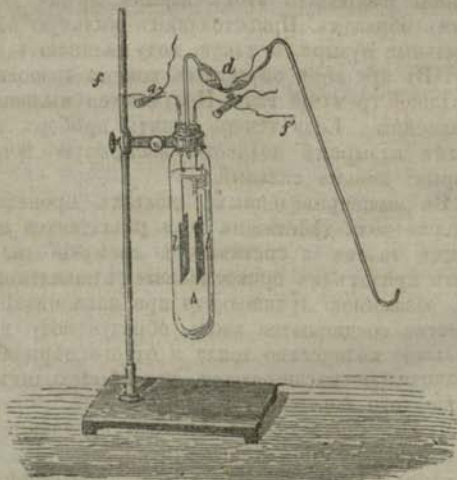
О разложеніи воды и водорода.

Вода есть тѣло сложное, а потому можетъ разлагаться на свои составныя части и, черезъ соединеніе ихъ, можетъ быть вновь получена. Она состоитъ изъ двухъ газообразныхъ простыхъ тѣлъ: кислорода и водорода. Разложеніе воды на обѣ ея составныя части можетъ быть произведено тѣми дву-

мя способами, которыми разложение производится и въ большинствѣ случаевъ; это именно дѣйствіемъ гальваническаго тока и дѣйствіемъ жара.

Вода есть худой проводникъ электричества и потому непосредственно совершенно чистая вода не пропускаетъ слабаго тока; но если въ водѣ растворить какую либо соль или кислоту, то проводимость воды относительно гальваническаго тока увеличивается, и при этомъ **прохожденіи тока** чрезъ воду, подкисленную кислотою, **вода разлагается** на свои составныя части. Обыкновенно, къ водѣ прибавляютъ нѣсколько сѣрной кислоты, для того, чтобы увеличить ея электропроводность. Погружая въ воду, такимъ образомъ подкисленную, платиновыя пластинки (электроды), сообщающіяся съ гальванической батареею ¹⁾, можно видѣть появленіе на этихъ пластинкахъ газовыхъ пузырьковъ. Это суть газы, образующіеся чрезъ разложение воды. Если такое разложение воды производить въ закрытомъ пространствѣ и собирать тѣ газы, которые при этомъ про-

исходятъ, то можно набрать значительное количество газовъ, образовавшихся изъ воды. Для этого опыта употребляютъ различные приемы. Проще всего для этой цѣли брать приборъ, изображенный на прилагаемомъ рисункѣ. Это есть



Фиг. 43. Приборъ для полученія гремучаго газа, разлагая воду гальваническимъ токомъ ¹⁾.

цилиндрической сосудъ *A*, заткнутый пробкою. Черезъ эту пробку проходятъ двѣ платиновыя проволоки *f* и *f'* оканчивающіяся внутри сосуда двумя платиновыми пластинками. Проволоки эти въ томъ мѣстѣ, гдѣ проходятъ чрезъ проб-

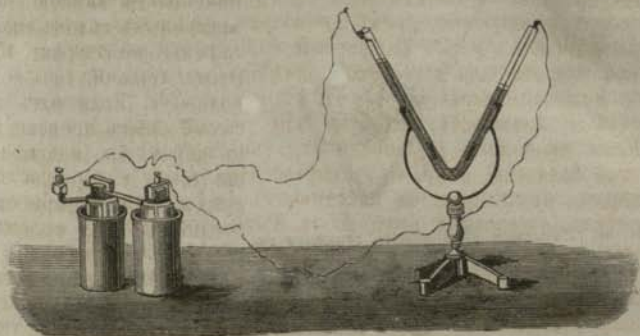
¹⁾ Электроды берутся платиновыя, и ч. кислота на платину не дѣйствуетъ, на многіе другіе металлы оказываетъ химическое дѣйствіе.

ку, вставлены въ тоненькія стекляныя трубки, для того, чтобы через пробку не проходила часть тока. Платиновыя же пластинки *l, l'* совершенно погружаются въ подкисленную воду, налитую въ сосудъ *A*. Черезъ пробку, закрывающую этотъ сосудъ, пропущена, кромѣ проволоки, стекляная трубочка съ расширеніемъ *d*. Въ расширеніе этой трубки наливается сѣрная кислота, для того, чтобы видѣть быстроту выдѣленія газа и газъ высушить, потому что сѣрная кислота удерживаетъ въ себѣ ту влажность, которую газы уносятъ вмѣстѣ съ собою. Если проволоки *f, f'* соединить (винтами *a*) съ гальванической батареей, напр. съ четырьмя парами Буизена или шестью парами Даниеля, то на пластинкахъ *l* и *l'* замѣчается быстрое отдѣленіе газовыхъ пузырьковъ. Газъ этотъ можно собирать, какъ и всякій другой, въ цилиндрѣ съ водою, давая первоначально время выдѣлиться воздуху, заключающемуся въ приборѣ. Выдѣляющійся при этомъ газъ носитъ названіе гремучаго газа, потому что весьма легко даетъ взрывы. Для того, чтобы наблюдать этотъ взрывъ, лучше всего поступать такимъ образомъ. Приготавливаютъ мыльную воду, дающую легко мыльные пузыри, и такую воду наливаютъ въ желѣзную ступку. Въ эту воду опускаютъ конецъ газоотводной трубки, проводящей гремучій газъ. Получаются мыльные пузыри имъ наполненные. Если теперь отнять приборъ и къ этимъ мыльнымъ пузырямъ поднести зажженную лучину, то получится взрывъ весьма сильный.

Въ вышеприведенныхъ опытахъ происходитъ слѣдующее: сперва вода дѣйствіемъ тока разлагается на два газа. Смѣсь этихъ газовъ и составляетъ гремучій газъ. Когда гремучій газъ придетъ въ прикосновеніе съ накаленнымъ тѣломъ, напр. съ зажженной лучиною, то при накаливаніи газообразныя вещества соединяются вновь, образуя воду, причемъ отдѣляютъ большое количество тепла и оттого поры образующейся воды значительно расширяются, что происходитъ быстро и вслѣдствіе того совершается взрывъ.

Чтобы узнать какіе же газы получаютъ при разложеніи воды, должно въ отдѣльности собрать газы, отдѣляющіеся на каждомъ электродѣ. Это можно произвести различными способами. Тотъ способъ, который мы описываемъ вслѣдъ за симъ, даетъ возможность очень легко изслѣдовать свойства получающихся газовъ. Для этого берутъ изогнутую трубку, какая представлена на прилагаемомъ 44-мъ рисункѣ. Одинъ конецъ ея открыть, а другой запаянъ. Въ этомъ закрытомъ концѣ впадина платиновая проволока, оканчивающаяся внутри трубки пластинкою. На рисункѣ эта вѣтвь видна съ правой стороны.

Всю запаянную часть трубки наполняют водою ¹⁾, подкисленною сѣрной кислотой, и въ открытый конецъ погружаютъ также платиновую проволоку съ пластинкой. Если теперь про-



Фиг. 44. Разложеніе воды гальваническимъ токомъ. Въ запаянной вѣтви собирается одинъ изъ газовъ, что облегчаетъ изслѣдованіе его свойствъ ^{1/11}.

пустить черезъ проволоку токъ отъ батареи, то замѣчается выдѣленіе газовъ, и газъ, который получается въ открытой вѣтви, смѣшивается съ воздухомъ, а въ закрытой вѣтви скопляется надъ водою. По мѣрѣ накопленія, этотъ газъ будетъ вытѣснять воду, и она въ закрытомъ концѣ будетъ понижаться, а въ открытомъ повышаться. Когда такимъ образомъ вода дойдетъ до верха открытаго конца, то тогда пропусканіе тока прекращаютъ и получаютъ въ приборѣ газъ, отдѣлившійся на одномъ изъ электродовъ. Этимъ способомъ легко доказать, что на каждомъ электродѣ появляется особый газъ. Если закрытый конецъ былъ въ соединеніи съ отрицательнымъ полюсомъ, т. е. съ тѣмъ, который соединенъ съ цинкомъ, то въ приборѣ собирается газъ, способный горѣть. Это можно доказать слѣдующимъ опытомъ. Изогнутую трубку вынимаютъ изъ поддержки и за-
тыкаютъ открытый конецъ ея пальцемъ и наклоняютъ, такъ, чтобы

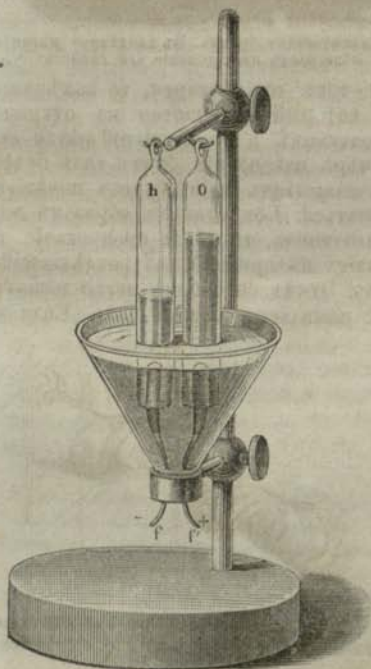


Фиг. 45. Испытаніе горючести водорода, собраннаго при разложеніи воды гальваническимъ токомъ ^{1/12}.

¹⁾ Для наполненія водою трубку вынимаютъ, и наклоняютъ такъ, чтобы запаянный конецъ былъ обращенъ книзу, а открытый кверху, и тогда въ послѣдній вливаютъ воду.



Фиг. 46. Испытаніе съ помощію горящаго тѣла кислорода, полученнаго при разложеніи воды гальваническимъ токомъ $\frac{1}{12}$.



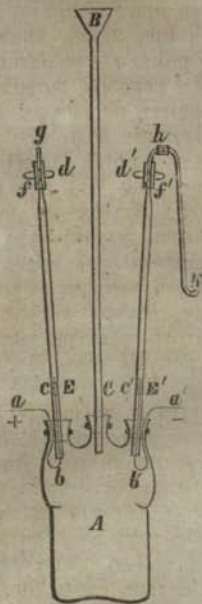
Фиг. 47. Разложеніе воды гальваническимъ токомъ, для опредѣленія отношенія между объемами водорода и кислорода $\frac{1}{2}$.

газъ изъ закрытаго конца перешелъ въ открытый; тогда въ прикосновеніи съ лампою или зажженнымъ тѣломъ этотъ газъ загорается (фиг. 45). Этотъ горючій газъ есть водородъ. Если тотъ же самый опытъ произвести съ переменною направле- нія тока, т. е. если закрытый конецъ прибора соединить съ положительнымъ полюсомъ (т. е. углемъ, мѣдью, плати- ной), то выдѣляющійся на немъ газъ самъ уже не горитъ. По виѣшнимъ признакамъ онъ сходенъ съ водородомъ и возду- хомъ, также безцвѣтенъ, какъ и они, и также не имѣетъ запаха и вкуса, мало растворимъ въ водѣ; но по химическому ха- рактеру онъ весьма рѣзко отличается; водородъ за- горается на воздухѣ, а этотъ газъ не загорается; напротивъ того, онъ поддерживаетъ горѣніе весьма дѣятельно, такъ что тлѣющая лучина въ немъ тотчасъ воспла- меняется (фиг. 46). Этотъ газъ есть кислородъ, за- ключающійся въ воздухѣ.

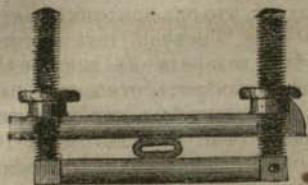
Такимъ образомъ на положительномъ полюсѣ при разложеніи воды по- является кислородъ, а на отрицательномъ водородъ такъ что въ гремучемъ га- зѣ будетъ ихъ смѣсь. Во-

дородъ оттого загорается на воздухѣ, что онъ при этомъ даетъ съ кислородомъ воздуха обратно воду. Гремучій газъ оттого взрываетъ, что происходитъ горѣніе водорода въ кислородѣ, съ нимъ смѣшанномъ. Весьма легко измѣрить относительныя количества того и другаго газа, выдѣляющихся при разложениіи воды. Для этого берутъ воронку (фиг. 47), въ отверстіе которой вставляютъ пробку съ двумя проволоками, сообщающимися съ батареей. Въ воронку наливаютъ подкисленную воду и надъ каждою изъ проволокъ ставятъ цилиндръ, наполненный водою. При прохожденіи тока, водородъ и кислородъ скопляются въ этихъ цилиндрахъ, и легко можно видѣть, что на 1 объемъ кислорода выдѣляется при разложениіи воды 2 объема водорода. Это значитъ, что вода, разлагаемая, даетъ 2 объема водорода и 1 объемъ кислорода.

Разложение воды гальваническимъ токомъ удобнѣе всего производится въ приборѣ г. Шмидта, представленъ на фиг. 48. Три горла склянки *A* заткнуты пробками, въ которыхъ плотно укрѣплены трубки, въ нижней открыты. Середина трубка *BC* выше боковыхъ и снабжена наверху воронкою *B*. Наливая въ эту воронку воду, мы наполнимъ ею и трехгорлую склянку и обѣ боковыя трубки *EE'*, если онѣ сверху незаперты. Въ эти боковыя трубки проходятъ чрезъ пробки проволоки, *ab* и *a'b'*, идущія отъ гальванической батареи. На проволокахъ укрѣплены платиновыя пластинки *cc'*, помещающіяся внутри трубокъ *EE'*. Верхній части этихъ трубокъ вставлены въ тонкія трубки *ff'*, на которыя надѣты каучуковыя трубочки, зазирающіяся зажимными кранами *dd'* (фиг. 49). Если эти краны запереть, наполнивъ приборъ водою и пропустить токъ, то можно собирать въ трубкахъ *EE'* кислородъ и водородъ. Выдѣляющіеся газы будутъ вытѣснять воду и она станетъ проходить въ воронку *BC*. Этотъ приборъ даетъ возможность легко собирать отдѣльные газы и изслѣдовать ихъ количество и качество. Для собиранія газа достаточно въ каучуковую трубку *h* вложить конецъ тонкой стеклянной газоотводной трубки, какъ представлено на рисункѣ. Погружая конецъ этой трубки въ ванну подъ колоколь, приливая въ воронку *B* воду и открывъ зажимной кранъ *d'*, легко мож-



Фиг. 48. Полный приборъ для разложенія воды гальваническимъ токомъ, могущій служить для измѣренія, собиранія отдѣльныхъ газовъ и другихъ опытовъ $\frac{1}{10}$.



Фиг. 49. Зажимной крапъ для за-
пирания каучуковыхъ трубокъ $\frac{1}{4}$.

но вытѣснить газъ изъ трубки въ цилиндръ, стоящій въ ваннѣ. Горючесть водорода легко испытать, за-
жигая его при посредствѣ трубочки *g*. Такой приборъ легко собрать и онъ можетъ служить для всѣхъ раз-
ложеній дѣйствиємъ тока.

Чтобы доказать образованіе
воды черезъ соединеніе водо-
рода съ кислородомъ, можно
употребить различные приемы.

Мы разсмотримъ ихъ въ особой главѣ, а теперь укажемъ на
другой способъ разложенія воды и обратимся потомъ къ опи-
санію свойствъ тѣхъ газовъ, на которые вода разлагается.

Вода разлагается и дѣйствиємъ жара на составныя час-
ти при температурѣ плавленія серебра (900°), вода разлагается
и при этомъ кислородъ поглощается расплавленнымъ сере-
бромъ, растворяясь въ немъ, пока оно жидко. Но лишь толь-
ко серебро застываетъ, кислородъ выдѣляется. Однако такой
опытъ не совершенно доказателенъ: можно думать, что раз-
ложеніе воды при этомъ произошло не отъ дѣйствія жара, а
отъ вліянія серебра на воду;—что серебро разлагаетъ воду,
отнимая отъ нея кислородъ. Нельзя непосредственно пока-
зать разложенія воды на ея составныя части при дѣйствіи
жара, потому что составныя части воды при возвышенной
температурѣ вновь могутъ соединиться и дать обратно воду.
Если, напр., пропустить водяной паръ черезъ накаленную тру-
бку, внутри которой температура достигаетъ 1000° , то при
этомъ вода разложится на свои составныя части, получится
гремучій газъ. Но, проходя въ болѣе холодныя части аппара-
та, этотъ гремучій газъ вновь даетъ воду; полученные водо-
родъ и кислородъ соединяются между собою при болѣе низ-
кой температурѣ. Нужно быстро охладить гремучій газъ, что-
бы онъ остался въ газообразномъ видѣ и не далъ бы воду.
Этого достигаютъ когда расплавленную платину вливаютъ въ
воду. Платина плавится при температурѣ гораздо высшей 1000°
и потому расплавленная платина, приходя въ прикосновеніе
съ водою, разлагаетъ ее, и при этомъ получающійся грему-
чій газъ столь быстро охлаждается, что нѣкоторая часть его
остается въ газообразномъ видѣ.

Еще поучительнѣе слѣдующій опытъ, доказывающій разложеніе во-
ды дѣйствиємъ жара. Въ печь, дающую сильный жаръ ¹⁾, вставляютъ

¹⁾ Для этого печь должна быть накаливаема мелкими отборными кусками
кокса.

широкую фарфоровую трубку *m n*. Въ эту трубку вставляють другую *a*,



Фиг. 50. Разложеніе воды дѣйствіемъ жара и отдѣленіе образующагося водорода съ помощью просачиванія чрезъ пористую трубку. $\frac{1}{10}$.

меньшаго діаметра, сдѣланную также изъ глины, но немуравленію или не глазированной, а потому пористую. Съ краевъ закрѣпляютъ эту трубку внутри широкой посредствомъ глиняной замазки, въ которой вставлены на обѣихъ концахъ двѣ трубки *c* и *b*, какъ показывать фигура. Черезъ это получается возможность пропускать въ кольцеобразное пространство, остающееся между стѣнками двухъ трубокъ, газъ и собирать тѣ газы, которые скопляются въ этомъ пространствѣ. Во внутреннюю пористую трубку пропускаютъ чрезъ *d* водной паръ, получаемый въ ретортѣ или колбѣ. Этотъ паръ, проходя въ нагрѣнное пространство, разлагается на кислородъ и водородъ. Эти газы имѣютъ весьма неодинаковую плотность, а именно водородъ въ 16 разъ легче кислорода. Легкіе газы проникаютъ чрезъ пористыя поверхности несравненно быстрее, чѣмъ болѣе плотныя газы, а потому водородъ пройдетъ черезъ поры трубки въ кольцеобразное пространство съ гораздо болѣею быстротою, чѣмъ кислородъ. Выдѣляющійся въ кольцеобразное пространство водородъ можно собирать только тогда, когда въ этомъ пространствѣ не будетъ вовсе кислорода. Если въ немъ будетъ находиться воздухъ, то выдѣляющійся водородъ будетъ соединяться съ кислородомъ воздуха и давать воду. По этой причинѣ въ кольцеобразное пространство выпускаютъ газъ, неспособный поддерживать горѣнія и соединяться съ водородомъ, и именно берутъ азотъ, или углекислый газъ. Углекислый газъ, значить, пропускаютъ чрезъ трубку *c* и выдѣляющійся водородъ собираютъ чрезъ трубку *b*; онъ будетъ отчасти смѣшанъ съ углекислымъ газомъ. Нѣкоторая же часть углекислаго газа проникаетъ черезъ поры неглазированной трубки во внутреннюю трубку. Въ этой послѣдней будетъ оставаться кислородъ, и именно объемъ остающагося кислорода будетъ въ два раза больше объема водорода, выдѣляющагося



изъ кольцеобразнаго пространства. Часть кислорода также будетъ проникать черезъ поры трубки; но, какъ сказано выше, гораздо меньшее количество, чѣмъ водорода, а именно, такъ какъ плотность кислорода въ 16 разъ больше плотности водорода, то объемъ кислорода, проходящаго черезъ пористую стѣнку, будетъ въ 4 разъ меньше объема водорода, проходящаго черезъ нее (см. стр. 33 и 34). Это зависитъ отъ того, что количества газовъ, проникающихъ чрезъ пористыя стѣнки, тѣмъ больше, чѣмъ меньше плотность газа и именно обратно пропорціональны квадратнымъ корнямъ изъ плотностей. Выдѣлившійся въ кольцеобразное пространство кислородъ соединяется при нѣкоторомъ охлажденіи съ водородомъ; но для этого потребуется на каждый объемъ кислорода только 2 объема водорода; а на каждый объемъ кислорода будетъ проходить черезъ пористыя стѣнки по крайней мѣрѣ ¹⁾ 4 объема водорода; потому часть водорода остается свободною и будетъ выдѣляться изъ кольцеобразнаго пространства. Изъ внутренней же трубки будетъ выдѣляться соответственное количество кислорода, оставшагося отъ разложенія воды. На каждый граммъ воды, пронищенной въ видѣ паровъ, такимъ образомъ, получится въ е около кубическаго сантиметра гремучаго газа. Девиль, произведшій этого рода опыты, называетъ такое разложеніе воды **диссоціаціей**, утверждая, что при 2500° существуетъ полное разложеніе воды и полагая, что при температурахъ, начиная отъ 900°, вода разлагается, но не вполне, а только отчасти. Онъ сравниваетъ подобнаго рода неполное разложеніе съ испареніемъ жидкостей при температурахъ ниже кипѣнія. Это сравненіе онъ даже подтверждаетъ численными показаніями, что, при каждой температурѣ, давленіе выдѣляющихся газовъ можетъ достигать только опредѣленнаго maximum'a, выше котораго оно не переходитъ, подобно тому, какъ давленіе паровъ жидкости, испаряющейся въ пространство. Однако факты, которые приводитъ Девиль, могутъ быть понимаемы и иначе, какъ это и приведено выше. Девиль полагаетъ, что при температурѣ 1200°, при которой онъ производилъ опыты, часть воды разложилась на свои составныя части, и оттого получается мало гремучаго газа изъ большаго количества воды; но можно представить себѣ слѣдующее: вода вся разложится при этой температурѣ, если доставить ей необходимое для разложенія количество тепла. Если бы и вся вода разложилась, то и тогда должно было бы получить водорода, потому что только часть полученнаго водорода и кислорода подвергается диффузіи или раздѣленію посредствомъ просачиванія черезъ пористую трубку, и, сверхъ того, часть водорода, проникшаго въ кольцеобразное пространство, соединяется еще съ кислородомъ, проникшимъ туда же, и даетъ воду. При томъ, когда вода разлагается, должно поглощаться тепло, слѣдовательно температура внутри трубки, гдѣ происходитъ разложеніе, должна черезъ подобное поглощеніе теплоты понижаться, и, слѣдовательно, можетъ быть не всѣ частицы воды успѣваютъ нагрѣться до температуры разложенія, въ особенности, если былъ быстрый токъ воднаго пара. Девиль называетъ диссоціаціей разложеніе части вещества на состав-

¹⁾ Дѣйствительно водородъ будетъ проникать еще болѣе, и ч. его парціальное давленіе внутри трубки будетъ въ 2 раза болѣе, чѣмъ кислорода.

ныя части, при известной температурѣ; но такое частное разложеніе для воды, по крайней мѣрѣ, ни чѣмъ не доказывается, и наблюдаемые факты могутъ быть объяснены безъ допущенія такого частнаго разложенія. Весьма легко также объяснить и то обстоятельство, что при повышеніи температуры, количество получающагося гремучаго газа больше, чѣмъ при низшей температурѣ, потому что при этомъ большее количество частицъ водянаго пара будетъ накаливаться до высокой температуры разложенія. Притомъ диффузія или проникновеніе черезъ пористую поверхность увеличивается при повышеніи температуры. Но этимъ замѣчаніемъ насчетъ разложенія воды, мы не желаемъ отвергать существованіе дисіоціаціи во всѣхъ известныхъ случаяхъ; въ другихъ она, вѣроятно, совершается.

Итакъ мы видѣли реакціи соединенія воды и ея разложенія. Теперь мы должны были бы перейти къ общему обзору реакцій образованія воды изъ составныхъ частей и тѣхъ реакцій двойнаго разложенія (когда два тѣла дѣйствуютъ и два происходятъ), къ которымъ способна вода и при которыхъ она происходитъ, но описаніе совокупности этого рода реакцій требуетъ знакомства съ составными частями воды, а потому мы сперва опишемъ эти составныя части воды. При этомъ мы будемъ уже имѣть случай познакомиться со многими не описанными выше реакціями воды. Такъ, напримѣръ, изъ воды можно получить ея составныя части реакціями двойнаго разложенія. Если мы прибавимъ къ водѣ такого тѣла, которое отнимаетъ отъ нея кислородъ, становится значить на мѣсто водорода, то выдѣлится этотъ послѣдній газъ. Если прибавить къ водѣ вещество, отнимающее отъ нея водородъ, становящееся на мѣсто кислорода—то получимъ изъ воды этотъ послѣдній газъ. Такъ вода съ натріемъ даетъ водородъ, а съ хлоромъ кислородъ. Описавши водородъ и кислородъ, мы возвратимся къ обзору реакцій двойныхъ разложеній воды.

Начнемъ съ того изъ этихъ газовъ, котораго содержится въ водѣ въ два раза болѣе по объему, именно съ водорода. Сколько известно, водородъ не встрѣчается въ природѣ въ свободномъ состояніи; а между тѣмъ, довольно значительное число опытовъ, произведенныхъ въ этомъ отношеніи, показываютъ, что при разложеніи органическихъ веществъ, при пищевареніи и дыханіи животныхъ, выдѣляется нѣкоторое, хотя впрочемъ и небольшое, количество водорода. Отсутствіе же его въ природѣ въ свободномъ состояніи объясняется тѣмъ, что въ воздухѣ всегда находится значительное количество кислорода, т. е. того элемента, въ соединеніи съ которымъ водородъ даетъ воду.

Полученіе же водорода въ свободномъ состояніи производится посредствомъ очень многихъ тѣлъ; но ближе всего, конечно, взять для этого воду и отнять отъ нея кислородъ.

Понятно, что для этого нужно дѣйствовать на воду такимъ веществомъ, которое отнимало бы отъ воды кислородъ, имѣло бы большую степень сродства къ кислороду, чѣмъ водородъ, образовало бы съ кислородомъ болѣе постоянное соединеніе. Такихъ веществъ имѣется довольно значительное число; но между ними самую наибольшую энергію въ этомъ отношеніи обладаютъ два металла: калий или потасій и натрій или содій. Первый находится въ поташѣ, второй въ содѣ. Оба они легче



Фиг. 51. Образованіе водорода при разложеніи воды натріемъ.

воды, мягки, легко измѣняются на воздухъ. Приводя тотъ или другой изъ нихъ въ прикосновеніе съ водою, можно получить количество водорода, соответственное количеству взятаго металла. На 39 частей калия или на 23 части содія выдѣляется 1 вѣсовая часть водорода. Опытъ этотъ производится такимъ образомъ: въ стеклянный цилиндръ, налитый ртутью и опрокинутый надъ ртутной ванною, вводятъ сперва воду, которая по легкости всплываетъ вверхъ, потомъ вводятъ въ цилиндръ, посредствомъ щипцовъ, кусочекъ металлическаго натрія, обернутаго въ бумагу ¹⁾. Такъ какъ металлъ этотъ легче воды, поэтому онъ всплываетъ чрезъ ртуть на поверхность воды въ цилиндрѣ и, оставаясь на ней, отнимаетъ у нея кислородъ, съ которымъ соединяется, тогда какъ водородъ воды выдѣляется въ свободномъ состояніи; при этомъ уровень ртути въ колоколѣ будетъ понижаться отъ образованія водороднаго газа. Эта реакція (натрія и калия съ водою) столь быстра, что невозможно слѣдить за ходомъ образованія газа. Чтобы еще нагляднѣе наблюдать это явленіе, чтобы яснѣе видѣть образованіе газа, поступаютъ слѣдующимъ образомъ: въ стеклянный цилиндръ съ водою наливаютъ растворъ натрія въ ртути, или такъ называемую амальгаму натрія, которая, будучи тяжелѣе воды, тонетъ на дно цилиндра, причемъ содержащійся въ ней натрій дѣйствуетъ на воду, какъ въ первомъ случаѣ, выдѣляя водородъ. Ртуть здѣсь не дѣйствуетъ и сколько взяли ея для растворенія натрія, столько же и получимъ въ остаткѣ. Водородъ при этомъ выдѣляется въ видѣ ясно замѣтныхъ пузырьковъ, проходящихъ

¹⁾ Такой видъ опыта безопасенъ, а если прямо наполнять цилиндръ водою то случается иногда взривъ.

через жидкость. Этот водородъ можно собрать, если въ отверстие цилиндра вставить пробку и газоотводную трубку.

Чтобы знать какого рода происходитъ здѣсь реакція, нужно обратить вниманіе на *число* и *качество*, какъ всѣхъ веществъ, взятыхъ для этой реакціи, такъ и всѣхъ полученныхъ въ концѣ ея продуктовъ. Что касается *количества*, то легко видѣть, что, кромѣ выдѣлившагося водорода и оставшагося въ водяномъ растворѣ твердаго вещества (его можно получить испареніемъ получившагося раствора), никакихъ другихъ продуктовъ здѣсь не получается. Число тѣлъ, употребленныхъ для этой реакціи, тоже равно двумъ, слѣдовательно здѣсь изъ даннаго числа тѣлъ получается тоже самое число новыхъ тѣлъ, изъ чего заключаемъ, что реакція, происходящая здѣсь, есть реакція двойнаго разложенія или замѣщенія. Для опредѣленія же между какими тѣлами происходитъ здѣсь замѣщеніе, стоитъ только сравнить между собою *качества* веществъ, взятыхъ для реакціи, съ полученными отъ нея продуктами. Взятъ: натрій въ свободномъ состояніи и вода, состоящая изъ двухъ газовъ: кислорода и водорода; полученные продукты: водородъ въ свободномъ состояніи и твердое вещество, которое есть ничто иное, какъ такъ называемый ѣдкій натръ, содержащій въ себѣ данное количество натрія, весь кислородъ воды, взшедшей въ реакцію и половинное количество заключающагося въ ней водорода. Значитъ, замѣщеніе произошло между натріемъ и водородомъ, именно натрій замѣстилъ въ водѣ половину ея водорода, другая половина котораго и выдѣлилась въ свободномъ состояніи. На основаніи этого можно сказать, что ѣдкій натръ есть ничто иное, какъ вода, въ которой половинное количество ея водорода замѣщено металлическимъ натріемъ. Но если натрій способенъ замѣщать водородъ, значитъ между этими двумя веществами есть нѣкоторое сходство, и какъ натрій металлъ, значитъ и водородъ долженъ обладать нѣкоторыми свойствами, приближающими его къ металламъ; и дѣйствительно, впоследствии мы увидимъ доказательства такого заключенія.

Натрій и калий дѣйствуютъ, судя по этому, на воду при обыкновенной температурѣ. Другіе металлы только при повышеніи температуры и уже не столь быстро и рѣзко. Это металлы болѣе тяжелые, чѣмъ натрій и калий. Такъ магній и кальцій выдѣляютъ изъ воды водородъ только при нагрѣваніи воды и дѣйствуютъ менѣе энергически. Причина послѣдняго заключается отчасти въ томъ, что получающіеся изъ нихъ продукты (равные водѣ, въ которой $\frac{1}{2}$ водорода замѣщена металломъ), въ водѣ нерастворяются. Еще болѣе тяжелые металлы, какъ цинкъ и желѣзо, выдѣляютъ изъ воды водородъ

только при накаливаниі, а цѣлый рядъ тяжелѣйшихъ металловъ, какъ мѣдь, свинецъ, ртуть, серебро, золото и платина вовсе не разлагаютъ воды ни при какой температурѣ, не заступаютъ въ ней мѣсто водорода.

Изъ этого ясно, что можно получить водородъ разложеніемъ водянаго пара посредствомъ металлическаго желѣза, при возвышенной температурѣ. Здѣсь въ сущности происходитъ совершенно таже реакція, какъ и при дѣйствіи на воду металлическаго натрія: какъ натрій замѣщаетъ водородъ въ водѣ, такъ и желѣзо способно производить такое же замѣщеніе; вся разница въ томъ, что натрій разлагаетъ воду при обыкновенной температурѣ, а желѣзо только при очень сильномъ накаливаніи. Опытъ производится такимъ образомъ: въ фар-



Фиг. 52. Разложеніе водянаго пара посредствомъ накаленного желѣза, при чемъ выдѣляется водородъ $\frac{1}{20}$.

форовую трубку помѣщаютъ мелкіе куски желѣза и подвергаютъ ее дѣйствію сильнаго жара, и когда она и помѣщенное въ ней желѣзо уже достаточно накалены, пропускаютъ черезъ нее водяной паръ, который, приходя въ прикосновеніе съ желѣзными опилками, отдаетъ имъ свой кислородъ, чрезъ что водородъ его дѣлается свободнымъ и выходитъ изъ другаго конца трубки вмѣстѣ съ неразложившимся водянымъ паромъ. Способъ этотъ представляетъ, однако, то практическое неудобство, что при немъ требуется возвышенная температура. Это неудобство, впрочемъ, легко устранить, употребляя однако для разложенія желѣзо, или замѣняя его цинкомъ. Вмѣсто воды слѣдуетъ взять извѣстные гидраты, т. е. соединенія, въ которыхъ находится конституціонная вода. Берутъ обыкновенно сѣрную кислоту или купоросное масло. Гидратъ здѣсь

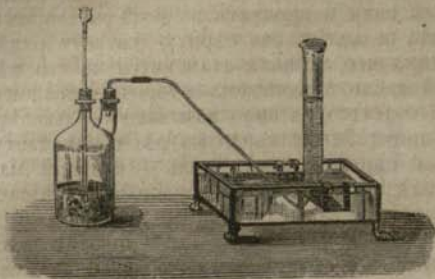
берется вмѣсто воды потому, что изъ конституціонной воды его водородъ вытѣсняется многими металлами несравненно легче, чѣмъ прямо изъ воды и продуктъ въ водѣ растворимъ.

При дѣйствіи цинка и желѣза на сѣрную кислоту отдѣляется водородъ, потому что металлъ становится на его мѣсто. Когда въ сѣрной кислотѣ замѣнить водородъ металломъ, то получается такое вещество, которое называютъ солью сѣрной кислоты. Такъ, при дѣйствіи цинка на сѣрную кислоту, получается водородъ и сѣрно-цинковая соль (цинковый или бѣлый купоросъ). Послѣдняя есть тѣло твердое, въ водѣ растворимое. Чтобы дѣйствіе металла на кислоту совершалось правильно и до конца, необходимо, чтобы была прибавлена къ кислотѣ вода, растворяющая происходящую соль. Иначе соль обложитъ металлъ и тѣмъ прекратитъ доступъ кислоты къ металлу. Потому то, если дѣйствуютъ сѣрной кислотой на цинкъ, то предварительно смѣшиваютъ кислоту съ водою. Много воды брать однако не слѣдуетъ, потому что чрезъ то реакція замедлится. Берутъ обыкновенно на 1 объемъ купороснаго масла отъ 3 до 5 объемовъ воды и этимъ растворомъ обливаютъ металлъ. Металлъ для быстрого дѣйствія на кислоту долженъ представлять большую поверхность прикосновенія, чтобы въ данное время могли приходиться въ прикосновеніе наибольшія количества дѣйствующихъ веществъ. Для достиженія этого, цинкъ берутъ возможно раздробленный, а именно или полоски цинковаго листа или зерненный (гранулированный) цинкъ, то есть расплавленный и вылитый съ нѣкоторой высоты въ воду. Слѣдовательно, дѣйствіе кислоты на металлъ состоитъ въ томъ, что изъ конституціонной воды кислоты выдѣляется водородъ, а на мѣсто его становится металлъ, образуя соль. Значитъ и здѣсь происходитъ реакція двойнаго разложенія, такъ какъ изъ двухъ тѣлъ: металла и кислоты, получается тоже два тѣла новыхъ: водородъ и соль. Но должно замѣтить, что не всѣ кислоты, а только нѣкоторыя и не со всѣми металлами, а только съ нѣкоторыми, способны съ легкостью выдѣлять водородъ. Такъ, напр., при дѣйствіи сѣрной кислоты на серебро, или платину водорода вовсе не получается; напротивъ того, онъ легко выдѣляется при дѣйствіи какъ этой, такъ и многихъ другихъ кислотъ на цинкъ, или желѣзо. Сѣрная кислота выдѣляетъ водородъ въ прикосновеніи съ эти-



Фиг. 53. Двугорлая стеклянка съ цинкомъ и сѣрною кислотой для полученія водорода. Такой приборъ употребляется во всѣхъ случаяхъ, когда отдѣляется газъ при дѣйствіи жидкости на твердое тѣло и при обыкновенной температурѣ.

ми металлами даже при обыкновенной температурѣ и при



Фиг. 54. Приборъ для получения водорода съ помощью цинка и сѣрной кислоты $\frac{1}{20}$.

этомъ взаимно-дѣйствии выдѣляется теплота, отчего масса слабо нагревается. На этомъ основанъ обыкновенный способъ получения водорода: помѣщаютъ въ двугорлую или вульфову склянку нѣкоторое количество зерненого цинка. Въ это

же горло склянки вставляется воронка, идущая до дна ея, для того, чтобы прилитая жидкость препятствовала удаленію водорода чрезъ эту воронку. Для выхода же газа употребляется особая газоотводная трубка, вставленная прочно, посредствомъ пробки, въ другое горло склянки и оканчивающаяся въ водяной ваннѣ подъ отверстіемъ стеклянаго колокола, наполненнаго также водою. Если станемъ теперь приливать въ склянку сѣрную кислоту, то въ колоколѣ замѣтимъ отдѣленіе пузырьковъ газа, который и есть водородъ. Первое количество выдѣляющагося газа не должно собирать, потому что въ немъ находится подмѣсь воздуха, бывшаго въ приборѣ. Эту предосторожность должно соблюдать при каждомъ приготовленіи газовъ. Должно дожидаться пока выдѣляющійся газъ не вытѣснитъ воздухъ, бывший въ приборѣ.

Полученный такимъ способомъ водородный газъ содержитъ въ себѣ обыкновенно нѣкоторыя подмѣси, не такъ чистъ, какъ водородъ, выдѣленный изъ воды дѣйствиемъ на нее металлическаго натрія. Это зависитъ отъ того, что цинкъ и сѣрная кислота берутся здѣсь обыкновенно не въ совершенно чистомъ состояніи. Впрочемъ, полученный такимъ способомъ водородъ легко очистить отъ содержащихся въ немъ подмѣсей; такъ какъ одні изъ нихъ, именно подмѣси, имѣющія кислыя свойства, поглощаются фдкимъ натромъ и поэтому, для удаленія ихъ, стоитъ только пропустить водородъ чрезъ растворъ фдкаго натра; другой рядъ подмѣсей поглощается растворомъ сулемы и наконецъ третій растворомъ такъ называемаго минеральнаго хамелеона (то есть марганцово-натровой соли). Подъ конецъ всего водородъ должно пропустить чрезъ вещества поглощающія воду, напримѣръ чрезъ купоросное масло



или чрез хлористый кальцій. Вещества, служащія для очищенія водорода, вмѣщаютъ въ вульфовы склянки или въ трубки съ пемзой, смоченной очищающими веществами. Тогда поверхность прикосновенія больше и очищеніе совершается быстрѣе. Всѣ приборы съ веществами, назначенными для очищенія водорода, соединяются съ сосудомъ, отдѣляющимъ водородъ, который тогда будетъ уже выходить изъ всего прибора въ чистомъ состояніи. Замѣтимъ, что такъ точно какъ хлористый кальцій или сѣрная кислота удерживаютъ воду, такъ ѣдкое кали удерживаетъ подмѣсь сѣрнистаго, сѣрководороднаго и углекислаго газомъ, растворъ сулемы—фосфористый и мышьяковистый водородъ, а хамелеонъ удерживаетъ органическія вещества. Газъ, выдѣленный изъ продажнаго цинка имѣеть отъ нечисленныхъ подмѣсей неприятный запахъ а очищенный вовсе безъ запаха. Приборъ въ этомъ случаѣ будетъ сходенъ съ изображеннымъ на фиг. 40 (а также фиг. 66).

Если желаютъ имѣть совершенно **чистый водородъ**, то употребляютъ иногда водородъ, получающійся при разложеніи гальванискимъ токомъ воды, прокипяченной (чтобы удалить воздухъ въ водѣ растворенный) и смѣшанной съ чистою сѣрною кислотомъ. Собираютъ только газъ, выдѣляющійся на отрицательномъ электродѣ. Или же употребляютъ приборъ въ родѣ того, который даетъ гремучій газъ, но положительный электродъ погружаютъ въ ртуть, содержащую въ растворѣ цинкъ (см. фиг. 43). Тогда кислородъ, отдѣляющійся на этомъ электродѣ, тотчасъ по выдѣленіи, соединяется съ цинкомъ и образуетъ съ сѣрною кислотомъ сѣрнокциновую соль, а потому выдѣляющійся водородъ будетъ совершенно свободенъ отъ кислорода.

Дѣйствіе металловъ на кислоты служитъ обыкновеннѣйшимъ способомъ полученія водорода, потому что оно совершается очень легко. Эту реакцію зналъ Парацельсъ въ 17-мъ столѣтіи, но только въ 18-мъ столѣтіи Лемери опредѣлили, что отдѣляющійся при этомъ газъ есть особый, отличный отъ воздуха газъ, способный горѣть, даже Боиль смѣшивалъ его съ воздухомъ. Кавендишъ опредѣлилъ главнѣйшія свойства газа, открытаго Парацельсомъ. Первоначально его звали воспламеняющимся воздухомъ, а когда узнали, что онъ, сгарая даетъ воду, назвали водородомъ — **hydrogenium**, отъ греческихъ словъ: вода и произвожу. Впоследствии открыты были многіе **случаи образования водорода**. Такъ, нѣкоторые металлы выдѣляютъ водородъ со щелочами, напримѣръ алюминій съ ѣдкимъ кали, цинкъ съ амміакомъ. Нѣкоторые металлы выдѣляютъ водородъ съ извѣстными только кислотами. Такъ серебро съ іодистоводородною, олово съ хлористоводородною, кремній съ плавиковою кислотами. Многія водородистыя вещества, разлагааясь отъ дѣйствія тока или жара, даютъ водородъ. Напримѣръ хлористый водородъ и амміакъ при дѣйствіи гальваническаго тока, всѣ почти органическія вещества при сухой перегонкѣ. Оттого въ свѣтильномъ газѣ находится всегда водородъ. Нѣкоторые газы этихъ веществъ при сплавленіи или взаимодѣйствіи даютъ во-

дородъ. Такъ муравьино-щелочная соль при славленіи съ ѣдкою щелочью выдѣляетъ водородъ. Такъ алдегиды выдѣляютъ его при тѣхъ же условіяхъ. Словомъ, число обстоятельствъ, среди коихъ образуетъ водородъ, весьма велико, но для полученія въ химической и технической практикѣ пригодны только тѣ способы образованія данного тѣла, которые даютъ его легко и изъ веществъ малоцѣнныхъ и всюду находящихся. Необходимо поэтому отличать способъ образованія отъ способа полученія данного вещества. Относительно образованія водорода должно замѣтить, что множество случаевъ его образованія не даютъ однако водороднаго газа. Это бываетъ тогда, когда образующійся водородъ встрѣчаетъ при своемъ образованіи тѣла его поглощающія или переводящія въ другія соединенія. Такъ, напримѣръ, азотная кислота, дѣйствуя на металлы, въ большинствѣ случаевъ, не даетъ водорода, потому что содержитъ много кислорода и этотъ послѣдній соединяется съ выдѣляющимся водородомъ, образуя воду. Если азотную кислоту прибавить къ водѣ и въ нее прибавить амальгамы натрія, то водорода не выдѣляется. Онъ поглощается азотною кислотою. Если цинкъ облить сѣрною кислотою, содержащею подмѣсь щавелевой кислоты, то отдѣлится гораздо менѣе водорода, чѣмъ при одной сѣрной кислотѣ, потому что часть выдѣляющагося водорода поглотится щавелевою кислотою. Такія видоизмѣненія въ ходѣ реакціи носятъ названіе второстепенныхъ реакцій. Необходимо тщательно изслѣдовать множество сходныхъ реакцій, чтобы имѣть возможность отличить второстепенныя реакціи отъ главныхъ. Образованіе водорода въ природѣ не можетъ часто встрѣчаться, потому что всюду находится кислородъ и въ моментъ образованія водородъ даетъ съ кислородомъ воду. Если бы на землѣ не преобладалъ кислородъ, то въ атмосферѣ нашей могъ бы находиться водородъ. Весьма вѣроятно, что атмосфера нѣкоторыхъ свѣтилъ содержитъ водородъ. Это видно изъ того, что свѣтъ этихъ свѣтилъ даетъ спектральныя черты, свойственныя водороду, о чемъ мы скажемъ, описывая спектральныя изслѣдованія. Здѣсь же замѣтимъ сверхъ того, что это заключеніе подтверждается осязательно при помощи аэролитовъ или падающихъ изъ небеснаго пространства камней. Нѣкоторые изъ нихъ состоятъ изъ желѣза. А желѣзо неосталось бы въ металлическомъ видѣ въ присутствіи кислорода, въ присутствіи же водорода оно, напротивъ того, легко получается въ металлическомъ видѣ. Сверхъ того желѣзо (какъ и нѣк. др. металлы, см. далѣе) обладаетъ способностію при накаиваніи поглощать и удерживать водородъ, при обыкновенной температурѣ и выдѣлять при накаиваніи. Метеорическое (или аэролитное) желѣзо дѣйствительно при накаиваніи выдѣляетъ водородъ, какъ показалъ Гремъ, а потому можно думать, что оно образовалось въ атмосферѣ, наполненной водородомъ. Это доказываетъ съ одной стороны образованіе такого вещества въ нашей атмосферѣ, а съ другой заставляетъ полагать, что атмосфера другихъ свѣтилъ, по крайней мѣрѣ нѣкоторыхъ изъ нихъ, содержитъ водородъ¹⁾.

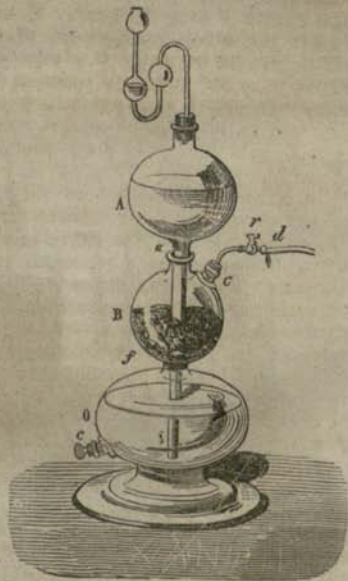
¹⁾ Однако заключеніе, приведенное выше, можетъ подлежать нѣкоторому сомнѣнію, явленіе допускаетъ другое толкованіе. Аэролитъ, попадая въ атмосферу земли, накаивается (вѣроятно отъ тренія объ воздухъ); накаивенное желѣзо разлагаетъ, водяной паръ атмосферы и даетъ водородъ, который и поглощается желѣзомъ. Требуется, значить, усиленіе.

Немѣшаетъ обратить вниманіе на то, что подобныя пути изслѣдованія могутъ дать современемъ множество свѣденій о томъ, что совершается и находится виѣ нашей земли.

Для полученія водорода технически, выгоднѣйшимъ способомъ, въ большомъ видѣ, употребляютъ способъ разложенія водяныхъ паровъ накаленнымъ углемъ. Накаленный уголь разлагаетъ водяной паръ. При этомъ часть воды остается неразложеною, другая часть съ углемъ даетъ газы. Кислородъ воды, соединяясь съ углемъ, даетъ окись углерода (газъ) и углекислый газъ, а водородъ воды получается въ свободномъ состояніи. Смотря по степени жара, количеству угля и пара, смотря по днѣи накаленного угольного слоя, чрезъ который проникаетъ водяной паръ и по продолжительности накаливанія, относительныя количества трехъ названныхъ газовъ измѣняются. Изъ нихъ легко отдѣлать углекислый газъ, пропуская образовавшіеся газы чрезъ известъ, въ которой удерживается углекислый газъ. Но подмѣсь окиси углерода удалить болѣе затруднительно. Впрочемъ, приготовленіе въ большомъ видѣ водорода дѣлается для того, чтобъ имѣть горючій газъ (для освѣщенія и отопленія), а окись углерода сама горитъ, а потому не составляетъ вредной подмѣси. Смѣсь окиси углерода съ водородомъ (послѣдній всегда въ большемъ количествѣ) называется въ практикѣ водянымъ газомъ. Такой газъ можетъ служить для освѣщенія. Его проводятъ какъ обыкновенный газъ, а предъ выходомъ въ горѣлку насыщаютъ парами летучихъ углеродистыхъ водородовъ (напримѣръ бензиномъ, нефтянымъ эфиромъ и т. п.) и тогда онъ горитъ очень яркимъ свѣтомъ.

Болѣе чистый водородъ получается, пропуская въ накаленный цилиндръ смѣсь перегрѣтыхъ водяныхъ паровъ и окиси углерода. Окись углерода отнимаетъ кислородъ воды, образуетъ углекислый газъ, а отъ воды остается водородъ. Углекислый газъ отдѣляютъ вышеупомянутымъ способомъ. Должно думать, что подобный способъ добыванія водорода будетъ употребляться въ практикѣ въ тѣхъ случаяхъ, когда потребуется

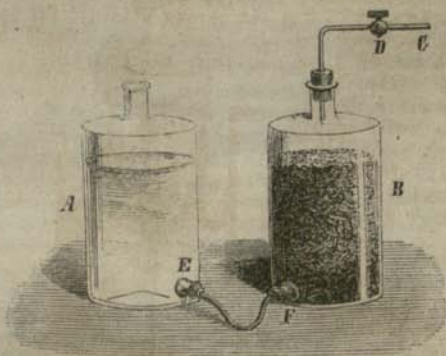
водородъ для полученія высокихъ температуръ. Нынѣ однако водяной газъ не имѣетъ большого технического примѣненія. Прежде



Фиг. 53. Приборъ Квица для полученія водорода и другихъ газовъ, отдѣляющихся при обыкновенной температурѣ, напр. съ водородомъ и углекислаго газа $\frac{1}{4}$.

водородъ употребляли еще для наполненія воздушныхъ шаровъ или аэростатовъ, нынѣ, чаще всего, для этого берутъ гораздо болѣе дешевый свѣтильный газъ, хотя онъ и тяжелѣе водорода. Однако иногда и нынѣ употребляютъ еще для этого водородъ. Его приготавливаютъ тогда во многихъ бочкахъ сразу. Въ нихъ кладутъ желѣзо, обливають его водою съ сѣрною кислотою и газъ изъ многихъ бочекъ пропускаютъ чрезъ бочку съ известью (для очищенія), а потомъ въ воздушный шаръ.

Практическіе приемы для приготовленія и собиранія газовъ. Когда въ химической практикѣ требуется имѣть возможность повременамъ пропускать водородный газъ (или другіе газы, отдѣляющіеся безъ нагреванія), то употребляютъ разные приборы. Первый приборъ (ф. 55 стр. 205) состоитъ изъ двухъ соединенныхъ между собою шаровъ *O* и *B*. Въ верхній кладется цинкъ и вставляется плотно (въ горлѣ *a*) воронка *A*, доходящая до дна нижняго шара. Въ эту воронку наливается кислота. Если кранъ *r* открыть, то, кислота втекаетъ въ нижній шаръ и, доходя до верхняго шара, дѣйствуетъ на цинкъ, отдѣляетъ водородъ, который можно провести чрезъ каучуковую трубку *d* куда требуется. Если кранъ *r* закрыть, то водородъ будетъ отдѣляться, давленіе его въ шарѣ *B* увеличится и онъ вытѣснитъ кислоту въ шаръ *O* и воронку *A*. Тогда его выдѣленіе прекратится, а при открытіи крана снова возобновится. Приборъ этотъ однако вмѣщаетъ мало цинка, ломокъ и потому мало пригоденъ для



Фиг. 56. Наиболее удобный приборъ, назначенный для той же цѣли, какъ и приборъ изображенный на фиг. 55, а также могущей замѣнять аспираторъ и газометръ. Размѣры разнообразны.

своего назначенія. Другой приборъ, изображенный на фиг. 56, состоитъ изъ двухъ стеклянокъ *A* и *B*. Обѣ имѣютъ внизу отверстія *E* и *F*, въ которые вставлены пробки съ трубками, а на эти трубки надѣта соединяющая ихъ каучуковая трубка (иногда съ зажимнымъ крапомъ). Въ одну стеклянку кладется цинкъ, въ другую наливается кислота. Въ верхнее горло первой изъ нихъ вставляется пробка

Если сообщить между собою названные сосуды, и выпускной кранъ открытъ, то кислота притечетъ къ цинку и будетъ отдѣлять водородъ. Если выпускной кранъ закрыть, то водородъ вытѣснитъ кислоту изъ сосуда *B* и дѣйствіе прекратится. Можно также сосудъ съ кислотою *A* поставить внизъ—тогда изъ сосуда *B* вся жидкость стечетъ въ сосудъ *A*, а для того чтобы дѣ-

ствіе началось, можно сосудъ *A* поднять выше *B* и кислота перельется въ сосудъ съ цинкомъ. Такой приборъ представляетъ простѣйшую форму постоянно дѣйствующаго снаряда, оказывающаго большую пользу при химическихъ работахъ. Этотъ же снарядъ можетъ служить для собиранія газовъ (какъ аспираторъ или газометръ). Представьте, что сосудъ *A* наполненъ водою ¹⁾, а *B* наполнимъ газомъ или воздухомъ. Отворивъ кранъ *D* и поднимая *A*, можно выгнать изъ *B* весь воздухъ или газъ. Когда *B* наполнится водою, тогда газоотводную трубку *C* можно сообщить съ приборомъ, отдѣляющимъ газъ и сосудъ *A* опуститъ ниже *B*. Отъ этого вода изъ *B* будетъ вытекать и вмѣсто нея будетъ входить въ этотъ сосудъ отдѣляющійся газъ. Въ этомъ последнемъ случаѣ нашъ приборъ исполняетъ роль аспиратора, то есть вытягиваетъ газъ. Тогда газъ въ *B* будетъ имѣть меньшее давленіе, чѣмъ наружный воздухъ. Разность давленій будетъ равна разности высотъ воды въ обоихъ сосудахъ. Если желаютъ собранный газъ перевести въ другой сосудъ, то, заперевъ краны, сосудъ *A* поднимаютъ выше *B*. Тогда при отворенныхъ кранахъ давленіе газа будетъ болѣе атмосфернаго, а потому онъ будетъ выходить чрезъ газоотводную трубку. Въ этомъ случаѣ нашъ приборъ исполняетъ роль газометра. Его можно сдѣлать изъ всякихъ двухъ склянокъ, nemligъ изъ двухъ боковыхъ отверстій, если чрезъ горло пропуститъ стеклянныя трубки, идущія до дна и сообщающіяся между собою каучуковою трубкою. Переливаніе воды здѣсь будетъ происходить, если разъ каучуковую трубку наполнить водою, и если наблюдать, чтобы газъ чрезъ нее не проходилъ. Тогда двѣ трубки и каучуковая трубка ихъ соединяющая, будутъ дѣйствовать какъ сифонъ. Такой приборъ можетъ сдѣлать каждый и онъ замѣняетъ многіе другіе.

Въ лабораторіяхъ однако употребляютъ обыкновенно и многіе другіе приборы для вытягиванія, собиранія и сохраненія газовъ. Мы упомянемъ здѣсь объ обыкновеннѣйшихъ. Какъ аспираторъ чаще всего употребляется сосудъ, изображенный на фиг. 57. Это склянка *V* съ выпускнымъ краномъ *r*, помещеннымъ внизу. Въ горло склянки вставляется плотная пробка со стекляною трубкою. Если склянку наполнить водою до пробки и отворить кранъ *r*, то вода будетъ вытекать, а газъ входить въ аспираторъ. Стеклая трубка для этого сообщается съ тѣмъ приборомъ, изъ котораго нужно высосать или вытянуть газъ. Для того, чтобы при этомъ изъ аспиратора влажность не попала въ приборъ съ газомъ, помещается меж-



Фиг. 57. Обыкновенный аспираторъ. Различ. размѣры.

¹⁾ Если для наполненія взять ртуть, то такимъ приборомъ легко дѣйствовать какъ насосомъ.

ду ними трубка *J* съ кусками хлористаго кальція. Емкость аспиратора можно раздѣлить на части или просто узнать объемъ вытекшей воды и поэтому судить объ объемѣ газа, прошедшаго въ приборъ.



Фиг. 58. Аспираторъ, дѣйствующій постоянно. Трубка *h* должна быть длинная $\frac{1}{2}$.

Можно рекомендовать какъ простѣйшій, долго дѣйствующій и легко составляемый аспираторъ, изображенный на фиг. 58. Это есть трубка *ab*, вверху широкая, а внизу узкая и длинная. Отверстіе послѣдней не должно быть болѣе толщины пера. Въ горло *a* вставляется плотная пробка съ двумя отверстіями. Черезъ одно вставляется трубка *g* втягивающая газъ, черезъ другое вставлена воронка *c*. Въ нее наливаютъ воду (изъ большаго сосуда или изъ водопроводнаго крана *d*). Нижнее отверстіе воронки *c* должно быть меньше нижняго отверстія трубки *b*. Отъ этого изъ воронки будетъ вливаться меньше воды чѣмъ можетъ вытекать изъ трубки *b*, а потому въ трубкѣ *hb* будутъ столбики воды перемежаться со столбиками газа и газъ будетъ уноситься вмѣстѣ съ водою. Загибая конецъ *b*, погружая его въ сосудъ съ водою и ставя надъ нимъ колоколь, можно собрать газъ, выделяющійся черезъ *g* / *b*. Заменяя воду ртутью и дѣлая *hb* болѣе 760^{мм}, можно такимъ аспираторомъ дѣйствовать какъ воздушнымъ насосомъ и изъ ограниченнаго пространства вытянуть весь воздухъ, сообщая напримѣръ *g* съ шаромъ. Это есть очень простая и удобная форма насоса (фиг. 72). Необходимо при дѣйствіи этого аппарата наблюдать, чтобы въ воронкѣ *c* всегда былъ слой жидкости, иначе черезъ отверстіе воронки будетъ входить въ приборъ воздухъ.

Для собиранія и сохраненія газовъ часто употребляютъ **газометры**. Ихъ дѣлаютъ изъ стекла, мѣди и жести. Обыкновенная форма мѣднаго газометра изображена на фиг. 59 и въ большемъ размѣрѣ на фиг. 40. Нижний сосудъ *A* дѣлается совершенно герметическимъ, т. е. не пропускающимъ газовъ и наполняется водою. На этомъ сосудѣ (на нѣск. ножкахъ) прикрѣплена воронка *C*. Сосудъ *A* сообщается съ дномъ воронки *C*, краномъ *a* и трубкою *b*, идущею до дна сосуда *A*. Когда въ *C* налить воды и открыть краны *a* и *b*, то вода будетъ втекать черезъ *b*, а воздухъ выходитъ черезъ *a*. Сбоку сосуда *A* прикрѣплена стеклянная трубка, сообщающаяся съ нимъ вверху и внизу и позволяющая видѣть сколько воды и газа находится въ газометрѣ. Если газометръ наполненъ водою, то для наполненія его газомъ закрываютъ краны *a*, *b* и *c*, открываютъ пробку (съ винтомъ) *d* и черезъ нее вводятъ въ газометръ конецъ газоотводной трубки, изъ которой выдѣляется газъ. По мѣрѣ того, какъ газъ будетъ входить въ газометръ, вода изъ *d* будетъ вытекать. Если газъ неимѣетъ давленія болѣе атмосфернаго, а его требуется со-

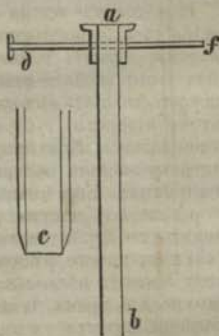
брать въ газометръ, то кранъ *c* сообщаютъ трубою съ пространствомъ, содержащимъ газъ. Тогда, отворивъ отверстие *d*, будутъ имѣть асираторъ, газъ будетъ входить чрезъ *e*, а вода вытекать чрезъ *d*. Закрывъ краны, легко сохранять и переносить газъ собранный въ приборъ. Если требуется этотъ газъ провести куда либо, то на кранъ *c* надѣвають газопроводную трубку, кранъ *b* отъ криваютъ (*a* и *d* должны быть закрыты) и тогда газъ чрезъ *e* будетъ проходить, отъ того что давленіе его въ приборѣ будетъ болѣе атмосфернаго, подъ вліяніемъ давленія воды, налитой въ воронку. Если требуется наполнить газомъ цилиндръ или склянку, то ее наполняютъ водою, опрокидываютъ въ воронкѣ *C* и открываютъ краны *b* и *a*. Тогда чрезъ *b* будетъ входить вода, а чрезъ *a* газъ будетъ выходить изъ газометра.



Фиг. 59. Газометръ 1/20.

Герметическое составленіе приборовъ. Приготовленіе,

переводъ и сохраненіе газовъ требуетъ, чтобы содержащіе газъ сосуды не имѣли никакого прямого сообщенія съ воздухомъ, иначе онъ входитъ въ приборъ и газъ переходитъ въ воздухъ. Поэтому всѣ пробки, всѣ соединенія и проч. должны неимѣть ни малѣйшихъ отверстій. Для этого пробки, употребляемыя въ аппаратахъ, должны быть выбираемы съ большою тщательностію, не должны имѣть поздраватости. Пробку сперва должно размять, для чего лучше всего положить подъ доску и катать. Отверстія пробокъ должно просверливать сколько возможно правильныя и такого діаметра, какой имѣютъ вставляемыя газопроводныя стекляныя трубки. Чтобы продѣлать такія отверстія въ пробкѣ, лучше всего употребляютъ пробочные буравы разныхъ діаметровъ. Это суть латуныя тонкоствѣнные трубки. Нижний конецъ такой трубки обточенъ и подшиленъ такъ, что представляетъ острый рѣзущій край, а верхній конецъ имѣетъ рукоятку. Надавливая такимъ буравомъ на пробку и поворачивая буравъ, легко сдѣлать въ пробкѣ цилиндрическое отверстие, имѣющее діаметръ бурава. Можно также прожигать и проилливать круглымъ напильникомъ желаемыя отверстія. Стеклянная трубка, вставляемая въ отверстие, обмазывается саломъ и должна входить въ пробку туго, также какъ



Фиг. 60. Пробочный буравъ состоитъ изъ полрой латуныя трубки *a b*, нижняя часть которой представлена сѣва въ естественную величину (*c*). Верхній конецъ бурава имѣетъ поперечное отверстие, въ которое вставляется стальная проволока *d f*, служащая рукояткой. Этими приборомъ вырѣзываются въ пробкахъ круглыя отверстія для вставки стеклянныхъ газопроводныхъ трубокъ.

и пробка въ горло сосуда. И трубки и горла сосудовъ должны быть цилиндричны, въ разрѣзѣ представлять кругъ, а не эллисъ, иначе нельзя получить плотнаго соединенія. Иногда пробку вывариваютъ въ растопленномъ воскѣ. Если пробка недержитъ и имѣть отверстія, то ее примазываютъ къ горлу сосуда замазкой или тѣстомъ, или смѣсью хлористаго цинка, крахмала и окиси цинка или заливаютъ клеємъ, смѣшаннымъ съ глицериномъ, или лакомъ и т. д. Но лучше всего употреблять каучуковыя пробки, какъ наиболѣе упругія и однородныя. Для соединенія стекляныхъ трубокъ, для проведенія газовъ и жидкостей, въ химической практикѣ, употребляются очень часто каучуковыя или резиновыя (нѣвѣрно называютъ иногда ихъ гуттаперчевыми) трубки. Ихъ упругость позволяетъ надѣвать ихъ плотно на твердыя трубки и перетягивать нитками для плотнѣйшаго соединенія; ихъ гибкость даетъ подвижность частямъ прибора, ими соединеннымъ и ихъ неизмѣнимость позволяетъ употреблять ихъ долгое время и даже для кислотъ и щелочей (только не для маслянистыхъ жидкостей). Однако каучукъ въ тонкомъ слоѣ отчасти проникается газами, а потому, если требуется полная непроницаемость, каучукъ должно покрывать сверху смѣсью клея съ глицериномъ или лакомъ.

Необходимо всегда испытать приборъ, назначенный для приготовления газа, относительно того, что всѣ его соединенія совершенно плотны, держать герметически, не имѣють сообщенія съ воздухомъ. Для этого входное отверстіе прибора запираютъ пальцемъ или другимъ способомъ, а изъ выходнаго вытягиваютъ воздухъ ртомъ. Приложивъ къ этому отверстію губу или палецъ, получимъ втягиваніе. Оно не должно уменьшаться. Если есть гдѣ либо отверстіе, то воздухъ будетъ входить чрезъ него въ приборъ и давленіе въ немъ уравнивается съ наружнымъ. Еще точнѣе это наблюдается, если одно отверстіе прибора закрыть напримѣръ пробкою, а къ другому присоединить вертикальную трубку, которую погрузить въ воду. Если теперь нагрѣть (хотя бы просто руками) сосудъ, имѣющійся въ приборѣ, то чрезъ воду выйдетъ нѣсколько пузырьковъ воздуха и по охлажденіи сосуда давленіе воздуха въ приборѣ будетъ менѣе атмосфернаго. Отъ этого вода, запирающая приборъ, поднимется въ трубкѣ на нѣкоторую высоту. Если всѣ части заперты герметически и температура прибора немѣняется, то уровень поднявшейся воды будетъ постояннымъ а если есть отверстіе, то онъ будетъ падать, потому что наружный воздухъ будетъ входить внутрь прибора.

Газовое давленіе въ приборахъ. Когда газъ отдѣляется изъ даннаго прибора, то, накопляясь въ немъ, онъ можетъ имѣть упругость большую чѣмъ атмосферный воздухъ. Это необходимо имѣть постоянно въ виду, составляя газовыя приборы и приготовляя газы. Отъ этой причины уровень въ открытой трубкѣ, погруженной въ жидкость, отдѣляющую газъ (особенно тогда, когда отдѣляющійся газъ проникаетъ слой другой жидкости), будетъ не одинаковъ съ уровнемъ той жидкости, въ которую трубка погружена. Если въ сосудѣ (фиг. 61) *A* готовится газъ, напримѣръ водородъ, и если газопроводная трубка *a* *b* погружена въ цилиндръ *B* съ жидкостью, имѣющею плотность *d*, то

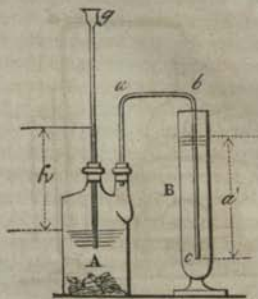
выходящій газ непременно должен имѣть внутри прибора давленіе, превышающее атмосферное—иначе не было бы выдѣленія газа. Перевѣсъ давленія будетъ равенъ высотѣ a' столба жидкости, чрезъ который долженъ газ проникать. Итакъ въ приборѣ A давленіе водорода будетъ болѣе атмосфернаго на $\frac{d \cdot a'^{mm}}{13,6}$, если мы выразимъ a'

въ миллиметрахъ, а перевѣсъ давленія въ столбѣ ртути, имѣющей тоже давленіе. Воронка g погружена въ жидкость, подверженную этому усиленному давленію, другой ея конецъ сообщенъ съ атмосферой, а потому въ ней жидкость поднимется на высоту h . Эту высоту мы найдемъ, если узнаемъ плотность d' жидкости, находящейся въ воронкѣ (напр. сѣрной кислоты или раствора цинковаго купороса). По отношенію къ ртути она будетъ соответствовать давленію столба

вышнюю $\frac{d'h}{13,6}$. Но эта высота должна быть равна высотѣ $\frac{d \cdot a'}{13,6}$, потому что поднятіе зависитъ отъ одного перевѣса давленія. Слѣдовательно $\frac{d'h}{13,6} = \frac{da'}{13,6}$, откуда $h = a' \frac{d}{d'}$. Представимъ себѣ, что

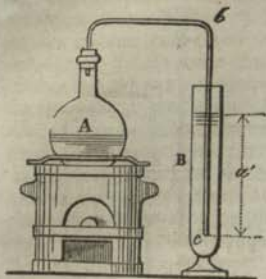
отъ охлажденія или поглощенія газа или отъ какой либо другой причины, давленіе газа въ приборѣ уменьшилось и сдѣлалось даже менѣе атмосфернаго. Что произойдетъ тогда? Тогда конечно отдѣленіе прекратилось бы и въ трубкѣ bc жидкость поднялась бы выше уровня сосуда B , а въ воронкѣ g она опустилась бы ниже уровня сосуда A . Еслибъ уменьшеніе давленія продолжалось, то случилось бы одно изъ двухъ: или бы жидкость изъ сосуда B перешла бы въ сосудъ A или бы чрезъ g стала бы внутрь прибора входить воздухъ. Вхожденіе воздуха конечно менѣе можетъ вредить прибору и производству большаго количества опытовъ, чѣмъ перебрасываніе жидкости изъ B въ A , а потому стараются чтобы такое перебрасываніе жидкости не случилось. Для этого стоитъ только уменьшить погруженіе воронки g въ жидкость. Тогда скорѣе взойдетъ въ A воздухъ, чѣмъ изъ B жидкость. По этой то причинѣ воронка или трубка, погруженная въ жидкость на малую глубину и открытая сверху, предохраняетъ газовые приборы отъ перебрасыванія жидкостей изъ одной части прибора въ другую, при разныхъ случайностяхъ приготовленія газовъ. Такая воронка или трубка носитъ, по этой причинѣ, названіе *предохранительной трубки*.

Необходимость предохранительныхъ трубокъ въ особенности ощутительна при составленіи приборовъ для полученія газовъ въ водѣ растворимыхъ, или растворяющихся въ томъ веществѣ, въ растворѣ котораго пропускаются газы. Представимъ себѣ (фиг. 62), что въ

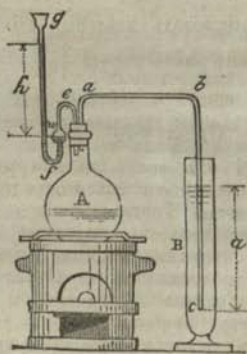


Фиг. 61. Положеніе уровней жидкостей въ приборѣ, служащемъ для добыванія водорода и т. п. газа.

колбѣ *A* добывается газъ, растворяющійся въ жидкости, помѣщенной въ цилиндрѣ *B*. Газъ будетъ находиться въ колбѣ подъ давленіемъ атмосфернымъ, увеличеннымъ давленіемъ столба жидкости *a'*. Помножая высоту этого столба на плотность жидкости, помѣщенной въ сосудѣ *B*, и раздѣляя на плотность ртути, получимъ выраженіе высоты этого столба, если бы жидкость была ртутью. Представимъ теперь, что отдѣленіе газа въ колбѣ *A* прекратилось и что жидкость, помѣщенная въ *B*, поглощаетъ оставшійся газъ; отъ этого жидкость будетъ входить изъ цилиндра *B* въ колбу *A*. Чтобы этого избѣжать, приборъ располагаютъ такъ, какъ изображаетъ фиг. 63. Въ горло колбы вмѣстѣ съ газоотводной трубкой *ac* укрѣпляется такъ называемая предохранительная или вельтеровская воронка *gfe*. Въ эту воронку наливается или та жидкость, которую должно приливать въ колбу *A* для реакціи, или, если такое прилітіе не требуется, то въ нее наливается ртуть. Эта воронка, во первыхъ, даетъ возможность приливать жидкость во время самаго хода отдѣленія газа, а во вторыхъ она предохраняетъ отъ перебрасыванія жидкости изъ цилиндра *B* въ колбу *A*. Это предохраненіе отъ случайнаго перебрасыванія жидкости производится вельтеровской трубкой, на томъ основаніи, что въ ней есть шарикъ *u*, расположенный такъ, какъ представляетъ фигура. Пока отдѣленіе газа совершается правильно черезъ отверстіе *c*, упругость внутреннего газа равна упругости атмосферной, увеличенной высотой столба *a'*, какъ и въ предыдущемъ примѣрѣ. Въ это время въ предохранительной трубкѣ



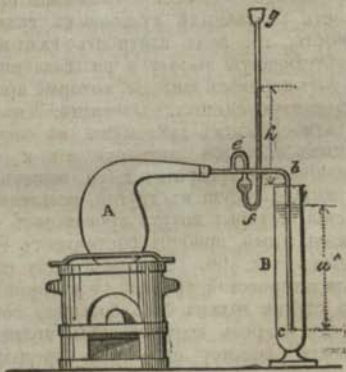
Фиг. 62. Выдѣленіе газа безъ предохранительной трубки. Жидкость изъ *B* можетъ переброситься въ *A*.



Фиг. 63. Добываніе газа съ предохранительною трубкою, дающею возможность приливать жидкость въ воронку *g*, не отырывая пробки, и недопускающею перебрасываніе жидкости изъ *B* въ *A*.

жидкость будетъ подыматься до высоты *h*, т. е. будетъ стоять въ разныхъ ея вѣтвяхъ неодинаково и въ наружной вѣтви будетъ стоять выше чѣмъ въ шарикѣ *u*. Высота *h*, будетъ соответствовать переѣсу давленія газа, помѣщеннаго въ приборѣ, надъ атмосфернымъ, и если плотность жидкости, помѣщенной въ вельтеровской трубкѣ, будетъ одинакова съ тою, которая находится въ цилиндрѣ *B*, то высота *h* будетъ равна высотѣ *a*; если же плотность первой жидкости будетъ больше, чѣмъ послѣдней, то *h* будетъ меньше *a*,

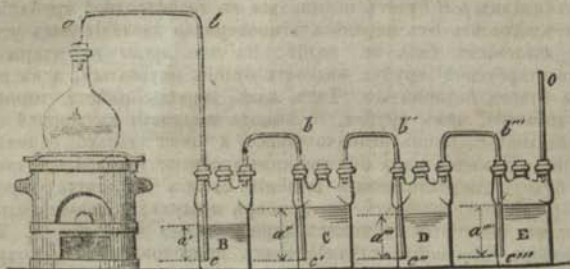
на столько, на сколько плотность жидкости в вельтеровской трубкѣ будетъ больше плотности жидкости в цилиндрѣ *B*. Если теперь выдѣленіе газа прекратится, то одновременно съ тѣмъ, какъ жидкость изъ цилиндра *D* будетъ подыматься по газоотводной трубкѣ *ca*, въ тоже самое время въ вельтеровской трубкѣ жидкость будетъ опускаться. Когда уровень жидкости в газоотводной трубкѣ *ac* достигнетъ до уровня жидкости в цилиндрѣ *B*, тогда въ вельтеровской трубкѣ уровни жидкости въ шарикѣ и въ открытой вѣтви будутъ одинаковы. Въ этотъ моментъ давленіе газа въ приборѣ будетъ равно атмосферному. Если еще будетъ далѣе продолжаться поглощеніе газа или его скатіе, напр. черезъ охлажденіе, то тогда жидкость изъ цилиндра *B* будетъ подыматься въ газоотводной трубкѣ *ac*, что будетъ зависетьъ отъ перевѣса атмосфернаго давленія надъ внутреннимъ давленіемъ газа въ колбѣ. Въ это время въ открытой вѣтви вельтеровской трубки жидкость будетъ опускаться, а въ шарикѣ она будетъ подниматься. Такъ какъ шарикъ имѣетъ гораздо болѣе діаметръ, чѣмъ трубка, то высота жидкости въ шарикѣ будетъ увеличиваться очень незначительно, и лишь только перевѣсъ атмосфернаго давленія надъ внутреннимъ достигнетъ такой величины, которая будетъ соответствовать давленію столба *uf*, тогда черезъ воронку *gf* будетъ попадать въ приборъ воздухъ, и слѣдовательно жидкость изъ сосуда *B* не можетъ переброситься въ колбу *A*. Такимъ образомъ, при всѣхъ случайностяхъ приготовленій, предохранительная трубка даетъ возможность избѣжать перебрасыванія и позволяетъ въ тоже время приливать постепенно дѣйствующую жидкость въ колбу, не открывая пробки. Для этого стоитъ только въ воронку *g* вливать необходимую для реакціи жидкость. Давленіе приливаемой жидкости заставитъ ее подниматься отъ *n* къ *e*. Когда это поднятіе достигнетъ до вершины изогнутой трубки *e*, тогда произойдетъ переливаніе въ колбу *A*. Для этой цѣли и необходимо, чтобы вѣтвь *fg* была возможно высока. Столбъ жидкости, въ ней помѣщающійся, долженъ уравниваться не только высоту *fe*, но и давленіе того столба жидкости, черезъ которую добываемый газъ долженъ проходить. Устройство предохранительной трубки въ тѣхъ случаяхъ, когда сосудъ, употребляемый для отдѣленія газа (или пара) сообщенъ съ одною газоотводной трубкой, изображено на рисункѣ 64. Въ этомъ случаѣ въ вельтеровскую трубку наливаютъ



Фиг. 64. Перегонка или добываніе газа въ ретортѣ съ предохранительною трубкою.

ртути, потому что она по своей большой плотности представляет малую высоту поднятія, уравнивающую большой столбъ жидкости, черезъ которую долженъ проходить газъ.

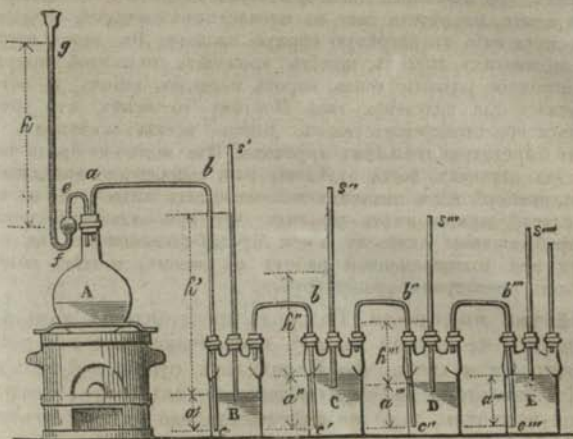
Въ тѣхъ случаяхъ, когда газъ долженъ проходить чрезъ нѣсколь-ко сосудовъ, является еще болѣе опасности отъ перебрасыванія. Та-кой случай представляется, напр., тогда, когда требуется выдѣляю-щійся газъ очистить пропусканіемъ черезъ подходящія жидкости, напр. черезъ растворъ фѣдкаго кали, или черезъ сѣрную кислоту, для отдѣленія влажности и т. п. Если приборъ для этого составить такъ, какъ изображаетъ фиг. 65, и пропустить газъ черезъ 4 вульфовыхъ



Фиг. 65. Приборъ съ вульфовыми склянками *B, C, D* и *E* для добыванія и очи-щенія (или насыщенія) газа, безъ предохранительныхъ трубокъ.

склянки *B, C, D, E*, то газъ, находящійся въ колбѣ *A*, будетъ имѣть давленіе, превышающее атмосферное на сумму высотъ $a^I, a^{II}, a^{III}, a^{IV}$, по причинамъ, весьма понятнымъ изъ предыдущаго разсужденія. Если жидкости различныхъ вульфовыхъ склянокъ имѣютъ неодинаговую плотность, то, зная плотность каждой жидкости, помножая ее на соответственную высоту и раздѣляя на плотность ртути, можно узнать тотъ перевѣсъ давленія, который производится прохожденіемъ газа чрезъ каждую склянку. Очевидно, что въ сосудѣ *E* газъ находится подъ атмосфернымъ давленіемъ, въ сосудѣ *D* подъ давленіемъ атмо-сфернымъ и столба жидкости a^{IV} и т. д. Если въ такомъ снарядѣ отдѣленіе газа прекратится, то можетъ произойти перебрасываніе изъ каждаго сосуда въ другой, вслѣдствіе тѣхъ скатій, или тѣхъ по-глощеній, которыя могутъ происходить въ разныхъ сосудахъ. Чтобы избѣжать этого, приборъ составляютъ такимъ образомъ, какъ пред-ставляетъ фиг. 66. Нетолько колбу сообщаютъ съ предохранитель-ной вельтеровской трубкой, у которой высота открытой вѣтви въ этомъ случаѣ должна быть большая, соответственно большому слою жидкости, черезъ которую газъ долженъ проникать; но и каждую вульфовую склянку снабжаютъ предохранительной трубкой, помѣ-щая въ третье или среднее горло каждой склянки стеклянную тру-бку *z*, открытую съ обоихъ концовъ. Нижний конецъ трубки погружает-ся едва въ жидкость; верхній же подымается до высоты, соответ-ствующей тому давленію, которое имѣетъ газъ въ данной вульфо-вой склянкѣ. Поэтому трубку въ склянкѣ *B* берутъ длиннѣе, чѣмъ

въ склянках *C* и *D*. Въ склянкѣ *E* можно не ставить предохраани-



Фиг. 66. Такой же приборъ какъ и 65, но съ предохранительными трубками *g*, *s'*, *s''*, *s'''* и *s''''*.

тельной трубки, если газъ изъ нея прямо выходитъ на воздухъ. Если же газъ далѣе идетъ еще въ жидкость, то и въ *E* должно поставить предохранительную трубку. Во время отдѣленія газа, если бы мы представили, что жидкости во всѣхъ склянкахъ имѣютъ одинаковую плотность, высоты h, h', h'', h''' , будутъ уменьшаться, а именно высота h''' будетъ равна высотѣ a^{iv} , если плотности жидкостей въ сосудахъ *D* и *E* одинаковы. Если онѣ будутъ неодинаковы, то высоты будутъ зависеть отъ плотностей, какъ сказано выше. Высота h будетъ равна суммѣ высотъ a^{iii} и a^{iv} ; h' будетъ равна $a^{ii} + a^{iii} + a^{iv}$; и наконецъ h будетъ равно суммѣ всѣхъ a . Если отдѣленіе газа прекратится и произойдетъ сжатіе, напр. въ колбѣ *A*, то тогда произойдетъ въ ней уменьшеніе давленія; жидкость въ трубкѣ *g* будетъ падать и газъ изъ прибора отдѣлится перестанетъ. Когда это уменьшеніе дойдетъ до того, что газъ въ колбѣ будетъ имѣть меньшую упругость, чѣмъ атмосферный воздухъ, тогда въ трубкѣ *bc* будетъ подниматься жидкость, а въ трубкѣ *s'* она будетъ опускаться, также, какъ и въ вельтеровской трубкѣ; слѣдовательно трубка *s'* для вульфовой склянки *B* будетъ служить такимъ же предохранительнымъ снарядомъ, какъ вельтеровская трубка для колбы. При уменьшеніи давленія въ каждой изъ вульфовыхъ склянокъ перебрасыванія не произойдетъ по той причинѣ, что прежде чѣмъ оно можетъ произойти, черезъ предохранительную трубку взойдетъ внутрь прибора воздухъ.

При всѣхъ описываемыхъ далѣе способахъ приготовления газовъ необходимо прибавлять къ прибору предохранительныя трубки, и мы



упоминаемъ здѣсь объ этомъ потому, что несоблюденіе этого условія можетъ, при добываніи нѣкоторыхъ газовъ, повести не только къ неудачѣ опыта, но иногда даже къ несчастнымъ случаямъ, если напр. перебросится вода въ нагрѣтую сѣрную кислоту. Въ этомъ случаѣ, какъ и во многихъ другихъ, можетъ произойти отъ этой причины вдругъ огромное развитіе тепла, паровъ и газовъ, взрывъ и потеря назначаемого для полученія газа. Поэтому то всѣмъ, кто хочетъ заниматься приготовленіемъ газовъ, должно всегда совѣтывать не забывать о предохранительныхъ трубкахъ. Ихъ можно не брать только въ тѣхъ случаяхъ, когда отдѣленіе газа совершенно правильно и когда въ приборѣ нѣтъ никакихъ поглощающихъ жидкостей; но и въ этомъ случаѣ нужно имѣть въ виду, что при охлажденіи можетъ быть перебрасываніе жидкости, а потому для безопасности, въ особенности при долговременной работѣ съ газомъ, и здѣсь полезно употреблять предохранительныя трубки.

Свойства водорода. Водородъ представляетъ намъ примѣръ газовъ, на первый взглядъ неотличающихся отъ воздуха. Оттого не мудрено, что Парацельсъ, открывшій, что при дѣйствіи металловъ на сѣрную кислоту, получается воздухообразное вещество, даже не опредѣлилъ его отличія отъ воздуха. Дѣйствительно, водородъ безцвѣтенъ и не имѣетъ запаха, какъ воздухъ; но, при ближайшемъ знакомствѣ съ его свойствами, этотъ газъ оказывается совершенно отличнымъ отъ воздуха. Первый признакъ, который былъ замѣченъ надъ водородомъ, это есть его горючесть, признакъ столь ясный, что посредствомъ него обыкновенно и узнаютъ водородъ, если онъ выдѣляется при реакціи. Но прежде чѣмъ говорить объ горючести и другихъ химическихъ свойствахъ водорода, мы, какъ и для воды, опишемъ сперва физическія свойства этого газа. Весьма легко показать, что водородъ принадлежитъ къ числу весьма легкихъ газовъ. Если его пропускать

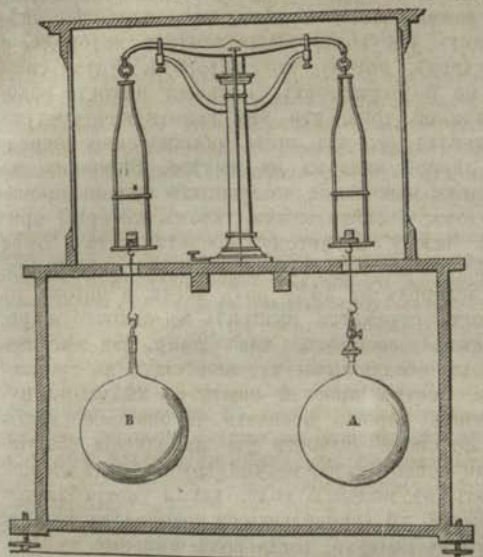


Фиг. 67. Свѣча зажигаетъ водородъ, но въ немъ тухнетъ.

на дно склянки, наполненной воздухомъ, то въ ней не останется водорода, потому что весь водородъ, по своей легкости, тотчасъ выходитъ, отчасти только смѣшиваясь съ воздухомъ. Если водородомъ наполнить цилиндръ и обратить его отверстіемъ кверху, то въ цилиндрѣ также не останется водорода, не только вслѣдствіе того, что онъ по своей легкости весьма легко смѣшивается съ воздухомъ, но также и потому, что, будучи гораздо легче его, тотчасъ замѣняется болѣе тяжелымъ воздухомъ. Напротивъ того, если цилиндръ съ водородомъ опрокинуть такъ, чтобы отверстіе было направлено внизъ, то водородъ не будетъ выходить изъ цилиндра

или, правильнѣе сказать, будетъ медленно смѣшиваться съ воздухомъ. Это можно доказать тѣмъ, что зажженная свѣча, какъ показываетъ рисунокъ, воспламеняетъ водородъ, а сама въ немъ тухнетъ, потому что водородъ, будучи самъ горючъ, горѣнія не поддерживаетъ. Большая легкость водорода служитъ причиной того, что имъ наполняютъ воздушные шары, приготовляя его для этого обыкновенно посредствомъ дѣйствія сѣрной кислоты на желѣзо. Впрочемъ, въ большинствѣ случаевъ наполненіе воздушныхъ шаровъ производятъ не водородомъ, а свѣтильнымъ газомъ, который готовится нынѣ всюду и потому представляетъ болѣе удобствъ. Но свѣтильный газъ только въ 2 раза легче воздуха, тогда какъ водородъ въ $14\frac{1}{2}$ разъ легче; а потому въ тѣхъ случаяхъ, когда стремятся выиграть въ емкости шара, всетаки употребляютъ водородъ, какъ напр., во многихъ наиболѣе извѣстныхъ воздушныхъ путешествіяхъ на громадныхъ аэростатахъ. Весьма простой опытъ съ мыльными пузырями можетъ очень хорошо показать то значеніе, какое имѣетъ водородъ по своей легкости для наполненія воздушныхъ шаровъ. Если конецъ газоотводной трубки, отдѣляющей водородъ, погрузить въ мыльную воду, какая употребляется для мыльныхъ пузырей, то наполняющіеся водородомъ пузыри будутъ подниматься въ воздухъ, тогда какъ мыльные пузыри, наполненные воздухомъ, какъ извѣстно всякому, падаютъ. Точными опытами была опредѣлена плотность водорода по отношенію къ воздуху. Первое опредѣленіе, сдѣланное Лавауазье, дало число однако не вполне точное, а именно, принимая плотность воздуха равною единицѣ, плотность водорода равна 0,0769. Последующія опредѣленія исправили это число. Болѣе точное опредѣленіе принадлежитъ Томсону, который далъ число 0,0693. Берцелиусъ и Дюлонъ опредѣлили эту плотность въ 0,0688; Дюма и Буссенго—0,0694. Самое точнѣйшее опредѣленіе принадлежитъ, безъ всякаго сомнѣнія, Реньо. Онъ бралъ шары, имѣющіе значительную емкость и дѣлалъ всѣ необходимыя поправки и изъ этихъ опредѣленій (фиг. 68) нашелъ среднюю плотность водорода 0,06926; откуда слѣдуетъ, что одинъ литръ водорода при широтѣ Парижа вѣситъ 0,089578 гр. Это число и употребляется обыкновенно во всѣхъ вычисленіяхъ, когда требуется ввести плотность водорода. Такимъ образомъ, водородъ почти въ $14\frac{1}{2}$ разъ легче воздуха. Эта малая плотность водорода опредѣляетъ многія замѣчательныя свойства этого газа; такъ, напр., вслѣдствіе этой плотности водородъ чрезвычайно скоро вытекаетъ изъ тонкихъ отверстій. Если склянку, имѣющую трещины, наполнить водородомъ и опустить открытымъ концомъ въ воду или ртуть, то

эти послѣднія будутъ подниматься въ сосудъ, вслѣдствіе то-



Фиг. 68. Способъ взвѣшиванія, употребленный Реньо, для опредѣленія уд. вѣса газовъ. Герметически запершіе шары *A* и *B* вмѣщаютъ одинаковое количество воздуха, а потому не требуютъ при взвѣшиваніи поправки на вѣсъ вытѣсненнаго воздуха. Шаръ *A* взвѣшивается пустой и наполненный водородомъ. Шаръ *B* запаивъ. При всѣхъ взвѣшиваніяхъ оба шара находятся въ общемъ шкафу и при- вѣшены къ чашкамъ вѣсовъ, а потому ихъ потеря въ вѣсъ одинакова. Сравни стр. 9.

Какія ни дѣлали до сихъ поръ усилія для превращенія водороднаго газа въ жидкость, всѣ они были напрасны; водородъ остается газомъ даже подъ давленіемъ большимъ чѣмъ 1000 атмосферъ ¹⁾.

Будучи газомъ не сжимаемымъ, водородъ имѣетъ малую способность растворяться въ различныхъ веществахъ; до сихъ поръ неизвѣстно ни одной жидкости, которая бы хорошо растворяла водородъ. Вода и спиртъ растворяютъ только очень малое количество этого газа, а именно при 0° одинъ объемъ воды 0,01300 водорода, а спиртъ 0,0692.

По нѣкоторымъ своимъ физическимъ свойствамъ водородъ представляетъ отличіе отъ всѣхъ другихъ извѣстныхъ газовъ

¹⁾ Но сколько мнѣ извѣстно, до сихъ поръ не было сдѣлано опытовъ произвести усиленное давленіе надъ водородомъ при самыхъ низкихъ температурахъ, какихъ можно достигъ.

го, что водородъ будетъ черезъ трещины выходить почти въ 3,8 разъ быстрее, чѣмъ воздухъ будетъ входить черезъ эти трещины внутрь сосуда. Изъ поднятія жидкости можно ясно видѣть эту особенность водорода. Точно тоже самое еще легче наблюдать съ точностью, если вмѣсто склянки употребить трубку, конецъ которой запертъ пористымъ веществомъ, такимъ, напр., какъ графитъ, немуряная глина, или гипсовая пластинка.

и, что чрезвычайно характерно, какъ бы приближается въ этомъ отношеніи къ металламъ; такъ что можно выразиться объ водородѣ, что это есть газообразный металлъ. Въ самомъ дѣлѣ, изслѣдованія Магнуса показали, что водородъ представляетъ весьма большую теплопроводность, сравнительно со всеми другими газами. Впрочемъ, большое отличіе свойствъ водорода отъ свойствъ другихъ газовъ зависитъ весьма много оттого, что плотность его несравненно менѣе, чѣмъ большинства другихъ газовъ.

Для характеристики физическихъ свойствъ водорода весьма полезно замѣтить, что коэффициентъ расширенія этого газа не измѣняется подъ разными давленіями. По опытамъ Реньо коэффициентъ расширенія водорода при нормальномъ давленіи въ 760^{mm} и при давленіи въ 2542^{mm} ртутнаго столба остался одинъ и тотъ же, а именно $0,003661$; тогда какъ большинство другихъ газовъ представляютъ въ этомъ отношеніи значительное различіе; напр. воздухъ при давленіи въ 760^{mm} имѣетъ коэффициентъ расширенія между 0° и 100° $0,003670$, а подъ давленіемъ 2620^{mm} $0,003695$. Углекислый газъ представляетъ при 760^{mm} коэффициентъ расширенія $0,003710$, а при 2520^{mm} $0,003845$. Что касается до измѣненія объема водорода съ давленіемъ, то въ этомъ отношеніи водородъ также представляетъ нѣчто характерное, а именно его объемъ меньше того, который слѣдуетъ принять водороду, если бы онъ вполнѣ слѣдовалъ закону Мариотта; онъ, такъ сказать, представляетъ въ себѣ необыкновенную упругость, измѣняющуюся подобно упругости металлической пружины, представляющей сопротивленіе тѣмъ большее, чѣмъ большому давленію она подвержена. Тогда какъ воздухъ и всѣ другіе изученные до сихъ поръ газы сжимаются подъ вліяніемъ усиленныхъ давленій больше, чѣмъ слѣдуетъ по закону Мариотта; водородъ занимаетъ при этомъ меньшій объемъ, чѣмъ тотъ, который вычисляется по этому закону; такъ, напр., когда давленіе надъ водородомъ увеличилось въ $5,041$ раза, его объемъ уменьшился только въ $4,975$ раза, когда первоначальное давленіе было около 4000^{mm} , а окончательное около 20000^{mm} ¹⁾.

Теплоемкость водороднаго газа подъ постояннымъ давленіемъ ат-

1) Это замѣчательное отступленіе отъ всѣхъ другихъ газовъ однако требуетъ еще дальнѣйшаго подтвержденія, потому что водородъ, въ отличіе отъ другихъ газовъ, повидимому, не смачивается на поверхности стекла, какъ показали мои наблюденія, и такимъ образомъ, не даетъ погрѣшности, свойственной другимъ газамъ, смущающимся на стеклѣ. Это смущеніе для другихъ газовъ производить отклоненіе отъ закона Мариотта, при наблюденіяхъ въ измѣреніи объема. Оно, по всей вѣроятности, увеличивается при увеличеніи сжатія газовъ и потому объемъ газа будетъ, при усиленномъ давленіи, отъ смущенія уменьшаться. Именно я сдѣлалъ слѣдующее наблюденіе. Хорошо очищенный стеклянный сосудъ, будучи нагрѣтъ и охлажденъ подъ колоколомъ воздушнаго насоса, отлично смачивается водою. Если же останется въ воздухѣ или другомъ газѣ, то плохо смачивается водою, особенно содержащему въ растворѣ соли. Это зависитъ отъ того, что газы смачиваются по поверхности стекла, однако не быстро. Если охлажденіе произвести въ водородѣ, то смачиваніе будетъ полное, какъ при охлажденіи въ пустотѣ. Конечно, эти наблюденія не достаточно полны, чтобы совершенно рѣшить вопросъ, но все же возбуждаютъ сомнѣніе относительно неточности закона Мариотта.

мосферы, по опытамъ Реньо, равна 3,469, если этимъ числомъ выражается количество тепла, нужное для нагрѣванія одной вѣсовой части водорода, когда такая же часть воды требуетъ для нагрѣванія одну единицу тепла. Очевидно, принималъ вышеназванную плотность водорода и теплоемкость воздуха равною 0,2375, что теплоемкость такого же объема водорода какъ и воздуха, для водорода равна 0,2359, т. е. почти таже, что и для воздуха. Теплоемкость водорода весьма мало притомъ измѣняется съ температурою. Теплоемкость водорода при постоянномъ объемѣ равняется 3,16.

Водородъ есть газъ несгущающійся въ жидкость и малорастворимый въ жидкостяхъ, какъ сказано объ этомъ выше, напротивъ того, водородъ легко сгущается нѣкоторыми твердыми тѣлами, какъ напр. углемъ и губчатой платиной. Если въ цилиндръ, наполненный водородомъ и стоящій въ ваннѣ со ртутью, ввести кусокъ свѣже-прокаленного угля, то уголь поглощаетъ въ себя до двухъ объемовъ водорода, сравнительно съ объемомъ угля. Губчатая платина, или пористое, порошкообразное состояніе металлической платины сгущаетъ еще больше водорода, а именно при обыкновенномъ давленіи до 750 объемовъ, противу своего объема. Это сгущеніе газовъ свойственно почти всѣмъ пористымъ тѣламъ, но не въ столь высокой степени, какъ двумъ вышеназваннымъ. Такой видъ поглощенія принадлежитъ къ разряду явленій притяженія, опредѣляемыхъ дѣйствіемъ силы, сходственной съ тою, которая вызываетъ явленія прилипанія. Капля эфира, налитая на чистое стекло, расплывается на немъ, не сохраняетъ своей шарообразной формы, а распределяется по поверхности стекла, не только тогда, когда стекло горизонтально, но даже и въ томъ случаѣ, когда оно стоитъ наклонно или вертикально. Здѣсь, какъ при явленіяхъ прилипанія и растворенія, существуетъ частичное притяженіе между различными тѣлами, весьма неодинаковое; это не то, что явленіе волосности, которое зависитъ отъ свойствъ только одного вещества. Явленія прилипанія опредѣляются взаимодѣйствіемъ притягивающаго твердаго тѣла и притягиваемой жидкости, тогда какъ явленія волосности зависятъ только отъ взаимнаго сѣшенія жидкихъ частицъ въ томъ слое жидкости, которая, такъ сказать, прилипла къ стѣнкамъ волосной трубки. Конечно, безъ смачиванія или прилипанія невозможно и явленіе волосности, но тѣ и другія нужно отличать совершенно ясно. Газы не имѣютъ сѣшенія, а между тѣмъ прилипаніе или сгущеніе ихъ на поверхности различныхъ тѣлъ существуетъ въ весьма ясной степени, по крайней мѣрѣ для многихъ тѣлъ, а именно пористыхъ.

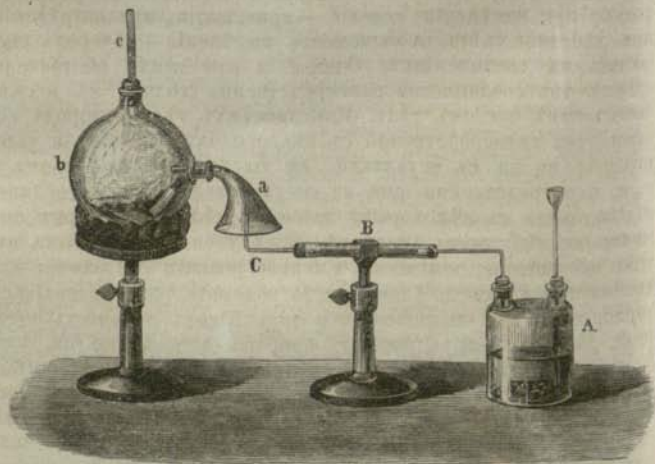
Девиль открылъ, что при краснокальномъ жарѣ желѣзо и платина становятся проницаемыми для водорода. Онъ выражается объ этомъ слѣдующимъ образомъ: «проницаемость такихъ однородныхъ веществъ, какъ желѣзо и платина, совершенно различна отъ прохода газомъ чрезъ такія несплошныя тѣла, какъ глина и графитъ. Въ металлахъ проницаемость зависитъ отъ расширенія, производимаго нагрѣваніемъ, оно доказываетъ въ сплавленныхъ и однородныхъ металлахъ скважность». Однако Гремъ доказалъ, что только водородъ способенъ такимъ образомъ проникать названные металлы. Кислородъ, азотъ, амміакъ и многіе другіе газы проникаютъ въ количе-

ствахъ совершенно ничтожныхъ. Онъ показалъ, что чрезъ поверхность 1-го квадр. метра платины, толщиною въ 1,1 миллиметръ, при краснокальномъ жарѣ въ пустое пространство проходитъ около 500 к. с. водорода въ минуту, а другихъ газовъ едва примѣтныя количества. Каучукъ обладаетъ такою же способностію пропускать водородъ (см. слѣд. главу), а именно при об. температур. 1 кв. метръ, толщиной 0,014 миллиметра пропускаетъ однако только 127 к. с. водорода въ минуту. Въ опытѣ разложенія воды накаливаніемъ въ пористыхъ трубкахъ (стр. 195), можно съ выгодою замѣнять глинистую трубку платиновою. Гремъ показалъ, что помѣщая въ подобныя условия платиновую трубку съ водородомъ и окружая ее трубою съ воздухомъ, можно замѣчать выдѣленіе водорода по уменьшенію давленія въ платиновой трубкѣ. Въ теченіи часа почти весь водородъ (97%) выходитъ изъ трубки не замѣняясь воздухомъ. Далѣе Гремъ доказалъ, что желѣзо (1 об. металла, 0,4 объема, водорода) платина (отъ 1 до 5 объемовъ) и палладій (до 600 объемовъ) поглощаютъ при краснокальномъ жарѣ водородъ и поглотивши удерживаютъ тогда его и при обыкновенной температурѣ, выдѣляютъ развѣ при накаливаніи въ краснокальномъ жарѣ. Эта способность поглощать водородъ объясняетъ и способность пропускать его.

Что касается до способности **водорода** къ прямымъ соединеніямъ или къ реакціямъ **соединенія**, то въ этомъ отношеніи извѣстно весьма немного случаевъ, когда бы водородъ въ газообразномъ состояніи дѣйствовалъ энергически; только при измѣненіи условій — при сжатіи, при нагрѣваніи, при дѣйствіи свѣта, да въ моментъ выдѣленія — водородъ способенъ къ соединеніямъ. Однако и при этихъ обстоятельствахъ онъ соединяется непосредственно только съ весьма небольшимъ числомъ тѣлъ. Изъ простыхъ тѣлъ водородъ соединяется непосредственно съ кислородомъ, хлоромъ и углеродомъ; но ни съ металлами, ни съ азотомъ, фосфоромъ и т. п. непосредственно онъ не соединяется. Однако соединенія водорода съ нѣкоторыми изъ тѣхъ тѣлъ, на которыя онъ прямо не дѣйствуетъ, извѣстны и получены не прямымъ путемъ соединенія элементовъ, а черезъ реакціи разложенія или двойнаго разложенія. Способность водорода къ соединенію съ кислородомъ при накаливаніи и опредѣляетъ горючесть водорода. Водородъ, выходящій изъ прибора, легкозажечь (см. фиг. 67 и 78), и онъ горитъ тогда блѣднымъ, т. е. не свѣтящимся пламенемъ. Этотъ опытъ нужно дѣлать однако съ нѣкоторою осторожностію; нужно дожидаться, чтобы выдѣляющійся изъ склянки водородъ вытѣснилъ весь находившійся тамъ воздухъ, иначе, при нѣкоторомъ количествѣ оставшагося воздуха, можетъ произойти весьма сильный взрывъ, зависящій отъ того, что кислородъ оставшагося воздуха, при закиганіи, внутри склянки будетъ соединяться съ водородомъ, образуя гремучій газъ, причѣмъ развивается значительное коли-



чество тепла. Воспламенение передается тогда внутрь сферич. такъ что весьма быстро происходитъ значительное количество тепла, что и расширяетъ остальной газъ и производитъ такимъ образомъ взрывъ. Если желаютъ получить водородное пламя совершенно безцвѣтнымъ, то его необходимо выпускать изъ платинового наконечника; стеклянный конецъ газоотводной трубки сообщаетъ пламени желтое окрашивание, зависящее отъ присутствія въ этомъ случаѣ паровъ натрія, находящагося въ стеклѣ. Горѣніе водорода состоитъ въ его соединеніи съ кислородомъ воздуха, и эта горючесть опредѣляется тѣмъ, что водородъ не соединяется при обыкновенной температурѣ съ кислородомъ воздуха, но при накаливаніи такое соединеніе происходитъ. Представимъ себѣ, что идетъ по трубкѣ струя водорода и раздѣлимъ мысленно эту струю на нѣсколько частей, постепенно выходящихъ изъ отверстія. Первая часть загорается, т. е. накаливается и въ накаленномъ состояніи соединяется съ кислородомъ воздуха. При этомъ соединеніи отдѣляется значительное количество тепла. Выдѣляющаяся теплота накаливаетъ вторую часть выдѣляющаго водорода, такъ сказать загораетъ ее и потому разъ зажженный водородъ продолжаетъ горѣть, если непрерывно будетъ притекать новый водородъ и если атмосфера, въ ко-



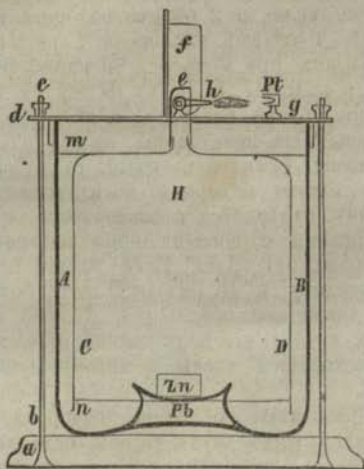
Фиг. 69. Образованіе воды при горѣніи водорода. $\frac{1}{10}$. А приборъ для полученія водорода, В труба съ хлористымъ кальціемъ для его высушиванія, С трубка изъ которой выходитъ водородъ. Его зажигаютъ и надъ пламенемъ устанавливаютъ воронку а, идущую въ шаръ b, воздухъ изъ котораго вытягиваютъ аспираторомъ чрезъ трубку с. Въ шарѣ скопляется образуемая вода.

торой происходит горѣніе, неограничена. Результатъ этого горѣнія есть вода, т. е. соединеніе кислорода съ водородомъ. Это есть **синтезъ воды**; а мы видѣли ранѣе ея анализъ, ея разложеніе на составныя части. Синтезъ воды весьма легко видѣть, если надъ горящимъ пламенемъ водорода поставить холодный стеклянный колоколь (фиг. 69), или, что еще лучше, если пламя водорода зажечь въ трубкѣ холодильника. Образующаяся вода будетъ на стѣнкахъ холодильника сгущаться въ капелеобразное состояніе и стекать; ее можно собрать и видѣть, что при горѣніи водорода, образуется только одна чистая вода. Соединеніе водорода съ кислородомъ здѣсь происходитъ подъ вліяніемъ жара. Такое соединеніе происходитъ до конца: послѣдняя малѣйшая часть водорода сгораетъ, превращаясь въ воду, если встрѣчаетъ достаточно кислорода для своего соединенія, т. е. если на 2 объема водорода находится, по крайней мѣрѣ, 1 объемъ кислорода. Горючесть водорода можетъ быть показана при непосредственномъ разложеніи воды натріемъ или калиемъ. Если въ чашку съ водою бросить шарикъ натрія, то онъ плаваетъ, отдѣляя водородъ, который можно зажечь. Отъ присутствія натрія пламя получаетъ желтое окрашиваніе. Если взять калий, то же разложеніе совершается, но только водородъ воспламеняется самъ, потому что при этомъ отдѣляется столько тепла, что его достаточно для накаливанія и воспламененія водорода. Пламя получается фіолетовое, отъ калия. Если натрій бросить не на воду, а на кислоту ¹⁾, то онъ отдѣляетъ болѣе тепла и тогда водородъ также воспламеняется. Должно дѣлать эти опыты осторожно, потому что подъ конецъ происходитъ растрескиваніе происходящей массы, а потому лучше чашку закрывать стекломъ.

Свѣтъ не помогаетъ образованію соединенія водорода съ кислородомъ, такъ что смѣсь этихъ двухъ газовъ, оставленная на дѣйствіи свѣта, остается неизмѣнною; но электрическая искра дѣйствуетъ совершенно сходственно съ пламенемъ, чѣмъ и пользуются, для того, чтобы воспламенить внутри сосуда смѣсь кислорода съ водородомъ. Такая смѣсь называется гремучимъ газомъ, потому что при воспламененіи такой смѣси происходитъ сильный взрывъ. Взрывъ зависитъ того, что при соединеніи водорода съ кислородомъ, развивается значительное количество теплоты, нагрѣвающей воду и превращающей ее въ пары высокаго давленія. Безопаснѣе всего производить такой опытъ слѣдующимъ образомъ:

¹⁾ Или даже на густой растворъ камеди.

смѣшиваютъ какимъ либо способомъ 2 объема водорода съ 1 объемомъ кислорода и смѣсь заключаютъ въ пузырь или каучуковый мѣшокъ, снабженные краномъ. Черезъ этотъ кранъ выпускаютъ такую смѣсь въ мыльную воду. Мыльная вода наполняется пузырями. Если теперь къ одному изъ этихъ пузырей поднести зажженное тѣло, то происходитъ весьма сильный взрывъ. Если гремучимъ газомъ наполнить склянку и поднести къ ея горлу зажженное тѣло, то происходитъ весьма сильный взрывъ, могущій измельчить склянку, если она довольно велика. Для безопасности такого опыта, необходимо склянку обертывать полотномъ, чтобы осколки стекла не могли повредить производящему опытъ. Весьма замѣчательно, что водородъ соединяется съ кислородомъ также



Фиг. 70. Схематическое изображеніе водороднаго огня в разрывѣ. *a* подставка, *AB* стаканъ, *CD* внутренній колоколъ, герметически закрывающій въ оправѣ *e*. Пластинка *d* и винты *b* с удерживаютъ стаканъ и колоколъ. Уровень кислоты въ колоколѣ *n* ниже, чѣмъ винтъ его въ *m*, отчего при открытіи крана, находящагося въ *e* и дѣйствующаго съ помощью крышки *f*, водородъ вытекаетъ черезъ наконечникъ *h* на платину *g*. $\frac{1}{2}$ нат. величины.

находящейся въ колоколѣ. Если открыть кранъ этого колокола, то газъ будетъ выходить изъ колокола, а свинцовая кислота будетъ заступать его мѣсто и тогда придетъ въ прикосновеніе съ цинкомъ, отдѣлится изъ себя водородъ, и этотъ водородъ будетъ выдѣляться че-

подъ влияніемъ платины. Если въ смѣсь водорода и кислорода бросить губчатую платину, то происходитъ взрывъ. Это зависитъ отъ того, что газы сгущаются въ губчатой платинѣ; отъ этого сгущенія происходитъ повышение температуры и воспламененіе.

Такимъ свойствомъ губчатой платины пользуются въ такъ называемомъ водородномъ огнѣ. Водородно-огнѣ состоитъ изъ цилиндра дра или стакана, на дно котораго ставится свинцовая (потому что свинцовая кислота не раздѣляетъ свинца) подставка, на которую кладется цинкъ. Этотъ цинкъ покрывается колоколомъ, снизу открытымъ и сверху снабженнымъ краномъ. Въ пространство между стѣнками стакана и колокола наливаютъ свинцовую кислоту. Она будетъ сжимать газъ,

резь кранъ. Если кранъ закрыть, то выдѣляющійся водородъ будетъ увеличивать давленіе газа въ колоколѣ и черезъ это вытѣснить опять сѣрную кислоту въ пространство между стѣнками стакана и колокола. Такимъ образомъ, открывая и затворяя кранъ, можно, по произволу, прекращать или возобновлять дѣйствіе сѣрной кислоты на цинкъ и, слѣдовательно, имѣть всегда струю водорода. Если теперь передъ этою струею поставить кусокъ губчатой платины, то водородъ воспламеняется, потому что губчатая платина сгущаетъ въ себѣ водородъ, нагревается и воспламеняетъ водородъ. Значительное нагреваніе платины зависитъ, между прочимъ, отъ того, что сгущенный въ ея порахъ водородъ встрѣчаетъ тамъ же сгущенный предварительно кислородъ воздуха, и въ этомъ сгущенномъ состояніи водородъ соединяется весьма легко съ кислородомъ. Такимъ образомъ водородное огнево даетъ струю воспламеняющагося водорода, когда отворяютъ кранъ. Для того, чтобы дѣйствовало оно совершенно правильно, необходимо имѣть губчатую платину совершенно чистою и еще лучше обернутою въ тонкій (какъ листовое золото) листокъ металлической платины, потому что тогда ни пыль, ни нечистоты воздуха не будутъ примѣшиваться къ платинѣ. Во всякомъ случаѣ, черезъ нѣкоторое время необходимо очищать платину, для чего достаточно ее вскипятить въ слабой азотной кислотѣ, не растворяющей платины, но удаляющей нечистоты, которыя она могла поглотить и отъ которыхъ теряетъ способность воспламенять водородъ. Это то неудобство и заставило многихъ устроить другіе виды водороднаго огнева, основанные на томъ, что при открытіи крана происходитъ электрическая искра передъ самымъ тѣмъ отверстіемъ, изъ котораго вытекаетъ водородъ. Это устроивается такимъ образомъ, что во время вращенія крана или погружается цинкъ отъ гальванической пары въ элементъ и даетъ токъ, или вращается стеклянный кружокъ небольшой электрической машины, дающей также искру.

Въ тѣхъ условіяхъ, при которыхъ водородъ соединяется съ кислородомъ, онъ способенъ соединяться и съ хлоромъ. Смѣсь водорода съ хлоромъ взрываетъ при пропусканіи искры, или черезъ прикосновеніе съ накаленнымъ тѣломъ, а также въ присутствіи губчатой платины; но кромѣ того, для соединенія водорода съ хлоромъ, достаточно одного дѣйствія свѣта: если смѣсь равныхъ объемовъ водорода и хлора оставить на дѣйствіи разсѣяннаго свѣта, то соединеніе происходитъ мало по малу, при дѣйствіи же непосредственныхъ солнечныхъ лучей, соединеніе совершается со взрывомъ, быстро. Съ углеродомъ водородъ прямо не соединяется, ни при обыкновенной температурѣ, ни при дѣйствіи жара и давленія; но если черезъ угольные электроды пропускать гальваническій токъ, такъ, чтобы образовалась свѣтящаяся дуга, въ которой частицы угля переносятся съ одного (положительною) полюса на другой, то составляетъ весьма извѣстный физическій опытъ освѣщенія посредствомъ электричества, то, при томъ сильномъ жарѣ,

которому подверженъ въ этомъ случаѣ уголь, онъ способенъ соединяться съ водородомъ. Изъ угля и водорода образуется при этомъ пахучій газъ, называемый ацетиленомъ. Почти неизвѣстно другихъ простыхъ и сложныхъ тѣлъ, съ которыми бы **водородъ** непосредственно соединился въ свободномъ состояннн; но **въ состояннн** своего **выдѣленнн** онъ соединяется со многими простыми тѣлами. Состояннемъ выдѣленнн (*status nascendi*) называютъ такую смѣсь веществъ, которая выдѣляетъ данное вещество, напр. для насъ водородъ; такъ напр. вода, на которую дѣйствуетъ амальгама натрнн, заключаетъ въ себѣ водородъ въ моментъ его выдѣленнн; точно также, сѣрная кислота, на которую дѣйствуетъ цинкъ, или ѣдкое кали, на которое дѣйствуетъ алюминнн, содержатъ водородъ въ моментъ его выдѣленнн. Здѣсь водородъ выдѣляется изъ жидкостей и въ первый моментъ своего образованнн долженъ имѣть сгущенную форму и въ этомъ сгущенномъ видѣ онъ способенъ присоединяться къ такимъ тѣламъ, къ которымъ въ газообразномъ состояннн не присоединяется. Между тѣми явленннми, которыя происходятъ при дѣйствнн губчатой платины и явленннми дѣйствнн въ моментъ выдѣленнн, существуетъ тѣсная связь. Въ моментъ выдѣленнн водородъ присоединяется ко многимъ сложнымъ тѣламъ, если эти послѣднн будутъ находиться въ растворѣ, выдѣляющемъ водородъ. Такъ напр. есть цѣлый рядъ веществъ, содержащихъ въ своемъ составѣ углеродъ, водородъ и кислородъ, но которыя способны еще соединяться съ водородомъ въ моментъ его выдѣленнн; назовемъ примѣръ присоединеннн водорода къ алдегидамъ. Алдегидъ есть летучая жидкость ароматнаго запаха, кипящая при 21° , растворимая въ водѣ, поглощающая на воздухѣ кислородъ и дающая черезъ такое поглощеннн уксусную кислоту,—вещество, находящееся въ обыкновенномъ уксусѣ. Если въ водяной растворѣ алдегида бросить амальгаму натрнн, то большая часть выдѣляющагося водорода присоединяется къ алдегиду и тогда изъ алдегида получается спиртъ,—вещество, также растворимое въ водѣ, составляющее основное начало всѣхъ винныхъ напитковъ, кипящее въ отдѣльности при 78° . Къ распаденнн на два и нѣсколько другихъ тѣлъ водородъ, какъ тѣло простое, не способенъ, онъ также не переходитъ, какъ ннння простыя тѣла, ни въ состояннн болѣе плотное, ни въ состояннн болѣе рѣдкое (неразлагается само по себѣ); но реакцнн двойнаго разложеннн, при которыхъ образуется водородъ и въ которыя онъ вступаетъ чрезвычайно много. Въ этомъ отношеннн особенно замѣчательны тѣ реакцнн, гдѣ **водородъ мѣняется своимъ мѣстомъ съ металлами**; онъ доказываютъ металлическнн характеръ во-

дорода. Металлы, какъ мы увидимъ послѣ, способны, во многихъ случаяхъ, замѣнять другъ друга; они также, а иногда еще и легче, замѣняютъ водородъ и замѣняются имъ. Мы видѣли этому примѣръ въ образованіи водорода изъ воды, сѣрной кислоты и др. Во всѣхъ этихъ случаяхъ, металлы натрій, желѣзо, цинкъ вытѣсняють водородъ, находящійся въ этихъ соединеніяхъ. Точно такимъ же способомъ, какимъ водородъ вытѣсняется изъ воды, онъ можетъ быть вытѣсненъ изъ многихъ его соединеній посредствомъ металловъ; такъ напр. хлористый водородъ, образующійся непосредственно черезъ соединеніе водорода съ хлоромъ, при дѣйствіи очень многихъ металловъ даетъ водородъ, какъ сѣрная кислота. Изъ соединеній водорода съ азотомъ металлы калий и натрій также вытѣсняють водородъ; только изъ соединеній углерода съ водородомъ металлы не вытѣсняють послѣдняго. Изъ нихъ водородъ выдѣляется при дѣйствіи хлора; но онъ является тогда не въ свободномъ состояніи, а въ соединеніи съ хлоромъ, потому что въ моментъ выдѣленія водородъ непосредственно соединяется съ хлоромъ и даетъ хлористый водородъ. Въ свою очередь водородъ способенъ замѣнять металлы; особенно легко совершается это при нагрѣваніи. Если взять соединенія многихъ металловъ съ кислородомъ и при накаливаніи пропускать черезъ эти соединенія водородъ, то водородъ отнимаетъ кислородъ отъ металловъ, такъ сказать — заступаетъ ихъ мѣсто, вытѣсняетъ ихъ, какъ металлы вытѣсняють водородъ. Если черезъ соединеніе мѣди съ кислородомъ пропускать при накаливаніи водородъ, то получается металлическая мѣдь; но водородъ способенъ замѣнять не всѣ металлы при подобныхъ обстоятельствахъ; такъ, онъ не замѣняетъ, т. е. не вытѣсняетъ, калия, кальція, алюминія изъ ихъ соединеній съ кислородомъ. Здѣсь мы имѣемъ дѣйствительно явленіе двойнаго разложенія: беремъ водородъ и соединеніе металла съ кислородомъ, а получаемъ при накаливаніи, металлъ и воду, или соединеніе водорода съ кислородомъ. Такого рода двойное разложеніе называется **возстановленіемъ**, т. е. по отношенію къ металламъ, которые при этомъ возстановляются въ металлическомъ видѣ изъ своихъ соединеній съ кислородомъ.

При сжатіи водорода, онъ пріобрѣтаетъ большую противу обыкновеннаго своего состоянія способность заступать мѣсто металловъ и ихъ возстановлять. При этомъ водородъ сгущается и тѣмъ приближается къ тому сгущенному виду, въ какомъ находится при выдѣленіи.

Весьма замѣчательныя наблюденія Бруннера и Н. Бекетова надъ непосредственнымъ возстановляющимъ дѣйствіемъ водорода газообраз-

наго на различныя соединенія металловъ. Бруннеръ показалъ, что изъ соединеній платины и палладія съ хлоромъ, въ водномъ растворѣ, газообразный водородъ вытѣсняетъ платину и палладій; но золото не вытѣсняется газообразнымъ водородомъ; однако, при увеличеніи давленія, Бекетову удалось выдѣлить водородомъ многіе металлы изъ ихъ соединеній. Серебро и ртуть, при значительномъ давленіи, выдѣляются изъ растворовъ нѣкоторыхъ соединеній посредствомъ сжатого водорода. Взаимодѣйствіе совершается уже при давленіи 6 атмосферъ, если взять слабый растворъ сѣрносеребряной соли; при болѣе крѣпкомъ растворѣ однако требуется гораздо болѣе сильное давленіе для выдѣленія водорода, что между прочимъ, показываетъ вліяніе растворителя на ходъ химическихъ, реакцій. Въ моментъ своего выдѣленія, водородъ, замѣняя металлы дѣйствуетъ нерѣдко весьма энергически; но такіе примѣры могутъ всегда подлежать сомнѣнію, потому что дѣйствіе можно приписывать не отдѣляющемуся водороду, а тому металлу, который выдѣляетъ одородъ. Однако есть и такіе примѣры, гдѣ такое объясненіе совершенно неприложимо; такъ напр. водородъ, въ моментъ выдѣленія, легко отнимаетъ кислородъ отъ его соединеній съ азотомъ, если послѣднія будутъ въ растворѣ, и переводитъ азотъ въ соединеніе съ водородомъ. Здѣсь, такъ сказать, встрѣчаются азотъ и водородъ въ моментъ своего выдѣленія и въ этомъ состояніи соединяются. Въ подобномъ состояніи выдѣленія водородъ способенъ вступать во множество реакцій замѣщенія и даже прямого соединенія, какъ мы видѣли. Если хлоръ вытѣсняетъ водородъ изъ соединенія его съ углеродомъ и становится на мѣсто водорода, то, въ моментъ выдѣленія, водородъ вытѣсняетъ хлоръ, вступившій на его мѣсто, если будетъ взята вода и альмага натрія.

Изъ этого очевидно, что уируго-газообразное состояніе водорода, такъ сказать, полагаетъ предѣлъ его энергіи, препятствуетъ ему вступать въ тѣ соединенія, къ которымъ онъ способенъ. Въ состояніи выдѣленія мы имѣемъ водородъ въ негазообразномъ видѣ и дѣйствіе его тогда гораздо энергичиѣе. Изъ понятія о химической энергіи такое отношеніе представляется весьма яснымъ, потому что, для перехода въ газъ, требуется нѣкоторое количество тепла и, слѣдовательно, поглощается нѣкоторая работа. Если происходитъ газообразный водородъ, то это значитъ, что уже есть условія, достаточныя для передачи тепла выдѣляющемуся водороду, чтобы перевести его въ газъ. Очевидно, что въ моментъ выдѣленія, то тепло, которое скрылось бы въ газообразномъ водородѣ, передается его частицамъ и, слѣдовательно, онѣ находятся въ состояніи напряженности, причемъ и могутъ дѣйствовать на многія вещества. Въ особенности это должно относиться къ тѣмъ химическимъ реакціямъ водорода, при которыхъ не выдѣляется, а поглощается тепло, и такія реакціи должны идти при водородѣ, выдѣляющемся легко, потому что та теплота, которая передается бы водороду, если бы онъ перешелъ въ газообразное состояніе, передается здѣсь непосредственно его соединенію. Такъ напр. хлоръ, замѣняя водородъ въ соединеніяхъ его съ углеродомъ, развиваетъ теплоту, значитъ обратная замѣна хлора водородомъ должна требовать поглощенія тепла; а потому, когда водородъ выдѣляется изъ воды дѣйствіемъ натрія, онъ становится способнымъ вытѣснить хлоръ

изъ его соединенія съ углеродомъ. Теплота, могущая развиваться и развивающаяся при дѣйствіи натрія на воду, по крайней мѣрѣ, отчасти поглощается въ этомъ случаѣ при замѣнѣ хлора водородомъ. Должно замѣтить однако, что всѣ тѣ реакціи взаимодѣйствія между хлоромъ и водородомъ, объ которыхъ выше упомянуто, не сопровождаются никогда выдѣленіемъ хлора свободнаго или свободнаго водорода, а всегда сопровождаются появленіемъ хлористаго водорода. Если водородъ замѣняетъ хлоръ, то одна часть его становится на мѣсто хлора, а другая соединяется съ хлоромъ, такъ что процессъ въ сущности этимъ значительно осложняется, и такое осложненіе опредѣляетъ то обстоятельство, что водородъ въ моментъ выдѣленія изъ кислотъ не дѣйствуетъ на хлористыя соединенія углерода. Такое дѣйствіе совершается только посредствомъ жидкостей, образующихъ водородъ и вещества, способныя соединяться съ хлористымъ водородомъ; при дѣйствіи, напр., цинка на сѣрную кислоту происходитъ, какъ мы видѣли, сѣрнокислотная соль, которая не соединяется съ хлористымъ водородомъ; но при дѣйствіи натрія на воду происходитъ жидкій натрій, который весьма легко реагируетъ съ хлористымъ водородомъ и даетъ съ нимъ повареную соль. Подобными второстепенными взаимно дѣйствіями объясняются нерѣдко многія особенности въ ходѣ химическихъ превращеній.

Замѣтимъ здѣсь также то обстоятельство, которое, по предыдущему объясненію, будетъ ясно пониматься, что водородъ, сгущенный въ порахъ нѣкоторыхъ металловъ, напримѣръ палладія и платины, дѣйствуетъ восстанавливающимъ образомъ на многія вещества. Далѣе будетъ понятно, что вещества, содержащія много водорода и легко его выдѣляющія, могутъ дѣйствовать восстанавливающимъ образомъ, также будутъ дѣйствовать и тѣ вещества, которыя способны легко соединяться съ кислородомъ. Органическія вещества содержатъ именно много углерода, способнаго легко соединяться съ кислородомъ и водорода, оттого то, при дѣйствіи жара и даже, хотя медленно, при обыкновенной температурѣ, они восстанавливаютъ многія кислородныя соединенія.

Выводы. Вода разлагается дѣйствіемъ тока на кислородъ, отдѣляющійся на положительномъ полюсѣ, и на водородъ, появляющійся на отрицательномъ.

Вода разлагается также дѣйствіемъ сильнаго жара, что можно особенно хорошо доказать, проводя сильно накаленный водяной паръ чрезъ пористую трубку, стѣнки которой проникаются легче всего водородомъ.

Вода разлагается натріемъ и калиемъ при обыкновенной температурѣ, а цинкомъ и желѣзомъ при возвышенной, причѣмъ выдѣляется водородъ, а металлъ становится на мѣсто водорода въ воду.

Получается водородъ, дѣйствуя на сѣрную кислоту цинкомъ.

При накаливаніи вода разлагается углемъ, съ образованіемъ водорода.

Водородъ легче воздуха въ $14\frac{1}{2}$ разъ. Литръ его вѣситъ 0,089 грамма при 0° и 760^{mm} . Это легчайшій газъ, отчего зависятъ многія его свойства.

Водородъ горитъ, т. е. соединяется съ кислородомъ воздуха, обра-



зую воду. Такое соединеніе требуетъ накаливанія или дѣйствія горячей платины.

Водородъ соединяется съ хлоромъ и углеродомъ при опредѣленныхъ условіяхъ, но не прямо.

Водородъ въ обыкновенномъ состояніи вступая въ немногія химическія реакціи, но накаленный и сжатый, а также сгущенный въ парахъ и особенно въ моментъ выдѣленія, дѣйствуетъ очень явственно.

Водородъ замѣняетъ многіе металлы, какъ металлы замѣняютъ другъ друга, такъ что водородъ можно назвать газообразнымъ металломъ.

ШЕСТАЯ ГЛАВА.

Кислородъ.

Едва ли найдется въ природѣ другое такое простое тѣло, которое было бы столь распространено, какъ кислородъ. Онъ находится въ отдѣльномъ состояніи, хотя и въ смѣси съ азотомъ, въ воздухѣ, 100 частей котораго содержатъ до 23 вѣсовыхъ частей кислорода. Въ водѣ содержится кислородъ въ химическомъ соединеніи съ водородомъ и составляетъ $\frac{8}{9}$ частей ея, по вѣсу. Всѣ почти землістыя вещества и камни состоятъ изъ соединеній кислорода съ металлами. Такъ, главная масса песка составлена изъ кремнезема, который есть химическое соединеніе кислорода и кремнія; глина содержитъ воду, глиноземъ (состоящій изъ глини и кислорода) и кремнеземъ. Въ землістыхъ и каменистыхъ веществахъ можно считать до 40 вѣсовыхъ процентовъ кислорода; растительныя и животныя вещества также весьма богаты содержаніемъ кислорода. Не считая содержанія воды, растенія заключаютъ кислорода до 40, животныя до 20 процентовъ своего вѣса. Такимъ образомъ, на всей поверхности земли, около половины (считая большое преобладаніе воды) вещества составляетъ то простое тѣло, описанію котораго посвящена эта глава.

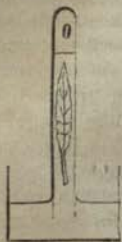
Будучи столь распространень въ природѣ, кислородъ играетъ въ ней весьма важную роль, потому что множество явленій, совершающихся предъ нами, отъ него главнымъ образомъ зависятъ. **Животныя вдыхаютъ** въ себя воздухъ для того только чтобы принять изъ воздуха, входящаго въ дыхательные органы (легкія у человѣка, звѣрей и птицъ, жабры у рыбъ, трубочки у насѣкомыхъ и т. д.), **кислородъ**; они, такъ сказать, пьютъ

воздухъ для того, чтобы напитаться кислородомъ ¹⁾. Горѣніе органическихъ веществъ, то есть веществъ, составляющихъ растенія и животныя, происходитъ также какъ и горѣніе многихъ неорганическихъ веществъ, напр. сѣры, фосфора, желѣза и т. п. отъ соединенія этихъ веществъ съ кислородомъ.

Итакъ дыханіе и горѣніе (а также и многіе другіе сходныя съ ними процессы) служатъ къ превращенію кислорода воздуха въ другія вещества, въ новыя сложныя тѣла. Такъ какъ такіе процессы совершаются повсюду въ природѣ, то количество свободнаго кислорода въ воздухѣ земли должно бы было уменьшаться и уменьшеніе это должно бы было идти довольно быстро. Это въ дѣйствительности и замѣчается тамъ, гдѣ горѣніе или дыханіе совершается въ замкнутомъ пространствѣ. Въ герметически запертомъ пространствѣ животныя задыхаются, умираютъ—потому что истребляютъ кислородъ и оставляютъ уже воздухъ негодный для дыханія. Точно также въ запертомъ пространствѣ горѣніе современемъ прекращается, что можно доказать весьма простымъ опытомъ—стоитъ только въ склянку положить зазженное вещество, напримѣръ опустить (въ желѣзной ложечкѣ) горящую сѣру и плотно закупорить склянку, чтобы наружный воздухъ не входилъ въ нее. Горѣніе будетъ длиться нѣкоторое время, пока въ склянкѣ будетъ еще свободный кислородъ, но оно прекратится, хотя и останется еще сѣра, когда весь кислородъ взятаго воздуха соединится съ сѣрою. Изъ сказаннаго очевидно, что для правильности горѣнія и дыханія необходимо возобновлять воздухъ, то есть приводить къ горящему или дышащему тѣлу новый, свѣжій воздухъ. Это достигается въ нашихъ жилищахъ многими щелями, форточками, вентиляторами и тягою воздуха, происходящею при топкѣ печей. Что же касается до воздуха всей земной поверхности, то количество кислорода въ немъ едва ли уменьшается потому, что есть процессы, вслѣдствіе которыхъ выдѣляется въ воздухъ кислородъ. Такъ **растенія**, а именно листья, днемъ **выдѣляютъ** изъ себя свободный **кислородъ**. Итакъ убыль кислорода, происходящая вслѣдствіе дыханія животныхъ и горѣнія, вознаграждается растеніями. Если въ колоколь съ водою, въ которую пропускается углекислый газъ (потому что изъ него то и развивается кислородъ), опустить листья растеній (фиг. 71) и весь приборъ выставить на солнцѣ, то въ колоколь скопится кислородъ, выдѣляемый растеніями при дѣйствіи свѣта. Подобный опытъ сдѣланъ былъ въ первый разъ Пристлеемъ.

¹⁾ Это согласуется отчасти съ тѣмъ, что животное вещество менѣе другихъ веществъ земной поверхности содержитъ кислорода.

Получить свободный кислородъ возможно тѣми или дру-



Фиг. 71. Расположеніе прибора для показанія отдѣленія растеніями кислорода. Въ чашку, гдѣ стоитъ колоколь, должно пропускать углекислый газъ, такъ чтобъ онъ не попалъ въ колоколь и приборъ выставить на свѣтъ. $\frac{1}{10}$.

ми путями изъ всѣхъ веществъ, въ которыхъ онъ находится. Такъ, напримѣръ, возможно кислородъ многихъ тѣлъ перевести въ воду и разложить воду гальваническимъ токомъ, причѣмъ, какъ мы уже видѣли, получается кислородъ. Мы остановимся теперь на способахъ извлеченія кислорода изъ воздуха, какъ вещества всюду распространеннаго. Выдѣленіе изъ него кислорода сопряжено однако съ затрудненіями.

Изъ воздуха, содержащаго смѣсь кислорода и азота, нельзя прямо удалить одинъ азотъ, потому что онъ ни съ однимъ изъ веществъ не имѣетъ стремленія легко и прямо соединиться и если соединяется съ нѣкоторыми веществами, то эти вещества въ тоже время соединяются и съ кислородомъ воздуха.

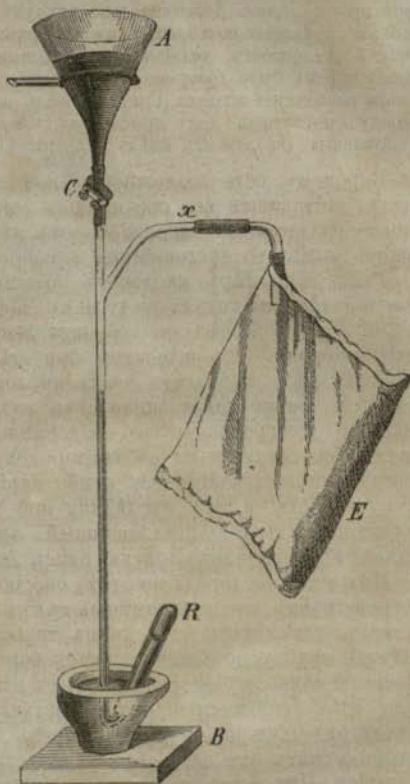
Нельзя также воспользоваться здѣсь и различіемъ въ физическихъ свойствахъ обоихъ газовъ, потому что они очень сходственны въ этомъ отношеніи. Такъ напримѣръ, плотность кислорода въ 16, азота въ 14 разъ болѣе плотности водорода, а потому здѣсь нельзя употребить пористыхъ сосудовъ — разность во времени просачиванія чрезъ пористыя поверхности для обоихъ газовъ будетъ ничтожна.

Гремь однако достигъ обогащенія воздуха кислородомъ съ помощію пропусканія воздуха чрезъ резину. Это дѣлается слѣдующимъ образомъ. Берется обыкновенная каучуковая подушка *E* (фиг. 72). Ея отверстіе герметически сообщается съ воздушнымъ насосомъ или, что гораздо удобнѣе, съ ртутнымъ аспираторомъ (насосъ Шренгеля, представленный здѣсь на рисункѣ и описанный на стр. 208). Когда аспираторъ высосетъ весь воздухъ, что видно будетъ потому, что ртуть будетъ вытекать почти непрерывающеюся струею и будетъ стоять на высотѣ барометра (на 1—2 мил. ниже), тогда можно ясно замѣтить, что чрезъ каучукъ проникаетъ воздухъ. Это будетъ видно изъ того, что вмѣстѣ со ртутью будутъ постоянно выходить пузырьки воздуха. Наливая въ воронку *A* ртуть и зажимая краецъ *C* такъ, чтобы струя вытекающей ртути была невелика, можно постоянно поддерживать малое давленіе воздуха въ подушкѣ и уносить часть проходящаго воздуха вмѣстѣ съ выливающейся ртутью. Уносимый воздухъ можно собрать въ цилиндръ *R*. Онъ оказывается содержащимъ около 42 объемовъ кислорода на 57 объемовъ азота и 1 объемъ угольной кислоты, тогда какъ въ воздухѣ содержится только 21 объемъ кислорода во 100 об. Квадратный метръ каучуковой поверхности (обыкновенный толщины) пропускаетъ въ часъ около 45 куб. с. такого воздуха. Такое явленіе ясно показываетъ, что каучукъ проницаемъ для

газовъ. Это можно впрочемъ наблюдать надъ обыкновенными лѣт-

скими летающими шарами, наполняемыми свѣтильнымъ газомъ. Они падаютъ чрезъ день или два, но не потому что имѣютъ отверстія, а потому, что чрезъ поверхность каучука, изъ котораго они сдѣланы, проникаетъ внутрь воздухъ, а изнутри газъ. Быстрота прохожденія газовъ чрезъ каучукъ независитъ отъ ихъ плотности, какъ показали Митчелъ и Гремъ, слѣдовательно здѣсь проникновеніе не опредѣляется отверстиями. Оно скорѣе сходно съ діализомъ, то есть проникновеніемъ жидкостей чрезъ коллоидальныя поверхности (стр. 19 и 20). Равные объемы газовъ проникаютъ каучукъ во времена, которые относятся между собою слѣдующимъ образомъ: углекислый газъ 100, водородъ 247, кислородъ 532, бодотный газъ 633, окись углерода 1220, азотъ 1358. Азотъ значитъ проникаетъ медленнѣе кислорода, скорѣе другихъ углекислый газъ. Въ то время, въ которое проникнетъ 1 объемъ азота, проникнетъ 2,556 объемовъ кислорода и 13,585

объемовъ углекислаго газа. Умножая эти скорости на содержаніе газовъ въ воздухѣ, получимъ: для азота $1.79 = 79$, для кислорода $21.2,556 = 53,67$, для углекислаго газа $13,6.0,05 = 0,68$, числа, относящіяся между собою, почти такъ какъ относятся объемы газовъ, проникающихъ изъ воздуха чрезъ каучукъ. Еслибы съ прошедшимъ чрезъ каучукъ воздухомъ повторить процессъ діализа, то получилась бы смѣсь, содержащая по объему 65% кислорода. Такъ то, повторяя діализъ нѣск. разъ, возможно извлечь этимъ путемъ и чистый почти кислородъ. Явленіе такого діализа замѣчено по нынѣ только для каучука. Можно думать, что причи-



Фиг. 72. Приборъ Грема для разложенія воздуха съ помощью просачиванія его чрезъ каучукъ. $\frac{1}{11}$.



на этого явления заключается въ поглощеніи (раствореніи) газовъ-каучукомъ и въ выдѣленіи раствореннаго газъ въ безвоздушное или газовое пространство. Дѣйствительно каучукъ поглощаетъ газы, особенно много углекислаго газа, а именно равный себѣ объемъ, какъ металлы поглощаютъ, особенно при возвышенной температурѣ, газы, какъ о томъ было говорено въ прошлой главѣ. Вышеописанный способъ разложенія воздуха Гремъ назвалъ *атмослизомъ*. Поглощаютъ и пропускаютъ газы, какъ просачиваютъ жидкости, только тѣла коллоидальныя. Это можетъ имѣть значеніе для пониманія ихъ свойствъ.

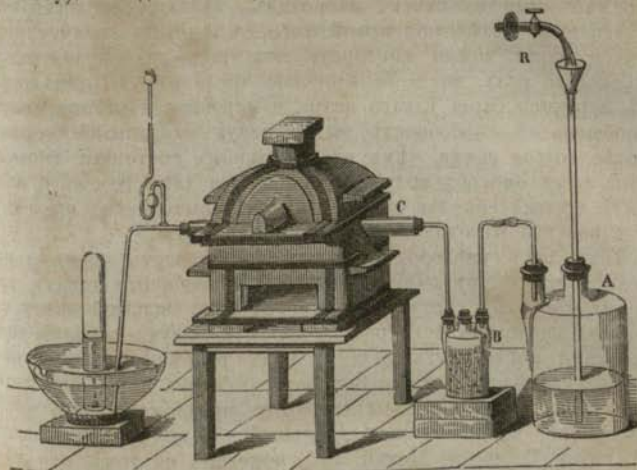
Впрочемъ, есть возможность выдѣлить кислородъ изъ воздуха, заставивши его соединиться съ веществомъ, могущимъ легко разлагаться, напримѣръ, отъ дѣйствія жара и при этомъ вновь выдѣлять поглощенный кислородъ.

Такъ, напримѣръ, кислородъ воздуха легко можно заставить соединиться съ металломъ калиемъ. Накаленный металлическій калий горитъ на воздухѣ, образуя вещество, содержащее много кислорода. Это вещество при дѣйствіи воды, кислотъ и другихъ тѣлъ, выдѣляетъ часть кислорода въ немъ заключающагося. Точно также, пропуская сухой воздухъ чрезъ накаленную до красна трубку, содержащую окись барія, заставляютъ ее соединяться съ кислородомъ воздуха. Чрезъ такое соединеніе получается изъ окиси барія, такъ называемая перекись барія, а эта послѣдняя при болѣе усиленномъ накаливаніи, выдѣляетъ поглощенный кислородъ и оставляетъ вновь первоначально взятую окись барія.

Полученіе кислорода по этому способу производится въ фарфоровой трубкѣ, которую помѣщаютъ въ печь (ф. 73), нагрѣваемую углемъ, такъ чтобы оба конца трубки выдавались изъ печи. Въ эту трубку помѣщаютъ окись барія ¹⁾ и одинъ конецъ ея посредствомъ трубки сообщаютъ съ мѣхомъ, или газометромъ, для того, чтобы пропускать воздухъ. Воздухъ при этомъ предварительно пропускается чрезъ растворъ ѣдкаго кали, чтобы отнять отъ него весь углекислый газъ, въ немъ находящійся. При *темнокрасномъ* каленіи окись барія поглощаетъ кислородъ изъ воздуха, а потому изъ трубки будетъ выдѣляться почти одинъ только азотъ. Когда поглощеніе окончится, тогда черезъ трубку будетъ проходить неизмѣненный воздухъ, что можно узнать потому, что въ немъ можетъ горѣть зажженное тѣло, тогда какъ въ азотѣ, или въ воздухѣ, содержащемъ мало кислорода, оно тухнетъ. При этомъ окись барія превращается въ такъ называемую перекись, а именно

¹⁾ Ее можно получить, прокаливая азотнобаритовую соль, предварительно высушенную, или углebarитовую соль смѣшанную съ углемъ, подвергая послѣднюю сильному жару, а подъ конецъ обжигая остатокъ угля струею кислорода, при высокой температурѣ.

10 частей окиси барія поглощаютъ около 1 части кислорода (по вѣсу). Когда поглощеніе кончится, тогда одинъ конецъ



Фиг. 73. Приборъ для полученія кислорода по способу Буссенго изъ воздуха съ помощью окиси барія. Въ С кладется окись барія, въ А содержится воздухъ, который можно пропускать, приливая изъ R воду. Если вода не протекаетъ, то воздухъ не выходитъ изъ прибора. Воздухъ въ склянкѣ B очищается съ помощью раствора йодкаго кали отъ углекислаго газа. ^{1/2}.

трубки запираютъ, а въ другой вставляютъ пробку съ газоотводной трубкой и жаръ въ печи усиливаютъ, такъ, чтобы получить *яркокрасное* каленіе. При этой степени жара перекись барія отдаетъ весь тотъ кислородъ, который приобретаетъ при темнокрасномъ каленіи, т. е. изъ 11 частей перекиси барія выдѣляется около 1 части кислорода, по вѣсу. 1 граммъ окиси барія выдѣляетъ такимъ образомъ около 73 кубическихкихъ сантиметровъ кислорода. По выдѣленіи кислорода остается та первоначальная окись барія, которая была взята, такъ что можно вновь пропускать чрезъ нее воздухъ и такимъ образомъ большое число разъ повторять полученіе кислорода изъ воздуха съ помощью одного и того же количества окиси барія. Можно было бы думать, что такого рода добываніе кислорода съ помощью небольшого количества окиси барія можно продолжать безконечное число разъ; но окись барія дѣйствуетъ на стѣнки фарфоровой трубки и теряетъ свою первоначальную способность поглощать кислородъ, вслѣдствие того, что превращается изъ пористой массы, легко проницаемой воздухомъ, въ сплошную массу, поглощающую

мало кислорода. Подмѣсь водяныхъ паровъ къ воздуху благоприятствуетъ однако сохраненію окиси барія, а нечистоты, подмѣшанныя къ окиси, напротивъ, дѣлають ее легко спекающеюся. Вслѣдствіе всего этого, съ даннымъ количествомъ окиси барія можно повторить полученіе кислорода только нѣсколько разъ, но не безконечное число разъ. Примѣшивая къ перекиси барія ѣдкаго натра и перекиси марганца, можно сообщить ей способность выдерживать накалываніе гораздо болѣе долгое время, чѣмъ въ отдѣльномъ состояніи. Описанный здѣсь способъ полученія кислорода данъ Буссенго, и это былъ первый способъ, которымъ можно было легко извлекать изъ воздуха находящійся въ немъ кислородъ.

Такъ какъ кислородъ можетъ представлять значительное техническое примѣненіе, по своей способности давать, при сжиганіи тѣлъ, высокую температуру и сильный свѣтъ, то добыча кислорода непосредственно изъ воздуха техническими приемами составляетъ задачу, надъ разрѣшеніемъ которой многіе изслѣдователи продолжаютъ работать и въ настоящее время. Въ послѣдніе годы для этого предложено было много способовъ; наиболѣе замѣчательный изъ нихъ принадлежитъ французу Тессье де Мотай. Онъ основанъ на томъ, что масса равныхъ по вѣсу количествъ перекиси марганца и ѣдкаго натра, при началѣ краснокапильнаго жара, поглощаетъ кислородъ изъ воздуха. Если послѣ того пропустить въ смѣсь перегрѣтый водяной паръ, при температурѣ около 450° , то обратно получаютъ первоначально взятые: перекись марганца и ѣдкій натръ, а кислородъ, ими удержанный, выдѣляется. Такого рода приготовленіе можно повторять неопредѣленное число разъ. Кислородъ, присоединяясь, выдѣляетъ воду, а вода, дѣйствуя на полученное вещество, выдѣляетъ кислородъ. Значитъ, здѣсь для добыванія кислорода изъ воздуха, потребуется только топливо и наблюденіе за тѣмъ, чтобы своевременно прекратить доступъ воздуха и водяного пара. Такимъ образомъ всѣ операціи, нужныя для производства кислорода, сводятся на самыя простѣйшія техническія приемы. Этотъ способъ уже стали примѣнять въ практикѣ; но еще не извѣстно результатовъ постоянного добыванія, произведеннаго по этому способу.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда требуется добывать кислородъ въ маломъ количествѣ, можно пользоваться также кислородомъ воздуха, взявши для этого бѣлую полухлористую мѣдь ¹⁾, смачивая ее водою и

¹⁾ Ее можно получить, растворя закись мѣди въ кипящей соляной кислотѣ или растворя окись мѣди въ соляной кислотѣ въ присутствіи металлической мѣди, при нагреваніи; разбавляя растворъ водою, получимъ выдѣленіе полухлористой мѣди.

оставляя въ плоскомъ сосудѣ на воздухѣ при обыкновенной температурѣ. При этомъ полухлористая мѣдь втягиваетъ въ себя кислородъ воздуха, становится зеленою, и когда такое поглощеніе кончится, мы получаемъ вещество, отдѣляющее, при накаливаніи, кислородъ, происходящій значить изъ воздуха. Послѣ накаливанія остается первоначально взятая полухлористая мѣдь, такъ что съ небольшимъ количествомъ этого вещества можно многократно добывать кислородъ изъ воздуха, а имѣя нѣсколько порцій этого вещества, пользоваться этимъ способомъ постоянно.

Вышеупомянутые способы полученія кислорода изъ воздуха отличаются простотою и легкостью выполненія. Можно было бы указать на множество другихъ способовъ, которыми кислородъ можетъ быть извлеченъ изъ воздуха и переведенъ въ такія тѣла, которыя при накаливаніи выдѣляютъ поглощенный кислородъ весь или отчасти; но такого рода способы здѣсь было бы неумѣстно описывать по ихъ сложности и непрактичности. Впрочемъ, объ нѣкоторыхъ изъ нихъ дагдѣ будетъ упомянуто. Теперь же мы перейдемъ къ указанію реакцій, которыми **кислородъ** извлекается **изъ воды**, какъ другаго обыкновеннѣйшаго соединенія, заключающаго кислородъ. Большая часть, а именно $\frac{8}{10}$, по вѣсу, воды состоитъ изъ кислорода. Извлечь его изъ воды очевидно можно двумя способами: или разложить воду на составныя части, напр. дѣйствіемъ гальваническаго тока, объ чемъ было говорено въ началѣ предыдущей главы, или посредствомъ отнятія отъ воды водорода. Но мы видѣли и знаемъ уже, что водородъ съ весьма немногими только тѣлами вступаетъ прямо въ соединеніе и то только при особыхъ обстоятельствахъ; а кислородъ, какъ мы увидимъ вскорѣ, соединяется почти со всеми тѣлами. Такимъ образомъ одинъ газообразный хлоръ способенъ разлагать воду, отнимая отъ нея водородъ, и не соединяясь съ кислородомъ. Хлоръ растворяется въ водѣ, и если мы водяной растворъ хлора, или такъ называемую хлорную воду, нальемъ въ колбу и эту колбу опрокинемъ въ чашечку, содержащую такую же хлорную воду, то будемъ имѣть приборъ, которымъ можно добывать кислородъ изъ воды. При обыкновенной температурѣ и въ темнотѣ хлоръ не дѣйствуетъ на воду, или дѣйствуетъ весьма слабо; но при дѣйствіи прямыхъ лучей солнца, хлоръ разлагаетъ воду съ выдѣленіемъ кислорода. При этомъ хлоръ соединяется съ водородомъ и даетъ хлористый водородъ, въ водѣ растворяющійся, и потому свободный кислородъ одинъ будетъ выдѣляться изъ жидкости; онъ будетъ содержать только небольшую подмѣсь хлора, которую легко удалить, пропуская кислородъ черезъ растворъ йодаго кали, удерживающаго хлоръ. Такого рода выдѣленіе кислорода съ помощію хлора идетъ весьма медленно и зависитъ отъ напряженія свѣта и не составляетъ во всякомъ случаѣ способа для его полученія. Непрямымъ путемъ изъ воды также трудно получить кислородъ, по той причинѣ, что вода содержитъ уже соединеніе кислорода съ водородомъ, и это соединеніе, если разлагается, то выдѣляетъ водородъ и образуетъ кислородныя соединенія, отличающіяся прочностью, разлагающіяся только развѣ съ великимъ трудомъ и въ немногихъ обстоятельствахъ. Такимъ образомъ съ помощію воды

нельзя легко получать кислорода, а для добыванія его пользуются различными другими тѣлами, заключающими въ себѣ этотъ элементъ.

Подобно тому какъ изъ воды и воздуха можно получить кислородъ, такъ точно изъ многихъ соединений, содержащихъ кислородъ, болѣе или менѣе легко извлечь чистый кислородъ. Особенно легко выдѣляютъ изъ себя кислородъ цѣлые классы сложныхъ кислородистыхъ веществъ, которыхъ мы теперь и сдѣлаемъ обзоръ.

1. **Соединенія кислорода** съ нѣкоторыми металлами, особенно же съ такъ называемыми **благородными металлами**, а именно со ртутью, серебромъ, золотомъ и платиною, будучи разъ получены, при обыкновенной температурѣ, удерживаютъ кислородъ, а при накаливаніи теряютъ. Эти соединенія суть тѣла твердыя, обыкновенно порошкообразныя, неплавящіяся, а при нагрѣваніи легко разлагающіяся на металлъ и кислородъ. Примѣръ подобнаго разложенія мы видѣли уже, когда говорили о разложеніи красной ртутной окиси (стр. 50). Накаливая окись ртути посредствомъ зажигательнаго стекла, Пристлей, въ 1774 году, получилъ въ первый разъ кислородъ и показалъ его отличие отъ воздуха. Онъ показалъ его характеристическое свойство поддерживать горѣніе «съ замѣчательною силою» и назвалъ дефлогистированнымъ воздухомъ. Замѣтимъ, что серебро, золото и платина ни при какой температурѣ не соединяются съ кислородомъ или, какъ говорится, не окисляются; ихъ соединенія съ кислородомъ получаются путемъ косвеннымъ. Разлагаясь, они выдѣляютъ весь свой кислородъ. Ясно, что эти соединенія не прочны.

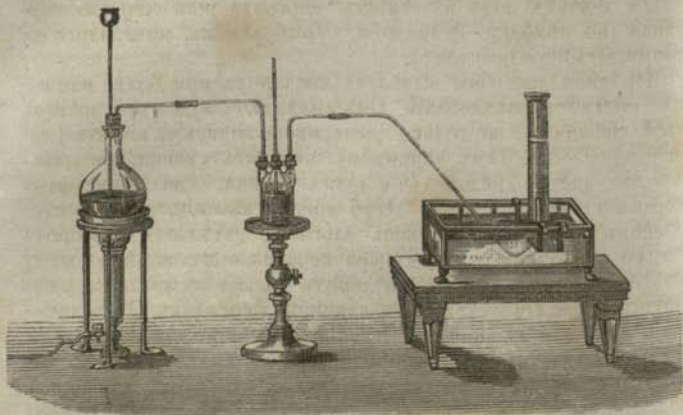
2. При болѣе или менѣе сильномъ жарѣ (а также при дѣйствіи многихъ кислотъ), выдѣляютъ кислородъ вещества, называемые металлическими **перекисями**. Они содержатъ обыкновенно металлы, соединенные съ большимъ количествомъ кислорода. Перекиси суть высшія степени окисленія, то есть тѣ металлы, которые образуютъ ихъ, обыкновенно даютъ нѣсколько соединений съ кислородомъ или, какъ говорятъ, нѣсколько степеней окисленія. Низшія степени окисленія, содержащія наименьшее количество кислорода, обыкновенно суть вещества, способныя легко реагировать съ кислотами, на примѣръ съ сѣрною кислотой. Такіе низшіе окислы или соединенія металловъ съ кислородомъ называются основаніями. Перекиси содержатъ больше кислорода чѣмъ основанія (образованныя тѣмъ же металломъ). Такъ на примѣръ окись свинца содержитъ въ 100 частяхъ 7,1 кислорода, она есть основаніе, а перекись свинца содержитъ во 100 частяхъ 13,3 частей кислорода. Перекись барія, о которой мы уже упоминали (стр. 234)

и перекись марганца могутъ служить примѣромъ этого рода веществъ. Перекись марганца есть твердое тяжелое вещество, темнаго цвѣта, встрѣчающееся въ природѣ. Она употребляется въ техникѣ подъ названіемъ марганца или чернаго марганца (по нѣмецки Braunstein, бурый камень, минералогіи ее называютъ пиролюзитомъ).

Перикиси способны выдѣлять кислородъ при болѣе или мѣнѣе сильномъ накаливаніи. Онѣ выдѣляютъ при этомъ не весь свой кислородъ, но только часть, превращаясь въ низшую степень окисленія. Такъ напримѣръ, перекись свинца, при накаливаніи, даетъ кислородъ и окись свинца. Разложеніе этой перекиси идетъ довольно легко при нагрѣваніи, даже въ стекляномъ сосудѣ, но перекись марганца выдѣляетъ кислородъ только при очень сильномъ краснокальномъ жарѣ, а потому изъ нея можно получить кислородъ только въ желѣзныхъ или другихъ металлическихъ или глиняныхъ сосудахъ. Такъ прежде и получали кислородъ. Перекись марганца выдѣляетъ только одну треть своего кислорода, двѣ же трети остаются въ твердомъ веществѣ, составляющемъ остатокъ отъ прокаливанія. Перекиси металловъ (содержащія больше кислорода чѣмъ основанія) способны выдѣлять кислородъ, при нагрѣваніи съ сѣрною кислотою. При этомъ они выдѣляютъ столько кислорода, что изъ перекиси получается основаніе, которое и реагируетъ со взятою сѣрною кислотою, образуя съ нею новое сложное тѣло. Такъ, перекись свинца или барія, при нагрѣваніи (въ стекляной колбѣ или ретортѣ) съ сѣрною кислотою образуютъ кислородъ и окиси, которыя даютъ съ сѣрною кислотою особія вещества, называемыя солями. Эта реакція идетъ обыкновенно легче, чѣмъ разложеніе перекисей при простомъ нагрѣваніи. Для опыта берутъ обыкновенно толченую перекись марганца, смѣшиваютъ ее съ крѣпкою сѣрною кислотою въ колбѣ (фиг. 74) и замыкаютъ горло ея пробкою съ трубкою, которая и служитъ для отвода газа, образующагося при нагрѣваніи смѣси. Черезъ ту же пробку пропускаютъ воронку для прилитія сѣрной кислоты. Нагрѣваніе производятъ осторожно; лучше если подъ дно колбы будетъ поставлена желѣзная чашечка съ пескомъ, какъ и представлено на рисункѣ. Песокъ нагрѣвается равномерно, а потому колба будетъ нагрѣваться ровнѣе и не можетъ лопнуть. Газъ, выдѣляющійся изъ газоотводной трубки, пропускаютъ чрезъ вулфову склянку съ растворомъ ѣдкаго кали, для очищенія отъ углекислаго и хлорнаго газовъ, сопровождающихъ выдѣленіе кислорода изъ природной (нечистой) перекиси марганца. Газъ собираютъ только тогда, когда тонкая тлѣющая лучинка, поставленная предъ выпускнымъ отверстіемъ, вспыхнетъ, что и



показываетъ, что отдѣляющійся газъ есть кислородъ. Первоначально же изъ прибора будетъ выдѣляться заключающійся



Фиг. 74. Полученіе кислорода изъ перекиси марганца съ сѣрною кислотою. Выдѣляющійся газъ пропускается чрезъ вульфову слявку съ растворомъ Фдѣго каля. $\frac{1}{20}$.

въ немъ воздухъ. Выдѣляющійся кислородъ собираютъ по обыкновенному способу въ стекляномъ колоколѣ, газометрѣ или аспираторомъ. При такомъ разложеніи перекиси марганца сѣрною кислотою, выдѣляется уже не $\frac{1}{3}$ кислорода, какъ при накаливаніи, а $\frac{1}{2}$ содержащагося въ перекиси кислорода, а именно изъ 50 граммовъ перекиси около $7\frac{1}{2}$ граммовъ или около $5\frac{1}{2}$ литровъ; при накаливаніи же обыкновенно не болѣе $3\frac{1}{2}$ литровъ. Химики времяе Лавуазье обыкновенно и получали кислородъ изъ перекиси марганца, какъ природнаго продукта. Нынѣ мы имѣемъ способы болѣе удобные.

3. Третій источникъ для полученія кислорода составляютъ **кислоты и соли**, содержащія много кислорода и могущія переходить чрезъ отдачу части или всего своего кислорода въ другія (низшіе продукты окисленія), трудно разлагающіеся соединенія. Эти кислоты и соли (подобно перекисямъ) выдѣляютъ кислородъ или при одномъ простомъ нагрѣваніи или только при нагрѣваніи съ сѣрною кислотою, когда остающійся продуктъ способенъ легко реагировать съ сѣрною кислотою и образуетъ съ нею постоянныя (трудно разлагающіеся) вещества. Примѣромъ кислотъ, разлагающихся отъ дѣйствія одного жара, можетъ служить сама сѣрная кислота, которая, при краснокальномъ жарѣ, разлагается на воду, сѣрнистый

газъ и кислородъ. Сѣрнистый газъ содержитъ половину того кислорода, который заключался въ сѣрной кислотѣ, вода $\frac{1}{4}$ кислорода сѣрной кислоты, остальная же четверть выдѣляется при дѣйствіи жара въ видѣ свободного кислорода. Чтобы произвести подобнаго рода разложеніе, заставляютъ сѣрную кислоту падать по каплямъ на кирпичи, накаленные до-красна. Сѣрная кислота разлагается, образуются пары воды и газы—сѣрнистый и кислородный. Смѣсь паровъ и газовъ заставляютъ проникать чрезъ воду, содержащую известь. Известь поглощаетъ сѣрнистый газъ и даетъ вещество, растворяющееся въ водѣ, а кислородъ выходитъ изъ прибора, неудерживаясь известью. Это есть одинъ изъ дешевыхъ способовъ получения кислорода въ большомъ видѣ, на фабрикахъ, тѣмъ болѣе, что сѣрнистый газъ можно выдѣлить (прокаливаніемъ) изъ соединенія съ известью и вновь съ воздухомъ и водою превратить въ сѣрную кислоту, какъ то будетъ показано при описаніи получения сѣрной кислоты. Лучшимъ примѣромъ образования кислорода при накаливаніи солей, можетъ служить такъ называемая, *бертолетова соль*, получившая названіе свое отъ имени французскаго химика Бертоле, открывшаго это вещество. Бертолетова соль есть тѣло сложное, содержащее металлъ калий, хлоръ и кислородъ. Она имѣетъ видъ безцвѣтныхъ, полупрозрачныхъ чешуекъ, растворима въ водѣ, особенно же въ горячей. Она, подобно цѣлому особому классу сложныхъ тѣлъ, называется солью, потому что по химическимъ реакціямъ и по физическимъ свойствамъ сходна съ обыкновенной (поваренной) солью. Бертолетова соль иначе называется хлорновато-калиевою солью. Она способна при нагреваніи плавиться и, слившись, начинаетъ разлагаться, выдѣляя кислородный газъ. Разложеніе это кончается тѣмъ, что весь кислородъ выдѣляется изъ бертолетовой соли и остается только химическое соединеніе калия и хлора (хлористый калий). Это разложеніе совершается при такой температурѣ, что его можно производить въ стеклянномъ сосудѣ, сдѣланномъ изъ тугоплавкаго стекла. Впрочемъ, при разложеніи, сплавленная бертолетова соль всучивается, пузырится, а потомъ, по мѣрѣ выдѣленія кислорода, застываетъ, а потому отдѣленіе кислорода неравномерно и стеклянный сосудъ, въ которомъ происходитъ нагреваніе, легко можетъ лопнуть. Чтобы устранить это неудобство, къ истертой бертолетовой соли подмѣшиваютъ порошокъ веществъ, неспособныхъ соединяться съ отдѣляющимся кислородомъ, не плавящихся и хорошо проводящихъ теплоту. Обыкновенно подмѣшиваютъ перекись марганца. Тогда разложеніе бертолетовой соли значительно облегчается, происходитъ при низшей температурѣ (потому что

вся масса лучше нагревается не только снаружи, но и внутри, безъ вспучиванія, а потому и удобнѣе простаго сплавленія одной бертолетовой соли. Такъ какъ этотъ способъ приготовленія кислорода весьма удобенъ, то его обыкновенно и употребляютъ, когда желаютъ получить небольшое количество кислорода. Притомъ бертолетову соль легко получить въ чистомъ видѣ и она выдѣляетъ много кислорода. 100 гр. ея даютъ до 39 граммовъ или около 30 литровъ кислорода. Для того продажную бертолетову соль растираютъ въ ступкѣ и смѣшиваютъ съ небольшимъ количествомъ толченой перекиси марганца, смѣсь помещаютъ въ небольшую реторту, на горлышко реторты надѣваютъ трубку изъ вулканизированнаго каучука, которая и служитъ для выхода выдѣляющагося кислорода, или присоединяютъ стеклянную газоотводную трубку; собираютъ кислородъ обыкновенными способами или въ газометръ или въ колокола или въ склянки надъ водою. Это есть легчайшій способъ полученія кислорода, а потому къ нему обыкновенно и прибѣгаютъ, когда для опытовъ или другихъ цѣлей желаютъ имѣть чистый кислородъ. Для полученія кислорода въ этомъ случаѣ могутъ служить самыя простыя приборы, даже просто трубка (такъ называемый пробирный цилиндръ



Фиг. 75. Пробирный цилиндръ для полученія кислорода изъ бертолетовой соли. $\frac{1}{2}$.

фиг. 75) запаянная съ одного конца съ пробкою и газопроводною трубочкой. Этотъ способъ такъ простъ и легокъ, что съ приготовленія кислорода этимъ путемъ и водорода съ помощію цинка и сѣрной кислоты, начинаютъ многие свою химическую практику, тѣмъ болѣе, что два названные газа даютъ возможность сдѣлать мно-

гіе интересные опыты горѣнія, поражающіе своею особенностію.

Подобно бертолетовой соли, многія другія соли выдѣляютъ при накаиваніи кислородъ, но онѣ отдаютъ его или только при очень сильномъ жарѣ (напр. обыкновенная селитра), или же неупотребительны по своей дороговизнѣ (напр. марганцовонатная соль) или же выдѣляютъ при сильномъ жарѣ нечистый кислородъ (напр. сѣрнокислотная соль въ краснокальномъ жарѣ—смѣсь сѣристаго газа и кислорода), а потому въ практикѣ и неупотребляются.

Примѣромъ солей (содержащихъ много кислорода), выдѣляющихъ кислородъ при нагреваніи съ сѣрною кислотою, можетъ служить двуххромовонатная соль (извѣстная въ торговлѣ подъ именемъ крокмали или хромника), которая имѣетъ красный цвѣтъ. При нагреваніи (фиг. 74) съ сѣрною кислотою, цвѣтъ смѣси переменяется, что и со-

проводается выдѣленіемъ кислорода. Послѣ выдѣленія кислорода въ приборѣ остается зеленая соль (такъ называемые хромовые квасцы). Нѣкоторыя соли выдѣляютъ съ сѣрною кислотою кислородъ даже при обыкновенной температурѣ. Между ними особенно замѣчательна желѣзно-каліевая соль, растворъ которой имѣетъ темно-красный цвѣтъ и выдѣляетъ кислородъ тотчасъ, при обыкновенной температурѣ, отъ прибавленія сѣрной и многихъ другихъ кислотъ, причемъ обезцвѣчивается.

4) Интересный способъ образования кислорода состоитъ во **взаимнонь дѣйствіи** нѣкоторыхъ **веществъ, богатыхъ кислородомъ**. Представьте себѣ, что два вещества, богатые кислородомъ, удерживаютъ его пока паходятся раздѣльно другъ отъ друга; но лишь только они приходятъ во взаимное прикосновение, какъ тотчасъ изъ нихъ обонхъ выдѣляется свободный кислородъ. Примѣромъ подобнаго рода реакціи можетъ служить дѣйствіе воднаго раствора перекиси водорода (содержащей вдвое болѣе кислорода чѣмъ вода), на окись серебра (содержащую серебро и кислородъ). Еще яснѣе идетъ реакція и выдѣляется еще болѣе кислорода, когда смѣшать растворъ перекиси водорода съ растворомъ хромовой ¹⁾ или марганцовой ²⁾ кислотъ. Тотчасъ при смѣшеніи выдѣляется кислородъ и (если въ растворѣ будетъ кромѣ того находиться кислота) растворъ обезцвѣчивается. Эти реакціи идутъ при обыкновенной температурѣ и оба остающіяся (послѣ выдѣленія кислородомъ) вещества не соединяются между собою, изъ чего и можно заключить, что разложеніе обуславливается только однимъ свойствомъ кислорода, а не стремленіемъ остатковъ къ взаимному соединенію. Другими словами, эта реакція не есть двойное разложеніе ³⁾. Къ этому же разряду явленій относится и то, что смѣсь перекиси барія и марганцово-поташной соли съ водою и съ сѣрною кислотою выдѣляетъ кислородъ при обыкновенной температурѣ. Сюда же принадлежитъ, по всей вѣроятности, и то явленіе, что растворъ бѣлизной извести, содержащей хлоръ и кислородъ, выдѣляетъ при слабомъ нагреваніи кислородъ, если къ раствору прибавить небольшое количество нѣкоторыхъ окисловъ, напримѣръ окиси кобальта. Самъ по себѣ растворъ бѣлизной извести при нагреваніи кислорода не выдѣляетъ.

Указавъ главнѣйшіе случаи образования и способы полученія кислорода, перейдемъ къ описанію физическихъ свойствъ и химическихъ реакцій этого вещества. Но предварительно замѣтимъ, что при всѣхъ вышеупомянутыхъ реакціяхъ, образованіе кислорода можетъ быть превращено подѣисью веществъ, могущихъ съ нимъ соединяться, напримѣръ угля, многихъ углеродистыхъ (органическихъ) соединений, сѣры, фосфора, разныхъ низшихъ степеней окисленія и т. п. Эти вещества поглощаютъ отдѣляющійся кислородъ, соединяются съ нимъ,

¹⁾ Этотъ растворъ краснаго цвѣта получаютъ, прибавивъ къ раствору дву-хромопоташной соли—сѣрной кислоты.

²⁾ Растворъ марганцовой кислоты получаютъ, приливъ сѣрной кислоты къ раствору марганцовопоташной соли. Растворъ имѣетъ темный цвѣтъ.

³⁾ Въ статьѣ объ озонѣ будетъ сказано о томъ способѣ, какимъ стараются выяснитъ это взаимное дѣйствіе нѣкоторыхъ соединений, содержащихъ много кислорода.

образуется не свободный кислородъ, а сложное тѣло его, содержащее, а потому свободнаго кислорода не отдѣляется. Такъ, смѣшавши бертолетову соль съ углемъ, при вагрѣваніи, мы не получимъ кислорода, а произведемъ взрывъ, то-есть быстрое образованіе газовъ, происходящихъ отъ соединенія кислорода бертолетовой соли съ углемъ. Сверхъ того необходимо замѣтить, что кислородъ, полученный по одному изъ вышеописанныхъ способовъ, рѣдко бываетъ чистъ. Обыкновенно онъ содержитъ водяной паръ, отъ котораго можно освободить кислородъ, пропуская его черезъ трубку съ хлористымъ кальціемъ, удерживающимъ воду. Кромѣ того, кислородъ содержитъ почти всегда подмѣсъ углекислаго газа и очень часто небольшую подмѣсь хлора. Оба газа происходятъ часто отъ нечистоты продажныхъ веществъ, изъ которыхъ, получаютъ кислородъ. Очистить кислородъ отъ этихъ подмѣсей возможно, пропустивши выделяющійся кислородъ черезъ растворъ ѣдкаго кали. Подобное промываніе производится въ вульфовыхъ склянкахъ, способами, описанными въ прошлой главѣ. Если бертолетова соль суха и чиста, то она даетъ почти чистый кислородъ, но лучше всего для полученія прямо чистаго кислорода брать хлорнокальцевую соль, которая хорошо очищается и выделяетъ тогда чистый кислородъ.

Свойства кислорода. Онъ есть газъ и при томъ газъ постоянный, то есть не сгущающійся въ жидкость при тѣхъ давленіяхъ и при тѣхъ низкихъ температурахъ, какихъ только могли достигнуть. Въ самомъ дѣлѣ, кислородъ остался газообразнымъ при давленіи въ 300 атмосферъ, когда объемъ газа уменьшался болѣе чѣмъ въ 300 разъ, а также и при охлажденіи (до—100°), соединенномъ со сжатіемъ, когда полученный объемъ составлялъ менѣе $\frac{1}{500}$ взятаго объема. Кислородный газъ, какъ всѣ газы—прозраченъ, и какъ большая часть газовъ безвѣстенъ. Запаха и вкуса онъ не имѣетъ, что понятно уже изъ того, что онъ всегда находится въ воздухѣ. Удѣльный вѣсъ его (то есть вѣсъ 1-го куб. сантиметра при 0° и 760 мм. давленія) равенъ 0,0014298 граммовъ ¹⁾, литръ вѣситъ 1,4298 граммовъ, слѣдовательно, онъ немного плотнѣе воздуха. Плотность его, по отношеніи къ воздуху, равна $\frac{0,0014298}{0,0012932} = 1,1056$. Плотность же кислорода въ отношеніи къ во-

дороду (самому легчайшему газу) = 16 (точнѣе $\frac{1,4298}{0,0896} = 15,96$).

Теплоемкость при постоянномъ давленіи 0,2175, слѣд. относится къ теплоемкости водорода (3,409), какъ 1 относится къ 15,6, слѣдовательно теплоемкости обратно пропорціональны вѣсамъ равныхъ объемовъ, это значитъ, что равные объемы обоихъ газовъ имѣютъ (почти) одинаковую теплоемкость, то есть тре-

¹⁾ При стѣ. широтѣ мѣста наблюденія (Парижа) 48° 50, по наблюденіямъ Реньо.

буютъ для нагрѣванія на 1° одинаковаго количества тепла.

Кислородъ мало растворимъ въ водѣ и другихъ жидкостяхъ, какъ большая часть постоянныхъ газовъ. При обыкновенной температурѣ 100 объемовъ воды растворяютъ въ себѣ около 3 объемовъ кислорода, а именно при 0°—4,1 объема при 10°—3,3, а при 20°—3,0 (измѣряя объемы при тѣхъ же температурахъ, какія имѣетъ вода). Изъ этой растворимости кислорода видно, что вода, оставаясь на воздухѣ, должна поглотить, т. е. растворить кислородъ. Оттого всякая вода, находящаяся на воздухѣ, содержитъ въ своемъ растворѣ кислородъ. Этотъ кислородъ и служитъ для дыханія рыбъ. Въ отварной водѣ не могутъ жить рыбы, потому что не имѣютъ кислорода, необходимаго для дыханія.

Кислородъ **поглощается** изъ воздуха (или растворенный изъ воды) **животными**, а именно входитъ чрезъ оболочки дыхательныхъ органовъ въ кровь, удерживается въ ней кровяными крупицами, передается съ помощью ихъ во всѣ части тѣла, содѣйствуетъ ихъ измѣненію, производя въ нихъ химическіе процессы и преимущественно выдѣляя изъ нихъ углеродъ и водородъ. Образуются чрезъ такое соединеніе кислорода такъ называемый углекислый газъ и вода. Большая ихъ часть выдѣляется въ кровь же, растворяется въ ея жидкости и выбрасывается легкими при дыханіи, во время поглощенія кислорода. Итакъ при дыханіи выдѣляется углекислый газъ и вода, а поглощается кислородъ воздуха, отъ этого кровь становится изъ темной венозной ярко-красною — артеріальною. Прекращеніе этого процесса производитъ смерть, потому что тогда прекращаются тѣ химическіе процессы, то нагрѣваніе и вся та работа, какія производитъ вводимый кислородъ. Оттого въ безвоздушномъ пространствѣ и въ газахъ, свободнаго кислорода не содержащихъ (горѣнія не поддерживающихъ) происходитъ удушье и смерть. Если животное ввести въ чистый кислородъ, то первое время его движенія очень дѣятельны и замѣчается общее оживленіе, но скоро наступаетъ припадокъ и можетъ слѣдовать смерть. Вдыхаемый кислородъ воздуха разбавленъ 4-мя объемами не вдыхаемаго азота ¹⁾, оттого кислорода изъ воздуха поглощается кровью немного, изъ чистаго кислорода поглощается большее количество, что и производитъ очень быстрыя измѣненія всѣхъ частей организма, разрушаетъ его: тепло, развиваемое химическими процессами, не можетъ уже превращаться въ движеніе.

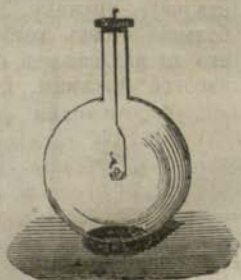
¹⁾ Парціальное (стр. 147) давленіе его мало, оттого и поглощеніе меньше, чѣмъ въ чистомъ кислородѣ.



Изъ предыдущаго будетъ понятно, что кислородъ можетъ имѣть примѣненіе для дыханія, по крайней мѣрѣ не продолжительнаго, когда дыхательные органы страдаютъ такъ, что поверхность поглощенія кислорода уменьшается, то есть при извѣстныхъ видахъ удушья и стѣсненнаго дыханія. При болѣзняхъ этого рода стали употреблять, въ послѣднее время, кислородъ для временнаго вдыханія. Первое впечатлѣніе при этомъ весьма благоприятно: человекъ освѣжается, получаетъ аппетитъ и бодрость, какіе исчезаютъ въ этихъ болѣзняхъ. Коренной пользы до сихъ поръ, однако, по утверждению многихъ, незамѣчается, хотя, повидимому, она и должна была бы существовать. Въ тѣхъ же, равно какъ и во многихъ другихъ болѣзняхъ, употребляютъ нынѣ часто сгущенный, т. е. сжатый воздухъ, помѣщая націента въ герметически закрытую комнату, въ которой воздухъ сгущаютъ нагнетательнымъ насосомъ. Дѣйствіе отчасти сходно съ тѣмъ, какое производитъ кислородъ, по той причинѣ, что въ данномъ объемѣ сгущеннаго воздуха будетъ заключаться больше кислорода, чѣмъ въ обыкновенномъ воздухѣ, а потому, какъ при кислородѣ, здѣсь данная поверхность легкихъ, при каждомъ вдыханіи, будетъ приходить въ прикосновеніе съ большимъ количествомъ кислорода, чѣмъ въ обыкновенныхъ обстоятельствахъ. Притомъ дыханіе кислородомъ и сгущеннымъ воздухомъ должно развивать и большее количество тепла, чѣмъ обыкновеннымъ, чѣмъ объясненіе приведено далѣе, когда говорится о горѣніи въ замкнутомъ пространствѣ.

По химическимъ свойствамъ кислородъ замѣчательнѣе тѣмъ, что **соединяется со многими веществами**. Впрочемъ немногія тѣла и смѣси тѣлъ (напримѣръ фосфоръ, мѣдь съ амміакомъ, гнѣющія органическія вещества, алдегидъ, пирогаллинъ со щелочью и др.) соединяются съ кислородомъ непосредственно при обыкновенной температурѣ, зато множество тѣлъ въ накаленномъ состояніи легко соединяются съ кислородомъ и часто это соединеніе составляетъ тогда быструю химическую реакцію, сопровождаемую отдѣленіемъ большого количества теплоты. Должно замѣтить, что всякая быстро совершающаяся реакція называется **горѣніемъ**, если она сопровождается столь большимъ отдѣленіемъ тепла, что происходитъ накаливаніе. Очень многія тѣла горятъ въ кислородѣ. Для начала горѣнія необходимо накаливать горючее вещество, или только нѣкоторую часть его. Лишь только горѣніе началось, т. е. лишь только накаленная часть вещества начинаетъ соединяться съ кислородомъ, то горѣніе продолжается уже безостановочно до тѣхъ поръ, пока не истребится все горючее тѣло или весь кислородъ. Для продолженія горѣнія нѣтъ

нужды въ новомъ накаливаніи, потому что при самомъ горѣніи отдѣляется такое количество тепла, которое совершенно достаточно для накаливанія остальныхъ частей горючаго вещества. Примѣры этого извѣстны каждому изъ ежедневнаго опыта. Многія изъ тѣлъ, горящихъ въ кислородѣ, горятъ и въ воздухѣ по той причинѣ, что въ послѣднемъ заключается кислородъ. Азотъ въ воздухѣ находящійся, не участвуетъ въ горѣніи, какъ не участвуетъ и въ дыханіи. Дыханіе, какъ и горѣніе состоитъ въ соединеніи, поглощеніи кислорода, въ образованіи его соединений — продуктовъ горѣнія. Продукты ихъ одни и тѣже. Тотъ опытъ съ тлѣющею лучинкою (стр. 51), посредствомъ котораго всегда узнается чистый кислородъ, легко объясняется на основаніи предыдущаго. Уже этотъ опытъ, равно какъ и многіе другіе опыты, ясно показываютъ, что горѣніе въ кислородѣ совершается съ большею скоростію и сопровождается сильнѣйшимъ накаливаніемъ, чѣмъ горѣніе въ обыкновенномъ воздухѣ. Это можно показать слѣдующими весьма ясными опытами: въ склянку, наполненную кислородомъ, опустимъ **уголь**, прикрѣпленный однимъ своимъ концомъ къ проволоку и предварительно накаленный въ пламени съ другаго конца. Уголь при этомъ весьма быстро раскаляется и горитъ, т. е. соединяется съ кислородомъ, образуя газообразный продуктъ горѣнія, называемый углекислымъ газомъ. Это тотъ самый газъ, который выдѣляется при дыханіи, потому что уголь есть одно изъ веществъ, получающихся при разложеніи всѣхъ органическихъ веществъ. Если опустить въ склянку наполненную кислородомъ кусокъ зазженной **сѣры**, положенный въ маленькую чашечку, прикрѣпленную на проволоку (фиг. 76), то сѣра, горѣвшая на воздухѣ весьма слабымъ пламенемъ, загорается въ кислородѣ, хотя блѣднымъ, но гораздо большимъ пламенемъ фиолетоваго цвѣта. Если вмѣсто сѣры положить въ чашечку кусокъ **фосфора** ¹⁾ и опустить



Фиг. 76. Способъ сожиганія сѣры, фосфора, натрія и т. п. въ кислородѣ. ^{1/12}.

¹⁾ Фосфоръ надо брать сухой, а то онъ, поглощая кислородъ, хранится въ водѣ. Отрѣзать его должно подъ водою, иначе при разрѣзѣ загорится. Для обсушиванія должно осторожно и скоро обжечь неклееною бумагою. Влажный, старая, даетъ брызги. Кусочки фосфора должно брать небольшой, иначе желѣзная ложечка сплавляется. На дно сосуда съ кислородомъ, въ этомъ и другихъ опытахъ сожиганія, должно наливать воды, чѣмъ предохраняются склянки отъ трещинъ. Пробку, запирающую сосудъ, назначаемый для сожиганія, никогда не должно плотно закрывать. Иначе, отъ расширения и разогрѣванія ее можетъ выбросить, вмѣстѣ съ ложечкой и горящимъ тѣломъ.

его въ кислородъ, то фосфоръ безъ накаливанія весьма медленно соединяется съ кислородомъ, если же его нагрѣть, хотя бы въ одномъ только мѣстѣ, то онъ загорается весьма яркимъ, невыносимымъ для глазъ бѣлымъ пламенемъ. Чтобы произвести это накаливаніе фосфора внутри самой склянки, проще всего должно прикоснуться къ нему накаленнымъ концомъ другой проволоки. Чтобы зажечь уголь надо его сильно накалить, сѣра загорается также только при нагрѣваніи, только выше 100° , а фосфоръ воспламеняется даже при слабомъ разогрѣваніи до 40° . Ввести въ склянку уже заженный въ воздухѣ фосфоръ нельзя, потому что онъ горитъ и въ воздухѣ очень быстро и большимъ пламенемъ.

Если въ такую же чашечку, какую употребили мы для сжиганія фосфора, положить кусочекъ металлическаго **натрія**, расплавить его и зажечь въ пламени, то натрій горитъ на воздухѣ весьма слабо. Если же такой горящій натрій погрузить въ кислородъ, то горѣніе усиливается и сопровождается довольно яркимъ желтымъ пламенемъ. Металлическій **магній**, заженный въ воздухѣ и въ немъ уже ярко горящій, продолжаетъ горѣть въ кислородѣ, причемъ образуется бѣлый порошокъ (магnezія) и отдѣленіе свѣта еще болѣе усиливается. Сплошной кусокъ **жельза** или стали не горитъ на воздухѣ, но въ кислородѣ можно легко сжечь жельзную проволоку или стальную пружину. Можно было бы конечно сжечь и гораздо болѣе большой кусокъ жельза, еслибы только было удобно накалить его до надлежащей степени ¹⁾. Чтобы произвести накаливаніе часовой пружины, къ концу ея прикрѣпляютъ кусокъ тру-



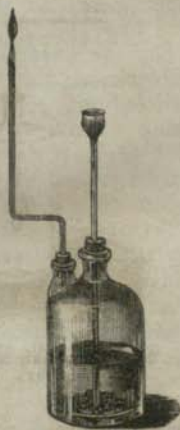
Фиг. 77. Способъ сжиганія стальной пружины въ кислородѣ. ^{1/18}.

та (или бумаги пропитанной растворомъ селитры и высушенной), трутъ зажигаютъ и тогда проволоку опускаютъ въ кислородъ. Горящій трутъ накаливаетъ конецъ пружины, накаленная пружина загорается и при этомъ накаливаетъ дальнѣйшія части пружины, такъ что она вся можетъ сгорѣть. Горѣніе стали или жельза въ кислородѣ не сопровождается пламенемъ, но отъ горящей части жельза разлетаются во всѣ стороны накаленные искры. Горѣніе жельза можно легко произвести не только въ кислородѣ, но и прямо на воздухѣ, если только же-

¹⁾ Мы узнаемъ впоследствии, что пропуская кислородъ и даже воздухъ въ раскаленное жельзо или, еще лучше, въ расплавленный чугунокъ, можно сжечь все жельзо, и. ч. поверхность прикосновения тогда велика.

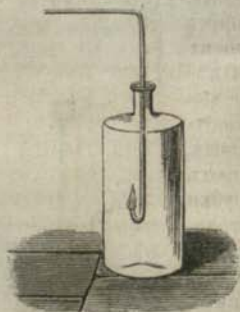
лѣзо будетъ въ видѣ самого мелкаго порошка. Такъ, при кованіи накаленнаго желѣза, по сторонамъ разлетаются мелкіе желѣзные осколки, которые горятъ на воздухѣ, что можно видѣть изъ того, что они, разлетаясь, остаются накаленными и изъ того, что эти брызги послѣ охлажденія дѣйствительно представляютъ уже не желѣзо, а соединеніе его съ кислородомъ. Тоже происходитъ въ огниви, когда имъ сильно ударяютъ о кремень. Отъ тренія и удара отдѣляются и нагрѣваются чешуйки стали огнива и онѣ горятъ въ воздухѣ. Еще лучше можно видѣть горѣніе желѣза если взять столь мелкій порошокъ его, какой получается чрезъ разложеніе нѣкоторыхъ его соединеній, напр. черезъ накаливаніе берлинской лазури или чрезъ возстановленіе (стр. 227) водородомъ соединеній желѣза съ кислородомъ; столь мелко раздробленное желѣзо, высыпанное на воздухъ, само собой загорается, даже безъ предварительнаго накаливанія. Это зависитъ конечно оттого, что порошокъ желѣза представляетъ большую поверхность прикосновенія съ воздухомъ, чѣмъ равный съ нимъ по вѣсу кусокъ желѣза. Итакъ желѣзо есть металлъ горючій. Таковы же и многія другія простыя тѣла, кромѣ тѣлъ, которыхъ горѣніе выше упомянуто. Однако не все горятъ. Но этотъ вопросъ мы подробнѣе будемъ разбирать, описывая разные простыя тѣла, а теперь остановимся подробнѣе надъ горѣніемъ водорода, какъ элемента нами уже описаннаго, и разберемъ явленія и продукты его горѣнія.

Горѣніе водорода въ кислородномъ газѣ весьма сходно съ горѣніемъ его въ воздухѣ. Для того, чтобы производить такого рода опытъ, должно изъ сосуда, выдѣляющаго водородъ, провести газоотводную трубку, которую загнуть книзу, а потомъ крючкомъ снова кверху, и этотъ короткій конецъ газоотводной трубки вытянуть; пропуская черезъ газоотводную трубку водородъ должно зажечь его въ воздухѣ и послѣ зажиганія опустить газоотводную трубку въ склянку съ кислородомъ (фиг. 79). Горѣніе въ кислородѣ будетъ продолжаться, пламя укоротится, но явленіе будетъ тоже самое, какъ и въ воздухѣ, пламя останется блѣднымъ, не смотря на то, что температура его весьма значительно повысится. Надъ горѣніемъ водорода можно ясно показать, что горѣніе состоитъ въ соединеніи горя-

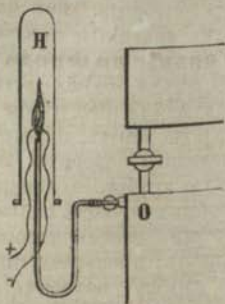


Фиг. 78. Простейшая форма прибора для показанія горючести водорода. 1/10.

шаго тѣла съ кислородомъ и что пламя есть именно то пространство, гдѣ происходитъ такое соединеніе съ кислородомъ, потому что точно также можно сжечь кислородъ въ водородѣ, какъ водородъ въ кислородѣ. Для того, чтобы показать горѣніе кислорода въ водородѣ, наполняютъ газометръ кислородомъ и проводятъ отъ его крана вертикальную трубку, кончающуюся тонкимъ отверстіемъ. Передъ этимъ отверстіемъ должно укрѣпить двѣ проволоки на такомъ разстояніи, чтобы проходящій черезъ нихъ токъ производилъ постоянный рядъ искръ. Это необходимо для того, чтобы зажечь выдѣляющійся кислородъ (для того же можно укрѣпить около отверстія трутъ и разжечь его). Когда около отверстія укрѣплены проволоки и черезъ нихъ проходитъ рядъ искръ, то газоотводную трубку вводятъ въ колоколь, наполненный водородомъ и обращенный, конечно (по легкости водорода), отверстіемъ внизъ. Если отверстіе газоотводной трубки будетъ уже находиться въ колоколь, то тогда (не ранѣе, иначе можетъ произойти взрывъ) отворяютъ край газометра, кислородъ притекаетъ въ водородъ и зажигается искрой (фиг. 80). Получается пламя точно такое же какъ при горѣніи водорода въ кислородѣ ¹⁾. Здѣсь очевидно, что пламя не есть водородъ горящій, а есть то мѣсто, гдѣ кислородъ соединяется съ водородомъ, потому что можетъ быть получено пламя горящаго кислорода, точно также, какъ и



Фиг. 79. Горѣніе водорода въ кислородѣ. $\frac{1}{10}$.



Фиг. 80. Расположеніе прибора для показанія горѣнія кислорода, выдѣляющагося изъ газометра O, въ цилиндръ съ водородомъ H. $\frac{1}{10}$.

пламя горящаго водорода. **Продуктъ** или вещество, получающ

¹⁾ Можно производить опытъ и безъ проволокъ, если зажечь водородъ (фиг. 67) и въ это время ввести цилиндръ на конецъ газопроводной трубки, идущей отъ газометра съ кислородомъ (фиг. 80).

шее при такомъ горѣннн, есть во всякомъ случаѣ **вода**, будетъ ли кислородъ горѣть въ водородѣ, или обратно, или будетъ водородъ въ воздухѣ. Доказательство этому видно изъ того, что во время горѣннн, если даже будутъ взяты совершенно высушенные газы, образуется вода, которая, охлаждаясь на стѣнкахъ сосуда, въ которомъ происходитъ горѣннн, скопляется въ капли и можетъ быть собрана. Для такого собираннн воды лучше всего надъ пламенемъ горящаго въ воздухѣ водорода укрѣпить воронку и изъ нея аспираторомъ (фиг. 69) вытягивать воздухъ. Струя воздуха унесетъ весь образовавшнйся водяной паръ, который можно собрать, пропуская воздухъ чрезъ холодильникъ или поглощая воду хлористымъ кальциемъ или другимъ поглощающимъ веществомъ.

Если вмѣсто водорода взять какой либо другой горючнй газъ, напр. свѣтнльный, то явленнн горѣннн будетъ совершенно такое же, какъ и при водородѣ, только пламя получается яркое и продукты будутъ другнне. Впрочемъ, такъ какъ въ свѣтнльномъ газѣ находится значительное количество водорода какъ свободнаго, такъ и соединеннаго, то и воды, при его горѣннн, образуется также значительное количество. Причина, по которой горѣннн водорода даетъ пламя блѣдное, а свѣтнльнаго газа яркое, будетъ разсмотрѣна нами далѣе.

Если смѣшать водородъ съ кислородомъ, именно въ такой пропорцнн, въ которой они даютъ воду, т. е. на 2 объема водорода взять 1 объемъ кислорода, то получится смѣсь, одинаковая съ тою, которая образуется при разложеннн воды гальваническимъ токомъ. Такая смѣсь носитъ названнн гремучаго газа, какъ мы уже говорили (стр. 190). Мы уже разсмотрѣли въ прошлой главѣ, что соединеннн водорода съ кислородомъ или образованнн воды изъ гремучаго газа не можетъ произойти иначе, какъ при нагрѣваннн или дѣнствнн губчатой платины. Замѣтнмъ еще, что такое же соединеннн можетъ происходить при дѣнствнн электрической искры, потому что искра накаливаетъ то газовое пространство, въ которомъ проходитъ, и дѣнствуетъ, слѣдовательно, какъ зажнганнн посредствомъ прикосновеннн горящаго или накаленнаго тѣла. Дѣнствнтельно, можно вмѣсто искры просто взять тонкую проволоку и пропускать черезъ нее токъ, такъ, чтобъ она накаливалась; искры не будутъ, но воспламененнн будетъ, если только проволока будетъ взята довольно тонкая и отъ прохожденнн тока будетъ накаливаться, такъ что не искра дѣнствуетъ здѣсь, а накалнваннн, которое воспламеняетъ гремучую смѣсь. Лордъ Кавендншъ, въ концѣ прошлаго столѣтнн, произвелъ такой опытъ зажнганнн гремучаго газа въ приборѣ, изображенномъ на фиг. 81. Воспламененнн съ помощню электрической искры тѣмъ удобно,

что даетъ возможность производить его въ закрытомъ сосудѣ,



Фиг. 81. Приборъ Кавендиша для взрыва гремучаго газа. Колоколь, стоящій въ ваннѣ, наполняетъ сперва 1 об. кислорода, потомъ 2 об. водорода, потомъ къ нему привинчивается толстостѣнный сосудъ В съ краномъ. Изъ этого сосуда предварительно выкачанъ воздухъ. Когда открыть кранъ, сосудъ наполнится гремуч. газомъ. При закрытомъ кранѣ, произв. взрывъ лейденскою банкою, обкладка коей сообщается съ одною, а шарикъ съ другою проволокою, несходящимися въ сосудъ В. Послеъ прохода искры и взрыва открываютъ кранъ и вода поднимается на объемъ равный В.

а потому химики съ тѣхъ поръ постоянно и употребляютъ этотъ способъ воспламененія, когда требуется зажечь смѣсь кислорода съ горючимъ газомъ. Такъ этимъ способомъ легко было доказать составъ воды. Если въ колоколь впускать 2 об. водорода и 1 об. кислорода и потомъ, открывъ краны, перепустить эту смѣсь въ верхній толстостѣнный сосудъ, запереть краны и пропустить чрезъ гремучій газъ искру лейденской банки, какъ показывается фигура, то произойдетъ горѣніе внутри прибора. Отворяя кранъ, легко замѣтитъ по вхожденію воды, что газы исчезли, превратившись въ воду.

Можно весьма точными опытами доказать, что для **воспламененія** гремучаго газа требуется **определенная температура**, по крайней мѣрѣ въ какой либо части смѣси. Если температура будетъ ниже извѣстной, то соединеніе происходитъ не будетъ, но если она въ какой либо части возвысится до температуры воспламененія, то тогда въ этой части произойдетъ соединеніе и разовьется теплота, достаточная для воспламененія остальной массы, или, по крайней мѣрѣ, сосѣднихъ частей гремучей смѣси. Объ температурѣ, необходимой для воспламененія, можно судить, разбавляя гремучій газъ водородомъ, или кислородомъ. Если къ одному объему гремучаго газа ($\frac{1}{3}$ объема кислорода и $\frac{2}{3}$ объема водорода) прибавить 10 объемовъ кислорода, или 4 объема водорода, или 3 объема углекислаго газа, то, пропуская искру черезъ такую разбавленную смѣсь, не получимъ уже взрыва. Это зависитъ отъ того, что при разбавленіи гремучаго газа другимъ, температура, развивающаяся при соединеніи, будетъ понижена, потому что теплота, развивающаяся отъ соединенія небольшого количества водорода и кислорода, накаливаемого искрой, передается не только водѣ, происходящей при такомъ соединеніи, но и подмѣшанному къ гремучему газу постороннему веществу; притомъ подмѣсью другого газа измѣняется какъ теплопроводность га-

зовой смѣси, такъ и способность ея пропускать лучистую теплоту. Такимъ образомъ $\frac{1}{4}$ объема окиси углерода, равный объемъ болотнаго газа, 2 объема хлористоводороднаго газа и амміака и 6 объемовъ азота, также какъ и 12 об. воздуха прибавл. къ одному объему гремучаго газа, препятствуютъ взрыву. Но чисто гремучій газъ взрывается отъ накаленной до-красна желѣзной проволоки и отъ угля, столь слабо накаленного, что свѣтъ его едва видѣнъ днемъ, также какъ и отъ быстрого сжатія, причѣмъ, какъ извѣстно, выдѣляется теплота. Если же сжатіе производить медленно, такъ чтобы разрывающееся отъ сжатія тепло успѣвало передаваться окружающему пространству, то при сжатіи, даже въ 150 разъ, не происходитъ соединенія кислорода съ водородомъ, потому что они не нагрѣваются. Если бумагу смочить растворомъ платины (въ царской водкѣ) съ подмѣсью нашатыря и потомъ сжечь, то получится зола, въ которой находится мелко раздробленная платина; она представляетъ лучшую форму для воспламененія водорода и гремучаго газа. Платиновая проволока зажигаетъ водородъ даже при полномъ очищеніи поверхности проволоки, только при слабомъ нагрѣваніи; губчатая платина и при обыкновенной температурѣ, а платина въ столь раздробленномъ видѣ, въ какомъ она находится въ золѣ, даже при 20° . Многіе другіе металлы, какъ палладій, иридій, золото дѣйствуютъ при слабомъ нагрѣваніи также какъ и платина; уголь воспламеняетъ гремучій газъ только при 350° , также какъ и большинство другихъ тѣлъ; но ртуть при своей температурѣ кипѣнія не воспламеняетъ гремучаго газа. Причина, по которой платина и другія пористыя тѣла воспламеняютъ гремучій газъ, состоитъ вѣроятно въ томъ, что эти газы сгущаются платиной и при быстромъ сгущеніи выдѣляется теплота, происходитъ накачиваніе, которое и воспламеняетъ газъ.

Соединеніе водорода съ кислородомъ, происходящее быстро, сопровождается слабымъ отдѣленіемъ свѣта, но всегда весьма значительнымъ отдѣленіемъ тепла, а именно, по опредѣленіямъ *Фавра и Зильбермана*, 1 вѣсовая часть водорода, при образованіи воды, отдѣляетъ 34,462 единиць тепла. Такъ какъ это тепло передается происходящимъ притомъ девяти вѣсовымъ частямъ водянаго пара, и какъ теплоемкость этого послѣдняго равна 0,475, то легко получить понятіе объ той высокой температурѣ, которая должна получиться при взрывѣ гремучаго газа. 34,462 единицы тепла нагрѣли бы 9 частей воды на 3830° ; но 9 частей водянаго пара они нагрѣваютъ, судя по его теплоемкости, до 8061° , если во все время горѣнія давленіе не будетъ измѣняться, и потому, при горѣнн гремучаго газа въ открытомъ воздухѣ, можетъ получиться температура до 8000° (II); въ дѣйствительности же она будетъ гораздо ниже этой, потому что часть тепла будетъ передаваться лучеиспусканіемъ окружающей средѣ. Если гремучій газъ даетъ воду въ запертомъ пространствѣ, то образующійся водяной паръ не можетъ расширяться, и потому для вычисленія тем-

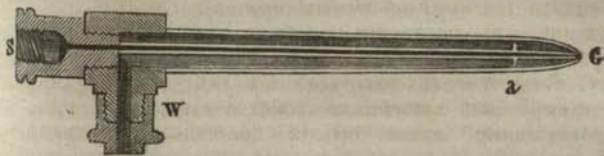


пературы горѣнія, нужно принять во вниманіе теплоемкость при постоянномъ объемѣ, которая для водянаго пара равна 0,36. Это число даетъ возможность опредѣлить, что температура замкнутаго гремучаго газа во время его воспламененія равняется почти $10,000^{\circ}$. Этимъ объясняется весьма легко тотъ взрывъ, который замѣчается при горѣніи гремучаго газа. При столь высокой температурѣ, водяные пары, образующіеся черезъ горѣніе, должны занимать огромное количество, по крайней мѣрѣ въ 20 разъ превышающее то, которое занималъ гремучій газъ при обыкновенной температурѣ. Быстрое расширеніе должно происходить при горѣніи гремучаго газа оттого, что пары будутъ обладать огромною упругостью. Это и составляетъ причину взрыва. Гремучій газъ производитъ звукъ не только вслѣдствіе того сотрясенія, которое происходитъ отъ быстрого расширенія нагрѣтаго пара, происходящаго при горѣніи, но также и оттого, что тотчасъ затѣмъ наступаетъ охлажденіе, превращеніе паровъ въ воду и быстрое сжатіе.

Очевидно, послѣ этого, что не только водородъ, но и всякій другой газъ, способный горѣть, будетъ давать съ кислородомъ взрывчатую смѣсь. Оттого то свѣтильный газъ, смѣшанный даже съ воздухомъ, даетъ взрывъ весьма сильный, если такая смѣсь будетъ воспламенена. То давленіе, которое получается при такихъ взрывахъ, можетъ служить для движенія машины, если по обѣимъ сторонамъ поршня попеременно производить взрывы. При этомъ можно пользоваться не только тѣмъ давленіемъ, которое происходитъ при взрывѣ, но и тѣмъ сжатіемъ, которое происходитъ послѣ взрыва. На этомъ взрывѣ дѣйствительно основано устройство нѣсколькихъ двигательныхъ машинъ, изъ которыхъ наибольшую извѣстностью пользуются машины Ленуара, пользующіяся расширеніемъ, происходящимъ при взрывѣ, и машины Отто и Лангена, основанныя на сжатіи, происходящемъ при взрывѣ. Для взрыва при этомъ обыкновенно берется свѣтильный газъ и воздухъ. Въ машинѣ Ленуара смѣсь свѣтильнаго газа съ воздухомъ воспламеняется посредствомъ искры отъ Румкорфовой спирали, а въ нѣкоторыхъ другихъ машинахъ воспламененіе производится прямымъ зажиганіемъ посредствомъ пламени газоваго рожка.

Изъ предыдущаго очевидно, что при горѣніи гремучаго газа должна получаться весьма высокая температура, и дѣйствительно, этимъ путемъ получается температура несравненно болѣе высокая, чѣмъ какою бы нибыло другимъ способомъ обыкновеннаго горѣнія въ воздухѣ. Поэтому то и пользуются гремучимъ газомъ, а также и смѣсью различныхъ другихъ газовъ съ кислородомъ, для полученія самыхъ возвышенныхъ температуръ. Съ помощью такихъ высокихъ температуръ удается въ большомъ видѣ плавить такіе металлы, какъ желѣзо и

платину, которые не могут быть расплавлены въ горнахъ, а легко подвергается плавленію въ гремучемъ газѣ. Для употребленія гремучаго газа съ этою цѣлью, устроивается горѣлка, изображенная на фигурѣ 82. Она состоитъ изъ двухъ вло-



Фиг. 82. Безопасная горѣлка для гремучаго газа, описанная въ текстѣ. $\frac{1}{2}$.

женныхъ другъ въ друга трубокъ. Онѣ дѣлаются изъ мѣди и скрѣпляются какъ показано на фигурѣ. Внутренняя центральная трубка *S* проводитъ кислородъ, боковая же и охватывающая трубка *W* проводитъ водородъ. Газы не смѣшиваются между собою раньше выхода, и потому взрыва быть не можетъ въ самомъ аппаратѣ. Для употребленія такой горѣлки, соединяють *S* съ газометромъ, содержащимъ кислородъ, а *W* съ газометромъ, содержащимъ водородъ. Посредствомъ крановъ легко регулировать количество протекающихъ къ горѣлкѣ *G* газовъ. Пламя получается самое короткое и наиболѣе развивающее тепла только тогда, когда на 2 объема водорода будетъ ровно 1 объемъ кислорода. Объ степени жара легко судить, потому что въ газѣ, правильно составленномъ, тонкая платиновая проволока весьма легко плавится. Такую горѣлку очевидно можно сдѣлать подвижною.

Вставляя ее въ отверстіе, сдѣланное въ кускѣ извести, выточившей внутри въ формѣ чашки, мы получимъ приборъ, въ которомъ легко плавить платину, даже въ значительномъ количествѣ, если притокъ водорода и кислорода будетъ довольно великъ и, въ особенности, если увеличится давленіе протекающихъ газовъ. Въ сжатомъ состояніи, какъ видно уже изъ чиселъ выше приведенныхъ, температура, развиваемая горѣниемъ, должна быть выше. Пламя гремучаго газа служитъ также и для освѣщенія. Оно само по себѣ весьма блѣдно, но по своей высокой температурѣ можетъ служить для накаливанія предметовъ не плавкихъ, и при той большой степени жара, которая свойственна гремучему газу, это накаливаніе даетъ сильнѣйшій свѣтъ. Для накаливанія обыкновенно употребляютъ известъ; потому что она не плавится даже въ сильнѣйшемъ жару, развиваемомъ гремучимъ газомъ. Кусокъ извести, поставленный въ пламя гремучаго газа, подлежащимъ



образомъ регулированное, даетъ весьма яркій и бѣлый свѣтъ, который предложенъ былъ въ свое время для освѣщенія мавзольевъ, но нынѣ замѣненъ съ большою выгодой, относительно постоянства и многихъ другихъ свойствъ, электрическимъ свѣтомъ. Такой свѣтъ отъ извести, накаленной въ гремучемъ газѣ, называется *друммондовымъ свѣтомъ*.

Замѣтимъ, что соединенія простыхъ тѣлъ съ кислородомъ, носятъ общее названіе **окисловъ**. Такъ вода, судя по предыдущему, есть окисель водорода. Въ слѣдующей главѣ мы рассмотримъ общія химическія свойства такихъ окисловъ.

Вышеуказанные случаи горѣнія представляютъ примѣры горѣнія простыхъ тѣлъ въ кислородѣ, но совершенно подобныя же явленія замѣчаются и при **горѣніи сложныхъ тѣлъ**. Такъ, напримѣръ, твердое, безцвѣтное, блестящее вещество, состоящее изъ углерода и водорода и называемое нафталиномъ, горитъ на воздухѣ копящимъ пламенемъ, а въ кислородѣ продолжаетъ горѣть весьма яркимъ пламенемъ. Также точно въ кислородѣ (напр., проводя кислородъ по трубѣ въ пламя лампы) горятъ спиртъ, масла и прочія горючіе вещества. При этомъ развивается высокая температура, чѣмъ иногда и пользуются въ химической практикѣ.

Чтобы понять, почему горѣніе въ кислородѣ идетъ быстрее и сопровождается сильнѣйшимъ нагрѣваніемъ, чѣмъ горѣніе на воздухѣ, должно припомнить, что воздухъ есть кислородъ разбавленный азотомъ, не поддерживающимъ горѣнія, а потому къ поверхности горящаго тѣла притекаетъ меньше частицъ кислорода въ воздухѣ, чѣмъ въ чистомъ кислородѣ. Впрочемъ, самая важная причина силы горѣнія въ кислородѣ состоитъ, конечно, въ той высокой температурѣ, которую имѣетъ горящее тѣло. Рассмотримъ для примѣра горѣніе хотя бы сѣры въ воздухѣ и кислородѣ. Мы уже говорили, что многія реакціи соединенія сопровождаются отдѣленіемъ тепла. Если 1 граммъ сѣры горитъ, въ воздухѣ ли въ кислородѣ ли—все равно, онъ отдѣляетъ 2250 единицъ тепла, т. е. отдѣляющаяся теплота способна нагрѣть 2250 грамм. воды на 1° Ц. Эта отдѣляющаяся теплота въ воздухѣ передается сѣрнистому газу, образуемому чрезъ соединеніе сѣры съ кислородомъ и азоту пришедшему къ сѣрѣ вмѣстѣ съ кислородомъ. При горѣніи 1-го грамма сѣры образуется 2 грамма сѣрнистаго газа, то есть съ сѣрою соединяется 1 граммъ кислорода. Чтобы къ сѣрѣ имѣлъ доступъ 1 граммъ кислорода, необходимо, чтобы пришло къ сѣрѣ 3,4 грамма азота, потому что въ воздухѣ на 23 части (по вѣсу) кислорода 77 частей азота. Итакъ при горѣніи 1 грамма сѣры въ воздухѣ 2250 единицъ тепла передадутся по крайней мѣрѣ 2 гр. сѣрнистаго га-

за и 3,4 грамма азота. Такъ какъ для нагрѣванія 1 грамма сѣрнистаго газа на 1° Ц. нужно 0,155 единицы тепла, то для нагрѣванія 2 граммовъ нужно 0,31 ед. тепла. Точно также для нагрѣванія 3,4 гр. азота нужно 3,4. 0,24 или 0,83 ед. тепла, поэтому, для нагрѣванія обоихъ газовъ на 1° Ц. нужно $0,31 + 0,83$ или 1,14 ед. тепла, а какъ при горѣннн сѣры отдѣляется 2,250 ед. тепла, то газы нагрѣются до $\frac{2250}{1,14}$ или до

1974° Ц. То есть высшая температура, могущая быть въ пламени сѣры, горящей въ воздухѣ, будетъ 1974° Ц. Въ дѣйствительности же она будетъ конечно меньше, потому что теплота горѣнння передается не только сѣрнистому газу и азоту, но и воздуху, окружающимъ предметамъ и др. При горѣннн сѣры въ кислородѣ, развивающаяся теплота (2250 единицъ) можетъ перейти только къ 2 граммамъ сѣрнистаго газа, а потому высшая температура пламени сѣры въ кислородѣ будетъ $= \frac{2250}{0,31}$ или 7258° . Точно также можно вычислить что температура угля, горящаго въ воздухѣ, не можетъ быть выше 2700° , тогда какъ въ кислородѣ она можетъ достигнуть до 10100° Ц. Итакъ въ кислородѣ температура горѣннн выше чѣмъ въ воздухѣ.

Между явленіями, сопровождающими горѣнне нѣкоторыхъ тѣлъ въ воздухѣ, обращаетъ на себя вниманіе явленіе **пламени**. Сѣра, фосфоръ, натрій, магній, нафталинъ и др. горятъ, какъ и водородъ, пламенемъ, тогда какъ при горѣннн другихъ тѣлъ пламени не замѣчается, напр. при горѣннн угля и желѣза. Появленіе пламени зависитъ отъ способности горящаго тѣла переходить при температурѣ горѣннн въ пары или газы. При температурѣ горѣннн, сѣра, фосфоръ, натрій и нафталинъ переходятъ въ пары, дерево же, спиртъ, масла и пр. разлагаются при температурѣ горѣннн на вещества газообразныя и парообразныя. Горѣнне паровъ и газовъ и образуетъ пламя, а потому *пламя есть горящія и накаленные отъ горѣннн пары и газы*. Оттого газъ, употребляемый для освѣщенія и всякій другой горючій газъ и паръ горятъ пламенемъ. Легко доказать, что въ пламени такихъ нелетучихъ тѣлъ, какъ дерево, находятся образовавшіеся изъ него летучія и горючія тѣла, если въ такое пламя вставить трубку и изъ нея вытягивать воздухъ аспираторомъ. Кромѣ продуктовъ горѣннн въ аспираторъ соберутся и горючіе газы, и жидкости, бывшія въ пламени въ видѣ паровъ. Желѣзо и уголь при температурѣ горѣннн не превращаются въ паръ, а потому горятъ безъ пламени. Пламя имѣетъ различную **яркость**, смотря потому, находятся или нѣтъ въ горящемъ

парѣ или газѣ *твердыхъ* накаленные частицы или нѣтъ. Накаленные пары и газы сами по себѣ мало свѣтятъ ¹⁾, а потому образуютъ блѣдное пламя. Если въ пламени не находится твердыхъ частицъ, то пламя прозрачно, блѣдно, издаетъ мало свѣта. Таково пламя горящаго спирта, пламя сѣры, водорода. Блѣдное пламя можно сдѣлать свѣтящимся, помѣщая въ немъ мелкія части твердыхъ тѣлъ. Твердое тѣло, накаливаясь, свѣтитъ больше, чѣмъ газъ (потому что оно менѣе прозрачно, чѣмъ газъ).

Такъ, если въ блѣдное спиртовое пламя помѣстить самую тонкую проволочку, напримѣръ, платиновую, то и она издаетъ яркій свѣтъ. Еще проще это можно доказать, насыпая въ пламя порошекъ негорючаго вещества, напримѣръ, мельчайшій песокъ, или помѣщая въ пламя пучекъ нитей горнаго льна (азбеста), который представляетъ особый камень, кристаллизующійся столь тонкими призмами, что онѣ гибки и подобны нитямъ. Во всякомъ яркомъ пламени всегда заключаются и какія либо твердыя частицы. Такъ, въ яркомъ пламени фосфора заключаются твердыя частицы окисленного вещества, происходящаго отъ горѣнія фосфора. Это вещество есть соединеніе фосфора съ кислородомъ и называется фосфорнымъ ангидридомъ. Пламя натрія, горящаго въ кислородѣ, имѣетъ ярко-желтый цвѣтъ, потому что въ немъ находятся частицы твердой перекиси натрія. Пламя магнія ярко оттого, что при горѣніи образуется твердая магнезія, которая раскаляется, точно также, какъ въ друммондовомъ свѣтѣ яркость зависитъ отъ того, что тепло накаливаетъ твердую летучую известь. Пламя горящей свѣчи, дерева и т. п. веществъ имѣетъ яркость, потому что въ такомъ пламени находятся частицы угля или копоть. Свѣтитъ собственно не пламя, а накаленная копоть въ немъ находящаяся. Эти частички угля, находящіяся въ пламени, легко замѣтить, введя въ пламя холодный предметъ, напримѣръ, ножъ. Частички угля на наружной сторонѣ пламени сгораютъ, если притекаетъ къ пламени достаточно воздуха, если же притокъ воздуха, то есть кислорода, недостаточенъ для этого, то пламя коптитъ, то есть эти не сгорѣвшія частички угля уносятся токомъ воздуха.

Свѣтъ появляется только при накаливаніи до 600° Ц. Исслѣдованія Беккереля показали, что, принимая за единицу силу свѣта, развиваемую при накаливаніи до 916° (темп. плавленія серебра), будемъ

¹⁾ Всѣ прозрачныя тѣла, хорошо пропускающія свѣтъ (то есть мало поглощающія свѣтъ) при накаливаніи мало свѣтятся. Точно также и тѣла поглощающія мало теплыхъ лучей, при накаливаніи не пропускаютъ мало лучей тепла.

имѣть слѣдующія свѣтотворныя напряжения при другихъ температурахъ: при 500° — 0; при 600 — 0,003; при 700° — 0,02; при 800° — 0,13; при 900° — 0,75; при 1000° — 4; при 1037° (плавл. золота) — 8; при 1100° — 25; при 1157° (плавленіе мѣди) — 69; при 1200° — 146; при 1500° — 28900, а при 2000° — 191 миллионъ.

Это значитъ, что 1 кв. сантиметръ поверхности расплавленного золота испускаетъ столько свѣта, сколько 8 кв. сант. поверхности расплавленного серебра и сколько $\frac{1}{3610}$ доли кв. сантиметра поверхности вещества, нагрѣтаго до 1500°. Здѣсь ясно, что при извѣстныхъ высокихъ температурахъ, малое увеличеніе нагрѣванія весьма значительно усиливаетъ свѣтъ, а потому и понятна та разность въ яркости горѣнія, какая замѣчается при горѣніи въ воздухъ и кислородѣ. Въ послѣднемъ значительно ярче, и ч. температура значительно выше, чѣмъ въ воздухѣ. Дешевые способы добычи кислорода могутъ современемъ совершенно измѣнить яркость нашего обыкновеннаго освѣщенія. Настанетъ, можетъ быть, пора, когда въ каждомъ газовомъ фонарѣ будутъ проводить кромѣ свѣтлительнаго газа и кислородъ, чтобы имѣть яркій свѣтъ. Электрическій свѣтъ, какъ одинъ изъ самыхъ ярихъ видовъ искусственнаго свѣта, обладаетъ этимъ свойствомъ потому именно, что температура накаливанія переносимыхъ съ одного угольнаго электрода на другой угольныхъ частицъ при этомъ весьма высока.

Говоря объ освѣщеніи, нельзя не упомянуть о томъ, что Франклендъ признаетъ за причину яркости пламени не твердыя частицы веществъ, находящихся въ пламени, а накаливаніе тяжелыхъ паровъ, какіе дѣйствительно должны находиться въ обыкновенномъ яркомъ пламени. Подтверженіемъ для такого мнѣнія служатъ слѣдующіе факты: 1) взрывъ сгущеннаго гремучаго газа даетъ яркій свѣтъ, тогда какъ при обыкновенномъ давленіи свѣтъ очень слабъ; 2) такія вещества какъ мышьякъ, сгарая, не содержатъ въ пламени летучихъ веществъ, и ч. и самъ мышьякъ и его окисель летучи, и между тѣмъ поджечь мышьяка придаетъ значительную яркость свѣту, чѣмъ пользуются для сигналовъ и ракетъ. Самъ мышьякъ и его окисель даютъ пары очень тяжелые. Сущность ученія о яркости пламени этимъ измѣняется, хотя въ дѣйствительности измѣненіе понятій при этомъ и незначительно, и ч. ни одно твердое тѣло нельзя вообразить вполне летучимъ, такъ что, по всей вѣроятности, и тяжелые пары и твердыя частицы одновременно сообщаютъ яркость обыкновенному пламени горящихъ углеродистыхъ веществъ.

Соединеніе тѣлъ съ кислородомъ при накаливаніи можетъ и не представлять признаковъ горѣнія, когда при этомъ температура незначительно повышается. А это можетъ происходить или отъ того, что соединяющееся тѣло (напр. ртуть, олово, свинецъ) развиваетъ мало теплоты или отъ того что развиваемая теплота передается хорошимъ проводникамъ тепла, напр. металламъ или тогда, когда соединеніе съ кислородомъ совершается медленно и развивающееся тепло успѣваетъ передаваться окружающимъ тѣламъ. Горѣніе есть только частный,



рѣзкій, бросающійся въ глаза случай соединенія съ кислородомъ. Дыханіе есть тоже соединеніе съ кислородомъ, оно также служитъ какъ и горѣніе для образованія теплоты, хотя не само собою (поглощеніемъ кислорода и выдѣленіемъ углекислаго газа), но тѣмъ химическимъ процессомъ, который есть его слѣдствіе (превращеніемъ кислорода въ углекислый газъ). Лавуазье высказалъ это въ яркомъ парадоксальномъ выраженіи: «дыханіе есть медленное горѣніе».

Кислородъ можетъ соединяться не только при накаливаніи и столь быстро, какъ это происходитъ при горѣніи, но и медленно. Реакціи медленнаго соединенія тѣмъ съ кислородомъ называются **окисленіемъ**, потому что чрезъ подобное соединеніе (какъ чрезъ горѣніе), многія вещества даютъ вещества кислоты. Оттого произошло и самое названіе кислорода (Oxygenium, oxygène, Sauerstoff). Горѣніе есть только быстрое окисленіе. Примѣромъ окисляющихся тѣлъ могутъ служить фосфоръ, желѣзо, виноградное вино и т. п. Если такіе окисляющіяся вещества оставить въ прикосновеніи съ опредѣленнымъ объемомъ кислорода или воздуха, то мало по малу они поглощаютъ кислородъ, что можно замѣтить по уменьшенію его объема. Такое медленное окисленіе обыкновенно рѣдко сопровождается ощутительнымъ отдѣленіемъ тепла, но отдѣленіе тепла въ дѣйствительности существуетъ, только не замѣчается нами по незначительности происходящаго повышенія температуры, а это зависитъ отъ медленности хода реакціи и отъ выдѣленія (чрезъ лучеиспусканіе и проч.) образованнаго тепла. Такъ, при окисленіи вина и превращеніи его въ уксусъ, при обыкновенномъ способѣ приготовленія послѣдняго, нельзя замѣтить отдѣляющаго тепла, потому что оно длится цѣлыя недѣли, но, при такъ называемомъ скоромъ способѣ фабрикаціи уксуса, когда окисаютъ довольно большія количества вина, уже становится замѣтнымъ отдѣленіе тепла.

Въ природѣ совершается при дѣйствіи воздуха бездна такихъ медленныхъ процессовъ окисленія. Къ этому особенно способны умершіе организмы и вещества изъ нихъ полученныя, напр. трупы животныхъ, дерево, шерсть, травы и т. п. Они **гниютъ и истлѣваютъ**, то есть ихъ твердыя вещества превращаются въ газы, подъ вліяніемъ влажности, кислорода воздуха и часто подъ вліяніемъ развитія другихъ организмовъ, какъ то плесени, червей и т. п. Это суть процессы медленнаго горѣнія, медленнаго соединенія съ кислородомъ. Въ почвѣ содержатся и постоянно происходятъ такіе процессы. Всякій знаетъ, что навозъ гниетъ и развиваетъ тепло, что кучи влажной травы, что сырая мука, солома и т. п. разогрѣ-

ваются и при этомъ измѣняются. Хлопчатая бумага, смоченная масломъ (на фабрикахъ ею обтираютъ масло, употребляемое для смазки машинъ), лежащая большими кучами, даже загорается. Значить, при этихъ процессахъ окисленія развивается теплота, только не такъ быстро, какъ при горѣннн. При всѣхъ этихъ измѣненнхъ образуются продукты горѣннн, главные тѣже, какіе заключаются въ дымѣ: углеродъ даетъ углекислый газъ, водородъ воду. Для нихъ нуженъ, значить, кислородъ, какъ и для горѣннн. Оттого совершенное устраненіе доступа воздуха препятствуетъ этимъ измѣненнмъ, а увеличеніе доступа воздуха ускоряетъ ихъ. Механическое разрушеніе пахатнаго слоя паханіемъ, бороньбой и тому подобными способами, имѣеть цѣлю не только облегчить распространеніе корней въ землѣ и сдѣлать землю легче проннцаемою для воды, но также служить и для облегченія доступа воздуха къ составнымъ частямъ почвы. При этомъ органическіе остатки почвы тѣютъ, какъ бы дышуть воздухомъ, выдѣляютъ угольную кислоту, поглощая кислородъ. Съ десятины хорошей огородной земли въ лѣто выдѣляется болѣе 1000 пудъ углекислаго газа. Когда желаютъ сохранить запасы растительной и животной пищи, то часто для этого устраняютъ доступъ кислорода воздуха (а также и зародышей организмовъ носящихся въ воздухѣ). Потому то сохраняютъ иногда хлѣбныя зерна въ герметическихъ сосудахъ, изъ которыхъ выкачиваютъ воздухъ, овощи сушатъ и запаиваютъ при нагрѣванн въ жестяныя коробки (консервы), погружаютъ, напр., сардинки, въ масло и т. п. Для той же цѣли служить иногда удаленіе воды (сушеніе сѣна, хлѣба, плодовъ), пропитываніе веществами поглощающими кислородъ (напр. сѣрнистымъ газомъ), или препятствующими развитію организмовъ, составляющихъ иногда первую причину начала измѣненнй напр. при копченн, при балзамированн, при сохраненн рыбъ и другихъ животныхъ въ спиртѣ и т. п.

Не одни растительныя и животныя вещества подвергаются въ присутствн воды медленному окисленію. Сами металлы при этомъ ржавѣютъ. Мѣдь сама очень слабо ржавѣеть, но въ присутствн кислотъ очень легко поглощаетъ кислородъ. Многіе сѣрнистые металлы (напр. колчеданы) окисляются при доступѣ воздухъ и влажности очень легко. Такимъ образомъ всюду въ природѣ идутъ процессы медленнаго окисленія. Это одинъ изъ повсемѣстныхъ процессовъ земной жизни.

Мы разсмотрѣли ранѣе горѣнн и медленное окисленіе различныхъ тѣлъ въ кислородѣ и воздухѣ. Подобнымъ же образомъ и множество другихъ тѣлъ прямо соединяются съ кислородомъ въ разныхъ условнхъ. Но должно замѣтить, что не всѣ



вещества способны соединяться съ кислородомъ или окисляться, какъ говорятъ, что не всѣ тѣла непосредственно соединяются съ газообразнымъ кислородомъ. Есть много и простыхъ и сложныхъ тѣлъ, вступающихъ въ соединеніе съ кислородомъ, но не горящихъ въ немъ. Уже изъ примѣра желѣза можно видѣть это: масса желѣза не горитъ въ воздухѣ, заключающемъ кислородъ. Горѣніе желѣза происходитъ въ обстоятельствахъ исключительныхъ, вышеисчисленныхъ. Но всетаки желѣзо способно непосредственно окисляться, прямо соединяться съ кислородомъ. Таковы же многіе другіе металлы, напр. цинкъ, мѣдь, а въ особенности легко окисляются такіе металлы, какъ калий и натрій; цинкъ и мѣдь, при дѣйствіи жара, а калий и натрій даже при обыкновенной температурѣ, соединяются съ кислородомъ воздуха. Но есть много простыхъ тѣлъ, которыя ни при какихъ условіяхъ прямо съ газообразнымъ кислородомъ не соединяются; а между тѣми ихъ соединенія съ кислородомъ могутъ быть получены; таковы напр.: платина, золото, иридій, хлоръ и іодъ. Въ этомъ случаѣ для **окисленія** употребляютъ, такъ называемые, **косвенные пути**, т. е. соединяютъ данное тѣло съ другимъ элементомъ и путемъ двойнаго разложенія замѣщаютъ этотъ элементъ кислородомъ, или берутъ вещество легко выдѣляющее кислородъ и приводятъ съ нимъ въ прикосновеніе искомое тѣло. Тогда дѣйствуетъ кислородъ въ моментъ своего выдѣленія. Если условія таковы, что и взятое тѣло находится въ состояніи выдѣленія, то окисленіе совершается еще удобнѣе. Объясненіе этого вліянія выдѣленія дано уже въ прошлой главѣ. Должно замѣтить, что тѣла, прямо не соединяющіяся съ кислородомъ, но образующія косвеннымъ путемъ съ нимъ соединенія, нерѣдко очень легко выдѣляютъ кислородъ, поглощенный ими при двойномъ разложеніи или въ моментъ вытѣсненія. Таковы наприм. соединенія кислорода съ хлоромъ, азотомъ, платиной, они выдѣляютъ кислородъ даже при легкомъ нагрѣваніи. Эти, равно какъ и другія вещества, легко выдѣляющія кислородъ при нагрѣваніи, могутъ служить для полученія кислорода и для окисленія; въ присутствіи веществъ, способныхъ соединяться съ кислородомъ, эти вещества разлагаются, отдають имъ свой кислородъ и такимъ образомъ могутъ сами служить для непрямыхъ окисленій. Въ этомъ отношеніи особенно замѣчательны тѣ окисленные вещества, которыя употребляются въ химической и технической практикѣ для передачи кислорода ко многимъ тѣламъ. Сюда принадлежитъ прежде всего такъ называемая азотная кислота или крѣпкая водка — вещество богатое кислородомъ, способное выдѣлять его даже при нагрѣваніи.

нии и легко окисляющее множество веществ; такъ, все почти органическія вещества, заключающія въ себѣ углеродъ и водородъ, при нагрѣваніи съ азотной кислотой, болѣе или менѣе окисляются. Если взять крѣпкую азотную кислоту и нагрѣть ее, то накаленный уголь, погруженный въ эту кислоту, продолжаетъ въ ней горѣть, сгорая въ этомъ случаѣ насчетъ кислорода, заключающагося въ жидкой азотной кислотѣ. Если азотную кислоту смѣшать съ нѣкоторыми маслами, напр., съ терпентиннымъ масломъ или скипидаромъ, то она его воспламеняетъ. Еще легче передаетъ азотная кислота свой кислородъ многимъ металламъ. Особенно ясно это при оловѣ. Если олово накаливать на воздухѣ, то, соединяясь съ кислородомъ, оно даетъ бѣлый порошокъ — окись олова. Если олово (для опыта лучше брать листовое олово) облить водою и азотною кислотой, то тогда образуется гидратъ (соединеніе съ водою) той же самой окиси олова. Прокаливая его, легко выдѣлить всю воду и получить ту самую окись олова, какая происходитъ при прямомъ соединеніи олова съ кислородомъ. Точно также какъ азотная кислота, дѣйствуетъ хромовая кислота; спиртъ загорается, будучи смѣшанъ съ хромовой кислотой, кислая хромовокалиевая соль, выдѣляющая кислородъ въ смѣси съ сѣрной кислотой, служитъ отличнымъ окисляющимъ средствомъ. Для такого же окисленія могутъ служить и весьма многія окисленные соединенія, если взять вещество такое, какъ уголь или водородъ, способное легко соединяться съ кислородомъ. Если накаливать съ углемъ или водородомъ напр. окислы мѣди, желѣза, свинца и многихъ другихъ металловъ, не разлагающіеся при дѣйствіи жара, то кислородъ этихъ окисловъ переходитъ къ углю или водороду; а металлы, бывшіе въ окислахъ, получаютъ въ металлическомъ видѣ, что и составляетъ ту реакцію возстановленія, которая была изслѣдована еще алхимиками и которою пользуются въ большинствѣ случаевъ для полученія металловъ. Такимъ образомъ, кислородъ, взшедшій въ соединеніе, можетъ переходить изъ одного соединенія въ другое, и потому соединеніе съ кислородомъ совершается не только насчетъ свободнаго кислорода, но и насчетъ кислорода соединеннаго.

Многіе виды окисленія или соединенія съ кислородомъ совершаются, сверхъ того, въ присутствіи губчатой платины или другихъ пористыхъ тѣлъ; такъ напр. спиртъ, не измѣняющійся на воздухѣ, при обыкновенной температурѣ и въ кислородѣ, растворяющій этотъ кислородъ довольно въ значительномъ количествѣ, но не измѣняющійся даже подъ влияніемъ раствореннаго кислорода, этотъ спиртъ окисляется очень

легко въ прикосновеніи различныхъ пористыхъ тѣлъ. Въ этомъ отношеніи особенно извѣстна губчатая платина. Такое же дѣйствіе производятъ и другія порошкообразныя тѣла, напр. окись хрома, въ томъ видѣ, какъ она получается при прокаливаніи хромовоамміачной соли. Даже уголь обладаетъ этою способностью, потому что представляетъ массу пористую. Окисленіе, происходящее въ присутствіи этихъ веществъ, зависитъ отъ того, что они сгущаютъ въ себѣ кислородъ воздуха. Они производятъ сгущеніе не только одного кислорода, но и многихъ другихъ газовъ, и въ этомъ сгущенномъ видѣ газы, лишенные до нѣкоторой степени своей упругости, вступаютъ въ соединенія гораздо легче, чѣмъ въ упругомъ газообразномъ состояніи. Отъ этого многіе газы, неспособные непосредственно горѣть и соединяться съ кислородомъ газообразнымъ, соединяются съ кислородомъ сгущеннымъ въ порахъ платины. Такъ сѣрнистый газъ, образующійся при горѣніи сѣры, соединяется въ присутствіи накаленной губчатой платины съ новымъ количествомъ кислорода и даетъ твердое тѣло, называемое сѣрнымъ ангидридомъ. Здѣсь происходитъ, такъ сказать, сжатіе и кислорода и взятаго газа, и въ этомъ сгущенномъ видѣ они соединяются.

Выводы. Кислородъ свободный находится въ воздухѣ въ смѣси съ азотомъ, соединенный почти всюду, составляетъ около $\frac{1}{2}$ всей массы тѣлъ земной поверхности.

Онъ выдѣляется растениями, поглощается животными. Дыханіе животныхъ есть медленное горѣніе.

Изъ воздуха получается просачиваніемъ чрезъ каучукъ и чрезъ накаливаніе тѣхъ твердыхъ веществъ, которыя легко проходятъ (изъ окиси барія, смѣси перекиси марганца съ ѣдкимъ натромъ, полухлористой мѣди и др.) чрезъ поглощеніе кислорода воздуха и потомъ его выдѣляютъ.

Изъ воды выдѣляется кислородъ на солнечномъ свѣтѣ хлоромъ и при электролизѣ.

Кислородъ образуется при накаливаніи нѣкоторыхъ окисей (ртути, серебра), всѣхъ перекисей (чаще марганца и барія) и нѣкоторыхъ кислотъ (сѣрной) и солей. Изъ послѣднихъ чаще всего употребляется бертолетова и двуххромокаліевая соль.

Кислородъ образуется при смѣшеніи нѣкоторыхъ кислородныхъ веществъ, напр. перекиси водорода съ окисью серебра, даже при обыкновенной температурѣ.

Кислородъ есть газъ постоянный, мало растворимый, уд. вѣсъ, по отношенію къ водороду, 16.

При обыкновенной температурѣ многія тѣла медленно окисляются, т. е. соединяются съ кислородомъ, но при накаливаніи очень многія даже горятъ.

Горѣніе въ кислородѣ даетъ высшую температуру, чѣмъ въ воздухѣ. Окисленія совершаются кромѣ горѣнія, медленно, а также и ко-

свеннымъ путемъ съ помощію окислительныхъ веществъ, въ моментъ выдѣленія и при помощи пористыхъ тѣлъ. Сюда относятся тлѣніе, гніеніе, ржавленіе и т. п.

Для начала горѣнія требуется опредѣленная температура. Продолжается горѣніе насчетъ отдѣляющагося при немъ тепла.

При горѣніи водорода образуется вода. При закиганіи смѣси водорода съ кислородомъ происходитъ взрывъ.

Пламя есть мѣсто горѣнія паровъ и газовъ. Яркость его зависитъ отъ находящихся въ немъ наваленныхъ тѣлъ.

Для окисленія часто употребляютъ азотную и хромовую кислоты и губчатую платину.

СЕДЬМАЯ ГЛАВА.

ОКИСЛЫ.

Обширное распространеніе окисловъ въ природѣ, легкое образованіе и рѣзкія химическія свойства многихъ изъ нихъ, также какъ и многія техническія ихъ примѣненія, заставляютъ обращать большое вниманіе на этотъ классъ веществъ. Чтобы имѣть объ нихъ общее представленіе, рассмотримъ тѣ, которые произошли въ опытахъ, описанныхъ въ прошлой главѣ. Мы видѣли, кромѣ водорода, горѣніе угля, сѣры и фосфора (металлоцвѣтъ) и металловъ натрія, магнія и желѣза. Знаемъ уже, что при этомъ горѣніи происходятъ окислы, что тѣже окислы можно получить разными путями, упомянемъ еще, что многіе находятся и въ природѣ.

При горѣніи угля и сѣры получаютъ газообразные окислы, въ первомъ случаѣ не пахучій, во второмъ случаѣ образуется газъ неприятно пахучій. Его запахъ слышенъ когда горитъ сѣра и извѣстенъ каждому. Если сѣры и угля взять избытокъ, то часть ихъ останется послѣ горѣнія, потому что ограничено (въ склянкѣ) количество кислорода, съ которымъ они могутъ соединяться. Тогда въ сосудѣ, служившемъ для горѣнія, будетъ оставаться развѣ немного свободнаго кислорода, а вмѣсто него получится газообразный окисель. Это можно доказать тѣмъ, что горящая лучина или свѣча, погруженная въ такой сосудъ, будутъ въ немъ тухнуть. Образовавшіеся окислы не поддерживаютъ горѣнія, но уже и не горятъ.

При горѣніи фосфора и натрія получаютъ тѣла твердыя, растворимыя въ водѣ, а потому, если въ сосудахъ, служившихъ для горѣнія, будетъ на днѣ вода, происходящіе окислы соединяются съ нею и растворяются въ ней. Если кислородъ былъ совершенно сухъ, то послѣ горѣнія фосфора и натрія



получатся твердыя тѣла, которыя съ водою легко соединяются, образуя гидраты (стр. 180).

Желѣзо и магній даютъ при горѣніи окислы, въ водѣ почти нерастворимые. Окисель перваго металла краснобураго цвѣта, втораго бѣлаго. Первый сходенъ съ ржавчиной, второй съ магнезійей, какіе всякій знаетъ.

Водородъ при горѣніи даетъ воду—жидкость. Такъ, между окислами есть тѣла во всѣхъ трехъ состояніяхъ. Вообще о физическихъ свойствахъ окисловъ нельзя сказать что либо общее. Даже отношеніе свойствъ окисла къ свойствамъ простыхъ тѣлъ весьма различно. Такъ, летучій, металлъ магній даетъ окисель нелетучій, а нелетучій уголь даетъ окисель летучій—газъ; водородъ, соединившись съ кислородомъ, образуетъ жидкость, а твердая сѣра—газъ.

Мы, впрочемъ, не о физическихъ свойствахъ окисловъ и намѣрены говорить здѣсь, а объ ихъ химическихъ, то есть объ тѣхъ реакціяхъ, въ какія они вступаютъ.

Одни изъ нихъ не способны соединяться съ другими окислами или соединяются только съ немногими и образуютъ тогда непрочныя соединенія, съ отдѣленіемъ весьма малаго количества тепла; другіе, напротивъ того, вступаютъ въ соединенія съ нѣкоторыми окислами и обладаютъ вообще значительной химической энергіей. Окислы, неспособные къ соединеніямъ съ другими или обладающіе этой способностью въ незначительной мѣрѣ, называются **безразличными**; ихъ примѣромъ могутъ служить перекиси, объ которыхъ было упомянуто ранѣе. Перекиси характеризуются тѣмъ, что заключаютъ въ себѣ, по крайней мѣрѣ, часть кислорода въ такомъ состояніи, что онъ легко выдѣляется изъ соединенія; мы видѣли примѣръ этому въ накаливаніи перекиси марганца. Такой же точно примѣръ представляютъ: перекиси водорода, барія, свинца. Нѣкоторыя изъ перекисей способны соединяться съ другими окислами, но преимущественно съ такими, которые способны подвергаться дальнѣйшему окисленію. При этомъ можно предпологать, что перекись отдаетъ часть своего кислорода другому окислу и, раскислившись, т. е. потерявши часть кислорода, образуетъ соединеніе съ другимъ окисломъ, образовавшимся послѣ соединенія съ кислородомъ перекиси. Такъ напр. бурая перекись свинца поглощаетъ сѣрнистый газъ, образуя безцвѣтное вещество, которое можетъ быть получено также изъ низшей степени окисленія свинца и высшей степени окисленія сѣри; такъ что здѣсь нельзя видѣть способности самой перекиси вступать въ соединеніе; дѣйствительно, какъ мы увидимъ далѣе, окислы аналогическихъ веществъ вступаютъ въ аналогическія соединенія; а перекись свинца соединяется только съ

тѣми окислами, которые способны подвергаться дальнѣйшему окисленію; съ тѣми же, которые вполне окислены, она не соединяется. Правда, что перекиси способны давать соединенія съ нѣкоторыми окислами, но эти соединенія непрочно. Другой разрядъ безразличныхъ окисловъ составляютъ такіе окислы, которые хотя и не выдѣляютъ легко своего кислорода, но однако не способны къ соединеніямъ; но такихъ очень немного. Примѣромъ ихъ можетъ служить такъ называемая окись углерода, тѣло газообразное, образующееся при горѣніи угля, если угля будетъ избытокъ. Она содержитъ вдвое менѣе кислорода, чѣмъ углекислый газъ. Окись углерода не способна прямо соединяться съ другими окислами; но зато она подобно простымъ тѣламъ, какъ мы увидимъ далѣе, образуетъ разнообразныя соединенія, такъ что можетъ быть считаема сложнымъ радикаломъ.

Другой разрядъ окисловъ распадается, по крайней мѣрѣ въ крайнихъ своихъ примѣрахъ, на двѣ главныя группы. Члены каждой группы между собою не соединяются, но соединяются съ членами другой группы. Представителями одной группы окисловъ могутъ служить окислы, образованные металлами: магніемъ, натріемъ, кальціемъ и т. п. Представителями другой группы могутъ служить окислы, образованные неметаллическими тѣлами: сѣрою, фосфоромъ, углемъ, при ихъ горѣніи въ кислородѣ и вообще при соединеніи съ нимъ. Если мы возьмемъ напр. окисель кальція или известь и станемъ приводить въ прикосновеніе съ окислами втораго рода, то происходитъ весьма легко соединеніе. Такъ напр. если смѣшать окись кальція съ окисломъ фосфора, образующимся при его горѣніи, то при слабомъ нагрѣваніи происходитъ соединеніе, съ большимъ отдѣленіемъ тепла. Если въ тотъ газъ, который получается изъ угля и сѣры, положить кусокъ извести, то происходитъ поглощеніе этихъ газовъ и образованіе соединеній происшедшихъ окисловъ съ известью. Если чрезъ накаленные куски извести станемъ пропускать пары сѣрнаго ангидрида, получающагося при соединеніи сѣрнистаго газа съ кислородомъ (стр. 264), то эти пары поглощаются известью и образуется вещество, называемое сѣрноизвестковой солью или гипсомъ. Окислы перваго рода, соединяющіеся съ окислами металлоидовъ, называются **основными окислами** или **основаніями**, общеизвѣстнымъ представителемъ которыхъ и можетъ служить известь. Окислы втораго рода, способные соединяться съ основаніями, называются **ангидридами кислотъ** или **кислотными окислами**, представителемъ ихъ можетъ служить сѣрный ангидридъ, образованный черезъ соединеніе сѣры съ кислородомъ и черезъ присоединеніе къ полученному сѣрнисто-



му газу еще новаго количества кислорода, посредствомъ пропусканія смѣси сѣрнистаго газа съ кислородомъ черезъ накалившую губчатую платину. Углекислый газъ, фосфорный ангидридъ, сѣрнистый газъ—все суть кислотные окислы, потому что способны соединиться съ такими окислами, какъ известъ или окисель кальція, магнезія или окисель магнія, натръ или окисель натрія и т. п.

Если данное простое тѣло образуетъ одинъ основной окисель, то онъ называется **окисью**; таковы напр. окись кальція, окись магнія, окись калия. Окисями называютъ также и нѣкоторые безразличные окислы, если они не обладаютъ свойствами перекисей и въ тоже время не имѣютъ свойствъ кислотныхъ ангидридовъ, такова напр. окись углерода, объ которой выше упомянуто. Если простое тѣло образуетъ два основныхъ окисла (или два безразличныхъ окисла, не имѣющихъ характера перекисей), то низшая степень окисленія называется *закисью*; значить, въ закиси будетъ меньше кислорода, чѣмъ въ окиси. Такъ напр., при накаливаніи мѣди въ печяхъ при доступѣ воздуха, происходитъ увеличеніе въ вѣсѣ мѣди и поглощеніе кислорода; пока на 63,5 части мѣди поглотится не болѣе 8 вѣсовыхъ частей кислорода, образуется красная масса, именно закись мѣди; но если накаливаніе продолжать и доступъ воздуха увеличивать, то поглощается на 63,5 части мѣди до 16 частей кислорода и образуется черная окись мѣди. Иногда, для различенія степеней окисленія, употребляютъ измѣненное прилагательное, происходящее отъ названія простаго тѣла, образовавшаго окись ...ною окисью называютъ высшую степень окисленія; а ...истой окисью низшую степень окисленія. Такъ напр. желѣзистая окись и желѣзная окись—все равно что закись и окись желѣза; но послѣднее обозначеніе, удобное въ нѣкоторыхъ частныхъ случаяхъ, не можетъ быть проведено черезъ все случаи; такъ напр. для ртути неудобно произвести названія закиси. Если данное простое тѣло образуетъ одинъ ангидридъ, то его названіе составляютъ изъ прилагательнаго, произведеннаго отъ имени простаго тѣла, кончая его на *ный* и изъ слова *ангидридъ*. Такое названіе придаютъ и тѣмъ кислотнымъ окисламъ, которые содержатъ наиболѣе кислорода. Для низшихъ степеней окисленія, прилагательное, предшествующее слову ангидридъ, оканчиваютъ слогами: *атистый*, *истый*, *оватый*, если образуется 4 окисла (напр. хлорноватистый, хлористый, хлорноватый и хлорный ангидриды). Если происходитъ меньшее число ангидридовъ, то избираютъ для низшихъ степеней окисей одно изъ приведенныхъ окончаній; такъ напр. для сѣры употребляютъ названія: сѣрнистый и сѣрный ангидриды. Если про-

исходить два ангидрида, то низшую степень окисления называют *...истый*, а высшую *...ный* ангидридъ, напр. марганцовистый и марганцовый ангидриды.

Необходимо замѣтить, что нѣкоторыя простыя тѣла образуютъ окислы всѣхъ трехъ главныхъ родовъ, т. е. безразличные, основные и кислотные; таковъ напр. марганецъ; онъ образуетъ закись, окись, перекись, марганцовистый и марганцовый ангидриды; хотя нѣкоторыя и неизвѣстны въ отдѣльномъ видѣ, а только въ соединеніяхъ, и при этомъ всегда существуетъ та особенность, что основные окислы заключаютъ меньше кислорода, чѣмъ перекиси; а перекиси меньше, чѣмъ ангидриды кислотъ. Итакъ относительно содержания кислорода нужно установить слѣдующій общій нормальный порядокъ. 1) окислы основные: закись и окись, 2) перекиси, 3) ангидриды кислотъ. Для большинства простыхъ тѣлъ однако неизвѣстно всѣхъ родовъ окисловъ, нѣкоторыя даютъ только всего одну степень окисления. Необходимо, сверхъ того, замѣтить, что существуютъ окислы, образованные соединеніемъ ангидридовъ кислотъ съ основаніями, или вообще окисловъ между собою. Собственно говоря, для каждаго окисла, у котораго есть и высшія и низшія степени окисления, можно было бы допускать, что онъ образованъ черезъ соединеніе высшей степени окисления съ низшею; но такое предположеніе несправедливо въ тѣхъ случаяхъ, когда рассматриваемый окисель образуетъ цѣлый рядъ самостоятельныхъ соединеній; тогда какъ окислы, дѣйствительно образованные черезъ соединеніе двухъ другихъ степеней окисления, такихъ самостоятельныхъ или своеобразныхъ соединеній не даютъ, а во многихъ случаяхъ распадаются на высшую и низшую степени окисления. Такъ какъ избытокъ кислорода, вступившій въ соединеніе съ даннымъ тѣломъ, даетъ ангидридъ кислоты (съ водою онъ даетъ кислоту) и какъ многіе простыя тѣла (металлоиды), соединяясь съ нимъ, даютъ точно только ангидриды кислотъ, то кислородъ и считается элементомъ образующимъ кислоты, отчего онъ получилъ свое названіе. Мы увидимъ однако впоследствии, что есть кислоты такія какъ хлористый водородъ, которыя кислорода не содержатъ, узнаемъ, что органическія кислоты обязаны своими свойствами не содержанию кислорода (ибо есть много тѣлъ болѣе ихъ богатыхъ кислородомъ, а не кислотъ, какъ сахаръ напримѣръ), а элементамъ углекислаго газа, поэтому вышеуказанная роль кислорода требуетъ определеннаго толкованія, безъ чего можетъ вести къ ложнымъ представленіямъ.

Окислы какъ въ свободномъ состояніи, такъ въ особенности во взаимномъ соединеніи, очень часто встрѣчаются и въ природѣ и въ употребленіи; оттого то для нихъ и составлена особая номенклатура. Но химическія превращенія съ ними совершаются рѣдко, въ немногихъ только случаяхъ; часто же подвергаются имъ и потому особенно важное значеніе имѣютъ соединенія многіхъ окисловъ съ водою. Большинство, если не всѣ основные и кислотные окислы или непосредственно соединяются съ водою или косвеннымъ путемъ даютъ такія сое-

диненія, которыя распадаются только на воду и на окислы этого рода. Мы уже знаемъ, что множество тѣлъ способны соединяться съ водою; окислы обладаютъ этой способностью по преимуществу, и здѣсь идетъ рѣчь только объ соединеніи съ такъ называемою конституціонною водою, т. е. объ образованіи гидратовъ. Какъ основные, такъ и кислотные окислы во многихъ случаяхъ даютъ гидраты; мы уже видѣли этому примѣръ въ соединеніи извести и сѣрнаго ангидрида съ водою (стр. 179); также фосфорный ангидридъ, окись натрія и калия способны соединяться съ водою съ отдѣленіемъ большого количества тепла. Черезъ такое соединеніе происходятъ, значитъ, гидраты основные и кислые. Кислые гидраты называются **кислотами**, потому что обладаютъ кислымъ вкусомъ, если растворимы въ водѣ; такіе же кислоты, которыя нерастворимы въ водѣ, очевидно, не будутъ обладать вкусомъ, потому что это свойство принадлежитъ только веществамъ, въ водѣ растворимымъ и могущимъ растворяться въ слюну и дѣйствовать на нервы вкуса, разбѣянные на языкѣ. Укусъ имѣетъ кислый вкусъ именно оттого, что въ немъ заключается укусовая кислота; точно тоже относится и до всѣхъ веществъ, имѣющихъ кислый вкусъ. Всѣ они содержатъ кислоты, т. е. гидраты кислотныхъ окисловъ. Но должно замѣтить, что не одни простыя тѣла способны давать ангидриды кислотъ, а слѣдовательно и кислоты; есть много сложныхъ тѣлъ, которыя при своемъ окисленіи и соединеніи съ водою также даютъ кислоты. Это впрочемъ само собою понятно даже изъ самаго порядка, въ которомъ стоятъ ангидриды кислотъ по отношенію къ другимъ окисламъ. Это суть послѣдніе члены окисленія, слѣдовательно низшіе члены окисленія, низшіе окислы, тѣла значитъ, сложные, соединяясь съ кислородомъ, могутъ давать ангидриды кислотъ. Та сѣрная кислота, объ которой намъ приходилось упоминать уже много разъ и объ которой придется говорить весьма часто, потому что это есть кислота наиболѣе обыкновенная и въ химической практикѣ и въ техническомъ употребленіи, есть ничто иное, какъ гидратъ, образуемый сѣрнымъ ангидридомъ черезъ соединеніе его съ водою. Но должно не забывать, что не всѣ ангидриды кислотъ способны соединяться съ водою и образовывать прочныя соединенія; такъ, угольный ангидридъ или углекислый газъ, какъ мы уже видѣли ранѣе, только растворяется въ водѣ, не образуя съ ней прочнаго соединенія или гидрата. Точно тоже самое должно сказать и объ сѣрнистомъ газѣ или сѣрнистомъ ангидридѣ. Кромѣ кислаго вкуса, растворимыя кислоты или кислотные гидраты обладаютъ отличительною способностью измѣнять синій цвѣтъ нѣкоторыхъ растительныхъ красокъ въ

красный. Въ этомъ отношеніи особенно замѣчательны и часто употребляется **лакмусъ**—синяя краска, извлекаемая изъ лишавей и употребляющаяся для окраски тканей; она даетъ синій настой съ водою. Этотъ синій настой отъ прибавленія кислоты краснѣетъ. Бумага, окрашенная лакмусомъ или, что еще лучше, пропускная или неклееная бумага, пропитанная растворомъ лакмуса, употребляется обыкновенно для открытія присутствія кислоты; такая бумага, нарѣзанная на полоски, носить названіе реagentной бумажки. Погружаемая въ кислоту, она тотчасъ краснѣетъ, и эта реакція можетъ служить для открытія нѣкоторыхъ кислотъ въ самомъ ничтожномъ количествѣ. Если 10000 вѣсовыхъ частей воды смѣшать съ 1 частью сѣрной кислоты, то окрашиваніе еще совершенно ярко; разбавляя еще въ 10 разъ водою, можно видѣть весьма замѣтное окрашиваніе. Чтобы приготовить однако такую лакмусовую бумагу, которая была бы весьма чувствительна для открытія кислотъ, нужно употреблять нѣкоторыя предосторожности, а потому мы и приводимъ описаніе тѣхъ приѣмовъ, которые нужно для этого употребить.

Лакмусъ продается въ видѣ синихъ комковъ или плитокъ. Берутъ, напримѣръ, 100 граммовъ его. Его должно истолочь, облить чистою холодною водою въ сляникѣ, взболтать и слить воду, повторяя это раза три. Это служитъ для промыванія, для удаленія легко растворимыхъ подмѣсей, особенно щелочей. Промытый пересыпаютъ въ колбу, обливаютъ 600 граммами воды, нагреваютъ и нагрѣтый настой оставляютъ на нѣсколько часовъ въ покоѣ въ тепломъ мѣстѣ. Послѣ того цѣдятъ и полученный растворъ раздѣляютъ на двѣ части. Одну половину смѣшиваютъ съ нѣсколькими каплями азотной кислоты, чтобы получился слабо красный цвѣтъ, а потомъ обѣ половины смѣшиваютъ, къ смѣси прибавляютъ спирта и такъ сохраняютъ въ открытыхъ сляникахъ (въ закрытыхъ легко портится). Такой настой прямо можетъ быть употребляемъ въ дѣло, онъ отъ кислотъ краснѣетъ, отъ щелочей синѣетъ. Если его выварить, то получается масса, растворимая въ водѣ и сохраняющаяся безъ измѣненія неопредѣленно долгое время. Для полученія бумажекъ окрашенныхъ лакмусомъ, берутъ крѣпкій растворъ лакмуса, коимъ пропитываютъ чистую неклееную (пропускную) бумагу, сушатъ, разрѣзываютъ на полоски и употребляютъ для открытія кислотъ. Синяя бумажка краснѣетъ отъ кислоты. Для открытія щелочей готовятъ точно такія же бумажки красного цвѣта, употребляя растворъ лакмуса чуть окрашенный въ красный цвѣтъ при помощи нѣсколькихъ капель кислоты; если кислоты взять много, то получится нечувствительная бумага. Лакмусовая или реagentная бумажки должны быть хорошо высушены и сохраняемы въ хорошо закупоренныхъ сляникахъ. Онѣ имѣютъ и техническое примѣненіе на заводахъ для открытія щелочей и кислотъ въ растворахъ. Такія кислоты какъ сѣрная, окрашиваютъ лакмусъ, особенно его настой, въ кирпично красный цвѣтъ, а такія какъ уголь-

ная кислота въ слабо красный, винный цвѣтъ. Употребляютъ также реактивныя бумаги желтаго цвѣта, окрашенные настоемъ куркумоваго корня въ спиртъ. Онѣ бурбуютъ отъ щелочей, а отъ кислотъ вновь становятся желтыми. Многія синія и другія растительныя краски также могутъ служить для открытія кислотъ и щелочей напр. настой васильковъ, кошенили, фіалокъ кампешеваго дерева и др.

Основные окислы, соединяясь съ водою, даютъ гидраты, изъ которыхъ однако весьма немногіе растворимы въ водѣ. Тѣ, которые растворяются въ водѣ, обладаютъ щелочнымъ вкусомъ, т. е. вкусомъ, свойственнымъ щелоку, или отвару золы; ихъ зовутъ **щелочами**. Мыльная вода, содержащая въ себѣ между прочимъ, растворъ такихъ гидратовъ, имѣетъ всегдѣ извѣстный вкусъ, свойственный щелочамъ. Щелочи, кромѣ того, обладаютъ свойствомъ возстановлять синій цвѣтъ красной лакмусовой бумаги, полученный черезъ дѣйствіе на лакмусовую бумагу кислоты, и потому красная лакмусовая бумага служитъ точно также для открытія щелочи, какъ синія для открытія кислоты. Примѣромъ наиболѣе обыкновенныхъ основныхъ гидратовъ можетъ служить известь, погашенная водою; она растворяется въ водѣ; правда, требуетъ для раствора большое количество воды, но всетаки даетъ растворъ, имѣющій ясно щелочной вкусъ и весьма легко измѣняетъ красный цвѣтъ лакмуса въ синій. Гидраты окиси калия и натрія составляютъ примѣры основныхъ гидратовъ, весьма легко растворяющихся въ водѣ. Это суть истинныя щелочи, называемыя обыкновенно фдкими, потому что онѣ дѣйствуютъ весьма сильно на ткани животныя и растительныя. И кислоты и щелочи, по крайней мѣрѣ растворимыя, принадлежатъ къ дѣятелямъ наиболѣе энергическимъ, измѣняющимся и измѣняющимъ большинство тѣлъ, потому дѣйствующимъ ядовито на жизнь растений и животныхъ и употребляющимся въ практикѣ для многихъ химическихъ превращеній.

Итакъ окислы способны между собою соединяться и съ водою. Вода сама есть окисель и не безразличный, потому что она способна, какъ мы видимъ изъ предыдущаго, соединяться и съ основными съ кислотными окислами; она есть представитель цѣлаго ряда окисловъ **промежуточныхъ**, способныхъ соединяться и съ основными и съ кислотными окислами. Такихъ окисловъ не мало; они, подобно водѣ, соединяются и съ ангидридами основными и съ ангидридами кислотъ; напр. окисъ свинца, окисъ алюминія, окисъ олова и т. п. Они соединяются съ окислами обоихъ родовъ; нѣкоторые при этомъ образуютъ болѣе прочныя соединенія съ окислами основными, другіе съ окислами кислотными, т. е. въ однихъ преобладаетъ больше основной характеръ, въ другихъ кислотный; но тотъ

и другой въ нихъ существуетъ. Изъ всего этого можно заключить, что всѣ окислы, относительно способности соединяться другъ съ другомъ, могутъ быть расположены въ одинъ непрерывающійся рядъ; на одномъ краю этого ряда стоятъ окислы, необладающіе способностью соединяться съ основаниями, т. е. щелочные, на другомъ кислотные окислы; а въ промежуткѣ будутъ помѣщаться тѣ, которые соединяются и съ тѣми и съ другими, а также и между собою. Но чѣмъ далѣе удалены члены въ этомъ ряду, тѣмъ болѣе прочныя соединенія между собою они образуютъ; тѣмъ энергичнѣе дѣйствуютъ они другъ на друга; тѣмъ большее количество тепла отдѣляютъ при взаимномъ соединеніи; тѣмъ яснѣйшій имѣютъ химическій характеръ. Вода есть истинный промежуточный окисель; съ другими промежуточными окислами она прямо не соединяется; такъ, она не соединяется ни съ глиноземомъ, ни съ кремнеземомъ, ни съ окисью свинца; но гидраты этихъ окисловъ могутъ быть получены путемъ косвеннымъ, двойнаго разложенія.

Мы сказали выше, что основные и кислотные окислы соединяются между собою, но они рѣдко реагируютъ другъ на друга; это зависитъ отъ того, что большинство ихъ представляетъ тѣла твердыя или газообразныя, т. е. находятся въ состояніи, наименѣе удобномъ для реакцій. Газообразно-упругое состояніе нарушается вообще съ трудомъ, потому что требуется преодолѣть упругость, свойственную газовымъ частицамъ; твердое состояніе характеризуется неподвижностью частей; для химической же реакціи необходимо прикосновеніе, а слѣдовательно и перемѣщеніе, подвижность. Если твердые окислы нагрѣвать, а въ особенности если ихъ плавить, то тогда взаимная ихъ реакція совершается уже съ удобствомъ. Но такого рода превращенія встрѣчаются не часто и въ природѣ происходятъ рѣдко. Въ немногихъ только огненныхъ процессахъ приходится имѣть съ ними дѣло. Таково напр. образованіе стекла; его окислы соединяются между собою въ расплавленномъ видѣ. Но когда окислы соединились съ водою и въ особенности когда они образовали гидраты, растворимые въ водѣ, то тогда подвижность ихъ частей весьма значительно увеличивается, и въ этомъ то видѣ взаимодѣйствіе окисловъ обыкновенно изслѣдуется. Основной гидратъ весьма легко реагируетъ съ кислотнымъ гидратомъ, а промежуточный гидратъ съ тѣми и другими. Обыкновенно такое взаимодѣйствіе происходитъ при обыкновенной температурѣ легко и быстро, такъ что этого рода реакціи относятся къ разряду такихъ, которыя совершаются необыкновенно легко и потому употребляются и въ практикѣ весьма часто и въ природѣ совершались



и совершаются на каждомъ шагѣ, потому что вода есть окисель, всюду распространенный; и мы теперь разсмотримъ взаимодѣйствіе окисловъ въ состояніи гидратовъ, не забывая при этомъ, что вода, сама по себѣ, есть окисель съ опредѣленными, изслѣдованными нами уже свойствами, а потому она и имѣетъ немалое вліяніе на ходъ тѣхъ превращеній, въ которыхъ участвуетъ.

Если мы возьмемъ кислоту въ опредѣленномъ количествѣ и, прибавивъ къ ней настоя лакмуса, окрасимъ ее въ красный цвѣтъ, предварительно разбавивъ водою, то прибавленіе къ ней щелочнаго раствора не будетъ первоначально измѣнять краснаго цвѣта лакмуса; но наступитъ пора, когда красный цвѣтъ будетъ измѣняться въ фіолетовый, и прибавленіе новаго количества щелочи или щелочнаго раствора произведетъ наконецъ переѣну въ цвѣтѣ жидкости, которая получится синюю, щелочною. Такое измѣненіе въ цвѣтѣ лакмуса есть слѣдствіе образованія новаго соединенія. Реакція эта называется **насыщеніемъ** кислоты основаніемъ или обратно. Растворъ, въ которомъ произошло насыщеніе кислыхъ свойствъ кислоты щелочными свойствами основанія, носитъ названіе **средняго** или **нейтральнаго** раствора. Такой растворъ хотя и произошелъ изъ смѣси основанія съ кислотой, однако не оказываетъ на лакмусъ реакцій ни кислоты ни основанія, но многіе другіе признаки кислоты и щелочи сохраняются въ полученномъ растворѣ. При такомъ опредѣленномъ смѣшеніи кислоты со щелочью замѣчается, кромѣ переѣны въ цвѣтѣ лакмуса, нагреваніе, т. е. отдѣленіе тепла, что уже одно можетъ служить указаніемъ на то, что здѣсь совершается химическое превращеніе. И дѣйствительно, если выпаривать полученный фіолетовый растворъ, то изъ него выдѣлится, по удаленіи воды, не кислота и не щелочь, взятая для взаимодѣйствія, а вещество не обладающее ни кислотными, ни щелочными свойствами, обыкновенно твердое и кристаллическое, имѣющее, солеобразный видъ; это есть **соль** въ химическомъ смыслѣ. Она произошла, значить, отъ взаимодѣйствія кислоты на щелочь и при томъ при опредѣленномъ отношеніи кислоты со щелочью. Вода, взятая здѣсь для растворенія, не имѣетъ другаго значенія, какъ только для облегченія хода реакціи. Мы видѣли уже что и ангидридъ кислоты способенъ соединяться съ основнымъ окисломъ. При этомъ соединеніи происходитъ тоже самое вещество, такая же точно соль, какъ и при взаимодѣйствіи кислоты на щелочь, т. е. гидратовъ между собою. Значить, соль есть соединеніе опредѣленныхъ количествъ основанія и ангидрида кислоты, или соль есть вещество, образующееся при взаимно-

дѣйствіи кислоты и щелочи. При этомъ послѣднемъ взаимно-дѣйствіи должна выдѣляться вода, если образуется вещество такое же, какъ и черезъ соединеніе безводныхъ окисловъ между собою. Для того, чтобы показать, что при взаимодѣйствіи кислотнаго и щелочнаго гидратовъ дѣйствительно выдѣляется вода, замѣнимъ воду другимъ промежуточнымъ гидратомъ, напр. глиноземомъ или окисломъ цинка; возьмемъ растворъ глинозема въ сѣрной кислотѣ; онъ будетъ имѣть, какъ кислота, кислую реакцію, слѣдовательно сообщитъ красный цвѣтъ лакмусу. Съ другой стороны, возьмемъ растворъ того же глинозема въ щелочи, напр. въ ѣдкомъ кали. Этотъ послѣдній, какъ щелочь, будетъ имѣть щелочную реакцію, будетъ красный цвѣтъ лакмуса превращать въ синий. Прибавимъ такой щелочной растворъ глинозема къ кислому, до тѣхъ поръ, пока ни щелочной, ни кислой реакціи на лакмусъ не будетъ происходить тогда произойдетъ образованіе соли, составленной изъ ангидрида и окиси калия. При этомъ, какъ и при взаимодѣйствіи гидратовъ, выдѣлится промежуточный окисель, т. е. глиноземъ. Его выдѣленіе здѣсь будетъ очень ясно видно, потому что глиноземъ нерастворимъ въ водѣ; а его соединенія съ кислотою и щелочью, точно также и взаимное соединеніе щелочи съ кислотой, т. е. соль, растворяются въ водѣ, а потому при смѣшеніи растворовъ глинозема въ кислотѣ и въ щелочи, выдѣляется глиноземъ. Но онъ выдѣляется не въ безводномъ видѣ, а въ видѣ гидрата, если взаимодѣйствіе совершилось въ водяномъ растворѣ, что показываетъ, что самый глиноземъ способенъ соединяться съ водою. Какъ въ этомъ случаѣ, при образованіи соли, выдѣляется глиноземъ, т. е. промежуточный окисель, подобный водѣ, такъ точно при взаимодѣйствіи гидратовъ щелочныхъ и кислотныхъ выдѣляется вода; но только выдѣленіе воды, когда дѣйствуютъ въ водяныхъ растворахъ, незамѣтно. Примѣры образованія солей изъ кислотъ и оснований изъ гидратовъ легко наблюдать и очень часто такіе способы примѣняются въ практикѣ. Если взять, напримеръ, нерастворимый въ водѣ окисель магnezинъ, то онъ легко растворяется въ растворѣ сѣрной кислоты и при выпариваніи получается вещество солеобразное, горькое, какъ всѣ соли магnezинъ и извѣстное всѣмъ подъ именемъ англійской или горькой соли, употребляемой какъ слабительное. Если ѣдкій натръ, получающійся, какъ мы видѣли (стр. 199) при дѣйствіи натрія на воду или чрезъ дѣйствіе воды на окись натрія (или продуктъ горѣнія натрія въ кислородѣ), если этотъ ѣдкій натръ, щелочь, влить въ растворъ въ склянку, гдѣ сожигался уголь, или пропустить въ растворъ ѣдкаго натра тотъ углекислый газъ, который происходитъ при столь мно-



гихъ обстоятельствахъ, то въ растворѣ получается углекислотная соль или сода, о которой мы говорили нѣсколько разъ (стр. 176) и которую часто употребляютъ на заводахъ и приготавливаютъ въ большомъ видѣ. Такъ разныя основанія и кислоты образуютъ неисчислимое множество разнообразнѣйшихъ солей.

Итакъ, соль, по отношенію къ гидратамъ, можно опредѣлить какъ продуктъ дѣйствія кислоты на щелочь, съ выдѣленіемъ воды; значить, при образованіи соли изъ щелочи и кислоты, происходитъ двойное разложеніе: образуется соль и вода. Если же дѣйствуетъ ангидридъ на щелочь или кислота на основаніе, то также выдѣляется вода и образуется соль. Но тѣже соли иногда могутъ получаться изъ основнаго и кислотнаго окисловъ и тогда, очевидно, что выдѣленія воды не будетъ.

Взаимодѣйствіе гидратовъ и способность ихъ образовывать соли можетъ служить къ опредѣленію характера такихъ гидратовъ, которые нерастворимы въ водѣ. Положимъ данъ гидратъ неизвѣстнаго характера и онъ нерастворимъ въ водѣ, слѣдовательно, его реакцію на лакмусъ испытать невозможно; тогда его смѣшиваютъ съ водою и къ такой смѣси прибавляютъ кислоты, напр. сѣрной или какою либо другой. Если взятый гидратъ былъ основнаго, то произойдетъ или непосредственно, или при нагреваніи, взаимодѣйствіе и образуется соль. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ такая образующаяся соль растворяется въ водѣ и черезъ это можно уже тотчасъ видѣть, что произошло соединеніе нерастворимаго основнаго гидрата съ кислотою, въ результатѣ чего получается растворяющееся солиное вещество. Въ тѣхъ же случаяхъ, когда образующаяся соль нерастворима, вода теряетъ кислотную реакцію послѣ прибавленія кислоты, конечно, если кислоты прибавлено не въ избытокъ, и потому можно узнать, черезъ прибавленіе кислоты, имѣетъ ли данный гидратъ основнаго характера. Примѣромъ такихъ гидратовъ можетъ служить большинство основнаго гидратовъ, напр. гидратъ окиси мѣди, свинца, цинка и т. д. Если кислота не дѣйствуетъ на взятый нерастворимый гидратъ, то онъ не имѣетъ основнаго свойства, и потому необходимо испытать не представляетъ ли онъ характера кислотнаго гидрата. Для этого точно также поступаютъ съ нимъ, только берутъ вмѣсто кислоты щелочь и наблюдаютъ не происходитъ ли при этомъ растворенія или исчезаетъ ли щелочный характеръ послѣ прибавленія щелочи. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ заключаютъ, что образуется нерастворимая соль изъ кислоты и прибавленной щелочи. Такимъ напр. образомъ можно доказать, что гидратъ кремнезема или окиси кремнія есть кислота, потому что онъ растворяется съ щелочахъ, но нерастворимъ въ кислотахъ. Если имѣютъ дѣло съ промежуточнымъ гидратомъ, нерастворимымъ въ водѣ, то замѣчаютъ взаимодѣйствіе и съ кислотою и тогда, когда взята щелочь. Таковъ напр. гидратъ глинозема, который растворяется и въ ѣдкомъ кали и въ сѣрной кислотѣ. Но должно однако не забывать, что нѣкоторые гидраты не соединяются между собою, или образуютъ весьма неустойчивыя

ныя соединенія. Это относится особенно къ гидратамъ промежуточнымъ; напр. глиноземъ не соединяется ни съ кислотными, ни съ щелочными гидратами, имѣющими не рѣзкія свойства, подобно тому какъ вода не соединяется ни съ угольнымъ, ни съ сѣрнистымъ ангидридомъ.

Вышеприведеннымъ способомъ можно узнать кислотный и основной характеръ не только гидратовъ, но и всякихъ окисловъ. Основной окисель способенъ реагировать съ кислотой, при чемъ выделяется тоже вода, бывшая въ кислотномъ гидратѣ, и, обратно, кислотный ангидридъ дѣйствуетъ на щелочный гидратъ съ выдѣленіемъ воды и образованіемъ соли. Такъ напр. кремнеземъ или окись кремнія растворяется при расплавленіи въ ѣдкомъ кали съ выдѣленіемъ воды; такъ, окись мѣди растворяется въ сѣрной кислотѣ съ выдѣленіемъ воды и образованіемъ соли. Но должно замѣтить, что промежуточные гидраты въ безводномъ состояніи нерѣдко обладаютъ большимъ упорствомъ къ образованію разнообразныхъ соединеній; такъ, глиноземъ или окись алюминія, въ безводномъ видѣ встрѣчающаяся въ природѣ и образующая кристаллическое вещество, не растворяется въ этомъ видѣ ни въ растворѣ щелочи, ни въ растворѣ кислоты. Чтобы перевести его въ растворимое состояніе, нужно сплавить, измельчить въ мелкій порошокъ и сплавлять съ нѣкоторыми неизмѣняющимися въ жару, напр. щелочными, соединеніями.

Степень сродства или химической энергии, свойственной окисламъ и ихъ гидратамъ, неодинакова; нѣкоторые крайніе члены ряда обладаютъ ею въ большей мѣрѣ; дѣйствуя другъ на друга, они отдѣляютъ огромное количество тепла; дѣйствуя на промежуточные гидраты, они также отдѣляютъ еще тепло и нерѣдко въ значительной мѣрѣ, какъ мы видѣли въ соединеніи извести и сѣрнаго ангидрида съ водою. Въ такихъ случаяхъ образуются соли прочныя, трудно разлагаемыя и нерѣдко обладающія весьма характерными свойствами. Не таковы соединенія промежуточныхъ окисловъ между собою и даже съ крайними окислами. Сколько бы мы не растворяли глинозема въ сѣрной кислотѣ, мы не насытимъ кислотныхъ свойствъ сѣрной кислоты; во всякомъ случаѣ, полученный растворъ будетъ имѣть кислую реакцію. Точно также какое бы количество его не растворяли въ ѣдкой щелочи, во всякомъ случаѣ получится щелочный растворъ. Если къ раствору глинозема въ сѣрной кислотѣ прибавить какого нибудь изъ крайнихъ основныхъ окисловъ, то глиноземъ выдѣлится изъ соединенія, и это выдѣленіе будетъ здѣсь ясно видно по образованію нерастворимаго гидрата глинозема. Точно также если къ раствору глинозема въ щелочи мы будемъ прибавлять какой либо кислоты, также глиноземъ будетъ выдѣляться; значитъ онъ весьма непрочно удерживается въ соединеніи и съ основнымъ и съ кислотнымъ гидратомъ, и объ этомъ можно заключить уже изъ того, что при раствореніи глинозема въ кислотѣ отдѣляется весьма мало тепла. Въ этомъ отношеніи степень энергии различныхъ окисловъ можетъ служить лучшею ихъ характеристикой.

Черезъ взаимодѣйствіе кислотъ и щелочей или окисловъ получаютъ соли, составляющія **опредѣленные** соединенія окисловъ. Соли составляютъ тотъ примѣръ опредѣленныхъ химическихъ соедине-

ный, который и въ исторіи и въ практикѣ науки чаще всего служить къ утверженію понятія объ опредѣленныхъ химическихъ соединеніяхъ. Дѣйствительно, всѣ признаки (стр. 173) опредѣленныхъ химическихъ соединеній ясно видны въ образованіи солей. Такъ, при опредѣленномъ отношеніи окисловъ происходятъ соли, при образованіи ихъ отдѣляется теплота, характеръ окисловъ и многія физическія ихъ свойства скрываются въ соляхъ. Такъ газообразный угольный ангидридъ образуетъ твердыя соли, упругость газа совершенно исчезла при переходѣ въ соль. Но есть и здѣсь переходъ къ неопредѣленнымъ химическимъ соединеніямъ, большая или меньшая прочность соединенія, какъ увидимъ впоследствии.

По отношенію прочности, дѣйствию на реagentную бумажку и по количественному отношенію кислаго и основнаго гидратовъ между собою, различаютъ кислыя, основныя и среднія соли. Кислую называютъ такую соль, которая содержитъ болѣе кислоты, чѣмъ средняя соль. Такія **кислыя соли** обыкновенно непрочно, разлагаются при накачиваніи легко и показываютъ кислую реакцію посредствомъ лакмусоваго раствора, если кислота и основаніе, въ нихъ входящія, энергичны. Не должно однако забывать, что среднія соли, образованныя кислотой энергической и основнымъ гидратомъ мало энергическомъ, имѣютъ также кислую реакцію, напр. сѣрномѣдная соль или мѣдный купоросъ, образованный сѣрною кислотой и гидратомъ мѣди, есть средняя соль, потому что есть единственная, которая получается черезъ взаимодѣйствіе этихъ гидратовъ. Кислыя соли, судя по этому, не имѣютъ опредѣленнаго совершенно рѣзкаго характера; въ нѣкоторомъ смыслѣ и мѣдный купоросъ есть кислая соль. Но однако во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, когда между двумя гидратами образуется только одна соль, ее считаютъ всегда среднюю. Основныя и кислыя соли различаютъ только тогда, когда происходитъ изъ одного и того же основанія и кислоты нѣсколько солей. Основную соль называютъ такую, въ которой преобладаетъ или находится въ большемъ количествѣ основаніе. Основныя соли иногда имѣютъ щелочную реакцію; впрочемъ щелочную реакцію имѣютъ и среднія соли, въ томъ случаѣ, если основаніе энергично, а кислота весьма мало энергична, каковы напр. борная, фосфорная и угольная кислоты. Среднюю реакцію имѣютъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ и кислыя соли, если основаніе энергично, а кислота слаба, какъ напр. кислая углекалиевая соль имѣетъ среднюю реакцію на лакмусъ, а средняя соль показываетъ щелочную реакцію. Итакъ, не реакція на лакмусъ, но относительное количество основнаго и кислотнаго гидратовъ, вступившихъ въ составъ соли, даютъ возможность, до нѣкоторой степени, по крайней мѣрѣ, различать 3 вышеупомянутые рода солей. Въ томъ случаѣ, когда кислота и основаніе образующія соль, энергичны, различить среднюю, кислую и основную соль очень легко; впрочемъ, основныхъ солей въ такомъ случаѣ не получается. Гидраты калия и натрія, извести и барита не даютъ основныхъ солей, а они именно и принадлежатъ къ наиболѣе энергическимъ основаніямъ. Среднія соли, ими образованныя, представляютъ большое постоянство и легко образуются. Кислыя соли происходятъ въ немногихъ случаяхъ и представляютъ, при энергической кислотѣ, всегда кислую ре-

анцію. Если одно изъ вышеупомянутыхъ основаній будетъ насыщено кислотою, то получается средняя соль, напр. изъ ѣдкаго натра и сѣрной кислоты получается сѣрнионатровая соль, которая при испареніи легко можетъ быть получена въ кристаллическомъ видѣ и очищенная кристаллизаціею, показываетъ среднюю реакцію на лакмусъ. Но если къ раствору этой соли прибавить столько кислоты, сколько взято было или сколько пошло для ея образованія и такой растворъ выпаривать, то остаются кристаллы, которые содержатъ избытокъ кислоты; въ растворѣ имѣютъ кислую реакцію; при нагрѣваніи выделяютъ сѣрную кислоту и составляютъ примѣръ кислыхъ солей. Это будетъ кислая сѣрнионатровая соль. Менѣе энергическія основанія, какъ напр. окислы свинца, мѣди, обыкновенно не даютъ кислыхъ солей; даже и окислы кальція, барія, магнія такихъ солей не образуютъ. Напротивъ того, такіе окислы, какъ мѣди и свинца легко даютъ основныя соли. Если окись мѣди растворить въ кислотѣ, напр. уксусной или азотной, но въ такомъ количествѣ, чтобы кислая реакція еще сохранилась, то при испареніи получится средняя соль, имѣющая обыкновенно и кислую реакцію, но отличающаяся постоянствомъ относительно состава и свойствъ. Впрочемъ, такія соли способны растворять еще дальнѣйшее количество основанія и образовать основную соль. Въ этой основной соли количество основанія обыкновенно въ 2 и 3 раза болѣе, чѣмъ въ средней соли. Здѣсь примѣняется точно также тотъ законъ кратныхъ отношеній, каковой мы видѣли при соединеніи съ кристаллизаціонною водою. Можно даже думать, что присоединеніе основанія и кислоты въ средней соли составляетъ нѣчто подобное присоединенію къ ней кристаллизаціонной воды. Это видно изъ той непрочности, какая свойственна кислымъ и основнымъ солямъ. Впрочемъ, и всякая соль не есть тѣло, обладающее большимъ постоянствомъ; ни одна соль еще не переведена въ паръ безъ разложенія. Всѣ почти самыя постояннѣйшія соли оказываются довольно легко разлагаемыми дѣйствіемъ жара; даже такія соли, какъ сѣрноизвестковая соль или гипсъ или сѣрнионатровая соль дѣйствіемъ жара легко разлагаются. Если ихъ накалывать при той температурѣ, при которой желѣзо плавится, соль шпатель теряетъ элементы сѣрной кислоты; остается известь, а сѣрнионатровая соль теряетъ элементовъ сѣрной кислоты болѣе, чѣмъ основанія и потому послѣ прокалыванія приобретаетъ щелочную реакцію, хотя первоначально была среднею солью. Здѣсь конечно проявляется большее сродство, чѣмъ при соединеніи съ кристаллизаціонною водою; оттого температура разложенія выше, но это зависитъ отчасти и отъ свойствъ самой кислоты. Летучіе окислы даютъ соли, легче разлагающіяся; менѣе летучіе — труднѣе разлагаемыя; а нелетучіе разлагаются легче, чѣмъ предыдущіе, если находятся въ соединеніи съ болѣе летучимъ окисломъ. Такъ напр. окисель кремнія или кремнеземъ составляетъ кислотный окисель совершенно нелетучій, соли котораго или соединенія съ основаніями при дѣйствіи жара разлагаются, такимъ образомъ, что часть основанія улетучивается, если основаніе способно улетучиваться. Такимъ образомъ, при первомъ понятіи объ соляхъ, нельзя еще строго различать понятія кислой, средней и основной соли, и только при дальнѣйшемъ



изложеніи, когда количественный состав солей мы узнаемъ съ большею подробностью, только тогда можно будетъ установить болѣе точное различіе этихъ трехъ классовъ солей. Говоря объ этихъ родахъ солей, нельзя не упомянуть еще объ такъ называемыхъ **двойныхъ соляхъ**, которыя образуются обыкновенно или однимъ основаніемъ и двумя кислотами, или двумя основаніями и одною кислотою, или нѣсколькими основаніями и нѣсколькими кислотами. Такія соединенія получаютъ иногда простымъ смѣшеніемъ нѣсколькихъ солей, обладаютъ нерѣдко весьма большимъ постоянствомъ въ твердомъ видѣ, даже гораздо болѣшимъ постоянствомъ чѣмъ простыя соли и имѣютъ нерѣдко характерныя свойства, не принадлежащія основаніямъ и кислотамъ. Изъ двойныхъ солей наиболѣе известная въ практикѣ есть двойная соль, образованная сѣрною кислотою и окислами калия и алюминія. Это квасцы, кристаллизующіеся весьма легко изъ водныхъ растворовъ, съ содержаніемъ кристаллизационной воды, въ формахъ весьма опредѣленныхъ правильной системы. Такія двойныя соли представляютъ нерѣдко ясное доказательство того, что онѣ образованы подобно соединеніямъ съ кристаллизационною водою; такъ напр. горькая или англійская соль, какъ мы видѣли въ 4 главѣ, содержитъ въ себѣ 120 частей безводной соли, 126 частей воды, по вѣсу. Если къ этой соли прибавить сѣрнокалиевой соли, то тогда образуются кристаллы, содержащія также кристаллизационную воду, и составъ этой соли оказывается такимъ, что на 120 безводной сѣрномгнезійной соли приходится 174 сѣрнокалиевой соли, а воды кристаллизационной только 108 частей по вѣсу. Значитъ 18 частей кристаллизационной воды здѣсь замѣнились 174-мя сѣрнокалиевой соли. Нѣкоторыя двойныя соли, какъ кислыя и основныя характеризуются непостоянствомъ, подобнымъ непостоянству соединеній съ кристаллизационною водою. Даже квасцы легко разлагаются и даже въ растворѣ посредствомъ діализа (стр 19). Изъ раствора квасцовъ чрезъ перепонку высачивается въ воду не только сѣрнокалиевая соль, но даже и сѣрная кислота.

Судя по предыдущему, соль есть соединеніе ангидридовъ или окисловъ основнаго и кислотнаго, или результатъ дѣйствія гидратовъ этого рода другъ на друга съ выдѣленіемъ воды. Но соли могутъ быть получены и иными способами. Припомнимъ, что окислы основныя образуются металлами, а кислотныя часто металлоидами. Металлы же и металлоиды способны между собою соединяться, а черезъ окисленіе такихъ соединеній происходитъ нерѣдко соли; такъ напр. желѣзо весьма легко соединяется съ сѣрою, получается сѣрнистое желѣзо; на воздухѣ оно способно притягивать его кислородъ, въ особенности же при возвышенной температурѣ или въ прикосновеніи воды. Черезъ это происходитъ такая соль, какая можетъ произойти черезъ соединеніе окисловъ желѣза и сѣры между собою или гидратовъ того и другаго рода. Значитъ нельзя сказать и полагать, что въ соли находятся элементы окисловъ и что соль непременно содержитъ въ себѣ два рода окисловъ. Этотъ же самый выводъ можно получить, изучая различныя другіе способы образованія солей; такъ напр. многія соли вступаютъ въ двойное разложеніе съ металлами, при чемъ дѣйствующій металлъ заступаетъ мѣсто того, который находится въ

соли. Если возьмемъ растворъ сѣрномѣдной соли или мѣднаго купороса и опустимъ въ него желѣзную пластинку, то весьма скоро желѣзная пластинка покраснѣетъ, оттого что покрывается выдѣлившеюся мѣдью; но на мѣсто каждой частицы выдѣлившейся мѣди становится или поступаетъ въ соль желѣзо. Съ другой стороны, если нѣкоторыя соли разлагаются при дѣйствіи жара, остаются окислы, то другія, напротивъ того, разлагаясь, оставляютъ металлы. Такъ напр. при накаливаніи известковыхъ солей, остается всегда известь, а при накаливаніи или разложеніи дѣйствіемъ жара серебряныхъ солей серебро. Это связано конечно съ большимъ или меньшимъ постоянствомъ относительно жара самихъ окисловъ. Окись кальція или известь при дѣйствіи жара не разлагается; окись же серебра разлагается; но черѣдко выдѣляется при этомъ несвободный кислородъ, какъ бы слѣдовало, если бы соль разлагалась сперва на окисель серебра и ангидридъ кислоты и еслибъ потомъ оставшійся окисель серебра разлагался на кислородъ и металлъ. Такъ напр. щавелево-серебряная соль при накаливаніи и даже при ударѣ разлагается весьма легко, оставляя металлическое серебро и образуя только углекислый газъ, нисколько не давая кислорода. Такимъ образомъ происхожденіе солей изъ окисловъ есть одинъ способъ ихъ образованія; а есть кромѣ того много другихъ, и потому нельзя утверждать, что соль есть ничто иное какъ соединеніе двухъ окисловъ между собою. Мы видѣли напр., что въ сѣрной кислотѣ можно замѣнить непосредственно водородъ цинкомъ и что черезъ это образуется сѣрно-цинковая соль; такъ точно и во множествѣ другихъ кислотъ водородъ можно замѣнить цинкомъ, желѣзомъ, калиемъ, натріемъ и цѣлымъ рядомъ металловъ, съ нимъ сходныхъ и получить соответственныя соли. Водородъ въ водѣ кислоты замѣняется въ этомъ случаѣ металломъ; получится изъ гидрата соль. Можно конечно это представить себѣ и такъ, что при этомъ изъ воды, находящейся въ кислотѣ, получается окисель металла, а водородъ выдѣляется и что полученный окисель соединяется съ ангидридомъ кислоты, бывшей въ соединеніи съ водою. Но подобное представленіе будетъ уже потому не вѣрно, что такіе металлы, какъ цинкъ и желѣзо при обыкновенной температурѣ не разлагаютъ воды, съ выдѣленіемъ водорода, а на кислоты дѣйствуютъ съ выдѣленіемъ водорода весьма легко; значить они дѣйствуютъ въ этомъ случаѣ не на воду, входящую въ составъ кислоты, а прямо на самую кислоту, иначе они бы не выдѣлили водорода изъ кислоты при обыкновенной температурѣ. Въ этомъ смыслѣ соль можно опредѣлить такимъ образомъ, что **соль есть кислота, въ которой водородъ замѣненъ металломъ**. Такое опредѣленіе будетъ уже гораздо болѣе точно, чѣмъ вышеприведенное потому, что относится непосредственно къ простымъ тѣламъ, а не къ соединеніямъ съ кислородомъ. Оно показываетъ только, что кислота и соль въ сущности составляютъ соединенія одного разряда, съ тѣмъ различіемъ, что въ первой находится водородъ, а во второй металлъ. Такое опредѣленіе еще и въ томъ отношеніи болѣе точно, чѣмъ первое опредѣленіе солей, что оно относится совершенно точно и къ такимъ кислотамъ, которыя не содержатъ въ себѣ кислорода, а мы увидимъ далѣе, что есть рядъ и такихъ кислотъ. Такіе элементы,

как хлоръ и бромъ образуютъ съ водородомъ соединенія, въ которыхъ водородъ можно замѣнять металломъ и получать вещества, по своимъ реакціямъ и по ви́шнему характеру сходственныя съ солями, образованными окислами. Такова, напр., повареная соль, которая можетъ быть получена черезъ замѣну въ хлористомъ водородѣ водорода металломъ натріемъ, совершенно точно также, какъ сѣрна-натріевая соль получается черезъ замѣну въ сѣрной кислотѣ водорода тѣмъ же металломъ натріемъ. Ви́шній видъ получающихся продуктовъ, ихъ средняя реакція, даже ихъ соляной вкусъ показываетъ ихъ взаимное сходство; также какъ кислая реакція, способность насыщать основанія, способность выдѣлять водородъ съ нѣкоторыми металлами, ихъ кислый вкусъ представляютъ общія свойства, принадлежащія хлористому водороду и сѣрной кислотѣ. Изъ всего этого можно вывести такое заключеніе, что соль можно получить и опредѣлять различнымъ образомъ. Конечно, не въ опредѣленіи дѣло; необходимо только познакомиться съ общими методами образованія извѣстныхъ соединеній, каковы соли, а способы то образованія солей весьма различны. Впрочемъ, такое опредѣленіе, какъ послѣднее данное нами, представляетъ въ себѣ много общаго и можетъ удовлетворять всѣмъ почти свойствамъ солей.

Соли, образованныя какимъ либо образомъ, представляютъ ту весьма важную особенность, что подвергаются легко, при извѣстныхъ условіяхъ, двойнымъ разложеніямъ, именно такого рода двойнымъ разложеніямъ, что **металлы**, въ нихъ находящіеся, **мѣняются мѣстами**. Такая мѣна металловъ происходитъ между солями въ томъ случаѣ, когда черезъ подобную мѣну можетъ образоваться или болѣе летучее соединеніе, или менѣе растворимое соединеніе, если взаимодѣйствіе происходитъ въ первомъ случаѣ при нагрѣваніи, а во второмъ въ растворѣ. Примѣромъ перваго рода разложеній можетъ служить дѣйствіе нелетучей сѣрной кислоты на соли, образованныя кислотами, способными улетучиваться, напр., уксусною, азотною и т. п. Въ сѣрной кислотѣ роль металла занимаетъ водородъ воды, потому что сѣрная кислота образована водою и кислотнымъ ангидридомъ, а именно сѣрнымъ. Если мы дѣйствуемъ сѣрной кислотой на соль летучей кислоты, то водородъ и металлъ этой соли мѣняются мѣстами. Если на мѣсто металла во взятой соли поставить водородъ, то получится кислота, потому что соль есть кислота, въ которой водородъ замѣщенъ металломъ; слѣдовательно кислота есть соль, въ которой металлъ замѣненъ водородомъ, или короче сказать, **кислота есть водородная соль**. Итакъ, въ этомъ случаѣ водородъ сѣрной кислоты и металлъ соли мѣняются мѣстами, и получается соль сѣрной кислоты и кислота, соответствующая взятой соли. Такъ, изъ уксусныхъ солей можно получать уксусную кислоту, изъ солей азотной кислоты азотную. Но такое разложеніе идетъ только тогда до конца, когда при этомъ производится нагрѣваніе, удаляющее образующуюся летучую кислоту. Безъ этого удаленія реакція до конца не идетъ. Мы увидимъ въ дальнѣйшихъ примѣрахъ множество такихъ случаевъ, когда кислоты именно получаютъ этими общими способами. Какъ водородъ можетъ мѣнять мѣсто съ металлами, такъ и два металла, находящіеся въ соляхъ, могутъ между собою мѣняться мѣстами; но

это происходит уже не вследствие летучести, потому что соли, вообще говоря, нелетучи, или при улетучивании разлагаются; но происходит это вследствие возможности образования нерастворимаго соединения. Въ предыдущемъ случаѣ причину реакціи должно искать въ уругости могущаго образоваться пара летучаго соединенія; въ разбираемомъ же случаѣ причину хода реакціи должно видѣть въ сдѣленіи могущаго образоваться нерастворимаго соединенія. Такъ, если смѣшать растворы азотносвинцовой соли и сѣрной кислоты, то произойдетъ перемѣна мѣстъ между свинцомъ первой соли и водородомъ второй соли, потому что можетъ образоваться нерастворимая сѣрносвинцовая соль. Если мы возьмемъ вмѣсто сѣрной кислоты другую ея растворимую соль, напр., сѣрнокисловую, то между цинкомъ этой соли и свинцомъ азотносвинцовой соли произойдетъ опять перемѣна мѣстъ, потому что можетъ образоваться нерастворимая сѣрносвинцовая соль. Для того, чтобы такіа двойныя разложенія совершались, необходимо дѣйствовать въ растворахъ. Въ расплавленномъ состояніи разложенія совершаются иначе, чѣмъ въ растворахъ, потому именно, что не спеціальныи характеръ, а отношеніе къ обстоятельству или условію вліяютъ на направленіе реакціи.

Къ основнымъ свойствамъ солей нужно прибавить еще и то, что онѣ способны **при дѣйствіи гальваническаго тока** болѣе или менѣе легко **разлагаться**. Разложеніе это бываетъ весьма разнообразно въ результатѣ, смотря потому, возьмемъ ли мы растворъ или расплавленную соль. Но все разложенія солей можно представить себѣ такимъ образомъ, что на электроотрицательномъ полюсѣ появляется металлъ (какъ при разложеніи воды или ея смѣси съ сѣрною кислотю—водородъ), а на положительномъ полюсѣ (гдѣ кислородъ изъ воды) появляются все остальные части соли, т. е. кислородъ и ангидридъ кислоты. Если мы будемъ дѣйствовать напр., на сѣрнатровую соль въ водномъ растворѣ, то на электроотрицательномъ полюсѣ появится натрій, а на положительномъ полюсѣ кислородъ и ангидридъ сѣрной кислоты; но въ растворѣ будетъ иное, потому что натрій, какъ мы знаемъ, разлагаетъ воду съ выдѣленіемъ водорода и съ образованіемъ ѣдкаго натра, слѣдовательно на отрицательномъ полюсѣ будетъ выдѣляться водородъ и появляться ѣдкій натръ, а на положительномъ полюсѣ сѣрный ангидридъ тотчасъ соединится съ водою и образуетъ сѣрную кислоту; слѣдовательно около этого полюса будетъ образоваться кислота и выдѣляться кислородъ. Такого рода разложенія весьма легко наблюдать, если въ изогнутую въ видѣ буквы V трубку (фиг. 44), налить раствора сѣрнатровой соли и въ обѣ вѣтви опустить электроды; подрашивая соль лакмусовымъ настоемъ, можно легко будетъ видѣть, что на отрицательномъ полюсѣ растворъ лакмуса будетъ синѣть отъ образующагося ѣдкаго натра; а на положительномъ полюсѣ краснѣть отъ образующейся сѣрной кислоты. Въ другихъ случаяхъ, когда выдѣляющийся металлъ не способенъ разлагать воды, онъ будетъ выдѣляться въ свободномъ видѣ. Таково, напр., разложеніе сѣрномѣдной соли; на цинковомъ полюсѣ появляется мѣдь и значить водорода не будетъ, если только вмѣстѣ съ солью не разлагается и вода и образующаяся сѣрная кислота. На положительномъ же полюсѣ будетъ появляться кислородъ и сѣрная кислота; если ее не насыщать, то она,

по основному свойству растворовъ, будетъ дифундировать во всю жидкость и дойдетъ наконецъ до мѣди, отложившейся на отрицательномъ полюсѣ и будетъ на нее дѣйствовать. Но если на положительномъ полюсѣ, на которомъ она прежде всего является, укрѣпить мѣдную пластинку, то выделяющійся кислородъ будетъ окислять мѣдь и окисель мѣди будетъ растворяться въ образующейся на этомъ полюсѣ сѣрной кислотѣ, и потому на положительномъ полюсѣ мѣдь будетъ растворяться, а на отрицательномъ осаждаться, т. е. произойдетъ какъ бы перенесеніе мѣди съ положительнаго полюса на отрицательный. На этомъ основана гальванопластика, т. е. осажденіе металлической мѣди на электродѣ, имѣющемъ опредѣленную форму и фигуру, черезъ что и получается мѣдный оттискъ того изображенія, которое было поставлено на отрицательномъ полюсѣ. Въ другихъ случаяхъ разложенія солей дѣйствіемъ гальваническаго тока могутъ получаться обстоятельства гораздо болѣе сложныя; такъ, если металлъ, входящій въ соль, способенъ образовать высшую степенъ окисленія, то на положительномъ полюсѣ можетъ образоваться такая высшая степенъ окисленія, при содѣйствіи отдѣляющагося на немъ кислорода. Это совершается напр. при разложеніи солей серебра, свинца и марганца дѣйствіемъ гальваническаго тока, при чемъ образуются перекиси этихъ металловъ. Если металлъ, выделяющійся на отрицательномъ полюсѣ, способенъ дѣйствовать на соль, находящуюся въ растворѣ, то это дѣйствіе можетъ совершаться около этого полюса, и такимъ образомъ явленія весьма значительно усложняются во многихъ случаяхъ дѣйствія тока на соли. Но всѣ явленія, извѣстныя до сихъ поръ, могутъ быть выражены вышериведеннымъ правиломъ, что отъ дѣйствія тока соли разлагаются на металлъ, появляющійся на отрицательномъ полюсѣ, и на все то, что съ нимъ соединено, что и является на положительномъ полюсѣ. Такое разложеніе солей дѣйствіемъ гальваническаго тока совершенно согласно съ тѣмъ, что всѣ сложныя соединенія разлагаются въ тѣхъ или другихъ обстоятельствахъ отъ дѣйствія тока. Соли же, какъ соединенія, сравнительно мало прочныя, подвергаются этому разложенію наиболѣе легко.

Соли принадлежать къ разряду тѣлъ, давно извѣстныхъ въ практикѣ и потому изученныхъ во многихъ отношеніяхъ издавна. Впрочемъ, первоначально смѣшивали понятіе объ основаніяхъ, кислотахъ и соляхъ; нынѣ же ихъ можно обобщить такимъ образомъ, что кислота есть водородная соль, или соль, въ которой металлъ замѣненъ водородомъ; а щелочь есть соль, въ которой на мѣсто ангидрида кислоты находится вода. Въ половинѣ 17 столѣтія Глауберъ первый произвелъ нѣсколько извѣстныхъ солей. До тѣхъ поръ большинство солей получалось изъ естественныхъ источниковъ, и та соль, объ которой мы нѣсколько разъ говорили, именно сѣрионатровый соль, получила названіе, отъ имени этого химика, глауберовой соли. Руэль различилъ среднія, кислыя и основныя соли, показать вліяніе ихъ на растительныя цвѣта; но онъ еще смѣшивалъ многія соли съ кислотами; впрочемъ, и нынѣ мы должны считать всякую кислую соль кислотою, потому что въ кислой соли содержится водородъ, способный замѣняться металлами, т. е. водородъ кислоты. Боме оспаривалъ мнѣшіе Руэля объ раздѣленіи солей, утверждалъ, что только сре-

днія соли суть истинныя, а что основныя суть простыя смѣси средних солей съ основами, а кислоты съ кислотами, полагая, что однимъ промываніемъ можно отнять отъ нихъ кислоту или основаніе. Рузю въ средній прошлаго столѣтія, принадлежить однако главная заслуга изученія солей и распространенія въ своихъ увлекательныхъ лекціяхъ ученія объ этомъ родѣ соединений. Онъ, какъ и большинство химиковъ того времени, не пользовался при своихъ изслѣдованіяхъ вѣсами, а довольствовался однимъ изученіемъ качествъ. Однако первыя вѣсовыя изслѣдованія солей были сдѣланы Венцелемъ около того же времени. Онъ жилъ въ Саксоніи и вскорѣ былъ сдѣланъ управляющимъ Фрейбергскими рудниками. Венцель изучилъ двойныя разложенія солей и замѣтилъ, что при двойномъ разложеніи средних солей всегда получается средняя же соль. Путемъ взвѣшивания онъ доказалъ, что это происходитъ оттого, что для насыщенія даннаго количества любого основанія употребляются такія относительныя количества разныхъ кислотъ, которыя способны насыщать и всякое другое основаніе. Взявши двѣ среднія соли, напр. сѣрнонатровую соль и азотноизвестковую, смѣшаемъ ихъ вмѣстѣ въ растворахъ. При этомъ произойдетъ двойное разложеніе, потому что образуется мало растворимая сѣрноизвестковая соль. Сколько бы мы не прибавляли каждой изъ солей, всетаки средняя реакція сохранится; слѣдовательно, черезъ замѣну металловъ не нарушается средней характеръ солей; значить, то количество сѣрной кислоты, которое насыщало натръ, достаточно для насыщенія извести, и то количество азотной кислоты, которое насыщало известъ, достаточно для насыщенія натра, содержащагося въ соединеніи съ сѣрною кислотой въ сѣрнонатрой соли. Венцель, повидимому, даже былъ убѣжденъ въ томъ, что вещество не пропадаетъ въ природѣ, и на основаніи этого въ своемъ «ученіи о сродствѣ» онъ дѣлалъ поправки результатовъ своихъ изслѣдованій, если замѣчалъ, что полученные имъ величины меньше тѣхъ, которыя онъ взялъ. Хотя Венцель и вывелъ совершенно точно законъ относительно двойнаго разложенія солей, но онъ еще не опредѣлилъ тѣхъ количествъ, въ которыхъ кислоты и основанія дѣйствуютъ другъ на друга. Это сдѣлано было въ самомъ концѣ прошлаго столѣтія Рихтеромъ. Онъ старался опредѣлить вѣсовыя количества основаній, насыщающія кислоты и кислотъ, насыщающихъ основанія и достигъ до чиселъ уже довольно вѣрныхъ, хотя его выводы и невѣрны, а именно, онъ утверждалъ, что количества основаній, насыщающихъ данную кислоту, измѣняются въ арифметической прогрессіи, а количества кислотъ, насыщающихъ данное основаніе, въ геометрической. Вслѣдъ за тѣмъ Рихтеръ открылъ осажденіе металловъ изъ солей посредствомъ другихъ металловъ и замѣтилъ, что при этомъ средняя реакція растворовъ не нарушается. Онъ опредѣлилъ и тѣ вѣсовыя количества металловъ, которыя замѣняютъ другъ друга въ соляхъ. Онъ указалъ, что мѣдь вытѣсняетъ серебро изъ солей, что цинкъ вытѣсняетъ мѣдь и цѣлый рядъ другихъ металловъ. Тѣ количества металловъ, которыя способны замѣнять другъ друга, названы были **эквивалентами**, т. е. равнозначными количествами. Этимъ понятіемъ опредѣлилось уже, что соль есть нѣчто постоянное, въ чемъ одинъ металлъ можетъ замѣняться другимъ.



Ученіе Рихтера не имѣло послѣдователей, потому что онъ хоти и вѣрилъ истинамъ, открытымъ Лавуазье, но однако держался еще флогистоннаго воззрѣнія, вслѣдствіе чего его изложеніе очень темно. Труды шведскаго ученаго Берцеліуса освободили данныя Венцеля и Рихтера отъ неясности прелкихъ основныхъ понятій, и привели къ толкованіямъ въ смыслѣ мѣнѣй Лавуазье. Если бы Берцеліусъ, съ своими точными опытами и со своимъ языкомъ простымъ и яснымъ и съ понятіями, вполне согласными съ идеями Лавуазье, если бы Берцеліусъ не взялся вновь за предметъ, отчасти разработанный Венцелемъ и Рихтеромъ, то ихъ труды пропали бы совершенно, потому что за высказанными выше выводами они заключали въ себѣ цѣлый рядъ мало, точныхъ соображеній и наблюдений не вполне вѣрныхъ. Прилагая къ солямъ то, что вывелъ въ этомъ отношеніи Берцеліусъ цѣлымъ рядомъ изслѣдованій, замѣчательныхъ по точности, должно вывести слѣдующій законъ эквивалентовъ: всякій металлъ замѣняетъ въ кислотѣ одну вѣсовую часть водорода своимъ эквивалентомъ, ему вполне свойственнымъ, а потому если металлы замѣняютъ другъ друга, то вѣса ихъ относятся между собою въ отношеніи эквивалентовъ. Такъ напр. на мѣсто 1 части водорода становится 23 части натрія, 39 частей калия, 12 частей магнія, 20 частей кальція, 28ч. желѣза, 108 ч. серебра, 33 части цинка и т. д., и потому если цинкъ вытѣснитъ серебро, то на мѣсто 108 частей серебра становится 33 части цинка, или на мѣсто 33 частей цинка становится 23 части натрія и т. д. Это выразалось тогда другимъ закономъ, въ сущности однако тождественнымъ съ этимъ. Формула закона была такая: въ среднихъ соляхъ данной кислоты между количествомъ кислорода въ основаніи и количествомъ кислорода въ ангидридѣ кислоты существуетъ всегда постоянное отношеніе. Тождество этихъ выводовъ будетъ понятно изъ слѣдующаго соображенія. Если въ кислотѣ водородъ замѣняется эквивалентами металловъ, то тоже самое эквивалентное отношеніе существуетъ и при замѣнѣ водорода воды металлами. Если натрій вытѣснитъ водородъ изъ воды, то на мѣсто 1 вѣсовой части водорода становится 23 вѣсовыхъ части натрія; если водные пары разлагаются цинкомъ, то на мѣсто 1 части водорода становится 33 вѣсовыхъ части цинка и т. д. Слѣдовательно на эквивалентное количество водорода и металловъ въ ихъ окислахъ, будетъ заключаться одно и тоже количество кислорода. Если водородъ замѣняется эквивалентомъ металла въ кислотѣ, то это можно выразить такимъ образомъ, что водородъ воды, заключающейся въ кислотѣ, замѣняется эквивалентнымъ вѣсомъ металла, и, слѣдовательно, образуется вмѣсто воды окисель металла, содержащій тоже количество кислорода, какъ и вода, а потому если въ данномъ количествѣ кислоты содержалась вода съ n частями кислорода и ангидридъ съ m частями кислорода, то при замѣнѣ водорода воды металломъ или одного металла другимъ, кислородъ воды будетъ переходить отъ одного металла къ другому, но его будетъ оставаться всегда n частей, на m частей кислорода въ ангидридѣ кислоты.

Ученіе объ эквивалентахъ было бы совершенно просто, если бы каждый металлъ и каждое простое тѣло давало только одну степень соединенія съ кислородомъ или одинъ окисель. Оно усложняется

тѣмъ, что многіе металлы даютъ нѣсколько степеней окисленія, слѣдовательно представляютъ въ различныхъ степеняхъ окисленія различные эквиваленты, таково напр. желѣзо: существуютъ окислы, заключающіе желѣзо, въ которыхъ эквивалентъ 28; это соли, образованныя закисью и другой рядъ солей, въ которыхъ эквивалентъ желѣза равенъ $18\frac{2}{3}$ т. е. заключающія меньше желѣза, слѣдовательно больше кислорода, и соответствующія высшей степени окисленія — окиси желѣза. Правда, что первыя образуются легко черезъ прямое дѣйствіе металлическаго желѣза на кислоты, а вторыя происходятъ только при дальнѣйшемъ окисленіи образующихся соединений; но это только въ этомъ частномъ случаѣ. При мѣди, ртути и оловѣ въ различныхъ обстоятельствахъ происходятъ соли, отвѣчающія разнымъ степенямъ окисленія этихъ металловъ, и потому многіе металлы имѣютъ два эквивалента въ различныхъ своихъ соляхъ, т. е. въ соляхъ, отвѣчающихъ разнымъ степенямъ окисленія. Черезъ это понятіе объ эквивалентѣ усложняется и каждому простому тѣлу нельзя придать одного опредѣленнаго эквивалентнаго вѣса. Поэтому изображать составъ солей на основаніи знанія ихъ эквивалента еще нельзя, и потому понятіе объ эквивалентахъ, игралъ весьма важную роль въ историческомъ отношеніи, представляетъ при болѣе полномъ изученіи фактовъ химіи, только вводное понятіе, подчиненное болѣе высшимъ, съ которыми мы впоследствии познакомимся.

Съ исторіею солей долго были связаны судьбы теоретическихъ воззрѣній химіи. Яснѣйшее представленіе объ этомъ предметѣ ведетъ свое начало отъ Лавуазье и было особенно строго развито Берцеліусомъ. Это представленіе называется **дуализмомъ**. Всѣ сложныя соединения, а соли по преимуществу, представлялись состоящими изъ двухъ частей. Соли представляли себѣ, какъ соединеніе основнаго окисла (основанія) съ кислотнымъ (т. е. съ ангидридомъ кислоты, его тогда называли кислотой), гидратъ же представляли какъ соединеніе безводнаго окисла съ водою. Такое выраженіе употребляли не только для того, чтобы выразить обыкновеннѣйшій способъ полученія этихъ веществъ (было бы совершенно вѣрно), но также и для выраженія того внутренняго распредѣленія элементовъ, которымъ предполагали объяснять всѣ свойства названныхъ соединений. Въ сѣрной соли предполагали двѣ ближайшія составныя части: окись мѣди и сѣрный ангидридъ. Это есть гипотеза. Ея развитіе состояло въ такъ называемой **электрохимической теоріи**, которая предполагаетъ, что двѣ составныя части удерживаются во взаимной связи потому, что одна часть (въ соляхъ основанія) имѣетъ электроотрицательныя свойства, а другая (ангидридъ кислоты) положительныя. Обѣ части притягиваются, какъ тѣла обладающія противоположными электричествами. Объясненіе электролиза тогда выходило повидимому весьма просто: на положительномъ полюсѣ скопилось электроотрицательное вещество, а на отрицательномъ положительное, по тому же закону полярныхъ электричествъ, какой лежитъ въ основѣ всего представленія. Это конечно новая гипотеза. Понятія дуализма примѣнны ко многимъ случаямъ, но не ко всѣмъ. Дѣйствительно, токъ дѣйствуетъ на разныя соли въ различныхъ случаяхъ неодинаково. Изъ однихъ въ растворѣ выделяетъ на отрицательномъ полюсѣ металлъ (напр.



соли мѣди), изъ другихъ водную окись (соли калия, натрія). Поэтому уже гораздо вѣроятнѣе то представленіе, что одну часть соли составляетъ металлъ, а другую все то что входитъ въ нее кромѣ металла. Дѣйствительно тогда будутъ понятны оба случая. Въ тѣхъ, гдѣ является на отрицательномъ полюсѣ водная окись, всегда входитъ металлъ, разлагающій воду и образующій при этомъ водную окись, щелочь, основаніе. При томъ разложеніе расплавленныхъ солей токомъ даетъ всегда металлъ, а потому послѣднее представленіе о составѣ и разложеніи солей (оно выражено на стр. 283) болѣе вѣроятно, чѣмъ предположеніе о составѣ солей изъ основаній и ангидридовъ кислотъ. Это представленіе называютъ **водородною теоріею кислотъ**. Сущность его состоитъ въ томъ, что причину кислотныхъ свойствъ признаютъ не въ томъ, что кислота содержитъ ангидридъ и воду, а въ томъ, что въ ней находится водородъ, способный замѣщаться металлами и съ ними мѣняться мѣстами при двойныхъ разложеніяхъ. Этотъ водородъ при разложеніи токомъ выдѣляется на отрицательномъ полюсѣ, такъ и металлы, заступающіе въ соляхъ его мѣсто. Подтвержаютъ это тѣмъ, что есть такія кислоты, какъ хлористый водородъ, которыя кислорода не содержатъ, а слѣдовательно не заключаютъ воды и ангидрида. Оттого понятіе о кислотѣ расширяется и обобщается. Но и такъ называемая водородная теорія кислотъ есть гипотеза дуалистическая, она даже не противорѣчитъ электрохимической, и скорѣе есть только ея измѣненіе. Дуализмъ ведетъ начало отъ Рузля и Лавуазье, электрохимическое представленіе развивалъ съ особою силою Берцелиусъ, а водородную теорію кислотъ Деви и затѣмъ Либихъ.

Эти гипотетическія представленія облегчали и обобщали изученіе сложнаго предмета, давали опору въ сужденіяхъ, но было почти безразлично удобно слѣдовать тому или другому изъ противорѣчивыхъ представленій, когда рѣчь шла объ соляхъ. Но эти же соображенія переносили на всѣ другія вещества, на всѣ сложные тѣла. Дуализмъ отыскивалъ во всѣхъ сложныхъ тѣлахъ двѣ составныя части, полярно противоположныя, ходъ химическихъ реакцій стремился выразить электрическими или тому подобными различіями. Если цинкъ вытѣсняетъ водородъ изъ кислоты, то заключали, что онъ болѣе электроположительный элементъ, чѣмъ водородъ, а между тѣмъ забывали, что водородъ можетъ въ другихъ обстоятельствахъ вытѣснять цинкъ, на примѣръ при накаливаніи изъ окиси цинка. Хлоръ и кислородъ считали полярно противоположными водороду, ибо они легко съ нимъ соединяются. А между тѣмъ и тотъ и другой способны замѣщать водородъ и, что особенно характерно, чрезъ замѣну водорода хлоромъ углеродистая соединенія нерѣдко неизмѣняются ни въ химическомъ характерѣ, ни даже во вишней формѣ, какъ то открыли Лоранъ и Дюма. Эти соображенія и факты колеблютъ дуализмъ и особенно электрохимическую систему. Не въ полярномъ различіи тѣлъ, а въ совокупномъ вліяніи всѣхъ элементовъ на свойства образуемаго соединенія стали искать потомъ объясненія извѣстныхъ реакцій. Это есть отрицаніе предыдущихъ гипотезъ.

Такое отрицаніе однако не ограничилось однимъ разрушеніемъ шаткихъ основъ предшествовавшаго, оно выступило съ ученіемъ по-

вымъ, положило основаніе всему современному направленію нашей науки. Это ученіе носитъ названіе **унитарнаго ученія**, то есть такого, которое въ сложномъ тѣлѣ строго признаетъ совокупное вліяніе всѣхъ элементовъ, отрицаетъ въ немъ существованіе раздѣльных и противоположныхъ составныхъ частей, смотритъ напримѣръ на сѣрномѣдную соль, какъ на извѣстное соединеніе мѣди, сѣры и кислорода, отыскиваетъ за тѣмъ сходственныя, по свойствамъ и реакціямъ, соединенія и сопоставля ихъ, стремится выразить вліяніе каждаго элемента на совокупность свойствъ его соединеній. Оно достигаетъ въ большинствѣ случаевъ системы разсмотрѣнія сходной съ тѣми, какія получаются при гипотезахъ вышеозначенныхъ, но въ нѣкоторыхъ частныхъ случаяхъ практическіе выводы унитарнаго ученія идутъ прямо въ разрѣзъ съ понятіями дуализма и ихъ слѣдствіями. Таковъ случай встрѣчается особенно часто при разсмотрѣніи болѣе сложныхъ соединеній чѣмъ соли, особенно органическихъ, то есть соединений содержащихъ углеродъ. Отыскавъ сходственныя тѣла, унитарное ученіе, распредѣляетъ ихъ на группы, избирается между ними одно наиболѣе извѣстное за **типъ**, изучаетъ общія всей группѣ реакціи и свойства, и относитъ ихъ къ типу. Такъ вода, по этому ученію, есть типъ окисловъ. Но не въ этомъ, хотя и весьма важномъ возвращеніи отъ искусственной систематики къ естественной, главная заслуга и сила унитарнаго ученія. Оно, при простомъ взглядѣ на обширный запасъ свѣдѣній о реакціяхъ типическихъ тѣлъ, успѣло при первомъ своемъ появленіи выставить новый, важный законъ, внесло въ науку новое понятіе, а именно понятіе о *частицѣ*, съ которымъ мы вскорѣ познакомимся. Выводъ закона и понятія частицы оправдался на дѣлѣ во множествѣ случаевъ и это послужило поводомъ къ тому, что большинство химиковъ нашего времени оставило дуализмъ и приняло унитарное ученіе, лежащее въ основѣ и всего предлагаемаго мною труда. Провѣдниками унитарнаго ученія должно считать Лорана и Жерара.

Разсматривая, относительно образованія окисловъ и солей, роль воды, мы видимъ, что она представляетъ до нѣкоторой степени типъ всѣхъ соединеній этого рода; основанія представляютъ воду, въ которой водородъ замѣненъ металлами; ангидриды кислотъ представляютъ воду, съ замѣной водорода металлоидами или въ нѣкоторыхъ случаяхъ металлами же. Но такъ какъ существуютъ различныя степени окисленія, то значить водородъ воды можетъ замѣщаться различнымъ количествомъ другихъ простыхъ тѣлъ или, что все равно, различными количества водорода могутъ замѣщаться эквивалентнымъ вѣсомъ различныхъ тѣлъ, черезъ что и образуются различныя степени окисленія. Такъ-какъ въ кислотныхъ ангидридахъ, судя по предыдущему, содержится наиболѣе кислорода, то значить они образованы съ замѣною большаго количества водорода эквивалентомъ элемента. Гидраты основныхъ и кислотныхъ окисловъ можно представить также какъ воду, въ которой часть водорода замѣщена металломъ, или металлоидомъ, или его соединеніемъ съ кислородомъ, т. е. сложнымъ радикаломъ. Последнее должно допустить, какъ мы увидимъ впоследствии, если только мы захотимъ сравнивать всѣ окислы съ водою. Соль, въ этомъ смыслѣ, будетъ вода, въ которой часть водорода,

замѣщена металломъ, а другая или металломъ или сложнымъ радикаломъ, заключающимся въ ангидридъ кислоты. Конечно, такое представленіе воды какъ исходнаго соединенія, для обзора всѣхъ другихъ кислородныхъ соединеній, представляетъ нѣкоторое искусственное построеніе; но оно имѣетъ много естественнаго, потому что многіе окислы, какъ мы видѣли, могутъ быть получены изъ воды черезъ замѣну въ ней водорода различными другими простыми тѣлами. Все это заставляетъ обратить большое вниманіе на составъ воды, тѣмъ болѣе, что это есть вещество, играющее въ природѣ весьма важную роль.

Химическая номенклатура. Въ древности и во времена алхимиковъ, тѣла получали названія, болѣею частью совершенно лишеныя всякой рациональности. Давались перѣдко названія, производимыя отъ именъ лицъ, открывшихъ данное вещество, или составлялись названія изъ греческихъ и латинскихъ словъ, выражающихъ какія либо свойства даннаго тѣла. Эти послѣдніе названія состояются и нынѣ для простыхъ тѣлъ, вновь открываемыхъ, или для такихъ сложныхъ или мало изслѣдованныхъ соединеній, которыя однако требуютъ своего наименованія. Во то время, когда химія измѣнилась введеніемъ ученія Лавуазье, во Франціи составлена была номенклатура химическихъ соединеній, основанная на принципѣ которой состоитъ въ томъ, что каждому простому тѣлу придается свое названіе, а названія всѣхъ сложныхъ тѣлъ состояются изъ двухъ словъ, выражающихъ содержаніе извѣстныхъ простыхъ веществъ въ данномъ сложномъ тѣлѣ. Для такихъ сложныхъ тѣлъ, которыя состоятъ только изъ двухъ простыхъ тѣлъ, или для такъ-называемыхъ двойныхъ соединеній, подобнаго рода простая названія очень легко составляются на всѣхъ языкахъ, въ особенности если два тѣла соединяются не во многихъ отношеніяхъ. Такъ напр., соединеніе хлора съ серебромъ называется хлористымъ серебромъ; его можно было бы назвать и серебрянымъ хлоромъ, по обычаю, введенному французскими химиками еще во времена Лавуазье, требуетъ, чтобы названіе металла всегда составляло существительное, а изъ неметаллическаго тѣла составляется опредѣляющее слово въ видѣ прилагательнаго или въ какой либо другой формѣ. Во всякомъ случаѣ тогда, когда два тѣла соединяются въ одномъ отношеніи, тогда составить названіе веществу весьма легко; но затрудненіе уже является и въ томъ случаѣ, если два тѣла соединяются между собою во многихъ пропорціяхъ. Самое яснѣйшее выраженіе для такихъ случаевъ получается черезъ обозначеніе количественнаго отношенія между соединяющимися веществами; такъ напр., хлоръ съ фосфоромъ даетъ два соединенія, и на данное количество фосфора въ одномъ изъ соединеній имѣется такое количество хлора, что относится къ количеству хлора въ другомъ соединеніи, какъ три относится къ пяти, и потому весьма естественно назвать первое соединеніе треххлористымъ фосфоромъ, а второе пятихлористымъ фосфоромъ. Такъ точно легко выразить словами составъ двухъ соединеній ртути съ хлоромъ, называя ихъ однохлористою и двуххлористою ртутью. Этими словами ясно обозначается, что во второмъ соединеніи вдвое болѣе хлора, чѣмъ въ первомъ соединеніи на данное количество ртути. Уже затруднительнѣе выразить такія отношенія, въ которыхъ количество одного элемента по отношенію къ другому

не выражается цѣлымъ числомъ; такъ напр., желѣзо съ хлоромъ даетъ два соединенія, и если въ первомъ, содержащемъ менѣе хлора, принять количество послѣдняго равнымъ единицѣ, то во второмъ на то же количество желѣза, какъ и въ первомъ, будетъ хлора въ $1\frac{1}{2}$ раза болѣе, чѣмъ въ первомъ соединеніи. Такія соединенія еще можно назвать употребляя слово *полуторный* или *двухтрех...* такъ напр. можно назвать первое соединеніе хлористымъ желѣзомъ, а второе полуторхлористымъ или двухтреххлористымъ желѣзомъ. Но когда отношенія будутъ сложнѣе, тогда нѣтъ возможности составить названіе или получить имена, чрезвычайно неудобныя для произношенія. Такой случай существуетъ напр., для углерода съ водородомъ. Такихъ соединеній чрезвычайно много, и отношенія между количествами каждаго элемента весьма сложны, для того чтобы названіемъ было возможно выразить такія отношенія, не употребляя какихъ либо условныхъ выраженій. Замѣтимъ при этомъ, что условились выражать именемъ существительнымъ или металлъ, или такое тѣло, которое при разложеніи даннаго сложнаго тѣла является на отрицательномъ полюсѣ, какъ металлы при разложеніи солей или двойныхъ своихъ соединеній. Оттого соединеніе сѣры съ водородомъ называется сѣристымъ водородомъ, а не водородистой сѣрой; а соединеніе хлора съ сѣрой называется хлористою сѣрой, а не сѣристымъ хлоромъ. Для всѣхъ двойныхъ соединеній въ дальнѣйшемъ изложеніи мы будемъ держаться, гдѣ только возможно, вышеприведенныхъ правилъ. Кислородныя соединенія, какъ видно уже изъ предыдущаго, имѣютъ свою номенклатуру; ихъ называютъ вообще *окислами*, и между окислами различаютъ: окиси, закиси, перекиси, ангидриды и всѣмъ имъ придаютъ прилагательныя съ различными окончаніями: *чистый, стал, нал* и т. п., какъ объяснено выше. Этимъ условно обозначаютъ съ большимъ удобствомъ тѣ степени различія, какія полезно выразить въ самомъ наименованіи тѣла, чтобы его названіе сразу выражало характеръ тѣхъ химическихъ превращеній, къ которымъ данное вещество способно. Употребляя для другихъ двойныхъ соединеній названія выражающія только составъ, мы даемъ гораздо меньше, чѣмъ даетъ названіе, составленное для сходственныхъ кислородныхъ соединеній. Говоря, что марганецъ даетъ однофтористый и двухфтористый марганецъ, мы выражаемъ этимъ только содержаніе фтора въ разныхъ его соединеніяхъ съ марганцемъ; называл же кислородныя соединенія марганца, одно закисью, а другое перекисью марганца, мы выражаемъ гораздо больше, потому что условились называть перекисью такой окисель, который не имѣетъ способности соединяться съ кислотами и заключаетъ больше кислорода, чѣмъ окислы, способные соединяться съ кислотами; а между тѣмъ въ перекиси марганца заключается кислорода какъ разъ вдвое болѣе, чѣмъ закиси марганца; такъ что мы бы назвали, аналогично съ общею номенклатурою, первое соединеніе одноокислороднымъ марганцемъ, второе двухкислороднымъ марганцемъ. Это конечно выражало бы гораздо меньше, чѣмъ тѣ названія, которыя употребляются нынѣ. Сообразно этому, нѣрѣдко весьма выгодно составлять названія двойныхъ соединеній, имѣющихъ соответственныя окислы, согласно номенклатурѣ этихъ послѣднихъ; такъ напр., желѣзо даетъ два соединенія съ хлоромъ: однохлористое



железо и полторохлористое, какъ и два окисла, способныхъ соединяться съ кислотами, а именно: закись и окись, и въ этихъ послѣднихъ количества кислорода относятся между собою точно такъ, какъ въ вышеозначенныхъ хлористыхъ соединеніяхъ. Сверхъ того, однохлористое железо дѣйствительно соответствуетъ закиси, изъ нея легко получается, въ нее легко превращается, а полторохлористое соответствуетъ точно также окиси, и потому весьма полезно различить въ номенклатурѣ какъ окисловъ, такъ и другихъ, имъ соответственныхъ двойныхъ соединеній, ту аналогію въ отношеніи, каковая существуетъ въ дѣйствительности. Однохлористое железо въ этомъ смыслѣ можно назвать хлористымъ железомъ закиси, и двухлористое хлористымъ железомъ окиси. Этимъ мы придадимъ названіямъ другихъ двойныхъ соединеній данного простаго тѣла такую же ясность, каковая свойственна названію окисловъ, образованныхъ тѣмъ же тѣломъ. Въ этомъ отношеніи весьма полезно было бы измѣнить общеупотребляемое раздѣленіе окисловъ на закиси и окиси. Было бы полезно тѣ и другія называть окисями и измѣнять только окончаніе прилагательнаго, составленнаго изъ названія того простаго тѣла, которое даетъ окись и закись, совершенно аналогично съ тѣмъ, какъ это дѣлается для кислотъ и ихъ ангидридовъ. Когда мы говоримъ, что фосфоръ даетъ фосфористый и фосфорный ангидриды, то намъ, при тѣхъ условныхъ обозначеніяхъ, которыя общеприняты, совершенно ясно, что въ первомъ ангидридѣ меньше кислорода, чѣмъ во второмъ. Точно также будетъ ясно, если мы назовемъ закись железа желѣзистой окисью, а окись железа желѣзной окисью. Тогда въ номенклатурѣ основныхъ и кислотныхъ окисловъ будетъ одна и та же система; первые будутъ носить названіе окисей, а вторые ангидридовъ, и къ этимъ существительнымъ будетъ придаваться прилагательное, происходящее изъ названія того простаго тѣла, которое соединено съ кислородомъ. Это прилагательное кончается на *ный, ная*, когда образуется одна степень окисленія; или, когда нѣсколько, тогда такое окончаніе дается высшей степени окисленія. Если образуется, сверхъ того, другая степень окисленія, то ей дается названіе *истый, истая*. Для другихъ степеней окисленія даются другія окончанія *атистый, новатый* и т. п. Напр., можно было бы для окисловъ марганца употребить слѣдующую номенклатуру: марганецъ даетъ два основныхъ окисла, низшій должно назвать марганцовистой окисью, а высшій марганцовою окисью; затѣмъ марганецъ образуетъ перекись и два ангидрида, низшій должно назвать марганцовистымъ ангидридомъ, а высшій марганцовымъ. Для другихъ двойныхъ соединеній данного тѣла можно нерѣдко употреблять названія, въ которыхъ окончанія дадутъ намекъ на сходство съ извѣстными окислами; такъ напр. соответственно фосфористому и фосфорному ангидридамъ существуютъ два соединенія хлора съ фосфоромъ (а именно: трехъ- и пятихлористый фосфоръ); ихъ можно было бы назвать: хлористымъ фосфоромъ и хлорнымъ фосфоромъ. Можно указать относительно двухъ соединеній железа съ хлоромъ, что железо образуетъ хлористое железо и хлорное железо, соответствующія закиси и окиси, т. е. желѣзистой окиси и желѣзной окиси. Въ дальнѣйшемъ изложеніи мы бѣ-

демъ приводить номенклатуру окисей ту, которая выражена въ послѣднихъ строкахъ, но обыкновенно постараемся всегда ставить и ту номенклатуру окисей, которая наиболѣе въ настоящее время употребима. Для другихъ же двойныхъ соединений будемъ употреблять какъ ту номенклатуру, которая упомянута въ началѣ этой статьи, такъ и ту, объ которой говорено въ послѣднихъ строкахъ. Замѣтимъ, что въ дѣлѣ номенклатуры нельзя быть совершенно послѣдовательнымъ: есть известнаго рода обычай, укоренившійся языкъ, отъ которыхъ далеко отстунить невозможно; иначе, рискуешь быть непонятнымъ даже тѣмъ, кто привыкъ уже къ химическому изложенію. Изъ разныхъ названій, болѣе или менѣе рационально составленныхъ, нужно избирать въ данномъ случаѣ не только такое, которое болѣе ясно выражаетъ особенности или составъ данного вещества, но также и такое, которое не поражаетъ ухо своимъ неудобствомъ. Мы думаемъ, что номенклатурѣ химической до тѣхъ поръ придется оставаться въ невыработанномъ состояніи, пока не настанетъ въ химіи такая пора общей передѣлки понятій, какаю была во времена Лавуазье. Химія находится еще въ періодѣ, въ которомъ общая передѣлка всѣхъ понятій вполне возможна, съ этой передѣлкой многое уяснится, и тогда новыя понятія повлекутъ за собой и новый языкъ, какъ во времена Лавуазье составилась нынѣ господствующій химическій языкъ.

Сообразно представленію о составѣ сложныхъ тѣлъ изъ простыхъ, легко дать двойнымъ соединеніямъ удобопонятныя, хотя и условныя названія; но въ случаѣ болѣе сложныхъ соединеній, составленныхъ изъ 3 и 4 элементовъ, составленіе названій весьма затруднительно безъ какой либо предвзятой идеи о распредѣленіи элементовъ въ сложномъ тѣлѣ. Представимъ, что къ окислу какого нибудь металла присоединяется вода. Въ полученномъ тѣлѣ будутъ заключаться металлъ, водородъ и кислородъ. Принимая во вниманіе то, что такихъ соединеній можетъ быть нѣсколько, нельзя и думать составить названіе такихъ сложныхъ тѣлъ изъ словъ, означающихъ простыя тѣла входящія въ это тѣло. Такое названіе было бы черезъ-чуръ сложнымъ и неудобнымъ, и въ то же время неяснымъ. Тѣла, подобныя вышеупомянутымъ, мы называемъ *гидратами*, т. е. водными соединеніями—веществами, заключающими воду. Но это есть уже нѣкотораго рода представленіе о распредѣленіи элементовъ въ нашемъ сложномъ тѣлѣ, потому что нѣкоторые гидраты могутъ быть получаемы вовсе безъ содѣйствія воды и могутъ распадаться, не давая воды. Вода есть только одна изъ формъ тѣхъ продуктовъ, которые могутъ образоваться изъ вещества, содержащаго водородъ и кислородъ. Такъ напр. фосфорноватистая кислота или фосфорноватистый гидратъ распадается на фосфористый водородъ и фосфорную кислоту; а фосфорная кислота можетъ быть получена не только изъ воды и фосфорнаго ангидрида, но также и изъ фосфористой кислоты чрезъ окисленіе. Если мы называемъ соединеніе хлора съ водородомъ, хлористымъ водородомъ, то мы имѣемъ здѣсь полное право въ настоящее время утверждать, что хлоръ здѣсь находится въ соединеніи съ водородомъ, потому что ни изъ какихъ другихъ элементовъ не можемъ составить этого тѣла и ни на

какія другія разложить его не въ состояніи. Болѣе сложнаго, напр. какую нибудь соль, мы можемъ получить множествомъ путей и можемъ иногда разложить самыми разнообразными способами, а потому мы не можемъ утверждать, что въ данной соли находятся основной и кислотный ангидриды. Тѣмъ не менѣе, однако, для простоты выраженія необходимо составить номенклатуру по крайней мѣрѣ общеневѣстныхъ сложныхъ веществъ. Языкъ есть выраженіе понятій и въ этомъ смыслѣ названій, составленныхъ на основаніи известныхъ представленій, были бы самыми рациональными; но тогда пришлось бы мѣнять химическій языкъ съ теченіемъ времени, потому что представленіе о составѣ сложныхъ тѣлъ нельзя считать окончательно установившимся. Втеченіи послѣднихъ даже лѣтъ въ этомъ отношеніи произошелъ переворотъ, который мы старались отчасти характеризовать на стр. 290; а потому пришлось бы имѣть химическую номенклатуру, изменяющуюся можетъ быть и въ короткіе періоды, потому что нынѣшнее состояніе нашей науки еще не окончательно установившееся. Это даетъ поводъ требовать отъ химической номенклатуры такого рода выраженій, которыя бы, по возможности, не подчинялись никакому представленію о распредѣленіи элементовъ. Что касается до солей, то этого легко достигнуть, обращая вниманіе на условную номенклатуру окисловъ, приведенную выше. Исходя изъ этой номенклатуры, можно составить однако такую, въ которой не будетъ проглядывать представленіе о томъ, что соль состоитъ изъ окисловъ кислотнаго и основнаго. Основныя окислы содержатъ въ себѣ металлъ, а кислотные окислы, кромѣ кислорода, или металлъ или металлоидъ. Поэтому названіе солей будетъ вполне ясно, если мы каждый разъ будемъ употреблять слово соль. Этимъ послѣднимъ словомъ выражается, такъ сказать, классъ химическихъ соединеній, характеризующихся цѣлымъ рядомъ своеобразныхъ признаковъ. Присовокупля къ слову соль прилагательныя, образованныя изъ названія простыхъ тѣлъ, входящихъ въ составъ кислотнаго и основнаго окисловъ, мы получимъ названіе соли, образованное изъ трехъ словъ, сообразно тѣмъ тремъ элементамъ, которые входятъ въ соль: металлу основанія, радикалу кислоты и кислороду. Соль будетъ соответствовать кислороду и потому названіе, содержащее въ себѣ слово соль, будетъ уже соответствовать содержанію въ этомъ веществѣ кислорода, такъ напр. мѣдный купоросъ должно будетъ называть сѣрномѣдною солью, потому что мѣдный купоросъ заключаетъ въ себѣ мѣдь, изъ нея получается и ее можетъ образовывать; кромѣ того онъ заключаетъ въ себѣ кислородъ и сѣру, что и видно въ самомъ названіи. Если данный элементъ образуетъ нѣсколько кислотъ, то тогда, сообразно съ большимъ или меньшимъ содержаніемъ кислорода въ соли составится и самое прилагательное, происходящее отъ названія элемента, дающаго кислоту, служащую для образованія соли. Такъ напр., сѣра даетъ кромѣ сѣрной кислоты сѣристую и потому существуютъ соединенія мѣди, сѣры и кислорода, изъ которыхъ одно будетъ называться сѣристомѣдною солью, а другое сѣрномѣдною солью. Очевидно, что первая будетъ заключать меньше кислорода, чѣмъ вторая, точно также, какъ и въ сѣристой кислотѣ меньше кислорода, чѣмъ въ

сѣрной или сѣрнистомъ ангидридѣ, менѣе чѣмъ въ сѣрномъ. Точно же самое правило относится и до измѣненія окончаній въ прилагательномъ, составленномъ изъ названія металла, если данный металл образуетъ нѣсколько оснований и они нѣсколько разныхъ солей. Такъ напр. желѣзо, дающее два основанія: закись и окись, будетъ давать со всякою кислотою двѣ соли, напр. съ азотною кислотою—азотножелѣзистую и азотножелѣзную соли; вторая есть высшая степень окисленія, содержитъ, при прочихъ равныхъ условіяхъ, при одинаковомъ отношеніи между азотомъ и желѣзомъ, больше кислорода. Должно замѣтить, что употреблять нерѣдко номенклатуру солей содержащую слово *кислый*; говорится напр., азотнокислая закись желѣза и азотнокислая окись желѣза. Эта послѣдняя номенклатура имѣетъ за собою преимущество давности ея употребленія, потому что введена въ большей части прежнихъ курсовъ химіи на русскомъ языкѣ. Мы ее не употребляемъ по той причинѣ, что въ этой номенклатурѣ проглядываетъ уже ясно представленіе о томъ, что въ составъ солей входитъ кислота; кислотою же мы называемъ тѣло, содержащее въ себѣ воду. Эта вода выдѣляется при образованіи солей, но крайней мѣрѣ многихъ, и потому въ складѣ нашихъ представленій нельзя допустить въ названіи солей слово *кислый*, потому именно, что существованіе кислоты мы не можемъ признать въ составѣ большинства солей; только въ тѣхъ случаяхъ можно это прилагательное оставить, когда соль дѣйствительно образовалась съ содержаніемъ всѣхъ элементовъ, входящихъ въ кислоту; но это случай частный, а не общій, а потому какъ общую номенклатуру прежнюю употреблять намъ невыгодно. Предлагаемое нами видоизмѣненіе имѣетъ за собою то преимущество, что составляемые названія солей кратче прежнихъ; достаточно сравнить напр., названіе купоросовъ. Такъ желѣзный купоросъ по прежней номенклатурѣ называется сѣрнокислою закисью желѣза, а по нашей сѣрнокислотою солью; мѣдный купоросъ назывался сѣрнокислою окисью мѣди, мы же его называемъ сѣрномѣдною солью и т. д. Въ номенклатурѣ кислыхъ солей, имѣющихъ въ дѣйствительности свойство кислотъ и содержащихъ, какъ послѣдняя, водородъ, преимущество нашей номенклатуры еще яснѣе; такъ напр., кислая соль сѣрной кислоты, заключающая въ себѣ калий, по прежней номенклатурѣ называлась: кислая-сѣрнокислая окись калия, а по нашей номенклатурѣ ее должно называть: кислая сѣрнокалиевая соль ¹⁾. Въ практикѣ, какъ и въ общедитіи,

¹⁾ Необходимо замѣтить, что прежде называли кислотою то, что мы нынѣ называемъ ангидридомъ кислоты и потому можно было составить, при этомъ допущеніи названія соли, предполагая въ ея составѣ кислоту. Мы не удерживаемъ этого языка потому, что кислотные окислы или ангидриды не имѣютъ свойствъ кислотъ, образуютъ кислоты только соединеніемъ съ водою или въ присутствіи воды. Ангидриды даже не окрашиваютъ лакмусовую бумагу безъ присутствія воды. Замѣтить еще, что прежнія названія, употреблявшіяся въ химіи, составлены въ подражаніе нѣмецкой номенклатурѣ, но самыя совершенныя названія существуютъ и по-сихъ-порѣ во французской номенклатурѣ. Французской номенклатурѣ свойственны простота и краткость, которыхъ можно было бы легко достигнѣ и въ нашемъ языкѣ, если бы глубоко уже укоренившаяся прежняя номенклатура тому не препятствовала. Предложенная здѣсь номенклатура имѣетъ ту выгоду, что понимается, какъ намъ кажется, сразу, и не представляетъ въ практикѣ затрудненій.



въ аптекахъ и въ торговлѣ, на фабрикахъ и заводахъ. Большинство обыкновеннѣйшихъ тѣлъ носить техническія названія; составленіе такихъ названій было случайное. Нерѣдко они ведутъ свое начало отъ языка алхимиковъ, не заключаютъ въ себѣ рациональности и потому, въ научномъ изложеніи, не могутъ быть послѣдовательно употребляемы; но такія техническія названія иногда такъ укоренились, что нельзя и думать о скоромъ измѣненіи языка въ этомъ отношеніи, поэтому-то и неизбежно знакомиться рядомъ съ химическими названіями и съ тѣми, которыя употребляются въ практикѣ.

Соли, содержащія нѣсколько металловъ или образованныя нѣсколькими окислами и кислотами, также и множество другихъ, еще болѣе сложныхъ, случаетъ химическаго соединенія не могутъ быть подведены въ настоящее время подъ строгую и простую номенклатуру. Обыкновеннѣйшія изъ многихъ соединеній, употребляющіяся въ практикѣ, получили свое практическое наименованіе, котораго во всѣхъ языкахъ болѣе или менѣе держатся. Таково напр. названіе квасцовъ, содержащихъ калий, алюминій, сѣру, кислородъ и водородъ. Это есть соль, содержащая кристаллизационную воду, могущая образоваться изъ глинозема, ѣдкаго кали и сѣрной кислоты. Ее можно бы назвать сѣрноглиноземокалиевой солью, но такое и подобныя названія не облегчаютъ дѣла, а болѣе запутываютъ его и потому для такихъ солей и вообще случаетъ сложныхъ мы будемъ употреблять или техническія выраженія или описательное названіе, составленное на основаніи тѣхъ представленій о составѣ этихъ тѣлъ, какія вытекаютъ изъ изученія ихъ свойствъ. Это же самое касается до номенклатуры многихъ сложныхъ углеродистыхъ веществъ. Всѣ попытки составить рациональную номенклатуру, даже для однихъ соединеній углерода съ водородомъ, до сихъ поръ не увѣчались успѣхомъ, не вошли въ химическую практику. Еще болѣе затруднительно сказать что либо общее о номенклатурѣ огромнаго числа соединеній углерода, водорода и кислорода, которыя однако имѣютъ большое практическое значеніе. Здѣсь приходится ограничиться названіями наиболѣе краткими и наиболѣе употребляемыми въ технической и научной литературѣ. Въ дѣлѣ научной номенклатуры немаловажную роль играютъ составленія такого рода названій, которыя бы не представлялись черезчуръ далекими отъ тѣхъ, какія вкоренились въ обычаѣ. Употребляя хотя и рациональныя, но однако необычныя названія, всякій рискуетъ быть непонятымъ не только тѣми, кто начинаетъ изученіе, но и тѣми, которые уже знакомы съ предметомъ.

Выводы. Окислы раздѣляются на безразличные, основныя (основанія) и кислыя (ангидриды кислотъ). Первые не соединяются съ другими окислами или образуютъ съ ними непрочныя соединенія. Послѣдніе же между собою соединяются, образуя соли.

Основанія и ангидриды кислотъ образуютъ гидраты, которые, будучи растворимы, образуютъ ѣдкія щелочи или кислоты. Между крайними примѣрами щелочей и кислотъ стоятъ въ промежуткѣ (по свойствамъ) другіе основныя и кислотныя гидраты.

Вода есть промежуточный окисель между основными и кислотными.

Если простое тѣло даетъ окислы различныхъ родовъ, то въ основ-

нихъ менѣе кислорода, чѣмъ въ перекисяхъ и ангидридахъ кислотъ, а въ послѣднихъ болѣе, чѣмъ въ безразличныхъ окислахъ.

Кислоты измѣняютъ синіе растительные цвѣта (напр. лакмусъ) въ красные, а щелочи переводятъ обратно въ синіе.

Соль есть кислота, въ которой водородъ замѣненъ элементомъ основанія, обыкновенно металломъ. Кислота, въ этомъ смыслѣ, есть водородная соль.

Нѣтъ основаній утверждать, что въ соли заключаются два окисла — основной и кислотный.

Соли суть опредѣленные соединенія, но не улетучиваются безъ разложенія, хотя многія кислоты летучи. Гальваническій токъ выдѣляетъ изъ нихъ на отрицательномъ полюсѣ металлъ, а на положительномъ все прочее, но часто отъ второстепенныхъ реакцій дѣйствіе тока болѣе сложно.

Соли, особенно въ растворахъ, способны вступать въ двойныя разложенія, между собою, съ кислотами, щелочами, основаніями и металлами, причемъ металлы или водородъ съ металлами мѣняются мѣстами.

При мѣнѣ металловъ, они дѣйствуютъ опредѣленными количествами, постоянными для каждаго изъ нихъ. Эти количества называютъ эквивалентами и относятъ къ одной вѣсовой части водорода, имѣющаго наименьшій эквивалентъ.

Между солями различаютъ среднія, кислыя, основныя и двойныя. Химическая номенклатура, въ настоящее время, можетъ быть рациональною только для простѣйшихъ соединеній.

ВОСЬМАЯ ГЛАВА.

Двойныя разложенія воды и опредѣленіе ея состава.

Если бы вода была тѣло простое, то она могла бы только вступать въ соединенія съ различными другими тѣлами, не могла бы разлагаться на два тѣла и съ какимъ либо другимъ простымъ тѣломъ давала бы только одинъ рядъ продуктовъ прямого съ нимъ соединенія. Но такъ какъ вода тѣло сложное, то она, кромѣ явленій прямого соединенія, вступаетъ въ цѣлый рядъ явленій двойнаго разложенія, во-первыхъ цѣликомъ, всюю своею массою, а во-вторыхъ своими элементами: водородомъ и кислородомъ. Всею своею массою вода заступаетъ мѣсто весьма немногихъ только тѣлъ. Напротивъ того, большинство другихъ окисловъ и вообще другихъ сложныхъ тѣлъ заступаетъ весьма легко ея мѣсто въ соединеніяхъ. Гидраты основаній и кислоты легко взаимно реаги-

рують, вытѣсняя воду. При этомъ даже часто выдѣляется тепло, а потому обратно для полученія воднаго соединенія нужно израсходовать или поглотить теплоту, а такія реакціи, въ которыхъ необходимо прибавленіе тепла, совершаются уже не такъ легко, какъ реакціи развивающія теплоту.

Итакъ вода принадлежитъ къ такимъ окисламъ, которые легко замѣняются другими, но не можетъ легко вытѣснить этихъ другихъ окисловъ. Впрочемъ, въ нѣкоторыхъ случаяхъ она дѣйствуетъ подобнымъ образомъ. Такъ напр., азотно-висмутовая соль, при разбавленіи большимъ количествомъ воды, выдѣляетъ гидратъ окиси висмута или основную азотно-висмутовую соль, т. е. соединеніе неразложившейся азотно-висмутовой соли съ гидратомъ окиси висмута. Азотно-висмутовую соль можно представить, судя по предыдущему, содержащею окись висмута и элементы азотнаго ангидрида. Дѣйствіе воды можно себѣ представить, такимъ образомъ, что вода замѣняетъ часть азотнаго ангидрида. Значитъ, въ этомъ случаѣ, предъ реакціею были взяты азотно-висмутовая соль и вода, а послѣ реакціи получаютъ основную азотно-висмутовую соль и азотная кислота; два тѣла дѣйствовали, два происходятъ, что и составляетъ случай двойнаго разложенія, но крайней мѣрѣ въ общепринятомъ смыслѣ этихъ словъ. Впрочемъ, этотъ случай можно себѣ представить иначе. Между азотною кислотою, происходящею во время реакціи и водою, которая дѣйствовала на азотно-висмутовую соль, существуетъ сходство въ составѣ и нѣкоторые общіе элементы, кислородъ и водородъ. Можно представить себѣ, что не сама вода замѣняла азотную кислоту, а что мѣна происходила только между водородомъ и тѣмъ, что въ азотной кислотѣ остается кромѣ водорода и части кислорода или, какъ говорить, между водородомъ и остаткомъ азотной кислоты. Тогда и такіе случаи дѣйствія воды должно будетъ отнести къ тѣмъ, въ которыхъ дѣйствуетъ вода не всею своею массою, а только своими элементами, водородомъ и кислородомъ. Конечно, есть и такіе случаи, гдѣ до нѣкоторой степени несомнѣнно, что вода всею своею массою замѣняетъ нѣкоторыя другія тѣла, напр. случай растворенія. Если напр. скиндаръ растворить въ спиртѣ и прибавить къ такому раствору воды, то скиндаръ выдѣляется, а вода растворяется въ спиртѣ. Было неопредѣленное соединеніе скиндара со спиртомъ. На него дѣйствуетъ вода. Послѣ смѣшенія происходитъ скиндаръ и соединеніе спирта съ водою. Такого рода двойныя разложенія совершаются насчетъ того, что вода имѣетъ сродство растворимости къ нѣкоторымъ тѣламъ, въ этомъ случаѣ къ спирту, но не растворяетъ или имѣетъ

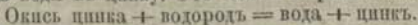
значить, малое сродство растворимости къ другимъ тѣламъ, въ нашемъ случаѣ къ скипидару и потому спирту приходится избирать себѣ мѣсто между скипидаромъ и водою. Спиртъ, очевидно, способенъ растворять то и другое. Сродство его къ скипидару и водѣ, однако, не одинаково. Смѣшиваясь съ водою, спиртъ нагрѣвается весьма значительно, сжимается, смѣшеніе происходитъ во всѣхъ пропорціяхъ, всегда получается однородная смѣсь, значитъ сродство между спиртомъ и водою значительно. При раствореніи скипидара тепла отдѣляется весьма мало, даже происходитъ охлажденіе. Сжатіе ничтожное. Спиртъ легко насыщается скипидаромъ, растворяетъ его, значитъ, только до опредѣленной мѣры. Изъ этого можно заключить, что сродство скипидара къ спирту гораздо менѣе, чѣмъ спирта къ водѣ и потому вода вытѣсняетъ скипидаръ изъ его соединенія со спиртомъ. Какъ ни просто это явленіе двойнаго разложенія съ перваго раза, однако оно въ сущности весьма сложно. Хотя спиртъ съ водою смѣшивается во всѣхъ отношеніяхъ, но тѣмъ не менѣе, первая порція прибавленной воды не выдѣляетъ или выдѣляетъ очень малое количество скипидара. Сколько бы мы много не прибавляли воды, всегда часть скипидара всетаки остается въ растворѣ. Значитъ, здѣсь спиртъ раздѣляется—такъ сказать, между двумя тѣлами, съ которыми образуетъ неопредѣленные соединенія: одна часть его соединяется съ водою, другая часть остается соединенною со скипидаромъ. Этотъ спиртоскипидарный растворъ растворяется въ водномъ спиртѣ. Еще болѣе сложны иногда тѣ двойныя разложенія, въ которыхъ участвуетъ не вся вода, а ея элементы.

Если бы можно было въ такихъ случаяхъ дѣлать измѣреніе, то количество спирта, находящееся въ соединеніи съ водою и скипидаромъ, вѣроятно бы оказалось зависящимъ не только отъ массы веществъ, находящихся въ присутствіи, но также и отъ степени напряженія силы сродства. Это особенно ясно обозначается въ тѣхъ случаяхъ, когда существуетъ сродство растворимости между каждою изъ входящихъ составныхъ частей. Напр. если мы возьмемъ воду, спиртъ и эфиръ, то каждая пара этихъ тѣлъ имѣетъ нѣкоторую степень сродства другъ къ другу, растворяется другъ въ другѣ въ нѣкоторой мѣрѣ, но не въ одинаковой. Спиртъ съ эфиромъ растворяется во всевозможныхъ пропорціяхъ, значитъ растворимость значительна, хотя при такомъ раствореніи и развивается мало тепла, значитъ напряженіе сродства меньше, чѣмъ при смѣшеніи спирта съ водою. Вода съ эфиромъ не смѣшивается во всѣхъ пропорціяхъ, а растворяется только до опредѣленнаго, незначительнаго предѣла. Значитъ, ихъ взаимное сродство мало, но существуетъ, а потому, если мы возьмемъ растворъ спирта въ эфирѣ и будемъ прибавлять къ нему воды, то при нѣкоторомъ разбавленіи водою, т. е. при нѣкоторой

массы действующей воды, часть ээира выдѣляется, но не весь ээиръ и выдѣлившійся ээиръ не будетъ вполне чистъ, выдѣлится ээиръ, содержащій въ растворѣ воду и спиртъ. Явленіе очевидно сложное. Объясненіе такихъ сложныхъ явленій, до сихъ поръ по крайней мѣрѣ, весьма затруднительно по той причинѣ, что нѣтъ достаточныхъ исследований, сдѣланныхъ въ этомъ отношеніи и не открыто никакой законности, могущей объяснить тѣ сложные факты, которые извѣстны въ этомъ отношеніи.

Еще сложнее будутъ тѣ явленія двойнаго разложенія, въ которыхъ принимаютъ участіе непосредственно элементы, входящіе въ составъ сложнаго тѣла, а не все сложное тѣло своею массою. Будутъ они сложнее потому, что не совершается ни одного, болѣе полнаго химическаго перемѣщенія безъ вліянія всей массы действующихъ тѣлъ, безъ вліянія тѣхъ силъ, которыя опредѣляютъ способность растворянія, а при дѣйствіи элементовъ другъ на друга принимаютъ участіе средства всѣхъ ихъ между собою. Только простѣйшіе случаи такихъ двойныхъ разложеній представляются ясно уму въ своей первоначальной формѣ, и это представленіе совершенно подобно тому, какое раздается при разсмотрѣніи вытѣсненія скипидара водою изъ спиртнаго раствора. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ дѣйствительно можно съ точностью доказать, что подобныя двойныя разложенія опредѣляются мѣрою средства, изслѣдуя количество тепла и, слѣдовательно, до нѣкоторой степени, мѣру средства, существующихъ между отдѣльными элементами, вступающими во взаимодѣйствіе при двойныхъ разложеніяхъ. Возьмемъ наир. три элемента, кислородъ, водородъ и цинкъ. Спрашивается, какъ они распредѣлятся между собою, если мы ихъ приведемъ во взаимное прикосновеніе? Цинкъ съ водородомъ не соединяется, если они будутъ въ отдѣльности, даже до сихъ поръ вовсе не получено соединенія цинка съ водородомъ. Можно, значитъ, считать, что цинкъ не имѣетъ средства, или имѣетъ только самое ничтожное средство, не могущее побѣдить того взаимнаго притяженія отдѣльныхъ атомовъ, которое опредѣляетъ существованіе твердыхъ тѣлъ. Напротивъ того, и цинкъ и водородъ соединяются съ кислородомъ, образуя окислы. Чтобы судить до нѣкоторой степени о мѣрѣ средства, существующаго здѣсь, нужно знать количество веществъ, входящихъ въ соединеніе и количество тепла, при этомъ развивающагося. Одна часть водорода, соединясь съ 8 частями кислорода, отдѣляетъ 34500 единицъ тепла; $32\frac{1}{2}$ части цинка, соединясь съ 8-ью частями кислорода, отдѣляютъ 42500 единицъ тепла. Значитъ, цинкъ имѣетъ къ равному количеству кислорода больше средства, чѣмъ водородъ, не обращая вниманія на то, что водородъ, старая, изъ газа дѣлается жидкостью. Цинкъ, бывши въ твердомъ состояніи, даетъ окиселъ также твердый. Мы можемъ заключить, что физическій процессъ превращенія въ жидкость, въ этомъ случаѣ, долженъ былъ дать поводъ къ отдѣленію еще нѣкотораго количества тепла. Но это количество съ достовѣрностью опредѣлить нельзя и потому относительной мѣры энергіи средства между кислородомъ съ одной стороны и водородомъ и цинкомъ съ другой нельзя съ точностью установить. Можетъ быть они окажутся почти одинаковыми. Что же можетъ произойти въ этомъ случаѣ? Кислородъ долженъ раз-

дѣлиться между водородомъ и цинкомъ, должны произойти окислы того и другаго изъ этихъ простыхъ тѣлъ. Дѣйствительно, это такъ и будетъ. Чтобы показать тѣ факты, на которыхъ этотъ выводъ можно основывать, рассмотримъ реакціи двойнаго разложенія, могущія привести къ этому заключенію. Возьмемъ, съ одной стороны, воду и будемъ на нее дѣйствовать цинкомъ, съ другой стороны окись цинка и будемъ на нее дѣйствовать водородомъ. При обыкновенной температурѣ, ни въ томъ ни въ другомъ случаѣ не происходитъ никакого дѣйствія. Это зависитъ конечно, между прочимъ, оттого, что существуютъ сдѣленія частицъ воды и окиси цинка, которыя препятствуютъ перемѣщенію мѣста простыхъ тѣлъ. Но при накаливаніи взаимодѣйствіе совершается въ томъ и въ другомъ случаѣ. Если дѣйствуетъ водородъ на окись цинка, то онъ отнимаетъ кислородъ отъ окиси цинка при накаливаніи. Если дѣйствуетъ цинкъ на пары воды, то цинкъ отнимаетъ кислородъ отъ водянаго пара и выдѣляетъ водородъ. Въ первомъ случаѣ въ результатѣ получается то, что во второмъ существуетъ въ началѣ. Дѣйствительно, если мы возьмемъ окись цинка и водородъ, то получимъ воду и цинкъ, но если мы возьмемъ воду и цинкъ, то получимъ водородъ и окись цинка. Отчего же, спрашивается, эти противоположныя разложенія могутъ совершаться одновременно? Здѣсь преобладаетъ **вліяніе массы** взятой вещества. Если чрезъ окись цинка пропускать, при накаливаніи, водородъ, то водородъ, находясь въ значительномъ количествѣ, отниметъ кислородъ отъ окиси цинка и образуетъ воду и металлическій цинкъ; кислородъ перейдетъ отъ цинка къ водороду. Если наоборотъ, взять металлическій цинкъ и пропускать чрезъ него при накаливаніи, водяной паръ, то получится водородъ, т. е. кислородъ перейдетъ изъ воды къ цинку. Это можно выразить такимъ образомъ:



Такое двойное разложеніе идетъ въ ту и въ другую сторону. Это есть лучший, простѣйшій примѣръ двойнаго разложенія, совершающагося при равенствѣ или близости степени сродства элементовъ, входящихъ въ составъ дѣйствующихъ и происходящихъ тѣлъ. Въ такомъ случаѣ двойное разложеніе идетъ по направленію преобладающаго вещества. Если будетъ преобладать напр. металлическій цинкъ, а водородъ, который начнетъ образовываться изъ воды, будетъ постоянно уходить или уноситься, то будетъ образовываться окись цинка. Если же, напротивъ того, будетъ преобладать или постоянно приходить водородъ, а могущая образоваться вода будетъ постоянно уноситься, то будетъ образовываться металлическій цинкъ. Если же смѣсь названныхъ трехъ элементовъ (цинкъ, водородъ и кислородъ) заключить въ опредѣленное пространство и взять въ опредѣленныхъ количествахъ, то кислородъ раздѣлится между обоими элементами, образуется часть воды и часть окиси цинка. Часть цинка и часть водорода останутся свободными, если количество кислорода будетъ недостаточно для того, чтобы образовать опредѣленные химическія соединенія съ обоими изъ нихъ.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда соединеніе кислорода съ какимъ либо элементомъ развиваетъ гораздо меньше тепла, чѣмъ при соединеніи кислорода съ водородомъ, водородъ, при подходящихъ физическихъ



условіяхъ, уже весьма легко выдѣляетъ элементъ изъ его соединенія съ кислородомъ и образуетъ воду. Такой случай, напр., представляется въ соединеніи мѣди съ кислородомъ. 31,67 частей мѣди, соединилась съ 8 частями кислорода, развиваетъ 19000 единицъ тепла, т. е. почти вдвое меньше, чѣмъ водородъ, соединяющійся съ тѣмъ же количествомъ кислорода. Оттого мѣдь ни при какой степени жара не разлагаетъ воды, не отнимаетъ отъ нея кислородъ. Водородъ, напротивъ того, легко отнимаетъ при накачиваніи кислородъ отъ окиси мѣди и даетъ воду, при чемъ получается, конечно, металлическая мѣдь, какъ мы это тотчасъ увидимъ въ опредѣленіи состава воды. Здѣсь отъ значительнаго неравенства химической энергіи, происходитъ двойное разложеніе совершенно ясно и только въ одну сторону; слѣд., если мы заключимъ смѣсь мѣди, кислорода и водорода въ ограниченное пространство, то, при маломъ количествѣ кислорода, образуется только вода и несколько окиси мѣди не произойдетъ. Если же весь водородъ соединяется съ кислородомъ, то тогда только начинается образованіе окиси мѣди. Конечно, для того чтобы такого рода соединенія происходили, нужно поставить такую смѣсь въ условія, при которыхъ происходитъ такое соединеніе, то есть такую смѣсь нужно накаливать.

Должно замѣтить, что весьма немного такихъ сложныхъ и простыхъ тѣлъ, которыя бы развивали, соединяясь съ кислородомъ, значительно больше тепла, чѣмъ водородъ. Напротивъ того, число такихъ тѣлъ, которыя развиваютъ меньше тепла, соединяясь съ кислородомъ, чѣмъ водородъ, весьма велико и потому, при подходящихъ физическихъ условіяхъ, водородъ отнимаетъ кислородъ отъ большинства тѣлъ, соединенныхъ съ кислородомъ или, какъ говорятъ, дѣйствуетъ восстанавливающимъ образомъ на окислы, подразумевая при этомъ или значительную массу водорода дѣйствующаго, или дѣйствіе водорода при самомъ большемъ перевѣсѣ его средства къ кислороду предъ средствомъ того вещества, которое было въ соединеніи съ кислородомъ.

Водородъ въ свободномъ видѣ дѣйствуетъ восстанавливающимъ образомъ только тогда, когда существуетъ или усиленное давленіе или накачиваніе, но водородъ выдѣляющійся, или, какъ говорятъ, въ моментъ своего выдѣленія, перѣдко дѣйствуетъ при обыкновенной температурѣ весьма легко, какъ восстанавливающее средство, какъ мы видѣли въ примѣрахъ пятой главы. Здѣсь выдѣляющійся водородъ будетъ въ скатомъ состояніи и, слѣд., дѣйствуетъ какъ бы сдавленный въ жидкій видъ.

Выше разобранные примѣры двойнаго разложенія отличаются значительною простотою вслѣдствіе того, что металлы не имѣютъ средства къ водороду и съ нимъ не соединяются; если же на воду дѣйствуютъ вещества, имѣющія способность соединяться съ водородомъ, но не имѣющія средства къ кислороду или имѣющія къ нему малое средство, то тогда реакція двойнаго разложенія идетъ совершенно иначе, но совершенно въ томъ же смыслѣ, какъ и предыдущія. Примѣромъ такого рода тѣлъ можетъ служить хлоръ. Онъ, при извѣстныхъ условіяхъ, а именно при дѣйствіи свѣта или тепла, соединяется съ водородомъ, но не соединяется съ кислородомъ, напротивъ

того растворяется и дает кристаллическое соединеніе при низкой температурѣ съ водою. Если растворъ хлора въ водѣ выставить на дѣйствіе солнечнаго свѣта, то происходитъ разложеніе; хлоръ соединяется съ водородомъ, кислородъ становится свободнымъ. Здѣсь опять весьма ясно различіе въ степеняхъ сродства. Одна вѣсовая часть водорода, соединяясь съ 35,5 частями хлора выделяетъ 24000 единицъ тепла; соединяясь съ 8 частями кислорода, развиваетъ 34500 единицъ тепла. Но обра.ующійся въ первомъ случаѣ хлористый водородъ есть газъ, а происходящая во второмъ случаѣ вода есть жидкость, слѣд. во второмъ случаѣ отдѣлилось нѣкоторое количество тепла, при переходѣ двухъ взятыхъ газовъ въ жидкость. По этой причинѣ должно думать, что степени сродствъ водорода къ кислороду и хлору различаются весьма незначительно и потому хлоръ способенъ при подходящихъ условіяхъ разлагать воду. При другихъ условіяхъ кислородъ долженъ разлагать соединенія хлора съ водородомъ.

Было бы конечно наиболѣе интересно изслѣдовать такіе случаи, въ которыхъ тѣло, дѣйствующее на воду, имѣло бы сродство и къ водороду и къ кислороду. Явленіе было бы еще сложнѣе; но такихъ веществъ, сравнительно, весьма мало и ничего общаго о нихъ до сихъ поръ сказать нельзя.

Въ предъидущемъ выставлены примѣры двойныхъ разложеній, при которыхъ выделяется одинъ изъ элементовъ воды, водородъ или кислородъ. Но гораздо многочисленнѣе такіе примѣры двойныхъ водныхъ разложеній, при которыхъ образуется вода изъ двухъ веществъ, заключающихъ элементы, необходимые для ея образованія. Оно и понятно изъ того уже, что сродство элементовъ воды между собою весьма значительно. Слѣдовательно, въ тѣхъ случаяхъ, гдѣ чрезъ взаимодѣйствіе веществъ можетъ образоваться вода, она образуется. Явленія этого рода весьма сложны, но они характеризуются въ результатѣ большою простотою и чрезвычайно часто будутъ встрѣчаться въ дальнѣйшемъ изслѣдованіи.

Представимъ себѣ два окисла, способные соединиться между собою и вообразимъ себѣ, что эти окислы предварительно соединились съ водою и образовали гидраты. Когда два такихъ гидрата привести во взаимное прикосновеніе, то окислы, входящіе въ нихъ, взаимно соединяются, а вода выделяется. Это и есть обыкновеннѣйшій случай двойнаго разложенія, при которомъ образуется вода. Примѣры изъ предъидущаго уже ясны. При образованіи всякой соли происходятъ такого рода двойныя разложенія. Кислотный гидратъ, дѣйствуя на щелочный гидратъ, даетъ соль и воду. Окись кальція или извести, соединяясь съ водою и образуя гидратъ, развиваетъ нѣкоторое количество тепла. Назовемъ его чрезъ *a*. Сѣрный ангидридъ, соединяясь съ водою, также развиваетъ нѣкоторое количество тепла; назовемъ его *b*. Если полученные гидраты мы смѣшаемъ между собою, то образуется сѣрнокальціевая соль и вода, при чемъ развивается количество тепла, которое назовемъ мы чрезъ *c*. Спрашивается, отчего развивается здѣсь теплота и каково будетъ ея количество? Для того, чтобы рѣшить это, нужно узнать, какое количество тепла развивается отъ соединенія окиси кальція съ сѣрнымъ



ангидридомъ. Назовемъ это количество d . Весьма простымъ разсужденіемъ, которое итъ нужды и приводитъ, можно заключить, что при дѣйствіи гидрата извести на сѣрную кислоту, развивается количество тепла, равное $c = d - a - b$. Оттого и происходитъ реакція, что d больше $a + b$, т. е., значить, сродство окисловъ, образующихъ соли, больше чѣмъ сумма сродствъ этихъ окисловъ къ водѣ. Вотъ простой механизмъ тѣхъ двойныхъ разложеній, при которыхъ происходитъ вода. Но онъ представляется такимъ только съ самаго начала. Въ дѣйствительности онъ несравненно болѣе сложенъ. Усложненіе происходитъ перѣдко отъ вліянія массы дѣйствующихъ веществъ, отъ сродствъ раствореній, т. е. отъ сродствъ, существующихъ между однимъ изъ могущихъ произойти или дѣйствующихъ веществъ и растворителемъ. Оттого въ спиртъ и въ некоторые реакціи двойнаго разложенія, при которыхъ выдѣляется вода, не происходитъ, тогда какъ въ водѣ онѣ совершаются. Такъ напр., сѣрная кислота, растворенная въ спиртъ, не разлагаетъ солей угольной кислоты, тогда какъ водной ея растворъ производитъ весьма легко разложеніе этихъ послѣднихъ. Усложненіе перѣдко происходитъ также оттого, что могущія произойти вещества способны выдѣляться въ видѣ газа, или, если взаимодѣйствіе происходитъ въ растворахъ, усложненіе зависитъ отъ того, что одно изъ образующихся веществъ нерастворимо. Совокупность тѣхъ законовъ, которымъ подчиняются вещества въ этомъ отношеніи, извѣстна подъ названіемъ законовъ Бертолета. Мы разсмотримъ ихъ впоследствии съ подробностію, а теперь обратимся къ опредѣленію состава воды, на основаніи тѣхъ реакцій разложенія, при которыхъ она происходитъ, или которыя съ нею совершаются.

Должно замѣтить, что реакціи двойнаго разложенія представляютъ чаще всего легкій способъ точно опредѣлять составъ веществъ. Весьма немного такихъ случаевъ прямого соединенія, которые бы подлежали легкому изслѣдованію. Таковъ, напр., случай образованія воды изъ простыхъ тѣлъ, которыя въ нее входятъ. Мы имѣемъ два газа и изъ нихъ образуется, чрезъ соединеніе, жидкость. Количество образующейся воды легко опредѣлить, но вѣсовое количество тѣхъ газообразныхъ веществъ, которыя пошли для ея образованія, опредѣлить трудно, потому что всякое взвѣшиваніе газовъ представляетъ, по ихъ весьма большой легкости, много неудобствъ. Нужно обращаться съ большими количествами для того, чтобы находить малый вѣсъ. Сосуды нужно брать весьма тяжелые, заключающіе однако мало газовъ; необходимо нужно дѣлать точную поправку на взвѣшиваніи въ воздухѣ, что представляетъ также поводъ къ неточностямъ, потому что малое измѣненіе въ давленіи и температурѣ воздуха измѣняетъ довольно значительно вѣсъ большого легкаго предмета, такого какъ газъ. Если есть возможность опредѣлить составъ воды по изслѣдованію ея образованія, то

только по объему дѣйствующихъ газовъ, а не по ихъ вѣсу. Конечно, отъ объемовъ можно перейти къ вѣсу, но такой переходъ не будетъ вполнѣ точенъ, потому что объемы вообще измѣряются не столь точно, какъ непосредственно вѣсъ. Вѣсъ и плотность газовъ опредѣляются также не совершенно абсолютно точно, а потому въ результатѣ опредѣленія будутъ уже довольно значительныя погрѣбности. Двойныя разложенія, напротивъ того, представляютъ черѣдко примѣры, весьма удобныя для анализа. Такъ напр. для опредѣленія состава воды можно взять окись мѣди, накалить ее въ водородѣ, опредѣлить количество образующейся воды, а количество кислорода, въ ней находящагося, найдется по убыли въ вѣсѣ окиси мѣди. Убыль эта будетъ зависѣть оттого, что ея кислородъ войдетъ въ воду. Можно непосредственно взвѣсить окись мѣди до опыта и послѣ опыта. Разность покажетъ вѣсъ кислорода, вошедшаго въ составъ образующейся воды. Такимъ образомъ, вмѣсто газа, здѣсь придется взвѣшивать только тѣла твердыя, что представляетъ уже весьма большую выгоду относительно точности. Такое опредѣленіе можно произвести въ приборѣ, подобномъ изображенному на фиг. 40-й стр. 132, если въ *D* помѣстить окись мѣди, въ газометрѣ *A* водородъ, а въ *E* собирать образующуюся воду. Такъ какъ опредѣленіе состава воды представляетъ случай познакомиться съ тѣми способами, какіе употребляются для опредѣленія состава сложныхъ тѣлъ, то мы и остановимся надъ этимъ опредѣленіемъ съ нѣкоторою подробностью.

Составъ воды можно опредѣлить по ея разложенію, производимому гальваническимъ токомъ. Мы знаемъ, что изъ воды получаются два объема водорода и одинъ объемъ кислорода. Стоитъ узнать отношеніе вѣсовъ кислорода и водорода, взятыхъ въ вышеприведенныхъ объемахъ и мы узнаемъ составъ воды. При нормальной температурѣ, одинъ литръ кислорода вѣситъ 1,43028 (потому что удѣльный вѣсъ кислорода равенъ 1,4523 и литръ воздуха вѣситъ 1,29366) и одинъ литръ водорода вѣситъ 0,08961, слѣд. два литра водорода вѣсятъ 0,17922 гр. слѣд., по вѣсу, будетъ заключаться въ водѣ на 1,43028 гр. кислорода 0,17922 гр. водорода или во 100 частяхъ воды будетъ заключаться *x* кислорода, что найдется изъ пропорціи

$$1,60950 \text{)}: 1,43028 = 100 : x,$$

откуда $x = 88,87$. Но такое опредѣленіе по существу своему не будетъ вполнѣ точно, потому что и кислородъ и водородъ

^{*)} Равно 1,43028 + 0,17922.

растворяются отчасти въ водѣ, изъ которой они образуются. Притомъ кислородъ, какъ мы увидимъ въ слѣдующей главѣ, при такомъ разложеніи претерпѣваетъ нѣкоторое измѣненіе, а именно отчасти сокращается въ своемъ объемѣ, а потому въ дѣйствительности, даже при непосредственномъ измѣреніи выдѣляющагося газа, мы не получимъ того простаго отношенія въ объемахъ, которое выше указано. Отношеніе будетъ приближаться къ вышеупомянутому, но не будетъ вполне точно, а потому такой способъ не можетъ давать точнаго результата ни въ какомъ случаѣ. Никакого другаго болѣе точнаго способа разложенія воды на ея составныя части не извѣстно; такимъ образомъ, непосредственный анализъ, т. е. разложеніе воды на ея составныя части, не годится къ точному опредѣленію вѣсоваго ея состава, то есть вѣсоваго содержанія простыхъ тѣлъ въ ней находящихся.

Синтезъ воды или полученіе ея изъ составныхъ частей (газовъ) можетъ дать уже гораздо болѣе точный результатъ, хотя объемный, а не вѣсовой. Уже по одному тому результатъ здѣсь будетъ болѣе точенъ, чѣмъ въ анализѣ, что изъ большаго объема дѣйствующихъ газовъ, получается небольшой объемъ воды и въ этомъ небольшомъ объемѣ растворяется мало газовъ и, притомъ, объемъ дѣйствующихъ газовъ можетъ быть измѣренъ съ точностью влѣдствіе того, что ихъ можно взять сухіе и, слѣд., не производить поправокъ на влажность, что всегда влечетъ за собою погрѣшности. Но необходимо производить самую тщательную поправку, при измѣреніи объемовъ, на давленіи, подъ которымъ совершается измѣреніе и на температуру измѣряемыхъ газовъ и потомъ сравнивать объемы при одной температурѣ и одномъ давленіи, а именно около тѣхъ температуръ и при тѣхъ давленіяхъ, при которыхъ опредѣлены удѣльные вѣса соединяющихся газовъ. Поправокъ придется дѣлать такимъ образомъ значительное количество, что и влечетъ за собою неточность результатовъ. Для того, чтобы производить подобныя опредѣленія состава по объемамъ, употребляютъ обыкновенно приборъ, называемый **эвдиометромъ**. Эвдиометръ представляетъ стеклянную трубку, толстостѣнную, запаянную съ одного конца и раздѣленную по длинѣ на миллиметры. Въ верхнюю запаянную часть эвдиометра.



Фиг. 83. Эвдиометръ. $\frac{1}{2}$ -метра висланваютъ двѣ платиновыя проволоки, какъ

показано на рисунокѣ. Онѣ не сходятся между собою внутри трубки. Онѣ должны быть такъ впаяны, чтобы между стекломъ и проволокою не оставалось ни малѣйшаго отверстія. Чтобы узнать это, эвдиометръ отчасти наполняютъ ртутью и опрокидываютъ открытымъ концомъ въ ртуть. Давленіе въ оставшемся воздухѣ будетъ меньше атмосфернаго, потому что столбъ ртути, находящейся въ эвдиометрѣ, будетъ уменьшать атмосферное давленіе, тянуть внизъ, а потому если будетъ малѣйшее отверстіе около проволоки, наружный воздухъ будетъ входить въ эвдиометръ и ртуть будетъ падать, хотя и не быстро, если отверстіе тонко. Проволоки впиваются въ эвдиометръ для того, чтобы было возможно пропустить черезъ газъ, находящійся въ эвдиометрѣ, электрическую искру, подъ влияніемъ которой водородъ съ кислородомъ заключенные въ эвдиометръ, будутъ соединяться и образовывать воду. Прежде чѣмъ приступить къ эвдиометрическимъ опредѣленіямъ, необходимо нужно узнать ёмкость эвдиометра до каждаго изъ его дѣленій, или, какъ говорится, калибровать эвдиометръ. Для калиброванія эвдиометра употребляется небольшая стеклянная трубка съ пришифрованнымъ отверстіемъ. Ее наполняютъ черезъ край ртутью и закрываютъ шлифованнымъ стекломъ, чрезъ что остается въ трубкѣ опредѣленное количество ртути, вѣсъ которой, а слѣдовательно и объёмъ, предварительно опредѣляютъ. Вливая послѣдовательно отмѣриваемое количество ртути и замѣчая то дѣленіе эвдиометра, до котораго ртуть становится въ нее, опредѣляютъ ёмкость разныхъ частей прибора, чѣмъ и пользуются при употребленіи его для измѣренія газовыхъ объёмовъ. При этомъ необходимо, чтобы на стѣнкахъ эвдиометра не оставалось пузырьковъ воздуха. Сверхъ того необходимо при каждомъ отсчитываніи дѣленій эвдиометра производить поправку на менискъ, то есть на вынуклость ртути, находящейся въ эвдиометрѣ. Для точнаго опредѣленія необходимо все это калиброваніе произвести съ большою тщательностью при обыкновенной температурѣ и принять впослѣдствіи во вниманіе измѣненіе въ объёмѣ эвдиометра, происходящее при его нагрѣваніи. Когда эвдиометръ прокалбированъ, тогда его необходимо вполнѣ высушить и наполнить сухою чистою ртутью чрезъ длинную, до дна доходящую, воронку, такъ чтобы не оставалось въ немъ нѣсколько воздуха и опрокинуть въ сосудъ съ ртутью или ванну (фиг. 85), заперевъ отверстіе эвдиометра пальцемъ или пробкой. Длина эвдиометра обыкновенно дѣлается около 600 мм., а ширина около 20 мм., такъ что въ эвдиометрѣ вмѣщается около 160 к. сант.



Толщина стѣнокъ въ эвдиометрѣ дѣлается обыкновенно до 2 мм.

Въ такой эвдиометрѣ вводить чистый сухой кислородъ. Когда эвдиометрѣ и газъ, въ немъ находящійся, приметъ температуру окружающаго воздуха, что узнается потому, что менискъ ртути не измѣняетъ своего положенія втеченіи долгаго времени, тогда замѣчаютъ то дѣленіе, до котораго ртуть находится въ эвдиометрѣ и то дѣленіе, до котораго она возвышается въ ваннѣ. Разность (въ миллиметрахъ) покажетъ высоту ртутнаго столба въ эвдиометрѣ и она, будучи приведена къ высотѣ, которую имѣла бы при 0° , должна быть отнята отъ давленія атмосфернаго, чтобы узнать давленіе, подъ которымъ находится измѣряемый кислородъ.

Высота ртути въ эвдиометрѣ покажетъ въ то же время и объемъ кислорода. Необходимо въ это самое время наблюдать температуру окружающаго воздуха, чтобы узнать температуру, которую имѣетъ кислородъ, и высоту барометра, чтобы узнать атмосферное давленіе. Эту послѣднюю высоту необходимо поправить на температуру ртути въ барометрѣ, чтобы можно было знать объемъ, который бы занялъ кислородъ при нормальномъ давленіи и нормальной температурѣ. Предположимъ напр., что высота ртути въ эвдиометрѣ равна 47,3 мм., а высота въ ваннѣ равна 520,7 мм. и что температура ртути и воздуха равна 10° . Показаніе барометра равно 742,7 мм. Кажущееся давленіе, подъ которымъ находится кислородъ въ эвдиометрѣ, будетъ равно

$$742,7 - 520,7 + 47,3 = 269,3.$$

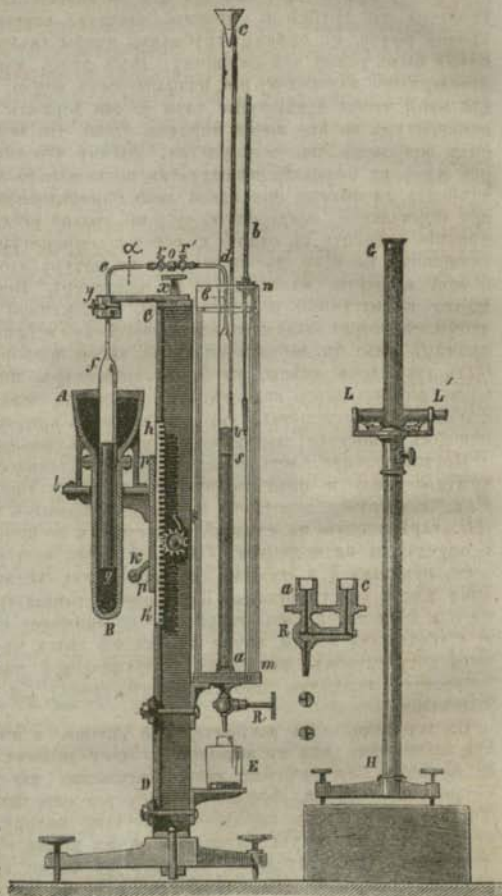
Но дѣйствительное давленіе будетъ меньше, потому что давленіе измѣряется столбомъ ртути, имѣющимъ температуру 0° , а не 10° . При 0° давленія, будетъ равно $\frac{269,3}{1 + 0,000171 \cdot 10} = 268,8$.

По калиброванію, мы узнаемъ объемъ, который соответствуетъ 47,3 мм. длины эвдиометра. Положимъ, онъ равенъ 10,012 к. сант. слѣд. кислородъ занимаетъ объемъ 10,332 к. с. при 10° и 268,8 мм. давленія. По закону Мариотта и Гейюслака, при 0° , и 760 мм. давленія, онъ займетъ объемъ (стр. 38) = 3,4234 куб. сантиметра.

Точно такая же поправка производится при каждомъ измѣреніи объема газовъ, заключающихся въ эвдиометрѣ и въ каждомъ измѣрительномъ сосудѣ. Объемы сравниваются всегда при нормальномъ давленіи и нормальной температурѣ.

Чтобы избѣжать многочисленныхъ поправокъ, необходимыхъ при употребленіи эвдиометра, предложены разнообразныя приемы. Самые точныя приемы, употребленные Ренью, мы здѣсь вкратцѣ опишемъ.

Его аппаратъ, изображенный на фиг. 84, состоитъ изъ двухъ частей, могущихъ разъединяться. Первая часть—*измѣритель* служитъ для измѣренія газа, вторая часть служитъ для обработки газовъ различными веществами. Ее мы будемъ называть *плотительною частью*. Измѣритель состоитъ изъ трубки *a d*, дѣленной на миллиметры и кончающейся наверху тонкою трубкою *d r'*. Нижняя часть этой трубки впаана въ чугунную часть *m* съ двумя трубками *a*, *c* и съ краномъ *R*. Эта часть въ увеличенномъ видѣ изображена направо отъ прибора въ разрывѣ. Трубки *a* и *c* стоятъ въ направленіи, перпендикулярномъ къ плоскости рисунка и потому закрываютъ одна другую. Кранъ *R* можетъ сообщать при своемъ поворотѣ (изображенномъ на фиг.) трубки между собою, или же поочередно каждую съ выходящею изъ отверстій, для чего въ кранѣ сдѣлано три отверстія, изъ коихъ одна перпендикулярно двумъ другимъ. Трубка *c* (на нее сверху въ фиг. поставлена воронка) можетъ такимъ образомъ при поворотѣ крана *R* сообщаться съ трубкою *ad*.



Фиг. 84. Приборъ Реньо для анализа газовъ, описанный въ текстѣ. $\frac{1}{10}$.

Фиг. 84. Приборъ Реньо для анализа газовъ, описанный въ текстѣ. $\frac{1}{10}$. Трубка *c* (на нее сверху въ фиг. поставлена воронка) можетъ такимъ образомъ при поворотѣ крана *R* сообщаться съ трубкою *ad*.

Диаметръ этой трубки тотъ же, какъ и a , и она также раздѣлена на миллиметры. Весь аппаратъ, взятый вмѣстѣ, составляетъ манометръ, въ которомъ можно, приливая ртуть въ трубку c или выпуская ее изъ краиа K , увеличить или уменьшить давленіе газа, находящагося въ трубкѣ a . Можно, значить, всегда такъ установить уровни ртути въ обѣихъ трубкахъ, чтобы давленіе газа въ эвдиометрѣ было равно атмосферному. Весь этотъ манометръ окруженъ стекляннмъ колоколомъ m , наполняемымъ водою. Эта вода служитъ для того, чтобы измѣряемые газы всегда держать при определенной температурѣ во все время анализа, чрезъ что можно избѣгать всякихъ поправокъ на температуру, потому что все равно (по крайней мѣрѣ въ большинствѣ случаевъ, когда вѣренъ законъ Гэ-Люссака) измѣрить ли объемы при какой либо определенной температурѣ или при нормальной температурѣ 0° , но только всегда необходимо измѣреніе относить къ одной и той же температурѣ. Термометръ b , опущенный въ воду, показываетъ температуру этой воды, а слѣдов. и газа и ртути, находящихся въ манометрѣ. Весь приборъ укрѣпляется на чугунной подставкѣ CD , снабженной винтами для того, чтобы ее можно было поставить совершенно вертикально. Въ нашемъ примѣрѣ было бы достаточно и этой части прибора, если бы въ немъ былъ укрѣпленъ вмѣсто трубки a эвдиометръ, но для другихъ случаевъ анализа этого недостаточно и вообще было бы неудобно обращаться съ эвдиометромъ, укрѣпленнымъ въ приборѣ, а потому мы опишемъ и поглотительную часть, которою снабженъ приборъ Реньо.

Поглотительная часть состоитъ изъ стекляннаго колокола $g/$, открытаго внизу и оканчивающагося наверху капиллярною трубкою $f'g'$. Эта трубка погружена открытымъ концомъ въ ртутную ванну AB , укрѣпленную на столѣ l , можемъ по произволу подниматься и опускаться на поддержкѣ CD . Для этого устроено зубчатое колесо, рукоятка k и собачка, служащая для установки аппарата въ томъ мѣстѣ гдѣ требуется. Капиллярныя тонкія трубки измѣрительнаго и поглотительнаго снарядовъ соединяются стальными краями r, r' , которыхъ концы точно прилажены другъ къ другу и скрѣпляются посредствомъ маленькой, охватывающей части o . Зажимка u позволяетъ укрѣпить поглотительную трубку $f'g'$ въ определенномъ положеніи.

Въ верхнюю часть измѣрительной трубки, а именно въ e вставлены двѣ проволоки, какъ въ эвдиометрѣ. Посредствомъ ихъ пропускается въ приборъ электрическая искра, служащая для соединенія. Вотъ устройство снаряда. Положимъ, требуется опредѣлить составъ воды. Тогда измѣритель a наполняютъ ртутью, которую вливаютъ чрезъ трубку c . Когда ртуть вытекаетъ чрезъ кранъ r' , этотъ послѣдній закручиваютъ. Поглотительный снарядъ $g/$ также наполняютъ вполнѣ ртутью. Для этого его отдѣляютъ, открывъ зажимку, и понизивъ ванну AB и открывъ кранъ r , всасываютъ чрезъ надѣтую каучуковую трубку ртуть, пока она, не выдѣлится чрезъ кранъ r , который тогда и закручиваютъ.

Тогда соединяютъ краны r и r' между собою и поставивъ въ надлежащее положеніе ванну AB , вводятъ въ поглотительный снарядъ кислородъ. Конечно, предварительно ванна AB наполняется

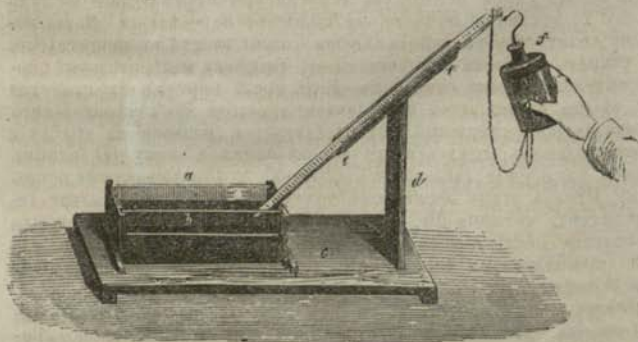
достаточно большимъ количествомъ ртути. Когда кислородъ или другой газъ введенъ въ поглотительную трубку, то, открывъ краны r и r' и кранъ K , переводятъ газъ изъ поглотительнаго снаряда въ измѣрительный. Это можно сдѣлать до послѣдняго слѣда газа. Обыкновенно останавливаютъ переводъ газа тогда, когда ртуть поднимается до черты α , означенной на трубкѣ fr . Такой переводъ газовъ совершается очевидно на счетъ разности давленія въ измѣрительномъ и поглотительномъ снарядахъ. Эту разность можно измѣнить, повышая или понижая ванну AB и выпуская ртуть изъ ab чрезъ кранъ K . Когда переводъ сдѣланъ, тогда запираютъ кранъ r , переключаютъ воду, окружающую манометръ, производятъ посредствомъ крана K сообщеніе между трубками a и c , стараются уравновѣсить давленіе въ обѣихъ трубкахъ, приливая въ трубку c ртуть или выливая часть ртути чрезъ K и измѣряютъ объемъ, заключающійся въ измѣрительѣ. Тогда съ точностью опредѣляется температура воды и газа. Катетометръ GH съ трубкою LL' даетъ возможность съ точностью опредѣлить разность уровней ртути въ обѣихъ вѣтвяхъ манометра, т. е. разность давленія отъ обыкновеннаго. Впрочемъ, всегда возможно съ большею точностью привести газъ къ обыкновенному давленію, уравнивая высоты ртути въ обѣихъ столбахъ a и c . Необходимо, чтобы температура воды оставалась постоянною во все время опыта, а потому она не должна отличаться отъ температуры окружающаго воздуха. Но эта вода даетъ газу возможность весьма скоро достигнуть температуры окружающаго воздуха и чрезъ то весьма облегчаетъ производство опредѣленія. Когда измѣрено количество кислорода, всегда можно ввести въ поглотительный снарядъ водородъ и перевести его снова въ измѣрительный снарядъ вышеописаннымъ способомъ. Если послѣ опредѣленія останется газъ, то его можно легко изслѣдовать, переводя изъ измѣрительнаго снаряда въ поглотительный. Это достигается, наливая въ трубку c въ значительномъ количествѣ ртуть или понижая ванну AB , однимъ словомъ, увеличивая давленіе въ измѣрительѣ и уменьшая его въ поглотительѣ. Передъ этимъ переводомъ можно ввести въ поглотитель тѣя вещества, которыя бы могли служить для опредѣленія природы оставшагося послѣ взрыва газа. Такъ напр. кусокъ фосфора или смѣсь пирогаллина съ ѣдкимъ кали можетъ служить для поглощенія и опредѣленія кислорода.

Приборъ Реньо представляетъ всѣ удобства для работы съ газомъ, но онъ сложенъ и, вслѣдствіе того, дорогъ. Его можно упростить, хотя опредѣленія тогда и не будутъ столь точны, но все же они будутъ точнѣе обыкновенныхъ приѣмовъ. Если эвдиометръ окружить водою, какъ это дѣлается въ абсорбциометрѣ (см. фиг. 24, стр. 141) или, еще проще, если эвдиометръ поставить въ высокой цилиндръ со ртутью, какъ изображено на фиг. 20-й, стр. 39 и удерживать держалкою, такъ чтобы уровни ртути въ стаканѣ и въ эвдиометрѣ были одни и тѣ же. Весь приборъ можно опустить притомъ въ воду и тогда температуру можно наблюдать постоянною, не нужно будетъ дѣлать поправокъ ни на температуру, ни на давленіе, чрезъ что весьма значительно упростится весь анализъ, если каждый разъ уравнивать давленіе въ эвдиометрѣ и въ стаканѣ, и наблюдать, чтобы

вода, окружающая весь приборъ, имѣла постоянную температуру. Для взрыва и введения газа приборъ можно вынимать изъ воды.

Во всякомъ случаѣ нужно, или чрезъ вычисленіе, или чрезъ непосредственное уравниваніе, все измѣряемые при изслѣдованіи объемы приводить къ одной температурѣ и къ одному давленію, чтобы получить результатъ точный. Далѣе мы не будемъ уже обращать вниманія на измѣненіе объемовъ отъ вліянія температуры и давленія и будемъ считать, что объемы приведены къ постояннымъ давленію и температурѣ.

Когда объемъ кислорода измѣренъ, тогда вводятъ въ эвдиометръ чистый сухой водородъ и снова измѣряютъ объемъ газовъ, находящихся въ эвдиометрѣ. Тогда производятъ взрывъ. Для того, чтобы достигнуть этого, употребляютъ лейденскую банку, обкладку которой соединяютъ посредствомъ цѣпочки съ одною проволокою эвдиометра и прикасаясь шарикомъ къ другой проволоцѣ, впаиванной въ эвдиометръ производятъ искру (фиг. 85). Или употребляютъ электрофоръ, или, что всего лучше, употребляютъ небольшую румкорфову спираль, которая представляетъ ту выгоду, что дѣйствуетъ одинаково хорошо и въ влажномъ, и въ сухомъ воздухѣ, тогда какъ лейденская банка и электрическая машина въ влажномъ воздухѣ переста-



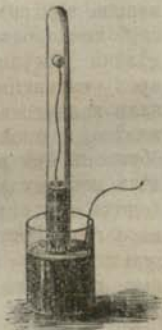
Фиг. 85. Положеніе эвдиометра въ ваннѣ а б со стекланными стѣнками во время введенія въ него газовъ и способъ взрыва съ помощію лейденской банки
г. 1/10.

ють дѣйствовать. Передъ взрывомъ необходимо дать время газамъ смѣшаться равномерно ¹⁾. Передъ взрывомъ, кромѣ того, необходимо запереть нижнее отверстіе ²⁾ въ эвдиомет-

¹⁾ Въ приборѣ Ренью этого достигаютъ очень просто, перепуская газъ изъ измѣрителя въ поглотитель и потомъ обратно.
²⁾ Для этого эвдиометръ, зацементированный въ штаны, туго нажимаютъ мѣднымъ кольцомъ (края котораго должны быть гладкіе) на кусокъ резиновой пластинки.

рѣ, иначе ртуть и часть газовъ можетъ выброситься изъ прибора. Необходимо также замѣтить, что для полного сгаранія, отношенія между объемами кислорода и водорода должно быть не болѣе, какъ на одинъ объемъ кислорода 12 объемовъ водорода, или на одинъ объемъ водорода 15 объемовъ кислорода, потому что при большемъ количествѣ взрыва не происходитъ, потому что тогда температура горѣнія (стр. 252) весьма значительно понизится и взрыва не совершится. Лучшее всего брать смѣсь одного объема водорода и нѣсколькихъ объемовъ кислорода. Тогда горѣніе совершается полное. При этомъ очевидно происходитъ вода и объемъ уменьшается, такъ что, при открытіи конца эвдиометра, ртуть въ немъ поднимется. Но къ упругости газа, оставшагося послѣ взрыва, прибавляется теперь упругость водяного пара. Ее нужно принять во вниманіе. Если газа осталось мало, то образовавшейся воды достаточно для полного насыщенія оставшагося газа водяными парами. Если же газа осталось много, то образовавшаяся вода можетъ ненасытить его вполне. Это можно узнать потому, видны ли будутъ капли воды на стѣнкахъ эвдиометра, послѣ того какъ ртуть войдетъ въ него. Если ихъ не будетъ видно, то въ эвдиометръ нужно ввести нѣкоторое количество воды. Для этого служитъ пипетка, изображенная на фиг. 41-й. Ее наполняютъ водою, вводятъ загнутый конецъ въ эвдиометръ, предварительно его наклонивши (фиг. 85), и даютъ (вдуваніемъ въ пипетку или простымъ движеніемъ) водѣ войти изъ пипетки въ эвдиометръ.

Необходимо, чтобы часть воды оставалась въ жидкомъ состояніи, чтобы быть увѣренными, что оставшаяся жидкость насыщена водянымъ паромъ. То давленіе, подъ которымъ будетъ измѣряться этотъ оставшійся газъ, нужно уменьшить тѣмъ числомъ миллиметровъ, которое выражаетъ давленіе пара, соответствующее температурѣ опыта, иначе результатъ будетъ неточный (стр. 125). Можно также высушить оставшійся газъ, но это менѣе точно. Высушить его можно, введя въ эвдиометръ кусочикъ хлористаго кальція, прикрѣпленный на платиновой проволоцѣ и потому его вытащить изъ барометра и повторять это, пока, послѣ новаго введенія куска хлористаго кальція, объемъ газа не перестанетъ измѣняться при одной и той же температурѣ. Этотъ и подобные приемы



Фиг. 85. Способъ для высушиванія (и поглощенія) газовъ при помощи шарика прикрѣпленного на проволоцѣ.



не удобны въ томъ отношеніи, что при введеніи въ эвдіометръ вещества, поглощающаго воду, трудно избѣжать того, чтобы пузырьки воздуха не попали въ эвдіометръ и тѣмъ не измѣнили объемъ газа.

Вотъ такого-то рода опредѣленія сдѣланы были въ первый разъ Гэ-Люссакомъ и Гумбольдтомъ съ довольно большою точностью. Эти опредѣленія привели ихъ къ тому заключенію, что вода состоитъ изъ двухъ объемовъ водорода и одного объема кислорода. Каждый разъ, когда они брали болѣе этого количества кислорода, остававшійся послѣ взрыва газъ былъ кислородъ. Остававшійся газъ былъ водородъ, если брали его избытокъ, а когда было взято вышенприведенное отношеніе водорода къ кислороду, то не оставалось ни того, ни другаго. Этимъ окончательно утвердился составъ воды. Результатъ добытый Гэ-Люссакомъ и Гумбольдтомъ не былъ однако вполнѣ точенъ, по причинамъ вышенприведеннымъ. Тѣмъ менѣе онъ имѣлъ въ то время значенія для точнѣйшаго опредѣленія вѣсового состава воды, что плотность водорода и кислорода въ то время не были съ точностью извѣстны ¹⁾. Но это былъ пріемъ давній начало другимъ, болѣе точнымъ опредѣленіямъ. Онъ утвердилъ составъ воды съ довольно большою уже точностью, потому что первое опредѣленіе состава воды, сдѣланное въ 1789 г. Монжемъ, Лавуазье, Ле-Февромъ, Менье, Фуркруа и Вокеленомъ было еще гораздо менѣе точно. Французскіе наблюдатели получили 4 унціи воды непосредственнымъ сжиганіемъ опредѣленнаго объема, а слѣдъ и вѣса водорода. Они нашли, что вода состоитъ изъ 15 частей водорода и 85 частей кислорода. Лавуазье и Менье сдѣлали въ 1784 г. опредѣленіе состава воды по способу двойнаго разложенія. Они чрезъ накаленное желѣзо пропускали водяной паръ, опредѣляли количество получающагося водорода и прибавь въ вѣсъ желѣза, а также и количество разложившейся воды. Такимъ образомъ они разложили 5,32 гр. воды. Прибавь въ вѣсъ желѣза показывала имъ количество кислорода, а количество водорода они опредѣляли непосредственно по объему получаемаго газа. Этотъ способъ далъ имъ еще менѣе точный результатъ. Въ первую эпоху пріемы анализа, нынѣ доводимые до весьма большой точности, были сравнительно мало обработаны.

Точнѣйшимъ образомъ составъ воды опредѣленъ чрезъ пропусканіе сухаго и чистаго водорода черезъ накаленную окись мѣди, какъ упомянуто выше. Дюлонъ и Берцелиусъ сдѣлали

¹⁾ Тогда принималось по опредѣленіямъ Бю и Араго для водорода 0,0752 и для кислорода 1,1026, откуда найдено было, что вода содержитъ на 100 частей кислорода 13,27 водорода, а дѣйствительно 12,5.

первые (1819) подобное опредѣленіе и нашли этимъ способомъ, что вода содержитъ 88,91 кислорода и 11,09 водорода во 100 частяхъ или на 1 ч. водорода 8,008 ч. кислорода. Дюма (1842 г.) усовершенствовалъ этотъ способъ и въ томъ видѣ, какъ онъ употребилъ его для опредѣленія состава воды, мы его здѣсь и опишемъ.

Для такого опредѣленія необходима чистая, сухая окись мѣди. Ее готовятъ, накаляя мѣдь при доступѣ воздуха. Дюма бралъ столь значительное количество окиси мѣди, чтобы получилось каждый разъ до 50 гр. воды. Черезъ это точность опредѣленія увеличивалась. Такъ какъ окись мѣди взвѣшивалась до опыта и послѣ опыта и по разности опредѣлялся кислородъ, который содержится въ водѣ, то необходимо, чтобы при прокаливаніи окиси мѣди, изъ нея не выдѣлялось ничего другаго, кромѣ кислорода. Водородъ также необходимо было имѣть совершенно чистый, не только не содержащій ни сколько влажности, но и никакихъ другихъ примѣсей, могущихъ растворяться въ водѣ или соединяться съ мѣдью и давать съ нею какое либо другое соединеніе. Въ приборѣ съ окисью мѣди, который на фиг. 87 обозначенъ буквою *k* не должно оставаться при накаливаніи ни сколько воздуха, иначе кислородъ воздуха, соединяясь съ пропускаемымъ водородомъ, можетъ образовать воду не поглощая кислорода отъ окиси мѣди. Образующаяся вода должна быть поглощаема вполне, чтобы съ точностью знать количество происходящей воды. Приборъ былъ расположенъ такъ, какъ изображено на прилагаемой фиг. 87. Водородъ получался въ стеклянкѣ *D* съ тремя горлами. Въ среднее горло вливается, чрезъ воронки *B* и *C* серная кислота, служащая для дѣйствія на цинкъ.

Въ *D* выдѣляется водородъ, въ трубкахъ *a, b... h* онъ очищается, въ *k* приходитъ въ прикосновеніе съ окисью мѣди, даетъ воду и оставляетъ металлическую мѣдь, въ *m* сгущается образовавшаяся вода, а остатки ея поглощаются въ трубкахъ *n, o, p*. Вотъ общее расположеніе прибора. Шаръ *k* съ окисью мѣди взвѣшивается до и послѣ опыта. Убыль вѣса покажетъ количество кислорода вошедшаго въ составъ воды. Шаръ *m* и трубка *n, o* и *p* удержатъ воду, придутъ въ вѣсъ и по этой прибыли судятъ объ количествѣ происшедшей воды. Зная содержаніе кислорода въ происшедшей водѣ, узнаемъ и количество водорода въ ней заключающейся, следовательно опредѣлимъ вѣсовой составъ воды. Вотъ сущность опредѣленія. Обратимся къ частностямъ.

Въ крайнее горло склянки *D* вставляется трубка, погруженная въ сосудъ съ ртутью *A*. Это служитъ для того, чтобы въ приборѣ давленіе не могло значительно увеличиваться при

быстромъ выдѣленіи водорода. Если бы давленіе значительно



Фиг. 87. Приборъ употребленный Дюма для опредѣленія состава воды. Описанъ въ текстѣ. 1/4.

увеличилось, то тогда бы токъ газовъ и паровъ былъ бы очень быстръ и, вслѣдствіе того, водородъ не успѣлъ бы вполне очиститься и вода вполне поглотившись въ трубкахъ,

назначенныхъ для этой цѣли. Въ третье горло вульфової стклянки вставляется трубка, отводящая водородъ въ очистительный сварядъ, состоящій изъ 8 изогнутыхъ трубокъ, назначаемыхъ для очищенія и испытанія водорода. Водородъ, выдѣляемый цинкомъ изъ сѣрной кислоты, очищается въ этомъ случаѣ пропусканіемъ чрезъ трубки, наполненныя кусками стекла смоченнаго растворами азотносвинцовой соли (а) и сѣрносеребряной соли (б). Ыдкое кали (с) удерживаетъ могущія выдѣляться кислоты, азотносвинцовая соль удерживаетъ сѣристый водородъ, а мышьяковистый водородъ удерживается въ трубкѣ съ сѣрносеребряною солью. Слѣдующія затѣмъ трубки d и e, наполненныя кусками сухаго ѣдкаго кали, назначены для поглощенія углекислоты и влажности, могущей содержаться въ водородѣ. Трубки f и g для той же цѣли наполнены порошкомъ фосфорнаго ангидрида, перемѣшаннымъ съ кусками немзы. Онѣ погружены въ охлаждающую смѣсь. Небольшая трубка h содержитъ вещества, поглощающія воду и передъ опытомъ взвѣшивается. Это служитъ для того, чтобы узнать, не осталось ли въ водородѣ влажности. Если ея не было, то эта трубка со-

храняет свой первоначальный вѣсъ во все время опыта, если же въ выдѣляющемъ водородѣ влажность еще осталась, то она прибудетъ въ вѣсѣ. Окись мѣди насыщается въ шарикъ *к*, который предварительно втеченіи долгаго времени высушивается съ содержащеюся въ немъ окисью мѣди. Изъ него потомъ выкачиваютъ воздухъ запирая вытянутый конецъ каучуковой трубки, а другой конецъ запираютъ краномъ, чтобы взвѣсить окись мѣди въ пустомъ пространствѣ и не имѣть поправокъ на взвѣшиваніи въ воздухѣ. Шарикъ *к* дѣлается изъ тугоплавкаго стекла, чтобы могъ выдержать продолжительное (часовъ 20) прокаливаніе, не измѣняя своей формы. Взвѣшенный шарикъ соединяютъ съ очистительнымъ сварядомъ только тогда, когда долгое время уже проходилъ чрезъ него водородъ и когда опытъ покажетъ, что выдѣляющійся изъ очистительнаго снаряда (изъ *h*) водородъ чистъ и не содержитъ ни сколько воздуха. Когда шарикъ соединенъ съ очистительнымъ аппаратомъ, кранъ шарика отворяютъ и такимъ образомъ шарикъ наполняется водородомъ. Вытянутый конецъ шарика *l* соединяютъ посредствомъ каучуковой трубки съ шаромъ *m* назначеннымъ для удержанія воды. Послѣ того, какъ соединеніе посредствомъ каучуковой трубки сдѣлано, развязываютъ нитку затягивающую каучукъ, чрезъ что движеніе газа свободно можетъ совершаться. Изъ шара, назначеннаго для сгущенія воды, газъ и пары проникаютъ чрезъ приборъ, назначенный для поглощенія остальнаго количества образовавшейся влажности. Трубка *n* содержитъ куски прокаленнаго поташа, *o* и *p* фосфорнаго ангидрида, или пемзы, смоченной сѣрною кислотою. Послѣдняя *p* назначается для опредѣленія того, вся ли влажность поглощается и взвѣшивается, вслѣдствіе того, отдѣльно. Трубка *g* служитъ только предохранителемъ для всего аппарата, чтобы наружная влажность въ него не могла проникнуть. *E* содержитъ сѣрную кислоту, чрезъ которую выдѣляется избытокъ водорода. Посредствомъ этого прибора можно легко судить, сколь быстро проходитъ газъ чрезъ аппаратъ и, вслѣдствіе того, можно прибавлять или убавлять токъ проходящаго газа. Передъ опытомъ, составивши предварительно снарядь, необходимо убѣдиться, что всѣ его части держатъ хорошо, т. е. герметически и не пропускаютъ газа (см. стр. 209). Передъ опытомъ взвѣшиваютъ, какъ сказано ранѣе, шаръ *к* и шаръ *m*, а также трубки *n* и *o*. Три послѣдніе снаряда своею избылью въ вѣсѣ покажутъ количество образующейся воды. Когда взвѣшенные части соединены между собою и сообщеніе во всемъ снарядь установлено, тогда шаръ *к* нагрѣваютъ спиртовой лампою, происходитъ возстановленіе окиси мѣди и образованіе воды, которая сгущается въ поглотительныхъ



снарядахъ *m*, *n* и *o*. Когда вся почти окись мѣди возстановится, тогда лампу удаляютъ и приборъ охлаждають, пропуская во все время водородъ. Послѣ этого охлаждения запаиваютъ вытянутый конецъ шара *k* и изъ него выкачиваютъ остальной водородъ, чтобы снова взвѣсить въ безвоздушномъ пространствѣ. Поглотительные снаряды останутся наполненными водородомъ, слѣд., будутъ представлять меньшій вѣсъ, чѣмъ въ томъ случаѣ, если бы они были наполнены воздухомъ, какъ было до опыта и потому, отдѣливши шаръ *k* чрезъ поглотительный снарядъ, пропускаютъ струю сухаго воздуха, пока выдѣляющійся изъ стакана *E* газъ не будетъ содержать ни сколько водорода; тогда взвѣшиваютъ шаръ *m* и трубки *n* и *o*, чтобы опредѣлить количество образующейся воды. Такое опредѣленіе было сдѣлано Дюма многократно. Результаты этого опредѣленія были слѣдующіе:

Потеря въ вѣсѣ шара съ окисью мѣди или колич. кислорода.	Количество образованнойся воды.	На 10000 частей кислорода приходится водорода.	Потеря въ вѣсѣ шара съ окисью мѣди или колич. кислорода.	Количество образованнойся воды.	На 10000 частей кислорода приходится водорода.
грам.	грам.	грам.	грам.	грам.	грам.
13,179	14,827	1250,5	52,508	59,078	1251,2
20,562	22,905	1249,0	99,78	07,282	1253,3
20,495	23,053	1248,1	62,090	69,899	1257,7
57,004	64,044	1250,6	51,838	58,360	1258,1
76,364	85,960	1256,2	56,483	63,577	1255,8
43,571	49,047	1256,3	36,780	41,390	1250,6
34,811	39,178	1254,6	34,162	38,458	1257,3
45,887	51,623	1250,0	32,133	36,175	1257,5
60,031	67,58p	1258,3	30,827	34,677	1248,8
51,838	58,320	1250,4			

Средній результатъ: на 10000 частей кислорода въ водѣ водорода 1253,3. Исправляя эти числа на количество воздуха, содержащагося въ растворѣ въ сѣрной кислотѣ, служащей для добыванія водорода ¹⁾, Дюма получилъ среднее число: 1251,5, а крайніе предѣлы 1247,2 и 1256,2. Это показываетъ, что на 1 часть водорода въ водѣ заключается $7,9904 \frac{1}{250}$ или 0,03 въ количествѣ кислорода, на 1 часть водорода.

Эрдманъ и Маршанъ въ 8-ми опредѣленіяхъ нашли, что на 10000 частей кислорода въ водѣ содержится среднимъ числомъ 1252 части водорода, съ разностию отъ 1258,3 до

¹⁾ Должно было бы взять совершенно чистую, чтобы издѣлать этой соляной подкраски.

1248,7, оттуда на 1 часть водорода въ водѣ 7,932 съ погрѣшностью по крайней мѣрѣ до 0,05, и ч. принимая число 1258,5 получается 7,944.

Средній результатъ наблюденій показываетъ, что на 1 часть водорода въ водѣ заключается отъ 7,94 до 8,03 кислорода ¹⁾.

Сколь ни тщательно произведены были опредѣленія, тѣмъ не менѣе въ нихъ возможны различнаго рода ошибки, которыми и можно приписать нѣкоторое различіе цифръ въ опредѣленіи состава ²⁾. Но эта неточность, при соблюденіи тщательности уменьшается, что видно между прочимъ здѣсь изъ того, что полученные числа чрезвычайно сходны съ числами, находимыми другими способами. Средній результатъ опытовъ Дюма можно опредѣлить такимъ образомъ, что во 100 ч. воды содержится 88,880 кислорода. Количество водорода найдется по остатку, т. е. будетъ равно 11,11. Это показываетъ, что если не вполнѣ точно, то по крайней мѣрѣ весьма близко къ истинѣ, въ предѣлахъ неизбежныхъ погрѣшностей опыта, составъ воды выражается слѣдующимъ вѣсовымъ, отношеніемъ элементовъ, въ ней заключающихся: **9 вѣсовыхъ частей воды состоятъ изъ одной вѣсовой части водорода и 8 вѣсовыхъ частей кислорода.** Въ самомъ дѣлѣ, это вѣсовое отношеніе подходитъ какъ разъ къ тому, которое даетъ опытъ, потому что изъ этого состава легко по пропорціи найти: если въ 9 частяхъ воды находится 8 частей кислорода, то во 100 частяхъ находится x . Разрѣшая эту пропорцію, найдемъ $x = 88,888$, что и даетъ опытъ. Замѣчательно здѣсь то обстоятельство, что вѣсъ кислорода заключающагося въ водѣ, можно принять ровно въ 8 разъ большимъ, чѣмъ вѣсъ водорода воды. Эта простота отношеній весьма поучительна и, можетъ быть, какъ увидимъ далѣе, имѣетъ весьма важное значеніе для пониманія природы простыхъ тѣлъ.

Сколь ни тщательны опредѣленія сдѣланныя Дюма, тѣмъ не менѣе полезно было бы, при усовершенствованныхъ нынѣ

¹⁾ Я нарочно привелъ для воды полученные числа полученные при опредѣленіи ея состава, чтобы читатель могъ судить о степени того довѣрія, которое можно придавать даннымъ о составѣ тѣла. Абсолютнаго точнаго числа въ никакой способъ изслѣдованія дать не можеть. Замѣтимъ, что эдіометрической анализъ и плотность газовъ показываютъ въ водѣ на 1 часть по вѣсу водорода 7,93 водорода, также, какъ предѣльное число вѣсового анализа, можно думать, что вѣсъ кислорода не ровно въ 8 разъ болѣе вѣса водорода.

²⁾ Такъ напримѣръ мѣдь поглощаетъ водородъ и оттого увеличивается въ вѣсъ, образовавшаяся вода растворяетъ воздухъ и отъ этого увеличивается въ вѣсъ, приборы очень объемисты (трубки a , b метръ длины) и потому часть воздуха можетъ остаться даже при долгомъ продуваніи водорода; въ сѣрпой кислотѣ содержится растворенный воздухъ, котораго кислородъ можетъ давать воду, фосфорный ангидридъ отчасти летучъ и т. д.

методахъ опредѣленія, провѣрить эти наблюденія, именно для того, чтобъ опредѣлить, дѣйствительно ли вѣсъ водорода въ 8 разъ меньше вѣса кислорода. Въ обыкновеннѣйшихъ химическихъ изслѣдованіяхъ, точность которыхъ меньше, чѣмъ въ нормальныхъ опредѣленіяхъ, такое отношеніе можетъ быть принимаемо, какъ вполнѣ точное, т. е. представляющее гораздо большую точность, чѣмъ въ обыкновенныхъ химическихъ изслѣдованіяхъ.

Какъ бы мы ни получили воду, она всегда будетъ представлять одинъ составъ. Возьмемъ-ли ее изъ природы и очистимъ, получимъ-ли изъ водорода чрезъ окисленіе, выдѣлимъ-ли ее изъ какихъ либо ея соединений, или получимъ ее при какомъ либо двойномъ разложеніи — во всякомъ случаѣ послѣ очищенія въ водѣ будетъ содержаться на 1 часть водорода 8 частей кислорода. Это потому, что вода есть опредѣленное химическое соединеніе. Гремучій газъ, изъ котораго ее можно получить, есть простая смѣсь кислорода съ водородомъ, хотя смѣсь того же состава, какъ и вода. Всѣ свойства обоихъ элементарныхъ газовъ сохранены въ гремучемъ газѣ. Легко прибавить къ нему того и другаго газа, однородность не нарушится. Въ водѣ нѣтъ уже основныхъ свойствъ кислорода и водорода, къ ней нельзя прибавить ни одного изъ элементарныхъ газовъ. Но ихъ изъ нея можно выдѣлить. При образованіи воды произошло отдѣленіе тепла, для разложенія требуется присоединить тепло. Все это выражается въ словахъ: *вода есть опредѣленное химическое соединеніе водорода съ кислородомъ*. Считая знакъ водорода H выражающимъ единицу вѣсоваго количества этого вещества, а чрезъ O выражая 16 вѣсовыхъ частей кислорода, мы выразимъ все предъидущее однимъ химическимъ знакомъ воды H^2O . Такими формулами означаются только опредѣленные химическія соединенія и потому означивъ формулу сложнаго тѣла, мы выражаемъ этимъ цѣлый рядъ понятій, соединенныхъ съ представленіемъ объ сложномъ опредѣленномъ соединеніи и въ то же время выражаемъ количественный, вѣсовою составъ вещества. Притомъ, какъ увидимъ въ 14 главѣ, формулы выражаютъ и объемы газовъ содержащихся въ составѣ. Такъ формула воды H^2O показываетъ, что въ ней 2 объема водорода и 1 объемъ кислорода. Сверхъ того мы узнаемъ, что формула выражаетъ и плотность пара сложнаго тѣла, а отъ нея, какъ мы видѣли, зависятъ многія свойства тѣла. Эта же плотность паровъ опредѣляетъ, какъ узнаемъ, и количество веществъ вступающихъ въ реакціи. Такимъ образомъ двѣ буквы H^2O говорятъ химку цѣлую исторію

вещества. Это есть языкъ, придающій химіи простоту, ясность и точность.

Выводы. Вода изъ соединений съ другими окислами легко вытѣсняется, но рѣдко сама вытѣсняетъ окислы.

При двойныхъ разложеніяхъ, кромѣ сродства или относительной энергіи соединенія, оказываетъ вліяніе относительная масса вліяющихъ веществъ и различныя другія обстоятельства. Оттого реакція воды съ цинкомъ и окиси цинка (железа и др.) съ водородомъ, могутъ идти въ однихъ условіяхъ температуры.

Анализъ воды гальваническимъ токомъ, также какъ и эвдіометрической синтезъ показываютъ, что вода образуется соединеніемъ 2-хъ объемовъ водорода и 1-го объема кислорода.

Эвдіометрическое опредѣленіе основывается на сжатіи, происходящемъ при взрывѣ смѣси водорода съ кислородомъ.

Точнѣйшее опредѣленіе вѣсового состава воды производится съ помощью дѣйствія водорода на окись мѣди чрезъ взвѣшиваніе образующейся воды и опредѣленіе потери вѣса окиси мѣди. Такое опредѣленіе показываетъ, что для полученія 9-ти вѣсовыхъ частей воды требуется 8-мь вѣсовыхъ частей кислорода.

ДЕВЯТАЯ ГЛАВА.

Озонъ и перекись водорода.

Озонъ. Ванъ-Марунъ еще въ прошломъ столѣтіи замѣтилъ, что кислородъ, находящійся въ стеклянной трубкѣ и подверженный дѣйствию ряда электрическихъ искръ, приобретаетъ особенный запахъ и свойство соединяться со ртутью при обыкновенной температурѣ. Это первоначальное наблюдение подтвердилось впоследствии множествомъ новыхъ опытовъ. Даже при простомъ движеніи электрической машины, когда электричество распространяется въ воздухъ или проходитъ чрезъ него, слышенъ особенный, характеристическій запахъ, свойственный озону и происходящій отъ дѣйствія электричества на кислородъ воздуха. Въ 1840 году базельскій профессоръ, Шёнебейнъ, обратилъ вниманіе на это пахучее вещество и показалъ, что оно же образуется чрезъ разложеніе воды дѣйствию гальваническаго тока, и именно, выдѣляется вмѣстѣ съ кислородомъ на положительномъ полюсѣ. Характеристическій запахъ вещества, подмѣшаннаго къ кислороду, далъ поводъ назвать это вещество «озономъ», что происходитъ отъ греческихъ словъ «чувствую запахъ».

Шёнебейнъ показалъ характеристическія свойства озона, а именно — способность его окислять множество веществъ, и притомъ дѣйствовать такъ, какъ кислородъ, но съ тѣмъ различіемъ, что кислородъ на многіе вещества, при обыкновенной температурѣ не дѣйствующій, въ видѣ озона дѣйствуетъ весьма энергично. Достаточно указать, напр. на то, что онъ окисляетъ при обыкновенной температурѣ и весьма скоро — ртуть, уголь, желѣзо. Можно было думать, что озонъ есть какое либо новое вещество, простое или сложное, какъ и предполагали первоначально. Но тщательныя наблюденія, сдѣланныя въ этомъ отношеніи, привели давно уже къ тому заключенію, что озонъ есть ничто иное, какъ обыкновенный кислородъ, видоизмѣненный только въ своихъ свойствахъ. Особенно разительнымъ этому докательствомъ служитъ слѣдующій фактъ: Шёнебейнъ наблюдалъ, и это наблюденіе многократно повторено впоследствии, что кислородъ содержащій въ себѣ озонъ превращается вполне въ обыкновенный кислородъ, при пропусканіи чрезъ трубку, нагрѣтую до 250° . Мариньякъ и Деларивъ нашли, что при низкой температурѣ чистый кислородъ, не содержащій въ себѣ никакихъ другихъ тѣлъ при пропусканіи черезъ него электрическихъ искръ, даетъ озонъ. Слѣдовательно и путемъ превращенія въ кислородъ и путемъ полученія изъ кислорода, доказывается, что озонъ есть тотъ же самый кислородъ, съ которымъ мы уже познакомились, только съ особенными свойствами, или въ особенномъ состояніи. Судя по первоначальнымъ способамъ образованія озона, его называютъ нерѣдко электризованнымъ кислородомъ. Должно впрочемъ замѣтить, что посредствомъ дѣйствія электричества или посредствомъ разложенія воды гальваническимъ токомъ, нѣтъ возможности получить кислородъ съ большимъ содержаніемъ озона; его содержаніе не превышаетъ $\frac{1}{250}$ доли всего кислорода по объему. Образованіе озона впоследствии замѣчено было во множествѣ другихъ обстоятельствъ, что и можетъ служить болѣе прямымъ способомъ полученія озона. Такъ, напр., при дѣйствіи кислорода на фосфоръ при обыкновенной температурѣ, часть кислорода превращается въ озонъ. Если оставить втеченіи нѣсколькихъ часовъ, при обыкновенной температурѣ, палочку фосфора погруженную отчасти въ воду, отчасти въ воздухъ, въ какойнибудь стеклянкѣ, то воздухъ пріобрѣтаетъ запахъ озона. Если пропускать воздухъ чрезъ рядъ вольфовыхъ стеклянокъ, содержащихъ въ себѣ воду и куски фосфора не вполне закрытые водою, то проходящій воздухъ весьма значительно озонируется. Должно впрочемъ замѣтить, что при оставленіи на долгое время воздуха въ прикосновеніи съ

фосфоромъ или безъ присутствія воды, образовавшійся озонъ разрушается фосфоромъ или не образуется. Приборъ, который употребляется при подобномъ полученіи озона, очень простъ и потому мы его не описываемъ¹⁾. Къ способамъ полученія озона и его образованія, должно отнести также дѣйствіе сѣрной кислоты на перекись барія. Если облить эту послѣднюю крѣпкою сѣрною кислотой, то, при низкой температурѣ, отдѣляющійся кислородъ содержитъ въ себѣ озонъ и притомъ въ количествѣ гораздо болѣе значительномъ чѣмъ тѣ, въ какихъ получается озонъ при дѣйствіи электрической искры и фосфора. Для приготовленія озона можно также разлагать крѣпкою сѣрною кислотой марганцовокаліевую соль, особенно прибавляя къ ней перекиси барія. Озонъ образуется также въ обыкновенныхъ условіяхъ дыханія растений; что впрочемъ отвергается по сихъ поръ многими. Самымъ лучшимъ способомъ полученія кислорода, содержащаго наиболѣе озона (а чистый его не могли до сихъ поръ получить), должно считать способъ Бабб. Состоитъ онъ въ дѣйствіи тихаго разряда²⁾ на кислородъ. Для этой цѣли готовятъ много (около 40 и болѣе) длинныхъ тонкостѣнныхъ, капиллярныхъ стеклянныхъ трубокъ и въ каждую вставляютъ сквозную тонкую платиновую проволоку, такъ чтобы концы проволоки выходили изъ трубки. Концы трубокъ должны быть послѣ того запаяны, то есть припаяны къ проволокѣ. Пучекъ такихъ трубокъ (штукъ 40 должны составить пучекъ, толщиной не болѣе 10 миллиметровъ) вставляется въ общую стеклянную трубку, а концы проволокъ соединяются въ два проводника и выставляются (впаяются) по концамъ этой общей трубки. Черезъ эту-то трубку пропускаютъ сухой воздухъ или кислородъ для озонированія. Такъ какъ озонъ измѣняется отъ пробокъ и каучука, то весь приборъ долженъ быть стеклянный. Когда воздухъ проходитъ, а чрезъ проволоки пропускается токъ отъ сильной ружкорфовой спирали, тогда происходитъ озонированіе, особенно сильное, если проволоки нигдѣ внутри трубки не соприкасаются.

Г. Якоби, приготовлявшій такой приборъ, сообщилъ мнѣ, что при сильной ружкорфовой спирали и 40 трубочкахъ озонированіе столь сильно, что газъ пропущенный въ растворъ іодистаго калия не только освобождаетъ іодъ, но и окисляетъ его въ іоднокаліевую соль, такъ

¹⁾ Лучше всего брать широкую лежащую стеклянную трубку съ концами загнутыми вверхъ, класть въ нее куски фосфора и наливать водою. При полученіи озона должно избѣгать каучука и обыкновенныхъ пробокъ, п. ч. они измѣняютъ озонъ, поглощая часть, а другую превращая въ кислородъ.

²⁾ Тихимъ разрядомъ называютъ такое соединеніе электричества, которое не сопровождается искрами.

что втеченіи пяти минутъ газопроводная трубка засоряется кристаллами мало растворимой іодокалиевой соли.

Свойства озона, кромѣ тѣхъ которыя указаны выше, весьма замѣчательны. Этими свойствами и пользуются обыкновенно для узнанія и открытія, а также и для опредѣленія количества озона: это есть газъ очень пахучій, имѣющій притомъ характеристическій вкусъ, напоминающій вкусъ раковъ. Онъ обезцвѣчиваетъ весьма скоро лакмусовую бумагу, окисляетъ серебро, окисляетъ также амміакъ и превращаетъ его, отчасти по крайней мѣрѣ, въ азотную кислоту. Фосфористый водородъ, не воспламеняющійся на воздухѣ, загарается въ присутствіи озона. Озонъ вытѣсняетъ хлоръ изъ соединенія его съ водородомъ, тогда какъ хлоръ, напротивъ того, вытѣсняетъ кислородъ изъ воды (стр. 237). Онъ поглощается очень быстро ртутью, окисляетъ многія тѣла, сравнительно трудно окисляемая, какъ напр. хромъ, іодъ; въ присутствіи же оснований, а именно щелочей, онъ соединяется съ азотомъ, превращаетъ низшія степени окисленія въ высшія, такъ напр. сѣрнистую кислоту въ сѣрную, закись азота въ окись. Но особенно характерно для озона разлагающее дѣйствіе, оказываемое имъ на нѣкоторые іодистые металлы, напр. на іодистый калий. Кислородъ не дѣйствуетъ на іодистый калий, но озонъ, пропущенный въ растворъ іодистаго калия, **вытѣсняетъ іодъ**, а калий получается соединенный съ кислородомъ въ видѣ іодкаго кали, которое остается въ водяномъ растворѣ. Такъ какъ есть возможность посредствомъ крахмального клейстера открыть очень малые слѣды свободного іода, потому что этотъ послѣдній съ крахмальнымъ клейстеромъ даетъ вещество, окрашенное въ весьма темно-синій цвѣтъ, то посредствомъ смѣси іодистаго калия съ крахмаломъ представляется возможность открыть весьма малые слѣды озона. Этими обыкновенно и пользуются, употребляя притомъ въ большей части случаевъ бумагу, пропитанную одновременно растворами іодистаго калия и крахмала. Такая бумага въ сыромъ состояніи въ присутствіи озона окрашивается въ синій цвѣтъ, и смотря по степени продолжительности дѣйствія и по содержанию озона въ изслѣдуемомъ газѣ, степень окрашивания бываетъ весьма различна. Можно даже, въ нѣкоторой степени, сдѣлавши предварительное испытаніе, по степени окрашивания іодокрахмальной бумаги, судить о количествѣ содержанія озона въ данномъ газѣ. Впрочемъ, не мѣшаетъ здѣсь замѣтить, что многія вещества точно также дѣйствуютъ на названную выше реактивную бумагу, какъ и озонъ ¹⁾. Въ

¹⁾ Реактивную бумагу для озона готовятъ слѣдующимъ образомъ: 6-

прикосновеніи съ известью, баритомъ а также съ перекисью марганца озонъ разрушается, превращаясь въ обыкновенный кислородъ. Многія вещества органическаго происхожденія: пробка, каучукъ, дерево и пр., окисляются насчетъ озона и его разрушаютъ, что необходимо имѣть въ виду при работахъ съ озономъ. Гваяковая смола, растворенная въ спиртъ, послѣ смачиванія такимъ растворомъ бѣлой бумаги и высушиванія въ темнотѣ, даетъ также весьма хорошее средство для открытія присутствія озона. Желтоватый цвѣтъ бумаги, приготовленной вышеописаннымъ образомъ, въ присутствіи озона превращается въ голубой. Лакмусовая бумажка обезцвѣчивается озономъ, но этотъ послѣдній реактивъ долженъ быть употребляемъ съ большою осторожностью, и ч. и нѣкоторыя другія кислородныя соединенія производятъ такое же обезцвѣчиваніе. Многія красящія вещества, измѣняющіяся отъ дѣйствія окислительныхъ тѣлъ, какъ, напримѣръ, индиго измѣняются точно также отъ озона. Черный осадокъ сѣрнистаго свинца превращается при дѣйствіи этого газа, а именно черезъ поглощеніе кислорода въ бѣлую соль, а именно сѣрносвинцовую. Безцвѣтныя соли, отвѣчающія закиси марганца, при дѣйствіи озона даютъ бурюю перекись марганца.

Итакъ **озонъ** хотя представляетъ **составъ кислорода**, но отличается отъ него тѣмъ, что **окисляетъ** множество веществъ, весьма **энергически**. Въ этомъ отношеніи озонъ сходенъ съ кислородомъ, легко выдѣляющимся изъ нѣкоторыхъ сложныхъ тѣлъ, и его дѣйствіе съ тѣмъ дѣйствіемъ, какое имѣетъ кислородъ въ моментъ выдѣленія (стр. 262).

Судя по предъидущему, озонъ долженъ образовываться въ природѣ, не только при тѣхъ процессахъ окисленія, какихъ совершается множество въ природѣ, но и при дѣйствіи земнаго электричества. Значеніе озона въ природѣ неоднократно останавливало вниманіе наблюдателей; существуетъ рядъ озонметрическихъ наблюдений, которыя показываютъ различное количество озона въ воздухѣ въ разныхъ мѣстностяхъ, въ различныя времена года и при различныхъ условіяхъ, напр., при появленіи эпидемическихъ болѣзней. Но наблюденія, въ этомъ отношеніи сдѣланныя, не могутъ считаться достаточно точными, и не всѣ ихъ выводы до сихъ поръ вполне достоверны, потому что прежніе способы опредѣленія озона были не вполне точны. Однако несомнѣнно уже, что количество

рутъ 100 граммовъ дистиллированной воды, 10 грам. крахмала и 1 гр. среднего родистаго калия; растворяютъ эту послѣднюю соль въ водѣ и разбалтываютъ крахмалъ въ этой жидкости, а затѣмъ такую смѣсь нагреваютъ до тѣхъ поръ, пока крахмалъ не разварится и не превратится въ клейстеръ. Тогда этотъ клейстеръ намазываютъ на хорошую пропускную или обыкновенную бумагу, и сушатъ. Послѣ высушиванія бумага готова для употребленія.



озона въ воздухѣ подвергается измѣненіямъ и должно полагать, что это измѣчивое количество оказываетъ вліяніе на многіе процессы, совершающіеся въ природѣ, въ особенности органическіе, потому что озонъ дѣйствуетъ на большинство органическихъ тѣлъ, способствуя ихъ окисленію. Не желая, впрочемъ, вдаваться здѣсь въ рядъ соображеній, лишенныхъ твердой опоры, мы не приводимъ тѣхъ случаевъ, въ которыхъ дѣйствіе озона, по всей вѣроятности, наиболее важно. Обратимъ только вниманіе на то, что изслѣдованіе этого предмета, произведенное съ надлежащею строгостію, можетъ со временемъ разъяснить намъ, вѣроятно, часть неизвѣстныхъ процессовъ, совершающихся въ органической жизни, распространеніе и исчезновеніе заразительныхъ болѣзней, измѣненія въ качествѣ воздуха въ разныхъ странахъ и мѣстностяхъ и т. п. Можно предполагать здѣсь о вліяніи озона по той причинѣ, что вѣроятнѣйшею причиною миазмовъ служатъ вещества органическія, легко измѣчивыя и окисляемыя, а озонъ оказываетъ на нихъ вліяніе. Дѣйствительно многіе миазмы, какъ напр. запахъ (летучія вещества) гниющихъ организмовъ, ясно уничтожаются или измѣняются не только озономъ, но и многими сильно окисляющими веществами, какъ то: хлоромъ съ водою (т. е. кислородомъ въ моментъ выдѣленія), марганцовокалиевою солью и др.

Озонъ, оказывая окислительное дѣйствіе, можетъ имѣть и техническое значеніе, на примѣръ, для разрушенія красящихъ веществъ. Его даже начали употреблять для бѣленія волокнистыхъ веществъ, хотя этотъ способъ и не получилъ еще распространенія.

Въ чисто химическомъ отношеніи, т. е. относительно видоизмѣненій природы вещества, исторія озона представляетъ весьма важный интересъ, въ особенности при началѣ знакомства съ разнообразными случаями химическихъ превращеній. Мы здѣсь видимъ одно и то же тѣло, и притомъ простое, являющееся въ двухъ состояніяхъ, въ видѣ обыкновеннаго кислорода и въ видѣ озона. Это показываетъ уже намъ, что можетъ быть видоизмѣнена природа тѣла, даже простаго, безъ измѣненія его состава. Такихъ случаевъ впоследствии мы узнаемъ весьма много. Общее названіе для такого случая химическаго превращенія есть **изомерія**; въ частности же изомерія простыхъ тѣлъ носитъ названіе нерѣдко **аллотропій**, хотя это послѣднее понятіе не можетъ быть ничѣмъ другимъ характеризовано, какъ только именно тѣмъ, что аллотропія есть случай изомерности простыхъ тѣлъ. Понятіе же о простомъ тѣлѣ, какъ мы впоследствии увидимъ болѣе ясно, ничѣмъ рѣзкимъ не отличается отъ понятія о сложномъ тѣ-

лъ. Этому доказательство имѣется даже и для самаго озона, а потому слово аллотронія мы не будемъ впоследствии употреблять, удерживая только одно названіе изомерности. Изомерностью называется различіе въ свойствахъ, при одномъ и томъ же элементарномъ составѣ. Причина изомеріи, очевидно, лежитъ глубоко въ сущности природы вещества и ея изслѣдованіе ведетъ и привело уже ко множеству результатовъ неожиданной важности и огромнаго теоретическаго значенія. Весьма ясно понимается различіе тѣлъ, содержащихъ различные элементы, или одни и тѣже, но въ разной пропорціи. Здѣсь ясность представленія о различіи зависитъ отъ того, что вся совокупность знаній заставляетъ въ наше время допускать коренное различіе въ простыхъ тѣлахъ. Но когда качество и количество простыхъ тѣлъ (составъ) одинъ и тотъ же, а свойства различны — тогда ясно оказывается недостаточность одного понятія о простыхъ тѣлахъ для выраженія всего разнообразія свойствъ тѣлъ природы ¹⁾. Чтобы отдать себѣ отчетъ въ причинѣ различныхъ свойствъ озона и кислорода, необходимо было подвергнуть озонъ тщательному изслѣдованію. Чтобы дать понятіе объ томъ родѣ изслѣдованій, какія сдѣланы въ этомъ отношеніи, я привожу затѣмъ извлеченіе изъ мемуаровъ Соре, помѣщенныхъ въ 1866 году, въ запискахъ французской Академіи Наукъ, дополняя ихъ данными, полученными другими изслѣдователями.

То, что мы знаемъ относительно объемныхъ отношеній озона, можетъ быть выражено въ настоящее время слѣдующимъ образомъ:

1) Обыкновенный кислородъ, превращаясь въ озонъ, на примѣръ чрезъ дѣйствіе электричества, показываетъ уменьшеніе въ объемѣ. Это нашли Эндрюсъ и Тейтъ.

2) Дѣйствуя на озонированный кислородъ іодистымъ калиемъ и другими веществами, способными окисляться, уничтожимъ озонъ, но при этомъ объемъ газа останется неизмѣннымъ. Дѣйствительно, изслѣдованія Эндрюса, Соре, Бабб и др. показали, что количество кислорода поглощаемого іодистымъ калиемъ равно первоначальному уменьшенію объема кислорода, т. е. при поглощеніи озона объемъ газа не измѣняется. Можно было думать изъ этого, что озонъ, такъ сказать, не занимаетъ мѣста — безконечно плотенъ.

¹⁾ Можно представить себѣ при этомъ, что простые тѣла суть изомерныя видоизмѣненія другъ друга, отличающіяся прочностію. Какъ есть соединенія кислорода легко его выделяющія и есть такія, которыя его выделяютъ съ великимъ трудомъ; такъ можно представить себѣ изомерныя формы тѣлъ, легко переходяція въ другія формы (озонъ и кислородъ) и такія, которыя этому не подвергаются — такими можно представить простые тѣла. Вотъ въ этомъ-то отношеніи изученіе изомерныхъ тѣлъ и краткости паевъ (напр. если $H = 1$ равно ли $O = 8$?) представляетъ величайшій интересъ.



•3) При дѣйствіи жара озонированный кислородъ увеличивается въ своемъ объемѣ, превращаясь въ обыкновенный кислородъ. Это увеличеніе въ объемѣ соответствуетъ тому количеству кислорода, которое отдается іодистому калию, при его разложеніи (тѣже наблюдатели).

Эти наблюденія, доказанныя точными опытами, ведутъ къ тому заключенію, что озонъ болѣе сгущенъ, чѣмъ кислородъ, и именно, что при окислительномъ своемъ дѣйствіи, озонъ выдѣляетъ ту часть своего вещества, которая отличаетъ его по плотности отъ кислорода обыкновеннаго. Если представимъ себѣ, что озонъ состоитъ изъ n объемовъ кислорода соединенныхъ съ m объемами того же тѣла и что при окислительномъ дѣйствіи озонъ отдаетъ m частей кислорода, то всѣ предыдущіе факты можно изъяснить — иначе должно предположить, что озонъ безконечно плотенъ. Приведенное предположеніе о составѣ озона высказано было Вельцинымъ. Для того чтобы узнать, какова же плотность озона (т. е. каково отношеніе m къ n), нужно, значить, узнать, во-первыхъ, сколько кислорода отдаетъ озонъ іодистому калию и другимъ окисляющимся веществамъ, и во-вторыхъ, необходимо знать, какое количество озона при этомъ дѣйствовало. Все это однако основано на томъ предположеніи, что озонъ при своихъ реакціяхъ, оставляетъ обыкновенный кислородъ занимающій такой же объемъ, какой занималъ озонъ, что впрочемъ по предыдущему необходимо допустить. Чтобы узнать плотность озона (приводимъ опять слова Соре) нельзя употребить непосредственнаго опредѣленія вѣса даннаго объема газа, потому что нельзя получить озонъ въ чистомъ состояніи. Онъ всегда смѣшанъ съ весьма большимъ количествомъ газа, и именно съ большимъ количествомъ кислорода. Нужно было, значить, прибѣгнуть къ такимъ веществамъ, которыя поглощали бы озонъ, не поглощая кислорода и не разрушая озонъ. Тогда можно было бы, по уменьшенію объема, происходящаго съ газомъ, при дѣйствіи на него этого вещества, и при сравненіи съ количествомъ кислорода, отдаваемого іодистому калию, судить о плотности озона. Можно также воспользоваться и опредѣленіемъ увеличенія объема, происходящаго съ озономъ при прокалываніи его, если знаютъ при этомъ предварительно объемъ, занимаемый озономъ до прокалыванія.

Озонъ указалъ такое тѣло, поглощающее озонъ, именно растворъ окиси свинца въ фѣдомъ кали. Но Соре нашелъ, что наблюденія посредствомъ этого вещества даютъ весьма не согласные результаты, а потому считаетъ вѣроятнымъ, что дѣйствіе его усложняется какими-то неизвѣстными об-

стоятельствами, можетъ быть дѣйствиємъ растворяющаго вещества, а именно ѣдкаго кали, потому что, дѣйствительно, его наблюденія показали, что избытокъ ѣдкаго кали дѣйствуетъ на озонъ сходственно съ дѣйствиємъ жара, то есть разрушительно (превращаетъ въ кислородъ).

Соре нашелъ затѣмъ два другихъ тѣла, которыя для подобнаго опредѣленія болѣе подходящи, а именно терпентинное масло или скипидаръ и эфирное коричное масло. «Обработывая озонированный кислородъ терпентиннымъ масломъ, замѣчаютъ исчезновеніе озона. При этомъ наблюдается появленіе плотнаго пара, который наполняетъ сосудъ небольшой вмѣстимости (0,14 литр.) до такой степени, что черезъ него не проходятъ прямые лучи солнца. Оставляя послѣ этого сосудъ въ покоѣ, замѣчается вскорѣ осажденіе образовавшагося облака паровъ. Въ верхней части сосуда сперва замѣчается проясненіе и на границѣ пароваго осадка при этомъ видны прекрасныя цвѣта радуги.» Коричное масло, т. е. летучее масло или пахучее вещество извѣстной пряности, корицы, даетъ при подобномъ обстоятельстве такіе же пары, но они гораздо менѣе обильны. Измѣряя газовый объемъ передъ и послѣ дѣйствія обоихъ летучихъ маселъ, замѣчается послѣ ихъ дѣйствія значительное уменьшеніе объема. При этомъ необходимо, конечно, было опредѣлить, растворяется ли въ названныхъ обстоятельствахъ весь озонъ, или часть его остается въ нерастворенномъ видѣ. Въ первомъ рядѣ опытовъ Соре наблюдалъ уменьшеніе объемовъ, употребляя 250 кубическихъ сантиметровъ озонированнаго кислорода, полученнаго черезъ разложеніе воды гальваническимъ токомъ, и именно, взявши такой объемъ, въ одной порціи опредѣлили уменьшеніе, производимое раствореніемъ озона въ маслѣ, а въ другой порціи (того же объема), опредѣлилось уменьшеніе объема дѣйствиємъ на него іодистаго калия. Такой способъ однако представляетъ нѣкоторыя сомнѣнія. Іодистый калий даетъ въсовое количество поглощеннаго кислорода, и по этому въсу нужно вычислять его объемъ. Такое вычисленіе представляетъ неточность, вслѣдствіе смѣшенія газовъ съ водянымъ паромъ и съ парами терпентиннаго масла. Притомъ въ обыкновенномъ аппаратѣ уменьшеніе объема влечетъ за собою и уменьшеніе давления, что требуетъ новыя поправки результата. Оттого произведенные вышеуказаннымъ путемъ прямые опыты не дали точнаго результата. «Большинство ошибокъ этого приѣма устраняется слѣдующимъ образомъ. Двѣ равныя колбы, съ длинными узкими горлами, вмѣщающія по 230 куб. сант., наполняются озонированнымъ кислородомъ, приготовленнымъ по одному и тому же способу въ одно вре-



мя. Объемы собраннаго газа измѣряются въ обоихъ колбахъ надъ водою. Затѣмъ въ одну изъ колбъ должно ввести летучее масло, а въ другой колбѣ разрушить озонъ посредствомъ нагрѣванія (вводя предварительно проволоку и накаливая ее токомъ). Затѣмъ объемъ газа измѣряется въ обоихъ колбахъ, когда температура и давленіе оставшагося газа будутъ одинаковы. На увеличеніе объема во второй колбѣ не нужно вводить никакой поправки, но уменьшеніе объема въ первой колбѣ требуетъ поправки отъ введенія летучаго масла, а именно вслѣдствіе измѣненія давленія газовъ и капиллярности, т. е. смачиванія стѣнокъ сосуда эфирнымъ масломъ, различнымъ отъ смачиванія производимаго водою. Для устраненія этой послѣдней поправки, Соре ввелъ летучее масло, и во вторую колбу, въ которой озонъ былъ разрушенъ дѣйствіемъ жара, и опредѣлилъ наибольшее измѣненіе объема при этомъ происходящее. Полученные имъ результаты сопоставлены въ слѣдующей таблицѣ.

Вещества, употребленныя для поглощенія.	Измѣненія объема происходящаго черезъ употребленіе летучаго масла.	Увеличеніе объема чрезъ накаливаніе, по ванне, по ванне, по численію.	Увеличеніе объема по наблюденію.	Разность вычисленнаго опыта.
	куб. сант.	куб. сант.	куб. сант.	куб. сант.
Терпентинное масло.	6,8	3,40	3,77	+0,37
»	5,7	2,85	3,20	+0,35
Коричное »	5,8	2,90	3,14	+0,24
Терпентинное »	5,6	2,80	3,32	+0,32
»	6,7	3,85	3,30	-0,05
Коричное »	6,9	3,45	3,45	0,00
»	5,7	2,85	2,72	-0,13

Въ третьемъ столбцѣ приведены цифры, вычисленныя на основаніи того предположенія, что увеличеніе объема равно половинѣ объема самаго озона, и изъ результата сравненій, а въ особенности трехъ послѣднихъ опытовъ, при которыхъ Соре употребилъ наибольшее стараніе для придачіи имъ точности, видно, что вышеприведенное предположеніе согласно съ дѣйствительностью. Изъ этого должно вывести такое заключеніе, что плотность озона въ $1\frac{1}{2}$ раза больше плотности обыкновеннаго кислорода. Изъ вышеприведенныхъ наблюденій Соре дѣйствительно очевидно слѣдуетъ, что объемъ озона, растворяющагося въ эфирномъ маслѣ, въ 2 раза болѣе того увеличенія объема, которое происходитъ черезъ прокалываніе озона, т. е. черезъ превращеніе его въ обыкновенный кислородъ; значить, если озонъ занималъ 2 объема, то изъ него получится 3 объема кислорода. Такимъ обра-

зомъ, при образованіи озона изъ кислорода, 3 объема его сгущаются, и даютъ два объема озона ¹⁾.

Озонъ есть, такъ сказать, окись кислорода, какъ вода есть окись водорода. Какъ водяной паръ составленъ изъ 2 объемовъ водорода и 1 объема кислорода, сгущенныхъ при соединеніи (см. гл. 14), такъ что происходитъ 2 объема водяныхъ паровъ, такъ 2 объема кислорода соединились въ озонъ съ 1 объемомъ кислорода (и этотъ-то кислородъ выдѣляется при окислительномъ дѣйствіи озона на вещества), чтобы дать 2 объема озона. При дѣйствіи озона на различныя вещества, дѣйствуетъ и присоединяется къ другимъ тѣламъ только та доля его состава, которою озонъ отличается отъ обыкновеннаго кислорода, а потому, при подобныхъ дѣйствіяхъ, объемъ озонированнаго кислорода не измѣняется. Было 2 объема озона, выдѣляется $\frac{1}{3}$ его вѣса и остается 2 объема кислорода.

Вышеприведенныя наблюденія Соре надъ способностью терпентиннаго масла растворять озонъ, объясняютъ намъ также и дѣйствіе этого эфирнаго масла на многія вещества. Известно, что терпентинное масло, оставленное на воздухѣ, способствуетъ окисленію. При этомъ оно, по всей вѣроятности, растворяетъ озонъ воздуха и чрезъ то приобретаетъ способность окислять многія вещества. Оно бѣлитъ полотно, обезцвѣчиваетъ индиго, способствуетъ окисленію и затвердѣнію варенаго льнянаго масла и т. д. Этими свойствами терпентиннаго масла пользуются въ практикѣ. Грязное бѣлье и многія пятна легко отмываются терпентиннымъ масломъ не только потому, что оно растворяетъ жиры, но и потому что окисляетъ. Подѣлъ скипидара къ олифѣ (вареному маслу), маслянымъ краскамъ, и лакамъ способствуетъ ихъ скорому засыханію, и ч. привлекаетъ озонъ. Также окисляетъ вещество различныхъ маселъ, находящихся въ растеніяхъ и входящихъ въ духи, въ различныя пахучія эссенціи. Они дѣйствуютъ подобно терпентинному и коричному маслу. Это объясняетъ намъ, можетъ быть, то освѣжающее дѣйствіе, которое оказываютъ они въ видѣ духовъ и тому подобныхъ препаратовъ. Въ большемъ числѣ случаевъ можно предположить, что они содержатъ въ себѣ растворенный озонъ и этому озону, вѣроятно принадлежитъ, отчасти покрайней мѣрѣ, дѣйствіе духовъ и эфирныхъ маселъ на организмъ.

Исслѣдованіе озона показываетъ намъ великое сходство

¹⁾ Если мы сравнимъ этотъ фактъ съ известнымъ намъ сгущеніемъ, происходящимъ при образованіи воды, то увидимъ разительную аналогію. 2 объема водорода, соединяясь съ 1 объемомъ кислорода, т. е. всего 3 объема дѣйствующихъ газовъ, даютъ 2 объема водянаго пара; значитъ, при образованіи озона, кислородъ соединяется самъ съ собою точно такъ, какъ соединяется онъ съ водородомъ при образованіи воды.



между этимъ веществомъ и цѣлымъ рядомъ другихъ окисляющихъ веществъ, между которыми особенно разительное сходство представляютъ реакціи озона съ реакціями хлора, перекиси водорода, азотноватаго ангидрида, бѣлизной извѣсти, марганцовокаліевой соли, и т. п. Сложныя тѣла, весьма разнообразно составленныя, входятъ въ этомъ отношеніи въ одну группу съ простымъ тѣломъ, ибо заключаютъ одинъ и тотъ же элементъ и вѣроятно въ сходственномъ состояніи.

Литературное указаніе Объ озонѣ можно указать слѣдующія сочиненія: *G. Dachauer. Ozon. Eine gedrängte Zusammenstellung bisher gewonnener Resultate. München 1864 г.* Здѣсь собраны всѣ главнѣйшіе мемуары, явившіеся объ озонѣ до 1864 года, такъ что желающій можетъ почерпнуть въ этомъ сочиненіи довольно полныя историческія подробности. Изъ нихъ читатель можетъ видѣть, что озонъ многими отвергался, но что дальнѣйшія изслѣдованія подтвердили его существованіе. Его долго считали содержащимъ азотъ или водородъ. *G. Meisner Untersuchungen über den Sauerstoff. Hannover. 1863.* Это сочиненіе имѣетъ историческое значеніе по тому ряду опытовъ, которые приводятся для подтвержденія взгляда Шенейна на поляриость кислорода. Авторъ стремится получить и изслѣдовать отношенія озона отрицательнаго и антозона (положительнаго озона, напр. изъ перекиси барія). Отличіе антозона отъ перекиси водорода однако не доказывается и это обстоятельство заставляетъ недоускать пока новаго видоизмѣненія озона (антозона).

Количественныя изслѣдованія объ озонѣ принадлежатъ *Andréas and Tit. Annalen d. Chemie und Pharmacie CXII. Babo und Claus Liebigs Ann. 1864. Suppl. II—297. Soret Comptes rendus 1864 LVII—604., 1865 Annales de Chimie et de Physique (4) VII—113. Comptes rendus 1867.*

Многочисленные мемуары Шенейна объ озонѣ и сход. предм. помѣщены въ *Journal für practische Chemie* за послѣдніе 4—5 лѣтъ. Статьи *Houzeau* помѣщались въ *Annales de chimie et de physique*, напр. (3) LXVII.

Перекись водорода. Многія изъ тѣхъ свойствъ, какія мы видѣли въ озонѣ, принадлежатъ особому веществу, содержащему кислородъ и водородъ и называемому перекисью водорода или окисленною водою (*eau oxugénée*). Количество общихъ признаковъ для озона и перекиси водорода столь велико, что можно даже полагать, что нерѣдко за озонъ считаютъ только смѣсь кислорода съ перекисью водорода; впрочемъ, вышеприведенныя наблюденія надъ полученіемъ озона посредствомъ электризованія сухаго кислорода показываютъ, что озонъ есть вещество, содержащее въ себѣ только кислородъ, тогда какъ перекись водорода, о которой мы теперь будемъ говорить, есть соединеніе водорода съ кислородомъ. Вещество это открыто въ 1818 г. Тенаромъ и принадлежитъ

къ разряду тѣлъ, весьма интересныхъ во многихъ отноше-
ніяхъ. Перекись водорода, подверженная дѣйствию гальвани-
ческаго тока, разлагается совершенно точно также, какъ во-
да; но при этомъ даетъ равные объемы водорода и кислоро-
да, слѣдовательно содержитъ вдвое болѣе кислорода, чѣмъ
вода. При нагреваніи, по этой причинѣ, она разлагается на
воду и кислородъ, выдѣляя именно столько кислорода, сколь-
ко заключается его въ водѣ, остающейся послѣ такого раз-
ложенія. Такимъ образомъ, опредѣленіе ея состава въ отно-
шеніи къ водѣ становится весьма простымъ и не требуетъ
дальнѣйшаго разъясненія. Но необходимо сразу замѣтить, что
та часть кислорода, которую перекись водорода отличается
отъ воды, что эта часть кислорода выдѣляется очень легко.
Достаточно для этого одного слабого нагреванія—получается
вода и кислородъ. Не мудрено, послѣ этого, понять, что ме-
жду озономъ и перекисью водорода будетъ сходство. Оба за-
ключаютъ кислородъ, легко выдѣляющійся изъ соединенія и
потому дѣйствующій какъ кислородъ въ моментъ выдѣленія.

Перекись водорода образуется во многихъ обстоятельствахъ; но
при этомъ, сколько то до сихъ поръ извѣстно, всегда образуется въ
очень ограниченномъ количествѣ, такъ напр. достаточно взбалтывать
цинкъ съ сѣрною кислотой, или даже съ водою, чтобы замѣтить обра-
зованіе въ водѣ нѣкотораго количества перекиси водорода. Шенеберъ
утверждаетъ, что при всякомъ окисленіи въ водѣ, или въ присутствіи
ея паровъ, замѣчается образованіе перекиси водорода. Растворъ оло-
ва въ ртути или жидкая амальгама олова, при взбалтываніи съ во-
дою, содержащею сѣрную кислоту, даетъ поводъ къ образованію пе-
реки водорода. Но желѣзо при взбалтываніи съ водою, содержащею
сѣрную кислоту, не даетъ перекиси водорода. Присутствіе малыхъ
количествъ перекиси водорода въ этихъ и подобныхъ случаяхъ дока-
зывается многими реакціями. Между ними дѣйствіе перекиси водоро-
да на хромовую кислоту въ присутствіи эвиръ весьма характерно;
перекись водорода, дѣйствуя на хромовую кислоту, превращаетъ ее
вѣроятно (?) въ высшую степень окисленія, имѣющую темно-синій
цвѣтъ и растворимую въ эвирѣ. Такой эвирный растворъ довольно
постояненъ, и потому для открытія перекиси водорода, смѣшиваютъ
испытываемую жидкость съ эвиромъ и прибавляютъ нѣсколько капель
раствора хромовой кислоты. При взбалтываніи, эвиръ растворяетъ
образующуюся высшую степень окисленія хрома и приобретаетъ си-
ній цвѣтъ. При употребленіи большаго количества хромовой кисло-
ты и перекиси водорода, реакція направляется иначе, вслѣдствіе то-
го, что образующаяся высшая степень окисленія весьма непостоянна
и легко распадается, образуя окись хрома. Образованіе перекиси во-
дорода, при различныхъ случаяхъ окисленія, заслуживаетъ весьма боль-
шаго вниманія. Повидимому, это образованіе замѣчается только тог-
да, когда окисленіе идетъ насчетъ кислорода воздуха, или вообще
кислорода свободнаго. Очень можетъ быть, что при этомъ кислородъ,
служащій для окисленія, распределяется на двѣ части: одна служитъ



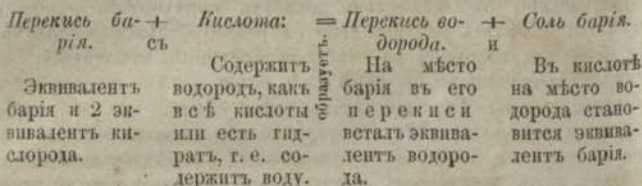
для окисленія взятаго вещества, а другая для окисленія воды, т. е. для образованія перекиси водорода. Впрочемъ, весьма многочисленныя наблюденія, сдѣланныя въ этомъ отношеніи преимущественно Шёнебейномъ, заслуживаютъ во многихъ случаяхъ подтвержденія болѣе тщательными изслѣдованіями, потому что тотъ же самый химикъ нашель, что во многихъ случаяхъ окисленія образуются окислы азота, которыхъ реакціи нерѣдко очень сходны съ реакціями озона и перекиси водорода. Въ своихъ изслѣдованіяхъ Шёнебейнъ показатъ, что тотъ озонъ, который выдѣляется изъ перекиси барія при дѣйствіи сѣрной кислоты, способенъ съ водою давать прямо перекись водорода. Можно впрочемъ думать, что въ этомъ случаѣ просто образуется паръ перекиси водорода.

Обыкновенный случай образованія перекиси водорода и средство для ея полученія, состоитъ въ двойномъ разложеніи между кислотою и перекисями нѣкоторыхъ металловъ, а именно: калия, кальція, барія. Изъ этихъ перекисей легче и удобнѣе всего получается перекись барія; для этого, какъ мы видѣли въ статьѣ о кислородѣ (стр. 234), достаточно безводную окись барія накалывать, при темно-красномъ каленіи, въ струѣ воздуха или кислорода или, еще лучше, въ смѣси съ бертолетовой солью, отмывая потомъ образующійся изъ бертолетовой соли хлористый калий. Полученную такимъ образомъ нечистую перекись барія легко получить въ чистомъ состояніи. Для этого перекись барія растворяютъ въ уксусной кислотѣ, причѣмъ всегда остается нѣкоторое количество нерастворимаго осадка, отъ котораго необходимо отдѣлить полученный растворъ посредствомъ процеживанія. Въ такомъ растворѣ заключается не только уксусное соединеніе перекиси барія, но также и уксусная соль самой окиси барія, часть которой остается несоединенною съ кислородомъ. Уксусныя соединенія перекиси и окиси барія весьма ясно различаются по своей прочности. Перекись (стр. 234) даетъ непрочное соединеніе, а окись болѣе прочную соль. На этомъ основаніи ихъ легко раздѣлить. Прибавляя къ полученному уксусному раствору, водянаго раствора окиси барія, можно выдѣлить всю заключающуюся въ растворѣ перекись барія въ видѣ чистаго воднаго соединенія. Этотъ гидратъ перекиси барія собираютъ на цѣдилку и промываютъ; тогда онъ представляетъ вещество, совершенно опредѣленнаго состава и весьма чистое: Для приготовленія чистой перекиси водорода должно употреблять только такую очищенную перекись барія. Перекись барія даетъ перекись водорода при дѣйствіи на нее кислотъ на холоду. Но не всѣ кислоты къ этому способны; такъ, сѣрная кислота даетъ, какъ мы видѣли, озонъ; но соляная кислота, плавиковая кислота, кремнефтористоводородная, угольная даютъ перекись водорода. Способъ разложенія при этомъ весь-

ма понятенъ: водородъ кислоты мѣняетъ свое мѣсто съ баріемъ перекиси и изъ кислоты получается баритовая соль, а изъ перекиси барія перекись водорода; послѣдняя остается въ водяномъ растворѣ. При употребленіи большинства кислотъ, въ этомъ же растворѣ остается и та соль барія, которая произошла изъ употребленной кислоты; такъ, напр., при употребленіи хлористаго водорода, въ растворѣ остается перекись водорода и хлористый барій. Однако въ такомъ растворѣ, содержащемъ соль, если нѣтъ въ немъ избытка кислоты, можно съ легкостью доказать присутствіе перекиси водорода и видѣть большинство ея реакцій. Но для полученія перекиси водорода въ чистомъ состояніи изъ такого раствора, содержащаго въ себѣ соль барія, должно употреблять сложные приемы. Гораздо лучше употребить, для полученія перекиси водорода, дѣйствіе углекислаго газа на чистый гидратъ перекиси барія. Для этого въ водѣ размѣшиваютъ этотъ гидратъ и въ такую воду пропускаютъ быструю струю углекислаго газа. При этомъ образуется углебаритовая соль, въ водѣ нерастворимая, и перекись водорода, остающаяся въ водяномъ растворѣ, и потому однимъ процеживаніемъ удобно уже раздѣлить оба эти вещества. Но этимъ и другими способами, которые мы, впрочемъ, не считаемъ необходимымъ описывать, потому что они гораздо затруднительнѣе только что описаннаго, получается болѣе или менѣе слабый растворъ перекиси водорода. Такой растворъ, сгущаемый подъ колоколомъ воздушнаго насоса, отдаетъ сѣрной кислотѣ большинство своей воды, и если имѣется крѣпкій растворъ перекиси водорода, то всю воду можно этимъ способомъ выдѣлить изъ нея; только необходимо при этомъ работать при весьма низкой температурѣ и непродолжительное время держать перекись водорода въ разрѣженномъ пространствѣ, иначе и сама перекись водорода переходитъ въ пары и разлагается дѣйствіемъ сѣрной кислоты. Изъ весьма слабыхъ растворовъ перекиси водорода можно извлекать эфиромъ, который растворяетъ ее, и въ смѣси съ нимъ перекись водорода можно даже перегонять. Для сгущенія водянаго раствора перекиси водорода можно также употреблять охлажденіе до низкихъ температуръ, причемъ вода кристаллизуется, т. е. превращается въ ледъ, а перекись водорода остается въ растворѣ, такъ какъ она не застываетъ даже при весьма низкихъ температурахъ. Необходимо замѣтить, что перекись водорода, въ особенности въ сгущенномъ растворѣ и чистомъ видѣ, чрезвычайно непостоянна, даже при обыкновенной температурѣ, и потому ее нужно сохранять въ сосудахъ постоянно охлаждаемыхъ, иначе она выдѣляетъ кислородъ и даетъ воду. Это уже



показывает большое непостоянство тѣхъ связей, какія существуютъ между водою и новою частію кислорода, прибавленнаго къ ней. Связь эта слаба, присовокупленный кислородъ едва-едва держится въ опредѣленномъ соединеніи съ водою и потому при множествѣ условій выдѣляется. Это примѣръ непрочнаго опредѣленнаго химическаго соединенія. Понятно поэтому, отчего кислородъ (не озонъ) прямо не присоединяется къ водѣ. Образование перекиси водорода совершается чрезъ двойное разложеніе:



Она происходитъ, какъ говорится, путемъ косвеннымъ и именно тѣмъ общимъ путемъ мѣны мѣстъ между металлами и водородомъ, какой служитъ столь часто для получения множества тѣлъ. Его мы видѣли много разъ въ статьяхъ посвященныхъ реакціямъ воды.

Въ чистомъ видѣ перекись водорода представляетъ безцветную жидкость, неимѣющую запаха и представляющую вкусъ весьма неприятный, свойственный солямъ многихъ металловъ,—такъ называемый металлическій вкусъ. Вода, которая содержится въ цинковыхъ сосудахъ, представляетъ этотъ вкусъ, вѣроятно отъ содержанія перекиси водорода. Давленіе паровъ перекиси водорода слабѣе, чѣмъ воды, а потому ее и возможно сгущать въ безвоздушномъ пространствѣ. Безводная перекись водорода имѣетъ удѣльный вѣсъ 1,452. При нагреваніи, даже начиная отъ 20° (Ц.), чистая перекись водорода разлагается, выдѣляя кислородъ. Она обезцвѣчиваетъ лакмусовый и куркумовый растворы и дѣйствуетъ точно такимъ же образомъ на многія красящія вещества органическаго происхожденія.

Ея реакціи во многихъ отношеніяхъ чрезвычайно замѣтельны и характерны: **многія тѣла**, не претерпѣвая, повидимому, никакого видоизмѣненія, **разлагаютъ перекись водорода**, образуя воду и кислородъ. При этомъ вещества въ мелкораздробленномъ видѣ оказываютъ несравненно болѣе ясное дѣйствіе, чѣмъ сплошныя массы. Достаточно привести такимъ образомъ перекись водорода въ прикосновеніе съ углемъ, золотомъ, перекисью марганца и свинца, со щелочами, съ ме-

талитическимъ серебромъ и платиной, чтобы произвести вышеупомянутое разложеніе.

При этомъ, по всей вѣроятности, происходитъ сложный процессъ, до сихъ поръ намъ неизвѣстный. Но мы увидимъ впоследствии много такихъ случаевъ, гдѣ малое количество вещества можетъ произвести химическое дѣйствіе на большую массу вещества, оставаясь само по себѣ, повидимому, неизмѣненнымъ; хотя въ сущности въ хорошо изслѣдованныхъ процессахъ уже доказано, что въ этихъ обстоятельствахъ введенное вещество даетъ первоначально новый продуктъ, дѣйствующій на остальную массу вещества и заставляющій ее разлагаться. Въ результатъ этого послѣдняго разложенія въ этихъ случаяхъ происходитъ возобновленіе первоначально взятаго въ маломъ количествѣ вещества, и потому возобновившись оно снова дѣйствуетъ на остальную массу тѣла, разлагающагося подъ его вліяніемъ. Таково напр. дѣйствіе малаго количества сѣрной кислоты на обыкновенный спиртъ, когда изъ него образуется эфиръ; таково же дѣйствіе малаго количества окиси азота на смѣсь сѣрнистой кислоты, воды и кислорода, когда изъ этой смѣси образуется сѣрная кислота; вѣроятно таково же дѣйствіе и вышеупомянутыхъ веществъ на перекись водорода. Представимъ себѣ напр., что при дѣйствіи перекиси водорода на серебро образуется вода и перекись серебра, такого свойства, что она съ перекисью водорода выдѣляетъ кислородъ, оставила металлическое же серебро. Такого предположенія достаточно, чтобы объяснить дѣйствіе серебра на перекись водорода. Такое предположеніе объ дѣйствіи серебра на перекись водорода подтверждается тѣмъ обстоятельствомъ, что перекись водорода, приведенная въ прикосновеніе даже съ окисью серебра, отнимаетъ отъ послѣдней кислородъ и отдѣляетъ половину заключающагося въ себѣ кислорода, такъ что изъ окиси серебра и перекиси водорода образуется подъ конецъ только металлическое серебро, вода и свободный кислородъ. Недостатокъ точныхъ изслѣдованій въ этомъ отношеніи однако не позволяетъ придавать вышеприведенному объясненію значенія несомнѣнной истины, хотя и не позволяетъ, какъ это дѣлаютъ многіе, группировать мало изслѣдованные факты дѣйствія черезъ одно присутствіе въ особенный разрядъ явленій, подъ названіемъ каталитическихъ, и приписывать причину такихъ явленій особенной силѣ, или предполагать особый рядъ явленій, которыя называютъ въ такомъ случаѣ каталитическими явленіями, т. е. явленіями химическаго измѣненія, происходящими только при одномъ присутствіи веществъ, неучаствующихъ будто бы въ тѣхъ измѣненіяхъ, какіи происходятъ подъ ихъ вліяніемъ. Нѣкоторыя изъ вышеупомянутыхъ каталитическихъ явленій получили, при тщательномъ изслѣдованіи, совершенно точное объясненіе, которое показываетъ участіе присутствующаго вещества въ ходѣ реакціи. Если для другихъ такое участіе не было определено съ достовѣрностью, то это показываетъ для насъ только необходимость рассмотреть данный фактъ и изслѣдовать его съ гораздо большею полнотою, чѣмъ въ настоящее время, прежде чѣмъ дѣлать на основаніи его какое бы то ни было новое гипотетическое представленіе. Перекись водорода и тѣ разложенія, которыя совершаются съ нею, служатъ обыкновенно для каталитиковъ лучшимъ

подтвержденіемъ ихъ предположенія объ существованіи особаго рода явленій, происходящихъ чрезъ прикосновеніе. Можетъ быть, шире, чемъ, и существуетъ рядъ измѣненій, происходящихъ только отъ механическаго дѣйствія веществъ, какъ это мы видѣли при разсматриваніи дѣйствія губчатой платины на газообразныя смѣси: подобно тому какъ въ губчатой платинѣ сгущаются газы, такъ можетъ быть на поверхности пористаго тѣла сгущается перекись водорода, и если мы предположимъ только, что въ этомъ сгущенномъ состояніи она не можетъ существовать, напр. хоть бы вслѣдствіе того, что при этомъ сгущеніи ея частицы приходятъ въ новое состояніе движенія, то намъ можетъ быть понятно дѣйствіе въ такъ называемыхъ каталитическихъ явленіяхъ. До тѣхъ поръ, пока данное явленіе въ гипотезѣ можно объяснять различными способами, его нужно считать еще недостаточно яснымъ и потому на основаніи его не слѣдуетъ дѣлать никакихъ теоретическихъ представленій,—можно только составлять гипотезы, свобода которыхъ, разумѣется, предоставлена всякому.

Другой разрядъ явленій, возбуждаемыхъ перекисью водорода, относится также къ числу не совершенно ясныхъ еще для насъ явленій, потому что число подобныхъ явленій до сихъ поръ еще весьма не велико: именно **перекись водорода** въ присутствіи многихъ кислородныхъ тѣлъ выдѣляетъ кислородъ не только свой собственный, но и кислородъ тѣхъ веществъ, которыя приведены съ нею въ прикосновеніе, то есть, содѣйствуя выдѣленію изъ нихъ кислорода, **дѣйствуетъ возстановляющимъ образомъ**. Сюда относятся окислы серебра, ртути, золота и платины и перекись свинца. Въ прикосновеніи съ ними перекись водорода, въ особенности въ сгущенномъ состояніи, выдѣляетъ огромное количество кислорода; такъ что если взять сухіе порошки этихъ веществъ и заставить перекись водорода въ сгущенномъ состояніи падать на нихъ капля по каплѣ, то происходитъ взрывъ и замѣчается чрезвычайно сильное отдѣленіе тепла. Можно было бы думать, что разложеніе вышеназванныхъ веществъ происходитъ именно отъ возвышенія температуры; но такъ какъ такое же точно разложеніе происходитъ и въ разбавленныхъ растворахъ, то подобное предположеніе невѣроятно. Гораздо изящнѣе предположеніе (гипотеза, но не болѣе), выставленное Броди, Клаузіусомъ и Шенебейномъ, которые полагаютъ, что обыкновенный кислородъ составляетъ электрически или полярно-среднее вещество, состоящее, такъ сказать, изъ двухъ полярно противоположныхъ видовъ кислорода—положительнаго и отрицательнаго. Въ перекиси водорода нужно предположить при этомъ одинъ видъ такого полярнаго кислорода, а въ окислахъ названныхъ металловъ кислородъ другой полярности. Предполагаютъ именно, что въ окислахъ металловъ кислородъ электроотрицательный, а въ перекиси водо-

рода электроположительный, и отъ взаимнаго прикосновенія этихъ тѣлъ выдѣляется обыкновенный средней кислородъ, вслѣдствіе взаимнаго притяженія полярно-противоположныхъ кислородовъ. Въ такомъ случаѣ вышеуказанныя реакціи объясняются съ помощью гипотезы о строеніи обыкновеннаго кислорода изъ двухъ его видовъ. Такое предположеніе, какъ мы увидимъ впослѣдствіи, находитъ себѣ подтвержденіе въ химическомъ ученіи о частицѣ веществъ. Оно до нѣкоторой степени объясняетъ и то обстоятельство, что перекись водорода, весьма мало постоянная въ присутствіи металлическихъ окисловъ, заключающихъ въ себѣ электроотрицательный кислородъ, становится гораздо болѣе постоянною въ присутствіи кислотъ, въ которыхъ по этой гипотезѣ должно предполагать, по крайней мѣрѣ, часть кислорода въ электроположительномъ состояніи. Образование озона черезъ электролизъ и участіе его во многихъ реакціяхъ такого же вида, въ какіе вступаетъ и перекись водорода, заставляетъ предполагать, что это вещество заключаетъ въ себѣ также полярно-наэлектризованный кислородъ. Приводя вышеупомянутое объясненіе реакціямъ перекиси водорода съ металлическими окислами, легко разлагаемыми, мы однако считаемъ необходимымъ замѣтить то, что такого рода представленіе принадлежитъ по сихъ поръ къ разряду гипотезъ, требующихъ для утвержденія еще обширнаго ряда изслѣдованій, чего недостаетъ въ настоящее время. Въ вышеуказанныхъ реакціяхъ перекись водорода дѣйствуетъ какъ вещество отнимающее кислородъ или раскисляющее, возстановительное.

Для выраженія вышеуказаннаго взгляда на кислородъ, перекись водорода и т. п. можно употребить слѣдующія формулы. Назовемъ положительный кислородъ (перекиси водорода) O , а отрицательный

окисловъ O . Тогда обыкновенный кислородъ будетъ OO , озонъ $O O O$, окисъ серебра Ag^2O , перекись свинца $PbOO$, вода H^2O , перекись водорода H^2OO и т. п. Реакція съ окисью серебра выразится тогда

Уравненіемъ: $Ag^2O + H^2O O = Ag + H^2O + O O$. Броди признаетъ

однако полярность кислорода въ соединеніяхъ, а не въ отдѣльномъ состояніи, а Шенебейнъ и въ отдѣльномъ состояніи, считая озонъ отрицательнымъ кислородомъ. По заключенію Броди, полярность опредѣляетъ связь элементовъ въ сложномъ тѣлѣ и возбуждается при взаимодействіи. Допущеніе въ озонѣ другаго кислорода, чѣмъ въ перекиси водорода, противорѣчитъ тому факту, что изъ перекиси барія сырная кислота образуетъ озонъ, а соляная перекись водорода.



Наконецъ, **перекись водорода** представляетъ **реакцію** понятнаго для насъ рода, потому что этими реакціями она сходна съ множествомъ веществъ содержащихъ легко выдѣляемый кислородъ. Это суть **окисленія**. Какъ вещество, заключающее много кислорода, а именно на одну вѣсовую часть водорода 16 вѣсовыхъ частей кислорода, или во 100 частяхъ около 94% кислорода, это вещество дѣйствуетъ какъ сильное окисляющее начало, подобно тому какъ дѣйствуютъ другія окисляющія вещества; какъ дѣйствуетъ напр. азотная кислота, смѣсь хромовой кислоты съ сѣрною; какъ дѣйствуетъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ губчатая платина въ присутствіи кислорода. Конечно здѣсь механизмъ явленія не имѣетъ для насъ полной еще ясности; но такого рода явленія находятъ себѣ много аналогическихъ, а потому ихъ привыкли считать понятными и ясными. Такъ, перекись водорода окисляетъ множество простыхъ тѣлъ, напр. мышьякъ, натрій, многія окиси превращаетъ въ перекиси, напр. известъ въ перекись кальція, окиси цинка и мѣди въ ихъ перекиси; отдаетъ свой кислородъ многимъ сѣрнистымъ металламъ, превращая ихъ въ соли сѣрной кислоты. Такъ напр. черный сѣрнистый свинецъ превращаетъ она въ бѣлую сѣрносвинцовую соль, сѣристую мѣдь въ сѣрномѣдную соль и т. д. На этомъ дѣйствіи перекиси водорода основывается ея примѣненіе къ оживленію старыхъ масляныхъ картинъ. Въ масляныхъ краскахъ обыкновенно находится подмѣсь свинцовыхъ бѣлизъ. Цвѣта масляныхъ красокъ во многихъ случаяхъ темнѣютъ по прошествіи болѣе или менѣе короткаго времени. Это зависитъ отъ сѣрнистаго водорода, заключающагося въ воздухѣ и дѣйствующаго на свинцовыя бѣлила. При этомъ образуется сѣрнистый свинецъ—тѣло чернаго цвѣта. Подмѣсь черной краски затемняетъ остальные. Обработывая картину растворомъ перекиси водорода, превращаютъ черный сѣрнистый свинецъ въ бѣлую сѣрносвинцовую соль и краски выступаютъ, потому что исчезаетъ затемнявшее ихъ черное вещество. Для подобнаго возстановленія картинъ посредствомъ перекиси водорода можно употреблять прямо растворъ перекиси барія въ соляной кислотѣ. Перекись водорода особенно энергично окисляетъ вещества, заключающія водородъ и способныя легко отдавать его окисляющимъ веществамъ; такъ она разлагаетъ іодистый водородъ, дѣлая іодъ свободнымъ и переводя заключающійся въ немъ водородъ въ воду; совершенно точно также разлагаетъ она сѣристый водородъ, дѣлая сперва сѣру свободною. Крахмальныи клейстеръ съ іодистымъ калиемъ однако прямо не окрашивается отъ перекиси водорода, но чтобы это произошло, достаточно прибавить къ смѣси нѣко-

торое малое количество желѣзнаго купороса или уксусносвинцовой соли. Это составляет очень чувствительный реагент (средство для открытія) на перекись водорода, также какъ и хромовая кислота съ зѣвромъ. Окислительнымъ дѣйствіемъ перекиси водорода объясняется также обезцвѣчиваніе посредствомъ нея многихъ растительныхъ красокъ, напр. куркумы, лакмуса, индиго, красящаго вещества кожи, волоконъ и т. п. Въ этомъ отношеніи перекись водорода могла бы найти себѣ много техническихъ примѣненій, если бы извѣстны были способы дешеваго ея приготовленія. Она бы могла замѣнить тогда хлоръ, употребляемый нынѣ для бѣленія тканей и волоконъ и замѣнила бы при этомъ съ пользою, потому что хлоръ способенъ разрушать самую ткань, чего не производитъ перекись водорода. Въ послѣднее время усилія многихъ химиковъ обращены именно на приготовленіе перекиси водорода для техническихъ цѣлей¹⁾.

Говоря о перекиси водорода, нельзя умолчать объ веществахъ аналогическихъ съ нею; подобно тому какъ водѣ соответствуетъ цѣлый рядъ металлическихъ соединений, а именно окисей и гидратовъ ихъ; точно также и перекись водорода имѣетъ много аналогическихъ тѣлъ. Эти аналогическія тѣла можно разсматривать какъ продукты, происходящіе черезъ замѣщеніе водорода въ перекиси его различными тѣлами, простыми и сложными. Такъ напр. перекись кальція относится къ перекиси водорода совершенно точно также, какъ окись кальція или известь относится къ водѣ. Въ обоихъ случаяхъ водородъ замѣщенъ металломъ, именно кальціемъ. Но всего характернѣе то обстоятельство, что существуютъ простыя тѣла, не содержащія въ себѣ кислорода; но оказывающіяся по своимъ реакціямъ весьма сходными съ перекисью водорода. Между этими тѣлами всего ближе стоитъ къ перекиси водорода хлоръ; даже внѣшнія дѣйствія его на красящія напр. вещества, его способность окислять, выдѣлять кислородъ изъ многихъ окисловъ, сходственны съ тѣми, что представляетъ перекись водорода. Даже самое образованіе хлора чрезвычайно аналогично съ образованіемъ перекиси водорода: хлоръ получаютъ изъ перекиси марганца и соляной кислоты, а перекись водорода изъ перекиси барія и той же самой соляной кислоты. Въ одномъ случаѣ образуется въ сущности: хлоръ и хлористый марганецъ, да кромѣ того еще вода; а въ другомъ случаѣ происходитъ хлористый барій и перекись водорода. Вода и хлоръ, значитъ, соответствуютъ перекиси водорода, и оттого дѣйствіе хлора, а именно въ присутствіи воды, аналогично съ дѣйствіемъ перекиси водорода. Хлоръ прямо соединяется съ металлами и многими тѣлами; перекись водорода прямо не присоединяется къ металламъ, но черезъ замѣщеніе въ водѣ положивъ водорода металломъ происходятъ такія вещества, которыхъ составъ равенъ составу, могущему произойти черезъ прямое соединеніе

¹⁾ Въ этомъ отношеніи можно цитировать попытки, сдѣланныя во Франціи Марешалемъ и Мотай.



металла съ перекисью водорода. Поэтому можно разсматривать водные окислы металловъ, по аналогіи съ хлористыми металлами, какъ соединенія металловъ съ перекисью водорода, и такое представленіе во многихъ случаяхъ чрезвычайно полезно; а именно при сравненіи металлическихъ гидратовъ съ хлористыми соединеніями металловъ. **Водяной остатокъ** есть то, что останется отъ воды, если отнять отъ нея водородъ, но не весь, а половину. Ёдкій натръ будетъ, при этомъ способѣ выраженія, соединеніе натрія съ водянымъ остаткомъ, потому что (стр. 198) онъ образуется изъ воды съ выдѣленіемъ изъ нея половины водорода. Это выражается слѣдующими формулами: вода H^2O , ёдкій натръ или гидратъ натрія или соединенія водянаго остатка съ натріемъ NaHO , подобно тому, какъ хлористый водородъ есть HCl , а хлористый натрій NaCl . Значитъ, водяной остатокъ есть HO , сложный радикалъ подобно тому какъ хлоръ Cl есть простой радикалъ. Они даютъ водородныя соединенія HNO —воду и HCl —хлористый водородъ, натріевыя соединенія NaHO и NaCl и цѣлый рядъ другихъ аналогическихъ соединеній. Свободный хлоръ въ этомъ смыслѣ будетъ ClCl , а перекись водорода HOHO , что дѣйствительно и выражаетъ ея составъ, и ч. она заключаетъ вдвое болѣе кислорода. Этимъ выражается очень просто аналогія дѣйствія хлора и перекиси водорода, а также и всѣ многочисленныя случаи замѣны между хлоромъ и водянымъ остаткомъ (напр. превращеніе NaHO въ NaCl , CuCl^2 въ $\text{Cu}(\text{HO})^2$, SO^2ClHO въ $\text{SO}^2(\text{HO})^2$ и т. под.), съ которыми въ дальнѣйшемъ изложеніи намъ придется познакомиться. Мы здѣсь упоминаемъ о водяномъ остаткѣ только потому, что онъ имѣетъ составъ перекиси водорода, а болѣе точное понятіе о немъ постараемся дать впоследствии.

Все вышесказанное относительно перекиси водорода заставляетъ желать болѣе подробнаго изслѣдованія этого вещества, богатѣйшаго изъ всѣхъ извѣстныхъ до сихъ поръ кислородомъ и представляющаго, такъ сказать, лучшій примѣръ сгущеннаго кислороднаго соединенія. Весьма было бы важно узнать calorическія отношенія перекиси водорода, т. е. количество тепла поглощающагося, или получающагося при образованіи перекиси водорода и при ея дѣйствіи на различныя тѣла. Можно думать, что при образованіи перекиси водорода изъ воды и кислорода, происходитъ значительное поглощеніе тепла, потому что при дѣйствіи ея на металлы и именно при ея разложеніи на воду и кислородъ, отдѣляется много тепла, несмотря на то, что при этомъ выдѣляется газообразный кислородъ и происходитъ, слѣдовательно, физическій процессъ перехода изъ жидкаго состоянія въ газообразное, который самъ по себѣ требуетъ уже значительнаго количества скрывающагося тепла. Судя по этому, можно даже предполагать, что кислородъ перекиси водорода, соединенный съ большимъ количествомъ тепла, потому именно и оказываетъ сильное дѣйствіе, что онъ заключаетъ въ себѣ больше энергіи, чѣмъ свободный кислородъ. Поэтому мнѣ кажется вѣроятнымъ, что и озонъ при своемъ образованіи поглощаетъ тепло. Кислородъ въ состояніи озона и перекиси водорода дѣйствуетъ энергичнѣе свободнаго кислорода, при этомъ предположеніи, по той причинѣ, что онъ содержитъ въ себѣ больше скрытаго тепла, находится, значитъ, въ состояніи высшаго

механическаго напряженія; словомъ, онъ обладаетъ большею химическою энергіею. Исслѣдованія, направленные въ этомъ отношеніи, могли бы многое разъяснить относительно механизма химическихъ явленій.

И такъ водородъ образуетъ съ кислородомъ двѣ степени окисленія: воду и перекись водорода,—воду или окись водорода и окисленную воду или перекись водорода; значить, соединяется въ двухъ опредѣленныхъ пропорціяхъ: на одно количество водорода въ перекиси его заключается вдвое болѣе кислорода, чѣмъ въ водѣ. Это есть для насъ новый примѣръ, подтверждающій справедливость закона кратныхъ отношеній, объ которомъ мы упоминали, говоря объ кристаллизаціонной водѣ (стр. 177). Теперь мы можемъ формулировать этотъ законъ уже вполне ясно. **Законъ кратныхъ отношеній:** *Если тѣла простыя или сложныя образуютъ между собою нѣсколько опредѣленныхъ соединеній, то выразивши составъ всѣхъ этихъ соединеній такъ, чтобы количество (въ весовое или объемное) одной составной части было величиною постоянною, мы замѣчаемъ всегда, что количества другой составной части находятся между собою въ соизмѣримыхъ отношеніяхъ, а именно обыкновенно, въ простыхъ кратныхъ отношеніяхъ.*

Такъ напр. рассмотримъ въ этомъ отношеніи соединенія водорода: воду и перекись водорода.

Анализъ воды показываетъ, что 100 вѣсовыхъ частей (напр. золотниковъ, граммовъ и т. п.) содержитъ въ себѣ:

11,111 вѣсовыхъ частей водорода

и 88,888 кислорода;

а анализъ перекиси водорода показываетъ, что въ ней заключается

на 5,888 вѣсовыхъ частей водорода

94,111 кислорода.

При этомъ анализѣ, какъ всегда, выраженъ въ процентахъ, т. е. даетъ содержаніе элемента въ сотыхъ доляхъ вещества. Сравненіе процентнаго состава воды и перекиси водорода не даетъ никакого простаго вывода. Но этотъ простой выводъ тотчасъ замѣчается, если мы перечислимъ составъ воды и перекиси водорода, принявши или количество кислорода, или количество водорода за постоянную величину, напр. за единицу. Самыя простыя пропорціи показываютъ, что въ водѣ на одну часть водорода заключается 8 частей кислорода, а въ перекиси водорода 16 частей; а на одну часть кислорода въ водѣ $\frac{1}{8}$ доля водорода, а въ перекиси водорода $\frac{1}{16}$ доля водорода, или въ первой 0,125 водорода, а въ перекиси водорода 0,0625 водорода. Конечно, анализъ не даетъ чиселъ вышеприведенныхъ абсолютно,—онъ даетъ ихъ съ извѣстной



степенью погрѣшности; но они стремятся, при уменьшеніи погрѣшности, къ тому предѣлу, который приведенъ здѣсь. Сравненіе количествъ водорода и кислорода въ названныхъ двухъ тѣлахъ, принимая одну изъ составныхъ частей за постоянное количество, показываетъ примѣръ примѣненія закона кратныхъ отношеній, потому что въ водѣ на одну часть водорода 8 частей кислорода, а въ перекиси водорода 16; а эти послѣдніе числа соизмѣримы между собою и находятся въ простомъ отношеніи какъ 1:2.

Такая же точно кратность отношеній замѣчается при образованіи всѣхъ остальныхъ хорошо изслѣдованныхъ определенныхъ химическихъ соединений, и потому, на основаніи этихъ примѣровъ, принимается въ химіи законъ кратныхъ отношеній, какъ исходная точка для сужденій и всѣхъ остальныхъ соображеній. Исключеній изъ него до сихъ поръ не встрѣчалось при тщательномъ изслѣдованіи.

Когда данное тѣло образуетъ нѣсколько соединений съ кислородомъ, оно всегда даетъ окислы, подчиняющіеся закону кратныхъ отношеній. На данное количество металла, напр. количества кислорода въ разныхъ степеняхъ его окисленія относятся или какъ 1:2, или какъ 1:3, или какъ 2:3, какъ 2:7 и т. д. Такъ напр. мѣдь соединяется съ кислородомъ въ двухъ по крайней мѣрѣ отношеніяхъ, образуя даже находящіяся въ природѣ окислы, называемые закисью мѣди и окисью ея, и въ окиси въ два раза болѣе кислорода, чѣмъ въ закиси; свинецъ представляетъ также двѣ степени окисленія: окись и перекись, и въ послѣдней въ два раза болѣе кислорода, чѣмъ въ первой. Вещество, известное подъ названіемъ сурика и составляющее довольно общеупотребительную красную краску, есть только смѣсь этихъ веществъ, что доказывается не только непостоянствомъ его состава, но и тѣмъ, что реагенты, способные извлечь окись свинца, а именно кислоты, дѣйствительно извлекаютъ ее и оставляютъ перекись свинца.

Законъ кратныхъ отношеній открытъ былъ въ началѣ нынѣшняго столѣтія Дальтономъ, при изслѣдованіи соединений углерода съ водородомъ.

Оказалось, что въ двухъ газообразныхъ соединеніяхъ этихъ простыхъ тѣлъ,—въ болотномъ и въ маслородномъ газѣ на одно количество водорода содержатся количества углерода кратныя между собою; а именно, на одно и то же количество водорода въ болотномъ газѣ вдвое менѣе углерода, чѣмъ въ маслородномъ. Хотя анализъ того времени не былъ точенъ и не далъ Дальтону чисель вполне согласныхъ съ истинною; но справедливость закона, такъ сказать предугаданнаго Дальто-



номъ, подтвердилась дальнѣйшими точными изслѣдованіями. Выставляя законъ кратныхъ отношеній, Дальтонъ далъ и гипотетическое объясненіе этому закону. Объясненіе это основывается на атомической теоріи вещества. Такое представленіе объ веществѣ имѣетъ многихъ послѣдователей, принадлежитъ къ разряду гипотезъ чрезвычайно распространенныхъ, и потому я считаю не лишнимъ посвятить этому предмету особую главу, тѣмъ болѣе, что обыкновенно въ сужденіи объ атомахъ ссылаются на доказательства изъ химіи и основываются на законѣ кратныхъ отношеній, давшемъ поводъ къ утвержденію въ химіи атомическаго представленія объ строеніи вещества. Въ самомъ дѣлѣ, законъ кратныхъ отношеній необыкновенно просто понимается при допущеніи атомическаго строения вещества. Атомы тѣлъ соединяются между собою только какъ цѣлыя недѣлимые части, и потому къ атому одного тѣла можетъ присоединиться или одинъ, два, три атома другого вещества, или къ двумъ, тремъ и т. д. атомамъ одного тѣла присоединяется одинъ, два, три атома другого тѣла. Говоря объ атомической гипотезѣ и придерживаясь ея, нужно, однако, ясно отличать самый законъ отъ гипотезы, которая, такъ сказать, служитъ приѣмомъ для объясненія закона, способомъ для удержанія его постоянно въ памяти, средствомъ для облегченія его примѣненія.

Выводы. Озонъ есть пахучій газъ, въ чистомъ видѣ до сихъ поръ не полученный. Его плотность въ $1\frac{1}{2}$ раза болѣе кислорода.

Озонъ есть сгущенный кислородъ, получающійся въ видѣ подмѣси къ кислороду при дѣйствіи электричества, при нѣкоторыхъ окисленіяхъ и изъ нѣкоторыхъ перекисей.

Озонъ превращается обратно въ кислородъ отъ дѣйствія жара, причемъ происходитъ увеличеніе въ объемѣ.

Озонъ дѣйствуетъ какъ сильное окисляющее вещество при обыкновенной температурѣ и этимъ сходенъ со сложными окисляющими веществами.

Дѣйствуя окисляющимъ образомъ, озонъ оставляетъ равный своему объему обыкновеннаго кислорода.

Озонъ растворяется въ нѣкоторыхъ эфирныхъ маслахъ, что даетъ возможность показать, что 2 объема озона состоятъ изъ 2 об. обик. кислорода и 1 объема кислорода легко окисляющаго ¹⁾.

Различіе въ свойствахъ при одномъ и томъ же составѣ, или *изомерія* доказываетъ, что свойства вещества зависятъ не отъ одного только качества и количества простыхъ тѣлъ, въ нихъ входящихъ, но и отъ ихъ состоянія или распредѣленія.

Перекись водорода есть жидкость не замерзающая, не перегоняю-

¹⁾ Выводъ этотъ былъ бы тогда только несомнѣнно доказанъ, когда бы определено было, что при раствореніи озона онъ нѣсколько не измѣняется въ своемъ составѣ. Однако выводъ о плотности озона, Сорѣ подтвердилъ и опытами надъ скоростью истеченія озона.

щаяся безъ разложенія, растворимая въ водѣ, обезцвѣчивающая мно-
гія вещества.

Перекись водорода, содержитъ вдвое болѣе кислорода, чѣмъ вода.

Она образуется въ незначительномъ количествѣ при окислительномъ
дѣйствіи кислорода въ присутствіи воды и при дѣйствіи нѣкоторыхъ
кислотъ на перекись барія и т. п., причѣмъ водородъ кислоты ста-
новится на мѣсто барія.

Перекись водорода легко выделяетъ половину своего кислорода при
нагрѣваніи, при дѣйствіи серебра, платины и др.

Она отнимаетъ кислородъ отъ окиси серебра, перекиси свинца и
др., сама превращаясь въ воду и образуя обыкновенный кислородъ.

Перекись водорода дѣйствуетъ какъ сильное окисляющее вещество.

Если два тѣла даютъ нѣсколько опредѣленныхъ химическихъ сое-
диненій, то на данное количество одного изъ элементовъ прихо-
дится въ разныхъ соединеніяхъ кратныя количества другого элемен-
та—законъ *кратныхъ* отношеній.

ГЛАВА ДЕСЯТАЯ.

Атомическая гипотеза о строеніи вещества.

Наблюдая явленія, мы всегда стараемся проникнуть въ ихъ причи-
ну. Начальная причина всякаго явленія можетъ быть постигнута на-
ми не иначе, какъ путемъ предположеній; но предположенія эти или
гипотезы получаютъ значеніе только послѣ того какъ дадутъ слѣд-
ствія, оправдывающіяся на дѣлѣ. Обыкновенный путь при этомъ со-
стоитъ въ слѣдующемъ: сперва наблюдаютъ факты и чѣмъ больше
ихъ количество, тѣмъ несомнѣннѣе справедливость дальнѣйшихъ вы-
водовъ. Наблюденныя данныя приводятся въ систему. Въ такомъ со-
стояніи находится еще большинство человѣческихъ знаній. Система
облегчаетъ изученіе, показываетъ связь отдѣльныхъ фактовъ, застав-
ляетъ иногда отыскивать недостающіе члены системы. Высшая фор-
ма систематики есть сравнительное изученіе разнороднѣйшихъ пред-
метовъ (напр. сравнительная филологія, анатомія). Собранныя свѣ-
дѣнія нерѣдко обобщаются сперва практическими правилами
(напр. Мариотта, Гэ-Люссака, Ома и т. п. въ физикѣ), а потомъ за-
конами, т. е. такими же данными, какъ и каждый отдѣльный случай,
но только относящимися къ болѣе или менѣе обширному ряду явленій.
Таковы, напримѣръ, кеплеровы законы въ астрономіи. Таковы также
тѣ два закона опредѣленныхъ химическихъ соединеній (законъ по-
стоянства состава и кратныхъ отношеній), съ которыми мы уже по-
знакомились. Очевидно, что правило и законъ есть особая форма си-
стематики. Отличія здѣсь рѣзкаго нѣтъ. Однако обыкновенно законъ
науки есть такая форма знанія, которая допускаетъ, по своей про-
стотѣ, математическую (т. е. логическую) точность выраженія и при-

мѣненія. Найдены такой законъ природы и всѣ его слѣдствія, выведенныя вычисленіемъ или разсужденіемъ, должны быть точны, согласны съ дѣйствительностію. Таковъ напримѣръ законъ вѣчности вещества. Систематика не даетъ неизбѣжныхъ выводовъ и слѣдствій, она только позволяетъ дѣлать гадательныя заключенія. Законъ, если возможно, повѣряется посредствомъ опытовъ, т. е. такихъ искусственнымъ образомъ сопоставленныхъ явленій, въ которыхъ болѣе или менѣе рѣзко и совершенно выдѣлены постороннія обстоятельства, и явленіе наблюдаемое должно при этомъ совершаться, такимъ образомъ, какъ слѣдуетъ по выведенному закону. Пока выведенный законъ еще не подтвержденъ путемъ опыта или его слѣдствія не оправдались чрезвычайно большимъ числомъ наблюдений, до тѣхъ поръ такой законъ не можетъ еще получить права гражданства въ наукѣ.

Когда утвердятся въ ней нѣсколько законовъ, обнимающихъ болѣе или менѣе обширное поле науки, тогда возможны уже научныя гипотезы. Нерѣдко, однако, гипотезы являются ранѣе законовъ, но исторія точныхъ наукъ показываетъ, что такія гипотезы столь же скоро падаютъ, какъ и появляются. Это однако не вредитъ, а оказываетъ пользу наукѣ, и ч. гипотеза направляетъ изслѣдователя по опредѣленному пути, его наблюдения становятся не отрывочными данными, а приобретаютъ извѣстное направленіе, является болѣе интересъ оправдать или опровергнуть гипотезу. Гипотезы служатъ стимуломъ, двигателемъ для дальнѣйшихъ изслѣдованій. Въ то же время рядъ фактовъ, о вѣщенный гипотезою, становится стройнымъ и легче уловимымъ. Таковы напримѣръ, изъ разсмотрѣнныхъ нами, гипотезы о плотности кислорода (гл. 9), о причинѣ яркости пламени (стр. 259) и т. п. Такія гипотезы всегда выводятся изъ неполнаго ряда наблюдений. Если кто принимаетъ такія гипотезы, раждающіяся при взглядѣ на рядъ наблюдений, за истину, тотъ легко впадетъ въ ошибку. Нерѣдко въ данное историческое время нельзя отвергать или опровергать многія подобныя гипотезы, потому что нѣтъ большаго числа наблюдений, могущихъ служить опорой. Въ здравой гипотезѣ, однако, проявляются всегда такія стороны, которыя допускаютъ возможность проверки опытомъ, наблюдениями, вычисленіями, сопоставленіемъ съ извѣстными уже выводами и т. п. Безполезны только тѣ гипотезы, которыя этого не допускаютъ, основываются на небольшомъ рядѣ данныхъ, не вытекаютъ изъ законовъ, объясняютъ только узкій кругъ явленій и притомъ, если они не могутъ считаться слѣдствіемъ другихъ гипотезъ, допускающихъ ихъ проверку. Науки выигрываютъ наиболѣе въ томъ случаѣ, когда двѣ здравыя, но несогласныя между собою гипотезы представляются уму разныхъ изслѣдователей. Тогда являются въ лѣтонисахъ наукъ лучшія страницы; противники, руководимые своими нерѣдко противоположными мнѣніями, отыскиваютъ новыя данныя, говорящія въ пользу того или другаго мнѣнія. Такою борьбою нерѣдко быстро подвигается наука. Примѣровъ этому много. Такъ напримѣръ, въ концѣ прошлаго столѣтія Прутъ съ Бертоле были не согласны въ отношеніи объясненія наблюдаемыхъ данныхъ относительно состава сложныхъ тѣлъ. Прутъ считалъ составъ постояннымъ, Бертоле измѣнчивымъ подъ вліяніемъ условий. Наука выиграла тѣмъ, что получила отъ Прута законъ постоянства состава для



определенных химических соединений, и Бертоле должен был согласиться съ мнѣніемъ своего противника, что онъ и сдѣлалъ. Въ то же время наука выиграла чрезъ ясное отдѣленіе другаго ряда химическихъ соединений (неопределенныхъ), для котораго было справедливо мнѣніе Бертоле и этому же изслѣдователю она обязана открытіемъ законности относительно вліянія условій на ходъ реакцій и даже на составъ многихъ тѣлъ. Такимъ образомъ гипотезы, составленныя ранѣе законовъ, ведутъ нерѣдко къ открытію этихъ послѣднихъ, становятся иногда, современнымъ, законами. Но которая изъ гипотезъ окажется вѣрною ранѣе дальнѣйшихъ изслѣдованій—сказать нельзя.

Гипотезы, не основанныя на законахъ, не опирающіяся на нихъ, а построенныя только на немногихъ фактахъ, нерѣдко въ исторіи наукъ оказывались совершенно преждевременными и ложными. Гипотеза должна прежде всего оправдываться закономъ; затѣмъ, она и ея слѣдствія не должны противорѣчить ни одному изъ фактовъ, известныхъ въ данное время. Очевидно, такимъ образомъ, что гипотеза имѣетъ характеръ и достоинство только по отрицательнымъ признакамъ; положительныя же признаки, т. е. приложимость гипотезы къ ясному пониманію явленій, приобрѣтаются только путемъ болѣе или менѣе продолжительныхъ и рѣзкихъ наблюденій и опытовъ. Гипотетическое представленіе о причинѣ явленій, или объ ихъ соотношеніи, превращается въ теорію, когда гипотеза подтвердилась всѣми возможными опытами; когда она согласна съ законами, известными до сихъ поръ; когда ея слѣдствія вызываютъ новые законы, также оказавшіяся приложимыми къ явленіямъ. Развиваясь, наука даетъ теоріи большаго и большаго круга явленій. Тогда изъ немногихъ положеній науки вытекаетъ множество разнообразнѣйшихъ слѣдствій путемъ строгаго слѣдствія. И слѣдствія тѣ выражаются въ наблюдаемыхъ явленіяхъ въ высшей степени точно. Таково состояніе теоріи тяготѣнія или притяженія небесныхъ свѣтилъ, теоріи свѣта и теоріи тепла. Сперва является, напримѣръ, теорія затмѣній, потомъ теорія движенія планетъ и т. д., а потомъ общая теорія тяготѣнія. Такимъ образомъ, между теоріей и гипотезой нерѣдко существуетъ незамѣтный переходъ. Изъ всего предъидущаго слѣдуетъ, что тотъ или другой видъ представленія о причинѣ известнаго рода явленій можетъ быть въ дѣйствительности невѣренъ, можетъ принадлежать только известному времени и известному числу фактовъ, принимаемыхъ въ соображеніе. Видъ несомнѣнной истины теоретическія представленія получаютъ только послѣ того, когда ихъ сущность достигнетъ до такой простоты и ясности, что одно положеніе опредѣлитъ огромную совокупность явленій, когда ясность представленія достигнетъ до возможности вывода слѣдствій математическимъ путемъ.

Не только огромное количество гипотезъ, но и множество теоретическихъ представленій, уже достаточно выработанныхъ, съ ходомъ наукъ, лишались своего значенія и замѣнялись новыми. Это обстоятельство, однако, не должно мѣшать и отбивать охоту отъ развитія гипотезъ и теоретическихъ представленій, потому что только этимъ путемъ и возможно правильное движеніе въ наукѣ. Множество наблюдаемыхъ явленій и самыхъ разительныхъ опытовъ вызваны толь-

ко путемъ гипотетическаго представленія объ извѣстныхъ уже намъ явленіяхъ. Тѣ ошибки, которыя неизбежны въ этомъ дѣлѣ, служатъ лучшими уроками для дальнѣйшаго построенія науки; только путемъ ошибокъ и есть возможность дойти до истины; она никогда, сколько то извѣстно по сихъ поръ, не открывалась сразу, не предугадывалась, а находилась только долгимъ трудомъ, попытками. Оттого въ открытіи истинной теоріи обыкновенно участвуютъ сразу многіе изслѣдователи.

Существуетъ притомъ еще другая сторона предмета, имѣющая также не маловажное значеніе, а именно: слѣдуя извѣстному теоретическому или гипотетическому представленію, нерѣдко возможно немногими словами выразить большое число фактовъ; гипотеза въ этомъ случаѣ представляетъ видъ и свойства языка, приема, схемы. Не мало такихъ гипотетическихъ представленій во всѣхъ наукахъ. Такъ напримѣръ, въ химіи существуетъ гипотеза простыхъ тѣлъ. Такія гипотетическія представленія допускаются, несмотря даже на то, что нерѣдко такое гипотетическое представленіе съ перваго раза допускается совершенно бездоказательно. Это облегчаетъ самыя изслѣдованія, даетъ возможность изъ сложнаго ряда явленій выбирать простѣйшія и на нихъ рѣшать желаемые вопросы. Если гипотеза имѣетъ это свойство, то она нерѣдко послѣ вывода совершенно оставляется, какъ математикъ оставляетъ представленіе объ кривой, составленной изъ прямыхъ, когда этимъ путемъ доходить до выводовъ свойствъ самой кривой.

Атомическое представленіе объ строеніи вещества имѣетъ болѣе всего этотъ послѣдній характеръ.

Представляя себѣ матерію составленную изъ безконечно малыхъ, но уже недѣлимыхъ затѣмъ частей, мы переносимъ, такъ сказать, на эти части свойства, замѣчаемыя нами въ тѣлахъ; рѣшаемъ затѣмъ съ этимъ предположеніемъ многіе вопросы, сравнительно, весьма простымъ образомъ и потомъ можемъ оставить нашу гипотезу, не дѣлая черезъ это какой либо существенной ошибки, а облегчая только путь изслѣдованія.

Сущность атомическаго ученія состоитъ въ томъ, что вещество предполагается состоящимъ изъ совокупности малыхъ уже болѣе недѣлимыхъ частей—атомовъ. Формы и свойства веществъ опредѣляются расположеніемъ атомовъ въ пространствѣ и ихъ состояніемъ движенія, а явленія совершающіеся съ веществами, понимаются какъ перемѣщенія взаимнаго положенія атомовъ и перемѣну того движенія, въ какомъ можно предполагать атомы. Такимъ образомъ всѣ частичныя явленія, совершающіеся на безконечно-малыхъ разстояніяхъ, сводятся на механическія, уподобляются тѣмъ, которыя совершаются на замѣтныхъ разстояніяхъ, съ массами тѣлъ.

Прежде чѣмъ говорить о тѣхъ попыткахъ, которыми старались подтвердить, или опровергнуть атомическое ученіе, считаю необходимымъ указать на примѣнимость атомнаго представленія о веществѣ къ изученію химическихъ явленій. Ро-

дилось оно еще в древности, и до послѣдняго времени борется съ другимъ гипотетическимъ представленіемъ о природѣ вещества; это послѣднее ученіе носить названіе динамическаго и считаетъ матерію только проявленіемъ силъ. Какъ атомное ученіе переноситъ все изученіе о веществѣ на атомы, такъ динамическое ученіе сводитъ всѣ явленія на изученіе силъ, считаетъ матерію только ихъ проявленіемъ. Еще у древнихъ философовъ существовали эти двѣ школы; въ новѣйшее же время большинство натуралистовъ держится атомической гипотезы, въ особенности опираясь при этомъ на то, что даетъ химія. Когда **Дальтонъ** (1804) открылъ законъ кратныхъ отношеній, онъ высказался въ пользу атомнаго ученія, потому что при немъ пониманіе закона кратныхъ отношеній становится весьма простымъ. Если дѣлимость каждаго простаго тѣла имѣть предѣль, а именно—атомъ, то образованіе сложнаго тѣла изъ простыхъ должно состоять въ совокупленіи нѣсколькихъ атомовъ въ одно цѣлое, и такъ какъ атомы могутъ соединяться только цѣлыми своими массами, то очевидно, что къ соединеніямъ атомовъ между собою долженъ примѣняться не только законъ постоянства состава, но также и законъ кратныхъ отношеній; потому что одинъ атомъ вещества можетъ соединяться съ однимъ, двумя, тремя атомами другаго вещества, или вообще одинъ, два, три атома одного тѣла могутъ соединяться съ однимъ, двумя, тремя атомами другаго тѣла; а это и есть сущность закона кратныхъ отношеній. Извѣстныя въ то время данныя химіи очень хорошо объяснялись съ помощію атомическаго ученія. Вытѣсненіе одного элемента другимъ слѣдуетъ закону эквивалентовъ. При этомъ одинъ или нѣсколько атомовъ даннаго тѣла становятся на мѣсто одного или нѣсколькихъ атомовъ другаго элемента въ его соединеніяхъ. Соединеніе или образованіе сложныхъ тѣлъ есть ни что иное, какъ образованіе группы атомовъ изъ разнородныхъ веществъ, есть такъ сказать атомное смѣшеніе. Какъ песокъ можно смѣшать съ глиной, такъ атомы разныхъ тѣлъ другъ съ другомъ. Совмѣшенія, полнаго сліянія ни въ томъ ни въ другомъ случаѣ не происходитъ, происходитъ только сопоставленіе, изъ отдѣльныхъ частей образуется однородное цѣлое. Разложеніе есть ни что иное какъ процессъ, обратный предъидущему. Вотъ первая самая простая форма приложенія атомическаго ученія къ объясненію химическихъ явленій. Мы увидимъ вскорѣ другіе законы химическихъ явленій, которые также ясно понимаются при допущеніи атомнаго ученія, какъ эквивалентность и законъ кратныхъ отношеній. Потому-то обыкновенно и говорятъ, что атомическія понятія подтвердились надъ изслѣ-

дованіемъ о количествахъ веществъ, вступающихъ въ химическія соединенія. Вопросъ, впрочемъ, не такъ простъ, какъ многіе полагаютъ. Кромѣ опредѣленныхъ химическихъ соединеній, существуетъ, вѣдь, рядъ другихъ химическихъ явленій, а именно соединенія тѣлъ въ неопредѣленныхъ отношеніяхъ. Они на столько же говорятъ противъ атомнаго ученія, на сколько рядъ опредѣленныхъ химическихъ соединеній говоритъ въ его пользу. Если къ опредѣленному химическому соединенію нельзя прибавить одной изъ составныхъ частей въ любомъ количествѣ, а можно прибавлять только скачками, извѣстнымъ, болѣе или менѣе значительнымъ количествомъ атомовъ; то въ другомъ рядѣ химическихъ явленій можно, напротивъ того, одного по крайней мѣрѣ изъ составныхъ веществъ прибавлять понемногу, разбавлять растворъ любымъ количествомъ растворителя. До тѣхъ поръ пока атомное ученіе не дастъ возможности ясно понимать и этотъ разрядъ явленій, нельзя утверждать, что химія дала подтвержденіе этому гипотетическому представленію. Но такъ какъ нынѣ изслѣдованіе опредѣленныхъ химическихъ соединеній занимаетъ главное мѣсто въ химіи, потому что они дѣйствительно составляютъ предѣльную форму образованія химическихъ соединеній, и такъ какъ къ этому разряду явленій атомическое ученіе примѣняется съ большою выгодною, относительно простоты пониманія, то его и возможно держаться въ химіи при разсматриваніи опредѣленныхъ соединеній. Но при этомъ должно употреблять атомное ученіе какъ средство, какъ гипотезу, которую нужно оставить, лишь только мы достигли посредствомъ нея простого разсмотрѣнія предмета. Въ дальнѣйшемъ изложеніи основъ химіи читатели найдутъ много случаевъ, въ которыхъ атомное ученіе примѣняется къ разсмотрѣнію химическихъ явленій съ весьма большою выгодною для ясности и простоты изложенія; а теперь мы перейдемъ къ указанію тѣхъ приемовъ, которые употребляли для подтвержденія, или опроверженія атомнаго ученія о природѣ вещества. Изъ разнообразныхъ способовъ доказательствъ правильности атомнаго ученія, выбираю здѣсь одинъ способъ, показывающій тѣ приемы, какіе можетъ естествоиспытатель употреблять для того чтобы отыскать истину. Избранный мною примѣръ не относится къ предмету химіи. Нарочно избираю такой далѣкій примѣръ, чтобы показать, хотя здѣсь, ту тѣсную связь, какою скрѣплены всѣ части естествознанія. Атомическое ученіе можетъ связать всѣ части науки о природѣ. Проверка гипотезы должна быть самая общая.

Атомное ученіе допускаетъ, что матерія дѣлится только до извѣстнаго предѣла — атома; какъ бы малъ онъ ни былъ, во

всякомъ случаѣ это есть предѣлъ дѣлимости вещества, следовательно и предѣлъ дѣлимости газовъ. На основаніи этого Воластонъ предложилъ способъ изслѣдованія относительно атомнаго строенія вещества, а именно изслѣдованіе **атмосферы небесныхъ свѣтилъ**. Если дѣлимость матеріи безконечна, то упругій воздухъ долженъ распространяться во всемъ небесномъ пространствѣ, какъ онъ распространяется всюду на землѣ при помощи упругости и диффузіи. При допущеніи безконечной дѣлимости вещества, нѣтъ и не можетъ быть нигдѣ во вселенной пространства, совершенно лишеннаго составныхъ частей нашей атмосферы. Если же матерія дѣлима только до извѣстнаго конца, то есть до атомовъ, то *могутъ быть* небесныя свѣтила, лишенныя атмосферы, и если найдутся такія, то это можетъ служить однимъ изъ важныхъ наведеній для допущенія справедливости атомнаго ученія. Такимыя свѣтила, лишенныя атмосферы, давно считалась луна, и это обстоятельство, въ особенности вслѣдствіе близости луны къ землѣ, приводилось какъ лучшее доказательство справедливости атомнаго ученія. Правда, что такое доказательство лишается отчасти своей силы, вслѣдствіе возможности перехода газообразныхъ составныхъ частей нашей атмосферы въ твердое и жидкое состояніе на огромныхъ высотахъ отъ поверхности земли, гдѣ въ небесномъ пространствѣ существуетъ весьма низкая температура. Возможность сгущенія азота и кислорода, находящихся въ воздухѣ, въ жидкость, при низкой степени холода, не подлежитъ сомнѣнію и такое сгущеніе могло бы произойти, какъ въ верхнихъ слояхъ атмосферы, такъ и около поверхности самой луны, которая должна имѣть сравнительно невысокую температуру. Этотъ способъ опроверженія, впрочемъ, колеблется вслѣдствіе того, что рядъ физическихъ изслѣдованій показалъ (Пулье), что температура небеснаго пространства сравнительно не очень низка, а именно достижима въ нашихъ опытахъ. Поэтому въ отсутствіи атмосферы на лунѣ всетаки можно видѣть хорошее подтвержденіе атомнаго ученія. Но такое отсутствіе лунной атмосферы подлежитъ сомнѣнію. Доказательствомъ отсутствія атмосферы на лунѣ приводится то обстоятельство, что луна, въ своемъ самостоятельномъ движеніи между звѣздами (что зависитъ отъ ея обращенія около земли и отъ движенія послѣдней около солнца) прикрывая звѣзды, т. е. проходя между глазомъ и звѣздой, не представляетъ на своихъ краяхъ никакихъ слѣдовъ лучепреломленія. Изображеніе звѣзды не мѣняется своего мѣста на небѣ около края луны; слѣдовательно, нѣтъ въ этомъ мѣстѣ на лунѣ атмосферы, способной преломлять лучи свѣта. Таково заключеніе, по которому

признаютъ отсутствіе лунной атмосферы. Но это заключеніе весьма ненадежно и даже находить себѣ точныя опроверженія, которыми доказывается существованіе лунной атмосферы. Точныя измѣренія, произведенныя на лунномъ дискѣ, показали, что вся поверхность луны устлана множествомъ горъ, извѣствующихъ въ большей части случаевъ форму коническую, свойственную вулканамъ. Вулканическій характеръ лунныхъ горъ въ недавнее время подтвердился замѣченнымъ на лунѣ изверженіемъ, переизменившимъ форму одной изъ лунныхъ горъ. Эти горы должны находиться и на краѣ луннаго диска. Видимыя въ профиль, онѣ заслоняютъ другъ друга и пріеятствуютъ дѣлать наблюденія около лунной поверхности, такъ что намъ приходится наблюдать явленія не на поверхности луны, а на вершинахъ лунныхъ горъ, когда мы смотримъ на краѣ луннаго диска. Эти горы выше нашихъ земныхъ, а слѣдовательно на вершинахъ ихъ лунная атмосфера должна быть чрезвычайно разрѣжена, если она и имѣетъ замѣтную для наблюденій плотность около самой лунной поверхности. Зная массу луны, которая въ 82 раза меньше массы земли, можно приблизительно опредѣлить, что наша атмосфера на поверхности луны должна быть почти въ 25 разъ легче земной атмосферы¹⁾; слѣдовательно и около самой поверхности луны преломленіе свѣта въ лунной атмосферѣ должно быть незначительно, но на вершинахъ лунныхъ горъ оно должно быть ничтожно и должно исчезать въ предѣлѣ погрѣшности наблюденія. Поэтому отсутствіе преломленія свѣта около края диска не можетъ еще говорить про отсутствіе атмосферы на лунѣ. Но есть рядъ наблюденій, которыя доказываютъ существованіе этой атмосферы. Этотъ рядъ наблюденій преимущественно данъ Джономъ Гершелемъ. Вотъ что пишетъ онъ въ этомъ отношеніи: «Часто замѣчали при закрытіи звѣзды луною особую оптическую иллюзію: звѣзда предъ исчезаніемъ, казалось, переходила край луны, видима была черезъ лунный дискъ иногда довольно долго. Я самъ наблюдалъ это явленіе и для него есть несомнѣнные свидѣтели. Я отношу это явленіе къ оптическимъ иллюзіямъ, на нельзя считать невѣроятнымъ, что звѣзда видима на лунномъ дискѣ черезъ глубокія щели, находящіяся на лунѣ». Женилле (Geniller) въ Бельгій²⁾ слѣдуя мнѣніямъ Кассини, Эйлера, Шретера и др., далъ объясненіе этому явленію; онъ считаетъ, что это зависитъ отъ преломленія свѣта въ долинахъ лун-

¹⁾ Масса можетъ имѣть столь ничтожную плотность, что также не производитъ преломленія свѣта.

²⁾ Его изслѣдованіе помѣщено въ мемуарахъ бельгійской академіи наукъ, 1856 г.

ныхъ горъ, существующихъ на краяхъ луннаго диска: Дѣйствительно, хотя эти долины и не представляютъ (по всей вѣроятности) форму прямыхъ щелей, но въ нихъ можетъ иногда такъ преломляться свѣтъ звѣзды, что ея изображеніе будетъ видимо, не смотря на отсутствіе прямого пути для прохожденія свѣта. При томъ онъ замѣчаетъ, что плотность лунной атмосферы на ея поверхности должна быть весьма неодинакова въ разныхъ ея частяхъ, вслѣдствіе большой продолжительности ночей на лунѣ. На темной или неосвѣщенной части луны, вслѣдствіе этихъ длинныхъ ночей (которыя длятся 13 сутокъ) долженъ быть сильный холодъ, а потому и болѣе сгущенная атмосфера около поверхности; напротивъ того, на освѣщенной части она должна быть гораздо рѣже. Это различіе въ температурахъ разныхъ частей луны объясняетъ также и отсутствіе облаковъ на видимой части луны, несмотря на присутствіе воздуха и водянаго пара. Такимъ образомъ нельзя отвергать существованія атмосферы на лунѣ и можно даже считать, что она тамъ существуетъ и вслѣдствіе того допускать, что воздухъ распространенъ всюду въ небесномъ пространствѣ. Существованіе атмосферы около солнца и планетъ, судя по астрономическимъ наблюденіямъ, можно считать вполне доказаннымъ. Упругость воздуха въ нашихъ наблюденіяхъ кажется безконечною; воздухъ долженъ быть газообразенъ и при тѣхъ низкихъ давленіяхъ, которыя онъ долженъ имѣть въ небесномъ пространствѣ. Границы между атмосферами различныхъ небесныхъ тѣлъ, по всей вѣроятности, значить, не существуетъ. Этому всеобщему распространенію воздуха въ пространствѣ можетъ быть принадлежить и то замедленіе, которое испытываютъ планеты и кометы въ своемъ движеніи.

Итакъ, конечной дѣлимости матеріи противорѣчить образованіе неопредѣленныхъ химическихъ соединеній и распространеніе атмосферы до весьма далекихъ предѣловъ; а потому атомное ученіе, допускающее эту конечную дѣлимость, должно быть, по сихъ поръ по крайней мѣрѣ, принимаемо только какъ приемъ, подобный тому приему, который употребляетъ математикъ, когда сплошную кривую линію разбиваетъ на множество прямыхъ линій, и только въ этомъ послѣдней смыслѣ можно допускать справедливость атомной гипотезы. Рѣшать же вопросъ однимъ гипотетическимъ построеніемъ естествоиспытателю никогда не слѣдуетъ. Разсматривая же атомное ученіе какъ приемъ, или схему, можно видѣть въ немъ весьма большую пользу, потому что многія понятія выражаются тогда очень кратко и просто. Всѣ тѣла, входящій въ реакціи образованія опредѣленныхъ химическихъ

соединеній и избранный такъ, чтобы въ составъ всѣхъ опредѣленныхъ соединеній даннаго тѣла входили цѣлыя части этого вѣса, такой вѣсъ будетъ выражать вѣсъ атома даннаго тѣла. Конечно, такой атомный вѣсъ можно отыскивать только для тѣлъ простыхъ, потому что тѣла сложныя уже дѣлимы на простыя, а слѣдовательно не составляютъ уже чего-то недѣлимаго. Группа разныхъ атомовъ, образовавшая сложное тѣло, недѣлима при извѣстныхъ условіяхъ, напримѣръ при перемѣнѣ состояній, если вещество при этомъ не разлагается, но она дѣлится на части разнородныя при химическихъ процессахъ. Это заставляетъ допускать непремѣнное существованіе атомныхъ группъ, имѣющихъ извѣстную степень постоянства. Такія группы атомовъ, недѣлимыя механически и раздѣляющіяся только при химическихъ процессахъ, носятъ названіе **частицъ**. Частицу (*molécule*) можно представить состоящею изъ совокупности атомовъ и, очевидно, что эти атомы могутъ быть однородны и разнородны. Когда они однородны—получится простое тѣло, разнородны—сложное. Эти понятія мы будемъ развивать впоследствии, а теперь замѣтимъ только то, что понятіе о частицѣ можетъ быть выведено независимо отъ ученія объ атомахъ, изъ одного сопоставленія химическихъ свѣдѣній, какъ это мы и сдѣлаемъ въ одной изъ слѣдующихъ главъ (а именно въ 14-й). Сверхъ того замѣтимъ, что изомерія требуетъ допущенія понятія о частицѣ. Тогда, напримѣръ, различіе озона и кислорода становится совершенно яснымъ, допуская, что въ частицу кислорода входятъ 2 атома, а въ частицу озона 3 такихъ же атома.

Разсматривая соединенія водорода съ кислородомъ и принимая вѣсъ атома водорода за единицу, мы должны допустить, что вѣсъ атома кислорода будетъ равенъ или 8, или 16, или величинѣ, соизмѣримой съ этими двумя, т. е. 4, 2, 32 и т. д. Которую же изъ этихъ величинъ избрать для атомнаго вѣса кислорода? На основаніи закона кратныхъ отношеній нельзя отдать предпочтенія ни одной изъ этихъ величинъ: употребляя каждую изъ нихъ, есть возможность выразить въ атомномъ смыслѣ образованіе обоихъ соединеній водорода съ кислородомъ. Атомное количество простыхъ тѣлъ обыкновенно выражаютъ буквой, или двумя, взятыми изъ начальнаго слога латинскаго названія простаго тѣла; такъ напр. кислородъ обозначаютъ чрезъ букву *O* отъ латинскаго названія этого тѣла—*Oxygenium*; водородъ черезъ *H* отъ слова *Hydrogenium*; углеродъ черезъ *C*—*Carbonum*; азотъ *N*—*Nitrogenium*; хлоръ обозначаютъ чрезъ *Cl*, потому что одна буква *C* употребляется уже для обозначенія углерода; фосфоръ.—*P* и т. д. (стр. 69). Для сравненія атомныхъ вѣсовъ необходимо

принять вѣсъ атома какого либо вещества за произвольную величину и по отношенію къ ней опредѣлить атомный вѣсъ другихъ простыхъ тѣлъ. Избираютъ обыкновенно для этого водородъ, какъ легчайшій элементъ и входящій при томъ въ составъ большинства тѣлъ (гидраты и водородныя соединенія), вступающихъ въ химическія реакціи, наиболѣе характерныя, и вѣсъ атома водорода принимаютъ за единицу. Буква Н означаетъ такимъ образомъ 1 вѣсовую часть водорода, атомъ водорода обозначается Н и принимается за 1 для опредѣленія вѣса атомовъ другихъ тѣлъ. По этому вѣсу опредѣляется вѣсъ атомовъ другихъ тѣлъ. По закону кратныхъ отношеній, вѣсъ атома кислорода можетъ быть принятъ или за 8, или за 16, или за 4, или 2 и т. д. Если принять вѣсъ атома кислорода равнымъ 8, то составъ воды будетъ: одинъ атомъ кислорода и одинъ атомъ водорода, что изображается чрезъ НО; составъ перекиси водорода будетъ тогда: два атома кислорода и одинъ атомъ водорода, т. е. НО². Принимая же за вѣсъ атома кислорода величину 16, составъ воды будетъ Н²О, перекиси же водорода НО; принимая за вѣсъ атома кислорода 4, составъ воды будетъ НО², а перекиси водорода НО⁴ и т. д. Такимъ образомъ есть возможность выбрать для вѣса атома какого либо тѣла кратную величину изъ тѣхъ отношеній, въ которыхъ данное тѣло соединяется съ одною вѣсовою частью водорода. Пока ничто не заставляетъ предпочитать одну величину другой, нѣтъ возможности узнать истиннаго отношенія между вѣсами атомовъ; но мы увидимъ далѣе, что есть законы химіи, которые стѣсняють произволь въ этомъ отношеніи, и есть такіе, которые требуютъ непременно только одного атомнаго вѣса для каждаго элемента. Но пока мы дойдемъ до нихъ, или сдѣлаемъ этотъ выборъ, будемъ употреблять, однако, химическія обозначенія, основанныя на допущеніи атомнаго строенія матеріи, и изберемъ изъ возможныхъ величинъ тѣ, къ которымъ приведутъ насъ дальнѣйшіе выводы. Приводимъ таблицу атомныхъ вѣсовъ обыкновеннѣйшихъ простыхъ тѣлъ.

Водородъ	H = 1	Магній	Mg = 25
Кислородъ	O = 16	Цинкъ	Zn = 65,3
Азотъ	N = 14	Мѣдь	Cu = 63,5
Углеродъ	C = 6	Ртуть	Hg = 200
Хлоръ	Cl = 35,5	Свинецъ	Pb = 207
Іодъ	I = 127	Фосфоръ	P = 31
Натрій	Na = 23	Алюминій	Al = 27,4
Калій	K = 39	Хромъ	Cr = 52
Серебро	Ag = 108	Марганецъ	Mn = 55

Сѣра	S = 32	Желѣзо	Fe = 56
Кальцій	Ca = 40	Кремній	Si = 28

Эти *атомные вѣса или пай* простыхъ тѣлъ мы будемъ употреблять при послѣдующемъ изложеніи.

Такимъ образомъ простыя тѣла различаются между собою не только тѣмъ, что другъ въ друга не превращаются, но еще и тѣмъ, что имѣютъ различныя пай или вѣса атомовъ.

Частица сложнаго тѣла будетъ ни что иное какъ совокупность атомовъ простыхъ тѣлъ. Чѣмъ ихъ больше соберется, тѣмъ сложнѣйшее получится вещество. Равновѣсіе разнородныхъ атомовъ можетъ быть при этомъ болѣе или менѣе прочно и они оттого дадутъ болѣе или менѣе прочныя сложныя тѣла. Это уже ясныя слѣдствія гипотезы.

Сложныя тѣла, составляемыя изъ простыхъ, обозначаются формулами, составленными изъ знаковъ простыхъ тѣлъ, вмѣстѣ поставленныхъ. Составленная такимъ образомъ формула сложнаго тѣла сразу показываетъ, по значенію буквъ, качество простыхъ тѣлъ, входящихъ въ его составъ, а по вѣсовому значенію, свойственному каждой буквѣ, показываетъ и количественное отношеніе между вѣсами входящихъ элементовъ; такъ напр. формула хлористаго водорода HCl показываетъ качество элементовъ, а ихъ количество видно по значенію павъ: въ хлористомъ водородѣ на одну вѣсовую часть водорода будетъ 35,5 частей хлора. Составъ воды H²O, перекиси водорода H₂O₂. Вода есть, значитъ, водородистое соединеніе перекиси водорода, какъ хлористый водородъ есть водородистое соединеніе хлора. Сѣрная кислота H²SO⁴ образуется изъ ангидрида SO³ и воды, извѣсть имѣетъ составъ CaO, ѣдкое кали или гидратъ калия KHO, а окись калия K²O. Последняя съ водою даетъ ѣдкое кали, п. ч. K²O + H²O = 2KHO. Сода (стр. 176) имѣетъ составъ Na²CO³, а ея соединенія съ кристаллизаціонною водою Na²CO³H²O; Na²CO³5H²O, Na²CO³7H²O, Na²CO³10H²O, и Na²CO³15H²O (стр. 176). Бертолетова соль содержитъ KClO³, распадается на KCl и 3O и т. д. Малыя цифры, вверху направо отъ знака простаго тѣла, показываютъ число атомовъ или павъ простыхъ тѣлъ, входящихъ въ составъ сложнаго тѣла. Если нѣтъ такой цифры, то значитъ входитъ одинъ пай. Такъ въ бертолетовой соли O³, значитъ на 39 частей калия въ ней 35,5 хлора и 3 раза 16 частей или 48 частей кислорода. Строчная цифра означаетъ, какое число разъ слѣдующее затѣмъ вещество входитъ въ атомный составъ. Такъ Na²CO³10H²O означаетъ, что на Na²CO³ (т. е. на 106 вѣсовыхъ частей, выражаемыхъ формулою) приходится 10H²O или 180 частей воды, п. ч. H²O означаетъ



$O = 16$ и $H^2 = 2$ то есть въ суммѣ 18. Чтобы вычислить на основаніи подобныхъ формулъ процентное содержаніе простыхъ тѣлъ въ данномъ сложномъ тѣлѣ, должно составить весьма простую пропорцію. Такъ, напр., для полученія процентнаго содержанія водорода въ хлористомъ водородѣ, эта пропорція составляется на основаніи слѣдующихъ соображеній: HCl показываетъ содержаніе 35,5 хлора и 1 ч. водорода. Слѣд. въ 36,5 частяхъ хлористаго водорода содержится одна вѣсовая часть водорода, слѣд. во 100 частяхъ хлористаго водорода вѣсовыхъ частей водорода будетъ болѣе 1-цы. во столько разъ, во сколько 100 болѣе 36,5; значить пропорція будетъ слѣдующая $x : 1 = 100 : 36,5$ откуда $x = \frac{100}{36,5}$

$= 2,739$. Слѣдовательно во 100 ч. HCl заключается 2,739 ч. водорода. Вообще когда требуется отъ формулы перейти къ процентному составу, тогда вмѣсто буквъ нужно подставить отвѣчающіе имъ атомные вѣса, найти сумму ихъ и, зная въ ней содержаніе вѣсовыхъ частей даннаго простаго тѣла, по пропорціи легко найти содержаніе этого элемента въ 100, или въ любомъ другомъ количествѣ вѣсовыхъ частей. На оборотъ, если требуется по данному процентному составу найти формулу, то нужно поступать такимъ образомъ: раздѣлить процентное содержаніе каждаго тѣла, входящаго въ составъ вещества, на вѣсъ его атома и полученныя такимъ образомъ частныя сличить между собою: они должны быть въ простомъ кратномъ между собою отношеніи. Такъ, напр., по процентному составу перекиси водорода

5,88 . . . водорода
94,12 . . . кислорода

легко найти ея формулу, стоитъ только содержаніе водорода раздѣлить на единицу, а содержаніе кислорода на 16; получатся числа 5,88 и 5,88 которыя относятся между собою какъ 1 : 1. Значить, въ перекиси водорода на одинъ атомъ водорода приходится одинъ атомъ кислорода.

Привожу доказательство того практическаго правила, что для отысканія по процентному составу отношенія въ числѣ атомовъ, нужно процентныя содержанія дѣлить на самъ соответственныхъ тѣлъ и найти взаимныя отношенія полученныя такимъ образомъ частныя. Положимъ, что имѣемъ два элемента (простыхъ или сложныхъ), самъ и званіи которыхъ суть A и B и представимъ, что мы получили ихъ соединеніе, составленное изъ x атомовъ A и y атомовъ B . Формула тѣла будетъ $A^x B^y$. По этой формулѣ въ нашемъ сложномъ тѣлѣ содержится xA вѣсовыхъ частей перваго тѣла и yB втораго. Во 100 частяхъ нашего сложнаго тѣла заключается (по пропорціи) пер-

ваго тѣла $\frac{100 \cdot xA}{xA+yB}$, а втораго тѣла $\frac{100 \cdot yB}{xA+yB}$. Раздѣлимъ эти числа, выражающія процентное содержаніе, на соответствующіе наи, получимъ для перваго тѣла $\frac{100 \cdot x}{xA+yB}$, для втораго $\frac{100 \cdot y}{xA+yB}$. Эти частныя относятся между собою какъ $x:y$, то есть какъ количества частей обоихъ тѣлъ.

И такъ по формулѣ можно узнать процентное содержаніе, а по процентному найное отношеніе элементовъ входящихъ въ составъ даннаго сложнаго тѣла, если только даны наи или вѣса атомовъ простыхъ тѣлъ, входящихъ въ данное сложное. Такимъ образомъ химическая формула ясно и кратко выражаетъ качество и содержаніе простыхъ тѣлъ, входящихъ въ данное сложное тѣло.

Изъ примѣненія атомическаго возрѣнія къ выраженію состава тѣлъ ясно слѣдуетъ, что извѣстный вѣсъ вещества или его атомный вѣсъ, соединяясь съ извѣстнымъ вѣсомъ другаго вещества, даетъ возможность опредѣлить вѣсъ атома этого послѣдняго, или по крайней мѣрѣ величину кратную вѣсу атома этого вещества. Найденные такимъ образомъ атомные вѣса для простыхъ тѣлъ по соединенію ихъ съ однимъ какимъ либо простымъ тѣломъ, покажутъ тѣ отношенія, въ которыхъ и между собою данныя вещества образуютъ сложныя тѣла. Этотъ послѣдній выводъ составляетъ такъ называемый законъ наевъ, къ которому мы возвратимся далѣе, потому что онъ составляетъ одинъ изъ существенныхъ законовъ химіи, выводимыхъ практически, безъ какого либо теоретическаго соображенія, а прямо изъ изслѣдованія фактовъ. Если мы коснулись здѣсь этого закона, то только ради того, что допущеніе атомной теоріи вещества вызываетъ этотъ законъ, какъ ясное слѣдствіе изъ допущенія и, должно замѣтить, что исторически законъ наевъ былъ открытъ вслѣдствіе допущенія атомнаго строенія вещества, когда былъ открытъ законъ кратныхъ отношеній. Такое открытіе послужило, конечно, для того чтобы убѣдить большинство химиковъ въ справедливости примѣненія атомнаго ученія къ изслѣдованію химическаго состава тѣлъ, по крайней мѣрѣ опредѣленныхъ ихъ соединеній. Но законъ наевъ, точно также какъ законъ кратныхъ отношеній, долженъ быть разсматриваемъ какъ иѣчто несомнѣнное, тогда какъ атомическое ученіе нужно принимать съ осторожностью и не смѣшивать тѣ практическіе выводы, которые несомнѣнно вытекаютъ изъ фактовъ, съ тѣми теоретическими построеніями, которыя иногда служатъ къ открытію этихъ законовъ. Одной и той же цѣли нерѣдко можно достигнуть множествомъ

нятно, что если бы мы ввели въ массу дѣйствующихъ тѣлъ такое вещество, которое можетъ соединиться съ водородомъ, то мы бы нѣсколько не получили водорода; потому нѣрѣдко уравненія реакцій выражаютъ, такъ сказать, идеальный случай данной реакціи, потому что иногда нѣтъ возможности уничтожить хода второстепенныхъ реакцій; выражать же въ одномъ уравненіи всѣ главныя и всѣ второстепенныя реакціи, въ настоящее время нѣтъ никакой возможности, хотя попытка на это уже и существуетъ въ наукѣ (она принадлежитъ Момне). Такая попытка нынѣ еще преждевременна и, усложняя задачи химіи, она могла бы сразу затемнить многія явленія, въ сущности весьма простыя.

Химическія формулы и уравненія реакцій весьма упрощаютъ изложеніе предмета, даютъ возможность весьма просто и скоро запоминать множество явленій; безъ нихъ изученіе химіи было бы дѣломъ весьма затруднительнымъ. Написавши формулу или уравненіе, мы выражаемъ такъ много, что для описанія этого потребовалось бы, вмѣсто нѣсколькихъ буквъ и строкъ, цѣлый рядъ страницъ. Чтобы упростить дальнѣйшее изложеніе, я здѣсь и привелъ понятіе объ формулахъ и уравненіяхъ, которыми буду далѣе пользоваться. Значеніе ихъ, однако, можетъ быть уяснено и понятно въ надлежащей степени только при болѣе полномъ знакомствѣ съ другими фактами и выводами химіи.

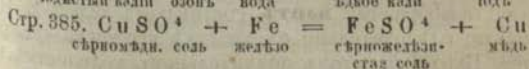
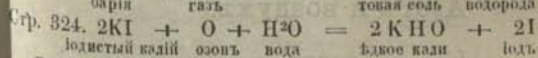
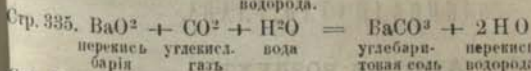
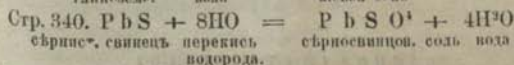
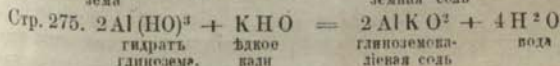
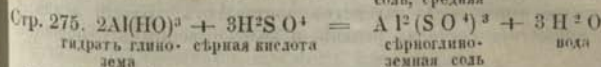
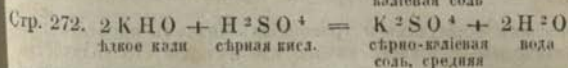
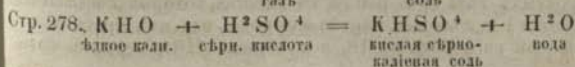
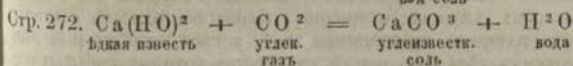
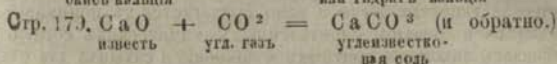
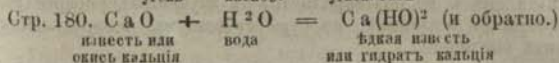
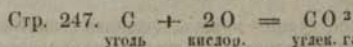
Привожу уравненія нѣкоторыхъ тѣхъ реакцій, о которыхъ было выше упомянуто, и рекомендую для начинающихъ знакомство съ химіею изучить эти уравненія, опредѣлить по нимъ сколько (въ грамахъ, фунтахъ и т. п.) *такого-то* вещества (напр. въ 1-мъ уравненіи ѣдкаго натра или водорода) получится, если *такое-то* вещество (напр. въ 1-мъ уравненіи воды или натрія) будетъ взято въ *такомъ-то* (въ грамахъ, фунтахъ и проч.) количествѣ ¹⁾. Такого рода упражненія значительно помогутъ полученію навыка въ употребленіи химическихъ равенствъ. Познакомьтесь съ **формулами** и смысломъ химическихъ **равенствъ**—значитъ узнать тотъ простой и рациональный **языкъ химіи**, какой облегчаетъ изученіе этой науки и имѣетъ общечеловѣческое значеніе, какъ способъ выраженія употребляемый химиками всѣхъ странъ. Химическія

¹⁾ Для примѣра беру послѣднее уравненіе, выражающее дѣйствіе желѣза на мѣдный купоросъ. Подставляя на мѣсто буквъ ихъ значеніе, нахожу, что 156 частей мѣднаго купороса или сѣрномѣдной соли съ 56 частями желѣза, образуютъ 152 части желѣзнаго купороса или сѣрножелѣзистой соли и 83,5 части мѣди. Отсюда можно найти напримѣръ отвѣты на слѣдующіе вопросы: 1) на фунтъ сѣрномѣдной соли сколько нужно взять желѣза? 2) Взявши пудъ желѣза, сколько получимъ мѣди? 3) сколько было мѣднаго купороса, если получилось 5 фунтовъ мѣди? и т. д.



формулы составляют прекрасный примѣръ того упрощеннаго и точнаго способа выраженія цѣлой совокупности идей и свѣдѣній, какой желательно было бы имѣть для всѣхъ человѣческихъ знаній. Они, какъ цифры и математическія формулы, составляютъ предвѣстники будущаго общечеловѣческаго языка. Въ концѣ 8-й главы указано, сколько понятій заключается въ формулѣ воды H^2O ; въ каждомъ химическомъ равенствѣ совокупляется еще большее количество данныхъ.

- Стр. 198. $H^2O + Na = NaHO + H$
вода натрій ѣдкій натръ водородъ
- Стр. 200. $3Fe + 4H^2O = Fe^3O^4 + 8H$ (и обратно, стр. 227, 301).
жельзо вода жельзная водо- окалина родъ
- Стр. 203. $2Al + 2KHO = 2KAlO^2 + 2H$
алюминій ѣдкое кали глиноземокали- свое соед. родъ
- Стр. 204. $CHNaO^2 + NaHO = CNa^2O^3 + 2H$
муравьино натровая соль ѣдкій натръ сода или угле- натровая соль водородъ
- $2H + O = H^2O$ (и обратно).
водородъ кислородъ вода
- Стр. 225. $H + Cl = HCl$ (и обратно).
водородъ хлоръ хлористый водородъ
- Стр. 225. $C + H = CH$
углеродъ водородъ ацетиленъ
- $NH^3 = N + 3H$ (и обратно).
амміакъ азотъ водородъ
- Стр. 305. $CuO + 2H = Cu + H^2O$
окись мѣди водородъ мѣдь вода
- Стр. 301. $ZnO + 2H = Zn + H^2O$ (и обратно).
окись цинка водородъ мѣдь вода
- Стр. 50. $HgO = Hg + O$ (и обратно).
окись ртути ртуть кислородъ
- Стр. 238. $Ag^2O = 2Ag + O$
окись серебра серебро кислородъ
- Стр. 234. $BaO + O = BaO^2$ (и обратно).
окись барія кислор. перекись барія
- Стр. 239. $MnO^2 = Mn^2O^4 + 2O$
перекись марганца промежуточ. кислородъ окись марганца
- Стр. 241. $KClO^3 = KCl + 3O$
бертолетова соль хлор. калий кислородъ
- Стр. 236. $MnO^2 + 2NaHO + O = Na^2MnO^4 + H^2O$ (и обратно).
перекись марганца ѣдкій натръ кислородъ марганцовисто- натровая соль вода
- Стр. 242. $K^2Cr^2O^7 + 4H^2SO^4 = 2KCr^2SO^4 + 4H^2O + 3O$
дихромово-калиевая соль ѣдкая кислота хромовые квасцы вода кислородъ
- Стр. 339. $2HO + Ag^2O = H^2O + 2Ag + 2O$
перекись вод. окись сереб. вода серебро кислор.



Внимательное разсмотрѣніе этихъ уравненій покажетъ ясно всю простоту большинства химическихъ превращеній: или атомы и частицы (примѣры 6, 7 и др.) бывшіе въ раздѣльности образуютъ одно цѣлое, или они мѣняются мѣстами (1, 2, 3 и др.), или происходятъ реакціи имъ противоположныя. Если совершаются соединенія, то происходятъ и разложенія имъ противоположныя. Реакціи двойнаго разложенія обыкновенно совершаются и въ ту и другую сторону (стр. 301), такъ что для всякой почти реакціи существуетъ ей **обратная реакція**. Существованіе ихъ придаетъ особое значеніе изученію условій, при которомъ совершаются реакціи ¹⁾.

¹⁾ Если бы реакціи шли только въ одну сторону, то тогда можно было бы считать, что причиною ихъ хода служитъ электрическое, полярное или иное другое природное свойство атомовъ, но такъ какъ большинство реакцій имѣютъ и обратный характеръ, то одного понятія о средствѣ недостаточно для выраженія химическихъ превращеній.



Выводы. Атомическое ученіе можно признать гипотезою полезною, хотя она и не подтверждается ни изученіемъ распространенія атмосферы во вселенной, ни существованіемъ неопредѣленныхъ химическихъ соединеній.

Атомическая гипотеза легко и ясно прилагается къ пониманію законовъ состава и реакцій опредѣленныхъ химическихъ соединеній. Она укрѣпилась закономъ кратныхъ отношеній и служила для открытія закона Давеля, указываетъ причину закона постоянства состава.

Вѣсъ атома водорода принимается за 1, а вѣса атомовъ или паръ другихъ простыхъ тѣлъ суть или тѣ количества, которыя соединяются или замѣщаются 1-ю вѣсовою частію водорода, или имъ кратныя.

Принимая паръ кислорода за 16, вода будетъ H^2O , перекись водорода HO .

Въ химическихъ формулахъ и уравненіяхъ знакомъ простаго тѣла означаютъ извѣстное, условное, парное или атомное его количество.

Химическія формулы и равенства составляютъ краткій и ясный способъ выраженія состава, реакцій и количественныхъ отношеній.

ОДИННАДЦАТАЯ ГЛАВА.

Азотъ и воздухъ.

Свободный и газообразный **азотъ** составляетъ около $\frac{1}{5}$ (по объему) воздуха; слѣдовательно въ воздухѣ его масса чрезвычайно велика. Входя въ этомъ значительномъ количествѣ въ составъ воздуха, азотъ, повидимому, не играетъ никакой роли въ атмосферѣ, дѣйствіе которой опредѣляется содержаніемъ въ ней кислорода. Но такое представленіе объ азотѣ было бы несправедливо, потому что подхвѣсъ его къ воздуху препятствуетъ энергическому дѣйствію кислорода во множествѣ случаевъ; достаточно указать на то, что въ чистомъ кислородѣ животныя не могутъ существовать; окисленіе совершается въ немъ чрезвычайно быстро, и вслѣдствіе того происходитъ ненормальное для животныхъ состояніе и даже наступаетъ смерть. Это отрицательное значеніе азота въ воздухѣ дополняется тѣмъ положительнымъ значеніемъ, какое имѣютъ соединенія азота. Безъ нихъ ни одно растеніе не можетъ ни жить, ни расти; а масса тѣла животныхъ преимущественно состоитъ изъ этихъ веществъ. Накопленіе азотистыхъ веществъ въ организмахъ ведетъ свое начало отъ азота воздуха, что доказано уже точными опытами, показавшими, что въ растеніи выросшемъ въ почвѣ содержащей данное количество азотис-

тыхъ веществъ, содержится или можетъ содержаться этихъ послѣднихъ гораздо болѣе, чѣмъ во взятой почвѣ. Значитъ, часть азота воздуха переходитъ въ растенія. Но тщательныя изслѣдованія, произведенныя въ этомъ отношеніи, заставляютъ утверждать, что не въ свободномъ состояніи азотъ входитъ въ растенія и ихъ составъ; они даютъ право утверждать, что прежде чѣмъ послужить на пищу растеніямъ, азотъ вступаетъ въ состояніе различныхъ соединений, которыя уже поглощаются растеніями, именно: изъ азота воздуха при разныхъ условіяхъ образуются его соединенія съ водою и кислородомъ воздуха. Они съ дождями и росой поглощаются почвой и входятъ въ растенія, служа для образованія въ нихъ болѣе сложныхъ азотистыхъ веществъ. Азотистыя вещества заключающіяся въ животныхъ, ведутъ свое начало отъ тѣхъ веществъ, которыя образовались въ растеніяхъ. Такимъ образомъ, началомъ для всѣхъ азотистыхъ веществъ, въ животныхъ и растеніяхъ находящихся, служитъ азотъ воздуха, но не прямо, а перешедши предварительно въ соединеніе съ другими элементами воздуха, а потому роль азота въ воздухѣ имѣетъ совершенно опредѣленное и дѣятельное значеніе, хотя и не столь рѣзкое и сильное, какъ дѣйствіе кислорода, въ воздухѣ заключающагося. Азотныя соединенія, входящія въ составъ растеній и животныхъ, имѣютъ въ нихъ первостепенное значеніе; ни одной растительной, или животной клѣтки, т. е. элементарной формы организма, не существуетъ безъ содержанія въ ней азотистаго вещества; жизнь организма прежде всего проявляется въ этихъ азотистыхъ веществахъ. Въ зародышѣ и сѣменахъ и въ тѣхъ частяхъ, которыми клѣтки размножаются, обыкновенно изобилуетъ азотистое вещество, и можно думать, что совокупность явленій, которыя свойственны организмамъ, зависитъ прежде всего отъ тѣхъ азотистыхъ веществъ, которыя входятъ въ составъ организма. Достаточно напр. указать на то, что ясно отличаемыя растительныя и животныя организмы характеризуются различною степенью энергіи въ своихъ проявленіяхъ и въ тоже время различнымъ содержаніемъ азотистыхъ веществъ. Въ растеніяхъ, сравнительно съ животными мало дѣятельныхъ, неспособныхъ напр. къ произвольному движенію, количество азотистаго вещества весьма мало по отношенію къ животнымъ, ткани которыхъ всѣ содержатъ въ себѣ почти исключительно азотистыя вещества. Замѣчательно, что органы растеній, преимущественно низшихъ, иногда представляютъ и формы и свойства, приближающія ихъ къ животнымъ организмамъ; таковы напр. крупинки размноженія или такъ называемыя зооспоры водорослей или тѣ части, которыми послѣднія размножаются. Эти зооспоры, выхо-

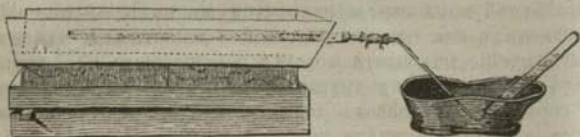
ды изъ водоросли, представляютъ во многихъ отношеніяхъ сходство съ низшими животными, а именно, имѣютъ свойство двигаться подобно послѣднимъ. При этомъ они и по своему составу приближаются къ животнымъ, содержа въ наружной своей оболочкѣ азотистое вещество. Лишь только зооспора покрывается тою безазотистою или клѣтчатою оболочкою, которая свойственна всѣмъ обыкновеннымъ клѣткамъ растений, она теряетъ всякое сходство съ животнымъ организмомъ и становится миниатюрнымъ подобіемъ растенія, дѣлается неподвижною и, развиваясь далѣе, превращается въ растеніе. Можно изъ этого думать, что причину различія въ жизненныхъ отправленіяхъ животныхъ и растеній служитъ именно различная степень содержанія въ нихъ азотистыхъ веществъ. Тѣ азотистыя начала, которыя находятся въ растеніяхъ и животныхъ, принадлежатъ къ разряду весьма сложныхъ химическихъ соединеній; уже одинъ элементарный составъ ихъ это показываетъ: они содержатъ въ себѣ кромѣ азота—углеродъ, водородъ, кислородъ и сѣру. Притомъ они отличаются и весьма большимъ нестойнствомъ при множествѣ такихъ условий, при которыхъ большинство другихъ сложныхъ тѣлъ остается неизмѣннымъ; ихъ называютъ **бѣлковыми веществами**. Примѣръ такихъ тѣлъ всякій знаетъ изъ бѣлка куриного яйца, изъ мяса животныхъ, творожистыхъ началъ молока, изъ вязкаго вещества хлѣбной муки или такъ называемой клейковины, образующей главную массу макаронъ и т. п. Между азотомъ, находящимся въ воздухѣ, т. е. свободнымъ и газообразнымъ и азотомъ этихъ сложныхъ органическихъ веществъ, существуетъ весьма далекое соотношеніе; изучая азотъ въ свободномъ видѣ, нельзя и думать, что этотъ мало энергическій элементъ составляетъ существеннѣйшее начало тѣхъ веществъ, которыя опредѣляютъ органическую жизнь. Это зависитъ отъ того, что переходъ отъ газообразнаго азота до вышеназванныхъ сложныхъ азотистыхъ веществъ весьма длителенъ, онъ даже не вполне изученъ до сихъ поръ химіею и принадлежитъ къ разряду реакцій, для насъ еще весьма мало известныхъ. Въ дальнѣйшей исторіи азота мы встрѣтимъ обстоятельство, которое даетъ намъ нѣкоторое объясненіе этого мало понятнаго соотношенія между свободнымъ азотомъ и азотомъ сложныхъ органическихъ веществъ. Изученіе соединеній азота, даже только съ такими элементами, какъ кислородъ и водородъ, покажетъ намъ, что въ формѣ такихъ соединеній нельзя уже нѣдко узнать тотъ недѣятельный азотъ, который встрѣчается въ воздухѣ. Азотистыя соединенія, содержащія водородъ и кислородъ, уже характеризуются весьма большою энергіею, и потому неудивительно, что въ дальнѣйшихъ

превращеніяхъ азотъ даетъ вещества опредѣляющія жизнь организмовъ. Изучить этотъ постепенный переходъ отъ недѣйствительнаго газообразнаго азота къ той формѣ его, въ которой онъ находится въ растеніяхъ и животныхъ, составляетъ одну изъ задачъ химіи весьма большой важности; но до сихъ поръ еще весьма мало подвинулись мы на этомъ пути, представляющемъ множество затрудненій.

Въ земной корѣ азотъ находится въ видѣ соединений, составляющихъ или остатки растеній и животныхъ, или имѣетъ происхожденіе изъ азота воздуха, перешедшаго въ соединенія съ его элементами; въ другихъ формахъ его не нашли въ земной корѣ, такъ что азотъ должно считать, въ отличіе отъ кислорода, элементомъ чисто поверхностнымъ на землѣ, не распространяющимся въ ея глубь, и слѣдовательно когда то, прежде образованія массы земной коры, содержаніе азота въ отношеніи къ кислороду было весьма ничтожно: масса кислорода находится всюду въ земной корѣ въ видѣ различныхъ соединений, азота же въ этихъ соединеніяхъ не встрѣчается. Изъ того что азотъ ни съ какими почти тѣлами прямо не соединяется, а соединенный легко выдѣляется (противоположно кислороду), можно объяснить отсутствіе азота въ массѣ земли.

Азотъ образуется въ свободномъ состояніи при разрушеніи организмовъ, хотя большая часть его въ этомъ послѣднемъ случаѣ и выдѣляется **изъ азотистыхъ органическихъ веществъ**, входящихъ въ нихъ, въ соединеніи съ водородомъ. Другихъ источниковъ для его образованія въ природѣ нѣтъ. Получить азотъ можно и искусственно черезъ накалываніе многихъ азотистыхъ веществъ съ веществами окисляющими; такъ всѣ органическія вещества, заключающія азотъ, при накалываніи съ окисью мѣди стараютъ: кислородъ окиси мѣди соединяется съ углемъ, сѣрю и водородомъ, а азотъ выдѣляется въ свободномъ состояніи, потому что при возвышенной температурѣ съ кислородомъ окисляющихъ веществъ не образуетъ какихъ либо прочныхъ соединений, а становится свободнымъ; потому-то и понятно, между прочимъ, что въ массу земной коры не вошли азотистыя вещества, если образованіе послѣдней произошло путемъ огненнымъ, какъ предполагаютъ въ геологіи. При сильной степени жара, которая должна была происходить при образованіи твердой массы земли, черезъ горѣніе различныхъ тѣлъ въ кислородѣ, не могли образоваться азотистыя соединенія, они разрушались если и происходили, оставляя свободный азотъ. Когда при горѣніи азотистаго органическаго вещества получается свободный азотъ, то вмѣстѣ съ нимъ образуется изъ угля углекислый газъ, а изъ водорода вода, и потому, чтобы получить чистый

азотъ, необходимо удалить изъ полученныхъ при этомъ различныхъ продуктовъ углекислый газъ. Это послѣднее производится, какъ извѣстно намъ уже, весьма легко, посредствомъ дѣйствія щелочи, напр. ѣдкаго натра. Производя сжиганіе посредствомъ окиси мѣди въ трубкѣ, запаянной съ одного конца, и проводя образующіеся газообразные продукты въ



Фиг. 88. Въ стеклянную трубку кладется смѣсь органическаго азотистаго вещества съ окисью мѣди и эта трубка накаливается на угольяхъ въ узкой желѣзной жаровнѣ. Выдѣляется смѣсь азота съ углекислымъ газомъ и водянымъ паромъ. Газъ собирается надъ ртутью и потомъ выдѣляютъ углекислый газъ поглощая его щелочью $\frac{1}{12}$.

колоколь, поставленный въ ваннѣ, получаютъ въ этомъ колоколѣ смѣсь углекислаго газа и азота. Если въ этотъ колоколь ввести теперь ѣдкую щелочь, напр. просто налить въ водичную ванну, надъ которой собираются газы, раствора ѣдкаго натра, то въ этомъ послѣднемъ будетъ удерживаться весь углекислый газъ, а въ колоколѣ будетъ собираться одинъ газообразный азотъ. Этимъ способомъ опредѣляютъ содержаніе азота въ органическихъ веществахъ.

Получить **азотъ изъ воздуха** весьма легко, потому что



Фиг. 89. Азотъ остается отъ воздуха, если въ немъ горитъ фосфоръ или другое вещество.

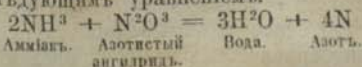
кислородъ можно поглотить, т. е. ввести въ соединеніе съ разными веществами. Для отнятія кислорода отъ воздуха, употребляютъ обыкновенно или фосфоръ, или металлическую мѣдь; но, конечно, можно употреблять и множество другихъ веществъ. Если на поверхность воды положить пробку *B*, а на ней прикрѣпить чашечку *C* съ фосфоромъ и этотъ фосфоръ зажечь, а потомъ всю чашечку закрыть колоколомъ, какъ показывается фигура, то воздухъ, оставшійся подъ колоколомъ *A*, лишится при горѣнн фосфора всего своего кислорода, и подъ колоколомъ останется азотъ, отъ чего послѣ охлажденія вода въ колоколѣ поднимется на нѣкоторую высоту. Той же цѣли (полученія азота изъ воздуха) достигаютъ гораздо удобнѣе и со-

ли (полученія азота изъ воздуха) достигаютъ гораздо удобнѣе и со-

вершинѣ, когда воздухъ пропускаютъ черезъ накалившую трубку, содержащую въ себѣ мѣдныя стружки, т. е. металлическую мѣдь. При накаливаніи металлическая мѣдь соединяется съ кислородомъ и даетъ черный порошокъ окиси мѣди. Если слой мѣди будетъ длиннѣе и токъ воздуха медленъ, то весь кислородъ поглощается и остается одинъ азотъ воздуха. Для того чтобы получить медленный токъ воздуха, конецъ трубки съ мѣдью соединяютъ съ аспираторомъ (фиг. 57). Открывая понемногу кранъ, заставляютъ вытекать воду, а на мѣсто вытекшей воды черезъ трубку будетъ проникать воздухъ, который и будетъ лишаться въ трубкѣ всего содержащагося въ немъ кислорода. Очевидно, впрочемъ, что до начала опыта необходимо вытѣснить весь воздухъ, какъ находящійся въ водяномъ растворѣ, такъ и въ верхней части аспиратора и въ трубкѣ, если желаютъ получить азотъ не содержащій въ себѣ нѣсколько подмѣси кислорода. Этого можно достигнуть проще всего, пропуская черезъ аспираторъ струю углекислаго газа, который вытѣснить такимъ образомъ весь воздухъ изъ всего аппарата передъ началомъ опыта. Когда опытъ кончится, нужно удалить изъ аспиратора оставшееся въ немъ количество углекислаго газа, что и достигается посредствомъ введенія въ него щелочи.

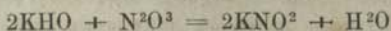
Металлическая мѣдь въ присутствіи кислотъ и амміака поглощаетъ кислородъ воздуха при обыкновенной температурѣ. Особенно легко производить это поглощеніе, когда взять амміачный растворъ (паштетный спиртъ). Тогда мѣдь даетъ съ кислородомъ окись мѣди, соединяющуюся съ амміакомъ. Если въ стеклянку (напр. въ сосудъ фиг. 56) положить тонкіе мѣдныя листы или стружки (до-верху) и налить амміачнаго раствора въ такойъ количествѣ, чтобы растворъ только смачивалъ мѣдь, а потомъ пропустить медленно воздухъ, то весь кислородъ его поглотится. Это самый простой способъ поглощать кислородъ изъ смѣси его съ азотомъ. Онъ можетъ даже служить для анализа воздуха, а также при другихъ аналитическихъ изслѣдованіяхъ.

Азотъ можно получить также изъ многихъ соединений его съ кислородомъ и водородомъ; но лучше всего для этой цѣли служить смѣсь, содержащая въ себѣ съ одной стороны соединеніе азота съ кислородомъ, называемое азотистымъ ангидридомъ, а съ другой стороны, растворъ содержащій въ себѣ амміакъ, т. е. соединеніе азота съ водородомъ. При нагреваніи такой смѣси, кислородъ азотистой кислоты соединяется съ водородомъ амміака, образуя воду, а газообразный азотъ выдѣляется. Это превращеніе въ сущности выражается слѣдующимъ уравненіемъ:

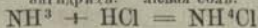


Амміакъ. Азотистый Вода. Азотъ.
ангидридъ.

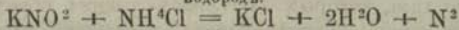
Добывають азотъ по этому способу, напримѣръ слѣдующимъ образомъ: растворъ ѣдкаго кали насыщаютъ азотистымъ ангидридомъ, получаемымъ чрезъ дѣйствіе азотной кислоты на крахмалъ; азотный ангидридъ удерживается ѣдкимъ кали, потому что даетъ съ нимъ азотистокалиевую соль KNO^2 , подобно тому, какъ каждый ангидридъ кислоты соединяется съ щелочью, выдѣляя воду. Съ другой стороны готовятъ растворъ, содержащій въ себѣ хлористый водородъ, поглотившій амміакъ, потому что онъ образуетъ съ амміакомъ солеобразное вещество, называемое нашатыремъ NH^4Cl . Приготовленные такимъ образомъ растворы, смѣшиваютъ между собою и нагревають. Эти реакціи выражаются уравненіями:



Ѣдкое кали. Азотистый ангидридъ. Азотистокалиевая соль. Вода.



Амміакъ. Хлорист. водородъ. Нашатырь.



Азотистокалиевая соль. Нашатырь. Хлористый калий. Вода. Азотъ.

Безъ нагреванія эта реакція не совершается, а при слабомъ нагреваніи идетъ очень легко. Изъ происходящихъ такимъ образомъ тѣлъ только азотъ газообразенъ, а хлористый калий нелетучъ и остается въ приборѣ, въ которомъ производятъ нагреваніе; вода же если перегоняется, то стущается. Высушивая полученный газъ и взбалтывая его съ слабою серною кислотою, или пропуская черезъ ея растворъ (потому что при реакціи отдѣляется нѣкоторое количество амміака), получаютъ чистый азотъ.

Должно замѣтить, что при дѣйствіи веществъ, отнимающихъ кислородъ, какъ напр. нѣкоторыхъ металловъ при накаливаніи, кислородистыя соединенія азота даютъ свободный азотъ, а при дѣйствіи веществъ, отнимающихъ водородъ, напр. при дѣйствіи хлора и кислорода, въ извѣстныхъ обстоятельствахъ амміакъ или соединеніе водорода съ азотомъ также даетъ свободный азотъ. На этомъ основываются способы получения азота: 1) пары окисловъ азота пропускаютъ чрезъ накаленную трубку съ мѣдью; 2) при дѣйствіи хлора на водный растворъ амміака, взятый въ избыткѣ; 3) при дѣйствіи раствора хлорной или бѣлизной извести, также на растворъ амміака и т.п. Разлагая кислородныя и водородныя соединенія азота гальваническимъ токомъ, также можно получить газообразный азотъ; но всѣ эти способы образованія азота неудобны для его полученія по сравненію съ вышеприведенными.



Азотъ представляетъ газообразное вещество, не отличающееся ничѣмъ на видъ отъ воздуха; плотность его по отношенію къ воздуху равна 0,9714, а по отношенію къ водороду приблизительно равна 14, т. е. азотъ въ 14 разъ тяжелѣе водорода, одинъ литръ азота вѣситъ 1,25617 грамма. Онъ, значитъ, неизгнѣимъ только легче воздуха и въ смѣси съ кислородомъ немного болѣе тяжелымъ, чѣмъ воздухъ, образуетъ послѣдній. Это есть газъ постоянный, до сихъ поръ не сгущенный, подобно кислороду и водороду; онъ мало растворимъ въ водѣ, какъ уже указано ранѣе; даже другія жидкости, какъ спиртъ, масло и пр. растворяютъ мало этого газа. Признаки, которыми узнается азотъ какъ газъ, всѣ отрицательнаго свойства, потому что азотъ ни самъ не горитъ, ни поддерживаетъ горѣніе, не даетъ взрыва съ избыткомъ кислорода, не поглощается ни однимъ изъ реagensовъ, при обыкновенной температурѣ по крайней мѣрѣ, однимъ словомъ, представляетъ цѣлый рядъ отрицательныхъ признаковъ, что зависитъ оттого, что этотъ элементъ не обладаетъ энергіею къ соединеніямъ. Хотя онъ способенъ образовать соединенія какъ съ водородомъ, такъ съ кислородомъ, углемъ и нѣкоторыми металлами; но эти соединенія образуются или только весьма медленно, или при особыхъ условіяхъ. При прямомъ дѣйствіи азота на простыя тѣла, онъ ни съ однимъ не соединяется, исключая развѣ титана и кремнія; но въ моментъ выдѣленія, а также при условіяхъ возможности образованія нѣкоторыхъ болѣе постоянныхъ азотистыхъ веществъ, азотъ способенъ присоединяться къ другимъ тѣламъ, или образовать съ ними сложныя тѣла—обстоятельство весьма замѣчательное и могущее найти объясненіе только въ томъ, что азотъ обладаетъ весьма малою химическою энергіею въ свободномъ состояніи. Перечислимъ наиболѣе изслѣдованныя обстоятельства, въ которыхъ свободный азотъ вступаетъ въ соединеніе.

Еще въ прошломъ столѣтіи Кавендишъ показалъ, что при **дѣйствіи электричества азотъ соединяется съ кислородомъ**. Электрическія искры, проходя смѣсь азота съ кислородомъ, напр. черезъ воздухъ, заставляютъ соединяться эти элементы, съ образованіемъ красно-бурыхъ паровъ окисловъ азота. Особенно энергично это соединеніе въ присутствіи водянаго пара, тогда происходитъ соединеніе, заключающее въ себѣ азотъ, кислородъ и водородъ, а именно азотная кислота HNO_3 . Присутствіе послѣдней легко узнать не только потому, что она окрашиваетъ лакмусовую бумажку, но и потому, что она дѣйствуетъ какъ сильное окисляющее вещество, даже на ртуть. Благоприятнѣйшимъ обстоятельствомъ для образованія азотной кислоты посредствомъ газообразнаго азота служитъ взрывъ

гремучаго газа въ присутствіи воздуха. Если въ эвдиометръ ввести одинъ объемъ воздуха и два объема гремучаго газа, то послѣ взрыва остается меньше $\frac{1}{10}$ взятаго воздуха, потому что часть его азота и кислорода входитъ въ составъ азотной кислоты, которая въ этихъ обстоятельствахъ, образовавшись, дѣйствуетъ на ртуть, находящуюся въ эвдиометрѣ. Если же на одинъ объемъ воздуха взять только пол-объема гремучаго газа, то послѣ взрыва остается весь взятый объемъ воздуха и значитъ нисколько не образуется азотной кислоты. Изъ этого должно вывести практическое правило для употребленія эвдиометра: необходимо, чтобы количество воздуха, прибавляемое для уменьшенія силы взрыва, не было меньше половины взрывчатой смѣси, потому что иначе образуется азотная кислота при взрывѣ; оно не должно быть, притомъ, больше четвертаго объема взрывчатой смѣси, потому что тогда взрыва не происходитъ; слѣдовательно, на 100 объемовъ негорючаго газа нужно брать гремучаго газа отъ 25 до 50 объемовъ; если будетъ меньше 25 объемовъ, то взрыва не происходитъ, отъ пониженія температуры, какъ было изъяснено прежде. Образование азотной кислоты и окисловъ азота посредствомъ дѣйствія электричества на смѣсь азота съ кислородомъ и водянымъ паромъ, удобнѣе наблюдать при прохожденіи ряда электрическихъ искръ получаемыхъ посредствомъ платиновыхъ электродовъ, идущихъ отъ румкорфовой спирали. Обстоятельства, подобныя этимъ, существуютъ въ природѣ во время грозъ и при другихъ электрическихъ разряженіяхъ, совершающихся въ атмосферѣ; оттого и понятно, что въ воздухѣ находится всегда азотная кислота, а въ дождевой водѣ ея довольно значительное количество; впрочемъ эти количества, сравнительно съ количествомъ азота и кислорода, остающихся несоединенными, ничтожны, какъ будетъ показано въ статьѣ объ составѣ воздуха и объ содержаніи въ немъ соединеній азота.

Азотная кислота происходитъ изъ свободнаго азота въ присутствіи кислорода и воды, также и при многихъ другихъ обстоятельствахъ. Если смѣшать одинъ объемъ азота съ 13, или 14 объемами водорода и эту смѣсь сожигать, то при горѣніи образуется значительное количество азотной кислоты. Должно замѣтить, что и здѣсь требуется, для образованія азотной кислоты, избытокъ горящаго водорода, какъ и при взрывѣ электрической искрой; слѣдовательно, всякій разъ, когда будутъ обстоятельства горѣніи избытка водорода въ смѣси съ азотомъ, можно ждать образованія азотной кислоты; оттого при медленномъ окисленіи азотистыхъ веществъ, содержащихъ въ себѣ водородъ, происходитъ при избыткѣ окисля-

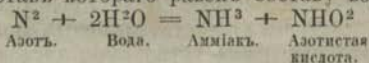
щаго вещества, и некоторое количество азотной кислоты. Этому особенно благоприятствует присутствие щелочи, съ которою можетъ соединяться образующаяся азотная кислота; оттого-то органическія вещества, окисляясь въ присутствіи извести, какъ основанія, даютъ перѣдко азотную кислоту, въ благоприятныхъ обстоятельствахъ по крайней мѣрѣ. На этомъ основано, какъ мы увидимъ впоследствии, полученіе селитръ, т. е. солей азотной кислоты.

Если пропускать черезъ воду, содержащую въ растворѣ азотъ и кислородъ воздуха, гальваническій токъ, то освобождающіеся водородъ и кислородъ соединяются съ азотомъ, образуя амміакъ и азотную кислоту; при этомъ кислородъ, какъ мы знаемъ, озонируется и въ этомъ озонированномъ состояніи онъ способенъ дѣйствовать на азотъ въ присутствіи воды, давая азотную кислоту. Если происходятъ процессы окисленія, то тогда также часть кислорода озонируется и потому замѣчается при этомъ образованіе кислородныхъ соединений азота. Особенно разительно проявленіе такихъ соединений азота съ кислородомъ, при процессахъ окисленія, въ томъ случаѣ, когда мѣдь окисляется насчетъ кислорода воздуха при обыкновенной температурѣ, въ присутствіи амміака. При этомъ кислородъ воздуха поглощается не только для соединенія съ мѣдью, но также и для образованія азотистой кислоты, поглощаемой амміакомъ, такъ что кислородъ воздуха при этомъ раздѣляется между мѣдью и амміакомъ; одна часть его соединяется съ мѣдью, другая съ водородомъ и азотомъ амміака, и образовавшіеся окислы азота и мѣди растворяются въ амміакѣ, т. е. съ нимъ соединяются. Здѣсь мы опять видимъ, какъ и въ предыдущихъ реакціяхъ, что азотъ вступаетъ въ соединеніе только при сложныхъ обстоятельствахъ реакціи, — не прямо съ кислородомъ, напр., а только по мѣрѣ образованія другаго вещества. Мы увидимъ впоследствии такіе факты, которые даютъ возможность, до некоторой степени по крайней мѣрѣ, объяснить причину такого страннаго на первый взглядъ обстоятельства ¹⁾. Наболѣе важно замѣтить, что при соединеніи азота съ кислородомъ, напримѣръ хотя бы при дѣйствіи искры, не происходитъ соединеніе вдругъ, какъ при дѣйствіи искры на смѣсь кислорода съ водородомъ. Это можно объяснить, предполагая, что при соединеніи N съ O не развивается, а поглощается тепло. Дѣйствительно, тогда не бу-

¹⁾ При процессахъ окисленія можно объяснить себѣ образованіе азотисто-кислородныхъ соединений позрнмымъ характеромъ кислорода, о чемъ говорено было въ статьѣ о перевесѣ водорода. Можно предполагать, что одна часть кислорода соединяется съ окисляющимся веществомъ, а другая съ азотомъ, хотя такое объясненіе и будетъ гипотезой, лишеной до сихъ поръ твердыхъ основаній.

детъ той передачи тепла отъ частицы къ частицѣ, которая существуетъ при взрывѣ, при соединеніи Н съ О. Каждая искра будетъ содѣйствовать образованію нѣкотораго количества соединенія азота съ кислородомъ, но не будетъ того же возбуждать въ сосѣднихъ частицахъ. Разсматривая окислы азота, мы будемъ имѣть случай остановиться на этомъ предметѣ.

Въ особенныхъ обстоятельствахъ азотъ непосредственно соединяется съ водою, причеиъ, сколько то извѣстно до сихъ поръ, не происходитъ никакихъ постороннихъ реакцій. Шенбейнъ указалъ, что достаточно одного испаренія воды, чтобы часть азота воздуха, правда, весьма малая, соединилась съ водою, образуя азотистоаммиачную соль; здѣсь, такъ сказать, азотъ соединяется и съ водородомъ, и съ кислородомъ воды, а образовавшіеся продукты, между собою реагируя, даютъ соединеніе, составъ котораго равенъ составу воды + азотъ:



Если это наблюденіе Шенбейна совершенно справедливо, то условія для образованія азотистаго вещества изъ воздуха всюду находятся въ природѣ, при испареніяхъ воды существующихъ повсемѣстно. Но достаточно и однихъ процессовъ медленнаго окисленія и дѣйствія электричества, чтобы видѣть возможность перехода газообразнаго азота въ сложныя тѣла. Въ этихъ же обстоятельствахъ уже несомнѣнно доказано образованіе соединеній азота. Чтобы привести еще одинъ примѣръ этому, достаточно указать на то, что при медленномъ окисленіи фосфора въ присутствіи воды, всегда образуется бѣлое облако, содержащее въ себѣ соединенія азота, а именно вышеупомянутую азотистоаммиачную соль.

Азотъ вступаетъ въ соединеніе при высокой температурѣ, когда дѣйствуетъ на смѣсь, содержащую *уголь и щелочи*; при этомъ происходитъ азотистое вещество, содержащее щелочной металлъ, уголь и азотъ, или такъ называемый синеродистый металлъ напр. KCN, что будетъ болѣе подробно объяснено впоследствии. Изъ здѣсь мы видимъ опять то же обстоятельство сложности реакцій, какое замѣтно и для другихъ случаевъ прямого перехода азота въ его соединенія. Такимъ образомъ существуетъ рядъ реакцій, въ которыя вступаетъ азотъ; онъ образуетъ при этомъ обыкновенно тѣла съ сложнымъ составомъ, изъ которыхъ однако можно получить уже и болѣе простыя соединенія азота, содержащія въ себѣ только азотъ и какой либо другой элементъ; мы и опишемъ далѣе получаемыя этимъ путемъ соединенія азота съ водородомъ и кислородомъ; а въ слѣдующихъ статьяхъ познакомимся съ соединеніями азота съ углемъ и нѣкоторыми другими элементами.

Непосредственныхъ примѣненій азотъ самъ по себѣ для практической жизни не имѣеть, что понятно изъ его недѣлятельности относительно образования сложныхъ тѣлъ; но должно думать, что настанетъ время, когда будутъ умѣть готовить изъ азота воздуха разнообразныя азотныя соединенія. Это будетъ весьма важнымъ успѣхомъ для практической жизни, потому что имѣя соединенія азота и употребляя ихъ какъ удобрительныя вещества, легко можно достигъ весьма высокихъ урожаевъ культурныхъ растений; они находятся въ естественномъ состояніи, въ почвѣ сравнительно малое количество азота, для произведенія богатой жатвы. Большой избытокъ въ почвѣ всѣхъ другихъ питательныхъ веществъ не даетъ еще высокой жатвы, потому что они не находятся въ почвѣ достаточнаго количества азотистыхъ веществъ, для произведенія обильной массы органическаго вещества. Изъ воздуха понадеетъ на пространство десятины съ дождями, не болѣе одного пуда азота въ различныхъ соединеніяхъ его, тогда какъ при обильной жатвѣ колосовыя хлѣба содержатъ въ себѣ 6 пудовъ азота въ видѣ соединеній. Поэтому, для произведенія обильныхъ жатвъ, кромѣ прочихъ условій, благоприятствующихъ произведенію растений, необходимо вводить въ почву большое количество азотистыхъ веществъ. Употребленіе навоза находитъ свое объясненіе не только въ томъ, что посредствомъ него возвращаются почвѣ отнятыя отъ нея питательныя почвенныя вещества, но также и въ томъ, что навозъ содержитъ въ себѣ азотистыя вещества, изверженныя животными, а именно въ 1000 пудахъ навоза содержится около четырехъ пуд. азота въ видѣ различныхъ соединеній. Употребленіе гуано, т. е. изверженій морскихъ птицъ, собираемаго на островахъ близъ Перу и др., оказываетъ изумительное вліяніе на плодородность почвы, что находитъ свое объясненіе въ томъ, что 1000 пуд. такого гуано содержатъ около 140 пуд. азота въ формѣ различныхъ соединеній; по той же самой причинѣ, для благоприятнаго урожая весьма полезны многія другія азотныя вещества: чилийская селитра, амміачныя соли, сырыя кости, кровь и мясо животныхъ, шерсть, обрѣзки роговъ, кожи, и т. п., все это вещества, содержащія болѣе или менѣе значительное количество азота въ разныхъ формахъ. Этотъ азотъ удобрительныхъ веществъ, поступающій въ почву, передается растеніямъ; его называютъ въ этомъ отношеніи **ассимилируемымъ азотомъ**, т. е. такимъ, который можетъ поглощаться растеніями и давать въ нихъ азотистыя вещества, служить для питанія растений; тогда какъ газообразный азотъ въ этомъ отношеніи называется азотомъ неассимилируемымъ, т. е. не поглощаемымъ растеніями, не переходящимъ

въ ихъ плотъ. Одну изъ задачъ прикладной химіи составляетъ отысканіе технически выгоднаго способа получить изъ азота воздуха его соединенія, заключающія ассимилируемый азотъ. Въ пищѣ животныхъ неизбѣжно должны находиться уже готовые азотистыя вещества (а именно бѣлковыя), п. ч. животные ихъ не образуютъ, а напротивъ того, истребляютъ, т. е. переводятъ въ простѣйшія азотистыя вещества. Изъ крови часть переработанныхъ азотистыхъ веществъ поступаетъ въ мочу и другія изверженія, а потому и понятна та роль, какую играютъ животныя изверженія для удобренія земли.

Приведенный выше случай перехода свободнаго азота въ различныя соединенія показываетъ намъ, что такое превращеніе совершается въ природѣ и можетъ быть произведено въ маломъ видѣ искусственно; но необходимо найти условія, въ которыхъ бы такой переходъ происходилъ быстро, въ большихъ массахъ и по произволу. Будущность сельскаго хозяйства много зависитъ отъ открытія подобнаго способа.

Объ атмосферномъ воздухѣ. Атмосферный воздухъ содержитъ смѣсь нѣсколькихъ газовъ и парообразныхъ веществъ. Одни изъ нихъ встрѣчаются въ немъ почти всегда въ одинаковыхъ пропорціяхъ, другія же, напротивъ того, очень измѣнчивы въ своемъ содержаніи. Главнѣйшія составныя части воздуха, встрѣчающіяся въ немъ постоянно, и исчисленныя въ послѣдовательномъ порядкѣ своего относительнаго количества, суть слѣдующія: азотъ, кислородъ, водяной паръ, угольная кислота, азотная кислота, пары амміачныхъ солей. Кромѣ этихъ веществъ, въ воздухѣ обыкновенно находятся, вода въ видѣ пузырьковъ, капель или снѣжинокъ и частицы твердыхъ тѣлъ, имѣющихъ можетъ быть космическое происхожденіе, покрайней мѣрѣ въ нѣкоторыхъ случаяхъ, но въ большинствѣ случаевъ происходящія отъ механическаго перенесенія твердыхъ частей вѣтромъ съ одного мѣста на другое. Эти твердыя и жидкія части висятъ въ воздухѣ подобно тому, какъ мухъ виситъ въ водѣ: онѣ отстаиваются или осѣдаютъ нерѣдко на поверхность земли, но никогда не выдѣляются изъ воздуха вполне, потому что онѣ не находятся въ полномъ покоѣ. Затѣмъ въ воздухѣ находятся нерѣдко случайныя подмѣси различныхъ веществъ, что всѣмъ извѣстно изъ практики жизни. Эти случайныя вещества нерѣдко относятся къ разряду тѣхъ мало ясныхъ для насъ веществъ, которымъ придаютъ названіе миазмовъ, и которыхъ вредъ для органической жизни извѣстенъ каждому.

Разсмотримъ же составъ воздуха, относительно каждой изъ этихъ составныхъ частей, и укажемъ значеніе ихъ и способы для опредѣленія количества, и потомъ перейдемъ къ указа-

нью пріемовъ, могущихъ въ практикѣ содѣйствовать удаленію желаемыхъ подмѣсей воздуха. Замѣтимъ при этомъ, что подъ именемъ атмосфернаго воздуха химики и физики подразумѣваютъ обыкновенно воздухъ, содержащій только кислородъ и азотъ, несмотря на то, что другія составныя части воздуха имѣютъ весьма важное значеніе для жизни земной поверхности. Такое допущеніе въ наукѣ основывается на томъ, что только названныя двѣ составныя части воздуха встрѣчаются въ немъ въ постоянномъ количествѣ, а остальные въ измѣнчивомъ, и притомъ отъ нихъ есть возможность всегда очистить воздухъ. Для выдѣленія изъ воздуха, служащаго для физическихъ и химическихъ изслѣдованій твердыхъ подмѣсей, или, служить простое процѣживаніе черезъ длинный слой ваты, положенной въ трубку. Подмѣсь органическихъ веществъ удаляется изъ воздуха пропусканіемъ его черезъ растворъ марганцовокаліевой соли. Содержаніе угольной кислоты въ воздухѣ уничтожается черезъ поглощеніе ея посредствомъ щелочей, лучше всего натристой извести, которая въ сухомъ видѣ въ пористыхъ кускахъ поглощаетъ угольную кислоту чрезвычайно скоро и вполне. Для удаленія же водянаго пара, находящагося въ воздухѣ и происшедшаго черезъ испареніе въ различныхъ сосудахъ, черезъ которые проходитъ воздухъ до очищенія, для удаленія этой воды, воздухъ пропускается черезъ осушающія вещества, а именно черезъ сухой хлористый кальцій, крѣпкую сѣрную кислоту и фосфорный ангидридъ. Послѣдній лучше и скорѣе всѣхъ дѣйствуетъ въ этомъ отношеніи, но менѣе удобенъ, потому что требуетъ особеннаго приготовленія, тогда какъ сѣрная кислота находится въ рукахъ химика постоянно. Воздухъ, очищенный всѣми этими способами отъ подмѣсей, принимается содержащимъ только кислородъ и азотъ, хотя въ дѣйствительности въ немъ заключается еще нѣкоторое количество водорода и углеродистыхъ водородовъ, отъ которыхъ можно очистить воздухъ пропусканіемъ черезъ накалившую окись мѣди. Окись мѣди окисляетъ при этомъ водородъ и углеродистые водороды, сжигаетъ ихъ, образуя угольную кислоту и воду, которые можно отнять вышеприведенными способами. Такой очищенный воздухъ представляетъ, во многихъ отношеніяхъ, инныя свойства, чѣмъ обыкновенный атмосферный воздухъ. Такъ напр., въ немъ не могутъ растенія увеличиваться въ своемъ вѣсѣ и погибаютъ, но онъ именно и считается за нормальный воздухъ, и если говорить, что вѣсѣ воздуха принимается при опредѣленіи плотности газа за единицу, то говорятъ при этомъ именно о такомъ воздухѣ, очищенномъ отъ подмѣсей и содержащемъ только кислородъ и азотъ. Имен-

но вотъ такой воздухъ и вѣситъ при 0° и 760 миллиметрахъ давленія и при широтѣ въ 45° въ количествѣ одного литра или 1 куб. дециметра 1,1293 грам. Прежде всего и рассмотримъ именно такой очищенный воздухъ, а потомъ уже перейдемъ къ разсмотрѣнію воздуха обыкновеннаго. Впрочемъ, при обыкновенныхъ наблюденіяхъ надъ воздухомъ, не прибѣгаютъ ко всѣмъ вышеуказаннымъ способамъ его очищенія, потому что количество тѣхъ подмѣсей, какія находятся въ воздухѣ и удаляются изъ него сложными приемами, столь незначительно, что результатъ измѣняется посредствомъ этого только чрезвычайно слабо и въ предѣлахъ погрѣшностей обыкновеннаго наблюденія, эти разности нечувствительны. Для самыхъ же точныхъ изслѣдованій необходимо прибѣгнуть къ полному очищенію воздуха.

Въ очищенномъ воздухѣ разнообразныхъ странъ земли и съ разныхъ широтъ, съ разныхъ высотъ надъ ея поверхностью, съ моря и суши, словомъ въ воздухѣ въ разнообразнѣйшихъ мѣстахъ, находится вездѣ постоянное отношеніе между количествомъ кислорода и азота. Это впрочемъ и понятно само по себѣ вслѣдствіе того, что воздухъ постоянно движется, перемѣщается, уравнивается въ своемъ составѣ на всей поверхности земли. Онъ всюду одинаковъ также вслѣдствіе того обстоятельства, что причины для измѣненія состава воздуха существуютъ во всѣхъ мѣстахъ земли. Въ тѣхъ же случаяхъ, гдѣ воздухъ подвергается измѣненію, находясь въ болѣе или менѣе замкнутомъ пространствѣ или, по крайней мѣрѣ, въ пространствѣ непровѣтриваемомъ, воздухъ можетъ измѣняться весьма сильно въ своемъ составѣ, если будетъ обстоятельство его измѣняющее. Оттого-то воздухъ жилыхъ помѣщеній, подваловъ и колодцевъ, въ которыхъ находятся вещества, поглощающія кислородъ, содержитъ менѣе этого газа, тогда какъ воздухъ, находящійся на поверхности стоячей воды, въ которой растутъ многія низшія растенія и выделяютъ кислородъ, находится избытокъ этого послѣдняго газа. Постоянство состава воздуха на всей поверхности земли доказано было множествомъ весьма тщательныхъ изслѣдованій. Чтобы опредѣлить относительное содержаніе въ воздухѣ кислорода и азота, можно употребить различныя средства и мы опишемъ здѣсь во-первыхъ самые грубые, но скорые изъ нихъ и потомъ точнѣйшій способъ.

Во всякомъ случаѣ **анализъ воздуха** состоитъ въ превращеніи кислорода въ такое соединеніе, которое было бы не газообразно и потому выдѣлялось бы изъ воздуха. При этомъ измѣняется первоначально объемъ всего воздуха и потомъ объемъ оставшагося азота. По разности или по вѣсу обра-

зававшагося кислороднаго соединенія судить о количествѣ кислорода. Все измѣреніе объема при этомъ очевидно необходимо производить, принимая во вниманіе давленіе, подъ которымъ измѣряется газъ и его температуру и для сравненія необходимо привести измѣряемый объемъ остальнаго азота, къ первому давленію и къ первой температурѣ, при которыхъ измѣряется воздухъ (стр. 309). Необходимо также наблюдать, чтобы при этомъ измѣреніи газообразныхъ объемовъ не содержалось въ нихъ водянаго пара, потому что этотъ послѣдній увеличиваетъ объемъ газа, или сдѣлать поправку на влажность. Если же нѣтъ возможности удалить паръ, то нужно принять въ соображеніе то давленіе, которое производитъ онъ въ смѣси съ измѣряемымъ газомъ (стр. 124). Средство, которое употребляется для превращенія кислорода въ негазообразное вещество, должно обладать способностью отнимать отъ азота весь кислородъ до самаго конца и при этомъ не выдѣлять какихъ либо газообразныхъ веществъ. Оттого-то смѣсь пирогаллина или такъ называемой пригорѣлой орѣшковой кислоты съ ѣдкою щелочью, хотя и поглощаетъ кислородъ очень удобно, однако не годится для точнаго опредѣленія содержанія кислорода, потому что черезъ дѣйствіе на нее этого газа происходитъ, правда незначительное, количество газообразной окиси углерода. Послѣдняя оставшись вмѣстѣ съ азотомъ, дастъ ошибочный результатъ анализа. Однако это средство столь сподручно и количество окиси углерода, которое оно выдѣляетъ, столь незначительно, что для довольно грубыхъ опредѣленій кислорода въ газообразныхъ смѣсяхъ его употребляютъ нерѣдко. Для этой цѣли въ воздухъ или въ другую газообразную смѣсь, помещенную въ колоколь, дѣленный на равные объемы и помещенный въ ртутную ванну, вводятъ растворъ или смѣсь пирогаллина съ ѣдкимъ кали. Послѣ взбалтыванія или продолжительнаго дѣйствія, кислородъ поглощается этою смѣсью.

Самый простѣйшій приемъ, которымъ первоначально и опредѣлялся составъ воздуха, состоитъ въ употребленіи фосфора. Это вещество поглощаетъ кислородъ не только при нагреваніи, но и при обыкновенной температурѣ и притомъ производитъ это поглощеніе до конца. Это окончательное потребленіе кислорода замѣтно потому, что фосфоръ въ обыкновенномъ воздухѣ, содержащемъ кислородъ, при обыкновенной температурѣ свѣтится, а въ азотѣ, совершенно лишennemъ кислорода, перестаетъ свѣтиться. На этомъ основывается слѣдующій способъ опредѣленія содержанія кислорода въ воздухѣ или въ другихъ газообразныхъ смѣсяхъ. Въ трубку, сверху запаянную и раздѣленную на части равной

вмѣстимости, вводятъ изслѣдуемый газъ, помѣстивши трубку въ обыкновенную чашку съ водою. Способъ такого наполненія долженъ быть намъ понятенъ и изъ предшествующихъ примѣровъ работъ съ газами. Затѣмъ трубку оставляютъ при обыкновенной температурѣ, чтобы газъ, въ ней, находящійся, принялъ температуру воздуха и потомъ замѣчаютъ не только объемъ газа, введеннаго въ трубку, но и высоту поднятія воды въ трубкѣ. Чтобы избѣжать при дальнѣйшихъ исчисленіяхъ поправки на давленіе, которому подверженъ газъ въ трубкѣ, лучше всего такъ помѣстить ее, чтобы уровень воды въ трубкѣ и въ томъ стаканѣ или чашкѣ, въ которой она поставлена, былъ одинаковъ. Тогда газъ, находящійся въ трубкѣ, будетъ подверженъ обыкновенному атмосферному давленію. Понижая и повышая трубку или прибавляя и убавляя изслѣдуемый газъ, можно достигнуть такого равенства уровня. Чтобы не измѣнилась температура при измѣреніяхъ, необходимо опытъ производить въ комнатѣ съ постоянной температурой. Послѣ этого въ газовое пространство вводятъ палочку фосфора, прикрѣпленную, напр., на проволоку или какимъ либо другимъ образомъ. Тогда кислородъ поглощается фосфоромъ и это продолжается до тѣхъ поръ, пока фосфоръ перестаетъ свѣтиться, что и показываетъ окончаніе поглощенія. Свѣтимость фосфора конечно при этомъ нужно узнать въ темнотѣ. При температурѣ 20° — 30° и въ присутствіи воды полное поглощеніе совершается въ 20—30 минутъ времени, при низкой температурѣ долѣе. Тогда вынимаютъ фосфоръ, зашпируютъ нижнее отверстіе трубки пальцемъ или каучуковой пластинкой, колоколь взбалтываютъ и ставятъ обратно въ сосудъ съ водою, устанавливая снова уровни сосуда и трубки на одну высоту. Затѣмъ узнаютъ какой объемъ газа остался въ трубкѣ; разность перваго и втораго наблюденія надъ объемомъ показываетъ объемъ кислорода, поглощеннаго фосфоромъ, а отношеніе этой разности къ первоначально взятому объему — содержаніе кислорода въ данной газовой смѣси, напр. въ воздухѣ. Этотъ способъ впрочемъ не можетъ дать точныхъ результатовъ. Онъ очень удобенъ по своей простотѣ и особенно долженъ быть рекомендованъ для опредѣленія кислорода въ воздухѣ, который содержится растворимый въ водѣ или въ воздухѣ, испорченномъ какимъ нибудь образомъ. Для этихъ въ практикѣ встрѣчающихся случаевъ не требуется большой точности, а между тѣмъ необходимо, перѣдко, узнать содержаніе кислорода для опредѣленія относительнаго достоинства воды, назначенной къ употребленію или воздуха различныхъ помѣщеній. Неточность способа зависитъ отъ растворенія части воздуха въ водѣ, отъ соедине-

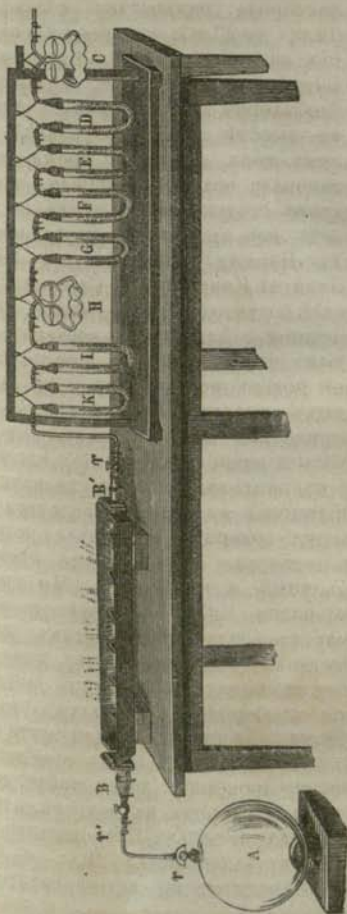
ненія части азота съ кислородомъ въ слѣдствіе образованія озона, отъ необходимости вводить и вынимать фосфоръ, что не можетъ быть совершенно безъ введенія и выдѣленія воздушныхъ пузырьковъ и т. п.

Гораздо болѣе точные результаты даютъ правильно произведенныя опредѣленія въ эвдиометрѣ, если при этомъ ввести всѣ необходимыя поправки на измѣреніи давленія, температуры и влажности. Сущность такого опредѣленія состоитъ въ томъ, что въ эвдиометръ (стр. 306) вводится воздухъ, измѣряется его объемъ, узнается давленіе и температура этого воздуха (для этого лучше всего эвдиометръ окружить снаружи широкою трубкою, погруженною внизу въ ртуть и наполненною водою, температура которой при этомъ и опредѣляется) и потомъ опредѣляется объемъ, который бы занималъ воздухъ при 0° и при давленіи въ 760 миллиметровъ. Затѣмъ въ эвдиометръ вводится нѣкоторый объемъ водорода, опредѣляется давленіе и температура смѣси, а слѣдовательно узнается опять объемъ ея при нормальномъ давленіи и температурѣ. Разность перваго и втораго опредѣленія покажетъ объемъ введеннаго водорода; послѣдній газъ конечно долженъ быть введенъ сухой. Тогда производятъ взрывъ посредствомъ лейденской банки или румкорфовой спирали, какъ указано было при опредѣленіи состава воды, причѣмъ эвдиометръ снизу заширается надавленіемъ на каучуковую пластинку, чтобы при взрывѣ, производимомъ искрою, не выбросилась часть жидкости и газа изъ эвдиометра. При взрывѣ изъ водорода и кислорода образуется вода. Происшедшую воду должно удалить передъ новымъ измѣреніемъ, иначе давленіе ея паровъ окажетъ вліяніе на результатъ. Для этой цѣли въ эвдиометръ вводятъ платиновую проволоку, на конецъ которой прикрѣпятъ кусочекъ хлористаго кальція, который и втягиваетъ въ себя водяные пары, образовавшіеся при взрывѣ. Повторяя такое высушиваніе нѣсколько разъ и вынимая подъ конецъ хлористый кальцій, получаютъ въ эвдиометрѣ сухой газъ. Можно также употребить коксовый шарикъ, смоченный сѣрною кислотою. Послѣ высушиванія оставшійся объемъ газовой смѣси снова измѣряютъ, опредѣляя и температуру и давленіе и переводя замѣченный объемъ къ нормальной температурѣ и давленію. Полученный объемъ будетъ меньше втораго изъ наблюденныхъ объемовъ. Уменьшеніе объема зависитъ отъ того, что кислородъ съ водородомъ дали воду, удаленную изъ прибора. Уменьшеніе объема показываетъ относительное содержаніе кислорода, если взято было достаточно водорода для полного превращенія кислорода въ воду. Изъ трехъ исчез-

нущихъ объемовъ одинъ принадлежитъ кислороду, а два водороду: слѣдовательно $\frac{1}{3}$ уменьшенія объема показываетъ содержаніе кислорода. Необходимо, значить, убѣдиться въ томъ, что въ приборѣ не осталось больше кислорода и заключается только смѣсь водорода и азота, или только этотъ послѣдній газъ. Для этого можно ввести новое количество водорода и произвести новый взрывъ. Если при этомъ не замѣчается никакого уменьшенія въ объемѣ, значить, не осталось послѣ перваго взрыва нисколько кислорода. Впрочемъ, судя потому, что сказано было прежде о взрывѣ, нельзя производить его при маломъ относительномъ содержаніи кислорода или гремучаго газа, и потому необходимо при этомъ пробѣрочное испытаніе: ввести въ смѣсь нѣкоторый объемъ гремучаго газа, а именно около половины всего оставшагося объема. Гремучій газъ при взрывѣ дастъ воду, которую можно удалить, а потому его подмѣсь не окажетъ никакого результата на измѣреніе объема послѣ взрыва; а между тѣмъ, при значительномъ содержаніи гремучей смѣси, и при прибавленномъ избыткѣ водорода, малые слѣды оставшагося кислорода сгорятъ при взрывѣ и потомъ можно будетъ узнать по уменьшенію объема о томъ, произошло ли при первомъ взрывѣ полное горѣніе, или часть кислорода осталась. Во всякомъ случаѣ $\frac{1}{3}$ *всего* замѣченнаго сокращенія показываетъ количество кислорода, а слѣдовательно и процентъ его содержанія по объему. Анализъ веденный по этому способу при соблюденіи всѣхъ вышеуказанныхъ условій, даетъ числа весьма согласныя между собою и уже довольно точныя, но не допускаетъ однако большой степени точности, потому что требуется для полученія результата очень много приемовъ и измѣреній, каждый изъ которыхъ сопряженъ съ извѣстнаго рода погрѣшностями и потому часть ихъ можетъ вліять и на результатъ.

Самый точный, сопровождающійся наименьшимъ количествомъ погрѣшностей, способъ опредѣленія состава воздуха состоитъ въ прямомъ, по возможности, взвѣшиваніи кислорода и въ измѣреніи объема оставшагося азота. Для этой цѣли воздухъ, предварительно очищенный чрезъ пропусканіе въ разные приборы, указанные выше, проводится въ трубу, содержащую въ себѣ мелкоиздробленную металлическую мѣдь и предварительно взвѣшенную. Длинный слой такой мѣди при накаиваніи поглощаетъ весь кислородъ воздуха и остается чистый азотъ, котораго объемъ и долженъ быть измѣренъ. Собирая азотъ, происходящій при этомъ въ взвѣшенномъ пустомъ шарѣ, можно даже прямо опредѣлить весь оставшагося азота, а взвѣшивая трубку съ мѣдью до опыта

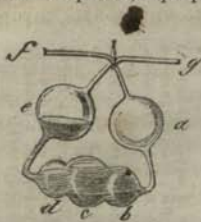
и послѣ опыта, по прибыли вѣса узнать вѣсовое количество кислорода. Впрочемъ и при этомъ способѣ опредѣленія состава воздуха, требуется много мелкихъ приѣмовъ, которые



Фиг. 90. Приборъ употребленный Дюма и Буссенго для вѣсоваго анализа воздуха. Шаръ А вмѣщаетъ 10—15 литровъ. Изъ него выкачиваютъ насосомъ воздухъ и его взвѣшиваютъ пустой. Трубка ВВ', соединенная съ нимъ, наполнена жѣдью и пустая завѣшена. Ее накаливаютъ въ печи на угльяхъ. Когда жѣда распалена, открываютъ поочередно первый кранъ г (подъ В'). Воздухъ проходитъ черезъ сосуды С (съ растворомъ вѣселаго кали (фиг. 91), D, E, F и G съ растворомъ и кусками вѣселаго кали, отчего и лишается углекислаго газа, а потомъ въ H, I и K съ сѣрною кислотою (прокипаченною, чтобы изгнать растворенный воздухъ) и наконецъ всю смоченною, отчего лишается влаги. Чистый воздухъ оставляетъ въ ВВ' кислородъ жѣди. Когда воздухъ пойдетъ въ ВВ', отворяютъ кранъ г шара А и этотъ послѣдній также наполняется азотомъ. Когда воздухъ больше входитъ, закрываютъ краны и взвѣшиваютъ шаръ и трубку. Потомъ изъ трубки выкачиваютъ азотъ и пустую снова взвѣшиваютъ. Прибыль противу перваго вѣса трубки покажетъ количество кислорода, а разность втораго и третьяго взвѣшиванія трубки и обонихъ взвѣшиваній шара покажетъ вѣсъ азота, $\frac{1}{11}$.

затрудняютъ его исполненіе, хотя здѣсь и допускается возможность точнаго опредѣленія вѣсоваго содержанія составныхъ частей воздуха.

Вѣсовой анализъ воздуха, произведенный Дюма и Буссенго въ Парижѣ, при разныхъ состоянiяхъ погоды, многократно



Фиг. 91. Приборъ съ жидкостью для поглощенiя газовъ, употребляющiйся очень часто и называемый Либиховымъ кали-аппаратомъ, и. ч. чаще всего употребляется для поглощенiя углекислаго газа растворомъ ѳднago кали. Газъ входитъ чрезъ *f*; давить на поглощающую жидкость, входитъ *a* въ *b* и постепенно въ *c*, *d* и *e*, выходитъ въ *g*, проиная чрезъ жидкость причеиъ ею и поглощается.

отъ 27 апрѣля до 22 сентября 1841 г., показали, что вѣсовое количество кислорода измѣняется только отъ 22,89% до 23,08%; среднее же содержанiе равняется 23,07%. Бруниеръ въ Бернѣ въ Швейцарiи и Браве на Фаульгорнѣ въ Бернскихъ Альпахъ на высотѣ двухъ верстъ надъ уровнемъ моря, въ это же время, анализировали воздухъ и нашли, что составъ воздуха этихъ мѣстъ не выходитъ изъ предѣловъ, определенныхъ для Парижа. Мариньякъ въ Женевѣ, Леви въ Копенгагенѣ, Стасъ въ Брюсселѣ подтвердили то же самое. Исслѣдованiя, сдѣланныя съ воздухомъ, взятымъ изъ различныхъ частей свѣтасъ поверхности океана и съ различныхъ высотъ надъ уровнемъ моря, приводятъ къ тому заключенiю, что всюду воздухъ имѣетъ одинаковое содержанiе кислорода и если оно мѣняется, то въ предѣлахъ весьма незначительныхъ. Большая часть наблюденiй сдѣлана посредствомъ эвдиометрическаго анализа, при которомъ находится не вѣсовая, а объѣмный составъ воздуха. Впрочемъ по вѣсовому составу легко найти и объѣмный, и на оборотъ. Мы знаемъ, что плотность кислорода равна 1,0564, а плотность азота равна 0,9713 по отношенiю къ воздуху. Изъ этихъ чиселъ легко отыскать отношенiе этихъ газовъ по объѣму, зная, что во 100 ч. воздуха по вѣсу заключается, среднимъ числомъ, 23,07 кислорода. Объѣмъ кислорода въ воздухѣ равенъ $23,07 : 1,056$, что равно 20,866. Точно также для азота найдемъ объѣмъ $76,93 : 0,9713 = 79,203$. Сумма этихъ объѣмовъ = 100,069¹⁾. Слѣдовательно, по пропорцiи, легко найти, какой объѣмный процентъ занимаетъ кислородъ въ воздухѣ, а именно: $100,07 : 20,87 = 100 : x$ откуда $x = 20,85$. Слѣдовательно, во 100 частяхъ воздуха по объѣму заключается 20,85, а азота 79,15. Такое же отношенiе находится по эвдиометрическому

¹⁾ Весьма курioзно, что содержанiе кислорода x и азота y въ воздухѣ можно найти почти точно, зная плотности d и d' обоихъ названныхъ газовъ, и допуская, что $x + y = 100$, также какъ и $\frac{x}{d} + \frac{y}{d'} = 100$. Отсюда находимъ $x = 100 d \frac{1 - d'}{d - d'} = 23,6$, что близко къ действительности.

анализу. Бунзенъ, производя анализы посредствомъ эвдиометра, нашелъ дѣйствительно слѣдующее количество кислорода въ обыкновенномъ воздухѣ: 20,97; 20,96; 20,93; 20,91 и т. д. Среднее содержаніе кислорода, найденное этимъ путемъ, оказывается почти тождественнымъ съ тѣмъ, какое найдено путемъ прямого вѣсового изслѣдованія. Гэй-Люссакъ, на высотѣ почти 7-ми верстъ надъ уровнемъ земли, во время полета на аэростатѣ, собралъ воздухъ и нашелъ въ немъ 21,49 объемовъ кислорода. Сводя все то, что извѣстно въ этомъ отношеніи, должно утверждать, что составъ воздуха во всѣхъ обыкновенныхъ условіяхъ повсюду одинаковъ и колебаніе, замѣченное въ этомъ отношеніи, можно приписать отчасти неизбежной неточности опыта, отчасти же нѣкоторымъ незначительнымъ измѣненіямъ въ составъ воздуха. Въ доказательство того, что нѣкоторыя обстоятельства могутъ дѣйствительно измѣнить составъ воздуха болѣе или менѣе значительно, можно привести нѣсколько хорошо извѣстныхъ наблюденій; такъ напр., по изслѣдованіямъ Бишофа воздухъ одной каменноугольной копи содержитъ 22,93 кислорода по объему, а воздухъ, заключающійся во впадинахъ ледниковъ (вѣчнаго, горнаго льда) и выдѣляющійся черезъ ихъ трещины, содержитъ только 10,22 объемовъ кислорода. Это послѣднее зависитъ конечно отъ того, что при низкой температурѣ кислородъ гораздо болѣе растворяется въ снѣговой водѣ и въ снѣгу, чѣмъ азотъ; а потому, проходя черезъ длинный холодный ледникъ, воздухъ отдаетъ водѣ ледника большое количество кислорода и становится имъ бѣднѣе.

Черезъ взбалтываніе съ водою составъ воздуха долженъ измѣняться, и измѣняется потому, что вода растворяетъ неодинаковое количество кислорода и азота, а потому воздухъ, содержащійся въ водѣ, имѣетъ иной составъ, чѣмъ атмосферный воздухъ. Зная, по опредѣленіямъ Бунзена, что одна часть воды при 0° растворяетъ 0,0293 частей азота и 0,0414 частей кислорода, можно найти составъ воздуха, растворяющагося въ водѣ, а именно способомъ, указаннымъ на стр. 148 и 149.

По опредѣленіямъ Бунзена, воздухъ, выкипяченный изъ воды, насыщенной при 1° Ц., содержитъ 34,91 кислорода и 65,09 азота. Замѣчательно, что растворимость кислорода и азота въ водѣ съ температурой уменьшается столь однообразно, что отношеніе кислорода къ азоту въ водяномъ растворѣ, насыщенномъ этими газами въ воздухѣ, остается при самой разнообразной температурѣ почти одинаковымъ. Понятно изъ этого будетъ и то обстоятельство, что надъ моремъ, какъ нашли нѣкоторые наблюдатели, воздухъ бѣднѣе кислородомъ чѣмъ на сушѣ: вода растворяетъ больше кислорода чѣмъ азота. Разности однако не превышаетъ 0,3% и иногда ея нѣтъ.

Возможность измѣненія состава воздуха посредствомъ простаго дѣйствія растворяющаго вещества, такъ же какъ и при помощи просачиванія (стр. 232) показываетъ самымъ яснымъ образомъ, что въ воздухѣ составныя его части находятся въ простомъ смѣшеніи, въ какомъ могутъ находиться между собою всякіе газы; они не образуютъ здѣсь опредѣленнаго тѣла, хотя составъ атмосферы и оказывается однороднымъ всюду, но крайней мѣрѣ въ обыкновенныхъ условіяхъ. Непостоянство этого состава въ разныхъ особыхъ обстоятельствахъ подтверждаетъ справедливость этого заключенія, и потому постоянство состава воздуха не должно считать зависящимъ сколько бы то ни было отъ природы входящихъ въ него газовъ, оно происходитъ только отъ космическихъ явленій, содѣйствующихъ этому постоянству. Трудно было бы думать, что процессы, выдѣляющіе кислородъ, преимущественно же процессы дыханія растений, были равносильны тѣмъ процессамъ, которые поглощаютъ кислородъ на всей земной поверхности. Можно сдѣлать даже приблизительное вычисленіе для опредѣленія этихъ отношеній. Но такое вычисленіе по нынѣ не имѣетъ твердыхъ опоръ и потому можно было бы полагать, что составъ воздуха со временемъ измѣнится, когда отношеніе между растительностью и процессами, служащими для поглощенія кислорода, измѣнится; но такому предположенію можно противопоставить умозаключеніе слѣдующаго рода: атмосфера земли не имѣетъ и не должна имѣть определенной границы и мы видимъ даже, въ статьѣ объ атомной теоріи, что есть заключенія, это подтверждающія. Вслѣдствіе этого наша атмосфера должна мѣняться своими составными частями со всемъ небеснымъ пространствомъ. Если бы она измѣнилась вслѣдствіе чего бы то ни было, то нарушилось бы равновѣсіе нынѣ существующее и оно бы испортилось посредствомъ безконечно громадной массы рѣдкаго воздуха, находящагося въ небесномъ пространствѣ. Если бы, напр., уменьшилось количество кислорода, то оно восполнилось бы насчетъ кислорода, разсѣяннаго въ небесномъ пространствѣ.

Зная среднее атмосферное давленіе и поверхность земли, легко узнать приблизительное количество атмосфернаго воздуха на землѣ. Меридіанъ или окружность земли приблизительно = 40 милліонамъ метровъ, слѣдовательно поверхность равна $\frac{40 \text{ милл.} \times 40 \text{ милл.}}{3,1416}$ кв. метровъ или около 509.000.000 милліоновъ кв. метровъ. На квадратный метръ поверхности давленія воздуха = давленію столба ртути высотой въ 760 милліметровъ или 0,76 метровъ, слѣд. вѣсъ воздуха покоящагося надъ каждымъ кв. метромъ земной поверхности, равенъ вѣсу 0,76

куб. метра ртути (при 0°), или 13595,93 0,76 килограммов¹⁾, то есть = 10,334 килогр., а потому весь всей земной атмосферы достигает до 5.260,000,000,000 миллионов килограммов. Въ этомъ весь воздуха около будетъ 1.220,000,000,000 миллионов килограм. кислорода. Среднее потребление кислорода на каждого жителя въ день въ Парижѣ²⁾ на весь его потребности (дыханіе, освѣщеніе, отопленіе, домашнихъ животныхъ и пр.) не превышаетъ 3 килограммовъ, слѣд. въ годъ достигаетъ 1,000 кил., а все жители земли расходуютъ около 1.000,000 миллиона кил. въ годъ кислорода. Если бы не было никакихъ причинъ для возобновленія кислорода, а потребление его ограничивалось только неизбежными нуждами людей, то втеченіи миллиона лѣтъ былъ бы истребленъ весь кислородъ. Принимая же во вниманіе, что истребленіе $\frac{1}{20}$ доли кислорода и переходъ въ него соответственнаго количества продуктовъ выдыханія и горѣнія дѣлаютъ воздухъ уже негоднымъ и вреднымъ для дыханія, должно заключить, что кислорода атмосферы достало бы не дагѣ какъ тысячу на 50 лѣтъ, для однихъ только людей и ихъ потребностей. Очевидно, что кислородъ воздуха возобновляется. Растенія—главный источникъ для этого возобновленія. Поверхность земли, покрытую растительностію нельзя принять болѣе 50.000,000 миллионов кв. метровъ ($\frac{1}{16}$ всей поверхности земли), и среднюю ежегодную производительность квадратнаго метра земли нельзя принять болѣе 0,3³⁾ кил. сухаго растительнаго вещества съ 0,1 кил. углерода. Этотъ углеродъ образуется изъ углекислаго газа воздуха, а именно изъ него выдѣляется растеніями весь кислородъ, такъ что на 6 частей поглощеннаго углерода растенія выдѣляютъ 16 частей кислорода, слѣд. на 0,1 кил. углерода каждый кв. метръ земли въ годъ дастъ никакъ не болѣе 0,27 кил. кислорода, слѣдовательно вся земная поверхность, покрытая растительностію, производитъ въ годъ (не болѣе) 15.000,000 миллионов килограммовъ кислорода. Это число не очень далеко отъ того, которое выражаетъ потребление кислорода, какъ мы вычислили выше, принимая во вниманіе, что потребление мы вычислили въ наименьшемъ возможномъ количествѣ, а образованіе кислорода въ наибольшемъ. Таковы въ крупныхъ чертахъ кислородный балансъ воздуха.

Кромѣ кислорода и азота, воздухъ заключаетъ въ себѣ еще множество другихъ составныхъ частей. Содержаніе воды или **влажности въ воздухъ**, какъ извѣстно каждому изъ физики, весьма значительно мѣняется. Влажный воздухъ легче сухаго, потому что плотность водянаго пара меньше плотности воздуха. Способы, которыми опредѣляется содержаніе

1) п. г. куб. метръ ртути вѣситъ 13595,93 кил.

2) Для него извѣстно количество потребляемыхъ предметовъ. Буссенго со-
срала необходимыя данныя.

3) Считая что десятина или гектаръ (10,000 кв. метровъ) производитъ не болѣе 1,000 пуд. органическаго вещества изъ 17,000 кил. и полагая, что болѣе-
шинство земли дастъ въ годъ 100 пуд. съ десятины. Средній приростъ мы при-
нимаемъ 180 пуд. или 360 кило съ десятины или 10,000 кв. метровъ, съ метра
0,3 кило сухаго растительнаго вещества съ $\frac{1}{16}$ углерода.

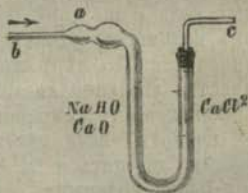


влажности, въ воздухѣ принадлежать преимущественно къ ряду физическихъ наблюдений и потому если мы упомянемъ объ нихъ, то только весьма кратко и именно по поводу того, что самый точный способъ такого опредѣленія есть способъ основанный на химическомъ сродствѣ воды къ хлористому кальцію, сѣрной кислотѣ и другимъ веществамъ поглощающимъ воду. Самымъ сильнымъ водопоглощающимъ веществамъ, отнимающимъ влагу изъ воздуха, должно считать фосфорный ангидридъ; но его употребляютъ для этой цѣли весьма рѣдко, потому что неудобно обращаться съ этимъ веществомъ. Чаще всего для поглощенія влажности употребляютъ пемзу, пропитанную сѣрною кислотою или хлористый кальцій. Въ нѣсколькихъ трубкахъ, изогнутыхъ въ видѣ буквы U помѣщаютъ такія вещества, которыя назначены для поглощенія влаги (фиг. 57). Всѣ эти трубки взвѣшиваются въ сухомъ воздухѣ, соединяются между собою каучуковыми трубками и, наконецъ, ихъ соединяютъ съ горломъ стеклянки, дѣленной на части опредѣленнаго объема и имѣющей внизу кранъ, для вытеканія воды. Эту стеклянку предварительно наполняютъ водою и сообщаютъ ей горло съ трубкою, назначенною для удержанія водяныхъ паровъ, могущихъ выходить изъ этой стеклянки. Когда приборъ установленъ, тогда отворяютъ кранъ аспиратора и заставляютъ воду, въ немъ находящуюся, медленно вытекать. Черезъ это получается токъ воздуха, проходящій по всѣмъ трубкамъ, содержащимъ вещества, назначенныя для поглощенія воды. Во время этого медленнаго движенія воздуха онъ оставляетъ въ трубкахъ всю влагу и уже сухой входитъ въ стеклянку. Когда пропущено будетъ значительное количество воздуха, тогда замѣчаютъ объемъ и температуру воздуха, прошедшаго черезъ приборъ, а черезъ прибыль въ всѣхъ всѣхъ приборовъ, назначенныхъ для поглощенія влаги, узнаютъ количество воды, заключавшагося въ этомъ объемѣ воздуха.

Точныя изслѣдованія показали, что воздухъ имѣетъ среднее содержаніе влажности 60% противъ того количества, которое слѣдуетъ для насыщенія, считая его за 100. Это относится къ воздуху атмосферному, свободно движущемуся; воздухъ же жилыхъ помѣщеній можетъ представлять крайнія степени влажности, а именно: зимой въ нашихъ теплыхъ комнатахъ онъ обыкновенно весьма сухъ, потому что приходящій въ комнату воздухъ, вслѣдствіе холода, содержитъ мало водянаго пара. По этой причинѣ зимой воздухъ въ жилыхъ помѣщеніяхъ долженъ быть искусственно дополненъ влагой, чего и достигаютъ выставя въ этихъ помѣщеніяхъ открытыя сосуды съ водою около того мѣста, гдѣ въ комнату входитъ теплый

воздухъ. Излишняя сухость въ воздухѣ весьма вредна, преимущественно для страдающихъ грудью. Въ другихъ условіяхъ жилия помещенія нерѣдко страдаютъ излишнею сыростью, что извѣстно впрочемъ каждому. Такая сырость также вредна въ гигиеническомъ отношеніи, какъ и сухость воздуха, тѣмъ болѣе, что вслѣдствіе сырости, стѣны и другія части помещеній болѣе или менѣе гниютъ; отъ того въ сырыхъ помещеніяхъ всегда слышенъ характеристическій запахъ, который называютъ обыкновенно запахомъ сырости. Чтобы видѣть тѣ крайніе предѣлы количества влаги, которые заключаются въ воздухѣ, достаточно узнать (стр. 95 и 126) содержаніе водяныхъ паровъ, заключающихся въ кубическомъ метрѣ воздуха, въ двухъ крайнихъ условіяхъ: при наибольшей температурѣ лѣта, именно при 30° Ц. принимая воздухъ насыщеннымъ водянымъ паромъ, и въ томъ же объемѣ воздуха при 0° холода, считая, что и здѣсь воздухъ также насыщенъ водянымъ паромъ. При 0° содержится 4,8 грамма въ куб. метрѣ, а при 30° —29,8 граммовъ. Воздухъ насыщенный влагою при 0° , взойдя въ комнату, вмѣщающую 100 куб. метровъ (обык. размѣръ жилой комнаты), можетъ при 20° тепла (Цельсія) поглотить еще 540 граммовъ (около $1\frac{1}{2}$ фунта) воды.

Загѣмъ въ воздухѣ всегда находится **углекислый газъ**, тотъ самый, который происходитъ при дыханіи животныхъ и при горѣніи угля и имѣетъ свойство кислотныхъ ангидридовъ. Чтобы опредѣлить содержаніе его въ воздухѣ, употребляютъ вещества, поглощающія его, и для этого лучше всего употреблять щелочь, а именно натристую известь¹⁾. При слабомъ токѣ воздуха достаточно четырехвершковаго слоя натристой извести, чтобы совершенно задержать воздухъ содержащейся въ ней угольной кислоты. Для опы-



Фиг. 92. Трубка для поглощенія углекислаго газа. Въ *a* положенъ клубокъ ваты, чтобы порошокъ не высыпался. Загѣмъ натристая известь и потомъ хлористый кальцій для удержанія влаги.

¹⁾ Ее готовятъ слѣдующимъ образомъ. Негашеную известь должно столочь въ мелкій порошокъ и облить самымъ крѣпкимъ растворомъ ѣдкаго натра, слабо нагрѣтаго. Смѣсь должно производить въ желѣзной чашкѣ и постоянно мѣшать, пока известь не начнетъ гаситься. Когда начинается разогрѣваніе массы, она закипаетъ, пучится и сама собою застываетъ, образуя пористое вещество, весьма богатое щелочью, способное поглощать углекислый газъ. Эта пористость чрезвычайно важна для легкаго поглощенія углекислаго газа. Силойной кусокъ ѣдкаго натра или ѣдкаго кали гораздо меньше представляетъ поверхности для поглощенія и потому дѣйствуетъ несравненно медленнѣе. Вслѣдствіе приборами для поглощенія углекислаго газа необходимо ставить приборы поглощающіе воду, п. ч. щелочи поглощая углекислый газъ выделяютъ воду.

та берутъ трубку, изогнутую въ видѣ буквы U съ шарикомъ, какъ показывается ф. 92, помещенная на предыдущей страницѣ. Въ шарикъ кладутъ вату, чтобы порошокъ, поглощающій вещество, не могъ выпастъ изъ прибора. Затѣмъ $\frac{2}{3}$ трубки наполняютъ натристой известью, а послѣднюю треть хлористымъ кальціемъ. Это послѣднее необходимо для того, чтобы удержать влагу, могущую выдѣлиться изъ натристой извести при поглощеніи угольной кислоты. Передъ этимъ аппаратомъ ставятся ряды трубокъ съ хлористымъ кальціемъ, для поглощенія воды, чтобы воздухъ, приходящій въ приборъ съ натристой известью, былъ совершенно высушенъ; чтобы хлористый кальцій не поглощалъ угольной кислоты необходимо, чтобы онъ не содержалъ въ себѣ никакого избытка извести ¹⁾.

Такимъ образомъ, въ большинствѣ случаевъ соединяется опредѣленіе воды съ поглощеніемъ угольной кислоты, и тотъ аппаратъ, который нарисованъ на фиг. 90-й, представляетъ именно такое соединеніе. Количество угольной кислоты гораздо болѣе непостоянно въ воздухѣ, чѣмъ количество кислорода и азота, но несравненно болѣе постоянно, чѣмъ количество влажности. Среднее содержаніе угольной кислоты во 100 частяхъ воздуха, равно $\frac{4}{1000}$ %, т. е. въ 10 тысячахъ воздуха заключаетъ около 4 объемовъ угольной кислоты. Это количество измѣняется въ данномъ мѣстѣ по временамъ года и по мѣрѣ возвышенія надъ уровнемъ земли. Лѣтомъ количество угольной кислоты уменьшается, а зимою увеличивается. По мѣрѣ же возвышенія надъ поверхностью, количество угольной кислоты возрастаетъ. Вообще же говоря, съ пониженіемъ температуры, повидимому, количество угольной кислоты увеличивается, что зависитъ вѣроятно отъ ея свойства сгущаться въ сильномъ холодѣ. Воздухъ на высотѣ Мон-Блана содержитъ въ себѣ уже 0,1990% угольной кислоты. О значеніи углекислаго газа мы уже упоминали (стр. 231) и будемъ подробнѣе говорить въ статьѣ о немъ.

Въ воздухѣ постоянно заключается нѣкоторое количество, впрочемъ очень малое, **углерода и водородистаго водорода**. Это доказано было слѣдующими опытами. Сперва воз-

¹⁾ Такой хлористый кальцій готовится слѣдующимъ образомъ: изъ извести и соляной кислоты, приготовляютъ совершенно средній растворъ хлористаго кальція, и его сгущаютъ сперва на водяной банѣ до возможной густоты, а потомъ на песчаной банѣ съ большою осторожностью. Когда густота раствора дойдетъ до того, что растворъ начинаетъ пѣниться, и пѣна застываетъ во время поднятія, то эту самую пѣну и собираютъ. Это и составляетъ лучший способъ для приготовленія средняго хлористаго кальція. Необходимо во всякомъ случаѣ избегатьъ употребляющейся хлористой кальціи, иначе, отъ присутствія свободной щелочи (извести) можно имѣть большую ошибку. Еще лучше предъ опытомъ долгое время пропускать чрезъ такую трубку углекислоту, чтобы насытить могущую оставаться свободную щелочь.

духъ высушивался и лишался угольной кислоты, а потомъ былъ пропускаемъ черезъ накаленную металлическую мѣдь, чтобы выдѣлить кислородъ, въ немъ содержащейся. Если воздухъ, послѣ этого пропустить черезъ накаленную окись мѣди, то водородъ и углеродистый водородъ стараются и образуютъ воду и угольную кислоту. Ихъ послѣ этого можно собрать въ приборахъ для поглощенія. Такъ какъ они первоначально были удалены, то значить они образовались изъ газовъ непоглощающихся ни хлористымъ кальціемъ, ни щелочью, а образовались чрезъ горѣніе веществъ дающихъ при сжиганіи воду и углекислый газъ. А такіе газы и суть водородъ и углеводороды. Появленіе въ воздухѣ этихъ газовъ весьма понятно изъ того, что они образуются при гніеніи и даже въ маломъ количествѣ, при дыханіи растений и повидимому даже у животныхъ.

Затѣмъ необходимо указать существованіе въ воздухѣ **амміака**, или соединенія водорода съ азотомъ. Присутствіе его въ воздухѣ указывается тѣмъ, что всякая кислота, оставленная на воздухѣ, поглощаетъ со временемъ изъ него амміакъ. Соссюръ наблюдалъ, что сѣрноглиноземная соль превращается на воздухѣ въ сѣрноамміачноглиноземную соль, или такъ называемые амміачные квасцы. Количество амміака опредѣляется пропусканіемъ значительнаго объема воздуха чрезъ разведенный растворъ какой либо кислоты, — обыкновенно берутъ соляную кислоту, — тогда амміакъ изъ воздуха удерживается кислотой и остается въ растворѣ. Его количество есть возможность опредѣлить въ этомъ растворѣ съ большою точностью, посредствомъ осажденія хлористою платиною. Опыты такого рода показали, что въ воздухѣ содержатся неодинаковыя количества амміака въ разное время, и никакого постояннаго числа, въ этомъ отношеніи, до сихъ поръ не получали. Впрочемъ можно полагать, что въ 10,000 объемовъ воздуха содержится не менѣе 0,003 и не болѣе 0,04 амміака; понятно, что при такихъ малыхъ количествахъ, опредѣленіе весьма затруднительно. Воздухъ, въ тѣхъ мѣстахъ гдѣ скопляются измѣняющіяся животныя вещества, особенно же въ конюшняхъ и отхожихъ мѣстахъ, содержитъ обыкновенно гораздо болѣе значительное количество этого газа. Отъ него и зависитъ особый острый запахъ этихъ мѣстъ. Впрочемъ амміакъ способенъ соединяться съ кислотами, какъ увидимъ въ слѣдующей главѣ, а потому онъ долженъ находиться въ воздухѣ въ видѣ такихъ соединеній, и. ч. въ воздухѣ находятся угольная и азотная кислоты.

Еще болѣе затруднительно опредѣленіе содержанія въ воздухѣ азотной кислоты; но ее существованіе въ воздухѣ, въ

особенности послѣ грозы, несомнѣнно доказывается тѣмъ, что дождевая вода, послѣ грозы содержитъ довольно значительное количество азотной кислоты, какъ будетъ при ней указано.

Затѣмъ въ воздухѣ содержится **озонъ**, но должно замѣтить, что реакціи, которыя извѣстны относительно озона, повторяются и надъ соединениями азота съ кислородомъ, и потому, можетъ быть, что существующія опредѣленія количественнаго содержанія озона въ воздухѣ лишены точности, потому что при нихъ смѣшиваются озонъ и окислы азота. Но изслѣдованія весьма многочисленныя, произведенныя въ этомъ отношеніи, показываютъ, во всякомъ случаѣ, что количество озона измѣнчиво въ воздухѣ. Замѣчательно, что озометрическая бумажка (стр. 324) въ комнатѣ не перемѣняется, тогда какъ въ свободномъ воздухѣ происходитъ уже замѣтное измѣненіе въ ея цвѣтѣ. Оказывается, что не каждый день можно доказать присутствіе озона въ воздухѣ. Изъ мѣсяцевъ года, въ мартѣ возрастаетъ количество озона, при началѣ лѣта начинается уменьшеніе озона въ воздухѣ, и наименьшее количество его встрѣчается зимою. Утверждаютъ далѣе, что количества озона по вечерамъ меньше чѣмъ утромъ, по крайней мѣрѣ осенью и зимою; лѣтомъ же существуетъ обратное отношеніе. Нѣкоторые годы особенно характеризуются большимъ содержаніемъ озона; бури предупреждаются увеличеніемъ содержанія озона въ воздухѣ. Полагаютъ затѣмъ, что содержаніе озона въ воздухѣ связано съ появленіемъ нѣкоторыхъ эпидемическихъ болѣзней,—но всѣ эти данныя до сихъ поръ не совершенно точно утверждены и должны быть принимаемы съ осторожностью.

Кромѣ газообразныхъ и парообразныхъ веществъ въ воздухѣ всегда находится болѣе или менѣе значительное количество веществъ, которыя въ парообразномъ состояніи не извѣстны. Очень можетъ быть, что часть этихъ веществъ носится въ воздухѣ въ видѣ **пыли**. Но несомнѣнно существованіе такихъ веществъ въ воздухѣ. Если въ совершенно чистый воздухъ поставить полотняную поверхность, смачиваемую кислотою, то въ получающейся жидкости можно доказать присутствіе натрія, кальція, желѣза и калия. Полотно, смачиваемое щелочью, притягиваетъ угольную кислоту, стрѣнную, фосфорную и хлористый водородъ. Далѣе, подобнымъ же опытомъ доказано присутствіе въ воздухѣ органическихъ веществъ. Если стеклянный шаръ наполнить льдомъ и помѣстить въ комнату, въ которой находится много народа, то въ водѣ, осаждающейся на поверхности шара, можно доказать присутствіе органическихъ веществъ, похожихъ на бѣл-

ковья вещества. Можетъ быть, что миазмы, производящія заразы въ болотистыхъ мѣстахъ, въ больницахъ и при заразахъ, происходятъ отъ присутствія въ воздухѣ подобныхъ веществъ, и, можетъ быть, отъ присутствія въ воздухѣ зародышей низшихъ организмовъ, носящихся въ видѣ мелкой пыли. Существованіе такихъ зародышей доказывается въ воздухѣ слѣдующимъ опытомъ: въ стеклянную трубку кладутъ хлопчатобумажный порошокъ (пироксилинъ), имѣющій видъ обыкновенной хлопчатой бумаги. Онъ способенъ растворяться въ смѣси эфиръ со спиртомъ, что и даетъ такъ называемый коллоидонъ. Черезъ такую трубку пропускаютъ струю чистаго воздуха долгое время, и потомъ хлопчатобумажный порошокъ растворяютъ въ смѣси спирта и эфиръ. Тогда получается нерастворимый остатокъ, содержащій въ себѣ дѣйствительно зародыши организмовъ, какъ показываютъ микроскопическія ихъ изслѣдованія. Значеніе этихъ зародышей опредѣляетъ нѣкоторыя свойства воздуха. Въ присутствіи воздуха происходятъ процессы гніенія и броженія, т. е. основныхъ видовъ измѣненій органическихъ веществъ, которыя сопровождаются полною перемѣною въ ихъ свойствахъ. При этихъ процессахъ всегда замѣчается появленіе низшихъ организмовъ растительныхъ и животныхъ. Такъ напр. при процессѣ броженія, когда напр. изъ сладкаго винограднаго сока получаютъ вино, выдѣляется осадокъ, извѣстный подъ названіемъ дрождей. Дрожди состоятъ изъ собранія особыхъ дрожжевыхъ организмовъ. Для того чтобы эти организмы могли зародиться въ жидкости, способной къ броженію, необходимо, чтобы попали въ эту жидкость зародыши организмовъ. Они и попадаютъ въ воздухѣ, изъ воздуха и попадаютъ въ такія вещества. Находя благоприятныя условія, зародыши развиваются въ организмы, питаются насчетъ органическаго вещества и имѣя его измѣняя и разрушая, приводятъ въ броженіе и гніеніе. Оттого, напр., виноградный сокъ, заключенный въ герметической оболочкѣ, проницаемой для воздуха, но не проницаемой для зародышей, не бродитъ, не измѣняется, пока оболочка остается цѣлою. Оттого-то безъ доступа воздуха вещества растительныя и животныя могутъ быть сохраняемы. Такъ готовятъ, напр., консервы для дальняго плаванія въ моряхъ. Пищу помещаютъ въ жестяную коробку, и изъ нея, чрезъ нагрѣваніе или чрезъ дѣйствіе воздушнаго насоса, удаляютъ весь воздухъ, убиваютъ нагрѣваніемъ могушія остаться зародыши организмовъ, и потомъ запаиваютъ. Въ этихъ условіяхъ такія вещества сохраняются продолжительное время, тогда какъ въ открытомъ воздухѣ онѣ измѣняются очень легко. Далѣе въ подтвержденіе того, что отъ зароды-

дыней, въ воздухѣ носящихся, зависитъ гніеніе и броженіе; можно привести то обстоятельство, что ядовитыя вещества, убивающія жизнь организмовъ, прекращаютъ или препятствуютъ появленію и вышеозначенныхъ процессовъ. Воздухъ, будучи прокаленъ, или пронуженъ чрезъ купоросное масло, не содержитъ уже зародышей организмовъ и теряетъ способность производить броженіе и гніеніе, и потому, какъ ни ничтожны количества зародышей, носящихся въ воздухѣ, они имѣютъ въ природѣ огромное значеніе. Появляются они въ воздухѣ конечно чрезъ разсѣяніе зародышей и влѣдствіе того, что эти послѣдніе имѣютъ весьма ничтожную, микроскопическую величину, они какъ бы висятъ въ воздухѣ, влѣдствіе болѣе поверхности сравнительно со своимъ вѣсомъ. Кроме этого, въ особыхъ условіяхъ, особенно же въ жилыхъ мѣстахъ и при встрѣ, воздухъ нерѣдко наполненъ бываетъ значительнымъ количествомъ пыли, что извѣстно каждому. Та же пыль, о которой была выше рѣчь, содержится во всякомъ, самомъ чистомъ воздухѣ, при совершенномъ его покоѣ.

Итакъ мы видимъ въ воздухѣ весьма разнородныя вещества. Азотъ, встрѣчающійся въ немъ въ наибольшемъ количествѣ, имѣетъ наименьшее вліяніе на тѣ процессы, которыя совершаются при дѣйствіи воздуха. Кислородъ, встрѣчающійся въ меньшемъ количествѣ, чѣмъ азотъ, напротивъ того, принимаетъ весьма важное участіе во множествѣ процессовъ: онъ поддерживаетъ горѣніе, дыханіе, способствуетъ тлѣнію и всякому медленному процессу окисленія. Значеніе влажности воздуха общезвѣстно. Углекислый газъ, встрѣчающійся въ количествахъ еще меньшихъ, имѣетъ также громадное значеніе въ природѣ, потому что служитъ для питанія растений, которыя изъ воздуха поглощаютъ углекислый газъ. Значеніе амміака и азотной кислоты громадно, потому что этимъ путемъ въ природѣ образуются азотныя вещества, составляющія неизбѣжную принадлежность всякаго живаго организма. Наконецъ и ничтожнѣйшее количество зародышей оказываетъ свое значеніе во множествѣ процессовъ. Такимъ образомъ не количественное, а качественное отношеніе составныхъ частей воздуха опредѣляетъ ихъ значеніе въ природѣ. Въ этомъ отношеніи мы встрѣчаемъ то же самое и въ отношеніи двухъ другихъ веществъ, въ огромномъ количествѣ встрѣчающихся на поверхности земли, именно, въ отношеніи къ водѣ и почвѣ. Ничтожное содержаніе въ водѣ растворенныхъ въ ней газовъ и солей имѣетъ огромнѣйшее значеніе для питанія животныхъ и растений. Преобладающія въ почвѣ масса песку и глины, не принимаютъ почти никакого химическаго участія въ роли земли для питанія расте-

ній. Растеніе отыскиваетъ своими корнями въ почвѣ только такія вещества, которыя разсѣяны въ почвѣ въ сравнительно ничтожныхъ количествахъ. Если взять много этихъ питательныхъ веществъ то на такой почвѣ растенія даже не развиваются.

Воздухъ, представляя смѣшеніе разныхъ веществъ, можетъ претерпѣвать значительныя измѣненія вслѣдствіе случайныхъ обстоятельствъ. Въ особенности важно замѣтить то измѣненіе въ составѣ воздуха, которое происходитъ въ жилищахъ и въ различныхъ помѣщеніяхъ, гдѣ люди должны оставаться долгое время. Дыханіе человѣка и животныхъ измѣняетъ воздухъ. Человѣкъ сожигаетъ своимъ дыханіемъ въ каждый часъ около 10 гр. углерода, т. е. производитъ въ день около 880 гр. или (такъ какъ 1 куб. метръ углекислаго газа вѣситъ около 670 граммовъ) около $1\frac{1}{3}$ кубическаго метра углекислаго газа. Воздухъ, выходящій изъ легкихъ, содержитъ около 4% по объему углекислаго газа. Такую же порчу воздуха производитъ вліяніе разлагающихся въ немъ органическихъ веществъ, а въ особенности, горящихъ въ немъ тѣлъ. Оттого свѣча, лампа и газъ измѣняютъ составъ воздуха почти также, какъ дыханіе человѣка. При сожиганіи одного килограмма стеариновыхъ свѣчей, измѣняется 50 куб. метр. воздуха, точно также, какъ и при дыханіи, т. е. въ этомъ количествѣ воздуха получается содержаніе 4% углекислаго газа. Дыханіе животныхъ и испареніе ихъ кожи, а въ особенности испареніе ихъ изверженій и измѣненія, происходящія съ ними, портятъ воздухъ еще значительное, п. ч. вводятъ, кромѣ углекислаго газа, въ воздухъ и другія летучія вещества. Въ то время, когда происходитъ образованіе углекислоты, уменьшается количество кислорода въ воздухѣ и, слѣдовательно, относительно возрастаетъ количество азота, вмѣстѣ съ тѣмъ появляются и миазмы, т. е. вещества въ маломъ количествѣ находящіяся, но весьма ощутимыя при переходѣ изъ пространства съ чистымъ воздухомъ въ пространство наполненное такимъ испорченнымъ воздухомъ. Исслѣдованія, произведенныя въ этомъ отношеніи Шмитомъ, Лебланомъ и другими, показываютъ, что уже при содержаніи 20,6% кислорода (вмѣсто 20,9), воздухъ ощутительно становится тяжелымъ, неудобнымъ для дыханія; при меньшемъ содержаніи кислорода, тяжелое ощущеніе отъ пребыванія въ такомъ воздухѣ, увеличивается. При содержаніи 17,2% кислорода уже трудно оставаться въ немъ даже втеченіи нѣсколькихъ минутъ. Эти отношенія выведены преимущественно изъ изслѣдованія воздуха въ различныхъ рудникахъ, на различныхъ глубинахъ подъ землею. Воздухъ театровъ и жилыхъ помѣ-

щений, значительно наполненных, также оказываетъ меньшее содержаніе кислорода, такъ напр. въ партерѣ театра, подъ конецъ представленія, найдено одинъ разъ 20,75% кислорода; въ это время воздухъ верхнихъ частей театра содержалъ только 20,36%. Количество углекислоты въ воздухѣ можетъ служить мѣрою его порчи. Когда количество это достигаетъ 1%, то пребываніе человѣка въ такомъ воздухѣ становится весьма тяжелымъ, и необходимо производить сильное провѣтриваніе для обновленія испорченнаго воздуха. Для того, чтобы достигнуть въ жилыхъ помѣщеніяхъ всегда равномерно хорошаго воздуха, необходимо вводить въ жилыя помѣщенія, по крайней мѣрѣ, до 10 куб. метр. воздуха въ часъ на каждаго человѣка. Мы видѣли, что человѣкъ выдыхаетъ въ день около 1 $\frac{1}{3}$ куб. метра углекислаго газа. Точныя изслѣдованія показали, что воздухъ, содержащій $\frac{1}{10}$ % выдохнутаго углекислаго газа¹⁾, еще не ощущается какъ испорченный, а потому 1 $\frac{1}{3}$ куб. метра углекислаго газа должны быть разбавлены въ 1300 куб. метрахъ свѣжаго воздуха, если желаютъ, чтобы въ воздухѣ не содержалось болѣе $\frac{1}{10}$ процента (по объему) углекислаго газа. Поэтому, въ день нужно на человѣка 1300 куб. метровъ воздуха, въ часъ 50 куб. метровъ. При ввѣдѣ въ часъ 10 куб. метровъ свѣжаго воздуха на человѣка, содержаніе углекислоты можетъ достигнуть $\frac{1}{2}$ % и тогда уже воздухъ не имѣетъ должной свѣжести. Освѣженіе воздуха, замѣна выдыхаемаго свѣжимъ, называется вентиляціею, провѣтриваніемъ. Такая **вентиляція** жилыхъ помѣщеній особенно необходима, и даже неизбѣжна, въ больницахъ, въ школахъ и т. п. помѣщеніяхъ. Вентиляція или возобновленіе воздуха достигается посредствомъ устройства такъ называемыхъ калориферовъ, т. е. печей, обыкновенно предварительно нагрѣвающихъ входящій воздухъ, что неизбѣжно необходимо въ зимнее время. Лучшее устройство калорифера, въ этомъ отношеніи, есть такое, гдѣ свѣжій и холодный воздухъ проходитъ чрезъ рядъ каналовъ, нагрѣваемыхъ дымомъ. Эти каналы должны имѣть неметаллическія стѣнки, потому что иначе металлъ разогрѣвается весьма значительно, и воздухъ раскаливается очень сильно и тогда представляетъ весьма неудобный и неприятный для дыханія воздухъ. Весьма важно при вентиляціи, въ особенности въ зимнее время, наблюдать, чтобы введенный воздухъ былъ влаженъ, потому что зимой содержаніе воды въ воздухѣ весьма мало и потому, нагрѣваясь, воздухъ становится сухимъ, а въ сухомъ воздухѣ всѣ жизненныя отравленія совершаются ненормально. Пребыв-

1) Слѣд. и соотвѣтственное этому количество другихъ веществъ выдыхаемыхъ вмѣстѣ съ углекислымъ газомъ.

ваніе въ сухомъ воздухѣ производитъ грудную боль, страданіе легкихъ и вообще тяжелое ощущеніе. На мѣсто приводимаго вентиляціей воздуха, должно выводить изъ жилого помѣщенія часть воздуха, испорченнаго дыханіемъ и другими причинами, т. е. вмѣстѣ съ трубами для входа воздуха необходимо устроить и трубы для отвода. Въ обыкновенныхъ помѣщеніяхъ, гдѣ не скопляется много жильцовъ, вентиляція производится естественнымъ образомъ, при топкѣ печей, чрезъ щели, форточки и разныя отверстія въ окнахъ, стѣнахъ и дверяхъ находящихся. Это достаточно въ нѣкоторыхъ случаяхъ, но для общественныхъ зданій, гдѣ можетъ скопляться большое число посѣтителей, необходимо особенное устройство для вентиляціи. Болѣзни, замѣченныя во многихъ фабрикахъ, распространеніе заразъ посредствомъ больницъ и медленное выздоровленіе въ помѣщеніяхъ, худо вентилированныхъ, составляютъ одни изъ рѣзкихъ примѣровъ необходимости правильныхъ заботъ о вентиляціи.

Вентилированіе также необходимо и въ помѣщеніяхъ для животныхъ, какъ оно необходимо въ человѣческихъ жилищахъ. На скотныхъ дворахъ и конюшняхъ нерѣдко воздухъ весьма значительно испорченъ, вслѣдствіе множества причинъ, для этого скопляющихся здѣсь. Производительность и здоровье животныхъ много страдаютъ отъ порчи воздуха, въ которомъ они помѣщаются.

Жизнь животныхъ можетъ продолжаться втеченіи нѣсколькихъ минутъ еще въ воздухѣ, содержащемъ до 30% угольной кислоты, если остальные 70% будутъ состоятъ изъ обыкновеннаго воздуха; но поистеченіи нѣкотораго времени прекращается дыханіе и можетъ наступать смерть. Въ атмосферѣ, содержащей 5 и 6% углекислоты, пламя свѣчи тухнетъ, но жизнь животнаго можетъ продолжаться довольно долгое время, хотя ощущеніе такого воздуха чрезвычайно тяжелое, даже для весьма низкихъ животныхъ. Есть такія копи, въ которыхъ засженная свѣча легко тухнетъ отъ избытка углекислаго газа, а рабочіе должны долго оставаться. При горѣннн угля, дерева и т. п. веществъ въ воздухѣ, свойства его могутъ значительно измѣняться уже и тогда, когда въ атмосферѣ находится сравнительно малое содержаніе углекислаго газа; это зависитъ, безъ сомнѣнія, отъ того, что при горѣннн образуются нѣкоторыя газообразныя вещества (окись углерода, ацетиленъ, синеродистый водородъ и друг.) по большей части вредныя для дыханія. На этомъ основывается дѣйствіе угара и удушья посредствомъ дыма. Присутствіе 1/10 окиси углерода въ воздухѣ дѣлаетъ его уже смертельнымъ даже для животныхъ холоднокровныхъ. Воздухъ инженерныхъ

минь, гдѣ производятъ взрывы, извѣстенъ какъ производящій особый видъ болѣзни—минной, весьма сходной съ угаромъ. Глубокіе колодцы и подвалы нерѣдко содержатъ подобныя же вещества и ихъ воздухъ часто оказываетъ удушье. Для испытанія недостаточно опустить въ такое мѣсто свѣчу и судить о безвредности воздуха потому, что свѣча не тухнетъ. Этого достаточно только для того, чтобы судить о содержаніи углекислота газа. Если свѣча не тухнетъ, значитъ ея мѣше 5⁰/₆. Въ сомнительныхъ случаяхъ лучше испытать такое помѣщеніе, опустивъ въ него собаку или тому подобное животное.

Средствами для очищенія воздуха въ помѣщеніяхъ для людей и животныхъ, могутъ служить не только вентиляція, но и **дезинфекція**, то есть различныя, такъ называемыя, дезинфекціонныя вещества. Такими веществами называются тѣла, способствующія очищенію воздуха, препятствующія вредному дѣйствію нѣкоторыхъ его составныхъ частей чрезъ ихъ измѣненіе или разрушеніе. Въ особенности дезинфекція необходима въ такихъ мѣстахъ, гдѣ въ воздухъ отдѣляется значительное количество пахучихъ веществъ, и гдѣ разлагаются органическія вещества, какъ напр. въ стойлахъ, въ больницахъ, въ отхожихъ мѣстахъ и т. п. Средства для дезинфекціи воздуха весьма разнообразны. Ихъ можно раздѣлить на слѣдующія главныя категоріи: вещества окисляющія, вещества противогнилостныя и вещества поглощающія. Дѣйствіе всѣхъ этихъ веществъ на воздухъ испорченный гниющими животными тканями, несомнѣнно доказывается практикой и даже опытами въ огромныхъ размѣрахъ, что и даетъ поводъ думать, что порча воздуха происходитъ отъ содержанія въ немъ какой-то матеріи (міазма), измѣняющейся дѣйствіемъ различнаго рода веществъ. Можетъ быть эта матерія состоитъ изъ зародышей особенныхъ организмовъ, можетъ быть это есть только измѣняющееся состояніе органической матеріи—это положительно еще неизвѣстно; но несомнѣнно, что міазмы испорченнаго воздуха имѣютъ органическій характеръ, т. е. состоятъ изъ веществъ такихъ, которыя входятъ въ организмъ. Это видно изъ того, что дезинфекціонныя вещества всѣ такого свойства, что препятствуютъ измѣненію органическихъ веществъ и нерѣдко разрушаютъ ихъ. Такъ, окисляющія вещества легко измѣняютъ органическую матерію. Къ такимъ окисляющимъ веществамъ, употребляемымъ для дезинфекціи, относится газообразный хлоръ и различныя вещества, отдѣляющія его, потому что хлоръ въ присутствіи воды окисляетъ большинство органическихъ веществъ. Оттого-то во время чумы и окуриваютъ хлоромъ. Далѣе къ этимъ

веществамъ относятся марганцовощелочныя соли, какъ легко окисляющія въ водѣ растворимыя вещества, конечно не летучія, какъ хлоръ, и потому дѣйствующія медленно и въ гораздо болѣе ограниченномъ пространствѣ. Противогнилостныя вещества суть такія, которыя превращаютъ органическія вещества въ мало измѣнчивыя, препятствуютъ гніенію и броженію. Они, по всей вѣроятности, убиваютъ зародыши организмовъ, находящихся въ мѣзмахъ. Между такими веществами первое мѣсто занимаетъ креозотъ или фенолъ, вещество, находящееся въ дегтѣ и способствующее сохраненію копченнаго мяса, потому что находится также и въ дымѣ. Креозотъ есть вещество слабо растворимое въ водѣ и нѣсколько летучее, маслообразное, имѣющее характерный запахъ копченыхъ предметовъ. Дѣйствуя на животныхъ въ значительномъ количествѣ, онъ составляетъ ядъ, но и малыя его количества, употреблямыя въ видѣ слабого водянаго раствора, препятствуютъ измѣненію животныхъ веществъ. Посредствомъ креозота, также какъ и посредствомъ хлора, легко устраняется запахъ отхожихъ мѣстъ, зависящихъ отъ измѣненія изверженныхъ веществъ. Къ веществамъ противогнилостнымъ относятся всѣ сильныя яды, какъ ртутныя препараты, свинцовыя соли и т. п. Ихъ и употребляютъ въ особыхъ случаяхъ, но общаго употребленія для дезинфекціи, они конечно, — не имѣютъ. Вещества поглощающія имѣютъ меньшее значеніе, чѣмъ оба рода предыдущихъ дезинфекціонныхъ средствъ, хотя этотъ родъ веществъ дѣйствуетъ вѣрно и безопасно. Это суть такія вещества, которыя поглощаютъ пахучіе газы и пары, выдѣляющіеся при гніеніи, преимущественно амміакъ, сернистый водородъ и разныя другія летучія соединенія. Поглощенные они окисляются легче, чѣмъ прямо въ воздухѣ. Къ этого рода веществамъ относятся: уголь, нѣкоторыя соли желѣза, гипсъ, соли магnezіи и т. п. вещества. Употребленіе ихъ можетъ быть полезно не только для устраненія запаха, но и для радикальнаго уничтоженія мѣзмовъ, особенно же стекла, потому что онъ содѣйствуетъ окисленію поглощенныхъ веществъ, какъ мы увидимъ впоследствии. Вопросъ о дезинфекціи вмѣстѣ съ вопросомъ о вентилированіи воздуха, принадлежитъ къ весьма серіознымъ вопросамъ общежитія и гигиены. Вопросы эти столь обширны, что мы здѣсь могли только сдѣлать краткій очеркъ сущности этихъ вопросовъ, не вдаваясь во многія подробности.

Всякому извѣстно освѣжающее и во всѣхъ отношеніяхъ благотворное дѣйствіе чистаго воздуха горъ, морей, лѣсовъ и небогатыхъ мѣстностей покрытыхъ растительностію. Причина этого понятна изъ вышесказаннаго. Жилища людей и

особенно города и всякія большія скопища животных портятъ воздухъ, потому что животныя истребляютъ часть кислорода, извергаютъ углекислый газъ и вмѣстѣ съ нимъ многія другія вещества, изверженія животныхъ сгнивая и измѣняясь также вводятъ въ воздухъ различныя бесполезныя и вредныя вещества. По этой причинѣ во всѣхъ большихъ скопищахъ людей неизбежно необходимо заботиться объ устраненіи всякихъ нечистотъ, портящихъ воздухъ и безъ того по существу дѣла измѣненный скопомъ людей. Современемъ этотъ предметъ долженъ привлечь къ себѣ еще большее вниманіе, чѣмъ нынѣ.

Воздухъ, или правильные газы его составляющіе, находится не только въ одной атмосферѣ, но проникаетъ и въ землю, растворяется въ водѣ, находится въ полостяхъ организмовъ. И этотъ воздухъ имѣетъ не малое значеніе въ природѣ. Такъ воздухъ почвы измѣняетъ ея составныя части, содѣйствуетъ ихъ окисленію и переходу въ растворъ. Оттого-то разрыхленіе почвы благоприятствуетъ урожаю.

Выводы. Азотъ составляетъ $\frac{79}{100}$ по объему воздуха, но въ его дѣятельности принимаетъ малое участіе.

Соединенія азота находятся во всѣхъ животныхъ и растеніяхъ, въ водѣ, воздухѣ и почвѣ, и многія отличаются большою измѣчивостію, что зависитъ отъ неэнергичности азота, въ нихъ входящаго.

Азотъ воздуха переходитъ въ растенія не прямо, а превращаясь первоначально въ простѣйшія свои соединенія, которыя уже поглощаются растеніями и необходимы для ихъ жизни.

Азотистыя удобренія возвышаютъ урожай, при прочихъ благоприятныхъ обстоятельствахъ. Животныя приобрѣтаютъ азотистыя вещества изъ растительной пищи.

Азотъ получается изъ воздуха, отнимая кислородъ, изъ углеродистыхъ и водородистыхъ соединеній при горѣніи, изъ азотистой кислоты съ амміакомъ.

Азотъ соединяется съ кислородомъ, особенно въ присутствіи воды и щелочей, при дѣйствіи электричества, съ углемъ и щелочью при накаливаніи, да съ немногими другими веществами.

Воздухъ есть смѣсь, а не химическое соединеніе.

Въ немъ, кромѣ азота (по вѣсу 77%), кислорода (23%) и влаги содержится углекислый газъ (до $\frac{5}{100}$ процента), амміакъ, азотная кислота, водородъ, углеводороды и пыль зародышей и разныхъ солей. Последнихъ измѣчивое и малое количество, но всѣ имѣютъ важное значеніе въ природѣ.

Дыханіе, горѣніе, гніеніе и т. п. дѣлаютъ воздухъ негоднымъ для дыханія животныхъ.

Для правильныхъ отпровоженій жизни необходимо возобновленіе воздуха въ жилищахъ или вентиляція, въ помощь къ которой можетъ служить дезинфекція, то есть вещества удаляющія или измѣняющія міазмы.

ДВѢНАДЦАТАЯ ГЛАВА.

Амміакъ или азотистый водородъ, NH_3 .

Непосредственно азотъ съ водородомъ не соединяется ¹⁾, но всѣ почти азотистыя вещества тѣмъ или другимъ путемъ могутъ дать амміакъ — единственное до сихъ поръ извѣстное въ отдѣльности, притомъ газообразное, соединеніе азота съ водородомъ. Вышеупомянутое соединеніе амміака съ азотистою кислотою и всякія соединенія амміака съ кислотами, выдѣляютъ его при нагрѣваніи со щелочами, потому что тогда кислота переходитъ въ соединеніе со щелочью. Всѣ почти азотистыя вещества растений и животныхъ также выдѣляютъ амміакъ при накаливаніи со щелочью. Для этого накаливаютъ смѣсь азотистаго вещества съ натристой из-

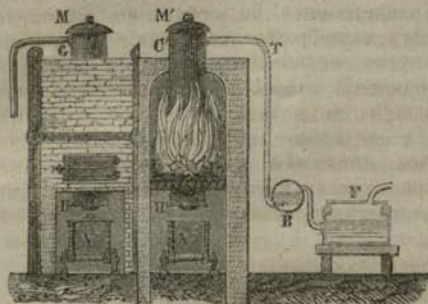


Фиг. 93. Способъ выдѣленія амміака изъ азотистыхъ органическихъ веществъ. Смѣсь такого вещества съ натристой известью кладутъ въ трубку, которую нагрѣваютъ на жаровнѣ. Выдѣляется смѣсь паровъ и газовъ. Ихъ пропускаютъ въ сосудъ *a*, содержащій воду или кислоту. Въ нихъ растворяется амміачный газъ.

вещью, приготовленіе которой указано въ статьѣ о воздухѣ. Но и безъ присутствія щелочи большинство азотистыхъ веществъ при одномъ накаливаніи, въ особенности безъ доступа или при маломъ доступѣ воздуха, выдѣляютъ азотъ, по крайней мѣрѣ отчасти, если не весь, въ формѣ амміака. Такъ, при накаливаніи животныхъ веществъ, напр. кожи, костей, мяса, волосъ, роговъ и пр. въ желѣзныхъ, или чугунныхъ ретортахъ, т. е. безъ доступа воздуха, происходитъ разложеніе этихъ веществъ или такъ называемая сухая перегонка

¹⁾ Необходимо однако замѣтить, что при ржавленіи желѣза всегда образуется амміакъ. Его происхожденіе, по всей вѣроятности, зависитъ при этомъ отъ разложенія воды или отъ образованія азотистоамміачной соли, которая происходитъ при многихъ обстоятельствахъ (см. страницу 374). Около Балтийскаго берега, около Неполоя у Авльскаго озера, есть пещера выдѣляющая пары углекислотной соли. Здѣсь образованіе амміачныхъ соединеній вѣроятно находится въ связи съ вулканическою дѣятельностію и составляетъ садытѣе сухой перегонки, которой вѣроятно подвергаются въ такихъ мѣстахъ подземные остатки животныхъ и растений.

нихъ, приче́мъ часть веществъ, происходящихъ черезъ разложе́ніе, остается въ ретортѣ и составляетъ угольный остатокъ, а другая часть по своей летучести выдѣляется черезъ трубку, идущую изъ реторты. Изъ этихъ летучихъ веществъ, происходящихъ при сухой перегонкѣ, чрезъ охлажденіе получается жидкость, раздѣляющаяся на два слоя: одинъ изъ нихъ маслообразный, составляетъ такъ называемое животное масло



Фиг. 94. Сухая перегонка костей, производимая фабрично. Въ вертикальныхъ цилиндрахъ (около 1½ метра вышины или около 2 аршинъ, а въ діаметрѣ около 30 сантиметровъ или полуаршина) С', вставленныхъ въ печь, помѣщаются кости и нагреваются. Амміачные пары проходятъ по трубкамъ Т' въ охладитель В, F, содержаще воду. Когда они переставутъ отдѣляться, открываютъ задвижку Н, и обожженные кости вываливаются въ тележки У'. Тогда открывъ крышку М', наполняютъ цилиндры вновь костями. Амміачная вода отставляется и идетъ или для солей, или на амміакъ. Тогда ее можно обрабатывать подобно тому, какъ на фигурѣ 95.

угля, который есть остатокъ допотопныхъ растений. Во всѣхъ этихъ случаяхъ амміакъ происходитъ чрезъ разрушеніе азотистыхъ веществъ, находящихся въ животныхъ и растеніяхъ. Этимъ способомъ и получаютъ употребляющіяся въ практикѣ амміакальныя соединенія, каковы: нашатырь, сѣрно-амміачная соль, углеамміачная соль и т. п. При гніеніи органическихъ веществъ, всегда отдѣляется амміакъ, образующійся изъ азота тѣхъ азотистыхъ веществъ, какія входятъ въ органическія вещества. Въ хлѣбахъ, стойлахъ и отхожихъ мѣстахъ, гдѣ происходитъ такое медленное разложеніе органическихъ веществъ, и находится амміакъ. Острый запахъ слышимый въ такихъ мѣстахъ зависитъ именно отъ амміака. Долгое время амміачныя соединенія получались въ Европѣ изъ Египта, гдѣ ихъ приготовляли изъ помета верблюдовъ, въ мѣстности называвшейся въ древности Аммонією (въ Ливіи, отсюда

(oleum animale), а другая часть есть водянистая, содержащая въ себѣ воду, въ которой растворено много углеамміачной соли. Если такую воду смѣшать съ известью и нагревать, то известь отнимаетъ элементы угольной кислоты отъ углеамміачной соли и амміакъ выдѣлится. Такую же точно амміачную воду, хотя въ меньшемъ количествѣ, получаютъ при сухой перегонкѣ растений и даже при сухой перегонкѣ каменнаго

е и названіе храма Аммона), а потому получающаяся соль называлась sal ammoniacale, откуда произошло и самое названіе амміака. Для этой цѣли египтяне возгоняли сажу, получающуюся при отопленіи такимъ пометомъ. Такимъ образомъ все громадное количество амміачныхъ соединеній употребляющееся въ практикѣ, получается изъ сложныхъ азотистыхъ веществъ, находящихся въ животныхъ и, растенійхъ именно чрезъ разложеніе ихъ дѣйствіемъ жара, причемъ образуется летучее и растворимое соединеніе амміака съ углекислотою. Летучесть такого соединенія и служитъ для его выдѣленія, а растворимость для собиранія.

Амміакъ можно получить и изъ кислородныхъ соединеній азота, по крайней мѣрѣ изъ нѣкоторыхъ, напр. изъ азотной кислоты: если азотную кислоту разбавить водою и прибавить къ массѣ, выдѣляющей водородъ, напр. къ смѣси сѣрной кислоты съ цинкомъ, или ѣдкаго кали съ металломъ глиніемъ, т. п., то азотная кислота раскисляется на счетъ выдѣляющагося водорода, образуя воду и затѣмъ производя амміакъ, какъ видно по уравненію:

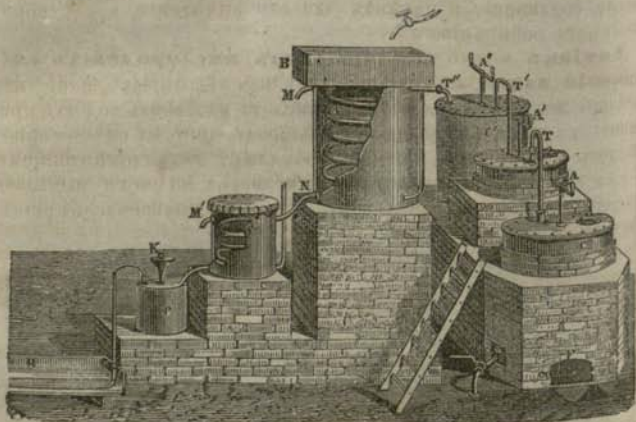


Азотная кис-	Водородъ	Вода.	Амміакъ.
лота.	въ моментъ		
	выдѣленія.		

Если жидкость, выдѣляющая водородъ, будетъ содержать кислоту, то эта кислота соединяется съ амміакомъ и потому амміакъ остается въ растворѣ; напр. если азотная кислота разлагается при дѣйствіи сѣрной кислоты на цинкъ, но если жидкость будетъ щелочная, напр.—при дѣйствіи ѣдкаго кали на глиніи, то образуется свободный амміакъ, остающійся однако въ водяномъ растворѣ. Понятно, значитъ, что въ природѣ могутъ происходить превращенія азотной кислоты въ амміакъ и, обратно, амміака въ азотную кислоту. Последнія будутъ совершаться при дѣйствіи окисляющихъ веществъ, а первыя при дѣйствіи возстановляющихъ. Въ почвѣ въ началѣ гнильта содержится обыкновенно нѣкоторое количество амміака: но по мѣрѣ развитія растительности, этотъ амміакъ превращается въ азотную кислоту, потому вѣроятно, что лѣтомъ происходитъ дѣятельное окисленіе веществъ, находящихся въ почвѣ, посредствомъ кислорода воздуха. Изъ этого понятно, что и въ почвѣ и въ воздухѣ, гдѣ находится азотная кислота, можетъ находиться и амміакъ.

Амміакъ получаютъ въ практикѣ исключительно изъ продуктовъ сухой перегонки и разложенія животныхъ остатковъ, а именно, и особенно въ значительномъ количествѣ, изъ перегнившей мочи и изъ амміачной воды, собирающейся при раз-

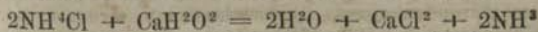
ложеиіи каменнаго угля для полученія свѣтильнаго газа. Эт
 аммоніакальную воду помѣщаютъ въ кубъ вмѣстѣ съ известью,
 и нагрѣваютъ, причеъ вмѣстѣ съ водянымъ паромъ будетъ
 выдѣляться и амміакъ. Только небольшое количество его по-
 требляютъ въ свободномъ видѣ, именно въ водяномъ растворѣ
 большинство же превращаютъ въ различныя соли, имѣющія
 техническое употребленіе. Изъ различныхъ амміачныхъ солей
 наибольшую извѣстностью пользуется нашатырь, т. е. соеди-



Фиг. 95. Заводскій способъ извлеченія амміака изъ амміачной воды, полу-
 ченной на газовыхъ заводахъ при сухой перегонкѣ каменнаго угля. Такая во-
 да, смѣшанная съ известью, вливается въ котель C'' , отсюда переливается въ
 котлы C' и C . Последний нагрѣвается тонкою и въ немъ чрезъ это неостаетъ
 растворъ амміака, тогда вода изъ котла C выливается вонъ. Изъ котла C па-
 ры амміака и воды проходятъ чрезъ трубку T въ котель C' , изъ него въ C''
 такимъ образомъ въ C' растворъ будетъ крѣпче чѣмъ въ C , а въ C'' еще крѣпче.
 Чтобы при нагрѣваніи известь не осѣдала, устроены мѣшалки A, A' и A'' . Изъ
 котла C' пары воды и амміака идутъ по трубкѣ F'' въ холодильники со льдами-
 ками, окруженными холодною водою, а изъ нихъ въ вальфову стѣялику F , гдѣ
 собирается растворъ амміака въ водѣ и откуда неустышіеся пары амміака про-
 водятся въ плоскій сосудъ K съ кислотою, удерживающею послѣдніе пары
 амміака. Размѣры заводскіе.

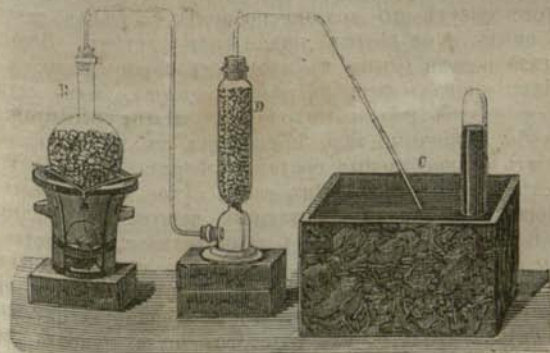
неніе амміака съ хлористымъ водородомъ NH^4Cl . Его полу-
 чаютъ, пропуская пары амміака и воды, отдѣляющіеся какъ
 сказано ранѣе изъ амміачной воды, въ растворъ хлористаго
 водорода въ водѣ, причеъ NH^3 соединяется съ HCl и даетъ
 нашатырь, остающійся въ растворѣ. Выпаривая растворъ, по-
 лучаютъ нашатырь въ видѣ кристалловъ, растворяющихся въ
 водѣ. Обыкновенно, для технического употребленія эти кри-
 сталлы возгоняютъ, нагрѣвая въ горшкахъ или котлахъ, и тогда
 въ холодныхъ частяхъ прибора пары нашатыря сгущаются

въ кору и въ этомъ видѣ поступають въ продажу. Нашатырь представляетъ тѣло растворимое въ водѣ, подобное на видѣ по свойствамъ обыкновенной соли. Изъ этого нашатыря NH^4Cl весьма легко приготовить чистый амміакъ. И въ лабораторіяхъ и въ техникѣ его готовятъ, нагревая нашатырь съ известью въ закрытомъ сосудѣ, имѣющемъ газоотводную трубку, для выдѣленія газообразнаго амміака (см. фиг. 62 и 65). Пронеходящее разложеніе выражается уравненіемъ:



Нашатырь.	Водная известь или гидратъ кальція.	Вода.	Хлористый кальцій.	Амміакъ.
-----------	-------------------------------------	-------	--------------------	----------

При этомъ амміакъ, какъ тѣло газообразное, выдѣляется. Для приготовления въ маломъ видѣ, въ стеклянную колбу насыпають смѣсь равныхъ по вѣсу частей водной извести и нашатыря, превращеннаго въ мелкій однородный порошокъ, а горло колбы соединяють съ приборомъ, назначеннымъ для высушиванія проходящаго газа. Въ этомъ случаѣ для высушиванія нельзя употребить ни хлористаго кальція, ни сѣрной кислоты, потому что они поглощаютъ амміакъ, а потому для высушиванія употребляются фдкое кали или известь, способные также удерживать воду. Газоотводную трубку, идущую



Фиг. 96 Полученіе газообразнаго амміака. Въ колбу B кладутъ смѣсь извести и нашатыря, въ цилиндръ D, выдѣляющійся амміакъ высушивается, проходя черезъ известь или куски фдкаго кали, а въ ртутной ваннѣ C собирается амміачный газъ. 1/10.

изъ прибора для сушенія, проводятъ въ ртутную ванну, если желаютъ имѣть сухой газообразный амміакъ, потому что воду также нельзя употребить для собиранія аммоніакальнаго газа.

Расположеніе прибора изображено на фигурѣ 96-й. Въ этомъ случаѣ видѣ амміакъ былъ въ первый разъ полученъ Пристлеемъ, а его составъ изученъ Бертоле въ концѣ прошлаго столѣтія.

Пристлей называлъ амміакъ щелочнымъ воздухомъ. Онъ извлекъ его такъ, какъ то дѣлаютъ и по сихъ поръ—изъ нашатыря съ известью, собралъ газъ и изучилъ его свойства. Вообще Пристлею наука обязана множествомъ открытій, относящихся до газовъ и улучшеніемъ приѣмовъ для собиранія и обращенія съ газами. Онъ родился въ 1733 году, былъ докторомъ правъ и проповѣдникомъ диссидентовъ. Его открытія относятся къ 1767—1780 годамъ. Вовлеченный потомъ въ богословскіе и политическіе споры, онъ прослылъ опаснымъ либераломъ. Французы сдѣлали его за то своимъ гражданиномъ, а англичане его преслѣдовали. Они даже разорили и сожгли его домъ, послѣ чего Пристлей удалился въ Америку, гдѣ былъ въ Филадельфій профессоромъ и умеръ въ 1804 году отъ нечаянной отравы кушанья, отчего погибло и все его семейство.

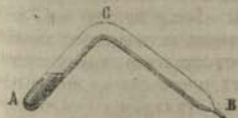
Амміакъ есть газъ хотя безцвѣтный и похожій на видѣ на тѣ газы, съ которыми мы уже познакомились, но отличающійся отъ всѣхъ ихъ, также какъ и отъ другихъ газовъ, весьма характеристичнымъ и сильнымъ запахомъ. Онъ раздѣдаетъ глаза и для дыханія положительно невозможенъ; животныя въ немъ умираютъ ¹⁾. Плотность его въ отношеніи къ воздуху равна 0,596; онъ, значитъ, болѣе легокъ, чѣмъ воздухъ и только въ $8\frac{1}{2}$ разъ болѣе тяжелъ, чѣмъ водородъ. Слѣдовательно въ открытомъ сосудѣ его должно собирать обращая отверстие сосуда внизъ, а не вверхъ, иначе газъ улетитъ. Плотность этого газа весьма близка къ плотности паровъ воды.

Амміакъ принадлежитъ къ разряду газовъ, легко сгущающихся, т. е. есть газъ, какъ говорятъ, **ненстойанный**; для того чтобы амміачный газъ превратить въ жидкость, можно употребить разнообразныя средства. Фаредэ употребилъ для этого слѣдующій способъ. Онъ взялъ сухое хлористое серебро, которое при одномъ пропусканіи черезъ него сухаго аммоніакальнаго газа, поглощаетъ значительное количество амміака ²⁾. Полученное при этомъ твердое соединеніе амміака съ хлористымъ серебромъ вводится въ изогнутую трубку, представленную на рисункѣ (фиг. 97) и запаянную съ одного конца. Трубка дѣлается изъ толстаго стекла, и послѣ введенія названнаго соединенія, открытый ея конецъ запаивается

¹⁾ Однако амміакъ примѣшанный къ воздуху даже довольно въ значительномъ количествѣ не оказываетъ замѣтнаго вліянія на здоровье. Не продолжительное, но сильное вдыханіе его производитъ первоначально боль горла (родъ крупа), можетъ даже быть смертельно, но при выздоровленіи не оставляетъ страданій.

²⁾ 100 частей хлористаго серебра могутъ удержать на холоду до 115 частей сухаго амміака.

съ большою тщательностью, такъ чтобы стѣнки во всѣхъ частяхъ были равномерны. Тогда легко нагрѣваютъ хлористое серебро, находящееся въ одной вѣтви, причѣмъ амміакъ выдѣляется изъ соединенія ¹⁾. Другой конецъ трубки погружаютъ



Сгущеніе амміака въ жидкость.

Фиг. 97. Изогнутая стеклянная трубка изъ толстаго стекла. Въ *A* находится соединеніе хлористаго серебра съ амміакомъ, а конецъ *B* запаивается послѣ ввода этого соединенія въ трубку. ^{1/2}.



Фиг. 98. Трубка изображенная на фиг. 97 погружается концомъ *A* въ сосудъ съ водою, нагрѣваемый лампою, отчего выдѣляется амміакъ. Конецъ *B* погружается въ стаканъ со смѣсью снѣга и соли, отъ чего въ этомъ холодномъ концѣ трубки сгущается амміакъ въ жидкость. ^{1/2}.

въ охлаждающую смѣсь. Давленіе отдѣляющагося газа и охлажденіе одной части прибора заставляеть выдѣляющійся амміакъ сгущаться и въ сгущенномъ состояніи онъ собирается въ охлаждаемомъ концѣ въ видѣ жидкости. Если прекратить нагрѣваніе, то хлористое серебро снова поглощаетъ амміакъ. Такимъ образомъ одна трубка можетъ служить для большаго числа опытовъ. Сгущеніе можетъ быть произведено также и обыкновенными способами, т. е. посредствомъ накачиванія нагнетательнымъ насосомъ въ охлажденное пространство сухаго амміакальнаго газа. Сгущенный амміакъ представляетъ безцвѣтную жидкость, весьма подвижную, имѣющую удѣльный вѣсъ 0,63 (0°) ²⁾; при сильномъ холодѣ эта жидкость кристаллизуется и застываетъ. Для этого однако необходимо охлажденіе весьма сильное, производимое только испареніемъ смѣси жидкой углекислоты съ эфиромъ. Въ этомъ твердомъ видѣ амміакъ имѣетъ слабый запахъ, потому что при этой низкой температурѣ давленіе его на-

¹⁾ Это соединеніе плавится при 48° Ц.

²⁾ Слѣд. при 0° кубич. дециметръ или литръ этой жидкости вѣситъ около 630 граммовъ (по опредѣленіямъ Е. Андреева и Жоли), а въ газообразномъ состояніи 0,76 грамма (п. ч. водородъ вѣситъ 0,0896 грам.). Превращаясь въ паръ, жидкій амміакъ даетъ при 0° около 840 объемовъ газа, вода при 100° даетъ около 1600 объемовъ (стр. 119).

ровъ весьма незначительно. Сгущенный амміакъ предлагался какъ жидкость, способная производить при обыкновенной температурѣ пары большого давления, и слѣдовательно, могущая приводить механическіе снаряды въ движеніе безъ топлива.

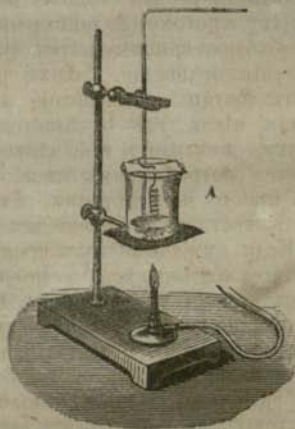
Давленіе паровъ амміака при $-78^{\circ}=240$ миллиметрамъ ртути столба, при $-40^{\circ}=529$, при $-30^{\circ}=870$, при $-20^{\circ}=1395$, при $-10^{\circ}=2146$, при $0^{\circ}=3173$, при $+10^{\circ}=4600$, при $+20^{\circ}=6427$, при $+30^{\circ}=8766$, при $+40^{\circ}=11670$ мм., при $+50^{\circ}=15160$, при $+100^{\circ}=46600$, по опредѣленіямъ Реньо. Температура кипѣнія (давленіе въ 760 мм.) жидкаго амміака лежитъ около -32° . Испареніемъ сгущеннаго амміака значить можно достигъ при обыкновенномъ давленіи такой низкой температуры. Сгущеніе амміака въ жидкость производится не только чрезъ увеличеніе давленія, но и съ помощію охлажденія въ хорошо приготовленной смѣси льда съ хлористымъ кальціемъ. Его можно производить въ сильныя холода нашихъ зимъ. Примѣненіе сгущеннаго амміака къ движенію машинъ, составляетъ задачу, которая до нѣкоторой степени разрѣшена французскимъ инженеромъ Телье. Описаніе его снаряда и разныхъ промышленныхъ примѣненій амміака можно найти въ его книгѣ: *L'Ammoniaque dans l'industrie*, par *Tellier*, 2 ed., Paris, 1867. Основная мысль Телье состоитъ въ томъ, чтобы учредить заводы доставляющіе резервуары сгущеннаго амміака. Съ такимъ резервуаромъ можно производить работу въ машинѣ подобной паровой, не употребляя топлива, пользуясь тѣмъ, что при обыкновенной температурѣ (около 25° Ц.), сгущенный амміакъ имѣетъ давленіе 10-ти атмосферъ. Предполагается отработавшій амміачный паръ собирать въ воду. При этомъ развивается тепло, которое будетъ отчасти передаваться испаряющемуся амміаку. Полученный же амміакъ долженъ быть на вышеупомянутыхъ заводахъ лишенъ воды и превращенъ въ жидкое состояніе. Такимъ образомъ получится, по мнѣнію Телье, большая экономія въ производствѣ малой работы въ мастерскихъ, для движенія тяжестей по улицѣ и во многихъ подобныхъ случаяхъ, что составляетъ весьма важный социальный вопросъ. Однако онъ едва ли разрѣшится вышеупомянутымъ способомъ, потому что амміакъ представляетъ вещество цѣнное¹⁾, а потому потеря части его, неизбежная при употребленіи для машинъ, слѣдуетъ такой способъ движенія весьма дорогимъ.

Амміакъ представляетъ весьма характерныя реакціи. Заключая въ себѣ газы, неспособные поддерживать горѣнія, амміакъ и самъ не поддерживаетъ его; но содержа въ себѣ много водорода, онъ самъ **способенъ горѣть**; однако въ обыкновенномъ атмосферномъ воздухѣ его горѣніе не постоянно, или даже не происходитъ вовсе; въ чистомъ же кислородѣ онъ горитъ желтымъ пламенемъ, причѣмъ образуется вода и оево-

¹⁾ Дешевѣйшее изъ амміачныхъ соединеній есть сѣрвоамміачная соль $(NH^2)_2HSO$, содержащая около 25% амміака, стоитъ не дешевле 30 франковъ за 100 кило, или 1 р. 50 к. пудъ.

бождается азотъ. Этотъ освобождающійся азотъ можетъ да-
вать въ это время кислородныя свои соединения, т. е. окис-
лы азота, что можно видѣть изъ слѣдующаго опыта, весьма
елгко идущаго. Въ широкогорлую колбу ¹⁾, способную вмѣщать
около литра воды, вливаютъ небольшое количество воднаго
раствора амміака, содержащаго 20% послѣдняго. Въ этотъ
водный растворъ амміака погружаютъ газоотводную трубку
въ 10^{мм} диаметромъ, проводящую кислородъ. Но прежде чѣмъ
пропускать этотъ газъ, въ ту же колбу вводятъ накалившую
платиновую спираль; въ присутствіи платины амміакъ окис-
ляется и горитъ даже насчетъ кислорода атмосфернаго воз-
духа, а потому платиновая проволока не тухнетъ въ атмо-
сферѣ амміачныхъ паровъ, а напротивъ, раскаливается еще
болѣе. Тогда-то начинаютъ пропускать кислородъ, подогрѣ-
вая амміачную жидкость. Проходящій кислородъ уноситъ
вмѣстѣ съ собою часть амміака,

и эта смѣсь амміака съ ки-
слородомъ, приходя въ при-
косновеніе съ накаливающей плати-
новой проволокой, взрываетъ.
Потомъ происходитъ нѣкото-
рое охлажденіе, отъ прекраще-
нія горѣнія, которое возобно-
вляется спустя нѣкоторое вре-
мя, такъ что одинъ взрывъ слѣ-
дуетъ за другимъ. Во время
окисленія, происходящаго безъ
взрыва, появляются въ колбѣ
бѣлыя пары азотистоамміачной
соли и красно-бурныя пары окис-
ловъ азота; а при взрывѣ про-
исходитъ полное горѣніе и, слѣ-
довательно, образуется только
вода и азотъ. Способность ам-
міака къ горѣнію объясняютъ
намъ то различіе, которое су-
ществуетъ въ формѣ азота, вы-
дѣляемаго изъ животныхъ тѣлъ
при сухой ихъ перегонкѣ и
при ихъ сожиганіи; въ первомъ
случаѣ выдѣляется амміакъ,
который во второмъ случаѣ въ присутствіи кислорода возду-



Фиг. 99. Окисленія амміака (растворъ
котораго налить въ стаканъ А) въ
струѣ кислорода, проводимаго черезъ га-
зопроводную трубу. Оно совершается
въ томъ опытѣ при помощи накален-
ной платиновой проволоки, опущенной
въ пары амміака. ¹⁾10.

¹⁾ Или въ тонкій стаканъ, какъ изображено на прилегающей 99-й фигурѣ.

ха и въ накаленномъ пламени разлагается, и потому отдѣляется только одинъ азотъ и развѣ самое малое количество амміака, которое успѣваетъ удалиться прежде окончательнаго старанія, оттого въ дымѣ нерѣдко замѣчается присутствіе нѣкотораго количества амміака. При медленномъ окисленіи органическихъ тѣлъ азотъ ихъ выдѣляется въ большинствѣ случаевъ въ формѣ амміака; оттого гниющія вещества нерѣдко отдѣляютъ сильный амміачный запахъ, если содержатъ много азотистаго вещества; такой амміачный запахъ выдѣляется изъ навозныхъ кучъ, въ отхожихъ мѣстахъ, въ конюшняхъ и т. п. Удаляющійся амміакъ въ этомъ случаѣ вовсе не окисляется на счетъ кислорода воздуха, а разсѣвается въ атмосферѣ. Замѣтимъ здѣсь, что выдѣленіе амміака изъ вышеназванныхъ разлагающихся органическихъ веществъ составляетъ весьма важную потерю относительно удобрительнаго дѣйствія этихъ веществъ, и кромѣ того представляетъ весьма большое неудобство по своему неприятному запаху; а потому для такихъ мѣстъ, гдѣ содержатся эти вещества, необходимо принимать средства для превращенія амміака въ нелетучія соединенія. Такихъ средствъ очень много; можно ставить сосуды съ кислотою или просто наливать кислоту въ такія мѣста, гдѣ отдѣляется амміакъ. Кислота, поглощая амміакъ, связываетъ его, дѣлаетъ нелетучимъ. Тоже самое достигается употребленіемъ гипса, угля, магнезіальныхъ солей и даже просто посредствомъ земли, потому что земля способна удерживать въ себѣ амміакъ и поглощать его, не выдѣляя.

Если амміачный газъ пропускать чрезъ накаленную трубку, то *при возвышенной температурѣ* часть его *разлагается*, образуя азотъ и водородъ. Это разложеніе происходитъ несравненно скорѣе, если въ трубку положить нѣкоторое количество платины. Разлагать амміачный газъ можно весьма легко и посредствомъ дѣйствія электрическихъ искръ. Для этого въ эвдіометръ вводятъ амміачный газъ и чрезъ проволоки пропускаютъ рядъ искръ отъ румборфовой спирали.

При разложеніи амміака рядомъ электрическихъ искръ, получается изъ одного объема газа два объема, что зависитъ отъ разьединенія элементовъ, въ немъ находящихся; послѣ прохожденія искры остается въ эвдіометрѣ только смѣсь водорода съ азотомъ. Количество полученнаго водорода можно узнать, пропуская въ приборъ кислородъ и производя взрывъ. Въ оставшемся послѣ разложенія газѣ содержится на 3 объема водорода одинъ объемъ азота, значить объемный составъ амміака есть слѣдующій: 3 объема водорода и 1 объемъ азота. Соединяясь между собою, они даютъ 2 объема амміач-

наго газа ¹⁾. Формула амміака ясно выражаетъ объемное отноше-
 ніе между элементами, въ него входящими — NH_3 , точно
 также какъ формула воды — H_2O изображаетъ отноше-
 ніе, существующее между объемами кислорода и водорода, входя-
 щими въ составъ воды. Разложеніе амміака на водородъ и
 азотъ производится также посредствомъ многихъ окисляю-
 щихъ веществъ, напр., при пропущеніи амміака чрезъ трубку
 накаленную окисью мѣди; но при этомъ часть азота мож-
 етъ подвергаться дальнѣйшему окисленію и дать окислы
 азота; ихъ впрочемъ легко разрушить, если образовавшіеся
 газы пропуститъ чрезъ накаленную металлическую мѣдь, ко-
 торая отнимаетъ въ этомъ случаѣ кислородъ отъ окисловъ
 азота, оставляя одинъ газообразный азотъ, и потому продук-
 ты, выдѣляющіеся при такомъ разложеніи, будутъ состоять
 изъ азота и воды. Воду можно собрать, при этомъ, вещества-
 ми ее поглощающими, а количество азота можно измѣрить въ
 газообразномъ видѣ и такимъ образомъ опредѣлить составъ ам-
 міака по вѣсу. Не описываю приборовъ и приѣмовъ, здѣсь упо-
 требляющихся, потому что сущность ихъ весьма понятна, а
 детали довольно многочисленны. Такимъ образомъ легко было
 доказать, что въ амміакѣ на 14 вѣсовыхъ частей азота на-
 ходится 3 вѣсовыхъ части водорода. Это же самое можно
 было найти, зная плотности водорода и азота, и отноше-
 ніе объемовъ, въ которыхъ эти газы соединяются между собою
 для образованія амміака.

При дѣйствіи веществъ окисляющихъ, амміакъ въ боль-
 шинствѣ случаевъ распадается не только на воду и азотъ,
 но азотъ превращается еще въ окислы азота, часть кото-
 рыхъ соединяется съ самымъ амміакомъ. Примѣръ этого ука-
 занъ уже выше (стр. 409). Итакъ амміакъ распадается отъ
 дѣйствія жара, электрическихъ искръ и окислительныхъ ве-
 ществъ, хотя и составляетъ при обыкновенной температурѣ тѣло
 очень прочное.

Но самыми замѣчательными реакціями амміака служатъ тѣ
 соединенія, въ которыхъ онъ вступаетъ; они весьма характер-
 ны для амміака, а потому остановимся на нихъ съ нѣсколь-
 ко большею подробностью. Амміакъ способенъ соединяться со
 множествомъ тѣлъ. Онъ **растворяется** больше чѣмъ какой
 нибудь другой газъ изъ извѣстныхъ намъ въ водѣ и во мно-

¹⁾ Это можно проверить по плотностямъ. Азотъ въ 14 разъ плотнѣе водо-
 рода, а амміакъ въ $8\frac{1}{2}$ разъ. Если бы 3 объема водорода съ 1 объемомъ азота
 дали 4 объема амміака, то эти четыре объема вѣсили бы въ 17 разъ болѣе,
 чѣмъ одинъ объемъ водорода; слѣдовательно 1 объемъ амміака вѣсилъ бы въ
 $4\frac{1}{4}$ раза болѣе, чѣмъ такой же объемъ водорода. Но какъ названные 4 объема
 дадутъ только 2 объема амміака, то онъ вѣситъ въ $8\frac{1}{2}$ разъ болѣе водорода,
 что и видимъ въ действительности.

гихъ водныхъ растворахъ. Растворимость амміака въ водѣ весьма легко доказать многими опытами; пуская подъ колоколь, содержащій амміакъ, нѣсколько капель воды, мы замѣчаемъ поднятіе ртути подъ колоколомъ, что зависитъ отъ растворенія амміачнаго газа въ водѣ. Одинъ объемъ воды растворяетъ при обыкновенной температурѣ около 700 объемовъ амміачнаго газа. Если стеклянку съ амміакомъ заткнуть пробкой, въ которую вставлена стеклянная трубка, запаянная съ верхняго конца, и эту стеклянку опрокинуть трубкою въ воду, а потомъ отломить нижній конецъ трубки, то вода съ весьма большою быстротою входитъ черезъ трубку въ верхній сосудъ и бьетъ въ немъ фонтаномъ, пока не наполнитъ всей верхней стеклянки. Кусокъ льда, введенный въ амміакъ, плавится и также поглощаетъ его. При повышеніи температуры растворимость амміака въ водѣ уменьшается, какъ и для всѣхъ газовъ.

Числа растворимости амміачнаго газа въ водѣ приведены на стр. 144 и 146. Значительная растворимость амміачнаго газа въ водѣ требуетъ, чтобы для собиранія этого газа употреблялась ртуть и притомъ сухая. Эта растворимость даетъ возможность легко имѣть амміакъ всегда подъ руками въ видѣ раствора, и дѣйствительно, въ технику и въ химической практикѣ постоянно употребляютъ такой амміачный растворъ. Несмотря на легкую растворимость и большое сродство къ водѣ, амміакъ на воздухѣ не дымитъ, какъ многія подобные вещества (напр. хлористый водородъ). Изъ опредѣленій удѣльнаго вѣса амміачныхъ растворовъ наиболее извѣстны числа Дэви и Юра, но числа обоихъ не полны, не даютъ указанія на температуры и т. п. Дэви опредѣлили, что растворъ содержащій въ себѣ 32,3% амміака имѣетъ плотность 0,8750, при 25,37%—0,9054 и при 9,5%—0,9692; а Юръ опредѣлили при 27,94%—0,8914, при 21,2—0,9177, при 13,25%—0,9455 и при 6,625%—0,9716, считая плотность воды при той же температурѣ за 1. Эти числа не совершенно согласны между собою, ни съ числами каріуса (напр. при 32,3% по каріусу 0,8922, при 27,9% 0,9028), но можно допустить, что при удѣльномъ вѣсѣ 0,900 растворъ содержитъ около 28% амміака, при 0,91 около 26%, при 0,92 около 18%, при 0,95 около 12%, при 0,97 около 7%. Но по предъидущему эти числа нельзя считать вполне точными.

Вода, растворяя амміакъ, понижается въ удѣльномъ вѣсѣ, что зависитъ отъ малой плотности жидкаго амміака; при наибольшемъ насыщеніи амміакомъ, а именно при содержаніи 35% амміака, водяной растворъ его имѣетъ удѣльный вѣсъ 0,85. Но такіе насыщенные растворы могутъ получаться только при низкихъ температурахъ; вышеприведенный растворъ уже закипаетъ при—4°; при обыкновенной температурѣ, около 20° (С) вода можетъ содержать не болѣе 25% своего вѣса амміака и тогда имѣетъ удѣльный вѣсъ около 0,9. Вода, насыщенная амміакомъ, на холодѣ не застываетъ и только ниже

нуля, при -40° , образуетъ кристаллическія иглы, содержащія въ себѣ амміакъ и воду. При раствореніи амміака въ водѣ температура весьма значительно повышается ¹⁾. При нагреваніи амміачныхъ растворовъ весь амміакъ изъ нихъ можетъ быть удаленъ, и даже сравнительно при весьма невысокой температурѣ; а потому при нагреваніи водяныхъ растворовъ, содержащихъ амміакъ, въ перегнанной и сгущенной жидкости получается очень крѣпкій растворъ амміака. Спиртъ, эфиръ и многія другія жидкости способны также растворять амміакъ. Растворы амміака, оставленные на воздухѣ, испаряютъ изъ себя часть амміака вследствие извѣстныхъ уже намъ законовъ растворенія газовъ въ жидкостяхъ; но въ то же время амміачные растворы поглощаютъ изъ воздуха угольную кислоту и въ растворѣ остается углеамміачное соединеніе. Растворъ амміака въ водѣ находитъ употребленіе какъ въ лабораторіяхъ, такъ и въ технику, а потому готовится весьма часто. Для его приготовленія употребляютъ въ технику какую нибудь соль амміака, разлагаютъ ее известью, нагреваютъ и образующіеся пары и газы проводятъ въ воду, такъ чтобы вода могла растворять газъ. Этого достигаютъ, употребляя разнообразныя приборы, преимущественно же вульфовы стаклики, какъ можно видѣть изъ рисунка, изображающаго приборъ для полученія воднаго амміака, употребляющійся въ лабораторіяхъ (стр. 215, ф. 66). Амміакъ готовятъ въ колбѣ А, снабженной предохранительною трубкою *g*, содержащею въ себѣ воду. Необходимость такой трубки указана на стр. 214, но здѣсь ея можно избѣжать, поставивъ предохр. трубки въ вульфовы стаклики. Амміакъ, проходящій изъ колбы черезъ газотводную трубку, проходитъ въ вульфовой стакликѣ В черезъ небольшой слой воды; въ этой водѣ растворяется часть амміака и остаются механически увлеченныя подмѣси и мало летучія тѣла; остальной же амміакальный газъ, уже очищенный, проходитъ въ слѣдующія вульфовы стаклики: С, D и т. д., сперва насыщаетъ воду, налитую въ С, потомъ въ D и т. д. Такимъ образомъ для прохода черезъ большое число слоевъ жидкости, давленіе газа должно въ приборѣ А достигать до значительныхъ размѣровъ. Чтобы при случайныхъ измѣненіяхъ въ этомъ давленіи не могло произойти перебрасыванія жидкости изъ одной вульфовой стаклики въ другую и въ колбу, въ каждой изъ нихъ устроена своя предохранительная трубка. Если желаютъ получить очень крѣпкій растворъ амміака,

¹⁾ Это зависитъ, конечно, отъ превращенія газа въ жидкое состояніе и отъ соединенія его съ водою. Скрытое тепло испаренія для амміака значительно и близко къ тому, какое имѣетъ вода.

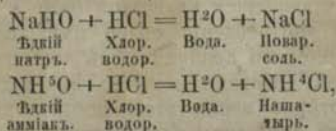
вульфовы стеклянки должно охлаждать — иначе отъ поглощенія амміака происходитъ нагрѣваніе, и отъ него уменьшеніе растворимости. Концы газопроводныхъ трубокъ должно въ такихъ стеклянкахъ опускать глубоко въ жидкость — иначе, по легкости образующагося раствора, нижніе слои воды останутся насыщенными амміакомъ. На заводахъ готовятъ амміачный растворъ тѣмъ же способомъ, замѣняя колбу чугуиннымъ или желѣзнымъ котломъ и употребляя большія вульфовы стеклянки.

Такъ-какъ для приготовленія амміака употребляютъ обыкновенно нашатырь, то водяной растворъ амміака въ практикѣ носитъ названіе **нашатырнаго спирта**, т. е. летучаго вещества, получаемаго изъ нашатыря. Водный амміакъ, отдѣляя постоянно амміачные пары, имѣетъ и запахъ свойственный самому амміаку. Весьма характерно и важно то, что водный амміакъ представляетъ щелочную реакцію, отчего и называется **ѣдкимъ амміакомъ** и потому красная лакмусовая бумажка отъ него синѣетъ, совершенно точно такъ, какъ отъ ѣдкаго кали, или ѣдкой извести. Такъ-какъ эта щелочь, въ отличіе отъ металлическихъ, летуча, то амміакъ и называютъ нерѣдко летучей щелочью. Дѣйствительно, посредствомъ воднаго и газообразнаго амміака можно насыщать кислоты точно также, какъ и посредствомъ какихъ либо другихъ щелочей. При этомъ **амміакъ прямо соединяется съ кислотами**; и это составляетъ самую существенную характеристику этого вещества. Если сѣрную, азотную, уксусную и всякую другую кислоту привести въ прикосновеніе съ амміакомъ, то онѣ растворяютъ въ себѣ этотъ газъ, отдѣляя притомъ большое количество тепла и образуя непосредственныя соединенія, называемыя амміачными солями. Такъ напр. сѣрная кислота H^2SO^4 поглощаетъ амміакъ и образуетъ, при выпариваніи раствора, 2 соли, смотря по относительному количеству амміака и кислоты. Одна соль образуется изъ $\text{NH}^+ + \text{H}^2\text{SO}^4$, слѣдовательно содержитъ NH^+SO^4 ; а другая образуется изъ $2\text{NH}^+ + \text{H}^2\text{SO}^4$, слѣдовательно содержитъ $\text{N}^2\text{H}^+\text{SO}^4$. Первая соль имѣетъ кислую реакцію, вторая среднюю и они называются: кислую сѣрноамміачною солью и среднюю или, просто, сѣрноамміачною солью. Совершенно то же самое происходитъ и при дѣйствіи всякихъ другихъ кислотъ; только нѣкоторыя способны образовать одни среднія амміачныя соли, другія способны давать и среднія и кислыя, что зависитъ отъ природы кислоты, а не отъ амміака, какъ мы то увидимъ впоследствии. Амміачныя соли очень подобны на видъ и по множеству своихъ свойствъ солямъ металлическимъ; напр. хлористый натрій или поваренная соль сходственна съ нашатыремъ или хлористоводороднымъ соединеніемъ амміака не толь-

ко по ви́шнему виду, но даже и по кристаллической формѣ, по способности давать осадокъ съ солями серебра, по способности растворяться въ водѣ, выдѣлять хлористый водородъ при нагрѣваніи съ сѣрною кислотой, однимъ словомъ, въ цѣломъ рядѣ реакцій замѣчается сходство необыкновенное, точно такъ, какъ между всякими солями натрія и амміака, если тѣ и другія получены при дѣйствіи одной и той же кислоты:

NH^4Cl	NaCl
Нашатырь.	Пов. соль.
NH^4SO^4	NaHSO^4
Кислая сѣрно-амміачная соль.	Кислая сѣрно-натровая соль.
NH^4NO^3	NaNO^3
Азотноамміачная соль.	Азотнонатровая соль.

Этотъ параллелизмъ между свойствами амміакальныхъ и натріевыхъ солей нарушается тѣмъ, что послѣднія образуются изъ щелочи или изъ окиси съ выдѣленіемъ воды, тогда какъ амміачныя соли образуются прямо изъ амміака и кислоты безъ выдѣленія воды, но онъ вновь восстанавливается, если мы будемъ сравнивать натровую щелочь съ воднымъ амміакомъ и уподобимъ ѣдкій натръ соединенію амміака съ водою; тогда и самое полученіе амміачныхъ солей изъ такого гидрата амміака будетъ вполне подобно полученію натріевыхъ солей изъ ѣдкаго натра. Приведемъ для примѣра хотя одно дѣйствіе хлористаго водорода на оба вещества:



Очевидно, изъ сравненія всѣхъ вышеупомянутыхъ соединеній, что ту роль, которую въ натріевыхъ соединеніяхъ занимаетъ натрій, въ амміакальныхъ занимаетъ тѣло состава NH^4 , которое и называютъ **аммоніемъ**. Если поваренную соль, какъ продуктъ, получающійся при дѣйствіи ѣдкаго натра или гидрата натрія на хлористый водородъ, называютъ хлористымъ натріемъ, то нашатырь, какъ продуктъ, получающійся изъ ѣдкаго амміака, или гидрата аммонія, называютъ хлористымъ аммоніемъ.

Такое представленіе объ амміакальныхъ соединеніяхъ съ кислотами какъ объ соляхъ, отвѣчающихъ аммонію и ѣдкому амміаку, т. е. гидрату аммонія NH^4HO (подобно NaHO), такое представленіе носитъ названіе **аммоніевой теоріи**.



Теорія аммонія дана извѣстнымъ шведскимъ химикомъ Берцеліусомъ, послѣ предложенія, сдѣланнаго Амперомъ. Эту теорію допускается сходство между аммоніемъ и металлами: первый считается также металломъ, только сложнымъ, подобнымъ однако въ своихъ соединеніяхъ металламъ до сихъ поръ не разложеннымъ. Судя по вышеприведеннымъ аналогіямъ, такое предположеніе имѣетъ много вѣроятности; оно пріобрѣтаетъ еще болѣе вѣроятности вслѣдствіе того, что послѣдователи аммоніевой теоріи показали, что ртуть способна образовать съ этимъ аммоніемъ сортучку или растворъ такой же, какой она образуетъ съ натріемъ и многими другими металлами. Все различіе **сортучки аммонія** отъ сортучки натрія состоитъ въ непостоянствѣ аммонія; этотъ послѣдній разлагается весьма легко на амміакъ и водородъ. Для того чтобы получить такую сортучку аммонія, поступаютъ слѣдующимъ образомъ: берутъ кусокъ нашатыря, дѣлаютъ въ немъ впадину и наливаютъ въ нее ртуть; предварительно немного смачиваемый водою кусокъ соли кладутъ на пластинку платины, сообщающуюся съ положительнымъ полюсомъ гальванической батареи, а отрицательный полюсъ ея помѣщаютъ въ ртуть. При этомъ ртуть значительно увеличивается въ объемѣ, пріобрѣтаетъ вязкость и сохраняетъ свой металлическій видъ, какъ и въ томъ случаѣ, если вмѣсто куска нашатыря взять кусокъ соли натрія, калия и многихъ другихъ металловъ. При подобномъ же разложеніи обыкновенныхъ металлическихъ солей на отрицательномъ полюсѣ, погруженномъ въ ртуть, выделяется металлъ, заключающійся во взятой соли и растворяющійся въ ртути. При употребленіи солей амміака замѣчается подобное же явленіе, по крайней мѣрѣ элементы аммонія NH^4 въ этомъ случаѣ собираются также въ ртути и по крайней мѣрѣ на нѣкоторое время эту послѣднюю удерживаются. Такую же точно амальгаму или сортучку аммонія можно получить, если взять предварительно приготовленную амальгаму натрія. Если эту послѣднюю облить крѣпкимъ растворомъ нашатыря и взболтать, то ртуть увеличивается въ своемъ объемѣ, дѣлается мало подвижною, сохраняя металлическій видъ. Предполагаютъ, что она при этомъ растворяетъ въ себѣ аммоній; аммоній становится на мѣсто натрія въ ртути, а натрій становится на мѣсто аммонія въ нашатырѣ, образуя хлористый натрій. Конечно, амальгама аммонія не доказываетъ еще существованія самаго аммонія въ отдѣльности, но показываетъ возможность существованія этого тѣла и, что всего важнѣе,—сходство его съ металлами, потому что только металлы растворяются въ ртути, не измѣняя ея металлическаго вида, образуя съ нею тѣла, называемыя амальгамами. Амаль-

гама аммонія кристаллизуется кубами, въ 3 раза тяжелѣе воды, постоянна только на холодѣ, а именно при весьма низкихъ его степеняхъ, въ теплѣ же разлагается, выдѣляя аммиакъ и водородъ¹⁾. Амальгама аммонія разлагаетъ воду, какъ амальгама натрія, выдѣляя водородъ; точно такое же выдѣленіе происходитъ при дѣйствіи всѣхъ кислотъ, причѣмъ образуются аммиакальныя соединенія, точно такъ, какъ при дѣйствіи натрія на кислоты образуются водородъ и натріевы соединенія. При дѣйствіи воды, амальгама аммонія даетъ водный аммиакъ, точно такъ же какъ натрій даетъ гидратъ натрія, а потому въ водномъ аммиакѣ, сообразно съ теоріей аммонія, должно признать существованіе гидрата аммонія NH^4HO , точно такъ, какъ въ растворѣ гидрата натрія существуетъ $NaHO$. Такой гидратъ аммонія въ дѣйствительности неизвѣстенъ: онъ долженъ былъ бы содержать на 17 частей аммиака, 18 частей воды по вѣсу; при обыкновенной же температурѣ вода растворяетъ только до 30% аммиака по вѣсу; но при низкихъ температурахъ растворимость весьма увеличивается и именно достигаетъ до отношенія, требуемаго составомъ гидрата аммонія, т. е. до растворенія во 100 частяхъ воды по вѣсу почти 100 частей аммиака. Очевидно, значитъ, что гидратъ аммонія, какъ и самъ аммоній, есть тѣло не постоянное, разлагающееся и могущее существовать въ отдѣльности только развѣ при низкихъ температурахъ.

Въ подтвержденіе справедливости этого вывода можно привести тотъ замѣчательный фактъ, что существуютъ въ отдѣльности, какъ тѣла весьма прочныя, гидраты, совершенно аналогическіе гидрату аммонія, представляющіе съ нимъ поразительное сходство; эти гидраты притомъ содержатъ и азотъ, какъ и гидратъ аммонія, и получаются при содѣйствіи аммиака, отличаются же отъ него тѣмъ, что водородъ въ нихъ замѣненъ сложными группами: CN^2 , C^2H^2 и т. д., т. е. имѣютъ составъ $N(CN^2)HO$ и т. п. Это даетъ теорію аммонія твердую основу и позволяетъ ее удерживать, хотя не должно забывать, при употребленіи ея, что сходство между аммоніемъ и металлами есть только сходство ограниченное, аналогія, облегчающая изученіе, но не такая, которая бы проходила весьма далеко, во всѣ соединенія, свойственныя аммиаку. Тѣмъ не менѣе нельзя не обратить здѣсь вниманія на сходство реакцій многихъ сложныхъ тѣлъ съ реакціями простыхъ тѣлъ, какъ при допущеніи состава озона O^3 нельзя не обратить вниманія на сходство его состава съ составомъ воды, изъ чего можно вывести заключеніе, что между природою сложнаго и простаго тѣла въ сущности нѣтъ никакого различія. Тѣла того и другаго рода составляютъ одну категорію тѣлъ, способныхъ образовывать атомныя соединенія, обладающія нерѣдко аналогиче-

¹⁾ Она заключаетъ въ себѣ не болѣе 1 части аммонія на 200 ч. ртути. Въ сухомъ состояніи ея получить не могли.



скими свойствами. Это наводитъ на мысль о томъ, что и самыя простыя тѣла не суть тѣла неразложимыя, а что мы только не въ состояніи были по сихъ поръ ихъ разложить; но можетъ быть найдутся средства, которыми и они раздѣляются на составныя части не тождественныя между собою.

И такъ, амміакъ представляетъ рядъ реакцій соединенія съ водою и кислотами, образуя съ послѣдними солеобразныя вещества. Къ характеристикѣ амміачныхъ солей должно прибавить еще слѣдующее: всѣ они способны при накаливаніи улетучиваться; но при этомъ улетучиваніи они разлагаются на амміакъ и кислоту, которые при охлажденіи вновь между собою соединяются; оттого-то если кислота нелетуча, то амміакальная соль ея при накаливаніи оставляетъ нелетучую кислоту, выдѣляя амміакъ; если же кислота летуча, то при накаливаніи амміачной соли и кислота и амміакъ улетучиваются вмѣстѣ, образуя при охлажденіи и при переходѣ въ твердое состояніи вновь ту соль, которая служила для образованія паровъ. Доказательствомъ тому, что амміакальныя соли при накаливаніи разлагаются, можетъ служить прямой опытъ съ нашатыремъ NH_4Cl , который въ парахъ разлагается на амміакъ NH_3 и хлористый водородъ HCl . Плотность паровъ послѣдняго болѣе чѣмъ въ 2 раза превышаетъ плотность паровъ амміака, а потому хлористый водородъ проходитъ чрезъ пористыя тѣла несравненно медленнѣе амміака. Этимъ можно доказать, что въ парахъ нашатыря находятся въ отдѣльности амміакъ и хлористый водородъ. Если въ стеклянную трубку положить кусокъ нашатыря, заткнуть эту трубку пробкой изъ азбеста (или горнаго льна, каменистаго и въ то же время волокнистаго вещества), то черезъ азбестъ пары нашатыря, получающіеся при его нагреваніи, будутъ проходить отчасти цѣликомъ, но будетъ избытокъ амміака въ проходящихъ парахъ, что можно доказать, ступая эти пары въ водѣ и испытывая эту воду лакмусовымъ настоємъ, который будетъ синій отъ избытка амміака; въ части же, не прошедшей черезъ азбестъ, будетъ избытокъ хлористаго водорода, который можно доказать тѣмъ, что онъ измѣняетъ синій цвѣтъ лакмуса въ красный въ присутствіи воды. Итакъ, соли амміака летучи только потому, что онѣ разлагаются и только тогда, когда кислота этихъ солей также летуча; вообще же говоря, соли амміака, или аммонія, если угодно, разлагаются на кислоту и амміакъ; такъ, фосфорноамміачная соль при накаливаніи оставляетъ фосфорную кислоту и выдѣляетъ амміакъ.

Амміакъ способенъ соединяться не съ одніми только кислотами, онъ способенъ присоединяться и ко многимъ солямъ, какъ это мы видѣли изъ его способности образовывать съ хло-

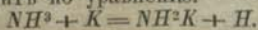
ристымъ серебромъ твердое вещество; точно также амміакъ поглощается хлористыми, іодистыми и бромистыми соединениями металловъ, причеиъ также отдѣляется тепло. Нѣкоторыя изъ этихъ соединений лишаются своего амміака, уже оставаясь на воздухѣ, другія при накаливаніи, многія даже отдають этотъ амміакъ водѣ при раствореніи; но нныя изъ этихъ соединений растворяются безъ разложенія и при выпариваніи раствора выдѣляются въ неизмѣненномъ видѣ.

Нѣкоторые металлическіе окислы поглощаютъ амміакъ и въ водномъ амміакѣ растворяются, таковы напр. окиси: цинка, никкеля, магнія, мѣди и многихъ другихъ; въ нѣкоторыхъ изъ такихъ соединений амміакъ удерживается весьма не прочно; но другія, напротивъ того, образуютъ прочныя амміакальныя соединения, по всей вѣроятности подобныя водной окиси аммонія, въ которой часть водорода замѣщена металломъ взятой окиси. И дѣйствительно, соли многихъ металловъ способны растворяться въ амміакѣ и выдѣлять при выпариваніи соли, содержащія въ себѣ элементы амміака, съ чѣмъ мы познакомимся, говоря объ нѣкоторыхъ металлахъ, преимущественно объ мѣди и магніѣ. Способность амміака соединяться съ окислами нѣкоторыхъ металловъ объясняетъ его дѣйствіе на нѣкоторые металлы; напр. мѣдь въ присутствіи воздуха. При этомъ мѣдь растворяется совершенно какъ отъ кислотъ при доступѣ воздуха, даже быстро. Оттого мѣдные сосуды не годны для приборовъ содержащихъ амміакъ. Желѣзо же имъ не измѣняется.

Итакъ, амміакъ способенъ къ соединеніямъ со множествомъ тѣлъ и образуетъ многія такія соединения, прямо чрезъ простое прикосновеніе. Въ этомъ отношеніи амміакъ подобенъ водѣ и его способность сходна со способностію воды давать гидраты.

Сходство это отражается въ непрочности большей части соединений воды и амміака; при вагрѣваніи большинство водныхъ (съ кристаллизаціонною водою и гидратовъ) и амміачныхъ соединений разлагается. Однако вода даетъ немало прочныхъ гидратовъ, неразлагающихся дѣйствіемъ жара, для амміака же такихъ прочныхъ соединений почти неизвѣстно.

Таковы реакціи соединений амміака; укажемъ теперь на реакціи замѣщенія, свойственныя этому веществу. Если амміакъ пропускать черезъ трубку, содержащую въ себѣ металлическій калий, то выдѣляется водородъ и получается соединеніе, заключающее въ себѣ амміакъ, въ которомъ одинъ атомъ водорода замѣщенъ атомомъ калия NH^2K ; образованіе его, слѣдовательно, происходитъ по уравненію:



Это тѣло называется амидомъ калия; мы увидимъ впоследствии,

что іодъ и хлоръ способны также вытѣснить часть водорода изъ амміака и становится на его мѣсто, узнаемъ также, что уголь при накаливаніи въ парахъ амміака также выдѣляетъ водородъ, образуя водородистый цианъ, HCN ; слѣдовательно многими способами можно въ амміакѣ замѣстить водородъ различными тѣлами. Такія тѣла, которыя происходятъ при этомъ и въ которыхъ осталось NH^2 , называются **амидами**; такія, въ которыхъ осталось только NH —**имидами**; а въ которыхъ вовсе не осталось водорода, называются **нитридами**, или азотистыми соединениями даннаго тѣла, напр. NH^2J есть амидъ іода. Способность амміака вступать въ такія замѣщенія чрезвычайно характерна для него, и множество извѣстныхъ тѣлъ, встрѣчающихся иногда и въ природѣ, относятся къ этому разряду соединений; можно думать даже, что и бѣлковыя вещества, т. е. сложнѣйшія органическія вещества, о которыхъ мы имѣли случай упоминать, суть амидообразныя соединения, отвѣчающія сахаристымъ веществамъ. Полагаютъ, и притомъ на основаніи хорошо изученныхъ аналогическихъ реакцій, что при соединеніи амміака со многими солями происходятъ амидныя соединения, способныя, какъ амміакъ, давать соли; можно напр. думать, что хлористое серебро, поглощая амміакъ, даетъ амидъ серебра, способный соединяться съ хлористымъ водородомъ, какъ амміакъ. Всего же важнѣе для насъ замѣтить, что при дѣйствіи различныхъ веществъ на амміакъ, **замѣщается** въ немъ **водородъ**, реакція идетъ на счетъ водорода, а не на счетъ азота, азотъ остается въ получающемся соединеніи, такъ сказать, нетронутымъ; то же самое мы замѣчаемъ при дѣйствіи различныхъ веществъ на воду. Въ большинствѣ случаевъ реакція воды состоитъ въ томъ, что водородъ выдѣляется изъ нея и на мѣсто его становятся различные элементы. То же самое совершается, какъ мы видѣли, и съ кислотами, въ которыхъ водородъ легко вытѣсняется металлами; словомъ, въ большинствѣ случаевъ, реакція двойнаго разложенія тѣлъ основываются на содержаніи въ нихъ водорода; наиболѣе легко образующіяся реакція этого рода состоятъ въ замѣнѣ мѣста между водородомъ и нѣкоторыми другими простыми тѣлами. Конечно, существуютъ реакція, въ которыхъ и другіе элементы замѣщаются между собою; но эти реакція или идутъ затруднительно, или до сихъ поръ мало изслѣдованы. Въ настоящее же время большинство реакцій относится къ водороду; оттого-то водородныя соединения и заслуживаютъ большаго вниманія передъ прочими соединениями, и если возможна классификація реакцій и тѣлъ на основаніи ихъ реакцій, то при этомъ необходимо принять во вниманіе прежде всего отношеніе водорода, заключающагося

въ тѣлахъ, и способность его вступать въ замѣщенія того или другаго рода.

Открытие присутствія амміака и опредѣленіе его количества не представляетъ особыхъ трудностей, а имѣетъ важное практическое значеніе особенно для земледѣлія, и потому мы и скажемъ объ этомъ предметѣ.

Присутствіе свободнаго (не соединеннаго съ кислотами) амміака въ газѣ или водномъ растворѣ узнается уже по его характеристическому запаху. Но амміачныя соли (кромя углеамміачныхъ солей) не имѣютъ этого запаха. Впрочемъ прибавка къ нимъ щелочи (напр. ѣдкихъ извести, кали, натра) выдѣляетъ изъ нихъ амміачный газъ, особенно въ растворахъ и при нагрѣваніи. Чтобы сдѣлать присутствіе амміака очевиднымъ, достаточно ввести въ его пары предметъ смоченный растворомъ соляной (хлористоводородной) кислоты. Тогда появляется бѣлое облачко, или бѣлые видимыя пары. Это зависитъ оттого, что и NH_3 и HCl летучи, испаряются, а встрѣчаясь даютъ твердый нашатырь, NH_4Cl , образующій облако. Обыкновенно для подобнаго испытанія обмакиваютъ стеклянную палочку въ соляную кислоту и держать ее надъ сосудомъ, выдѣляющимъ амміакъ. Такъ, на примѣръ, можно узнать, имѣемъ ли мы въ данномъ случаѣ амміачныя, или поташныя квасцы. Отъ прибавленія къ раствору квасцовъ избытка щелочи, въ первомъ случаѣ выдѣляется амміакъ, а во второмъ его не будетъ. При маломъ содержаніи амміака подобное испытаніе сомнительно—бѣлый паръ мало замѣтенъ. Тогда лучше брать бумажку, смоченную азотнортутною солью, соотвѣтствующую закиси. Отъ паровъ амміака такая бумажка чернѣетъ, вслѣдствіе образованія чернаго соединенія закиси ртути съ амміакомъ^{*)}. Одинъ изъ лучшихъ реактивовъ для открытія присутствія амміака свободнаго и въ соляхъ, составляется чрезъ раствореніе іодистой ртути въ растворѣ іодистаго кали (смѣшать растворъ сулемы съ растворомъ іодистаго кали, пока образовавшійся красный осадокъ вновь не растворится) и чрезъ прибавленіе къ такому раствору ѣдкаго кали. Отъ присутствія амміака въ этомъ реактивѣ происходитъ красно-бурный осадокъ, а при самыхъ малыхъ количествахъ амміака желтое окрашиваніе. Амміакъ, содержащійся въ растворѣ и въ соляхъ, можетъ быть выдѣленъ изъ нихъ въ видѣ оранжеваго соединенія, называемаго *нашатырною платиною* $(\text{NH}_4)^2\text{PtCl}_6$, малорастворимою въ водѣ и особенно въ смѣси спирта съ эфиромъ. Такое соединеніе получается въ видѣ осадка, если къ раствору амміака прибавить хлористоводородной кислоты и хлористой платины. Нашатырная платина при прокаливаніи разлагается, оставляя одну металлическую платину. Подобную же реакцію даютъ соли калия.

^{*)} Бумажка смоченная растворомъ соли окиси ртути, при этомъ не должна чернѣть—иначе въ парахъ есть какое либо другое вещество, дающее со ртутью черное соединеніе (напр. сѣроводородъ), еще лучше въ то же время брать для испытанія бумажку, смоченную солью марганца—она бурѣетъ отъ амміачныхъ паровъ, в. ч. они выдѣляютъ закись марганца, отчасти окисляющуюся на воздухѣ и оттого бурьющую. Отдѣльное испытаніе одною бумажкою можетъ дать ошибку.

Такъ можно открыть малую подмѣсь амміака и его солей въ разныхъ случаяхъ, напр. въ воздухѣ отхожихъ мѣсть, въ сокѣ свекловицы, въ почвѣ, въ кислотахъ стоявшихъ на воздухѣ (п. ч. они поглощаютъ амміакъ воздуха) и т. п. Не должно только при этомъ забывать, что солеобразныя соединения амміака нелетучи, какъ самъ NH_3 , и чтобы выдѣлить изъ нихъ амміакъ, необходимо избытокъ щелочи.

Летучесть амміака и способность его соединяться съ кислотами, можетъ служить и для опредѣленія количественнаго его содержанія въ разнообразныхъ случаяхъ. Такъ, напримѣръ, для опредѣленія содержанія амміака въ соли или какомъ либо растворѣ, должно прибавить къ нему щелочи и полученный растворъ перегнать. Прибавка щелочи опять нужна для того, чтобы отнять отъ амміака кислоты, соединенія съ которыми онъ столь легко образуетъ. Пары происходящія при перегонкѣ, должно собирать въ приемникъ, содержащемъ соляную кислоту. Тогда весь амміакъ удержится кислотою. Когда отдѣленіе амміака прекратится, а это происходитъ при отгонкѣ $\frac{1}{3}$ воды изъ раствора содержавшаго амміакъ, — тогда въ приемникѣ будетъ водной растворъ нашатыря и избытокъ соляной кислоты. Если такой растворъ выпаривать, при температурѣ кипѣнія воды (въ паровой ваннѣ), то вода и избытокъ хлористаго водорода испаряются, а нашатырь остается. По его вѣсу можно судить о вѣсѣ амміака. Формула нашатыря NH_4Cl показываетъ, что въ 53,5 вѣсовыхъ частяхъ нашатыря содержится 17 вѣсовыхъ частей амміака, слѣдовательно (по пропорціи $n : x = 53,5 : 17$) въ n частяхъ нашатыря содержится $n \frac{17}{53,5}$ частей амміака.

Подобнымъ же образомъ можно опредѣлить въ органическихъ веществахъ содержаніе азота. На стр. 401 было показано, что такіе вещества при накаливаніи (фиг. 91) съ известью даютъ амміакъ. Его собираютъ въ растворѣ соляной кислоты и потомъ выпариваютъ. Если получится m вѣсовыхъ частей нашатыря, то во взятомъ количествѣ вещества содержится $m \frac{14}{53,5}$ частей азота. Итакъ по количеству нашатыря можно судить объ количествѣ амміака и азота. Такимъ образомъ, при большинствѣ обыкновенныхъ химическихъ опредѣленій количественнаго содержанія элементовъ въ составѣ данного тѣла, стараются перевести этотъ элементъ вполнѣ въ составліи опредѣленнаго, прочнаго и легко очищаемаго соединенія, содержащаго этотъ элементъ, а потомъ по составу и вѣсу полученнаго соединенія судить объ количествѣ опредѣляемаго элемента. Амміакъ опредѣляютъ также въ видѣ нашатырной платины.

Существуютъ и другіе приемы для опредѣленія, какъ присутствія, такъ и количества амміака. Пользуются не только летучестью амміака и его способностью соединяться съ кислотами, но также и другими реакціями, въ какія онъ вступаетъ. Описаніе такихъ приемовъ, которыми открывається и опредѣляется содержаніе вещества въ смѣсяхъ и соединеніяхъ, составляетъ предметъ особой части химіи. Ее называютъ *аналитическою химіею*, а самое открытіе и опредѣленіе веществъ, — *химическимъ анализомъ*. При анализѣ пользуются разнообразными реакціями и физическими свой-

ствами тѣлъ, а потому знакомство съ нимъ научаетъ химіи. При томъ выполнение анализа требуетъ немногихъ только матеріаловъ и приборовъ, доступныхъ всякому, тогда какъ производство другихъ химическихъ изслѣдованій, опытовъ и наблюденій часто требуетъ большихъ затратъ. По этимъ причинамъ и аналитическія работы составляютъ начало научнаго практическаго знакомства съ химіею.

Практическія примѣненія амміака довольно многочисленны. Для нихъ обыкновенно берутъ растворъ амміака въ водѣ. По физическимъ своимъ свойствамъ амміакъ употребляется ¹⁾ для произведенія охлажденія и замораживанія и въ этомъ отношеніи заслуживаетъ большаго вниманія. Дѣйствительно, произвести холодъ иногда весьма важно для практическихъ цѣлей. Не говоря объ охлажденіи пищи, о приготовленіи льда и т. п., достаточно упомянуть о томъ, что съ помощію охлажденія можно сгущать растворы (морская вода и соляные растворы даютъ ледъ прѣсный), получать изъ соленой воды прѣсную, кристаллизовать многія вещества, напр. парафинъ, бензинъ для очищенія, производить тягу воздуха, соединенную съ освѣженіемъ его, какъ нагрѣвательными приборами, производится тяга воздуха съ его нагрѣваніемъ и т. п. Въ тропическихъ странахъ, и въ жаркое время года источникъ холода можетъ принести не меньше услугъ, чѣмъ печь въ холода. Въ текущемъ десятилѣтіи искусственное охлажденіе введено въ жизнь, примѣнено къ производству льда и къ заводамъ для химической переработки многихъ веществъ, это и составляетъ важный успѣхъ. Для **искусственнаго холода** пользуются различными физическими измѣненіями тѣлъ, сопровождающимися поглощеніемъ тепла. Такъ для этой цѣли пользуются расширеніемъ сжатого воздуха, раствореніемъ твердыхъ тѣлъ въ водѣ, испареніемъ летучихъ веществъ при уменьшенномъ давленіи, и т. п. Выгода и удобства принадлежатъ послѣднему приему, потому что при испареніи поглощается много тепла. Способъ пользованія обыкновенно состоитъ въ томъ, что летучую жидкость при обыкновенной температурѣ заставляютъ быстро испаряться. Она при этомъ отнимаетъ потребное скрытое тепло отъ окружающихъ тѣлъ и ихъ охлаждаетъ. Пониженіе температуры можетъ достигъ до температуры кипѣнія, соответствующей тому давленію, подъ которымъ происходитъ испареніе. Такъ при давленіи 4,6 миллиметровъ ртутнаго столба, испаряясь, понизитъ температуру до 0°; но эфиръ и другія летучія жидкости могутъ понизить температуру гораздо ниже. Амміакъ безводный и жидкій, даже при

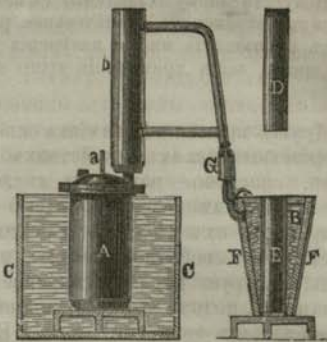
¹⁾ Употребленіе для механическаго движенія указано выше, стр. 408 и еще не существуетъ въ дѣйствительности, сколько то мнѣ извѣстно.

давленіи 320-мм., можетъ уже понизитъ температуру до -40° . Очевидна выгода низкокипящихъ жидкостей для достиженія низкихъ температуръ. Потому-то для этого и употребляютъ подобныя вещества ¹⁾. Ихъ употребленіе требуетъ искусственнаго пониженія давленія при помощи насосовъ и тому подобныхъ средствъ. Сверхъ того требуется полученный газъ или паръ, вновь сгуститъ механическимъ сжатіемъ въ жидкость при охлажденіи, чтобы одна и та же жидкость могла вновь возобновляться. И потому для полученія холода нужны двигатели и насосы, производящіе уменьшеніе и увеличеніе давленія. Тамъ гдѣ двигатель доступенъ для употребленія, такая система примѣнима. Но при амміакѣ она можетъ быть упрощена замѣною двигателя нагрѣваніемъ и пользуясь способностію амміака растворяться въ водѣ. Представимъ, что имѣемъ насыщенный растворъ амміака въ замкнутомъ сосудѣ, сообщенномъ съ пріемникомъ. Станемъ нагрѣвать амміачный растворъ. Амміакъ съ малымъ количествомъ воды выдѣлится, накопляясь, доведетъ давленіе въ приборѣ до значительной величины и оттого сгустится въ болѣе холодныхъ частяхъ пріемника. Слѣд. въ пріемникѣ получится жидкій амміакъ. Прекратимъ теперь нагрѣваніе сосуда съ воднымъ амміакомъ. Послѣ выдѣленія амміака въ немъ останется вода или растворъ бѣдный амміакомъ. Лишь только онъ начнетъ охлаждаться, въ немъ станутъ растворяться амміачныя пары, пространство разрѣдится, и произойдетъ быстрое испареніе сгущеннаго амміака. Испаряясь въ пріемникѣ, онъ будетъ въ немъ производить холодъ и самъ перейдетъ въ водный растворъ. Подъ конецъ получится первоначальный растворъ амміака въ водѣ. Итакъ здѣсь при нагрѣваніи сосуда произойдетъ само собою увеличеніе давленія, а при охлажденіи уменьшеніе, такъ что нагрѣваніе здѣсь замѣняетъ механическую работу. Такъ устроена ледяная машинка Карре, изображенная на фиг. 100-й.

A изображаетъ сосудъ изъ котельнаго желѣза, куда вливается насыщенный растворъ амміака. *b*—трубка проводящая пары амміака въ пріемникъ *B*. Всѣ части прибора должны держать газъ и сопротивляться давленію, могущему при нагрѣваніи амміака достигъ до 10-ти и болѣе атмосферъ. Изъ прибора долженъ быть изгнанъ воздухъ, иначе онъ препятствовалъ бы сгущенію амміака. Для этого по наполненіи прибора и при нагрѣваніи его отворяютъ кранъ, находящійся въ части *U*, и когда станеть выдѣляться чистый амміачный газъ—кранъ запираютъ. Маншпуляція съ такимъ приборомъ слѣдующая:

¹⁾ Особенно рекомендуется метиловый эфиръ—это газъ при обыкновенной температурѣ. Онъ легко получается и сгущается въ жидкость.

Сперва приборъ наклоняютъ такъ, чтобъ жидкость, могущая остаться въ *B*, стекла чрезъ *b* въ *A*. Потомъ сосудъ *A* ставятъ на жаровню и медленно нагрѣваютъ до того, чтобы термометръ *a* показывалъ 130° Ц. Въ это время аммиакъ выдѣляется изъ *A* и сгущается въ *B*. Для облегченія сгущенія приемникъ *B* должно въ это время охладить, нагрузивъ въ чанъ съ водою. Чрезъ полчаса, когда можно полагать, что аммиакъ выдѣлился, огонь изъ поды *A* удаляютъ и этотъ сосудъ погружаютъ для охладженія въ чанъ съ водою *C*. Въ этомъ положеніи приборъ изображенъ на нашемъ рисункѣ. Тогда сгустившійся аммиакъ изъ приемника переходитъ чрезъ испареніе въ воду сосуда *A*. При этомъ въ *B* происходитъ холодъ. Внутри приемника *B* въ цилиндрическое пространство *E* вкладывается сосудъ *D* съ веществомъ охлаждаемымъ. Производство охладженія длится также около получаса и при обыкновенныхъ размѣрахъ прибора (содержащаго до 2-хъ литровъ аммиачнаго раствора) на одинъ килограммъ сгорѣвшаго угля производится до 5-ти килограммовъ льда.



Фиг. 100. Простой приборъ Карре для охладженія и замораживанія. Изображенъ въ послѣднемъ своемъ положеніи, когда сосудъ *A* охлаждаетъ и аммиакъ изъ *B* испаряется. $\frac{1}{2}$ натуральной величины.

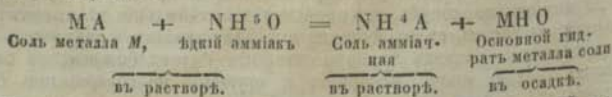
Описанный приборъ пригоденъ для мелкаго потребленія, но не годится для заводскаго дѣла, потому что дѣйствуетъ періодически. Гелье и Карре устроили заводскіе приборы, дѣйствующіе непрерывно. Для этого очевидно необходимо: 1) въ особыхъ холодильникахъ (при помощи холодной воды) сгущать пары аммиака, выдѣляющіеся изъ котла, содержащаго насыщенный растворъ аммиака; 2) проводить сгущенный жидкій аммиакъ въ сосудъ, гдѣ происходитъ охладженіе въ такомъ количествѣ, въ какомъ въ этой части снаряда аммиакъ испаряется. 3) Въ названныхъ частяхъ прибора давленіе будетъ большое, въ слѣдующихъ малое; иначе испареніе и сгущеніе не совершалось бы; поэтому обѣ части должны быть раздѣлены насосомъ или клапаномъ. 4) Въ котлѣ чрезъ выдѣленіе аммиака образуется вода съ малымъ содержаніемъ аммиака. Ее должно выкачивать изъ котла, охладить, привести въ прикосновеніе съ парами аммиака, образовавшимися въ охладникѣ, чрезъ что и будетъ получаться низкое давленіе и раствореніе аммиака въ водѣ. 5) вновь образованный аммиачный растворъ можно вводить въ котель для новаго испаренія. Такимъ образомъ



получается сложный снарядъ, расходующій топливо и производящій холодъ безостановочно.

Искусственному охлажденію съ помощью различныхъ средствъ предстоитъ современемъ значительное развитіе, потому что холодъ можетъ производить многія измѣненія подобно теплу. Нынѣ мы живемъ во время, когда примѣненіе этого технического приѣма только начинается.

Другія примѣненія амміака основываются на его химическихъ и физиологическихъ свойствахъ. Представляя летучее вещество, способное насыщать кислоты, амміакъ часто употребляется въ химической практикѣ для удаленія кислотъ и для устраненія ихъ дѣйствія. Кислота насыщенная амміакомъ теряетъ свое свойство измѣнять многія тѣла и даетъ амміачную соль, которую послѣ испаренія воды и можно удалить накаливаніемъ, потому что всѣ амміачныя соли при нагреваніи разлагаются, какъ говорено выше. Притомъ избытокъ взятаго амміака всегда можно удалить испареніемъ или кипяченіемъ, и т. п. способами, чего не представляютъ другія щелочи не способныя улетучиваться. Такъ, напримѣръ, при порчѣ платья кислотою (отъ кислотъ на сукнѣ и др. тканяхъ происходятъ красныя пятна, а потомъ и измѣненіе самой ткани), нельзя употребить другія щелочи: они, взятыя въ избыткѣ, сами измѣняютъ ткани, а употребляется амміакъ—его избытокъ тотчасъ улетучивается и остается только соединеніе его съ кислотою—вещество среднее, недѣйствующее уже разрушительно. Еще чаще амміакъ употребляется для выдѣленія нерастворимыхъ основныхъ гидратовъ, изъ растворовъ солей, что особенно часто **употребляется при анализѣ**. Назовемъ чрезъ МНО нерастворимый основной гидратъ, чрезъ АН кислоту. Соль образованная ими будетъ представлять составъ, $MNO + AN = H^2O = MA$. Если къ раствору ея прибавить ѣдкаго амміака NH^2O , то аммоній мѣняетъ мѣсто съ металломъ основанія и чрезъ то получается нерастворимый основной гидратъ или, какъ говорится, образуется осадокъ. Механизмъ этого двойнаго разложенія слѣдующій:



Такое разложеніе происходитъ только тогда вполне и нацѣло, когда могущій получиться основной гидратъ въ водѣ нерастворимъ. Такъ, напримѣръ, если къ раствору соли глинозема прибавить ѣдкаго амміака, то выдѣляется водный глиноземъ, въ видѣ безцвѣтнаго студенистаго осадка. Такъ-какъ нѣкоторые основные гидраты даютъ съ амміакомъ особыя

растворимыя соединения, то иногда первое количество прибавленнаго (къ раствору соли) амміака производитъ осадокъ, а прибавка затѣмъ новаго количества амміака вновь растворяетъ такой осадокъ. Такъ происходитъ, напримѣръ, съ солями окиси мѣди. Изъ этого можно видѣть, что дѣйствіе амміака на соли предоставляетъ химику возможность выдѣлять (и опредѣлять количество) основные гидраты и опредѣлять ихъ свойства, скрывающіяся въ соляхъ, какъ веществахъ имѣющихъ часто однородныя свойства, при самыхъ разнообразныхъ основаніяхъ.

Амміакъ, такимъ образомъ, сдѣлался обыкновеннымъ веществомъ, **реактивомъ** или **реагентомъ**, при химическихъ изслѣдованіяхъ. Но для технического или фабричнаго пользованія прибѣгаютъ обыкновенно къ другимъ основаніямъ (извести), болѣе доступнымъ по своей цѣнности.

Употребленіе амміака какъ раздражающаго средства, въ видѣ такъ называемаго нюхательнаго или нашатырнаго спирта, при обморокахъ и различныхъ припадкахъ — известно каждому ¹⁾. При втираніи въ кожу амміакъ также производитъ известное раздражающее дѣйствіе, отчего и употребляется иногда какъ наружное средство. Такъ, напримѣръ, известная вѣсмъ летучая мазь готовится изъ салаго либо жидкаго масла, взболтаннаго съ растворомъ амміака. При этомъ часть масла даетъ мылообразное вещество ²⁾. Употребляютъ его также какъ наружное средство при укушеніи насекомыхъ и довитыхъ змѣй, причѣмъ часто замѣняютъ углесамміачною солью. Говорятъ, что ядъ многихъ змѣй не дѣйствуетъ, если къ ранѣ тотчасъ будетъ приложенъ амміакъ. Какъ внутреннее средство амміакъ употребляютъ для поглощенія газовъ, скопляющихся въ желудкѣ и кишечномъ каналѣ и производящихъ иногда, особенно у животныхъ при жирномъ зеленомъ (напр. клеверномъ) кормѣ, вздутіе и смерть. Тутъ дѣйствіе отчасти уясняется. Эти газы содержатъ кислоты (углекислый газъ, сѣрнистый водородъ). Они соединяются съ принятымъ амміакомъ и такимъ образомъ вздутіе и вѣтри уменьшаются. Замѣчательно также то обстоятельство, что омыленіе проходитъ очень скоро при приемѣ внутрь воды съ нѣсколькими каплями амміака ³⁾.

Въ красильномъ дѣлѣ употребляютъ амміакъ для растворенія нѣкоторыхъ красокъ, напримѣръ кармина, для измѣненія оттѣнка другихъ, для уничтоженія дѣйствія кислотъ. Его употребляютъ также для приготовленія искусственнаго жемчуга. Для этого разводятъ въ амміакѣ чешуйки особой мелкой рыбы и вдуваютъ полученный рас-

¹⁾ Для этой цѣли употребляютъ также углесамміачную легколетучую соль.

²⁾ Растворимость жирныхъ веществъ въ амміакѣ, происходящая отъ обмыленія мыла, объясняетъ употребленіе его для вывода жирныхъ пятенъ.

³⁾ Это зависитъ можетъ быть оттого, что омыленіе происходитъ отъ переноса окисляемаго кислорода спирту, дающему тогда адегидъ и уксусную кислоту. Амміакъ вѣроятно тотчасъ входитъ въ кровь, соединяется съ адегидомъ, уксусною и угольною кислотами и даетъ возможность кислороду крови дѣйствовать въ организмѣ.

творъ въ небольшіе стеклянные шарики, подобныя жемчужинамъ, внутри пустые.

Въ природѣ и искусствахъ однако чаще всего употребляется не свободный амміакъ, а его соединенія съ кислотами. Роль этихъ соединеній въ природѣ чрезвычайно важна. Съ помощью амміака **доставляется растеніямъ тотъ азотъ**, который происходитъ отъ разрушенія животныхъ веществъ. При этомъ однако образуется обыкновенно не свободный амміакъ, а его соли. Они поглощаются почвою, удерживаются ею, изъ нея переходятъ съ другими растворенными веществами при содѣйствіи воды въ растенія. При этомъ однако амміакъ, если не весь, то по крайней мѣрѣ отчасти, переходитъ въ азотную кислоту. Оттого не удивительно, что азотистыя вещества, могущія давать амміакъ, напр. моча, заключающая въ измѣненномъ своемъ состояніи углеамміачную соль, потому большинство самыхъ амміачныхъ солей и солей азотной кислоты составляютъ, при другихъ благопріятныхъ условіяхъ, удобрительныя вещества, значительно возвышающія урожай. Мы видѣли (стр. 98), что въ годъ съ дождями доставляется десятинѣ земли не болѣе 15 кило азота въ видѣ его соединеній. А между тѣмъ въ одномъ зернѣ пшеницы или ржи десятина земли (при урожаѣ въ 2500 кило зерна, около 15-ти четвертей съ десятины) можетъ давать до 40 кило азота въ сложныхъ азотистыхъ веществахъ, которыхъ, въ названныхъ зернахъ содержится болѣе 10% (а они заключаютъ въ себѣ болѣе 15% азота). Если въ удобреніи не будетъ азотистыхъ веществъ, — не можетъ быть высокаго урожая. Механическая обработка земли и содержаніе въ ней черноземныхъ и нѣкоторыхъ минеральныхъ веществъ, увеличиваетъ урожай уже и потому, что все это усиливаетъ поглощеніе азотистыхъ веществъ изъ атмосфернаго воздуха и, вѣроятно, помогаетъ ихъ образованію изъ азота воздуха (стр. 373, 374); но высшіе урожай получаютъ тогда только, когда вводятъ въ землю азотистое вещество. Достаточно узнать, напримѣръ, что извѣстные англійскіе хозяинъ и ученый Ловесъ съ Джильбертомъ сѣяли и сѣютъ уже 20 лѣтъ пшеницу для опыта на разныхъ участкахъ, удобряемыхъ различными средствами и получили высшіе урожай только при употребленіи удобреній, содержащихъ азотъ¹⁾, чтобы убѣ-

1) Если урожай на дѣнной поверхности, неудобрявшейся ни чѣмъ, въ опытахъ Ловеса приметъ за 10 (вѣсовыхъ единицъ), то получился урожай: на почвѣ удобрявшейся ежегодно однимъ навозомъ 23-хъ, на почвѣ удобрявшейся ежегодно однимъ азотистыми веществами около 15-ти; на почвѣ удобрявшейся однимъ золотыми веществами (фосфористыми, щелочными, известковыми и т. п.) около 11; при употребленіи же смѣси ихъ съ азотистыми веществами урожай достигъ до 25, даже до 30. Новѣйшіе опыты показываютъ даже, что урожай при благопріятныхъ условіяхъ, пропорціоналенъ количеству азотистыхъ веществъ, находящихся

даться въ несомнѣнности большой выгоды отъ удобренія азотистыми веществами. Для этой цѣли и употребляютъ нынѣ много сѣрноамміачной соли, какъ удобрительнаго вещества. Но ту же роль могутъ выполнять и остатки животныхъ, дающіе амміакъ при своемъ гніеніи.

Круговоротъ азота, входящаго въ составъ сложныхъ органическихъ веществъ, въ природѣ подобенъ круговороту и другихъ элементовъ, напр. кислорода (стр. 386). Азотистыя вещества животныхъ, разрушаясь, даютъ амміакъ, отчасти уходящій въ воздухъ, отчасти растворяющійся въ водѣ, отчасти поглощаемый почвою. Во всѣхъ этихъ формахъ амміакъ отчасти переходитъ въ азотную кислоту и самъ или въ видѣ другихъ соединеній азота поглощается растеніями и образуетъ вновь сложныя азотистыя вещества. Растенія или гніютъ, и тогда вновь даютъ амміакъ, или поглощаются животными и по ихъ смерти и изъ ихъ изверженій азотъ образуетъ опять амміакъ.

Азотъ амміака и въ природѣ и искусственно при вліяніи окисляющихъ веществъ даетъ кислородныя соединенія азота. Такъ въ почвѣ въ лѣтнее время образуется много селитры, то есть солей азотной кислоты изъ тѣхъ азотистыхъ остатковъ растеній и животныхъ, при разложеніи которыхъ, безъ доступа воздуха, образуется всегда только одинъ амміакъ. Такое явленіе совершается въ большихъ размѣрахъ въ почвѣ тропическихъ странъ и оттого-то въ Индіи послѣ лѣта почва, промытая водою, даетъ соли азотной кислоты, которыя долгое время служили средствомъ для приготовленія большихъ количествъ селитры, употребляющейся для пороха. Подобнымъ же образомъ происходитъ изъ азотистыхъ веществъ, входящихъ въ навозъ, селитра въ селитрянницахъ нашихъ черноземныхъ губерній, какъ мы увидимъ впоследствии. То же въ меньшей мѣрѣ совершается въ каждой почвѣ. Легко доказать возможность окисленія амміака въ азотную кислоту, пропуская смѣсь амміака и воздуха чрезъ нагрѣтую губчатую платину. Она (стр. 264) способствуетъ окисленію амміака, — происходитъ азотная кислота, соединяющаяся какъ кислота съ избыткомъ амміака. Приборъ можно располагать для этого какъ на фиг. 101. Въ колбѣ А готовится амміакъ, въ вульфовою стклянкѣ

въ почвѣ. Однако нельзя безъ предѣла увеличивать количество удобрительныхъ азотистыхъ веществъ. Отъ присутствія большого количества солей и т. п. вещества растенія даже погибаютъ. Для солей амміака можно считать высшимъ удобреніемъ 500 кил. (30 пуд.) на гектаръ, или десятину. Лопесъ и Джильбертъ выводятъ, что при благоприятныхъ условіяхъ почвы и климата, каждый пудъ амміака, введенный въ почву, увеличиваетъ урожай пшеницы на 12 пуд., если только все количество введенныхъ амміачныхъ соединеній не будетъ чрезъ-чуръ велико.

О онъ смѣшивается съ воздухомъ, выгоняемымъ струею воды



Фиг. 101. Способъ превращенія амміака, получаемого въ (А) при дѣйствіи воздуха (выдѣляется изъ В) и губчатой платины (нагрѣваемой въ С) въ азотную кислоту. $\frac{1}{12}$.

(изъ крана Г) изъ аспиратора В. Смѣсь воздуха и амміака проходитъ черезъ нагрѣтую лампою L трубку D съ губчатой платиной. Кислородъ воздуха съ амміакомъ даетъ воду и азотную кислоту. Образовавшаяся кислота и амміакъ растворяются въ водѣ сосуда E. Въ этой водѣ можно открыть присутствіе азотноамміачной соли простымъ испареніемъ и охлажденіемъ сгущеннаго раствора. Образование азотныхъ окисловъ при окисленіи амміака замѣчается и при простомъ погруженіи накаленной платиновой проволоки въ сосудъ наполненный смѣсью амміака и воздуха, потому что тогда тотчасъ появляются бурые пары окисловъ азота.

Такъ, окисленіемъ—амміакъ переходитъ въ азотную кислоту и другія окисленные соединенія азота. Эти послѣднія путемъ восстановленія могутъ быть обратно превращены въ амміакъ. Для этого на нихъ, какъ показано будетъ въ слѣдующей главѣ, должно дѣйствовать водородомъ въ моментъ выдѣленія.

Превращеніе амміака въ окислы азота и азотную кислоту, выражаются послѣдовательнымъ выдѣленіемъ водорода и замѣною его кислородомъ. Для объясненія лучше всего взять гидраты, тѣмъ болѣе, что подобныя превращенія неизбежно сопровождаются образованіемъ воды и совершаются обыкновенно въ ея присутствіи. Гидратъ амміака или фдкій амміакъ $\text{NH}^{\circ}\text{O}$ превращается подъ конецъ въ азотную кислоту HNO° . Значитъ, четыре атома водорода выдѣляются и на мѣсто ихъ становятся два атома кислорода. Не только здѣсь, но и во множествѣ другихъ случаевъ окисленіе имѣетъ именно тотъ же характеръ и тѣ же относительныя количества— H^2 и O мѣняются мѣ-

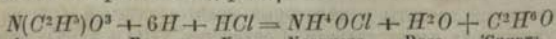
тами. Такъ спиртъ C^2H^6O , заключающійся въ винѣ, закисаетъ, окисляется отъ дѣйствія кислорода воздуха при особыхъ обстоятельствахъ. Изъ него тогда получается уксусная кислота, входящая въ составъ уксуса. Она содержитъ $C^2H^4O^2$; слѣдовательно и здѣсь на мѣсто H^2 вступилъ O и здѣсь изъ спирта, который подобно ѣдкому амміаку, правда при особыхъ условіяхъ, способенъ насыщать кислоты, получилась уксусная кислота, какъ изъ амміака — азотная: обѣ способны соединиться съ основаніями. Окисленія въ томъ и другомъ случаѣ сходны и потому мы и должны допустить замѣщеніе между O и H^2 . Притомъ при окисленіи спирта C^2H^6O изъ него сперва выдѣляется H^2 и потомъ уже присоединяется O . Черезъ выдѣленіе H^2 происходитъ изъ спирта вещество, называемое алдегидомъ и имѣющее составъ C^2H^4O . Алдегидъ же, соединяясь съ O , даетъ уксусную кислоту $C^2H^4O^2$. Сходство съ окисленіемъ амміака видно изъ того еще, что губчатая платина, окисляющая амміакъ, окисляетъ и спиртъ въ присутствіи воздуха. Слѣдовательно и при амміакѣ мы можемъ ждать тѣхъ образованныхъ черезъ выдѣленіе H^2 и черезъ присоединеніе O . Эти послѣдніе должны предшествовать образованію азотной кислоты, какъ алдегидъ предшествуетъ образованію уксусной кислоты. Такимъ образомъ изъ ѣдкого амміака NH^3O должны получаться: NH^3O и NHO черезъ выдѣленіе H^2 и $2H^2$, а черезъ при соединеніе кислорода должны получаться NH^3O^2 , (NH^3O^3) , NHO^2 и NHO^3 . Послѣднія соединенія должны быть кислотами, подобными уксусной. Они или ихъ соли (вмѣсто H — металлы) дѣйствительно извѣстны. NHO^3 есть азотная кислота, извѣстная и въ свободномъ состояніи, и въ видѣ солей; NHO^2 есть азотистая кислота, извѣстная въ видѣ солей. NH^3O^3 есть гидратъ азотистой кислоты и нѣкоторыя соли послѣдней дѣйствительно соотноствуются этому гидрату. Соединенія NHO и NH^3O^2 (послѣднее равно первому съ водою) вовсе неизвѣстны. Можно однако думать, что закись азота N^2O есть ангидридъ этого рода соединеній, потому что $N^2O = 2NHO - H^2O = 2NH^3O^2 - 3H^2O$. Что же касается до вещества NH^3O , представляющаго какъ бы окисель амміака, то оно извѣстно, хотя не въ свободномъ состояніи, но только въ соединеніяхъ, а именно въ соединеніяхъ съ кислотами. Это вещество подобно амміаку (а не ѣдкому амміаку) прямо (безъ выдѣленія воды) соединяется съ кислотами. Такъ и нужно было ожидать, судя по сходству съ алдегидомъ, какое представляетъ, по вышеизложенному, это вещество, названное гидроксиламиномъ ¹⁾. Дѣйствительно, алдегидъ C^2H^4O (и особенно другое вещество того же состава, называемое окисью этилена), способенъ къ разнымъ соединеніямъ, что проявляется и въ способности его прямо притягивать кислородъ воздуха. Сколь ни давно извѣстны соединенія азота, однако гидроксиламины открыты только недавно и потому нельзя отрицать возможности получения и другихъ промежуточныхъ соединеній, существованіе которыхъ, по вышеприведенной аналогіи, кажется весьма вѣроятнымъ.

Окислы азота мы опишемъ въ слѣдующей главѣ, а гидроксиламины, на сколько онъ извѣстенъ по нынѣ, рассмотримъ вслѣдъ за симъ.

¹⁾ Гидроксиламъ называютъ водную группу или водный остатокъ HO , а аминами называютъ тѣмъ содержація остатокъ амміака NH^2 . Гидроксиламины содержатъ оба эти остатка, отчего и произошло его названіе.

Говоря объ амміакѣ и, хотя гипотетическомъ, но весьма вѣроятномъ, водномъ его соединеніи, нельзя не обратить вниманія на то, что существуетъ еще соединеніе, заключающее въ себѣ меньше водорода, чѣмъ водный амміакъ и обладающее характерными реакціями, сходственными съ реакціями амміака. Это тѣло есть **гидроксиламинъ**. Его можно разсматривать какъ амміакъ NH^3 , въ которомъ водородъ замѣненъ воднымъ остаткомъ $NH^2 (HO)$, или, если угодно, какъ соединеніе имида NH съ водою H^2O , или соединеніе кислорода съ амміакомъ. Составъ его NH^3O представляетъ нѣчто среднее между составомъ амміака и гидрата аммонія. Впрочемъ, въ отдѣльности это тѣло не получено, а извѣстно оно только въ состояніи солей. Оно соединяется съ кислотами точно такъ же какъ амміакъ, но не такъ, какъ водная окись аммонія, т. е. безъ выдѣленія воды.

Хлористоводородное соединеніе его имѣетъ составъ NH^4ClO , т. е. это есть какъ бы окисленный нашатырь; значить гидратъ, который ему будетъ отвѣчать, долженъ содержать NH^4O^2 , или NH^4OHO ,—это будетъ, такъ сказать, нѣчто въ родѣ перекиси, отвѣчающей гидрату аммонія, хотя это тѣло, судя по его соли, и не имѣетъ ни сколько характера перекисей, потому что послѣднія отдѣляютъ отъ себя весьма легко кислородъ; гидроксиламинныя же соединенія не производятъ такого выдѣленія. Хлористоводородное соединеніе гидроксиламина получено Лоссенемъ въ 1865 году, при дѣйствіи олова и хлористаго водорода въ присутствіи воды на особое вещество, называемое азотнозильнымъ эиромъ; при этомъ дѣйствуетъ водородъ, выдѣляемый оловомъ изъ хлористаго водорода:

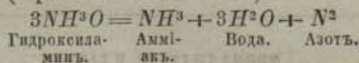


Азотнозильный эиръ.	Водородъ выдѣляемый оловомъ изъ HCl.	Хлористый водородъ.	Хлористоводородное соединеніе гидроксиламина.	Вода.	Спиртъ.
---------------------	--------------------------------------	---------------------	---	-------	---------

Здѣсь, значить, раскисляется азотная кислота, но не прямо въ амміакъ, а сперва въ гидроксиламинъ. Вѣроятно это вещество будетъ происходить при переходѣ амміака въ азотную кислоту и при образованіи амміака изъ азотной кислоты.

Берутъ смѣсь 30 частей азотнозильнаго эира, 120 частей олова и 40 частей воднаго раствора хлористаго водорода, имѣющаго удѣльный вѣсъ 1,06. Спустя нѣкоторое время наступаетъ реакція сама собою. Послѣ ея окончанія выдѣляютъ олово посредствомъ сѣрнистаго водорода, выпариваютъ растворъ и получаютъ при этомъ много нашатыря (который происходитъ чрезъ дальнѣйшее дѣйствіе водорода на гидроксиламинное соединеніе, водородъ отнимаетъ кислородъ отъ него, давая воду); подъ конецъ остается растворъ, содержащій гидроксиламинную соль, эту соль растворяютъ въ безводномъ спиртѣ и очищаютъ, прибавляя хлористую платину, которая выдѣляетъ амміачную соль, еще остающуюся въ растворѣ. Послѣ сгущенія спиртовой жидкости, выдѣляется въ видѣ кристалловъ NH^4OCl ,—это вещество плавится около 150° и тогда же разлагается, выдѣляя азотъ, соляную кислоту, воду и нашатырь. Смѣшавъ растворъ этой соли съ сѣрною кислотою, получаютъ сѣриокислосое

соединение гидроксилamina, также растворимое в водѣ, какъ и хлористоводородное соединеніе; это показываетъ, что гидроксилaminъ, подобно самому аммиаку, образуетъ рядъ солей, въ которыхъ одна кислота можетъ замѣняться другою. Смѣшавъ крѣпкій растворъ гидроксилaminовыхъ солей съ растворомъ ѣдкой щелочи, можно было бы ожидать выдѣленія гидроксилamina, подобно тому какъ въ этихъ обстоятельствахъ аммиачныя соли выдѣляютъ аммиакъ, но освобождающийся гидроксилaminъ тотчасъ разлагается, причемъ образуется азотъ и аммиакъ (вѣроятно и закись азота):



Разбавленные растворы даютъ такую же реакцію, хотя очень медленно; но разлагая растворъ сѣрнистой соли гидроксилamina гидратомъ барита, получаютъ въ водяномъ растворѣ нѣкоторое количество гидроксилamina, который, впрочемъ, нельзя выдѣлить оттуда ни нагреваніемъ, ни испареніемъ, безъ разрушенія. Прибавляя кислоты къ такому раствору, можно вновь получить гидроксилaminовую соль. Гидроксилaminъ въ водномъ растворѣ осаждаетъ основные гидраты, подобно аммиаку, а окислы мѣди, серебра, и другихъ раскисляетъ. Гидроксилaminъ до сихъ поръ мало изслѣдованъ, а потому вопросъ объ немъ еще очень неясенъ; изслѣдованіе его заслуживаетъ полнаго вниманія химиковъ.

Выводы. Аммиакъ NH^3 есть пахучій газъ, сгущающийся въ жидкость, кипящую около -40° .

Онъ значительно растворимъ въ водѣ, при 0° во 100 объемахъ воды до 100000 объемовъ аммиака. При кипяченіи растворъ выдѣляетъ газъ. Растворъ легче воды.

Аммиакъ соединяется съ кислотами и даетъ соли, при нагреваніи разлагающіяся. Водный растворъ аммиака есть щелочь, соответствующая легкому сложному металлу, аммонію, NH^4 , извѣстному въ сортулкѣ ¹⁾.

Аммиакъ соединяется съ нѣкоторыми солями и основными окислами, напр. съ CaO , MgO , AgCl , CaCl^2 и др.

Онъ разлагается дѣйствіемъ жара, электрическихъ искръ, горитъ въ кислородѣ, разрушается хлоромъ.

Водородъ въ немъ можно замѣнить хлоромъ, натріемъ и многими др. простыми и сложными тѣлами. Такъ происходятъ амиды.

Аммиакъ осаждаетъ изъ соляныхъ растворовъ нерастворимые гидраты оснований, входящихъ въ составъ солей.

Онъ образуется изъ органическихъ азотистыхъ веществъ при ихъ разрушеніи гниеніемъ и накаливаніемъ. Чаще источникомъ для полученія его служатъ кости, моча, каменный уголь.

Изъ своихъ солей, напр. нашатыря NH^4Cl , летучій аммиакъ выдѣляется известію и другими нелетучими щелочами.

При медленномъ, но полномъ окисленіи аммиакъ даетъ азотную кислоту HNO^3 .

¹⁾ Вейль получалъ и самій аммоній въ видѣ темно-синей жидкости, дѣйствуя $\text{Zn}^{\text{II}}\text{Cl}$ на NH^4Cl , но только при сильномъ давленіи и какъ весьма непрочное тѣло. Опыты его требуютъ подтвержденія.



Между обоими ими въ промежуткѣ стоятъ по образованію и составу — гидроксиламинъ NH^2O и азотистая кислота NHO^2 .

Аммиакъ употребляется какъ средство для произведенія холода, для насыщенья кислотъ, какъ лекарство, а въ видѣ солей имѣетъ важное значеніе какъ удобреніе.

Въ природѣ аммиакъ составляетъ одинъ изъ членовъ круговорота азотистыхъ веществъ.

ТРИНАДЦАТАЯ ГЛАВА.

Кислородныя соединенія азота.

Соединенія азота съ кислородомъ представляютъ прекрасный примѣръ закона кратныхъ отношеній, потому что въ этихъ соединеніяхъ на 14 вѣсовыхъ частей азота приходится 8, 16, 24, 32 и 40 вѣсовыхъ частей кислорода. Формулы, выражающія по этому составъ этихъ соединеній, слѣдующія:

N^2O —закись азота или азотистая окись (полуокись).
 NO или N^2O^2 —окись азота или азотная окись.

N^2O^3 —азотистый ангидридъ, соотв. гидрату NHO^2 .
 NO^2 или N^2O^4 —азотноватый ангид., или азотная окись.

N^2O^5 —азотный ангидридъ, соотвѣтств. гидрату NHO^3 .

Изъ этихъ соединеній азота съ кислородомъ, наибольшимъ постоянствомъ характеризуются: закись и окись азота и азотноватый ангидридъ.

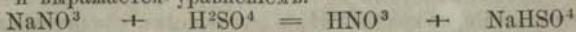
Азотистому и азотному ангидридамъ соотвѣтствуютъ кислоты: азотистая и азотная, которыя суть гидраты. Составъ азотистой кислоты: $\text{N}^2\text{O}^3 + \text{H}^2\text{O} = 2\text{NHO}^2$ и азотной $\text{N}^2\text{O}^5 + \text{H}^2\text{O} = 2\text{NHO}^3$. Азотистая кислота въ отдѣльномъ состояніи чрезвычайно непостоянна и весьма легко распадается на воду, окись азота и азотную кислоту; но соли, соотвѣтствующія этой кислотѣ, довольно постоянны. Гораздо постояннѣе гидратъ, соотвѣтствующій азотному ангидриду, NHO^3 , т. е. азотная кислота. Такъ-какъ она образуется въ природѣ весьма часто, какъ мы это уже видѣли (главы 11 и 12), употребляется въ технику и служитъ обыкновенно для полученія остальныхъ соединеній азота съ кислородомъ, а также и для приготовленія азотнаго ангидрида, то мы и начнемъ описаніе именно съ этой кислоты, а потомъ перейдемъ къ послѣдовательному описанію самыхъ соединеній азота съ кислородомъ.

Мы видѣли уже, что азотъ въ извѣстныхъ условіяхъ соединяется съ кислородомъ и знаемъ, что аммиакъ окисляется. Въ этихъ случаяхъ обыкновенно происходятъ различныя степе-

ни окисленія азота, но въ присутствіи воды и избытка кислорода они даютъ при этомъ всегда азотную кислоту. Еще высшей степени окисленія—азотъ не даетъ. Да и тѣ степени окисленія, какія извѣстны—все способны легко отдавать другимъ тѣламъ свой кислородъ въ подходящихъ условіяхъ, напр. при накаливаніи они отдаютъ его мѣди, а потому окисленные соединенія азота, особенно же азотная кислота, суть окисляющія вещества. Изъ того что кислородъ отъ этихъ веществъ легко отнимается многими веществами, оттого что кислородъ прямо съ азотомъ не соединяется, а также изъ того что при образованіи, по крайней мѣрѣ, нѣкоторыхъ соединеній азота съ кислородомъ не отдѣляется, а поглощается теплота — изъ всего этого можно заключить, что взаимное притяженіе азота и кислорода незначительно. Это выражаютъ, говоря, что сродство азота къ кислороду не велико.

Азотная кислота HNO_3 . Она называется иначе крѣпкою водкою или селитряною кислотою. Въ свободномъ состояніи азотная кислота въ природѣ не встрѣчается, иначе какъ только въ малыхъ количествахъ, въ воздухѣ и дождевой водѣ, послѣ грозъ, потому что здѣсь она образуется вслѣдствіе дѣйствія электрическихъ искръ на смѣсь азота съ кислородомъ, заключающуюся въ воздухѣ. Но даже и въ воздухѣ азотная кислота не остается долго свободною, — она соединяется съ амміакомъ, слѣды котораго также находятся постоянно въ воздухѣ. Понадая же въ почву, текучую воду и т. п., азотная кислота встрѣчаетъ вездѣ основанія (или ихъ углекислыя соли) легко дѣйствующія на азотную кислоту, и потому она превращается въ соли этихъ основаній. Амміакъ и другія соединенія азота, если окисляются въ природѣ, то всегда только въ присутствіи основаній, а потому также даютъ соли азотной кислоты, а не самую свободную кислоту. Потому-то въ природѣ азотная кислота всегда встрѣчается въ видѣ солей. Такія соли носятъ названіе **селитръ**. Это названіе есть испорченное латинское *sal nitri*. Такъ напр. поташная соль KNO_3 есть обыкновенная селитра; содовая или натровая соль NaNO_3 есть чилийская или кубическая селитра и т. д. Такія же селитры образуются тогда, когда азотистое вещество медленно окисляется въ присутствіи щелочи посредствомъ кислорода воздуха. Примѣры такого окисленія въ природѣ чрезвычайно чаеы; такъ, разлагающееся вещество растеній и животныхъ, образуетъ селитры, если доступъ воздуха къ нему свободенъ и если оно содержитъ щелочь. Оттого нѣкоторыя почвы и известковыя массы (отъ присутствія основанія извести) содержатъ болѣе или менѣе значительное количество селитръ. Одна изъ такихъ селитръ, именно содовая или нат-

ровая селитра, извлекается въ большихъ массахъ въ Перу и Чили изъ почвы. Этотъ видъ селитры и служить въ технику для приготовления азотной кислоты и различныхъ другихъ препаратовъ, заключающихъ соединеніе азота съ кислородомъ. Азотная кислота получается изъ чилийской селитры, посредствомъ нагреванія ея съ сѣрною кислотою или купороснымъ масломъ. При этомъ водородъ сѣрной кислоты мѣняетъ мѣсто съ натріемъ селитры и образующаяся азотная кислота улетучивается; разложеніе это происходитъ около 130° и выражается уравненіемъ:



Чилийская селитра или азотнатровая соль.

Сѣрная кислот.

Азотная кислот.

Кислая сѣрнатровая соль.

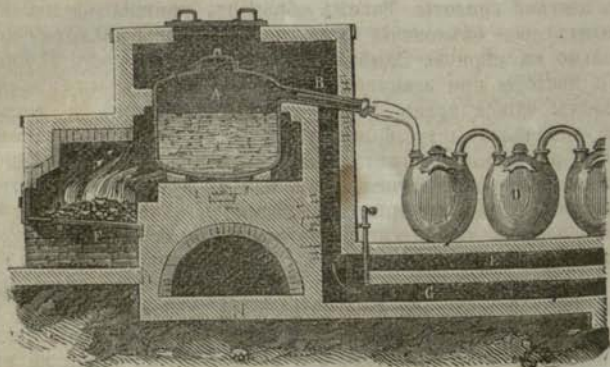
Сѣрная кислота, какъ говорится, при этомъ вытѣсняетъ азотную изъ ея соединенія съ основаніемъ. Это даетъ нерѣдко поводъ предполагать особенно значительную степень сродства или энергію въ сѣрной кислотѣ сравнительно съ азотной; но мы впоследствии увидимъ, что это понятіе объ относительной степени сродства кислотъ и оснований во многихъ случаяхъ весьма шатко; его не нужно принимать до тѣхъ поръ, пока есть возможность объяснить наблюдаемое явленіе безъ допущенія какого либо предположенія объ степени силы сродства, потому что послѣднее не можетъ быть измѣряемо. Здѣсь можно объяснить дѣйствіе сѣрной кислоты на селитру только тѣмъ, что образующаяся азотная кислота летуча. Азотная кислота одна изъ всѣхъ веществъ, участвующихъ въ реакціи, имѣетъ давленія нара при нагреваніи, она одна и улетучивается; остальные же вещества нелетучи, или, правильнѣе, весьма мало летучи. Представимъ себѣ, что сѣрная кислота способна освобождать только малое количество азотной кислоты изъ ея соли ¹⁾, и это будетъ достаточно, чтобы объяснить разложеніе всей селитры сѣрною кислотою, потому что развѣдленная азотная кислота, при нагреваніи, превращаясь въ пары, выходитъ изъ круга дѣйствія остальныхъ веществъ, и тогда вновь свободная сѣрная кислота освобождаетъ новое малое количество азотной кислоты, пока не вытѣснитъ ее всю. Очевидно, что при этомъ послѣднемъ объясненіи необходимо, чтобы сѣрная кислота до самаго конца была въ из-

¹⁾ Мы увидимъ впоследствии, что при смѣшеніи двухъ веществъ, заключающихъ не одинаковыя составныя части АВ и СD, происходитъ четыре вещества, если во взятыхъ веществахъ есть элементы сходственные А и С. Часть А становится на мѣсто С и эквивалентная часть С на мѣсто А. Получаются тѣмъ АД и СВ, но часть АВ и СD остается нетронутой. Необходимо для такого двойнаго разложенія, чтобы А образовало соединенія сходныя съ соединеніями С и чтобы соединенія В сходствовали съ соединеніями D. Такъ металлы мѣняются мѣстами между собою и съ водородомъ, и, ч. образуютъ ряды сходственныхъ соединеній.

быть; по уравненію, выражающему реакцію, требуется, чтобы на 85 частей чилийской селитры было 98 частей сѣрной кислоты; но при употребленіи этого отношенія азотная кислота не вытѣсняется до конца сѣрною, — необходимо взять гораздо большій избытокъ: обыкновенно берутъ на 98 частей сѣрной кислоты только 80 частей селитры, и потому часть сѣрной кислоты подъ самый даже конецъ реакціи остается въ свободномъ состояніи, и вотъ эта-то масса сѣрной кислоты дѣйствуетъ на селитру и освобождаетъ изъ нея остатокъ азотной кислоты. Такимъ образомъ, реакція разложенія находитъ свое объясненіе въ летучести азотной кислоты сравнительно съ сѣрною. Замѣтимъ уже здѣсь, что соли, основанія и кислоты при взаимодѣйствіи разлагаются часто такимъ образомъ, чтобы чрезъ замѣну между водородомъ и металлами получился летучій продуктъ, и въ этомъ послѣднемъ случаѣ разложенія можетъ идти до конца. Оттого сѣрная кислота, какъ кислота нелетучая, или по крайней мѣрѣ трудно летучая, какъ говорится, вытѣсняетъ всѣ летучія кислоты; въ нашемъ частномъ примѣрѣ она, на основаніи того же самаго принципа, вытѣсняетъ азотную кислоту. Точно по той же причинѣ натрій, цинкъ и др. выдѣляютъ водородъ изъ воды, сѣрной и др. кислотъ. Однако въ дѣйствительности не это одно обстоятельство вліяетъ на ходъ разложенія, какъ можно видѣть изъ того уже, что ни натрій, ни цинкъ не выдѣляются изъ воды или кислоты кислорода. Значитъ и мѣра притяженія дѣйствующихъ элементовъ принимаетъ участіе. Однако это послѣднее вліяніе для насъ хотя и очевидно, однако еще не измѣрено и трудно уловимо. Потому-то тамъ, гдѣ возможно, должно избѣгать понятія о мѣрѣ средства. Тамъ, гдѣ для пониманія явленія достаточно болѣе ясныхъ причинъ—нѣтъ повода примѣшивать причины менѣе ясныя.

И такъ при реакціи сѣрной кислоты на селитру (натровую или какую другую соль азотной кислоты) образуется нелетучая соль сѣрной кислоты, которая остается вмѣстѣ съ избыткомъ этой кислоты въ перегонномъ аппаратѣ, и азотная кислота, которая превращается въ пары и можетъ быть сгущена въ холодильникъ, потому что представляетъ вещество жидкое и летучее. Такое разложеніе въ маломъ видѣ производится въ стеклянной ретортѣ, со стекляннымъ же холодильникомъ, какъ изображаетъ рисунокъ, стр. 31, фиг. 25, или стр. 32, фиг. 26. Въ реторту кладутъ смѣсь селитры и сѣрной кислоты и эту реторту нагрѣваютъ какимъ нибудь образомъ, на нашихъ рисункахъ посредствомъ небольшой печки на угольяхъ. Въ большомъ видѣ въ технику поступаютъ совершенно такъ же, только употребляютъ, для помѣщенія смѣ-

си селитры и сѣрной кислоты, чугуныя реторты, а вмѣсто холодильниковъ берутъ глиняныя трехгорлыя бутылки, наблюдая при этомъ, чтобы соединеніе частей реторты и паропроводныхъ трубъ было совершенно герметическое, для того чтобы пары азотной кислоты, догольно трудно сгущающіяся, не выходили черезъ малыя отверстія. На рисункѣ (фиг. 102) изображенъ такой перегонный кубъ, употребляющійся на заводахъ.

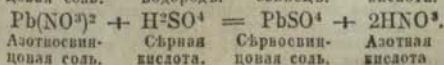
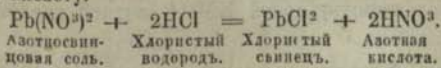


Фиг. 102. Заводскій способъ получения азотной кислоты. Въ печи съ очагомъ *F* вмазана чугуныя реторта *A*. Пламя охватываетъ ее и направляется задвижкою сперва по верхнему каналу *E* (чтобы подогрѣть пріемники), а потомъ *G*. Въ реторту вмѣщаютъ кубическую селитру и сѣру кислоту и врѣшши замазываютъ глиною съ гипсомъ. Въ шейку *B* вставлена глиняная трубка (чтобы пары азотной кислоты не раздѣдали чугунъ) и надѣта изогнутая стеклянная трубка, отводящая пары въ рядъ глиняныхъ пріемниковъ *D*. Въ первомъ собирается кислота съ избыткомъ сѣрной. Во второмъ самая чистая, въ третьемъ съ соляною кислотой, въ четвертомъ съ азотоватымъ окисломъ. Въ послѣдніе вліята вода для сгущенія остальныхъ паревъ. ^{1/10.}

Должно замѣтить, что сѣрная кислота, по крайней мѣрѣ крѣпкая (60° Бомэ) трудно раздѣдаетъ чугунъ, и потому чугуныя котлы можно употреблять для ея нагрѣванія; но все-таки нѣкоторое дѣйствіе, какъ азотная, такъ и сѣрная кислота, оказываютъ на чугунъ, и потому получающаяся кислота будетъ содержать нѣкоторые слѣды желѣза. Въ технику берутъ натровую селитру, п. ч. она дешевле; но въ лабораторіяхъ чаще употребляютъ поташную, п. ч. она чище и не такъ пѣнится при нагрѣваніи съ сѣрною кислотой, какъ натровая.

При дѣйствіи избытка сѣрной кислоты на селитру и азотную кислоту, часть послѣдней разлагается, образуя низшія степенни соединенія азота съ кислородомъ, которыя растворяются при этомъ въ азотной кислотѣ; часть самой сѣрной кислоты увлекается въ видѣ брызгъ парами азотной кислоты. А потому въ продажной азотной кислотѣ будетъ находиться подмѣсъ сѣрной кислоты. За тѣмъ, въ ней находится еще нѣкоторое количество хлористаго водорода, потому что въ селитрѣ обыкновенно находится подмѣсъ хлористаго натрія, который при дѣйствіи сѣрной кислоты даетъ хлористый водородъ.

Въ азотной кислотѣ, получаемой въ большомъ видѣ, находится сверхъ того значительный избытокъ воды, противъ того, сколько необходимо для образования гидрата, потому что, во-первыхъ, сѣрная кислота берется не совершенно концентрированная, а съ содержаниемъ избытка воды (сѣрная кислота въ 60° Бомэ содержитъ еще до 22% воды противъ состава гидрата H^2SO^4), и кромѣ того въ глиняные сосуды, назначаемые для сгущенія азотной кислоты, наливается предварительно вода, чтобы облегчить охлажденіе и сгущеніе азотной кислоты. Такимъ образомъ продажная азотная кислота содержитъ весьма много подмѣсей. Для приготовления продажной азотной кислоты, на заводахъ берутъ обыкновенно на 100 частей натровой селитры не болѣе 130 частей сѣрной кислоты въ 60° Бомэ. Это соотвѣтствуетъ отношенію 85 частей (чай) $NaNO^3$ къ 84 частямъ сѣрной кислоты состава H^2SO^4 . Это зависитъ оттого, во-первыхъ, что натровая селитра не чиста, содержитъ воду и др. подмѣси (во 100 частяхъ ея содержится обыкновенно не болѣе 96% азотнонатровой соли), во-вторыхъ, въ практикѣ выгодно разложить избыточную часть азотной кислоты. При недостаткѣ сѣрной кислоты, на селитру дѣйствуетъ уже кислая сѣрнонатровая соль, образуя часть средней сѣрнонатровой соли и азотную кислоту. Она при этомъ однако разлагается, образуя воду, кислородъ и азотоватую окись. Въ сосудахъ назначаемыхъ для сгущенія азотной кислоты, эти элементы вновь даютъ азотную кислоту. Въ первомъ сосудѣ сгущается перебрасываемая сѣрная кислота и часть азотной кислоты съ водою; во второмъ, еще довольно горячемъ, сгущается болѣе слабая кислота (т. е. она выше кипитъ), но зато она чище чѣмъ въ остальныхъ сгущающихся сосудахъ. Это зависитъ оттого, что ни окислы азота, ни хлористый водородъ не удерживаются, или слабо удерживаются нагрѣтою азотною кислотою. Въ послѣднихъ сгущающихся сосудахъ наливается вода, въ которой и происходитъ поглощеніе азотоватой окиси, дающей съ кислородомъ азотную кислоту. Употребляютъ также для этой цѣли сосуды наполненные боксомъ, на поверхность кокса постоянно притекаетъ вода. Чрезъ то получается въ послѣднихъ сосудахъ очень слабая кислота, содержащая много воды. Ее употребляютъ для пополненія въ другихъ сосудахъ, при слѣдующей перегонкѣ. Продажная азотная кислота имѣетъ обыкновенно удѣльный вѣсъ 1,33, соотвѣтствующій 36° Бомэ и содержитъ около 53% азотной кислоты. Въ аптекахъ и лабораторіяхъ чаще употребляется кислота имѣющая уд. вѣсъ 1,2, содержащая около $\frac{1}{3}$ азотной кислоты и $\frac{2}{3}$ воды. Для того, чтобы очистить такую азотную кислоту отъ находящихся въ ней подмѣсей, поступаютъ часто такимъ образомъ: сперва прибавляютъ къ продажной азотной кислотѣ азотносвинцовой (или серебряной) соли, потому что послѣдняя даетъ со свободною сѣрною кислотою и съ хлористымъ водородомъ летучія и малорастворимыя (осаждающіяся) вещества, освобождая при этомъ азотную же кислоту:



Затѣмъ къ нечистой азотной кислотѣ прибавляютъ хромокалиевой соли; при этомъ освобождается кислородъ изъ хромовой кислоты, и этотъ кислородъ въ моментъ своего выдѣленія окисляетъ низшія степени соединенія азота съ кислородомъ и превращаетъ ихъ въ азотную кислоту.

Перегоняя съ весьма большою осторожностью обработанную такимъ образомъ азотную кислоту и въ особенности собирая при этомъ только среднюю порцію перегонки (п. ч. въ первой порціи находится еще часть хлористаго водорода), можно получить азотную кислоту чистую, не содержащую другихъ подмѣсей, кромѣ воды. Такая чистая азотная кислота не должна давать осадка ни съ растворомъ хлористаго барія (осадокъ показываетъ присутствіе сѣрной кислоты), ни съ растворомъ азотносеребряной соли (осадокъ показываетъ присутствіе хлористаго водорода); она не должна послѣ разбавленія водою давать окрашиванія съ крахмаломъ, содержащимъ іодистый калий (окрашиваніе показываетъ подмѣсь другихъ окисловъ азота). Хлористый водородъ и окислы азота можно удалить изъ нечистой азотной кислоты проще всего нагревая ее нѣкоторое время съ не большимъ количествомъ чистаго угля. Отъ дѣйствія на него получается углекислый газъ, который, выдѣляясь, уноситъ NO^2Cl , NO^2 и др. летучія вещества. Перегоняя затѣмъ легко получить чистую кислоту.

Азотная кислота получается всегда съ содержаніемъ воды *). Лишить ее всей воды, кромѣ гидратной, не разрушая части самой азотной кислоты и не превративъ ее отчасти въ низшія степени окисленія, чрезвычайно затруднительно; потому что азотная кислота весьма непостоянна, въ особенности безъ присутствія избытка воды. При одной перегонкѣ уже часть азотной кислоты разлагается: получаютъ вода, свободный кислородъ и низшіе окислы азота, которые и остаются въ растворѣ въ азотной кислотѣ; потому необходимо, для полученія гидрата азотной кислоты, безъ подмѣси воды, работать съ весьма большою осторожностью, и именно смѣшивать азотную кислоту, содержащую уже мало воды (а такая получается изъ селитры при перегонкѣ съ крѣпкою сѣрною кислотой) съ сѣрною кислотой, отнимающею воду, и перегонять при самой низкой температурѣ, т. е. помѣщая реторту, содержащую смѣсь, въ водяную или масляную ванну и осторожно нагревая послѣднюю. При этомъ перегоняется въ первой порціи азотная кислота, кипящая при 86° , имѣющая при 0° удѣльный вѣсъ 1,32, застывающая при -50° и очень непостоянная при повышеніи температуры. Это есть гидратъ, HNO^3 , соответствующій большинству солей NMO^3 азотной кислоты. Весьма

*) Если взятыя сѣрная кислота и селитра не содержали воды, то должна получиться азотная кислота, не содержащая воды, но она образуется при такой температурѣ, что разлагается на воду, кислородъ и азотоватую окись, поэтому получается кислота водная.

характерно то обстоятельство, что разбавленная водою азотная кислота представляет температуру кипѣнія высшую, не только сравнительно съ температурою кипѣнія самой азотной кислоты, но даже и воды, и потому, если азотную кислоту разбавить большимъ количествомъ воды и перегонять, то въ первыхъ порціяхъ будетъ гнаться почти чистая вода, пока температура кипѣнія въ парахъ не достигнетъ 123° . При этой температурѣ перегоняется соединеніе азотной кислоты съ водою, почти (стр. 155) соответствующее составу $2\text{HNO}^3\text{H}^2\text{O}$. Такой гидратъ азотной кислоты имѣетъ удѣльный вѣсъ 1,42. Впрочемъ составъ этого гидрата азотной кислоты не совершенно постояненъ и при измѣненіи давленія, подъ которымъ производится перегонка, мѣняется. Это зависитъ, конечно, отъ того, что вмѣстѣ съ парами азотной кислоты испаряется и часть воды, а также и часть одноводной кислоты; но несомнѣнно существованіе гидрата, заключающаго больше воды, чѣмъ нормальный гидратъ, потому что температура кипѣнія смѣси азотной кислоты съ водою выше, чѣмъ температура кипѣнія каждой изъ составныхъ частей. Вопросъ о существованіи такихъ соединеній, какъ напр. гидратъ азотной кислоты весьма сложенъ и еще очень мало подвинутъ впередъ существующими нынѣ изслѣдованіями; здѣсь мы имѣемъ переходъ отъ разряда опредѣленныхъ химическихъ соединеній къ неопредѣленнымъ, какъ подробно разъяснено въ главѣ 4-й.

Гидратъ состава $2\text{HNO}^3\text{H}^2\text{O}$ содержитъ 70% азотной кислоты HNO^3 ; постоянно же кипящій гидратъ, при обыкновенномъ давленіи содержитъ, по опредѣленіямъ Роско, 68% азотной кислоты. При 150 миллиметрахъ даленія получается постоянно кипящій гидратъ, содержащій 67,6% азотной кислоты. Изъ этихъ данныхъ заключаютъ обыкновенно, что постоянно кипящій гидратъ не есть опредѣленное химическое соединеніе, тѣмъ болѣе, что содержаніе 68% азотной кислоты не подходитъ ни подъ формулу $2\text{HNO}^3\text{H}^2\text{O}$, которая требуетъ 70% азотной кислоты, ни подъ формулу $\text{HNO}^3\text{H}^2\text{O}$, требующую 63,6%. Однако малая измѣчивость состава при разныхъ давленіяхъ и особенно высокая температура кипѣнія постоянного раствора, заставляютъ признавать существованіе средства или причины связывающей азотную кислоту съ водою. Мы кажется необходимо допустить, что азотная кислота даетъ съ водою опредѣленный гидратъ, какъ самостоятельное и опредѣленное химическое соединеніе, способное при обыкновенномъ давленіи разлагаться при 123° . Представимъ себѣ, что этотъ гидратъ мало летучъ и что онъ растворенъ въ водѣ. Такой растворъ долженъ, подобно всѣмъ растворамъ мало летучихъ соединеній кипѣть выдѣляя воду выше 100° при обыкновенномъ давленіи. При 123° еще не вся вода выдѣляется изъ него, а онъ уже разлагается. Тогда въ парамъ воды служившей для растворенія, будутъ присоединяться пары продуктовъ разложенія—всѣ они въ холодильникѣ сгустятся и

при новомъ нагрѣваніи будутъ переходить нераздѣльно. Оттого-то въ постоянномъ составѣ перегоняемаго продукта не должно отыскивать совершенно точныхъ пайныхъ отношеній, свойственныхъ опредѣленному гидрату. Въ этомъ послѣднемъ должно быть меньше воды. Есть причины, заставляющія ожидать существованіе опредѣленнаго гидрата $\text{HNO}^3\text{H}^2\text{O}$, или H^4NO^3 , потому что 1) фосфорная кислота, аналогичная азотной, даетъ такой гидратъ, H^3PO^4 и сверхъ того HPO^3 ; 2) для большинства другихъ простыхъ тѣлъ водородистому соединенію соответствуетъ и составъ гидратовъ, напр. хлористому водороду HCl гидраты HClO , HClO^2 , HClO^3 , сѣрнистому водороду H^2S гидраты H^2SO^2 , H^2SO^3 , водородистому этилу C^2H^6 гидраты $\text{C}^2\text{H}^6\text{O}$, $\text{C}^2\text{H}^6\text{O}^2$ и т. д.; такъ и амміаку NH^3 можно ждать соответственныхъ гидратовъ NH^3O , NH^3O^2 (стр. 431), NH^3O^3 (гидратъ азотистой кислоты) и NH^3O^4 . Можетъ быть это-то гидратъ NH^3O^4 (съ 77,7% азот. кисл.) и обладаетъ наибольшимъ постоянствомъ и разлагается при температурѣ 123° , когда отъ него отдѣляется растворяющая вода.

Азотная кислота состава HNO^3 смѣшивается, нагрѣваясь съ водою, во всѣхъ пропорціяхъ. Водные растворы имѣютъ слѣдующіе удѣлы при 10% HNO^3 1,058, при 20% 1,120, при 30% 1,185, при 40% 1,252, при 50% 1,315, при 60% 1,371, при 70% 1,420, при 80% 1,460, при 90% 1,494. Эти удѣльные вѣса даны по опредѣленіямъ Юра для температуры $16,5^\circ\text{C}$. Кольбы опредѣлили удѣльный вѣсъ чистой азотной кислоты (принимая воду при 0° за 1) при $0^\circ = 1,559$, при $15^\circ = 1,530$. При 15° растворъ содержащій 90% азотной кислоты по его опредѣленіямъ имѣетъ плотность 1,425, при 80% 1,460, при 70% 1,423, при 60% 1,374, при 50% 1,317 и т. д.—числа весьма сходныя съ тѣми, какия даетъ Юрь.

Содержаніе гидрата HNO^3 въ водномъ растворѣ оказываетъ большое вліяніе на ходъ многихъ реакцій азотной кислоты. Крѣпкою или концентрированной кислотой называютъ растворъ, содержащій мало воды, въ отличіе отъ слабой кислоты, то есть значительно разбавленной водою. Подобное выраженіе употребляется и въ другихъ случаяхъ.

Концентрированная или крѣпкая азотная кислота, содержащая меньше 20% воды, дымитъ на воздухѣ, оттого что испаряетъ легко летучую азотную кислоту, которая встрѣчаетъ въ воздухѣ пары воды и даетъ меньше летучій гидратъ. Оттого крѣпкую кислоту называютъ **дымящею азотною кислотою**. Дымящая кислота, не содержащая въ растворѣ низшихъ степеней окисленія азота, безцвѣтна, но даже отъ дѣйствія свѣта, не только что отъ нагрѣванія, она желтѣетъ, разлагаясь и образуя окислы азота, которые и сообщаютъ ей окрашеніе. Такая кислота при перегонѣ даетъ сперва гидратъ, кипящій при 86° , а потомъ гидратъ кипящій при 123° . Но и въ первыхъ порціяхъ перегонки содержится немного излишней воды. Изъ гидрата кипящаго при 123° и всѣхъ смѣсей съ водою можно извлечь дымящуюся азотную кислоту, перегоняя ихъ съ сѣрною кислотою, отнимающею воду.

Должно замѣтить, что въ лабораторіяхъ и въ техникѣ употребляютъ нерѣдко *красную дымящуюся азотную кислоту*, т. е. нормальную азотную кислоту HNO^3 , въ которой растворены низшія степени

окисленія азота. Такую кислоту получаютъ, разлагая селитру половиннымъ количествомъ крѣпкой сѣрной кисл., или перегоняя азотную кислоту съ избыткомъ сѣрной. Собственно говоря, здѣсь получается сперва нормальная азотная кислота, но послѣдняя весьма легко разлагается и даетъ низшія степени соединенія азота съ кислородомъ, которыя растворяются въ азотной кислотѣ и сообщаютъ ей обыкновенно слабо-бурый, или красноватый цвѣтъ. Такая кислота дымитъ на воздухѣ, потому что легко испаряется и притягиваетъ изъ воздуха влажность, давая притомъ менѣе летучій гидратъ. Если въ дымящуюся азотную кислоту пропускать долгое время, въ особенности при слабomъ нагрѣваніи, углекислый газъ, то онъ вытѣсняетъ всѣ низшія степени окисленія азота и оставляетъ безцвѣтную азотную кислоту свободною отъ нихъ.

При перегонкѣ для полученія красной кислоты необходимо приѣмнѣе сильно охлаждать, потому что только на холоду азотная кислота можетъ растворять много окисловъ азота. Крѣпкая дымящаяся кислота имѣетъ удѣльный вѣсъ при 20° 1,36. Красная кислота имѣетъ особый сильно удушливый запахъ окисловъ азота. Она отъ содержанія ихъ окрашиваетъ озонметрическую бумажку (Н) съ крахмаломъ), тогда какъ азотная кислота не содержащая окисловъ азота не производитъ такого окрашиванія.

При смѣшеніи красной кислоты съ водою появляются зеленый и голубой цвѣта, а потому жидкость, при избыткѣ воды обезцвѣчивается. Это зависитъ отъ того, что окислы азота съ водою и азотною кислотою измѣняются и даютъ цвѣтные растворы, что будетъ описано на слѣдующихъ страницахъ.

Дѣйствіе дымящейся азотной кислоты во многихъ случаяхъ очень рѣзко и сильно: она иногда дѣйствуетъ иначе чѣмъ чистая азотная кислота *). Ее замѣняютъ часто смѣсью крѣпкой азотной кислоты съ сѣрною: послѣдняя отнимаетъ воду. Замѣчательно то, что дымящаяся азотная кислота дѣйствуетъ иногда восстанавливающимъ образомъ. Такъ хромовая кислота (и ея поташная соль—красная и двухромовокалиевая соль) даетъ окись хрома, то есть раскисляется. Это зависитъ отъ присутствія въ красной кислотѣ низшихъ степеней окисленія азота, которые способны окисляться, т. е. переходить въ высшія степени окисленія. Но обыкновенно дѣйствіе дымящейся кислоты, какъ красной, такъ и безцвѣтной есть сильное окисляющее.

Азотная кислота, даже и въ чистомъ видѣ (а тѣмъ болѣе при подмѣся летучихъ окисловъ азота) имѣетъ особый удушливый запахъ, сильно кислыя свойства, весьма ядовита и разрушаетъ растительныя и животныя ткани.

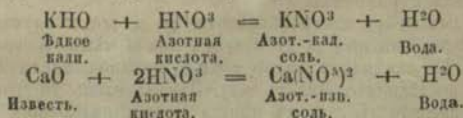
Азотная кислота, кромѣ воды, непосредственно соединяется съ немногими только другими веществами, на примѣръ солями; но эти соединенія весьма мало изслѣдованы, чтобы надъ ними можно было останавливаться; зато реакціи двой-

*) Напр. на желѣзо—въ дымящейся оно покрывается слоемъ окисловъ и теряетъ способность растворяться въ кислотѣ.

наго разложенія азотной кислоты очень хорошо прослѣжены во многихъ случаяхъ, и потому мы обратимся именно къ нимъ.

Это отсутствіе въ азотной кислотѣ способности къ прямымъ соединеніямъ весьма замѣчательно. Оно показываетъ, что азотная кислота представляетъ уже высшій предѣлъ азотистыхъ соединеній. Въ амміакѣ мы видѣли способность къ соединеніямъ весьма развитую, но соединившись съ кислотами, напр. образовавъ NH_4Cl и амміакъ теряетъ всякую склонность къ соединеніямъ. Причина здѣсь повидимому одна. Въ нашатырѣ и азотной кислотѣ азотъ достигъ предѣла въ способности къ соединеніямъ. NH_4Cl и NO^2HO построены сходственно, если принять во вниманіе то, что водной остатокъ HO эквивалентенъ хлору, а H^4 эквивалентны O^2 . Оказывается, что и въ азотной кислотѣ азотъ соединенъ съ 5-ью эквивалентами элементовъ, какъ въ нашатырѣ.

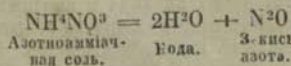
Азотная кислота, какъ **кислотный гидратъ**, вступаетъ въ реакціи двойнаго разложенія съ основаніями, или гидратами (щелочами) и съ солями, заключающими газообразные ангидриды кислотъ, какъ напр. съ углекислыми солями. Во всѣхъ этихъ случаяхъ получается черезъ двойное разложеніе соль азотной кислоты. Щелочь и азотная кислота даютъ воду и соль; точно также основная окись съ азотной кислотой даютъ воду и соль, напр.



Многія изъ такихъ солей носятъ названія селитръ. Они образуются также чрезъ замѣну водорода азотной кислоты металлами. Но при дѣйствіи азотной кислоты на металлы, равно какъ и при дѣйствіи на низшія степени окисленія металловъ, въ большей части случаевъ выдѣляющійся водородъ дѣйствуетъ въ моментъ выдѣленія на самую азотную кислоту, а именно ее раскисляетъ, такъ что водородъ не получается, хотя образованіе соли и происходитъ, какъ о томъ скоро будетъ сказано. Составъ обыкновенныхъ солей азотной кислоты выражается общею формулою $\text{M}(\text{NO}^3)^n$, гдѣ M означаетъ металлъ, замѣняющій водородъ въ одномъ или нѣсколькихъ (n) паяхъ азотной кислоты. Соли азотной кислоты характеризуются тѣмъ, что всѣ онѣ растворимы въ водѣ, если представляютъ составъ азотной кислоты, въ которой водородъ замѣщенъ металломъ; есть впрочемъ нѣкоторыя основныя соли, заключающія больше металлическаго окисла, чѣмъ слѣдуетъ для образованія нормальной соли, и въ такомъ случаѣ

некоторые изъ нихъ нерастворимы, или мало растворимы, какъ напр. основная азотновисмутовая соль. Соли азотной кислоты обыкновенно легко кристаллизуются и чаще всего выдѣляются въ кристаллахъ, не содержащихъ кристаллизационной воды. Всѣ соли азотной кислоты при нагреваніи съ сѣрною выдѣляютъ азотную кислоту, какъ кубическая селитра; онѣ всѣ, подобно азотной кислотѣ, при нагреваніи способны выдѣлять кислородъ и, слѣдовательно, дѣйствовать какъ окисляющія вещества и потому, напримѣръ, съ раскаленнымъ углемъ даетъ вспышку, причемъ уголь отнимаетъ кислородъ отъ солей азотной кислоты и даетъ газообразные продукты горѣнія. Соли азотной кислоты будутъ разсмотрѣны нами даѣе; но упомянемъ, что въ практикѣ многія изъ такихъ солей употребляются въ значительныхъ количествахъ, какъ напр. поташная селитра KNO^3 —для дѣланія пороха, и серебряная селитра или азотносеребряная соль $AgNO^3$, или ляписъ—въ медицинѣ и фотографіи, азотностронціановая соль $Sr(NO^3)^2$ для окрашиванія огней и т. д. Теперь же мы опишемъ только одну соль азотной кислоты, именно амміачную соль, потому что объ амміакѣ была уже рѣчь ранѣе.

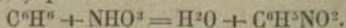
Азотноамміачная соль или азотнокислый амміакъ NH^4NO^3 . Такая соль встрѣчается въ природѣ, какъ можно замѣтить, уже изъ свѣдѣній предъидущей главы. Она легко получается, если къ азотной кислотѣ приливать раствора амміака до полученія средней реакціи. При выпариваніи такого раствора образуются кристаллы соли, не содержащія кристаллизационной воды; въ большомъ видѣ эти кристаллы приготовляютъ обыкновенно насыщая азотную кислоту углекислыми солями, получающіяся способами, о которыхъ было упомянуто въ статьѣ объ амміакѣ. Азотноамміачная соль кристаллизуется призмами, подобными тѣмъ, въ которыя кристаллизуется селитра обыкновенная. Азотноамміачная соль имѣетъ освѣжающій вкусъ, растворяется въ двухъ частяхъ по вѣсу холодной воды и въ равномъ по вѣсу количествѣ кипящей воды; она нерастворима въ спиртѣ, плавится при 200° , а между 240° и 250° разлагается, образуя воду и закись азота.



Если смѣшать азотноамміачную соль съ сѣрною кислотой и нагревать смѣсь около температуры кипѣнія воды, то отдѣляется азотная кислота, а въ растворѣ остается сѣрноамміачная соль; но если нагреваніе быстро довести до 160° , то выдѣляется закись азота. Въ первомъ случаѣ сѣрная кис-

лота отнимает аммиакъ, а во второмъ—воду. Разсматриваемая соль употребляется въ практикѣ для полученія искусственнаго холода, потому что, растворяясь въ водѣ, понижаетъ ея температуру весьма значительно; при этомъ лучше всего употреблять равныя по вѣсу количества соли и воды. Соль сперва должно растереть въ порошокъ и быстро смѣшивать съ водою, тогда температура отъ +15 понижается до -10° , такъ что вода въ такой смѣси замерзаетъ. Подобный способъ полученія низкихъ температуръ употребляется не только въ химическихъ лабораторіяхъ, но и въ практикѣ, въ особенности же для приготовленія лѣтомъ льда, и это есть едва ли не самое простѣйшее средство для этой цѣли, применимое къ каждому малому хозяйству; потому что получаемый растворъ азотноаммиачной соли можно весьма легко выпарить и получить снова кристаллическую соль и употреблять для той же цѣли. Должно только замѣтить, что при выпариваніи растворъ азотноаммиачной соли теряетъ часть аммиака и становится кислымъ ¹⁾.

Азотная кислота вступаетъ также въ двойныя разложенія со множествомъ водородистыхъ веществъ, вовсе не имѣющихъ характера щелочи и не реагирующихъ со многими другими кислотами. Въ этихъ обстоятельствахъ азотная кислота даетъ съ водородистымъ веществомъ воду и новое тѣло, называемое **нитросоединеніемъ**. Названіе *нитросоединеній* — происходитъ отъ латинскаго названія селитры, *nitrum*. Химическій характеръ нитросоединенія таковъ же, какъ и первоначальнаго вещества; такъ напр., если взято было тѣло безразличное, то и получится изъ него безразличное же нитросоединеніе; если взята была кислота, то получается также кислота. Такъ дѣйствуетъ азотная кислота на многія органическія вещества на углеродистые водороды, органическія кислоты и т. п.

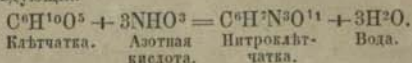


Бен-	Азотная	Вода.	Нитробен-
зинъ.	кис.		зинъ.

Взятое тѣло C^6H^6 есть бензинъ, углеродистый водородъ, кипящій при 80° , болѣе легкій чѣмъ вода; дѣйствуя на него азотной кислотой, получаютъ нитробензинъ—вещество кипящее около 210° , болѣе тяжелое чѣмъ вода, имѣющее миндачный запахъ и употребляющееся какъ духи, въ особенности для мыла, и въ большихъ количествахъ въ практикѣ для приготовленія анилина и анилиновыхъ красокъ. Бензинъ вещество летучее, маслянистое и трудно соединяющееся, образуетъ нитробензинъ, имѣющій тѣ же общія свойства. Однако здѣсь происходитъ то же, что и тогда, когда жидкое кали—щелочь съ азотной кислотой даетъ селитру—среднюю соль. Въ обоихъ случаяхъ изъ взятаго тѣла и HNO^3 образуется вода и новое вещество. Такой же

¹⁾ Для того чтобы сдѣлать азотноаммиачную соль болѣе постоянной, соединяютъ прибавлять къ ней нашатырь.

примѣръ какъ и бензинъ представляетъ дѣйствіе азотной кислоты на клѣтчатку $C^6H^{10}O^5$. Это вещество, составляющее наружную оболочку всѣхъ растительныхъ клѣтокъ, находится почти въ чистомъ видѣ въ хлопчатой бумагѣ, въ обыкновенной писчей бумагѣ, въ льняныхъ тканяхъ и т. п. При дѣйствіи азотной кислоты на это вещество, точно также образуется вода и нитросоединеніе или нитроклѣтчатка. Берутъ обыкновенно хлопчатую бумагу и опускаютъ ее въ смѣсь азотной кислоты съ сѣрною минутой на 20, потомъ промываютъ водою и содой, для того чтобы удалить всѣ кислоты: по высушиваніи полученная масса представляетъ видъ взятой хлопчатой бумаги, но свойства уже совершенно не тѣ: при ударѣ она взрываетъ, весьма легко воспламеняется отъ искры и дѣйствуетъ какъ порохъ, отчего и называется хлопчатобумажнымъ порохомъ; составъ этого пороха есть слѣдующій:



Такой хлопчатобумажный порохъ носитъ иногда названіе нитроксилина. Ограничивая дѣйствіе азотной кислоты, можно уменьшить содержаніе азотистой группы въ нитроклѣтчаткѣ и получить соединеніе, старающее безъ взрыва, хотя и способное воспламенятся.

Такое вещество, растворяющееся въ смѣси спирта и эѳира, хотя и нерастворимое въ водѣ, какъ сама клѣтчатка, носитъ названіе, *коллодіума*; растворъ его представляетъ густую массу, которая, налитая на какую либо поверхность, испаряетъ изъ себя весь эѳиръ и спиртъ и оставляетъ аморфную массу въ видѣ перепонки совершенно однородной и весьма постоянной. Растворъ коллодіума употребляютъ въ медицинѣ для покрытія ранъ, и въ фотографіи, для полученія на поверхности стекла ровнаго слоя вещества, въ которое вводятъ разныя реагенты, употребляющіеся фотографами. Шнуры сдѣланные изъ нитроклѣтчатки употребляютъ для одновременнаго зажиганія многихъ свѣчъ, для чего свѣтильни всѣхъ свѣчъ назначенныхъ для зажиганія обматываютъ (послѣ обжиганія) шнуркомъ нитроксилина и конецъ такого шкурка воспламеняютъ. Тогда огонь передается съ быстротою всѣмъ свѣчамъ. Способность нитроклѣтчатки и всѣхъ другихъ нитросоединеній старать со взрывомъ^{*)}, зависитъ отъ тѣхъ же самыхъ причинъ, отъ которыхъ смѣсь селитры съ углемъ даетъ вспышку и взрывъ; какъ въ томъ, такъ и въ другомъ случаѣ элементы азотной кислоты, находящейся въ соединеніи, разлагаются: кислородъ идетъ на сожиганіе угля, а азотъ освобождается; такимъ образомъ изъ взятыхъ твердыхъ веществъ образуется сразу большее количество газовъ, а именно азота и окисла угля. Эти газы занимаютъ объемъ несравненно большій, чѣмъ первоначальное вещество, а потому производятъ весьма сильное давленіе и взрывъ.

Что касается до состава нитросоединеній, то его всегда легко предугадать, сравнивъ первоначально какое либо вещество съ его ни-

^{*)} Если такое сгараніе происходитъ въ ограниченномъ пространствѣ недостаточномъ для выдѣленія газовъ, развивающихся при горѣніи. Въ открытомъ пространствѣ происходитъ только вспышка.

тросоединениемъ. Образуется, что въ этомъ случаѣ на мѣсто водорода взятаго вещества поступаетъ изъ азотной кислоты сложная группа NO^2 ; это замѣчается и при переходѣ щелочей въ азотныя соли; такъ что реакціи замѣщенія азотною кислотою, т. е. образованіе солей и нитросоединеній могутъ быть выражены такимъ образомъ: въ этихъ случаяхъ на мѣсто водорода становится такъ называемый **остатокъ азотной кислоты** NO^2 , что видно изъ прилагаемой таблицы показывающей соотношеніе между взятыми веществами и происходящими черезъ замѣщеніе, производимое азотною кислотою.

Тѣдкое кали	KNO	Бензинъ	C^6H^6
Селитра	$\text{K}(\text{NO}^2)\text{O}$	Нитробензинъ	$\text{C}^6\text{H}^5(\text{NO}^2)$
Водная известь	CaH^2O^2	Нафталинъ	C^{10}H^8
Азотноизвестк. соль	$\text{Ca}(\text{NO}^2)^2\text{O}^2$	Нитронафталинъ	$\text{C}^{10}\text{H}^7(\text{NO}^2)$

Глицеринъ	$\text{C}^6\text{H}^8\text{N}^3\text{O}^3$	Феноль	$\text{C}^6\text{H}^6\text{O}$
Нитроглицеринъ	$\text{C}^6\text{H}^5(\text{NO}^2)^3\text{O}^3$	Тринитрофен.	$\text{C}^6\text{H}^3(\text{NO}^2)^3\text{O}$ и т.д.

Различіе между солями, образованными азотною кислотою и нитросоединеніями состоитъ въ томъ, что изъ солей азотной кислоты весьма легко выдѣлится азотную кислоту посредствомъ сѣрной, но изъ нитросоединеній сѣрная кислота не вытѣсняетъ азотной; это зависитъ конечно только отъ того, что сѣрная кислота не образуетъ такихъ соединеній какъ азотная, между тѣмъ какъ соли образуются какъ азотною, такъ и сѣрною кислотою. При этомъ мы можемъ вывести то чрезвычайно важное заключеніе, что въ двойныя разложенія или замѣщенія вступаютъ только такія тѣла, которыя способны давать продукты сходственнаго свойства, и какъ слѣдствіе изъ этого принципа должны вывести, что остатокъ азотной кислоты отчасти NO^2 сходенъ по своему характеру съ водородомъ, заключающимся въ щелочахъ и веществахъ, способныхъ давать нитросоединенія.

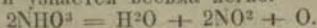
Свободный остатокъ азотной кислоты NO^2 въ отдѣльности представляетъ составъ азотноватаго ангидрида; но азотноватый ангидридъ непосредственно не дѣйствуетъ, или только въ весьма рѣдкихъ случаяхъ дѣйствуетъ, какъ азотная кислота, подобно тому какъ свободный водородъ не дѣйствуетъ во многихъ случаяхъ какъ водородъ, заключающійся въ водѣ или хлористомъ водородѣ.

Принимая существованіе остатка NO^2 , замѣняющаго водородъ въ разныхъ соединеніяхъ, мы должны разсматривать азотную кислоту, какъ воду, въ которой половина водорода замѣщена азотнымъ остаткомъ. Азотная кислота въ этомъ смыслѣ есть нитровода (NO^2) HO , а ея ангидридъ динитровода (NO^2) ^2O , азотистая кислота нитроводородъ NO^2H . Остатокъ азотной кислоты въ азотной кислотѣ соединенъ съ воднымъ остаткомъ, какъ въ нитробензинѣ онъ соединенъ съ остаткомъ бензина. Можно по этому ждать и многихъ другихъ соединеній азотнаго остатка, соответственно имѣющимся водороднымъ соединеніямъ. Однако не всѣ такія соединенія получаются и могутъ существовать. Такъ въ амміакѣ не удалось замѣнить водородъ группою NO^2 , то есть нельзя получить нитроамміакъ NH^2NO^2 , потому что даже азотноамміачная соль NH^4NO^2 и та легко при нагреваніи разлагается, образуя воду и окисъ азота, нитроамміакъ вѣроятно еще менѣе проченъ. Но

въ HCl, въ CH⁴ и др. удалось водородъ замѣнить NO² и получить NO²Cl, CH(NO²)³. Не должно однако думать, что между водородомъ и группою NO² существуетъ совершенная аналогія, хотя и возможны случаи взаимнаго замѣщенія. Это видно изъ того, что разныя соединенія NO² измѣняются при однихъ и тѣхъ же обстоятельствахъ часто весьма неодинаково. Такъ при дѣйствіи водорода въ моментъ его выдѣленія, азотная кислота NO²HO превращается въ амміакъ, или его водную окись NH⁴HO, а нитробензинъ C⁶H⁵NO² въ анилинъ C⁶H⁵NH²; въ одномъ случаѣ NO² превращается въ NH⁴, въ другомъ въ NH² *). Значить отъ свойствъ элементовъ, съ которыми соединены остатки NO² зависятъ и его реакціи. Такъ и сходство NO² и H зависитъ отъ тѣхъ элементовъ, съ которыми связаны эти вещества.

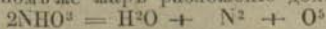
Здѣсь слѣдуетъ также обратить вниманіе на то, что въ соляхъ азотной кислоты можно признать группу NO³, п. ч. соли имѣютъ составъ M(NO³)ⁿ, какъ хлористые металлы имѣютъ составъ MClⁿ. Но группа NO³ въ другихъ соединеніяхъ кромѣ солей не образуетъ; а потому можетъ быть считаема, какъ водный остатокъ HO, въ которомъ H замѣненъ NO³.

Реакціи разложенія азотной кислоты чрезвычайно замѣчательны по той легкости, съ которою совершаются и по тѣмъ многократнымъ примѣненіямъ, какія встрѣчаются не только при изученіи химіи, но даже и въ технику. Основное свойство азотной кислоты, которое проявляется въ этихъ реакціяхъ, состоитъ въ томъ, что азотная кислота чрезвычайно легко разлагается, даже при простомъ нагрѣваніи, не только что при накаливаніи паровъ, или при дѣйствіи электрической искры. Опыты, могущіе это подтвердить, весьма разнообразны. Если пары азотной кислоты пропускать черезъ нагрѣтую, хотя бы слабо, стеклянную трубку, то замѣтно образованіе темныхъ паровъ, что зависитъ отъ полученія низшихъ степеней окисленія азота и отъ распада азотной кислоты, причемъ выдѣляется свободный кислородъ. Его можно собрать въ колоколь, отводя собирающіеся газы посредствомъ газоотводной трубки. Здѣсь происходитъ разложеніе азотной кислоты, но не окончательное — на кислородъ, азотъ и воду, а только переходное — на воду, окислы азота и кислородъ; большинство азотной кислоты въ этомъ случаѣ разлагается такимъ образомъ, что получается азотноватый ангидридъ, бурный цвѣтъ котораго и узнается весьма легко:



Азотная кислота. Вода. Азотнов. ангидридъ. Кислородъ.

При бѣлокальильномъ же жарѣ разложеніе доходитъ до конца:



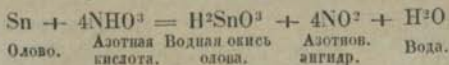
Азотная кислота. Вода. Азотъ. Кислородъ.

*) Для аналогіи изъ азотной кислоты долженъ бы получаться гидротламинъ (?) NH⁴HO, или анилинъ долженъ былъ бы соединяться съ водородомъ.

При дѣйствіи свѣта происходитъ такое же разложеніе азотной кислоты; но оно уменьшается по мѣрѣ разбавленія водою; слабая азотная кислота отъ дѣйствія свѣта не измѣняется. Такія измѣненія, какъ и вообще многія самостоятельныя измѣненія азотной кислоты, свойственны преимущественно крѣпкой азотной кислотѣ, но и слабая кислота, т. е. разбавленная водою, подъ вліяніемъ множества веществъ отдаетъ имъ кислородъ и образуетъ или газообразный азотъ, или низшія степени окисленія азота съ кислородомъ. При пропусканіи паровъ азотной кислоты черезъ сильно накалившую мѣдь, мы можемъ разложить всю ее до конца, потому что и образующіеся первоначально окислы азота отдаютъ накаливаемой металлической мѣди свой кислородъ, такъ что получается одинъ газообразный азотъ и вода. Это составляетъ способъ, которымъ можно опредѣлить составъ, какъ азотной кислоты, такъ и всѣхъ другихъ соединеній азота съ кислородомъ; потому что собирая получающійся газообразный азотъ, можно, по его объему, судить о его вѣсѣ, и, слѣдовательно, о содержаніи его во взятомъ количествѣ азотистаго вещества ¹⁾. Такое разложеніе для азотной кислоты выражается равенствомъ: $2\text{HNO}_3 + 5\text{Cu} = \text{H}_2\text{O} + \text{N}^2 + 5\text{CuO}$. Этому разложенію здѣсь должно предшествовать образованіе азотномѣдной соли $\text{Cu}(\text{NO}^2)^2$, потому что окисель мѣди даетъ съ азотною кислотою названную соль. Соль эта очень непостоянна при накаливаніи и выдѣляетъ кислородъ и окислы азота. Свободный кислородъ соединяется съ накаленной мѣдью, которая отнимаетъ при накаливаніи кислородъ отъ окисловъ азота. При пропусканіи смѣси паровъ азотной кислоты и водорода черезъ накалившую трубку, также происходитъ полное разрушеніе азотной кислоты и образованіе газообразнаго азота на счетъ окисленія водорода. Такимъ образомъ азотная кислота можетъ отдавать свой кислородъ множеству тѣлъ, способныхъ окисляться. Слѣдовательно, они есть **вещество окисляющее**. Уголь, какъ мы видѣли уже, горитъ въ азотной кислотѣ; фосфоръ, сѣра, іодъ и большинство металловъ, также разлагаютъ азотную кислоту, нѣкоторые при нагрѣваніи, а другіе даже при обыкновенной температурѣ; взятые вещества окисляются, а азотная кислота раскисляется, образуя низшія степени соединенія азота съ кислородомъ. Только нѣкоторые металлы, именно: золото, платина, родій и иридій не дѣйствуютъ на азотную кислоту; большинство же ее разлагаютъ; при этомъ образуется окись, ко-

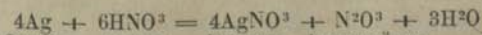
¹⁾ По прибыти же въ вѣсъ сосуда съ мѣдью можно узнать содержаніе водорода, часть котораго однако остается въ видѣ воды, если было взято вещество содержащее водородъ.

торая, если она имѣетъ свойство основанія, дѣйствуетъ на остальную азотную кислоту, такъ что въ результатѣ реакціи при употребленіи металловъ обыкновенно получается не окисель металла, а соответственная ему соль азотной кислоты и въ то же время низшая степень соединенія кислорода съ азотомъ. Получающіяся соли металловъ растворяются, оттого-то, какъ говорится, азотная кислота раздѣдаетъ почти всѣ металлы. Этотъ и подобные сложные процессы дѣйствія кислоты на металлы, когда въ результатѣ получается растворимая соль, называютъ нерѣдко раствореніемъ металловъ въ кислотахъ, хотя здѣсь происходитъ не простое раствореніе, а уже полное химическое измѣненіе взятыхъ тѣлъ. Тѣ металлы, окислы которыхъ не соединяются съ азотной кислотой, даютъ при дѣйствіи азотной кислоты такой окисель; такъ дѣйствуетъ, напр. на азотную кислоту, олово, образуя при этомъ водную окись въ видѣ бѣлаго порошка. Что касается до дѣйствія металловъ на азотную кислоту, въ отношеніи къ ней самой, то оно весьма различно; нѣкоторые металлы отнимаютъ отъ азотной кислоты только часть заключающагося кислорода, образуя азотноватый ангидридъ; такъ дѣйствуетъ, напр., олово, по крайней мѣрѣ большая часть его, когда нагреваютъ его съ довольно крѣпкою азотною кислотой:



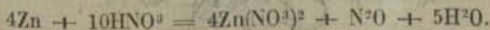
Олово. Азотная Водная окись Азотнов. Вода.
кислота. олова. ангидр.

Серебро способно отнимать отъ азотной кислоты еще больше кислорода и превращать большую часть азотной кислоты въ азотистый ангидридъ, пары котораго имѣютъ желтовато-красный цвѣтъ, а при сгущеніи даютъ жидкость голубовато-зеленую:



Серебро. Азотная Азотное- Азотистый ан-
кислота. ребр. соль. гидридъ.

Мѣдь отнимаетъ еще больше кислорода отъ азотной кислоты, превращая ее такимъ образомъ въ окись азота NO, газъ совершенно безцвѣтный, но на воздухѣ соединяющійся съ его кислородомъ и дающій бурные пары азотноватаго ангидрида. Подъ вліяніемъ цинка азотная кислота отдаетъ ему и дальнѣйшее количество кислорода, образуя закись азота N²O — газъ безцвѣтный, довольно легко растворяющійся въ водѣ:



Глядя на такія сложные уравненія, какъ приведенныя здѣсь, начинающіе часто затрудняются ихъ составленіемъ. Должно замѣтить, что зная продукты дѣйствія и вещества происходящія, можно легко составить уравненіе реакціи. Такъ напр. если желаемъ выразить,

что азотная кислота, дѣйствуя на цинкъ, даетъ закись азота N^2O и азотноцинковую соль $Zn(NO^2)^2$, то для составленія уравненія реакціи должно разсуждать такъ: въ азотной кислотѣ есть водородъ, въ закиси же азота и въ соли его нѣтъ — значитъ онъ образуетъ воду и потому дѣйствуетъ какъ бы безводная азотная кислота N^2O^5 . Она для превращенія въ закись азота отдѣляетъ 4 пая кислорода, слѣдовательно способна окислить 4 пая цинка и превратить его въ окись цинка ZnO . Эти четыре пая окиси цинка потребуютъ для образованія соли 4 пая азотнаго ангидрида, слѣдовательно этого послѣдняго нужно 5 паевъ, или азотной кислоты 10 паевъ. Слѣдовательно, на 4 пая цинка нужно взять 10 паевъ азотной кислоты, чтобы выразить реакцію цѣлыми паями. Не должно забывать, что немного такихъ реакцій, которыя выражались бы вполнѣ простыми уравненіями. Большею частью уравненіе реакціи выражаетъ только главные продукты взаимодѣйствія и притомъ окончательные. Такъ ни одно изъ 3-хъ послѣднихъ уравненій не выражаетъ всего, что въ дѣйствительности происходитъ при дѣйствіи металловъ на азотную кислоту. Ни въ одной изъ нихъ не образуется одного окисла азота, а всегда нѣсколько. Оно и понятно. Образующійся окисель самъ способенъ вліять на металлы и раскисляться, а подъ вліяніемъ азотной кислоты онъ можетъ измѣнять ее и самъ измѣняться. Написанныя уравненія должно принимать, какъ схематическое выраженіе главнѣйшихъ видовъ реакцій. Притомъ при различной крѣпости кислоты и при различныхъ температурахъ эти реакціи значительно измѣняются.

Во многихъ случаяхъ окисленія, производимаго азотною кислотою, замѣчается образованіе амміака; даже при дѣйствіи азотной кислоты на олово происходитъ это вещество, особенно если дѣйствовать на олово азотною кислотою, разбавленною водою и на холоду. Еще болѣе значительное количество его получается тогда, когда азотная кислота дѣйствуетъ на цинкъ, въ особенности же въ присутствіи какой либо другой кислоты. Въ этомъ случаѣ, конечно, дѣйствуетъ водородъ, отдѣляющійся отъ кислоты при дѣйствіи металла; этотъ водородъ, въ моментъ своего выдѣленія, раскисляетъ азотную кислоту и превращаетъ ее даже въ амміакъ. Поэтому, вѣрѣдко, въ жидкости, получающейся послѣ дѣйствія азотной кислоты на металлы, замѣчается содержаніе аммоніакальной соли ¹⁾. Переходъ азотной кислоты въ амміакъ совершается чрезвычайно легко въ томъ случаѣ, когда азотная кислота разлагается въ присутствіи металловъ, выдѣляющихъ съ водою водородъ и образующихъ щелочь; такъ напр. металлическій натрій и его амальгама при дѣйствіи на азотную кислоту даютъ значительное количество амміака; еще лучше прямо взять щелочь, напр. ѣдкій натръ, или ѣдкое кали, при-

¹⁾ Вѣроятно въ этихъ случаяхъ происходитъ также гидроксилангидъ и др. продукты, указанные на стр. 431.

бавить металла, выделяющаго со щелочью водородъ, напр., цинка, алюминія и т. п., тогда выделяющійся водородъ изъ щелочной жидкости превращаетъ весь азотъ азотной кислоты въ амміакъ. Этимъ способомъ пользуются даже для опредѣленія количества азотной кислоты, находящейся въ соляхъ; потому что количество амміака, какъ летучей щелочи, весьма легко опредѣлить.

Опредѣленіе малыхъ количествъ азотной кислоты въ удобреніяхъ, въ растеніяхъ и т. п. обстоятельствахъ, производится посредствомъ превращенія азотной кислоты въ амміакъ дѣйствіемъ алюминія, или смѣси цинка и желѣза на щелочной растворъ испытываемаго вещества; тогда вся азотная кислота превращается въ амміакъ и его количество можно опредѣлить; кромѣ того, при этомъ можно судить объ количествѣ образовавшагося амміака по уменьшенію количества отдѣляющагося водорода, потому что для превращенія 1 пая азотной кислоты въ амміакъ, требуется совершенно опредѣленное количество водороднаго газа, а именно 8 паевъ:



Азотная кислот. Водородъ. Амміакъ. Вода.

Замѣчая объемъ водорода, выделяющагося при дѣйствіи щелочи на данное количество алюминія и опредѣляя затѣмъ количество водорода, отдѣляющагося въ тѣхъ уже обстоятельствахъ, но въ присутствіи вещества, содержащаго азотную кислоту, можно по разности узнать количество поглощеннаго водорода, а слѣдовательно и количество азотной кислоты, подвергшееся превращенію въ амміакъ; нужно впрочемъ при этомъ быть весьма осторожнымъ, потому что не одна только азотная кислота способна поглощать водородъ; есть много окисловъ, которые также въ присутствіи щелочей поглощаютъ водородъ.

Такимъ образомъ дѣйствіе азотной кислоты на металлы состоитъ въ томъ, что она ихъ окисляетъ, сама же превращается, смотря по температурѣ, концентраціи, въ которой взята, по природѣ металла и по различнымъ другимъ обстоятельствамъ, или въ низшія степени соединенія азота съ кислородомъ, или въ газообразный азотъ, или даже въ амміакъ. Замѣчательно то, что азотная кислота нормальная гораздо труднѣе окисляетъ многіе металлы, чѣмъ разбавленная водою; желѣзо, мѣдь и олово весьма легко окисляются азотною кислотою, разведенною водою, но остаются неизмѣненными подъ вліяніемъ одноводной азотной кислоты или чистаго гидрата HNO_3 . Азотная кислота, разведенная большимъ количествомъ воды, не окисляетъ мѣди, но окисляетъ олово; слабая азотная кислота не окисляетъ также ни серебра, ни ртути; но замѣчательно, что черезъ прибавленіе азотистой кислоты даже разбавленная азотная кислота дѣйствуетъ на вышеназванные металлы. Это зависитъ, конечно, отъ меньшаго постоян-



ства азотистой кислоты и отъ того, вѣроятно, что послѣ начала дѣйствія азотная кислота сама превращается въ азотистую кислоту, продолжающую уже дѣйствовать на серебро и ртуть.

Подобно металламъ и др. простымъ тѣламъ, окисляются азотною кислотою и многія сложныя тѣла, напр. низшія степени окисленія превращаются въ высшія. Такъ мышьяковистая кислота переходитъ въ мышьяковую, закись желѣза въ окись, сѣрнистая кислота въ сѣрную, сѣрнистые металлы M^2S въ сѣрнокислые M^2SO^4 и т. п., словомъ, азотною кислотою производится окисленіе, отъ нея отнимается кислородъ и передается многимъ другимъ тѣламъ. Нѣкоторыя тѣла окисляются крѣпкою азотною кислотою столь быстро и съ такимъ отдѣленіемъ тепла, что происходитъ вспышка и воспламененіе. Такъ скипидаръ $C^{10}H^{16}$ воспламеняется отъ дымящей азотной кислоты.

Азотная кислота, дѣйствуя окислительно, **отнимаетъ водородъ** отъ многихъ веществъ, что зависитъ, конечно, отъ ея способности окислять; такъ азотная кислота (съ азотистой?) отнимаетъ водородъ отъ сѣрнистаго водорода, выдѣляя сѣру. Окисленіе при этомъ можетъ идти и дальше—сама сѣра можетъ также окисляться. Такъ же дѣйствуетъ азотная кислота на многія органическія вещества; впрочемъ, при этомъ часто происходитъ не только отнятіе водорода, но и присоединеніе кислорода; такъ напр. азотная кислота превращаетъ толуоль C^7H^8 въ бензойную кислоту, $C^7H^6O^2$. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ при этомъ и часть углерода, заключающагося въ органическомъ веществѣ, сжигается на счетъ кислорода азотной кислоты. Такъ, напримѣръ, изъ нафталина $C^{10}H^8$ получается фталевая кислота, $C^8H^6O^4$. Итакъ дѣйствіе азотной кислоты на углеродистыя вещества часто весьма сложно: происходитъ (кромѣ нитрированія) выдѣленіе углерода, отнятіе водорода, присоединеніе кислорода. Но вообще немного такихъ сложныхъ углеродистыхъ или органическихъ веществъ, которыя бы сопротивлялись дѣйствію азотной кислоты. Оттого-то азотная кислота дѣйствуетъ сильно-измѣняющимъ образомъ на многія органическія вещества: на кожѣ она оставляетъ желтыя пятна, въ большомъ же количествѣ производитъ раны и раздѣдаетъ совершенно ткань тѣла; ткань растений точно также раздѣдается весьма легко азотною кислотою. Большинство органическихъ красящихъ веществъ измѣняются азотною кислотою, образуя новыя вещества; такъ напр. одна изъ самыхъ прочныхъ синнихъ красокъ, употребляющихся для окрашиванія полотна, есть индиго, или кубовая краска; оно легко обезцвѣчивается, или, правильнѣе, превращается въ желтое ве-

ся для получения нитроглицерина $C^3H^5(NO^2)^3O^3$, какъ вещества для взрыва каменныхъ породъ при ихъ выломѣ изъ мѣсторожденій. Дѣйствуя на серебро азотною кислотою, получаютъ азотносеребряную соль $AgNO^3$ или ляписъ, употребляющійся и въ медицинѣ, и въ фотографіи въ большихъ количествахъ. Ею растворяютъ также и другіе металлы. На этомъ основано ея примѣненіе для вытравки мѣди и стали при гравированіи на нихъ. Мѣдь покрываютъ смолистымъ слоемъ, на который азотная кислота не дѣйствуетъ и потому въ нѣкоторыхъ мѣстахъ смолистый слой снимаютъ и все обливаютъ азотной кислотою. Мѣста прикрытыя смолистымъ веществомъ остаются нетронутыми, а открытыя разѣдаются азотною кислотою, оттого получаютъ выпуклости. Но впрочемъ большинство азотной кислоты употребляется для окисленія; такъ ее употребляютъ для превращенія сѣрнистаго газа въ сѣрную кислоту для превращенія фосфора въ фосфорную кислоту, іода въ іодную к., мышьяковистой к. въ мышьяковую; не малое количество идетъ также для окисленія органическихъ веществъ, напр. для изготовленія щавелевой кислоты, посредствомъ обработки крахмала и т. п. веществъ азотною кислотою. Въ видѣ солей азотная кислота представляетъ несравненно большее употребленіе; въ особенности же много селитры идетъ на приготовленіе пороха и для удобренія земли; въ послѣднемъ случаѣ употребляютъ чилийскую селитру. Многіе опыты показываютъ, что азотная кислота есть тотъ именно видъ азотныхъ веществъ, который прямо поглощается растеніями, вѣроятно, впрочемъ, въ видѣ солей; и дѣйствительно, въ растеніяхъ, въ нѣкоторыхъ (свекловицѣ), даже въ довольно значительномъ количествѣ, находится всегда содержаніе азотныхъ солей.

Въ химической практикѣ азотная кислота служитъ очень часто не только для полученія растворимыхъ солей изъ металловъ и окисловъ, но и для разныхъ случаевъ окисленія (также какъ и для приготовленія нитросоединеній).

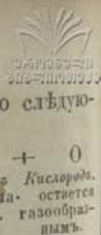
Большое значеніе азотныхъ солей для земледѣлія и другихъ техническихъ цѣлей даетъ право утверждать, что открытіе дешеваго способа превращенія газообразнаго азота въ азотную кислоту, было бы однимъ изъ великихъ благодѣяній для сельскаго хозяйства и техники.

Такъ какъ азотная кислота летуча, то ея присутствіе и количество можно опредѣлять въ дистилатѣ, получающемся при перегонкѣ съ водною сѣрною кислотою. Этотъ дистиллатъ можно сѣшать съ углекислотою и полученный растворъ азотнобариевой соли выпарить. По вѣсу оставшейся азотнобариевой соли можно опредѣлить вѣсъ азотной кислоты. Это непримѣнимо, если съ азотною кислотою

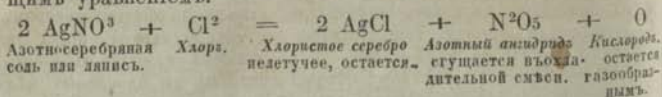
смѣшана другая летучая кислота, напр. HCl. Тогда или нужно выдѣлить эту кислоту, или превратить азотную кислоту въ амміакъ, въ азотъ, или дѣйствовать ею окислительно, смотря по обстоятельствамъ. Въ растворахъ присутствіе азотной кислоты узнается, когда она свободна (а если въ видѣ солей, то ее дѣлають свободною посредствомъ прибавки къ раствору сѣрной кислоты) по окисленію мѣди съ отдѣленіемъ бурныхъ паровъ и по обезцвѣченію индиго. Осадковъ азотная кислота въ растворахъ солей не даетъ, такъ-какъ всѣ ея соли растворимы. Узнать также присутствіе азотной кислоты по образованію желтаго вещества при дѣйствіи смѣси сѣрной и феновой кислотъ и потомъ амміака, а также и по красному окрашиванію бруцина.

Азотный ангидридъ N^2O^5 . Мы видѣли, что азотная кислота сама по себѣ весьма непостоянна, и каждый разъ, когда отъ нея стремятся отнять воду, она скорѣе вся разлагается, чѣмъ отдаетъ ее одну, а потому непосредственнымъ отнятіемъ воды нельзя получить ангидрида азотной кислоты изъ ея гидрата. Оттого долго не было извѣстно этого вещества. Наука обязана его открытію французскому ученому Генриху Сень-Клеръ-Девиллю. Онъ получилъ азотный ангидридъ, разлагая азотносеребряную соль хлоромъ, подъ вліяніемъ слабого нагрѣванія. Хлоръ дѣйствуетъ на названную соль при температурѣ 95° ; но разъ начавшееся разложение само собою продолжается даже безъ дальнѣйшаго нагрѣванія¹⁾. При этомъ отдѣляются бурные пары, которые сгущаются въ трубкѣ, окруженной охлаждающею смѣсью; часть вещества сгущается въ этой смѣси, а часть остается въ газообразномъ состояніи. Этотъ газъ есть ни что иное, какъ кислородъ. Въ охлаждающей смѣси получается кристаллическая масса и жидкое вещество, послѣднее сливають и пропускають черезъ приборъ сухой углекислый газъ, для того чтобы извлечь вмѣстѣ съ нимъ слѣды летучихъ веществъ (жидкихъ окисловъ азота), сопровождающихъ кристаллы азотнаго ангидрида. Эти послѣдніе представляютъ объемистую массу ромбическихъ кристалловъ, иногда довольно большихъ и плавятся между 29° и 30° , перегоняются при 50° . При этой перегонкѣ часть вещества разлагается. Съ водою эти кристаллы даютъ азотную кислоту, такъ-какъ всѣ почти кислотные (дающіе растворимую кислоту) ангидриды превращаются водою неотвѣтственно въ гидраты. Амміакъ поглощается кристаллами азотнаго ангидрида, образуя между другими продуктами азотноамміачную соль. Полученіе азотнаго ангид-

¹⁾ Вѣроятно при этомъ разложеніи отдѣляется значительное количество тепла.

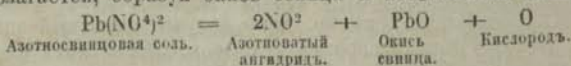


рида можетъ быть, по всей вѣроятности, выражено слѣдующимъ уравненіемъ:

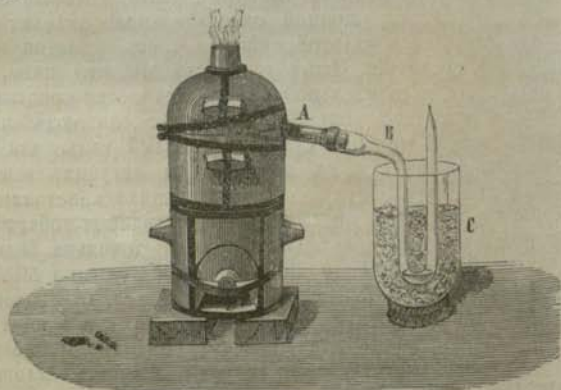


Болѣе подробныхъ свѣдѣній объ немъ и его реакціяхъ мы не имѣемъ.

Азотноватый ангидридъ или азотноватая окись, NO^2 . Азотная кислота, при дѣйствіи на многія вещества, въ особенности органическія, даетъ азотноватый ангидридъ. Дѣйствуя на олово, она даетъ также довольно чистый азотноватый ангидридъ. Но во всѣхъ этихъ обстоятельствахъ азотноватый ангидридъ смѣшивается съ азотистымъ; гораздо болѣе чистый получается тогда, когда разлагаются нѣкоторыя азотныя соли дѣйствіемъ жара; такова напримѣръ азотносвинцовая соль $\text{Pb}(\text{NO}^3)^2$; эта соль при накаливаніи разлагается, образуя окись свинца и азотноватый ангидридъ:



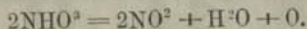
Для приготовленія азотноватаго ангидрида берутъ сухую азотносвинцовую соль и помѣщаютъ ее въ глиняную реторту, которую накалываютъ въ печи, какъ показываетъ рисунокъ.



Фиг. 163. Полученіе жидкаго азотноватаго ангидрида. Въ фарфоровую реторту кладется азотносвинцовая соль и нагревается въ печи. Горло реторты А сообщается съ стекляннымъ приемникомъ В, погруженнымъ въ охлаждающую смѣсь изъ сѣтки и соли, помѣщенную въ стаканъ С. $\frac{1}{2}$.

Горло реторты соединяютъ посредствомъ зажимки съ изогну-

тымъ приемникомъ, погружаемымъ въ охладительную смѣсь. При накаливаніи реторты отдѣляются красно-бурыя пары; которые сгущаются во льду въ оранжево-желтоватую жидкость. Впрочемъ, и по этому способу азотноватый ангидридъ трудно получается въ чистомъ состояніи, потому что азотно-свинцовая соль удерживаетъ нѣкоторое количество гигроскопической воды, а вода, находящаяся въ присутствіи азотно-ватого ангидрида, разлагаетъ его, какъ будетъ упомянуто далѣе. Оттого получаемый этимъ способомъ ангидридъ всегда нечистъ и содержитъ азотную кислоту. Такой же азотноватый ангидридъ образуется при перегонкѣ крѣпкой азотной кислоты особенно съ сѣрною кислотой вслѣдствіе такого же разложенія, какое свойственно азотносвинцовой (и другимъ) соли ¹⁾.

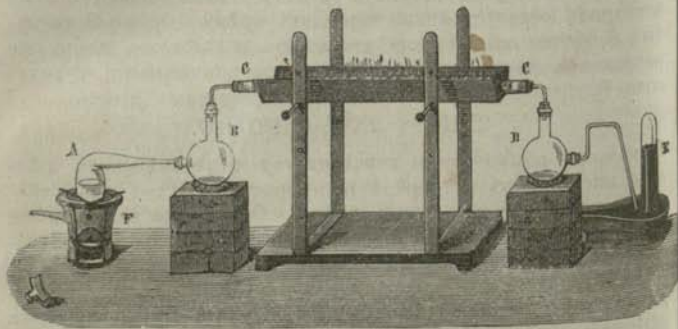


При этомъ обыкновенно перегоняется и неизмѣнная азотная кислота, въ которой и растворяется NO^2 . Такая кислота имѣетъ красно-бурый цвѣтъ. Осторожно нагревая ее, можно выдѣлить изъ нея довольно чистый азотноватый ангидридъ. Чистый азотноватый ангидридъ, застывающій при -9° , получается тогда только, когда сухой кислородъ смѣшиваютъ въ охладительной смѣси съ сухой окисью азота NO ; тогда въ приемникѣ образуются прозрачныя призмы азотноватого ангидрида, расплывающіяся въ жидкость отъ небольшого количества воды. Когда температура приемника будетъ выше -9° , то кристаллы плавятся, и, замѣчательно, что разъ расплавленные они уже не застываютъ даже при температурѣ гораздо низшей, чѣмъ -9° . Это послѣднее обстоятельство заставляетъ полагать, что азотноватый ангидридъ можетъ съ температурою мѣнять свои свойства, вѣроятно подвергается какому-либо превращенію. Безцвѣтные кристаллы азотноватого ангидрида, сплавляясь, даютъ красновато-желтую жидкость, подобную той, которая получается при разложеніи азотносвинцовой соли. При нагреваніи до 22° жидкій азотноватый ангидридъ закипаетъ и перегоняется, повидимому, безъ разложенія; удѣльный вѣсъ жидкого азотноватого ангидрида равенъ 1,45; пары его имѣютъ характеристическій запахъ и темно-бурый цвѣтъ. Они тождественны съ тѣми парами, которые образуются при дѣйствіи азотной кислоты въ присутствіи воздуха на многіе металлы и низшія степени окисленія, потому что при этомъ отдѣ-

¹⁾ Это одинъ изъ фактовъ, ясно показывающій сходство основныхъ свойствъ кислотъ и солей.

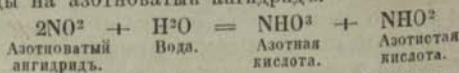
ляется чаще всего окись азота, дающая съ кислородомъ воздуха азотноватую окись.

Замѣчательно то обстоятельство, что при низкихъ температурахъ пары азотноватаго ангидрида имѣютъ слабый бурый цвѣтъ, но при нагрѣваніи, особенно же выше 50° , ихъ цвѣтъ становится густымъ темно-бурымъ, такъ что пары почти теряютъ прозрачность. Разложеніе отъ дѣйствія жара и окислительное дѣйствіе на многія вещества приближаютъ азотноватый ангидридъ къ азотной кислотѣ. Въ его парахъ го-



Фиг. 104. Способъ разложенія азотноватаго ангидрида, применимый и къ другимъ окисламъ азота и могущій служить для ихъ анализа. Въ *A* получается NO^2 изъ азотносвинцовой соли. Въ *B* сгущается азотная кислота и др. мѣнѣ летучіе продукты. Въ трубкѣ *CC* положена мѣдь. Ее накалываютъ жаровней. Въ *D* сгущаются неразложившіеся летучіе продукты; для чего требуется охлажденіе. Въ этомъ приемникѣ видно появленіе бурныхъ паровъ, если разложеніе не полно. Въ колоколѣ *E* собирается газообразный азотъ. ¹⁾

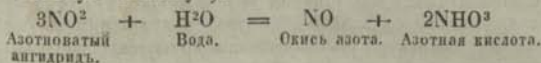
рять уголь и др. вещества. Впрочемъ, такое окислительное дѣйствіе азотноватаго ангидрида обыкновенно обусловливается присутствіемъ воды; но тогда при низкихъ температурахъ азотноватый ангидридъ распадается на азотистую кислоту и азотную. Такое же распаденіе происходитъ въ присутствіи оснований, причемъ образуется смѣсь азотныхъ и азотистыхъ солей; это понятно будетъ изъ дѣйствія воды на азотноватый ангидридъ:



Такимъ образомъ окислительное свойство азотноватаго ангидрида можно объяснить образованіемъ изъ него азотной и азотистой кислотъ ¹⁾.

¹⁾ Тѣмъ какъ красная дымящая азотная кислота содержащая NO^2 дѣйствуетъ восстановительно (стр. 443), то вѣроятно NO^2 свойственна въ то же время и

Вследствие превращения азотоватого ангидрида в азотную и азотистую кислоты, рассматривают иногда азотоватый ангидрид как азотистоазотный ангидрид, т. е. как соединеніе азотистаго и азотнаго ангидридовъ; но подобный способъ разсматриванія не долженъ быть допускаемъ, потому что мы увидимъ изъ дальнѣйшихъ законовъ химіи, что формула азотоватого ангидрида есть NO^2 , а азотноазотистый ангидридъ долженъ имѣть формулу N^2O^4 . Притомъ и самое дѣйствіе воды на азотоватый ангидридъ весьма различно, смотря по температурѣ: если температура будетъ обыкновенная, то вода разлагаетъ азотоватый ангидридъ, образуя окись азота и азотную кислоту ¹⁾:



Образующаяся окись азота можетъ растворяться в азотной кислотѣ, если послѣдняя будетъ представлять извѣстную крѣпость. Итакъ азотоватый ангидридъ соединяется съ водою и нерастворяется въ ней, а распадается. Весьма характерно то, что азотоватый ангидридъ поглощается крѣпкою сѣрною кислотою и образуетъ при этомъ кристаллическое соединеніе съ послѣдней; азотная кислота также растворяетъ азотноватую окись; смотря по плотности кислоты, получается при этомъ различное окрашиваніе; кислота, имѣющая плотность 1,51, растворяя азотоватый ангидридъ, окрашивается въ бурый цвѣтъ; кислота, имѣющая плотность 1,32, окрашивается въ зеленовато-голубой; кислота же болѣе слабая, чѣмъ 1,15, остается при поглощеніи азотоватого ангидрида безцвѣтною. Азотоватый ангидридъ, представляя вещество измѣняющееся даже при дѣйствіи воды, вступаетъ въ немногія характеристическія самостоятельныя реакціи соединеній. Однако онъ прямо присоединяется къ нѣкоторымъ углероднымъ водородамъ.

Реакцій замѣщенія (гдѣ бы легко N или O азотоватого ангидрида замѣнялись другими элементами, или бы NO^2 само всей массою замѣняло другія вещества) для азотовой окиси, неизвѣстно, также какъ и для всѣхъ почти окисловъ азота. Это повторяется и надъ мно-

го способностей возстановлять. Мы увидимъ впоследствии много такихъ окисловъ, которые отъ однихъ тѣлъ отнимаютъ кислородъ, образуя высшія степени окисленія, а другимъ веществамъ сами отдаютъ кислородъ. Это свойство многихъ промежуточныхъ окисловъ.

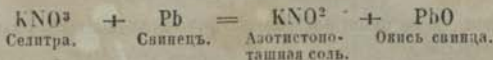
¹⁾ Можетъ быть при низшихъ температурахъ азотоватая окись имѣетъ другое строеніе, чѣмъ при высшихъ, при низшихъ N^2O^3 , а при высшихъ NO^2 . Факты приведенные здѣсь (различіе въ цвѣтѣ и въ реакціи воды при разныхъ температурахъ) и въ саудующей главѣ (различіе плотностей) могутъ до нѣкоторой степени служить для поддержки этого предположенія.



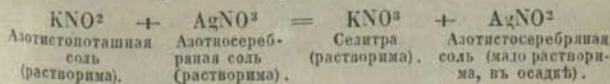
гими другими веществами не содержащими ни водорода, ни хлора, ни металлов (напр. CO , P^2O^3). Если NO^2 съ C даеть CO^2 и съ S образуеть SO^2 , то на такой реакціи нельзя смотрѣть какъ на простыя реакціи двойнаго разложенія — при простомъ смѣшеніи дѣйствія нѣтъ — оно происходитъ при такомъ жарѣ, когда O отдѣляется отъ N и, слѣдовательно, здѣсь можно предположить простое горѣніе въ кислородѣ. Когда Zn вѣтѣсняетъ водородъ изъ сѣрной кислоты и при другихъ подобныхъ двойныхъ разложеніяхъ этого нѣтъ возможности предположить. При томъ истинныя двойныя разложенія идутъ въ ту и другую сторону. Водородъ можно замѣнить хлоромъ, металлами и обратно. Азотъ не имѣетъ такихъ аналоговъ, оттого онъ самъ не дѣйствуетъ и его соединенія не вступаютъ въ такія двойныя разложенія, гдѣ бы выдѣлялся азотъ и замѣнялся другимъ элементомъ. Мы узнаемъ вполнѣ, что фосфоръ, мышьякъ и др. сходны съ азотомъ, но это сходство имѣетъ болѣе количественный характеръ (аналогическія соединенія составлены изъ тождественнаго числа атомовъ), чѣмъ качественный. Разрѣшеніе вопросовъ этого рода въ химіи мало подвинуто.

По составу же своему онъ одинаковъ съ тѣмъ остаткомъ азотной кислоты NO^2 , который въ нитросоединеніяхъ (стр. 448) становится на мѣсто водорода. Однако азотноватый ангидридъ, не тождественъ съ тѣмъ остаткомъ NO^2 , который замѣняетъ H во многихъ случаяхъ. Это видно изъ того, что объемы ихъ не одинаковы. Если H замѣняется NO^2 объемъ пара не мѣняется (плотность пара бензина = 39, а нитробензина = 61,5, по отношенію къ водороду, откуда выходитъ, что объемъ бензина C^6H^6 даетъ объемъ нитробензина $\text{C}^6\text{H}^5\text{NO}^2$, ибо $\frac{72}{39} = \frac{123}{61,5}$), а азотноватый ангидридъ NO^2 имѣетъ (какъ увидимъ въ слѣдующей главѣ) вдвое больше объемъ чѣмъ водородъ H . При томъ они не вѣтѣсняютъ другъ друга.

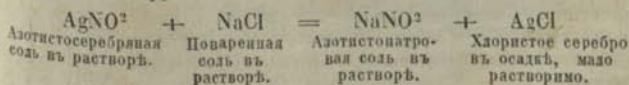
Азотистый ангидридъ N^2O^3 . Азотистому ангидриду соответствуетъ азотистая кислота HNO^2 , а этой послѣдней рядъ солей, напр. содовая соль NaNO^2 , поташная соль KNO^2 , серебряная соль AgNO^2 и т. д. Ни ангидридъ, ни азотистая кислота неизвѣстны въ совершенно чистомъ состояніи. Ангидридъ полученъ только какъ весьма непостоянное вещество и не изслѣдованъ до сихъ поръ съ надлежащею полнотою; а когда стремятся получить кислоту HNO^2 , она всегда даетъ повидимому воду и газообразный ангидридъ. Но соли азотистой кислоты, отличающіяся большимъ постоянствомъ, весьма хорошо уже изслѣдованы. Ихъ приготавливаютъ различными способами, изъ которыхъ лучшій состоитъ въ отнятіи кислорода отъ селитры, напр. поташной, посредствомъ сплавленія съ металлами, напр. свинцомъ, мѣдью и другими; при продолжительномъ сплавленіи (безъ сильнаго разогрѣванія) металлъ отнимаетъ $\frac{1}{3}$ кислорода отъ азотнопоташной соли и превращаетъ ее въ азотнопоташную соль:



Получающаяся азотистопоташная соль растворяется въ водѣ, а окись свинца въ ней нерастворима, потому полученную смѣсь обрабатываютъ водою, которая и извлекаетъ азотистую соль, смѣшанную съ неразложенной селитрой. Всѣ соли азотистой кислоты растворимы въ водѣ, многія притягиваютъ влажность изъ воздуха, и извѣстна только одна соль, которая мало растворима въ водѣ, это именно есть соль серебра AgNO_2 ; на основаніи ея малой растворимости, весьма легко получить ее въ чистомъ состояніи: если къ полученному предъидущимъ способомъ раствору азотистопоташной соли прибавить раствора азотосеребряной соли, то образуется обыкновенно бурый осадокъ; бурый цвѣтъ этого осадка зависитъ отъ того, что въ растворѣ вмѣстѣ съ азотистопоташной солью находится часть свободнаго ѣдкаго кали, которое осаждаетъ изъ азотосеребряной соли бурый гидратъ окиси серебра; но въ осадкѣ вмѣстѣ съ этою окисью серебра находится значительное количество азотистосеребряной соли; образованіе ея выражается уравненіемъ:



Если осадокъ обработать большимъ количествомъ воды, то изъ него растворяется только азотистосеребряная соль; при выпариваніи такого раствора получается эта соль въ чистомъ видѣ. Имѣя такую соль, легко получить всѣ другія соли азотистой кислоты; для этого стоитъ только къ раствору азотистосеребряной соли прибавить раствора хлористаго металла; напр. если прибавить поваренной соли, т. е. хлористаго натрія, то происходитъ двойное разложеніе вслѣдствіе того, что можетъ образоваться нерастворимое хлористое серебро, какъ видно изъ уравненія.



Азотистоаммиачная соль легко можетъ быть получена въ растворѣ такимъ же путемъ, какъ и другія соли азотистой кислоты; но при выпариваніи на огнѣ она весьма легко разлагается, выдѣляя газообразный азотъ, какъ это было упомянуто ранѣе. Если же выпаривать растворъ при обыкновенной температурѣ подъ колоколомъ воздушнаго насоса, то

получается солеобразная масса, которая при нагревании легко разлагается.

Соли азотистой кислоты съ сѣрною и др. кислотами, выдѣляютъ тотчасъ бурый газъ, который считаютъ за азотистый ангидридъ. Такой же газъ получаютъ смѣшивая окись азота съ азотноватымъ ангидридомъ. На сильномъ холоду онъ сгущается въ синюю жидкость. Онъ оказываетъ замѣчательную способность окислять. Въ немъ горять зажженные тѣла; азотная кислота его поглощаетъ и тогда приобретаетъ способность дѣйствовать на серебро и другіе металлы, даже въ разбавленномъ состояніи. **Іодистый калий** окисляется этимъ газомъ, также какъ и озономъ (и перекисью водорода, хромовою кислотою и др., но ни азотною, ни сѣрною), причемъ **выдѣляется іодъ**. Этотъ іодъ, какъ при озонѣ, можно открыть посредствомъ крахмала, а потому можно употреблять здѣсь озонметрическія бумажки (стр. 324). Крахмаль отъ іода синѣетъ. Этимъ путемъ легко открыть малые слѣды азотистыхъ солей. Если, напримѣръ, къ раствору азотистокалиевой соли прибавить крахмала и іодистаго калия (измѣненія нѣтъ, потому что нѣтъ свободной азотистой кислоты) и потомъ сѣрною кислоты, то тотчасъ освобождающаяся азотистая кислота (или ея ангидридъ) выдѣляетъ іодъ, а онъ сообщаетъ крахмалу синее окрашиваніе. Азотная кислота этого не производитъ; но если къ ней прибавить цинка, то окрашиваніе происходитъ, что доказываетъ образованіе азотистой кислоты при раскисленіи азотной кислоты. Это даетъ даже способъ узнать присутствіе малыхъ количествъ азотной кислоты.

При окисляющемъ дѣйствіи азотистый ангидридъ, вѣроятно, даетъ окись азота $N^2O^3 = 2NO + O$. Тогда аналогія его съ озономъ еще увеличивается, потому что и въ озонѣ только треть кислорода дѣйствуетъ окислительно, изъ O^3 получается O , дѣйствующій окислительно и обыкновенный кислородъ O^2 . Въ хромовомъ ангидридѣ CrO^3 и перекиси водорода H^2O^2 такъ дѣйствуетъ половина ихъ кислорода. Всѣ эти количества кислорода, вѣроятно, сходственны въ чемъ либо между собою (сличь стр. 339).

Азотистому ангидриду, азотистой кислотѣ и смѣси азотной кислоты съ окисью азота (вѣроятно происходитъ азотистая кислота) принадлежатъ **способность превращать амміакъ въ иоду и азотъ**. $2NH^3 + N^2O^3$ образуетъ $4N + 3H^2O$, или $NHO^2 + NH^2$, даетъ $2N = 2H^2O$. Этимъ пользуются для того, чтобы амиды NH^2R (гдѣ R есть простое или сложное тѣло) превратить въ гидраты. $NH^2R + HNO^2$ образуетъ $2N + H^2O + RHO$, причемъ NH^2 замѣняется HO , остатокъ амміака—остаткомъ воды. Эта реакція употребляется для превращенія многихъ азотистыхъ органическихъ веществъ, имѣющихъ свойства амидовъ, въ соответственные гидраты. Такъ анилинъ $C^6H^5NH^2$ получающійся изъ нитробензина $C^6H^5NO^2$

(стр. 446) превращается съ азотистымъ газомъ въ феноль C^6H^6NO находящейся въ креозотѣ, извлекаемомъ изъ каменноугольнаго дегтя. Такъ Н бензола замѣняется послѣдовательно NO^2 , NH^2 и HO —пути, какой пригоденъ и для другихъ случаевъ.

Все соли азотистой кислоты, смѣшанныя съ сѣрною кислотой, выдѣляютъ темно-бурый газъ, чѣмъ легко и отличаются отъ солей азотной кислоты. Этотъ бурый газъ, однако, не представляетъ постоянного состава въ разныхъ обстоятельствахъ, потому что выдѣляющаяся азотистая кислота легко измѣняется въ присутствіи воды, кислотъ, воздуха и другихъ условій; такъ что этимъ путемъ ни азотистой кислоты въ чистомъ видѣ, ни азотистаго ангидрида получить нельзя. Скорѣе всего можно представить себѣ разложеніе, происходящее при этомъ слѣдующими реакціями: сперва сѣрная кислота съ солью азотистой кислоты выдѣляетъ азотистую кислоту HNO^2 , подобно тому, какъ она выдѣляетъ изъ селитры азотную кислоту. Азотная кислота (подобно угольной, сѣристой и др.) вѣроятно не даетъ гидрата, а распадается на воду и ангидридъ N^2O^3 . Этотъ послѣдній, вѣроятно, распадается на окись азота NO и азотноватый ангидридъ NO^2 . При обыкновенной же температурѣ отъ дѣйствія воды азотистый ангидридъ разлагается обыкновенно на азотную кислоту и окись азота $3N^2O^3 + 11H^2O = 2HNO^3 + 4NO$.

Азотистый ангидридъ въ болѣе чистомъ видѣ получается, если пропускать черезъ жидкій азотноватый ангидридъ, при низкой температурѣ, окись азота; при этомъ образуется зеленая жидкость, которая при слабомъ нагрѣваніи выдѣляетъ пары, сгущающіеся въ голубовато-зеленую, очень летучую жидкость; послѣдняя, по всей вѣроятности, есть смѣсь азотноватаго и азотистаго ангидридовъ. Образование N^2O^3 изъ NO^2 и NO весьма понятно. Если азотноватый ангидридъ охладить до -20° и приливать къ нему капли по каплѣ половинное по вѣсу количество воды, то азотноватый ангидридъ разлагается, какъ мы говорили, на азотистую и азотную кислоты; первая изъ нихъ, по видимому, при этомъ не остается въ видѣ гидрата, а переходитъ въ состояние ангидрида, и потому при слабомъ нагрѣваніи полученной жидкости выдѣляются пары, которые сгущаются въ синюю жидкость, какъ показалъ Фрише. Такой способъ получения азотистаго ангидрида, по видимому, даетъ наиболѣе чистый продуктъ. Черезъ окисленіе окиси азота различными способами, также можно получить азотистый ангидридъ; но еще ни разу не былъ онъ приготовленъ этимъ путемъ въ чистомъ видѣ. Въ большинствѣ случаевъ, когда азотная кислота дѣйствуетъ окисляющимъ образомъ на органическія и минеральныя вещества, отдѣляются бурные пары, которые содержатъ, по видимому, смѣсь азотистаго и азотноватаго ангидридовъ; такъ при нагрѣваніи одной части крахмала и 8-ми частей азотной кислоты, имѣющей удѣльный вѣсъ 1,25, выдѣляются бурные пары, которые послѣ высушиванія сгущаются въ безцвѣтную, а при обыкновенной температурѣ въ зеленую жидкость. Эта жидкость при перегонкѣ даетъ окисель азота, содержащій 33 процента кислорода и кипящій при -2° . Такой продуктъ имѣетъ зеленый цвѣтъ. Этотъ составъ не соответствуетъ ни азотноватому ангидриду, который содержитъ 30,4% азота, ни азотистой ангидриду, содержащему 36,8% азота. Вѣроятно



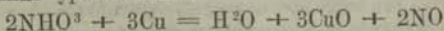
это смѣсь ихъ обоихъ. Вещество, сгущающееся изъ бурныхъ паровъ, получаемыхъ при окисленіи мышьяковистой кислоты посредствомъ азотной, имѣеть совершенно такія же свойства. Считаютъ, что въ этомъ получающемся веществѣ находится азотистый ангидридъ, что впрочемъ ничѣмъ не доказывается, потому что образованіе азотистыхъ солей въ присутствіи щелочи объясняется достаточно хорошо и тѣмъ, что въ этихъ парахъ находится азотноватый ангидридъ, который, какъ мы видѣли, способенъ распадаться съ водою и щелочами на азотную и азотистую кислоты. Такимъ образомъ, строго говоря, вопросъ объ свободной азотистой кислотѣ и ея ангидридѣ, до сихъ поръ чрезвычайно теменъ и требуетъ дальнѣйшихъ изслѣдованій; но возможность ихъ существованія не станеть отвергать ни одинъ химикъ, на основаніи того, что извѣстны соли азотистой кислоты. Что касается до свойствъ азотистаго ангидрида, полученнаго способомъ Фрише, то это есть темно-голубая жидкость, кипящая весьма низко, вѣроятно ниже -10° и дающая желтовато-красныя пары, причѣмъ она разлагается, выдѣляя отчасти окись азота и оставляя азотноватый ангидридъ. Неперегнанное вещество растворяется весьма легко въ водѣ при 0° , причѣмъ образуетъ голубоватый растворъ, который при слабомъ нагреваніи выдѣляетъ много окиси азота и образуетъ азотную кислоту.

Образованіе азотистыхъ солей въ природѣ и въ различныхъ обстоятельствахъ окисленія было упомянуто нами выше; весьма высокое значеніе указанныхъ реакцій, въ особенности реакцій образованія изъ газообразнаго азота и элементовъ воды азотистоамміачной соли, заставляетъ желать, чтобы эти вопросы химіи были подвергнуты тщательному изслѣдованію, какого недостаетъ еще по сихъ поръ. Затрудненіемъ въ изученіи этого рода соединеній служить то важное обстоятельство, что всѣ соединенія этого рода непостоянны и если возможно изученіе ихъ, то развѣ только при температурахъ весьма низкихъ; работать же въ этихъ условіяхъ весьма неудобно, отчего до сихъ поръ эти вопросы и остаются еще не вполне рѣшенными. Можетъ быть что въ веществахъ, считаемыхъ до сихъ поръ ангидридами, находится водородъ, что можно предполагать изъ того, что изслѣдованіе состава непостоянныхъ веществъ весьма затруднительно и страдаетъ большою неточностью, а присутствіе водорода, имѣющаго весьма малый атомный вѣсъ, можетъ быть легко упущено при анализахъ сколько либо неточныхъ; такъ напр. составы: NHO^2 и NO^2 различаются между собою, по процентному содержанію азота, только весьма малою величиною, а именно: первому составу соответствуетъ содержаніе азота 30,4%, а второму 29,8%. Должно замѣтить еще при этомъ, что исходнымъ пунктомъ при изученіи азотныхъ окисловъ должны служить соединенія, составъ которыхъ болѣе проченъ, какъ напр. окись и закись азота, или самая азотная кислота, или соли азотистой и азотной кислотъ, вообще — соединенія, безъ подмѣси другихъ веществъ. Двѣ низшія степени окисленія азота, къ которымъ мы теперь переходимъ, характеризуются, сравнительно со всѣми предыдущими степенями окисленія, гораздо большимъ постоянствомъ. Это обстоятельство должно зависѣть отъ природы азота, по-

тому что для хлора и въ некоторыхъ другихъ простыхъ тѣлъ высшя степени окисленія постояннѣе низшихъ.

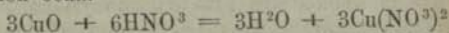
Окись азота или азотная окись NO. Этотъ постоянный газъ, т. е. негущенный до сихъ поръ въ жидкость, можетъ быть полученъ въ совершенно чистомъ состоянн и очень легко изъ всѣхъ вышеописанныхъ соединеній азота съ кислородомъ; обыкновенно пользуются для его полученія азотною кислотою, которую раскисляютъ посредствомъ металловъ. Для приготовленія окиси азота обыкновенно берутъ азотную кислоту у д.вѣса 1,13 (крѣпостью въ 17° Бомэ) и ею обливаютъ металлическую мѣдь въ такомъ же приборѣ, какъ для полученія водорода, потому что взаимодѣйствіе названныхъ тѣлъ происходитъ при обыкновенной температурѣ весьма легко. Необходимо при этомъ избѣгать болѣе крѣпкой азотной кислоты, потому что тогда къ окиси азота будутъ подмѣшаны (азотъ?) другія степени окисленія. Ртуть и серебро при обработкѣ слабою азотною кислотою даютъ также окись азота, какъ и металлическая мѣдь. При всѣхъ этихъ реакціяхъ съ металлами одна часть азотной кислоты идетъ на окисленіе металла, а другая часть, и притомъ гораздо большая, идетъ въ соединеніе съ образующимся металлическимъ окисломъ, для образованія азотной соли, соответствующей взятому металлу.

Первое дѣйствіе металла на азотную кислоту будетъ выражаться такимъ уравненіемъ:



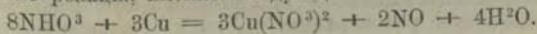
Азотная кислота. Мѣдь. Вода. Окись мѣди. Окись азота.

Вторая реакція будетъ состоять въ дѣйствіи новаго количества азотной кислоты на окись мѣди и въ образованн азотномѣдной соли:



Окись мѣди. Азотная кислота. Вода. Азотомѣдная соль.

Соединяя эти два уравненія вмѣстѣ, мы получимъ общее уравненіе реакціи, именно слѣдующее:



Когда готовятъ окись азота однимъ изъ вышеупомянутыхъ способовъ, сперва въ отдѣляющихъ приборахъ появляются бурные пары, происходящія отъ азотноватаго ангидрида, образованнаго кислородомъ оставшагося въ приборахъ воздуха и отдѣляющеюся окисью азота; поэтому чистый газъ можно собирать тогда, только, когда, по мѣрѣ отдѣленія его, онъ вытѣснитъ весь оставшійся воздухъ въ приборѣ и внутренность послѣдняго будетъ наполнена только безцвѣтнымъ газомъ. Если дѣйствуютъ азотной кислотой на названные металлы прямо на воздухѣ, то не получается окиси азота, а

только бурные пары азотноватого ангидрида, но той причине, что выделяющаяся окись азота встречает кислородъ воздуха и тотчасъ съ нимъ соединяется, образуя азотноватый ангидридъ. Выделяющийся въ приборѣ газъ окиси азота необходимо промыть водою (въ вульфовою стеклянкѣ), для того чтобы освободить отъ слѣдовъ унесенныхъ паровъ азотной кислоты.

Окись азота получается не только при окисленіи металловъ азотной кислотой, но и при различныхъ другихъ видахъ окисленія посредствомъ того же вещества; такъ напр. при дѣйствіи азотной кислоты на соли и даже на самую закись желѣза образуется такая же точно окись азота.

Окись азота есть безцвѣтный, постоянный газъ, мало растворимый въ водѣ ($\frac{1}{20}$ объема при обыкновенной температурѣ). Легко идущихъ реакцій двойнаго разложенія для окиси азота неизвѣстно: отъ нагрѣванія она, какъ и другіе окислы азота, распадается, хотя съ трудомъ, а реакцій соединенія для окиси азота извѣстно нѣсколько. Характернѣйшее свойство окиси азота состоитъ въ способности соединяться съ кислородомъ.

Съ кислородомъ она даетъ, какъ нѣсколько разъ уже было упомянуто, **азотноватый ангидридъ** NO^2 . Это свойство позволяетъ отличать этотъ газъ отъ всякихъ другихъ. Если въ колоколь, наполненный окисью азота, пропускать кислородъ, то образуются бурные пары, которые въ присутствіи воды даютъ, какъ намъ уже извѣстно, азотную кислоту и окись азота, такъ что при избыткѣ кислорода и воды окись азота легко вполне превратить въ азотную кислоту и, такимъ образомъ, окислить чрезъ непосредственное соединеніе съ кислородомъ. Этимъ свойствомъ окиси азота можно пользоваться во многихъ случаяхъ, и техника употребляетъ эту реакцію для превращенія сѣрнистаго газа въ сѣрную кислоту. Опытъ превращенія окиси азота въ азотную кислоту весьма нагляденъ и поучителенъ. По мѣрѣ примѣшиванія кислорода (не вынимая колоколь съ окисью азота изъ водяной ванны, чтобы нижнее отверстіе было въ водѣ) къ окиси азота, образующаяся азотная кислота растворяется въ водѣ и если не прибавить излишняго кислорода (прибавлять надо мало по малу), весь газъ окиси азота превратившись въ HNO^3 поглощается и вода до-верху наполняетъ колоколь, бывший съ газомъ.

Окись азота представляетъ газъ совершенно безразличный, недѣйствующій на лакмусовую бумагу, не соединяющійся непосредственно съ основаніями; но достаточно малаго присутствія воды и кислорода, чтобы образовать изъ окиси азота кислоту. Въ присутствіи щелочи окись азота поглощаетъ меньшее количество кислорода, чѣмъ въ присутствіи воды, потому что образуетъ не азотную кислоту, а только азотистую, сое-

двѣяющаяся, конечно, со щелочью, для образованія азотисто-щелочной соли. Такимъ образомъ въ предыдущихъ реакціяхъ окись азота является какъ вещество способное окисляться, — поглощать кислородъ; но есть цѣлый рядъ другихъ реакцій, въ которыхъ окись азота является какъ вещество способное окислять, потому что содержитъ въ себѣ кислородъ, соединенный съ азотомъ, сравнительно, весьма непрочны, оттого многія тѣла горятъ въ окиси азота весьма легко; такъ напр. зажженный фосфоръ горитъ въ окиси азота; но ни сѣра, ни уголь, предварительно воспламененные, не продолжаютъ горѣть въ окиси азота, а тухнуть въ ней; это зависитъ отъ того, что жаръ, развиваемый горѣніемъ этихъ двухъ послѣднихъ тѣлъ, недостаточенъ для разложенія окиси азота, тогда какъ степень жара горящаго фосфора производитъ это разложение. Что окись азота дѣйствительно относится въ этомъ случаѣ подобнымъ образомъ, то лучшимъ доказательствомъ этому служить горѣніе весьма сильно накаленного угля въ той же самой окиси азота: сильно раскаленный уголь продолжаетъ горѣть въ ней. При такомъ горѣніи въ окиси азота азотъ дѣлается свободнымъ. Если горѣніе непосредственно въ окиси азота совершается не вполне удобно, то окисленіе посредствомъ нея совершается, напротивъ того, весьма легко, при накаливаніи, и потому окись азота при накаливаніи окисляетъ множество тѣлъ.

Если пропускать ее черезъ накаленную трубку, содержащую уголь, металлическій натрій, металлическую мѣдь и множество тому подобныхъ окисляющихся тѣлъ, то они разлагаютъ окись азота, отнимая отъ нея кислородъ и освобождая газообразный азотъ. Смѣсь окиси азота и водорода воспламеняется при зажиганіи. Если смѣсь обоихъ газовъ пропустить черезъ губчатую платину, то образуется даже соединеніе азота съ водородомъ — амміакъ. Окись азота, смѣшанная со многими горючими парами и газами, легко воспламеняется; въ особенности характерно пламя, получаемое при зажиганіи смѣси окиси азота и паровъ горючаго сѣрнистаго углерода CS^2 . Это послѣднее вещество весьма легко превращается изъ жидкаго состоянія въ парообразное такъ что достаточно пропустить окись азота черезъ слой сѣрнистаго углерода (напримѣръ въ вульфовой стеклянкѣ), чтобы выходящій газъ содержалъ уже значительное количество этого вещества. Такой газъ воспламеняется при зажиганіи и продолжаетъ горѣть чрезвычайно яркимъ пламенемъ; это пламя заключаетъ въ себѣ большое количество такъ называемыхъ ультра-фіолетовыхъ лучей, способныхъ производить химическія соединенія и разложенія, а потому такое пламя можетъ служить, какъ



и солнечный свѣтъ для снятія фотографическихъ изображеній. Смѣсь окиси азота съ прочими веществами даетъ взрывъ въ эвдіометрѣ, напр. съ амміакомъ. Сама она отъ дѣйствія электрическихъ искръ разлагается, выдѣляя газообразный азотъ; но дѣйствіемъ краснокалильнаго жара разлагается только въ незначительномъ количествѣ. Отъ этой-то причины многія горящія вещества и тухнутъ въ окиси азота, хотя она содержитъ равные объемы кислорода и азота. Жаръ, развиваемый горѣніемъ большинства тѣлъ, недостаточенъ для отдѣленія азота отъ кислорода.

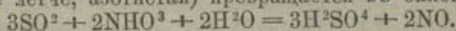
Окись азота способна вступать во многія характерныя соединенія; она поглощается растворомъ многихъ кислотъ, напр. винной кислоты, уксусной, фосфорной, сѣрной, также растворами многихъ солей, въ особенности солей, образованныхъ закисью желѣза, напр. желѣзнымъ купоросомъ. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ происходитъ бурое соединеніе, чрезвычайно нестойкое, какъ и всѣ подобныя соединенія окиси азота. Количество присоединяющейся такимъ образомъ окиси азота находится въ атомномъ отношеніи къ количеству взятаго вещества; такъ желѣзныиъ купоросъ $FeSO^4$, поглощая окись азота, образуетъ вещество опредѣленное, состава $(FeSO^4)^2NO$. Дѣйствуя на такое соединеніе ѣдкою щелочью, получаютъ амміакъ, потому что кислородъ окиси азота и воды переходитъ къ закиси желѣза, образуя окись; а азотъ соединяется съ водородомъ воды. Пропуская окись азота черезъ азотную кислоту, получаютъ азотноватый и азотистый ангидриды, растворы которыхъ въ азотной кислотѣ, какъ мы уже говорили ранѣе, представляютъ различныя цвѣта.

Если въ соединеніяхъ азотной кислоты должно признать содержаніе остатка NO^2 также составленнаго, какъ азотноватый ангидридъ, то въ соединеніяхъ азотистой кислоты можно допустить остатокъ NO , имѣющій составъ окиси азота. Немногія вещества, въ которыхъ допускаютъ остатокъ NO , называются *нитрозосоединеніями*. Объ этихъ соединеніяхъ смотри сочиненіе г. Бунге. Кіевъ, 1868 г.

Разсмотрѣнными нами, до сихъ поръ, кислородныя соединенія азота всѣ могутъ быть получены изъ окиси азота и сами въ нее превращаются, а потому окись азота стоитъ въ тѣсной съ ними связи. Переходъ окиси азота въ высшія степени окисленія и обратно, служитъ и въ практикѣ средствомъ для передачи кислорода къ веществамъ, способнымъ окисляться. Имѣя окись азота, мы можемъ перевести ее, при помощи кислорода воздуха и воды, въ азотную кислоту и съ помощію ея окислять тѣла. При этомъ окислительномъ дѣйствіи вновь по-

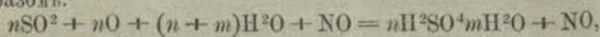
лучается окись азота; ее можно перевести вновь въ азотную кислоту и такъ далѣе, безъ конца, лишь бы былъ кислородъ воздуха и вода. Оттого-то и существуетъ тотъ фактъ, на первый разъ кажущійся парадоксальнымъ, что, съ помощію небольшого количества окиси азота, можно окислить неопредѣленно большое количество веществъ, неспособныхъ окисляться, ни при дѣйствіи кислорода воздуха, ни при дѣйствіи самой окиси азота. Такой примѣръ представляетъ тотъ сѣрнистый газъ SO^2 , который получается при горѣніи сѣры и при накаливаніи многихъ сѣрнистыхъ металловъ на воздухѣ.

Такой газъ получаютъ практически, сожигая сѣру или желѣзный колчеданъ FeS^2 , который при этомъ превращается въ окисель желѣза и сѣрнистый газъ. Этотъ послѣдній не переходитъ, въ прикосновеніи съ кислородомъ воздуха, въ высшую степень окисленія, сѣрный ангидридъ SO^3 , и если образуетъ съ водою и кислородомъ воздуха сѣрную кислоту $H^2SO^4 = SO^2 + H^2O + O$, то весьма медленно. Съ азотною (а особенно съ азотистою, но не съ азотноватымъ ангидридомъ) кислотою и водою, сѣрнистый газъ, напротивъ того, даетъ весьма легко, особенно въ парахъ и при слабомъ нагрѣваніи (около 40°), сѣрную кислоту, причемъ азотная кислота (также и, еще легче, азотистая) превращается въ окись азота.



Вода здѣсь дѣйствительно необходима, иначе образуется сѣрный ангидридъ SO^3 , который соединяется съ окисью азота и другими окислами азота (азотистымъ ангидридомъ), переходя въ кристаллическое вещество, заключающее окисель азота. Вода разрушаетъ такое соединеніе, образуя водную сѣрную кислоту и выдѣляя окисель азота. Воды надо взять даже больше того, сколько слѣдуетъ для образованія гидрата H^2SO^4 , потому что этотъ послѣдній, хотя не соединяется съ окислами азота, но ихъ растворяетъ. При избыткѣ воды, однако, растворенія не происходитъ или, правильнѣе, растворяется лишь небольшое количество окисловъ. Если при указанной реакціи будутъ взяты только вода, сѣрнистый газъ и азотная или азотистая кислоты въ опредѣленномъ количествѣ, то происходитъ опредѣленное предыдущимъ уравненіемъ количество сѣрной кислоты и окиси азота, — тѣмъ и кончается реакція; избытокъ сѣрнистаго газа, если онъ былъ взятъ, останется неизмѣннымъ. Но прибавимъ воздуха и воды, тогда окись азота съ кислородомъ дастъ азотноватую окись, а эта послѣдняя съ водою — азотную и азотистую кислоты и окись азота, которая вновь даетъ тѣ же кислоты. Образовавшіяся кислоты подѣйствуютъ на новое количество сѣрнистаго газа и вновь превратятъ его въ сѣрную кислоту,

если будетъ достаточно воды. Вновь произойдетъ окись азота, которая вновь можетъ начать прекратившееся окисленіе, если будетъ достаточно воздуха. Такъ можно, при опредѣленномъ количествѣ окиси азота, превратить неопредѣленно-большое количество сѣрнистаго газа въ сѣрную кислоту, для чего нужны только вода и кислородъ. Это легко показать посредствомъ опыта въ маломъ видѣ, если въ колбу пропускать постоянно сѣрнистый газъ, водяной паръ и кислородъ, а въ началѣ впустить въ ту же колбу нѣкоторое количество окиси азота. Взятое количество окиси азота останется и послѣ реакціи. Такимъ образомъ, окись азота служить здѣсь для передачи кислорода воздуха сѣрнистому газу; безъ нея реакція не идетъ, она участвуетъ въ реакціи, образуется и превращается въ вышнія степени окисленія, но не поглощается, а потому описываемую реакцію можно выразить слѣдующимъ образомъ:



если бы мы обратили вниманіе только на взятые и происходящія вещества. Поэтому опредѣленное количество окиси азота можетъ служить для превращенія неопредѣленно-большаго количества SO^2 , O и H^2O въ сѣрную кислоту. Однако, дѣйствительность полагаетъ этому предѣлы, потому что часть образующихся окисловъ азота все-таки растворяется въ сѣрной кислотѣ, такъ что при употребленіи даже чистаго кислорода мало по малу уменьшается количество свободной (нерастворенной) или дѣйствующей окиси азота. Если же для окисленія взять не кислородъ, а воздухъ, какъ это необходимо дѣлать въ практикѣ, то тогда приходится удалять азотъ воздуха и вводить новое количество свѣжаго воздуха. При этомъ удаленіи азота будетъ вмѣстѣ съ нимъ удаляться и окись азота, которая такимъ образомъ будетъ уходить и пропадать для дѣла. Если, напримѣръ, мы станемъ сжигать колчеданъ FeS^2 для полученія сѣрнистаго газа, то должны будемъ вводить для каждаго пая сгорающаго колчедана (напр. для 120 килограммовъ сѣрнаго колчедана, пая желѣза 56, сѣры 32, колчедана 120) шесть павей кислорода (то есть 96 кило) для превращенія его сѣры въ сѣрную кислоту (для образованія съ водою $2\text{H}^2\text{SO}^4$), да еще $1\frac{1}{2}$ пая (24 кило) для превращенія желѣза въ окись Fe^2O^3 , такимъ образомъ для сжиганія FeS^2 , чтобы получить H^2SO^4 и Fe^2O^3 , потребуется ввести равный ему вѣсъ кислорода (на 120 частей колчедана, 120 частей кислорода), слѣдовательно воздуха въ $4\frac{1}{2}$ раза по вѣсу болѣе, чѣмъ колчедана. $3\frac{1}{2}$ вѣсовыхъ части азота останутся безъ дѣйствія и, при удаленіи истощеннаго воздуха, унесется оставшаяся окись азота. Ее можно однако уловить, если не

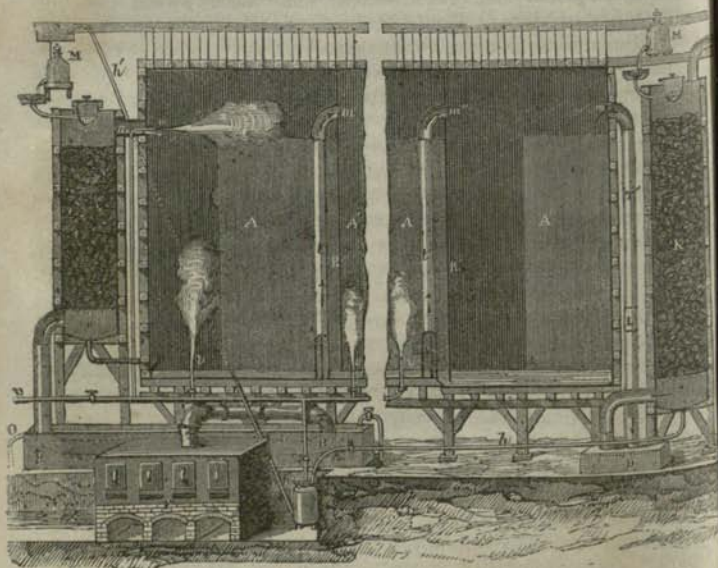
всю, то, по крайней мѣрѣ, большую часть, пропуская удаляющийся воздухъ чрезъ вещества, поглощающія окислы азота. Для этого можетъ служить сѣрная кислота, если она будетъ взята въ видѣ гидрата H^2SO^4 или будетъ содержать сверхъ того только малое количество воды, потому что такая сѣрная кислота растворяетъ окислы азота. Изъ такого раствора легко вновь выдѣлать окислы азота—стоитъ только нагрѣть или прибавить воды; водная сѣрная кислота ихъ растворяетъ только въ маломъ количествѣ.

Все сказанное служитъ основой **фабричнаго приготовления сѣрной** или, такъ называемой, **камерной** или английской **кислоты**. Такая кислота готовится въ громадныхъ размѣрахъ на химическихъ заводахъ, потому что это есть дешевѣйшая изъ кислотъ, могущихъ оказывать дѣйствіе во многихъ случаяхъ, и потому употребляющаяся въ огромныхъ количествахъ ¹⁾.

Для этой цѣли устрояютъ рядъ комнатъ (камеръ или одну съ перегородками RR' , какъ изображено на фиг. 105, гдѣ изображены начало и конецъ камеры), изъ свинцовыхъ листовъ. Эти камеры располагаютъ другъ подле друга и сообщаютъ другъ съ другомъ трубами или особыми отверстиями такъ, чтобы входныя трубы были въ верхнихъ частяхъ камеръ въ одномъ ихъ концѣ, а выходныя трубы въ нижнемъ противоположномъ концѣ. Чрезъ эти камеры и трубы проходитъ токъ паровъ и газовъ, необходимыхъ для приготовления сѣрной кислоты. Образующаяся кислота въ видѣ дождя падаетъ въ камерахъ на ихъ дно, течетъ по ихъ стѣнкамъ, переливается изъ одной (изъ послѣдней въ первую, для чего перегородки не доходятъ до дна) камеры въ другую, оттого дно и стѣнки камеры должны быть сдѣланы изъ матеріала, на который сѣрная кислота не дѣйствуетъ. Свинецъ, между обыкновенными металлами, представляетъ единственный для того пригодный матеріалъ. Другіе металлы: желѣзо, мѣдь, цинкъ — разѣдаются ею; стекло и фарфоръ не измѣняются, но способны трескаться отъ тѣхъ переѣлъ температуры, которыя случаются въ камерахъ, да и не могутъ быть такъ сплаваемы, какъ свинецъ, дерево и т. п. разѣдаются. Въ камеры, для образованія сѣрной кислоты, необходимо ввести сѣрнистый газъ, водяной паръ, воздухъ и азотную кислоту, или какой либо окисель азота.

¹⁾ Мы приводимъ здѣсь описаніе приготовленія сѣрной кислоты по той причинѣ, что это есть реагентъ, весьма часто употребляемый въ химикѣ и лабораторіяхъ, и въ дальнѣйшемъ изложеніи намъ еще чаще придется упоминать о немъ, чѣмъ въ предшествовавшихъ статьяхъ, а потому съ нимъ выгодно познакомиться заранее. Химическаго производства нельзя представить безъ приготовления или употребленія сѣрной кислоты.

Сѣрнистый газъ добываютъ, сожигая на чугунныхъ плитахъ сѣру или въ очагахъ съ колосниками (железными прутьями оставляющими проходъ для воздуха) сѣрный или железный колчеданъ. На фиг. 105-й видна слѣва печь съ 4-мя очагами для сожиганія колчедана. Воздухъ проводится въ камеры и очаги чрезъ отверстія въ заслонкахъ очаговъ. Уменьшая и увеличивая эти отверстія, можно управлять притокомъ воздуха и кислорода. Тяга внутри камеры устанавливается оттого, что въ нее входят нагрѣтые газы и пары, да и отъ реакціи температура внутри камеры повышается, притомъ



Фиг. 105. Разрѣзъ свинцовой камеры для приготовления сѣрной кислоты. Начало и конецъ камеры; средняя выкинута. Натуральные размѣры въ 100 и болѣе разъ превышаютъ размѣры фигуры.

оставшійся азотъ постоянно вытягивается изъ выходнаго отверстія (на верху колонны К) высокою дымовою трубою, устраиваемою близъ камеръ. Въ тѣхъ же очагахъ (или въ особыхъ), гдѣ получается сѣрнистый газъ, готовятъ азотную кислоту изъ смѣси сѣрной кислоты съ чилийскою селитрою. На 1 часть сгорѣвшей сѣры берутъ $\frac{8}{100}$ частей селитры. Изъ печи пары азотной кислоты и окисловъ азота, смѣшанные съ воздухомъ и сѣрнистымъ газомъ, проводятъ

сперва по горизонтальной трубѣ *T* въ ящикъ *BB*, отчасти охлаждаемый (не вполне, водою, притекающею справа и утекающею слева въ *O*), чтобы уменьшить температуру газовъ, входящихъ въ камеру. Послѣ этого газы и пары проходятъ колонну, наполненную коксомъ и изображенную на нашей фигурѣ слева. Въ этой колоннѣ положены куски кокса (обожженного каменного угля), смачивающіеся сверху изъ резервуара *M* сѣрною кислотою, поглотившею въ колоннѣ *K* (на концѣ) окислы азота, уходящія изъ камеръ. Въ колоннѣ *K*, изъ резервуара *M*, надъ нею находящагося (направо, сверху), льется струя крѣпкой сѣрной кислоты (она не дѣйствуетъ на коксъ). Она распространяется по кускамъ кокса и поглощаетъ при этой большой поверхности много окисловъ азота. Пройдя эту колонну и насытившись окислами азота, сѣрная кислота по *h* стекаетъ въ особый сосудъ (на фиг. 105 подлѣ очага), а изъ этого послѣдняго по трубѣ *h'h'* можетъ быть поднимается давленіемъ пара въ резервуаръ *M*, находящійся надъ передней коксовой колонной. Горящія газы, идущіе въ эту колонну изъ очага, встрѣчая въ этой колоннѣ сѣрную кислоту, содержащую окислы азота, выдѣляютъ ихъ изъ раствора и потому они вновь входятъ здѣсь въ дѣло. Оставшаяся послѣ ихъ выдѣленія сѣрная кислота стекаетъ въ камеры. Итакъ, изъ первой коксовой колонны выходятъ чрезъ верхнюю трубку *m* сѣрнистый газъ, воздухъ и пары азотной кислоты и окисловъ азота. Здѣсь они смѣшиваются съ водяными парами, проводимыми свинцовыми трубами внутрь камеръ въ разныхъ мѣстахъ. Отъ присутствія воды происходитъ реакція, сѣрная кислота падаетъ на дно камеръ и въ слѣдующихъ камерахъ совершается все то же превращеніе, пока не истребится вся взошедшая сѣрнистая кислота. Воздуха впускаютъ нѣсколько болѣе надлежащаго, чтобы не осталось сѣрнистаго газа отъ недостатка кислорода. Объ избыткѣ послѣдняго судятъ по цвѣту газовъ, выдѣляющихся изъ послѣдней камеры (въ *D*). Блѣдный цвѣтъ (и присутствіе сѣрнистаго газа) газовъ показываетъ недостатокъ воздуха, потому что иначе образовался бы азотноватый ангидридъ. Очень темный цвѣтъ газовъ показываетъ излишекъ воздуха, который также вреденъ, потому что увеличиваетъ неизбежную потерю окиси азота, увеличивая массу выдѣляющихся газовъ.

Этимъ путемъ фабрикують въ одномъ приборѣ, имѣющемъ до 5000 куб. метровъ вмѣстимости, втеченіи круглаго года (безъ остановокъ) до 2,500000 килограммовъ камерной сѣрной кислоты, содержащей около 60% гидрата H_2SO_4 и около 40% воды. Эта фабрикація доведена до такой степени совершенства, что изъ 100 частей сѣры получаютъ до 300

частей гидрата H^2SO^4 , тогда какъ возможно получить не болѣе 306 частей. Образующаяся въ камерахъ кислота при нагрѣваніи теряетъ излишнюю воду (сравни стр. 156). Для этого ее и нагрѣваютъ въ свинцовыхъ сосудахъ. Однако кислота, содержащая около 75% гидрата (въ 60° Бомэ), уже начинаетъ при нагрѣваніи разлѣдывать свинецъ, а потому дальнѣйшее удаление воды производить или посредствомъ нагрѣванія въ стеклянныхъ ретортахъ, или посредствомъ непрерывнаго нагрѣванія въ особыхъ платиновыхъ кубахъ, какъ то будетъ описано въ статьѣ объ сѣрной кислотѣ.

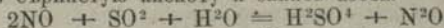
Водная кислота (въ 50° Бомэ), получающаяся изъ камеръ, называется камерною или англійскою кислотою. Чаще употребляютъ сгущенную кислоту до 60° Б., а иногда и гидратъ (66° Бомэ), называемой купороснымъ масломъ.

Этимъ путемъ готовится въ одной Англій болѣе 40 милліоновъ пудовъ камерной кислоты. Образование сѣрной кислоты при дѣйствіи азотной кислоты было открыто Дреббелемъ, а первая свинцовая камера была устроена Робакомъ въ Шотландіи въ срединѣ прошлаго столѣтія. Сущность процесса стала извѣстною только въ началѣ этого столѣтія, послѣ работъ многихъ химиковъ и тогда введены были въ практику многія усовершенствованія.

Вліяніе окиси азота на превращеніе сѣрнистаго газа въ сѣрную кислоту, можетъ служить отличнѣмъ примѣромъ того разряда химическихъ реакцій, который называли превращеніями **отъ присутствія**, явленіями **каталитическими** и т. и. Сколько было взято окиси азота, столько же и можно получить послѣ реакціи. Здѣсь дѣйствіе, повидному, подобно дѣйствію губчатой платины. Она, производя своимъ присутствіемъ рядъ реакцій, сама остается неизмѣнною. Думали одно время въ этого рода явленіяхъ видѣть вліяніе особыхъ силъ, но подробный разборъ явленій показался (какъ для губчатой платины и окиси азота), что подобныя реакціи совершаются по крайней мѣрѣ въ большей части случаевъ при дѣйствительномъ матеріальномъ участіи присутствующаго и повидному неизмѣннаго вещества.

Завись азота или азотистая окись N^2O . Эта низшая степень окисленія азота составлена по отношенію объемовъ, точно также какъ вода. Изъ 2-хъ об. азота и одного объема кислорода образуется 2 объема закиси азота, что можно узнать по общему приему анализа окисловъ азота (пропуская чрезъ накаленную мѣдь или натрій). Она можетъ быть получена изъ высшихъ степеней окисленія азота, черезъ дѣйствіе нѣкоторыхъ раскисляющихъ веществъ; такъ, напр., смѣсь двухъ объемовъ окиси азота и одного объема сѣрнистаго газа, остав-

зенная въ прикосновеніи съ водою, мало по малу превращается въ сѣрнистую кислоту и закись азота:



Окись азота. Сѣра. газъ. Вода. Сѣри. кислота. Закись азота.

При дѣйствіи нѣкоторыхъ металловъ, напр. цинка, азотная кислота также даетъ закись азота, впрочемъ въ этомъ случаѣ смѣшанную съ окисью; для удаленія послѣдней, пропускаютъ полученный газъ черезъ влажныя стружки цинка; при дѣйствіи влажности окись азота вѣроятно отдаетъ цинку половину своего кислорода, образуя закись азота. Обыкновенный способъ полученія закиси азота состоитъ въ разложеніи азотноамміачной соли посредствомъ нагрѣванія, потому что въ этомъ послѣднемъ случаѣ образуется только вода и закись азота: $\text{NH}^3\text{HNO}^3 = 2\text{H}^2\text{O} + \text{N}^2\text{O}$ (чаще берутъ просто смѣсь KNO^2 и NH^4Cl). Разложеніе идетъ весьма легко въ приборѣ, подобномъ тому, въ какомъ получаютъ амміакъ или кислородъ, т. е. въ ретортѣ или колбѣ съ газопроводной трубкой. Однако нагрѣваніе должно быть производимо съ большою осторожностью, иначе образуется азотъ. Для отдѣленія могущей содержаться окиси азота, получающійся газъ пропускаютъ черезъ растворъ желѣзнаго купороса.

Закись азота есть газъ непостоянный, легко сгущающійся при дѣйствіи холода и сильнаго жара; при 0° сгущенія производится посредствомъ давленія въ 30 атмосферъ. Приемы упомянутые нами въ началѣ книги (стр. 44), даютъ возможность получить этотъ газъ въ жидкомъ видѣ въ значительныхъ количествахъ. Для сгущенія употребляютъ сухую закись азота, пропуская ее предварительно, для высушиванія, черезъ пемзу, смоченную сѣрною кислотой. Сгущеніе обыкновенно производятъ непосредственно нагнетательнымъ насосомъ; но можно также получить сгущенную закись азота, если сильно нагрѣвать сухую азотноамміачную соль въ изогнутой запаянной стеклянной трубкѣ, одна вѣтвь которой охлаждается (стр. 407). Въ этомъ случаѣ получается въ охлаждаемой части трубки два слоя: внизу вода, а сверху сгущенная закись азота. Этотъ опытъ должно производить съ большою осторожностью, потому что давленіе закиси азота въ сгущенномъ состояніи и въ нагрѣваемомъ сосудѣ чрезвычайно велико, и потому можетъ происходить взрывъ; однако Фаредэ этимъ способомъ получилъ закись азота и изслѣдовалъ многія ея свойства. Жидкая закись азота представляетъ весьма подвижную жидкость, разъѣдающую кожу, неспособную окислять ни металлическаго калия, ни фосфора, ни угля, въ холодномъ состояніи. Жидкая закись азота медленно испаряется, въ сосудѣ же герметически запертомъ, конечно, сохраняется неопредѣ-

ленно долгое время. Испареніе жидкой закиси азота, въ особенностях же подъ колоколомъ воздушнаго насоса, производитъ холодъ еще болѣе значительный, чѣмъ испареніе другихъ сгущенныхъ газовъ; при этомъ часть жидкости отъ охлажденія застываетъ въ снѣгообразную массу, другая же часть образуетъ прозрачныя кристаллы; оба эти вещества составляютъ твердую форму закиси азота. Ртуть застываетъ въ прикосновеніи съ испаряющеюся жидкою закисью азота. Весьма характеренъ опытъ одновременнаго горѣнія и весьма сильнаго охлажденія, которое можно произвести посредствомъ жидкой закиси азота: если въ широкую трубку, напр. стеклянную, налить жидкой закиси азота и влить потомъ ртути, то послѣдняя застываетъ; а если потомъ на поверхность жидкой закиси азота бросить зажженный уголь, то онъ горитъ весьма яркимъ пламенемъ. Это послѣднее **свойство поддерживать горѣніе** многихъ тѣлъ весьма развито въ закиси азота не только въ жидкомъ состояніи, но и въ газообразномъ: тлѣющая свѣча, или лучина, воспламеняется въ этомъ газѣ и горитъ яркимъ пламенемъ, какъ и въ кислородѣ. Закись азота въ газообразномъ состояніи неспособна къ продолжительному дыханію; но нѣкоторыя животныя могутъ оставаться въ ней втеченіи нѣсколькихъ часовъ; введенная въ дыхательныя органы закись азота производитъ особый родъ опьяненія, сопровождающагося оживленными движеніями, почему этотъ газъ, открытый въ 1776 году Пристлеемъ, и получилъ названіе увеселяющаго газа. Закись азота легко разлагается на азотъ и кислородъ, при дѣйствіи жара, что совершается съ окисью азота только съ большимъ трудомъ и не вполне. Это обстоятельство, между прочимъ, объясняетъ уже то, что множество тѣлъ, не могущихъ горѣть въ окиси азота, напротивъ того, весьма легко горятъ въ закиси; это зависитъ отъ меньшаго жара, потребнаго для разложенія закиси азота, чѣмъ окиси. Смѣсь первой съ водородомъ взрываетъ точно такъ, какъ гремучій газъ, причѣмъ образуется, конечно, газообразный азотъ: $N^2O + H^2 = H^2O + N^2$. Объемъ остающагося азота равенъ первоначальному объему взятой закиси азота и равенъ объему водорода, входящаго въ соединеніе съ кислородомъ; значить, равныя объемы азота и водорода въ этой реакціи замѣщаютъ другъ друга. Накаленные металлы также весьма легко разлагаютъ закись азота; сѣра, фосфоръ, уголь—горятъ въ ней, хотя и не столь ярко, какъ въ кислородѣ. Замѣчательно то, что при горѣніи въ закиси азота развивается болѣе тепла, чѣмъ при горѣніи того же количества тѣла въ кислородѣ, что и показываетъ, совершенно яснымъ образомъ, что при соединеніи азота съ кисло-

родомъ для образованія закиси азота произошло, не выдѣленіе, а поглощеніе тепла, иначе бы неоткуда было взяться лишнему количеству тепла при горѣніи въ закиси азота. Если разлагаютъ данный объемъ закиси азота металломъ, напр. натріемъ, для чего можетъ служить приборъ, изображенный на фиг. 106-й, то по охлажденіи и окончательномъ разложеніи остается совершенно такой же объемъ азота, какой имѣла закись его; слѣдовательно кислородъ, такъ сказать, располагается между атомами въ азота, не производя при этомъ увеличенія въ объемъ азота. Растворимость закиси азота въ водѣ несравненно больше, чѣмъ въ окиси азота; закись азота требуетъ для своего растворенія 2 объема воды, тогда какъ окись азота требуетъ по крайней мѣрѣ 20 объемовъ воды. Въ этомъ мы видимъ подтвержденіе того общаго правила, что



Фиг. 106. Разложеніе закиси азота металлическимъ натріемъ.

растворимость газовъ въ водѣ при равныхъ условіяхъ зависитъ отъ болѣе или менѣе легкой сгущаемости газа въ жидкость: закись азота, какъ газъ легко сгущаемый, и растворяется несравненно болѣе, чѣмъ окись азота—газъ несгущаемый.

До сихъ поръ неизвѣстны ни способы превращенія закиси азота въ высшія степени окисленія, ни реакціи двойнаго разложенія, свойственныя ей, отчего химическая исторія этого газа становится весьма мало ясною для насъ. Извѣстны только вышеупомянутыя реакціи разложенія закиси азота, ни какихъ другихъ почти не изслѣдовано.

Закись азота, имѣя характерный, довольно пріятный запахъ и сладковатый вкусъ, производитъ при вдыханіи, послѣ нѣкотораго времени, безчувственность, почему и предложена какъ средство, замѣняющее хлороформъ при хирургическихъ операціяхъ, для произведенія безчувственности, или такъ называемой анестезіи. Однако до сихъ поръ пока ни она, ни другія степени окисленія азота въ технику прямо не употребляются.

Выводы. Кислородъ даетъ съ азотомъ непрочныя соединенія разлагающіяся жаромъ, металлами и другими веществами и дѣйствующія окислительно.

Въ присутствіи щелочей и кислорода, азотистыя вещества иногда производятъ селитры, напр. NaNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$.

Изъ селитръ съ сѣрною кислотою выдѣляется азотная кислота HNO_3 . Ея непрочный ангидридъ N_2O_5 получается при дѣйствіи хлора на азотосеребряную соль.

Азотная кислота, дѣйствуя на основанія и щелочи, образуетъ растворимыя соли, дѣйствуя на многія углеродистыя вещества даетъ нитросоединенія. Въ обоихъ случаяхъ водородъ замѣняется группою NO^2 .

Соединенія заключающія этотъ остатокъ при накаливаніи въ присутствіи C даютъ газы N и CO_2 , вѣншыку и даже взрывъ.

Азотная кислота легко окисляетъ большинство металловъ, металловъ и сложныхъ тѣлъ, способныхъ къ соединенію съ кислородомъ. Сама она при этомъ даетъ окислы азота.

Чистая HNO_3 непрочна, кипитъ при 86° , съ водою даетъ гидратъ болѣе прочный, кипящій при 123° .

Азотноватая окись NO^2 получается при разложеніи жаромъ азотносвинцовой соли и изъ окиси азота, соединенной съ кислородомъ.

Она съ водою разлагается на азотную кислоту и низшіе окислы азота. Это есть бурый газъ, сгущающійся на холоду въ бурую жидкость, кипящую при 22° .

Азотноватому ангидриду не соответствуетъ солей, а азотистому ангидриду N_2O_3 соли состава MNO^2 , получающіяся изъ селитръ чрезъ раскисленіе при сдѣявленіи съ Pb , Cu .

Азотистый ангидридъ очень непроченъ, гидрата не даетъ, выдѣляется изъ азотистыхъ солей кислотами какъ бурый газъ, образуется изъ NO^2 и NO , сгущается на холоду въ синюю жидкость, выдѣляетъ J изъ KJ , разлагается съ водою на HNO_3 и NO .

Окись азота NO есть безцвѣтный неокислотный газъ, происходившій часто при окисленіи азотною кислотою разныхъ веществъ. Онъ не сгущается въ жидкость, трудно разлагается жаромъ, горѣніе поддерживаетъ только при сильномъ жарѣ, съ кислородомъ даетъ NO^2 , въ присутствіи воздуха и воды превращаетъ неопредѣленно-большое количество SO^2 въ H^2SO^4 .

Закись азота N_2O происходитъ при накаливаніи азотноаммиачной соли. Газъ, сгущаемый, растворимый въ водѣ, поддерживающій горѣніе.

ЧЕТЫРНАДЦАТАЯ ГЛАВА.

Законы объемныхъ отношеній. Понятіе о парѣ и частицѣ.

Сличеніе состава окисловъ азота можетъ служить, какъ уже упомянуто выше, весьма хорошимъ подтвержденіемъ закона кратныхъ отношеній, потому что, выразивши во всѣхъ соединеніяхъ азота, количество послѣдняго какою либо постоянною величиною, найдемъ, что количества кислорода находятся въ кратномъ между собою отношеніи. То же самое должно

замѣтить и относительно водорода, входящаго въ эти соединенія; напр. на 14 частей азота въ азотной кислотѣ заключается одна часть водорода и 48 частей кислорода; а въ аммиакѣ на 14 частей азота 3 части водорода. Слѣдовательно, количества водорода, соединяющіяся съ азотомъ, кратны другъ другу, относятся какъ 1:3.

Въ подтвержденіе закона постоянства состава и понятія объ опредѣленныхъ химическихъ соединеніяхъ, можно привести любое изъ разсмотрѣнныхъ нами соединеній азота; такъ напр. аммиакъ рѣзко уже отличается по своимъ свойствамъ отъ простой смѣси водорода и азота, а закись азота отъ смѣшенія азота и кислорода въ той же пропорціи. Особенно же рѣзкимъ подтвержденіемъ того громаднаго различія, которое происходитъ при образованіи многихъ опредѣленныхъ химическихъ соединеній изъ ихъ составныхъ частей, можетъ служить то измѣненіе объемовъ въ газообразномъ и парообразномъ состояніи, которое происходитъ при образованіи такихъ соединеній изъ ихъ составныхъ частей или при распаденіи соединеній на тѣ элементы, изъ которыхъ они образуются. Изъ двухъ объемовъ аммиачнаго газа по разложеніи (стр. 410) получается 4 объема смѣси водорода съ азотомъ. Значитъ вещество газовъ претерпѣло коренную перемѣну, если изъ 4-хъ объемовъ азота и водорода произошло только 2 объема аммиака. Непроницаемость и упругость газовъ нарушились.

Вопросъ объ объемныхъ отношеніяхъ между веществами, вступающими въ соединенія, для образованія сложныхъ тѣлъ, имѣетъ чрезвычайно важный интересъ въ химіи, потому что газообразное и парообразное состояніе тѣлъ представляетъ въ физическомъ отношеніи наиболѣе простое состояніе вещества и химическія взаимодѣйствія въ этомъ состояніи обыкновенно гораздо рѣзче и яснѣе, чѣмъ во всякомъ другомъ. Замороженная кислота рѣдко даже оказываетъ дѣйствіе на основанія; въ жидкомъ состояніи, вслѣдствіе подвижности частицъ, замѣчается уже взаимодѣйствіе; но и оно, нужно сказать, въ большинствѣ случаевъ замѣтно тогда только, когда произведено разрѣженіе жидкихъ частей посредствомъ растворенія. Раствореніе въ массѣ недѣятельнаго вещества представляетъ какъ бы разрѣженіе даннаго тѣла, представляетъ нѣчто подобное переходу въ паръ. Въ газообразномъ и парообразномъ состояніи тѣла, напротивъ того, реагируютъ обыкновенно съ ясностью и опредѣлительностью. Сверхъ того, изслѣдованіе отношенія объемовъ газовъ и паровъ, соединяющихся между собою, даетъ выводы, весьма замѣчательные по своей простотѣ, и въ своей упрощенной формѣ эти выводы



напоминають наиболѣе простые законы природы. Разсмотримъ этотъ вопросъ въ примѣрахъ и послѣ этого сдѣлаемъ уже выводъ, относящійся въ совокупности всѣхъ изслѣдованныхъ химическихъ явленій.

Мы видѣли, что водородъ съ кислородомъ соединяется такимъ образомъ, что на два объема перваго приходится одинъ объемъ втораго. Совершенно такое же отношеніе объемовъ замѣчается въ закиси азота; но ее нельзя уже получить, какъ воду, непосредственно изъ простыхъ тѣлъ, въ нее входящихъ, а есть возможность ее только разложить на азотъ и кислородъ. Закись азота составлена также изъ двухъ объемовъ азота и одного объема кислорода. Разлагая амміакъ дѣйствіемъ искръ, замѣчаютъ, что изъ него образуется одинъ объемъ азота и три объема водорода. Такъ точно и каждый разъ, когда сложное тѣло разлагаютъ на элементы, изъ которыхъ оно образовано, и когда измѣряютъ объемы элементовъ, входящихъ въ составъ сложнаго тѣла, то оказывается, что объемы газовъ или паровъ, входящихъ въ соединеніе, находятся въ весьма простомъ, между собою кратномъ, отношеніи. Надъ водою, закисью азота и проч. можно это доказать непосредственнымъ наблюденіемъ; въ большей же части случаевъ такое непосредственное наблюденіе весьма затруднительно, и въ этомъ послѣднемъ случаѣ приходится прибѣгать къ весьма простымъ вычисленіямъ, которыя показываютъ, точно также какъ и непосредственный опытъ, справедливость высказаннаго положенія. Всякій знаетъ, что объемъ тѣла пропорціоналенъ его вѣсу и обратно пропорціоналенъ его плотности, и потому раздѣляя для cadaго изъ входящихъ въ соединеніе тѣлъ вѣсовое количество тѣла на плотность его въ газообразномъ или парообразномъ состояніи, мы получимъ частныя, которыя будутъ находиться между собою въ такихъ отношеніяхъ, въ какихъ находятся объемы простыхъ тѣлъ, входящихъ въ составъ даннаго сложнаго тѣла; такъ напр. зная, что въ окиси азота находится на 14 частей азота 16 частей кислорода и зная, что удѣльные вѣса обоихъ этихъ газовъ суть 0,972 и 1,103, мы получимъ, что объемы, въ которыхъ азотъ и кислородъ соединяются для образованія окиси азота, относятся между собою такъ, какъ $\frac{14}{0,972} : \frac{16}{1,103}$ или 14,40 : 14,48; т. е. почти какъ, 1 : 1. Слѣдовательно въ окисъ азота находится соединеніе равныхъ объемовъ азота и кислорода. Такъ точно каждый разъ можно найти, по вычисленію объемовъ, отношеніе между элементами, входящими въ составъ сложнаго тѣла, и такое изслѣдованіе показываетъ, что всегда объемы химически соединяющихся тѣлъ въ газообразномъ и парообразномъ

состояніи или одинаковы между собою, или находятся въ простыхъ кратныхъ отношеніяхъ. Это составляетъ **первый законъ**, открытый **Гэ-Люссакомъ**. Этотъ законъ можно формулировать такъ: *Количества простыхъ тѣлъ, вступающія въ химическое соединеніе, или такъ называемые атомные вѣса тѣлъ, занимаютъ при одинаковыхъ физическихъ условіяхъ, въ газообразномъ или парообразномъ состояніи, равные или кратные между собою объемы*. Этотъ же законъ относится и къ сложнымъ тѣламъ, вступающимъ между собою въ химическое соединеніе; такъ напр. одинъ объемъ амміачнаго газа соединяется съ однимъ объемомъ паровъ хлористаго водорода. Дѣйствительно, въ образованіи нашатыря NH_4Cl участвуютъ 17 вѣсовыхъ частей амміака, NH_3 , который въ $8\frac{1}{2}$ разъ плотнѣе водорода и 36,5 вѣсовыхъ частей HCl , пары котораго имѣютъ плотность въ $18\frac{1}{4}$ разъ большую, чѣмъ водородъ, какъ показали прямыя опредѣленія. Раздѣляя вѣса на плотности, получаемъ, что объемъ амміака NH_3 равенъ 2-мъ. точно также и объемъ хлористаго водорода $\frac{36,5}{18,25} = 2$. Слѣдова-

тельно объемы соединяющихся здѣсь сложныхъ тѣлъ равны между собою. Возьмемъ другой случай изъ рассмотрѣнныхъ въ предъидущихъ главахъ. Какъ два объема водорода соединяются съ однимъ объемомъ кислорода для образованія воды; такъ же точно, два объема окиси азота соединяются съ однимъ объемомъ кислорода для образованія азотноватаго ангидрида. Здѣсь, какъ и при законѣ вѣсовыхъ отношеній, нѣтъ никакого различія между тѣмъ, что наблюдается для простыхъ тѣлъ и тѣмъ, что происходитъ съ тѣлами сложными; такъ будетъ и впослѣдствіи во всѣхъ отношеніяхъ, которыя мы будемъ замѣчать; простое тѣло не выдѣляется какою либо особенностью отъ сложныхъ тѣлъ. Если простыя тѣла, реагируя между собою, даютъ поводъ къ явленіямъ извѣстнаго рода, то совершенно такія же явленія нерѣдко наблюдаютъ и въ томъ случаѣ, когда сложныя тѣла вступаютъ во взаимодѣйствіе. Въ существѣ природы, очевидно, нѣтъ различія между тѣлами сложными и простыми; атомное построеніе тѣхъ и другихъ должно быть, значитъ, если не тождественно, то по крайней мѣрѣ, сходственно. Принимая во вниманіе, что 1-й законъ Гэ-Люссака примѣняется не только къ простымъ, но и къ сложнымъ тѣламъ, должно выразить его такъ: **реакци тѣлъ происходятъ между соизмѣримыми объемами ихъ паровъ**.

Въ только что приведенныхъ примѣрахъ мы упоминали о объемахъ амміака, окиси азота и другихъ соединеній азота; для того чтобы опредѣлить ихъ, нужны свѣдѣнія о плотности паровъ или га-



зовъ этихъ сложныхъ тѣлъ. Такія опредѣленія были сдѣланы нѣсколько разъ, и въ прилагаемой вслѣдъ за этимъ таблицѣ приведены численныя наблюденія, добытыя наиболѣе совершенными способами. Мы не приводили эти числа въ текстѣ описанія разсмотрѣнныхъ кислородныхъ соединеній азота и не будемъ дѣлать этого впоследствии, по той причинѣ, что нахожденіе такой плотности паровъ, какъ мы увидимъ вскорѣ, можетъ быть произведено съ помощью химическихъ формулъ.

Названіе газа или пара.	Его составы.	Наблюденная плотность, по отношенію: къ воздуху: къ водороду		По наблюденію
Амміакъ	NH_3	0,597	8,5	Бю и Араго.
Закись азота . .	N_2O	1,527	22,05	Томсонъ.
Окись азота . . .	NO	1,041	15,03	Томсонъ.
Азотнов. окись.	NO_2	1,58	22,8	Девиль и Миллеръ.
Вода	H_2O	0,623	8,996	Реньо.

Здѣсь необходимо замѣтить, что во всѣхъ дальнѣйшихъ соображеніяхъ принимаются во вниманіе только тѣ плотности, которыя остаются постоянными съ температурою ¹⁾.

Близъ температуры кипѣнія, пары, особенно насыщенные, имѣютъ обыкновенно другую плотность, расширяются иначе, чѣмъ при высшихъ температурахъ и тогда не представляютъ всѣхъ свойствъ газа. Всѣ же законности ниже выводимыя относятся, только къ совершенно мазообразному состоянію тѣлъ. Пары многихъ веществъ, нагрѣтые нѣсколько выше температуры кипѣнія (мало перегрѣтые), уже представляютъ постоянную плотность, пары же другихъ тѣлъ не скоро достигаютъ такихъ температуръ. Въ этомъ отношеніи особенно замѣтателенъ азотноватый ангидридъ.

Кипитъ онъ, какъ мы видѣли, около $4-22^\circ$, и тогда плотность его паровъ, по опредѣленіямъ Девилья и Мюллера, около 2,7 (по отношенію къ воздуху). При повышеніи температуры эта плотность уменьшается, а именно слѣдующимъ образомъ: около 40° она равна 2,5, около 50° — 2,3, около 60° — 2,1, около 80° — 1,8; около 90° она равна 1,7; при 100° — 1,68, около 120° она близка на 1,7, около 150° становится почти постоянной и равною 1,58. Такое измѣненіе плотности можно приписать измѣненію коэффициента расширенія или пережвѣвъ въ основныхъ свойствахъ ангидрида.

Можно думать, что онъ мало по малу переходитъ въ изомерную форму, подобно тому, напримѣръ, какъ озонъ переходитъ въ кислородъ. Это превращеніе совершается при нагрѣваніи въ обоихъ случаяхъ. Оба вещества при этомъ не мѣняютъ составъ, даютъ вещество съ меньшею плотностію пара. Изъ озона имѣющаго плотность 1,65, получается кислородъ, имѣющій плотность 1,1. Можно думать, что изъ азотно-

¹⁾ То есть плотность опредѣляемая при такой высокой температурѣ, когда пары расширяются какъ газы, воздухъ или водородъ. Если коэффициенты расширенія пара и воздуха одинаковы, то всѣ равныхъ ихъ объемовъ измѣняются съ температурою одинаково и слѣдов. ихъ отношеніе, выражающее плотность, остается съ пережвѣвою температурою постояннымъ. Если же паръ расширяется быстрѣе воздуха (около температуры кипѣнія), то это отношеніе съ повышеніемъ температуры уменьшается.



ватаго ангидрида, имѣющаго при низкихъ температурахъ плотность (двое большую) 3,16, получается вещество того же состава, плотности 1,58. Въ подтвержденіе этого измѣненія въ азотноватой окиси можно привести то обстоятельство, что она въ твердомъ видѣ безцвѣтна, сплавленная также мало окрашена и тогда еще сохраняетъ способность застывать; при нагрѣваніи пары ея сперва слабо желтые, становятся мало по малу темно-бурыми и почти теряютъ даже прозрачность. При этомъ должно допустить, что тѣло плотности 1,58 даетъ пары бураго цвѣта, а имѣющее плотность 3,16 (или другую высшую) безцвѣтно и, даѣе, что одно вещество въ другое переходитъ съ измѣненіемъ температуры постепенно. Различіе реакцій азотноватого ангидрида съ водою при низкихъ и высокихъ температурахъ можетъ также служить въ подкрѣпленіе предположенія о существованіи двухъ изомерныхъ тѣлъ состава NO^2 . Одно изъ нихъ, при низкихъ температурахъ, существующее должно признать имѣющимъ составъ N^2O^4 , потому между прочимъ, что его пары тяжелѣе и потому еще, что оно съ водою разлагается на азотистую и азотную кислоты, другому же веществу должно придать составъ NO^2 .

Разсматривая съ разныхъ сторонъ вопросъ о взаимныхъ отношеніяхъ объемовъ соединяющихся тѣлъ, можно видѣть въ вышеприведенномъ законѣ подтвержденіе закона кратныхъ отношеній и даже можно вывести законъ постоянства состава; дѣйствительно, напр. изъ предыдущаго закона слѣдуетъ, что одинъ объемъ азота можетъ соединяться съ однимъ, двумя, съ $1\frac{1}{2}$, $1\frac{1}{2}$ и т. д. объемами кислорода, что и требуетъ законъ кратныхъ отношеній. Исторически законъ объемовъ и законъ кратныхъ отношеній были открыты независимо другъ отъ друга; одинъ во Франціи Гэ-Люссакомъ, другой въ Англии Дальтономъ, почти одновременно. Переводя на атомическій языкъ, мы должны, слѣдуя вышеприведенному закону, сказать, что атомныя количества простыхъ тѣлъ занимаютъ или равные, или кратныя между собою объемы.

При знакомствѣ съ простотою отношеній, замѣчаемою при соединеніи тѣлъ въ газообразномъ видѣ, можетъ показаться, что объемное выраженіе состава тѣлъ будетъ выгоднѣе и явственнѣе выраженія состава тѣлъ по вѣсу. Но, во-первыхъ, не всѣ тѣла переходятъ въ паръ, — есть цѣлые ряды такихъ соединений, которые вовсе не испаряются безъ разложенія — какъ напр. соединения съ кристаллизационною водою, соли, многія металлическія соединения и др. Во вторыхъ многія тѣла, какъ видно изъ примѣровъ, представляютъ измѣнчивую плотность, а слѣдовательно и объемъ. Въ третьихъ, объемы газовъ мѣняются съ измѣненіемъ условій, тогда какъ вѣса остаются постоянными. Въ четвертыхъ, объемы соединяющихся газовъ только приблизительно кратны между собою, но не вполнѣ въ совершенно кратномъ отношеніи стоятъ между собою; напр. на 2 объема водорода, входящаго въ составъ воды, приходится 1,003 объема кислорода, потому что на 2 части водорода по вѣсу приходится 16 частей кислорода, который въ 15,96 разъ плотнѣе водорода. Полученныя числа относятся между собою почти какъ 2 : 1; но не вполнѣ точно какъ 2 : 1. Точнѣйшія наблюденія, сдѣланныя въ этомъ отношеніи, показываютъ, что для газовъ наиболѣе совершенныхъ, т. е. наиболѣе

удаленныхъ отъ сжатія въ жидкость, кратность отношенія ближе всего наблюдается въ дѣйствительности; но для паровъ, представляющихъ близость къ температурѣ кипѣнія и для газовъ, недалекихъ отъ сгущенія, т. е. легко сгущающихся, эти отношенія дальше отъ кратности; должно думать, что при какой-то чрезвычайно высокой температурѣ, когда газы будутъ слѣдовать закону Мариотта и будутъ одинаково расширяться съ температурою, эти отношенія будутъ тогда, дѣйствительно, математически точны; но при тѣхъ условіяхъ, въ которыхъ намъ приходится наблюдать пары и газы, эти отношенія только приблизительны. Разности же, замѣчаемыя въ этомъ отношеніи, должно признавать въ настоящее время гораздо большими возможныхъ погрѣшностей наблюденія. Въ отличіе отъ измѣчиваго и трудно уловимаго объемнаго отношенія тѣла — вѣсовыя ихъ количества опредѣляются легко и точно и притомъ находимыя вѣсовыя отношенія совершенно точны. Такъ, напр., законъ кратныхъ отношеній вполне точенъ и замѣчаемыя отступленія всѣ могутъ быть объяснены неизбежными погрѣшностями наблюденія. Вѣсовыя отношенія наблюдаются непосредственно и съ большою точностью, при помощи вѣсовъ; свѣдѣнія же объ объемныхъ отношеніяхъ соединяющихся тѣлъ или вычисляются съ помощію разнообразныхъ допущеній, или требуютъ разнородныхъ предварительныхъ опредѣленій, или же для совершенно точныхъ непосредственныхъ наблюденій объемныхъ отношеній, необходимо большое число сложныхъ приборовъ и гораздо болѣе времени. Сверхъ всего этого, первый и основной законъ всей химіи, именно законъ вѣчности вещества, относится только къ вѣсамъ: газообразный объемъ можетъ исчезнуть, уменьшиться, дойти до весьма малой величины черезъ сжатіе и сгущеніе въ жидкое и твердое состояніе, словомъ, объемъ есть величина весьма непостоянная, зависящая отъ многихъ условій, давления и температуры, тогда какъ вѣсъ остается при всѣхъ этихъ объемныхъ измѣненіяхъ совершенно одинъ и тотъ же и потому представляетъ возможность такой провѣрки и такой точности, какаю при измѣреніи объемовъ и при изслѣдованіи объемныхъ отношеній тѣлъ рѣшительно невозможна, по крайней мѣрѣ во многихъ случаяхъ.

Хотя и слѣдуетъ, судя по высказанному, выражать отношенія тѣлъ вѣсомъ, а не объемами, тѣмъ не менѣе та реальная простота, которая существуетъ въ отношеніяхъ объемовъ, должна быть принята во вниманіе при выраженіи сущности химическихъ явленій. Этому и достигаютъ въ новое время, принимая извѣстные вѣса атомовъ тѣлъ и выражая посредствомъ формулъ составъ тѣлъ такимъ образомъ, что химическая формула показываетъ сразу объемныя отношенія, существующія между газами и парами, входящими въ соединеніе. Составъ воды H^2O прямо показываетъ, что два объема водорода въ ней соединяются съ однимъ объемомъ кислорода, хотя первоначальное значеніе этой формулы и было только вѣсовое; составъ амміака NH^3 точно также показываетъ нахожденіе въ немъ одного объема азота и трехъ объемовъ водорода; составъ окиси азота NO показываетъ равные объемы входящихъ газовъ; къ закиси азота N^2O то же самое, что въ водѣ и т. д. Такимъ образомъ, химическая формула, составленная въ ея современной формѣ, выражаетъ одновременно и вѣсовое отно-

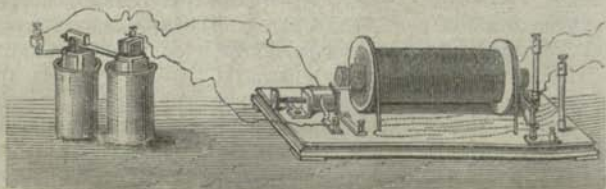
шеніе тѣлъ, входящихъ въ составъ сложнаго вещества и объемное отношеніе; это есть выгода незамѣнимая и представляющая во многихъ отношеніяхъ неожиданную прежде простоту. Но кромѣ этой простоты, формулы, которыя мы употребляемъ, имѣютъ еще и другое значеніе, несравненно высшее, если можно такъ выразиться, какъ увидимъ дальше.

Въ предшествующихъ соображеніяхъ и выводахъ дѣло шло только объ отношеніи объемовъ составныхъ частей между собою; теперь же обратимся къ разсмотрѣнію отношенія существующаго между объемами составныхъ частей и сложнаго тѣла, которое изъ нихъ происходитъ. Для того, чтобы видѣть такое отношеніе, можно иногда пользоваться непосредственнымъ наблюденіемъ; такъ напр., чтобы узнать какой объемъ занимаетъ вода, образованная однимъ объемомъ кислорода и двумя объемами водорода, можно пользоваться приборомъ слѣдующаго устройства: стеклянная трубка *ED*, изогнутая, какъ показывается фигура, въ видѣ буквы *U* (какъ въ вольтметрѣ), имѣетъ одну вѣтвь *D* запаянную, а другую открытую. Она снабжена въ своей запаянной вѣтви проволоками, какъ эвдиометръ. Такую трубку наполняютъ ртутью и потомъ нѣкоторымъ небольшимъ объемомъ гремучаго газа, полученнаго посредствомъ разложенія воды, слѣдовательно содержащаго въ трехъ своихъ объемахъ два объема водорода и одинъ объемъ кислорода. Послѣ этого трубку, содержащую газъ, окружаютъ другою стеклянною же трубкою и въ пространство между стѣнками обѣихъ трубокъ впускаютъ паръ вещества, кипящаго выше 100° , то есть выше температуры кипѣнія воды: для этого можно взять амиловый спиртъ, температура кипѣнія котораго 132° . При этомъ въ колбѣ *A* кипятъ этотъ амиловый спиртъ и пары пропускаютъ въ вышеназванное пространство между стѣнками трубокъ. Пары амиловато спирта проходятъ изъ пространства окружающаго газъ чрезъ газопроводную трубку *B* въ холодильникъ *C* и въ немъ стужаются. Чрезъ это гремучій газъ нагревается до температуры 132° . Когда объемъ его перестанетъ измѣняться, тогда газъ значитъ принялъ температуру пара. Тогда измѣряютъ объемъ газа, пусть этотъ объемъ будетъ V , значитъ въ немъ находится $\frac{V}{3}$ кислорода и $\frac{2V}{3}$ водорода. Передъ этимъ измѣреніемъ объема необходимо изъ открытой вѣтви прибора убавить столько ртути посредствомъ крана *R*, чтобы уровень ртути въ обѣихъ вѣтвяхъ аппарата былъ одинаковъ, для того чтобы давленіе, подъ которымъ измѣряется газъ, было обыкновенное, атмосферное. Тогда прекращаютъ пропусканіе паровъ, вливаютъ въ сво-



бодный конецъ прибора ртуть, этотъ конецъ запирають и производять взрывъ ¹⁾,—образуется вода, которая сгущается въ жидкость. Требуется узнать, какой объемъ занимають пары образовавшейся воды. Для этого снова пропускають пары амилового спирта черезъ пространство между стѣнками трубокъ и вся образовавшаяся вода превращается въ парь, имѣющій такую же температуру, какъ и измѣренные газы. Передъ измѣреніемъ этого объема опять приливають въ открытый конецъ столько ртути, сколько требуется для того, чтобы уровень въ обѣихъ вѣтвяхъ прибора былъ одинаковъ,—оказывается, что объемъ образовавшейся воды равенъ $\frac{2V}{3}$, т. е. равенъ

объему водорода, заключающагося въ водѣ. Слѣдовательно, объемный составъ воды долженъ быть выраженъ такимъ образомъ: два объема водорода соединяются съ однимъ объемомъ кислорода для образованія двухъ объемовъ водянаго пара. Для тѣхъ, имѣющихъ при обыкновенной температурѣ газообразную форму, такое непосредственное наблюденіе иногда весьма легко, напр. для амміака, окиси и закиси азота: такъ напр. для опредѣленія объемнаго состава закиси азота

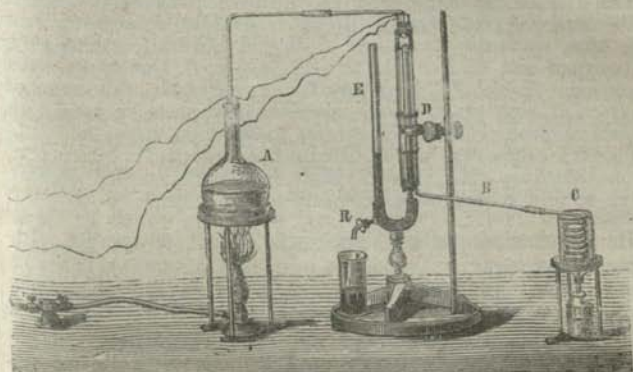


Фиг. 107. Гальваническіе пары, служащіе для дѣйствія румкоревой спирали, назначенной для взрыва въ приборѣ, фиг. 108. ^{1/11}.

можно взять приборъ, подобный предъидущему, наполнить его закисью азота и пропустить рядъ электрическихъ искръ, предварительно измѣривши объемъ взятаго газа; оказывается, что два объема закиси азота даютъ три объема газовъ, именно: два объема азота и одинъ объемъ кислорода, слѣдовательно закись азота составлена точно такъ же, какъ вода: два объема азота и одинъ объемъ кислорода даютъ два объема закиси азота. Разлагая амміакъ, замѣчаютъ, что онъ составленъ такимъ образомъ, что два объема его даютъ одинъ объемъ азота и три объема водорода; два объема окиси азота составлены такимъ образомъ, что въ нихъ входитъ одинъ объемъ кислорода и одинъ объемъ азота.

¹⁾ Мы не упоминаемъ здѣсь о тѣхъ предосторожностяхъ, какія необходимо соблюсти при взрывѣ: они были указаны въ 8-й главѣ.

Для большинства тѣлъ, такое непосредственное опредѣленіе чрезвычайно затруднительно и не можетъ быть ясно показано; но совершенно того же результата можно достигнуть, какъ указано выше, для нахождения предшествовавшего закона, посредствомъ вычисления, зная плотность тѣлъ, входящихъ въ составъ. Въ самомъ дѣлѣ, зная плотность водянаго пара, можно вычислить объемъ, который занимаетъ этотъ паръ. Непосредственные наблюденія, сдѣланныя Гэ-Люссакомъ, Реньо и др., показываютъ, что плотность водянаго пара въ 9 разъ больше плотности водорода; слѣдовательно мы можемъ вычислить объемъ, который занимаетъ водяной паръ въ отношеніи къ объемамъ газовъ, въ него входящихъ. Двѣ вѣсовыхъ



Ф. 108. Приборъ служащій для показанія объема занимаемаго водянымъ паромъ. $\frac{1}{11}$.

части водорода занимаютъ два объема, 16 вѣсовыхъ частей кислорода занимаютъ одинъ объемъ, потому что кислородъ въ 16 разъ тяжелѣе водорода, а образующіеся изъ нихъ 18 вѣсовыхъ частей водянаго пара занимаютъ 2 объема, потому что водяной паръ въ 9 разъ тяжелѣе водорода. Изъ такого вычисленія выходитъ то же самое, что и изъ непосредственнаго наблюденія, т. е. что два объема водорода и одинъ объемъ кислорода даютъ два объема водянаго пара. Точно также можно найти для азотноватаго ангидрида, что онъ составленъ изъ одного объема азота и двухъ объемовъ кислорода, дающихъ два объема азотноватаго ангидрида.

Разнообразныя сличенія, сдѣланныя съ помощью непосредственныхъ наблюденій и вычисленій, примѣръ которыхъ тутъ часть былъ указанъ, привели Гэ-Люссака къ тому заключенію,

что объемъ образующагося тѣла въ газообразномъ и парообразномъ состояніи всегда находится въ простомъ кратномъ отношеніи, не только къ объему каждой изъ составныхъ частей, входящихъ въ него, но и къ суммѣ объемовъ всѣхъ простыхъ тѣлъ, его образующихъ. Это есть **второй законъ Гэ-Люссака**, показывающій простоту объемныхъ отношеній, существующихъ для сложныхъ тѣлъ, совершенно въ такомъ же родѣ, какъ и для простыхъ тѣлъ, входящихъ во взаимное соединеніе между собою. Не только значить, элементы, образующіе данное тѣло, но и самое образующееся вещество представляетъ простоту въ отношеніи объемовъ пара и газа.

Этотъ второй законъ объемовъ можно считать слѣдствіемъ перваго закона. Первый законъ требуетъ простоты отношенія между объемами соединяющихся тѣлъ *A* и *B*. Черезъ соединеніе происходитъ тѣло *AB*. Оно, по закону кратныхъ отношеній, можетъ соединяться не только съ тѣлами *C*, *D* и пр., но и съ *A*, и съ *B*. При этомъ новомъ соединеніи объемъ *AB*, соединяющійся съ объемомъ *A*, долженъ находиться къ нему въ простомъ кратномъ отношеніи, слѣдовательно объемъ сложнаго тѣла *AB* находится въ простомъ отношеніи къ объему своихъ составныхъ частей. Поэтому можно принять только одинъ законъ объемовъ. Мы увидимъ далѣе, что третій законъ объемовъ также можетъ соединить въ себѣ оба первые закона.

На основаніи предъидущаго легко узнать то сжатіе, которое происходитъ съ объемами (паровъ и газовъ), когда изъ какихъ либо составныхъ частей происходитъ сложное тѣло, — т. е. сжатіе, соответствующее данной реакціи соединенія между тѣлами. Сжатіемъ условимся называть отношеніе между объемами дѣйствующихъ тѣлъ и происходящихъ или, что все равно, для образованія сложнаго тѣла, отношеніе между объемами элементовъ въ него входящихъ и объемомъ самаго вещества въ газо- и парообразномъ состояніи. Такимъ образомъ легко найти, что сжатіе при образованіи воды, закиси азота, азотноватаго ангидрида и озона (стр. 331), равно $\frac{3}{2} = 1\frac{1}{2}$, т. е. три объема газовъ даютъ два объема составленнаго изъ нихъ тѣла; при образованіи окиси азота сжатіе равно $\frac{2}{2} = 1$, слѣдовательно сжатія не происходитъ; при образованіи амміака сжатіе равно $\frac{4}{2} = 2$, слѣдовательно объемъ элементарныхъ тѣлъ въ два раза больше объема самаго амміака; при образованіи азотной кислоты сжатіе вѣроятно равно $\frac{5}{2}$ и т. д. Вообще же, когда изъ элементовъ происходитъ сложное тѣло, то или не замѣчается сжатія, или оно существуетъ; но не замѣчает-

ся расширенія; объемъ дѣйствующихъ тѣлъ въ этомъ случаѣ или равенъ объему происходящаго тѣла, или его превышаетъ. При разложеніяхъ, когда изъ одного тѣла происходитъ нѣсколько простыхъ, замѣчается, конечно, противоположное отношеніе.

Въ дальнѣйшемъ изложеніи мы и станемъ называть **соединеніемъ** или присоединеніемъ, такія реакціи, при которыхъ замѣчается сжатіе, то есть уменьшеніе въ объемахъ пара или газа; **разложеніемъ** или распаденіемъ будемъ называть реакціи, при которыхъ происходитъ расширеніе; а тѣ реакціи, при которыхъ въ парообразномъ или газовомъ состояніи не происходитъ измѣненія объемовъ (конечно если объемы сравниваются при одномъ давленіи и одной температурѣ) будемъ называть **замѣщеніями**, или перемѣщеніями, или двойными разложеніями. Поэтому переходъ кислорода въ озонъ есть реакція соединенія, образованіе закиси азота изъ кислорода и азота будетъ также соединеніе, а образованіе изъ нихъ окиси азота—перемѣщеніе. Дѣйствіе кислорода на окись азота есть соединеніе и т. д. Такое опредѣленіе точно и послѣдовательно, хотя и не всегда примѣнимо, потому что для многихъ тѣлъ не существуетъ перехода въ паръ, а потому ихъ объема въ этомъ состояніи мы непосредственно не знаемъ.

Степень сжатія, происходящаго при образованіи химическихъ соединеній изъ элементовъ даетъ нерѣдко возможность очень ясно видѣть ту степень измѣненія въ химическомъ характерѣ, которая происходитъ при образованіи вещества: въ тѣхъ случаяхъ, когда происходитъ сжатіе, свойства того сжатого соединенія весьма далеки отъ свойствъ тѣлъ, въ него входящихъ; оттого амміакъ ни по физическимъ свойствамъ, ни по своему химизму, не напоминаютъ собою элементовъ, въ него входящихъ: въ парообразномъ состояніи произошло сжатіе, слѣдовательно сближеніе частей,—разстояніе между атомами уменьшилось и изъ газообразныхъ веществъ происходятъ тѣла жидкія, или легко сгущаемые газы. Оттого и закись азота, происшедшая сгущеніемъ изъ двухъ постоянныхъ газовъ, есть вещество довольно легко превращающееся въ жидкость; оттого азотная кислота, образованная изъ элементарныхъ тѣлъ, составляющихъ газы постоянные, есть тѣло жидкое. Напротивъ того, окись азота, происшедшая безъ сжатія, распадающаяся безъ расширенія, осталась несгущаемымъ газомъ, какъ азотъ и кислородъ.

Чтобы получить, при свѣдѣніи о сжатіи, понятіе объ химической природѣ вещества, необходимо, сверхъ того, знать количество тепла, отдѣляющееся при образованіи этого сложнаго тѣла; если оно велико, какъ напр. при образованіи воды, то

въ происшедшемъ тѣлѣ исчезаетъ или значительно уменьшается энергія элементовъ, въ него входящихъ; напротивъ того, если количество тепла, отдѣляющееся при образованіи тѣла, не велико, или даже если происходитъ поглощеніе тепла, какъ при образованіи закиси азота, тогда энергія элементовъ не нарушается, или измѣняется только незначительно; оттого, несмотря на сжатіе, закись азота поддерживаетъ горѣніе. Очень вѣроятно, хотя полныхъ свѣдѣній неимѣется, что при образованіи азотной кислоты, перекиси водорода, озона и др. или не происходитъ выдѣленія тепла, или происходитъ даже поглощеніе его. Должно думать, что черезъ дальнѣйшее изученіе этихъ отношеній тѣлѣ можно будетъ достигнуть весьма важныхъ законовъ химіи. Въ случаѣ замѣщенія обыкновенно основныя свойства входящихъ веществъ мало мѣняются. Такъ, изъ извѣстныхъ намъ примѣровъ, окись азота произошла чрезъ замѣщеніе, то есть безъ сжатія, а она есть газъ несгущаемый, какъ и тѣ элементы, которые въ нее входятъ.

Изъ предъидущаго можно вывести одно общее замѣчаніе, что объемы дѣйствующихъ газовъ и паровъ, находятся въ простомъ другъ къ другу отношеніи; но рождается вопросъ: нѣтъ ли какого либо однообразнаго отношенія между объемами тѣлъ, другъ на друга реагирующихъ? Когда количество хорошо извѣстныхъ примѣровъ значительно, тогда можно задать себѣ этотъ вопросъ, весьма существенный въ химіи, и рѣшить его посредствомъ разсмотрѣнія большого числа подробно изученныхъ примѣровъ. Подобный вопросъ задали себѣ Амперъ, Авогардо и Жераръ. Рѣшить его на основаніи немногихъ примѣровъ нѣтъ возможности; если бы мы, напримѣръ, желали узнать, въ какомъ объемѣ дѣйствуютъ другъ на друга кислородъ и азотъ, то мы бы встрѣтили весьма важное затрудненіе въ томъ отношеніи, что взаимодѣйствіе этихъ тѣлъ чрезвычайно затруднительно, ведетъ хотя не прямо, но косвенно къ образованію многихъ тѣлъ, другъ въ друга взаимно превращающихся, и потому не нашли бы рѣшительнаго отвѣта. Наблюдая затѣмъ взаимодѣйствіе водорода съ кислородомъ, мы не могли бы рѣшить, какое изъ соединеній извѣстныхъ намъ: вода, или перекись водорода сначала образуется черезъ взаимодѣйствіе этихъ тѣлъ. Мы могли бы рѣшить, что вода составляетъ непосредственный результатъ такого взаимодѣйствія, наблюдая прямо представляющійся фактъ образованія воды. Однако, соображая свойства перекиси водорода, мы должны думать, что перекись водорода, если бы и образовалась, должна была бы разрушиться той высокой степенью жара, которая происходитъ при взаимодѣйствіи

кислорода съ водородомъ ¹⁾). Изъ перекиси водорода должна образоваться вода и кислородъ, и вся перекись водорода до самыхъ послѣднихъ слѣдовъ должна при этомъ взаимодѣйствіи разрушиться и дать воду; останутся развѣ только малые слѣды ея, исчезающіе отъ разлагающаго дѣйствія жара. Такіе слѣды дѣйствительно очень часто наблюдаются при многихъ процессахъ окисленія. Очень можетъ быть, значить, что водородъ съ кислородомъ первоначально образуютъ перекись водорода, точно также, какъ можетъ быть азотъ съ кислородомъ первоначально образуетъ окись азота, которая уже дальше переходитъ въ азотистый, азотоватый и азотный ангидриды, при дѣйствіи на избытокъ кислорода, остающагося вначалѣ ея образованія. Такимъ образомъ надъ немногими примѣрами реакцій простыхъ тѣлъ намъ нельзя рѣшить вопроса заданнаго Амперомъ, Авогардо и Жераромъ, потому что мы имѣемъ примѣры тѣлъ, дающихъ нѣсколько степеней соединенія. Для того, чтобы рѣшить этотъ вопросъ съ положительностью, нужно избрать такіе случаи, въ которыхъ тѣла, прямо взаимно соединяясь, даютъ только одну степень соединенія и никакихъ другихъ не образуютъ. Такія только соединенія могутъ дать положительный отвѣтъ. Примѣры ихъ уже въ нѣкоторыхъ случаяхъ извѣстны намъ; такъ, амміакъ соединяется съ азотною кислотою только въ одну степень соединенія, именно въ азотноамміачную соль, NH^3NHO^2 ; точно также амміакъ соединяется съ хлористымъ водородомъ и многими другими кислотами. Исслѣдованіе объемныхъ отношеній такихъ соединеній показываетъ, что при этомъ реакція происходитъ между равными объемами тѣлъ. Точно также, когда мы представляемъ, что амміакъ реагируетъ съ водою, образуя водную окись аммонія $\text{NH}^3\text{N}^2\text{O}$, реагируютъ равные объемы въ парообразномъ состояніи амміака и воды. Далѣе мы увидимъ множество примѣровъ того, что взаимодѣйствіе происходитъ только одинъ разъ между тѣлами; такъ хлоръ съ водородомъ образуетъ только одну степень соединенія и реакція происходитъ между равными объемами обоихъ газовъ. То же относится до реакціи между бромомъ и водородомъ. Въ тѣхъ же случаяхъ, когда происходитъ нѣсколько степеней замѣщенія, въ низшей изъ нихъ всегда замѣчается, что равныя по объему количества тѣлъ взаимно реагируютъ;

¹⁾ Не должно забывать, что степень жара развиваемаго горящимъ водородомъ выше той, при которой вода разрушается. Однако при этомъ она образуется. Изъ этого слѣдуетъ, что кислородъ не сразу соединяется со всемъ водородомъ, а соединеніе идетъ послѣдовательно: сперва, когда температура высока, часть элементовъ соединяется, потомъ при пониженіи температуры новая часть и т. д. Объ этомъ будетъ говорить въ главѣ о горѣніи.



такъ напр. хлоръ способенъ реагировать съ болотнымъ газомъ въ разныхъ объемныхъ отношеніяхъ: на одинъ объемъ болотнаго газа приходится 1, 2, 3, 4 объема хлора. Всѣ такіе случаи, въ которыхъ два тѣла реагируютъ между собою нѣсколько разъ, могутъ быть разсматриваемы какъ рядъ послѣдовательныхъ реакцій: сперва напр. происходитъ взаимодѣйствіе между однимъ объемомъ болотнаго газа и однимъ объемомъ хлора; на образующееся тѣло дѣйствуетъ вновь хлоръ и т. д., и въ этихъ послѣдовательныхъ реакціяхъ дѣйствительно замѣчается справедливость приведеннаго представленія о ходѣ реакцій. Такимъ образомъ, изученіе огромнаго ряда реакцій привело къ слѣдующему отвѣту на заданный вопросъ: *тѣла, реагирующія другъ на друга, занимаютъ въ газообразномъ и парообразномъ состояніи равные или одинаковые (приблизительно, конечно) объемы.* Этотъ законъ предъугадывали Амперъ и Авогардо, но Жераръ его высказалъ, онъ вывелъ его слѣдствія и примѣнилъ къ химіи, хотя и не придавалъ, повидимому, своему открытію того высокаго значенія, какое выяснено его послѣдователями. Оттого-то этотъ законъ называютъ **закономъ Жерара.**

Амперъ и Авогардо смотрѣли на предметъ преимущественно съ физической стороны. Ихъ воззрѣніе можетъ быть формулировано ано слѣдующимъ образомъ: въ равныхъ объемахъ паровъ и газовъ находится одинаковое число атомовъ, или частичекъ тѣлъ другъ съ другомъ соединяющихся или другъ на друга дѣйствующихъ. Если мы посмотримъ только на то, что сказано двѣ страницы тому назадъ относительно сжатія, замѣчаемаго при образованіи сложныхъ тѣлъ, разсмотрѣнныхъ уже нами, то мы увидимъ въ этомъ чрезвычайно рѣзкій примѣръ справедливости вышесказаннаго закона, замѣтивъ, что образующіеся объемы воды, амміака, окиси и закиси азота, азотной кислоты, озона и т. п. тѣлъ, несмотря на различную степень сгущенія, происходящую при ихъ образованіи, занимаютъ всѣ два объема, т. е. формулы всѣхъ этихъ тѣлъ (опредѣляющія количества тѣлъ, вступающихъ въ реакцію), всѣ отвѣчаютъ одному и тому же объему въ газообразномъ и парообразномъ состояніи. Выражая такими формулами количества тѣлъ, вступающихъ въ химическія реакціи, мы должны будемъ, на основаніи закона — Жерара, формулы эти такъ составлять, чтобы онѣ отвѣчали равнымъ объемамъ. Эти равные объемы, судя уже по вышеприведеннымъ формуламъ, будутъ вдвое болѣе объема, занимаемаго однимъ, паемъ кислорода, или водорода. Такимъ образомъ сопоставляя понятія объ химическихъ формулахъ и объ объемахъ дѣйствующихъ тѣлъ, съ закономъ Жерара, мы должны требовать, чтобы формулы тѣлъ

выражали вѣсъ ихъ, вступающій въ химическія реакціи, и объемъ вдвое большій, чѣмъ объемъ одной вѣсовой части водорода, или 16-ти вѣсовыхъ частей кислорода. Тѣ количества тѣла, которыя вступаютъ въ химическія реакціи, называютъ **частицами**, а вышеприведенныя **формулы**, выражающія эти количества — **частичными**. Значитъ частицы тѣла, или такъ называемыя молекулы ихъ, занимаютъ въ парообразномъ состояніи равные объемы, хотя ихъ составныя части и занимаютъ весьма неодинаковые объемы. Изъ понятія о способахъ вычисленія объемныхъ отношеній очевидно слѣдуетъ, что можно по формулѣ тѣла тотчасъ вычислить тотъ объемъ, который свойственъ его парамъ, зная плотность этихъ паровъ. Если черезъ P означимъ вѣсъ, соответствующій формулѣ, и черезъ D плотность паровъ даннаго тѣла, то, по вышеприведенному отношенію, для всѣхъ частичныхъ формулъ будемъ имѣть слѣдующее простое отношеніе, принимая для плотностей воздухъ за единицу:

$$\frac{P}{D} : \frac{1}{0,0693} : \frac{16}{1,1056} = 2 : 1 : 1$$

Здѣсь $\frac{1}{0,0693}$ означаетъ относительный объемъ одной вѣсовой части водорода, а $\frac{16}{1,1056}$ объемъ пая кислорода. Это отношеніе можетъ быть выражено такимъ образомъ:

$$\frac{P}{D} = 2 \cdot \frac{1}{0,0693} = \frac{2 \cdot 16}{1,1056}, \text{ или, приблизительно: } \frac{P}{D} = 28,8 \dots$$

Если же для выраженія плотностей за единицу примемъ водородъ, какъ и для выраженія вѣса тѣла, вступающихъ въ соединеніе, то получимъ:

$$\frac{P}{D} : \frac{1}{1} : \frac{16}{16} = 2 : 1 : 1, \text{ или}$$

$$\frac{P}{D} = 2, \text{ или } P = 2 D, \text{ т. е. } D = \frac{P}{2}.$$

Слѣдовательно вѣсъ частицы равенъ двойной плотности пара, выраженной по отношенію къ водороду.

Справедливость этого можно видѣть изъ прилагаемой таблицы, гдѣ въ третьемъ столбцѣ обозначены плотности паровъ, вычисленныя на основаніи тотчасъ приведеннаго уравненія, изъ котораго ясно, что $D = \frac{P}{2}$; а въ четвертомъ столбцѣ ука-

заны плотности паровъ, по непосредственнымъ наблюденіямъ разныхъ лицъ.

НАЗВАНІЯ ТѢЛЪ.	Формула и вѣсъ ей соответствующій.	Плотность вычисленная по уравненію $D = \frac{P}{2}$	Наблюденная плотности, принимая плотность водорода за единицу.
Вода.	$H^2O = 18$	9	8,996
Амміакъ	$NH^3 = 17.$	8,5	8,56
Азотноватый ангидридъ	$NO^2 = 46.$	23	22,8
Окись азота	$NO = 30.$	15	15,03
Закись азота.	$N^2O = 44.$	22	22,05

Изъ той близости, которая замѣчается между вычисляемыми и наблюдаемыми плотностями, видна даже при небольшомъ числѣ примѣровъ тѣлъ знакомыхъ намъ, справедливость слѣдствій, выводимыхъ изъ понятія о частицѣ. Для самаго вывода служили Жерару многочисленныя примѣры летучихъ соединеній углерода. Съ ними мы познакомимся въ слѣдующихъ главахъ; полное же изученіе ихъ, по сложности предмета и по укоренившемуся обычаю, составляетъ предметъ особой части химіи, называемой органическою. Между углеродистыми веществами извѣстно множество летучихъ соединеній и притомъ такихъ, которыя вступаютъ во многія своеобразныя реакціи и тѣмъ даютъ возможность узнать отношеніе между объемами реагирующихъ тѣлъ. Для всѣхъ ихъ оказывается вѣрнымъ законъ Жерара, а потому вычисленная и наблюденная плотности одинаковыми.

Какъ второе слѣдствіе Жерарова закона можно принять, что существуетъ распаденіе въ тѣхъ случаяхъ, когда объемъ паровъ, соответствующій вѣсовому количеству тѣла, вступающаго въ реакціи, болѣе чѣмъ объемъ двухъ вѣсовыхъ частей водорода. Представимъ себѣ, что мы опредѣлили бы плотность водянаго пара при температурѣ выше 1000° , когда вода, если не вся, то по крайней мѣрѣ отчасти, распалась на водородъ и кислородъ. Плотность такой смѣси или гремучаго газа менѣе плотности воды, а именно она равна 6 (по отношенію къ водороду), потому что 1 объемъ кислорода вѣситъ 16, и 2 объема водорода 2, слѣдовательно 3 объема гремучаго газа 18, а одинъ объемъ вѣситъ 6, тогда какъ плотность водянаго пара = 9. Мы бы могли счесть такое явленіе за отступленіе

отъ Жерарова закона, потому что знаемъ, что вода вступаетъ въ реакціи въ количествѣ 18 (или 9, или 36 и т. д.) вѣсовыхъ частей, напр. съ KNO_2 , съ безводной содой, SO^3 и т. д. Однако такое заключеніе не было бы вѣрно. Если бы потребовалось доказать, что при 1000° вода разлагается, то это можно сдѣлать съ помощію диффузіи чрезъ пористыя тѣла, какъ описано на стр. 195-й. Для воды конечно не можетъ явиться сомнѣнія, потому что плотность ея паровъ соответствуетъ закону при всѣхъ температурахъ не достигающихъ $800 - 1000^\circ$. Но есть не мало тѣлъ, разлагающихся тотчасъ при испареніи, существующихъ только въ твердомъ и жидкомъ видѣ, но не въ состояніи пара. Таковы, напримѣръ, всѣ соли, всѣ гидраты или опредѣленные растворы, имѣющіе постоянную температуру кристализаціи (глава 4-я), всѣ соединенія амміака, напр. всѣ амміачныя соли и т. п. Опредѣленіе плотностей ихъ пара, сдѣланныя Бино, Девиаллемъ и др. показываютъ, что они отступаютъ отъ закона Жерара. Такъ нашатырь NH^4Cl имѣетъ плотность пара близкую къ 13 (по отношенію къ водороду), а между тѣмъ его частица не менѣе NH^4Cl , то есть 53,5, отчего плотность пара должна быть, по закону, близка 27. Частица нашатыря не менѣе NH^4Cl , потому что она происходитъ изъ частицъ NH^3 и HCl , заключаетъ одинъ атомъ N и Cl, следовательно не можетъ быть дѣлима (не можетъ быть $N^{1/2}H^2Cl^{1/2}$), въ реакціи (напр. съ KNO_3 , съ NHO^3 , и т. п.) вступаетъ съ частицами другихъ тѣлъ, всегда въ количествѣ не меньшемъ 53,5 вѣсовыхъ частей и т. д. Вычисленная плотность (27) здѣсь въ два раза болѣе наблюдаемой (13) плотности. Происходитъ это отъ разложенія нашатыря при испареніи на NH^3 и HCl . Наблюдаемая плотность есть плотность не нашатыря, а смѣси NH^3 и HCl , которая и должна быть близка къ 13-ти, потому что плотность $NH^3 = 8,5$, а $HCl = 18,2$, плотность ихъ смѣси (въ равныхъ объемахъ) должна быть 13,3¹⁾. Это распаденіе паровъ нашатыря было доказано (Таннъ) также, какъ и распаденіе воды (стр. 195), съ помощію пропусканія паровъ его чрезъ скважинное тѣло (стр. 418).

Въ дальнѣйшемъ изложеніи будутъ приведены и нѣкоторыя другія слѣдствія, вытекающія изъ понятія о частицѣ (напр. понятія объ основности кислотъ, о предѣлѣ соединеній, о полимерности и др.), теперь же укажемъ на способъ точнаго избранія величины пая или атомнаго вѣса, основанный на примѣненіи къ дѣлу понятія о частицѣ.

¹⁾ Такое объясненіе для нашатыря и другихъ случаевъ отступленія было указано мною въ 1856 году въ моемъ сочиненіи «Удѣльные объемы», стр. 99.

Для этого рассмотрим известныя уже намъ соединенія водорода по отношенію вѣсовому. Мы видѣли, что съ одною частью водорода соединяется или 16, или $\frac{16}{2}$ вѣсовыхъ частей кислорода; вообще же: $16 \frac{n}{m}$, гдѣ n и m суть числа цѣлыя и притомъ не очень большія. Точно также мы знаемъ, что съ одной частью водорода соединяется $\frac{14}{3}$ части азота.

По закону кратныхъ отношеній мы можемъ думать, что съ одной частью водорода можетъ соединяться вообще $14 \frac{n}{m}$ частей азота. Если азотъ соединяется съ кислородомъ, то на $16 \frac{m}{n}$ частей кислорода приходится $14 \frac{n}{m}$ частей азота. То же самое мы замѣтимъ впоследствии и для всѣхъ другихъ взаимныхъ соединеній простыхъ тѣлъ, для образованія изъ нихъ тѣлъ болѣе сложныхъ; такъ напр. мы видимъ въ азотной кислотѣ на одну вѣсовую часть водорода 14 вѣсовыхъ частей азота и 3×16 вѣсовыхъ частей кислорода. Подобное отношеніе въ вѣсахъ соединяющихся тѣлъ было, такъ сказать, предугадано изъ допущенія атомическаго представленія объ строеніи вещества (стр. 359), но оно можетъ быть выведено и совершенно независимо отъ этого представленія, какъ результатъ сравненія анализомъ разныхъ соединеній. Тогда подобная законность отношенія между количествами тѣлъ, вступающихъ въ химическія соединенія, называется **закономъ пая**. Помятый законъ кратныхъ отношеній и называя паяемъ одно изъ количествъ веществъ, соединяющихся съ одною вѣсовою частью водорода (такъ напр. назовемъ паяемъ кислорода число 16), мы можемъ выразить законъ слѣдующимъ образомъ: если простая тѣла соединяются съ одною частью водорода въ отношеніяхъ: $1 : A : B : C : D$ и т. д., то эти простые тѣла, взаимно соединяясь, будутъ представлять вѣсовыя отношенія: $A : B : C : D$ и т. д., или пая тѣла, найденный по соединенію его съ одною вѣсовою частью водорода, будетъ выражать вѣсовое количество вещества, вступающее въ соединеніе съ паяемъ каждаго другаго тѣла. Законъ паявъ для краткости можно выразить еще слѣдующимъ образомъ: вещества соединяются между собою въ определенныхъ, имъ свойственныхъ вѣсовыхъ количествахъ или паяхъ. При этомъ постоянно необходимо имѣть въ виду законъ кратныхъ отношеній, т. е. то обстоятельство, что пая разныхъ тѣлъ могутъ соединяться не только по одному, но и по нѣскольکو разъ, въ нѣсколькихъ различныхъ простыхъ отношеніяхъ.

Переводя на языкъ атомистическаго ученія, мы получимъ слѣдующее выраженіе закона наевъ: атомный вѣсъ, выражающій количество вещества, соединяющагося съ водородомъ, показываетъ количество вещества, вступающее въ соединеніе съ атомными вѣсами вѣхъ другихъ простыхъ и сложныхъ тѣлъ. Мы видѣли уже, рассматривая атомное ученіе, что для выбора атомнаго или пайнаго вѣса каждаго простаго тѣла, приходится избирать одно изъ разныхъ кратныхъ вѣсовъ, въ которыхъ данное тѣло вступаетъ или можетъ вступать въ соединеніе съ водородомъ или другимъ элементомъ, атомный вѣсъ или пай котораго условно принимается равнымъ единицѣ или какой либо другой условной величинѣ. Такъ напр. для азота можно было бы выбрать за вѣсъ атома или пая 14,28 и пр., почему одна вѣсовая часть водорода въ амміакѣ соединена съ $\frac{14}{3}$, въ азотной кислотѣ съ 14-ью частями и т. д. азота. Объемные законы стѣсняють этотъ выборъ такъ, что даютъ возможность отыскать точнымъ образомъ между различными кратными вѣсовыми количествами тѣла, вступающаго въ разныя химическія соединенія, одно, опредѣленное число, которое и можно по этому считать атомнымъ вѣсомъ, или паемъ тѣла. Выборъ этотъ можно сдѣлать строго, пользуясь понятіемъ о частицѣ и не прибѣгая къ какимъ либо особымъ предположеніямъ. Постараюсь изложить тотъ путь, каковымъ этого можно достигнуть.

Химія занимается изслѣдованіемъ измѣненій свойственныхъ тѣламъ. Одно изъ понятій, выводимыхъ ею, состоитъ въ томъ, что тѣла дѣйствуютъ другъ на друга въ опредѣленныхъ отношеніяхъ, называемыхъ частицами. Сличеніе частичныхъ количествъ тѣлъ, т. е. количествъ тѣлъ реагирующихъ другъ на друга, показываетъ, что эти количества въ парообразномъ состояніи занимають одинаковый объемъ. Представимъ же себѣ, что все изслѣдуемая нами тѣла находятся въ состояніи пара, при одинаковыхъ физическихъ условіяхъ; возьмемъ равные объемы этихъ паровъ и сличимъ ихъ составъ по вѣсу. Для того, чтобы достигнуть этого, можно идти путемъ вычисленія, или прямаго опыта. Прослѣдимъ только первый способъ, потому что мы уже знаемъ, что путь вычисленія (при знаніи вѣсовъ и плотностей) ведетъ къ тому же самому результату, къ какому приводимъ и непосредственное наблюденіе. Возьмемъ по 11,165 литровъ (то есть 11165 кубическихъ сантиметровъ) извѣстныхъ уже намъ газо- и парообразныхъ тѣлъ, при 0° и 760^{mm} давленія. 11,165 литровъ воздуха при этихъ условіяхъ вѣсятъ 14,38 грамма, и ч. куб. саит. воздуха вѣситъ 0,001293; 11,165 литровъ водорода вѣсятъ 1 граммъ,

кислорода 16 граммовъ, азота 14 граммовъ, паровъ воды 9 граммовъ, закиси азота 22 грамма; окиси его 15 граммовъ; амміака 8,5 грамма, азотноватой окиси 23 грамма, азотной кислоты ¹⁾ 31,5 грамма. Эти числа находятся очень просто, умножая плотность газа или пара, взятую по отношенію къ воздуху, на вѣсъ соответствующій 11,165 литрамъ воздуха, они представляютъ плотность пара, взятую по отношенію къ водороду; потому что 11,165 литровъ водорода вѣсятъ 1 граммъ (1 литръ водорода вѣситъ 0,089578 грамма, стр. 217). Опредѣлимъ теперь содержаніе кислорода, азота и водорода въ названныхъ тѣлахъ. Зная процентный составъ этихъ тѣлъ, легко найти содержаніе каждаго элемента въ данномъ количествѣ сложнаго тѣла. Такъ, напр., зная, что во 100 частяхъ воды находится 88,888 кислорода, найдемъ, что въ 9-ти граммахъ воды заключается 8 граммовъ кислорода, а слѣдовательно 1 граммъ водорода. Точно также и для всѣхъ разсмотрѣнныхъ нами сложныхъ тѣлъ найдемъ, что въ 11,165 литрахъ пара или газа этихъ тѣлъ, находятся слѣдующія вѣсовыя количества элементарныхъ тѣлъ:

НАЗВАНІЕ СЛОЖНАГО ТѢЛА.	Вѣсъ 11,165 лит- ровъ газа или па- ра при 0° и 760 ^{мм} давленія.	Вѣсовое количество въ 11,165 литрахъ, граммовъ.		
		Водоро- да.	Кисло- рода.	Азота.
Водородъ	1	1	0	0
Вода	9	1	8	0
Амміакъ	8,5	1,5	0	7
Азотная кислота	31,5	0,5	24	7
Азотноватый ангидридъ	23	0	16	7
Окись азота	15	0	8	7
Закись азота	22	0	8	14
Азотъ	14	0	0	14
Кислородъ	16	0	16	0

Разсматривая эту таблицу, мы видимъ, что количество во-
дорода равно или 0,5 (какъ въ азотной кислотѣ), или $0,5 \times 2$
(въ водѣ), или $0,5 \times 3$ (въ амміакѣ). Точно также для кисло-
рода замѣчаемъ, что количество его равно 8 (въ водѣ, за-
киси и окиси азота), или 8×2 (въ азотноватомъ ангидридѣ),
или 8×3 (въ азотной кислотѣ), и количество азота равно
или 7 (въ азотной кислотѣ, азотноватомъ ангидридѣ, въ аз-

¹⁾ Плотность паровъ азотной кислоты не была наблюдаема, беремъ число теоретическое, зная вѣсъ частицы азотной кислоты.

іаіаі і въ окиси азота), или 7×2 (въ закиси азота). Такимъ образомъ въ этомъ должно видѣть подтвержденіе закона кратныхъ отношеній. Сколько бы мы подобнаго рода изслѣдованій ни сдѣлали, всегда найдемъ, что въ 11,165 литрахъ водородистыхъ соединеній находится никакъ не менѣе 0,5 граммовъ водорода; во всѣхъ кислородныхъ соединеніяхъ не менѣе 8 граммовъ кислорода, а въ азотистыхъ не менѣе 7 граммовъ азота и что всегда въ 11,165 литровъ всѣхъ соединеній этихъ тѣлъ входитъ то же количество вещества, умноженное на цѣлое и положительное число; слѣдовательно эти количества водорода, кислорода и азота суть наименьшія количества, входящія въ 11165 куб. сант.; они и суть, значитъ, недѣлимые количества этихъ простыхъ тѣлъ, входящія въ частицы всѣхъ сложныхъ тѣлъ ими образованныхъ, значитъ и суть атомы, т. е. недѣлимые количества, могущія быть взятыми по нѣсколько разъ, но не по частямъ. Такимъ образомъ мы получимъ слѣдующее опредѣленіе пая или атомнаго вѣса простаго тѣла: **пай или атомный вѣсъ есть наименьшее вѣсовое количество простаго тѣла, входящее въ частицы его соединеній.** Если возможно опредѣленіе атомнаго или пайнаго вѣса, такъ конечно только относительное, или принимая для вѣса пая извѣстнаго элемента опредѣленную величину, или исходя изъ извѣстнаго объема частицы, при извѣстной температурѣ и давленіи. Обыкновенно исходятъ изъ пая водорода, принимая его за единицу. По предъидущему ясно, что, принимая пай водорода за единицу (напр. за 1 граммъ), мы получимъ пай кислорода равный $\frac{8}{0,5} = 16$ и азота $\frac{7}{0,5} = 14$; тогда при 0° и 760^{mm} давленія граммовый вѣсъ частицы тѣла занимаетъ объемъ 22,33 литра.

Какъ законъ частицъ содержитъ въ себѣ понятія, выражаемыя законами Гэ-Люссака, такъ въ законѣ пая въ заключаютъ ся законы и постоянства состава, и кратныхъ отношеній. Въ основѣ всѣхъ химическихъ знаній объ опредѣленныхъ соединеніяхъ лежатъ понятія выражаемыя этими законами.

Описаннымъ путемъ можно найти пайные вѣса простыхъ тѣлъ, входящихъ въ газообразныя или летучія соединенія. Нужно, очевидно, изслѣдовать не одно, а нѣсколько соединеній даннаго простаго тѣла, чтобы найти вѣсъ его пая или его атомный вѣсъ, чтобы можно было отыскать наименьшее количество, входящее въ соединеніе. Въ тѣхъ случаяхъ, когда не извѣстно ни одного летучаго соединенія, необходимо отыскать частичный вѣсъ соединеній даннаго тѣла, изслѣдуя ихъ реакціи, и притомъ необходимо избирать такія реакціи,

при которыхъ происходило бы только одно взаимодѣйствіе, а если оно происходитъ нѣсколько разъ, то нужно выбирать такія реакціи, въ которыхъ это взаимодѣйствіе совершается между частицею какого нибудь тѣла и наименьшимъ количествомъ изслѣдуемаго вещества. Такъ напр. вѣсъ частицы азотноамміачной соли нельзя опредѣлить по объему пара, потому что она въ парѣ не переходитъ, но этотъ вѣсъ можно найти изъ реакціи образованія и распаденія этого вещества, потому что одна частица азотной кислоты соединяется съ одной частицей амміака для образованія азотноамміачной соли; сверхъ того, элементарный составъ этой частицы выражается простѣйшею формулою $N^2H^4O^3$, которая не можетъ быть уменьшена, потому что тогда бы атомъ котораго нибудь изъ простыхъ тѣлъ, входящихъ въ это соединеніе, представлялъ бы дробную величину, а это не допускается, какъ слѣдствіе изъ всего вышесказаннаго. Притомъ, нѣтъ ни одной реакціи, которая заставляла бы предполагать вдвое или втрое ббльшій вѣсъ частицы азотноамміачной соли, а потому вѣсъ ея частицы представляютъ соответствующимъ составу $N^2H^4O^3$. Плотность паровъ перекиси водорода также неизвѣстна, и потому вѣсъ частицы ея этимъ способомъ опредѣлить невозможно; но зная, что перекись водорода легко разлагается на воду и кислородъ, и допуская, что при этой весьма легко идущей и единственной до сихъ поръ извѣстной реакціи распаденія перекиси водорода, изъ одной частицы ея происходитъ и вода, и кислородъ, мы должны допустить, что въ ней находятся уже элементы воды, т. е. что она, какъ вода, содержитъ 2 аая водорода, слѣдовательно ея формула можетъ быть написана такъ: H^2O^2 ; ничто не противорѣчитъ этому представленію, хотя можетъ быть перекись водорода и имѣть формулу HO , подобно тому, какъ окись азота имѣетъ формулу NO , а не N^2O^2 . Если имѣемъ такое тѣло, какъ ѣдкое кали и, опредѣляя его составъ, замѣчаемъ, что въ немъ 69,64 калия, 1,80 водорода и 28,56 кислорода, то для нахождения вѣса, частицы ѣдкаго кали, самое простѣйшее предположеніе состоитъ въ томъ, что допустить въ немъ существованіе одного атома водорода, одного атома кислорода и одного атома калия, KHO . Дѣйствительно, количества кислорода и водорода заключающіяся въ ѣдкомъ кали, относятся между собою какъ атомные вѣса этихъ элементовъ (какъ 16 : 1). Можно предположить, что калия входитъ 1 атомъ. Тогда его вѣсъ будетъ въ 39 разъ болѣе вѣса атома водорода. По этому простѣйшему представленію формула ѣдкаго кали будетъ KHO , а частичный вѣсъ = 56. Этому мы находимъ подтвержденіе въ томъ, что съ другими тѣлами, напр. съ азотной кислотой ѣд-

кое кали реагируетъ именно такимъ образомъ, что на одну вѣсовую частицу ѣдкаго кали реагируетъ одна частица азотной кислоты и никакой другой реакціи между этими тѣлами не происходитъ.

Ѣдкое кали реагируетъ съ частицею угольной кислоты два раза, именно такимъ образомъ, что на частицу угольной кислоты приходится KHO и 2KHO . Судя по предъидущему, мы должны видѣть въ этомъ только подтвержденіе допущенія частичнаго вѣса ѣдкаго кали, какъ KHO , потому что частичнымъ вѣсомъ выражается наименьшее количество, вступающее въ реакціи. Подобно тому какъ для ѣдкаго кали, опредѣлимъ частичный вѣсъ другихъ калиевыхъ соединений, принимая вѣсъ атома калия за 39 и если не найдемъ ни въ одномъ хорошо изслѣдованномъ случаѣ необходимости уменьшить вѣсъ атома калия, то можемъ принять допущенный вѣсъ. Такъ дѣйствительно и выходитъ. При томъ вѣсѣ калия 39 оказывается эквивалентомъ калия по отношенію къ водороду (стр. 286). Сверхъ этого, изученіе сходственныхъ съ калиемъ элементовъ и сложныхъ группъ (Na , NH^4 , Li), а также и знакомство съ физическими свойствами самаго металлическаго калия (особенно съ теплоемкостью) даютъ, какъ увидимъ впоследствии, подтвержденіе избранному атомному вѣсу калия, а потому, хотя плотность паровъ его соединений неизвѣстна, но можно съ большею достовѣрностію принять его пая за 39. Изъ него, однако, нельзя судить о вѣсѣ частицы калия. Она можетъ-быть заключаетъ K^2 , какъ частица водорода H^2 , но можетъ-быть только K , какъ частица ртути Hg , или K^3 какъ частица озона, или K^4 какъ частица мышьяка As^4 и т. д. По сходству съ водородомъ допускаютъ, однако, что частица вѣситъ K^2 .

Такимъ образомъ, длиннымъ путемъ изученія реакцій многихъ соединений даннаго простаго тѣла находятъ вѣса частицъ, свойственные его соединеніямъ, а по этимъ вѣсамъ частицъ, подобно тому, какъ мы нашли для нѣсколькихъ тѣлъ, опредѣляется наименьшее количество простаго тѣла, входящее въ частицы этихъ соединеній, или вѣсъ его атома. Произволъ въ выборѣ кратныхъ чиселъ для пая или вѣса атома совершенно уничтожается, а избраніе пая или вѣса атома производится совершенно точнымъ образомъ. Тѣ пая, которые мы уже ввели раньше (стр. 356), и тѣ, которыхъ будемъ держаться далѣе, основываются на подобномъ строгомъ выборѣ, какъ для нѣкоторыхъ тѣлъ уже указано.

Остановимся теперь надъ примѣненіемъ частичнаго ученія къ понятію о простыхъ тѣлахъ.

Много разъ мы уже видѣли, что между природою простыхъ

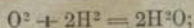


и сложных тѣлъ, нѣтъ никакого кореннаго различія, кромѣ отсутствія для простыхъ тѣлъ реакціи распаденія на различныя составныя части; такъ напр. мы бы могли представить себѣ и сложное тѣло такое, которое вступаетъ въ соединеніе, но не разлагается, тѣло, сложность котораго видна изъ того, что его можно образовать изъ составныхъ частей, напр. путемъ двойнаго разложенія, но которое нельзя разложить, при извѣстныхъ намъ условіяхъ температуры. Если бы намъ попалось такое тѣло, то мы могли бы счесть его за простое неразлагаемое тѣло, если бы оно не вступало ни въ какія реакціи, кромѣ реакціи простаго присоединенія. Изслѣдуя для воды случаи ея соединенія, мы можемъ считать воду элементомъ, какъ простое тѣло, совершенно точно такъ, какъ изслѣдуя соединенія кислорода, мы считаемъ его за элементъ, входящій во все его соединенія. Мы видѣли, что законъ кратныхъ отношеній, насъ и реакцій по объему совершенно точно также относится къ простымъ тѣламъ, какъ и къ сложнымъ; слѣдовательно и понятіе о частицѣ простаго тѣла ни какъ не должно составлять исключенія и должно подчиняться общему представленію. На основаніи этого, частичныя количества разсмотрѣнныхъ нами до сихъ поръ простыхъ тѣлъ, должны быть представлены слѣдующимъ образомъ, судя по плотности ихъ въ газообразномъ состояніи: водородъ H^2 , кислородъ въ обыкновенномъ состояніи O^2 , въ состояніи озона O^3 , азотъ N^2 , — потому что всѣ, выражаемый этими частичными формулами, дѣленный на плотность (по отношенію къ водороду) = 2. Это показываетъ, что и простыя тѣла въ свободномъ состояніи представляютъ примѣръ соединенія атомовъ. Какъ окись азота есть соединеніе атомовъ азота и кислорода NO , такъ точно свободный кислородъ есть соединеніе атомовъ кислорода O^2 или O^3 . Такое представленіе о составѣ частицъ свободныхъ простыхъ тѣлъ вводитъ ихъ въ разрядъ сложныхъ тѣлъ, если исходнымъ пунктомъ для сужденія о сложности мы возьмемъ представленіе объ атомѣ. Частицы сложныхъ тѣлъ состоятъ изъ разнородныхъ атомовъ, а частицы простыхъ тѣлъ составлены изъ атомовъ, вещество которыхъ одинаково. Хотя вещество этихъ атомовъ и одинаково, но они можетъ быть и не одинаковы, что можно видѣть въ озонѣ, въ которомъ только одинъ изъ трехъ атомовъ кислорода дѣйствуетъ окислительно при обыкновенной температурѣ. Такъ, можетъ быть, и три атома кислорода азотной кислоты не одинаковы между собою, даже нельзя утверждать чтобы и два атома въ частицѣ водорода обладали совершенно одинаковыми свойствами. Изъ того, что большинство частицъ простыхъ тѣлъ содержитъ нѣсколько атомовъ, ко-

печно, не слѣдуетъ вовсе отрицать возможности существованія частицъ, составленныхъ изъ одного атома, и мы увидимъ даже примѣры такихъ частицъ, напр. частица ртути содержитъ одинъ атомъ ея, Hg.

Такое представленіе о частицѣ простыхъ тѣлъ имѣетъ ту весьма важную выгоду, что даетъ возможность даже обозначать, не только что уяснить себѣ разность, существующую между видоизмѣненіями простаго тѣла въ свободномъ состояніи: такъ напр. этимъ способомъ весьма ясно наминается различіе между обыкновеннымъ кислородомъ и озономъ, точно также, какъ напр. понимается разность между тѣлами, частица которыхъ имѣетъ не одинаковый вѣсъ. Мы увидимъ, что и многія другія простыя тѣла представляютъ такую же способность, какъ кислородъ, давать изомерныя соединенія и встрѣтимъ многочисленные случаи изомерности сложныхъ тѣлъ, понимаемые совершенно точно такъ, какъ изомерность двухъ видовъ кислорода.

Понятіе о частицѣ характеризуетъ извѣстный рядъ идей, руководящій химиковъ въ настоящее время. Введеніе этого понятія въ науку составляетъ славу французскихъ химиковъ: Ампера, Лорана и Жерара; его держатся въ настоящее время большинство ученыхъ, и потому справедливо современную химию назвать **частичною химією**. Отъ сихъ поръ мы станемъ выражать формулою ни что иное, какъ частицу; каждый разъ, когда намъ придется при этомъ вводить въ уравненіе нѣсколько частицъ, мы будемъ ставить передъ частичнымъ вѣсомъ коэффициентъ, выражающій число частицъ, вступающихъ въ данномъ случаѣ въ реакцію, такъ, напр., образованіе воды, по этому представленію, должно быть выражено такимъ образомъ:



объемное представленіе о ходѣ реакціи здѣсь выразится коэффициентами: 2, 4, 4, или 1, 2, 2; слѣдовательно одинъ объемъ кислорода и два объема водорода даютъ два объема воды. Въ тѣхъ случаяхъ, когда частичные вѣса соединеній не извѣстны, мы будемъ прилагать понятіе о частицѣ на основаніи свѣдѣній, которыя будутъ сообщены въ дальнѣйшемъ изложеніи.

Съ представленіемъ о частицѣ простыхъ и сложныхъ тѣлъ связанъ рядъ идей, относящихся до атомнаго состава тѣлъ. Основываясь на изученіи физическихъ свойствъ должно думать, что частички тѣлъ, находится въ постоянномъ движеніи. Такъ, напр., извѣстное теплотное состояніе матеріи мы не можемъ, въ настоящее время, представить себѣ иначе, какъ опредѣленнымъ состояніемъ движенія частичекъ матеріи. Можно думать, что всѣ явленія, замѣчаемыя нами, суть раз-

ныя формы движенія. Механическія движенія, напр. движенія частей машины или небесныхъ свѣтилъ, суть движенія большихъ массъ, части которыхъ ясно различаются нами. Физическія явленія можно представить себѣ какъ движенія цѣлыхъ частицъ, совершающіяся безъ измѣненія самихъ частицъ. Такъ, напримѣръ, испаренія можно представить, какъ удаленіе частицъ другъ отъ друга на разстояніе, при которомъ взаимное притяженіе частицъ, если не уничтожается, то, по крайней мѣрѣ, значительно уменьшается. При такомъ передвиженіи цѣлыхъ частицъ можетъ совершаться и, вѣроятно, совершается измѣненіе и въ движеніи атомовъ, составляющихъ частицу, но всетаки не нарушается извѣстное прочное равновѣсіе, существующее въ группѣ атомовъ, входящихъ въ частицу. Они не разсыпаясь, группами движутся вмѣстѣ, какъ совокупность частицъ движется не раздѣляясь при механическомъ движеніи цѣлыхъ массъ. Химическія измѣненія, въ истинномъ смыслѣ слова, наступаютъ тогда, когда измѣняются частицы, когда атомы внутри частицы принимаютъ иное положеніе, или иную форму движенія (метамерность); когда число атомовъ, образующихъ частицу, перемѣняется (полимерность), или когда атомы распределяются въ новыя частицы не тождественныя съ прежними (химическія превращенія: соединенія, распаденія, двойное разложеніе). Когда частица перемѣнилась, должно болѣе или менѣе измѣниться и самое движеніе и распределеніе частицъ. Оттого, при химическихъ измѣненіяхъ, происходитъ перемѣна въ физическихъ свойствахъ. Атомы, входящіе въ частицы, хотя и движутся, но образуютъ систему, находящуюся въ равновѣсіи (подвижное равновѣсіе) при извѣстномъ положеніи (состояніи движенія) частицъ. При перемѣнѣ въ этомъ послѣднемъ, можетъ происходить и перемѣна въ самихъ частицахъ. Оттого нѣкоторыя тѣла существуютъ только въ твердомъ или жидкомъ видѣ, а не въ газообразномъ. Атомы, входящіе въ частицу, будутъ ли они разнородны или одинаковы, удерживаются другъ другомъ. Эти и подобныя имъ представленія составляютъ естественныя слѣдствія гипотезы объ атомномъ строеніи вещества, открывающіяся по мѣрѣ ознакомленія съ ходомъ химическихъ измѣненій. Ихъ польза для химіи по нынѣ ограничена, потому что нѣтъ еще пріемовъ, позволяющихъ примѣнить математическій анализъ къ отысканію слѣдствій, вытекающихъ изъ этихъ гипотезъ; потому нѣтъ и средствъ ихъ провѣрки. Тѣмъ не менѣе они завлекательны, даютъ поводъ проникать глубже въ сущность предмета, и составляютъ нѣрѣдко побудительную причину того увлеченія, съ какимъ преслѣдуется изученіе химическихъ измѣненій вещества. Естественно стремиться проникнуть въ существо предмета,—тогда только можетъ начаться полное имъ обладаніе.

Выводы. Объемныя измѣненія могутъ быть или наблюдаемы, или вычисляемы, потому что объемы относятся какъ вѣса, дѣленные на плотности.

Объемы газовъ и паровъ, дѣйствующихъ и происходящихъ при химическихъ измѣненіяхъ, находятся въ простомъ, кратномъ отношеніи. Законъ Гэ-Люссака. При соединеніи происходитъ съ парами и газами сжатіе, при распаденіи расширенія, при замѣщеніи объемы не измѣняются.

Величина сжатія влієть на величину измѣненія свойствъ.

Законъ Жерара: частицы или количества тѣлъ дѣйствующихъ другъ на друга занимаютъ одинаковыя объемы газа, или пара.

Плотность пара или газа (плотность $H = 1$) равна частичному вѣсу пай $H = 1$ дѣленному на два.

Пай или вѣсъ атома есть наименьшее количество простаго тѣла, входящее въ частицы его соединенийъ.

Большинство простыхъ тѣлъ составлено подобно тѣламъ сложнымъ: въ частицу входитъ нѣсколько атомовъ, напр. H^2 , O^2 , O^3 , N^2 и т. д., подобны H^2O , NO , NH^3 и т. д.

ГЛАВА ПЯТНАДЦАТАЯ.

Уголь.

Уголь и углеродъ суть два названія, которыя, въ одномъ смыслѣ, синонимы другъ-другу, а въ другомъ смыслѣ представляютъ ясный отбѣнокъ различія. Уголь извѣстенъ каждому, хотя получить его въ совершенно химически-чистомъ состояніи чрезвычайно трудно. Если мы даже и предположимъ, что достигли этого, то это, во всякомъ случаѣ, будетъ тѣло простое, неразлагаемое, неплавящееся, горючее, получающееся черезъ накаливаніе органическихъ веществъ и имѣющее всѣмъ извѣстный видъ черной массы, безъ всякаго кристаллическаго сложения, ни въ чемъ нерастворимое—словомъ, уголь есть тѣло, обладающее совокупностію физическихъ и химическихъ признаковъ. Это тѣло прямо соединяется съ кислородомъ, когда горитъ; въ органическихъ же веществахъ находится въ соединеніи съ кислородомъ, водородомъ, азотомъ и сѣрой. Но въ нихъ, во всѣхъ этихъ соединеніяхъ нѣтъ уже угля. То что въ нихъ содержится и называютъ углеродомъ. Углеродъ, значитъ, есть элементъ общій углю, веществамъ, которыя изъ него могутъ быть получаемы и тѣмъ веществамъ, изъ которыхъ его можно получить. Это есть, если угодно, понятіе, а не тѣло, есть вещество, могущее принять форму угля, но могущее являться и въ другихъ видахъ; такъ углеродъ является въ формѣ алмаза и графита. Правда, что для другихъ простыхъ тѣлъ мы не имѣли такого разграниченія въ номенклатурѣ. Мы называли кислородомъ и свободный обыкновенный кислородъ и кислородъ въ формѣ озона, и кислородъ находящійся въ водѣ, въ азотной кислотѣ, въ углекисломъ газѣ. Но здѣсь существуетъ смѣшеніе. Въ водѣ, очевидно, нѣтъ ни того газообразнаго кислорода, который мы получаемъ въ отдѣльности изъ воды, ни кислорода въ видѣ



озона, а есть вещество, способное дать и кислородъ, и озонъ. Понятіе о кислородѣ, какъ элементѣ, нужно отличить отъ понятія о кислородѣ, какъ газѣ, и отъ понятія объ озонѣ. Кислородъ, какъ газъ и озонъ, есть тѣла, а кислородъ какъ элементъ подобно углероду, есть скорѣе отвлеченное понятіе о веществѣ, выводъ изъ свѣдѣній, объ цѣломъ рядѣ соединений, могущихъ давать кислородный газъ. Кислороду, какъ газу, какъ и углю принадлежитъ опредѣленная совокупность физическихъ свойствъ, и рядъ химическихъ реакцій. Кислороду, какъ элементу, принадлежитъ извѣстная химическая самостоятельность и влияніе на свойства кислородныхъ соединений. Водородный газъ есть тѣло трудно реагирующее, а водородъ, какъ элементъ, представляетъ составную часть, наиболѣе подвижную въ своихъ соединенияхъ. Можно даже выразиться въ этомъ отношеніи опредѣлительнѣе, употребляя способъ изложенія, нерѣдко встречающійся въ физикахъ. Уголь есть соединеніе углерода съ теплородомъ. Переходя въ соединеніе, углеродъ отдаетъ часть теплорода или его принимаетъ. Во всякомъ же случаѣ до соединенія находится углеродъ не съ тѣмъ количествомъ теплорода, съ какимъ онъ находится въ формѣ угля. Такъ въ алмазѣ находится меньше теплорода, если можно такъ выразиться, чѣмъ въ углѣ. Оттого алмазъ, старая въ кислородѣ, и образуя углекислоту, развиваетъ меньше тепла, чѣмъ уголь, а именно при горѣніи одной вѣсовой части угля, развивается около 8000 единицъ тепла, а при горѣніи алмаза только 7770 единицъ тепла. Конечно, высказанное въ предыдущихъ строкахъ представленіе о соединеніи между углеродомъ и теплородомъ есть только представленіе чисто формальное, способъ выраженія, потому что теплородъ нельзя разсматривать какъ матерію. Это есть извѣстное состояніе движенія, явленіе, а не матерія. Разсматривая теплоту, какъ колебательное состояніе матеріи, мы можемъ сказать, что углеродъ есть то матеріальное вещество, то вѣсомое начало, которое находится во всѣхъ углеродистыхъ соединенияхъ, — вещество, которое въ нихъ имѣетъ различное напряженіе колебаній и различное время колебаній. Уголь же есть этотъ углеродъ въ извѣстной степени напряженія колебаній. Тотъ же вопросъ можно уяснить иначе. Углеродъ можно представить себѣ какъ атомъ угольной матеріи, а уголь какъ собраніе такихъ атомовъ въ одно цѣлое, въ частицу и въ массу тѣла. Такъ водородный атомъ принимаетъ вѣсящимъ 1, а водородный газъ представляетъ вещество, частица котораго содержитъ два атома водорода, двѣ вѣсовыхъ части. Кислородъ, какъ элементъ, представляетъ недѣлимый или атомный вѣсъ 16, а кислородъ, какъ газъ, представляетъ физическую частицу, вѣсъ которой = $32 = 0^2$, час-

ница озона вѣситъ 48 и $= O^3$. Вѣсъ атома углерода должно принять за 12, и. ч. это есть наименьшее количество углерода, входящее въ его соединенія, а вѣсъ частицы угля вѣроятно очень великъ. Мы его не знаемъ, и. ч. уголь вступаетъ въ немногія только реакціи и то при высокой температурѣ (тогда вѣсъ его частицы можетъ быть и мѣняется, какъ при переходѣ озона въ кислородъ) и въ паръ не переходитъ. Можетъ быть въ формѣ алмаза и графита углеродъ представляетъ другой частичный вѣсъ, чѣмъ въ формѣ угля.

Здѣсь говорится объ этихъ основныхъ понятіяхъ для того, чтобы разъ навсегда утвердить представленіе о **различіи** такъ называемаго **простаго тѣла** и **элемента**. Мы должны представить себѣ, что кислородъ есть элементъ, группировка и извѣстная форма движенія атомовъ котораго можетъ дать обыкновенный газообразный кислородъ и озонъ, атомы кислорода входятъ въ воду, въ различные окислы и т. п. тѣла. Нельзя и думать, вслѣдствіе этого, получить какой-либо кислородъ нормальный, потому что нельзя и думать уединить атомы. То же самое относится и до углерода. Здѣсь, по крайней мѣрѣ на нашемъ языкѣ, утвердилось различіе весьма рациональное между идеальнымъ понятіемъ объ углеродѣ и реальнымъ понятіемъ объ углѣ, какъ веществѣ или тѣлѣ, въ отдельности существующемъ. Для множества другихъ тѣлъ такого различія въ названіяхъ не существуетъ; но тѣмъ не менѣе въ понятіяхъ такое различіе должно всегда существовать.

Углеродъ встрѣчается въ природѣ какъ въ свободномъ, такъ и соединенномъ состояніи, въ весьма различныхъ формахъ и видахъ. Въ свободномъ состояніи углеродъ извѣстенъ по крайней мѣрѣ въ *трехъ* видахъ: въ видѣ угля, графита и алмаза. Въ состояніи соединеній углеродъ входитъ въ составъ такъ называемыхъ **органическихъ веществъ**, т. е. множества веществъ находящихся въ тѣлѣ всякаго растенія и животнаго, онъ находится въ видѣ углекислаго газа въ воздухѣ, въ видѣ органическихъ остатковъ въ почвѣ и землѣ, и въ видѣ солей углекислоты, въ массѣ земной коры. Уголь, въ свободномъ состояніи не летучій, даже неспособный превращаться въ жидкое состояніе и паръ, этотъ уголь въ соединеніи съ кислородомъ, водородомъ и другими тѣлами, даетъ вещества, способныя являться въ самыхъ разнообразныхъ формахъ и видахъ, что мы и встрѣчаемъ въ тканяхъ животныхъ и растеній. Вѣсь почти вещества составляющія тѣло организмовъ (животныхъ и растительныхъ) содержатъ соединенія углерода. Разнообразіе же этихъ веществъ извѣстно каждому. Воскъ и масло, скипидаръ и смола, хлопчатая бумага и бѣлокъ, ткань растеній

(клетчатка) и животных (бѣлковыя вещества), винная кислота и крахмалъ — все это вещества, извлекаемые изъ растений и животныхъ, и все вещества углеродистыя. Разнообразіе соединеній углерода такъ велико, что даже составила особая отрасль химіи, изучающая эти углеродистыя вещества, часть которыхъ находится въ растеніяхъ и животныхъ. Эта часть химіи носитъ названіе органической химіи, т. е. химіи сложныхъ углеродистыхъ соединеній.

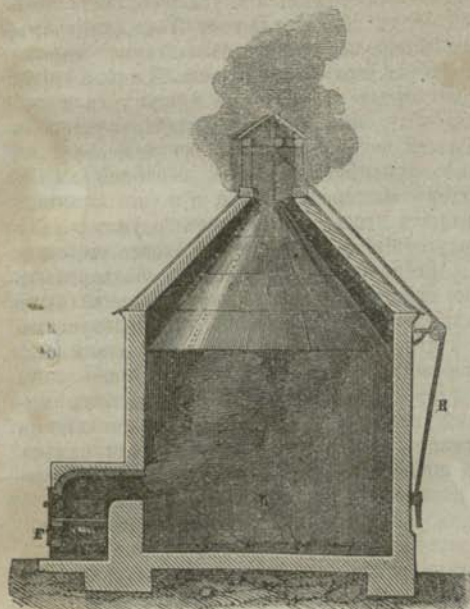
Если взять одно изъ такихъ органическихъ веществъ и сильно его накалить, по возможности при меньшемъ доступѣ воздуха, а лучше, вовсе безъ доступа воздуха, то такое вещество разлагается. Это свойство всѣхъ почти углеродистыхъ веществъ, только степень жара въ разныхъ случаяхъ различна. Разложеніе, которое совершается при накалываніи съ сложнымъ веществомъ, содержащимъ углеродъ, водородъ и кислородъ, состоитъ въ слѣдующемъ: часть водорода выдѣляется въ газообразномъ состояніи, другая въ соединеніи съ кислородомъ, заключающемся въ соединеніи; третья часть водорода выдѣляется въ соединеніи съ углеродомъ, а иногда и съ кислородомъ, въ видѣ газообразныхъ и парообразныхъ продуктовъ, или такъ называемыхъ продуктовъ сухой перегонки. Если пары этихъ продуктовъ пропустить чрезъ сильно накалившую трубу, то эти вещества измѣняются подобнымъ же образомъ, распадаясь подъ конецъ на водородъ и простой уголь. Кислородъ, находящійся въ органическомъ веществѣ, выдѣляется отчасти въ видѣ воды, отчасти въ видѣ углекислаго газа и окиси углерода, то есть въ соединеніи съ углеродомъ. Часть его входитъ въ продукты сухой перегонки, содержащія углеродъ. Но во всѣхъ этихъ разнообразныхъ продуктахъ разложенія, содержится меньше углерода, чѣмъ находится въ органическомъ веществѣ, если степень жара, которой подвергается оно, будетъ довольно высока, и если повышенная температура будетъ дѣйствовать на органическое вещество продолжительное время. При сухой перегонкѣ органическаго вещества часть углерода выдѣляется въ соединеніи съ водородомъ и кислородомъ, но нѣкоторая часть остается въ состояніи не соединенномъ съ другими элементами — образуется уголь. Часть углерода, которая выдѣляется въ видѣ угля, остается въ томъ пространствѣ, въ которомъ производится разложеніе, въ видѣ черного, извѣстнаго всѣмъ, неплавкаго, нелетучаго угля. Выстѣ съ углемъ остаются землистыя и всѣ нелетучія вещества (зола), если они заключались во взятомъ органическомъ веществѣ. Притомъ къ остающемуся углю подмѣшиваются всегда нелетучія смолоподобныя вещества, для разрушенія которыхъ потребна сильная степень жара. Если

зять органическое вещество летучее, например, газообразное соединеніе, содержащее углеродъ и водородъ, или же еще и кислородъ, то уголь выдѣляется изъ такого вещества, если пропускаютъ его паръ чрезъ сильно накалившую трубку. Органическія вещества, сгорающія при недостаточномъ притоки воздуха, выдѣляютъ сажу, то есть уголь происшедшій изъ разнообразныхъ водородистыхъ соединеній углерода, изъ которыхъ при горѣніи водородъ образовалъ воду. Такъ скиндарь, нафталинъ и др. углеводороды, трудно разлагаемые жаромъ при сожиганіи, легко даютъ уголь въ видѣ сажи. Хлоръ и другія вещества, подобно кислороду отнимающія водородъ, а также вещества отнимающія воду, способны также выдѣлять углеродъ (обугливать) изъ большей части органическихъ веществъ.

Во всякомъ случаѣ, при дѣйствіи жара, особенно въ соединеніи съ дѣйствіемъ кислорода, хлора и т. п. органическія вещества оставляютъ уголь. Это можетъ служить даже признакомъ ихъ присутствія, и каждый разъ, когда желаютъ узнать присутствіе органическихъ веществъ, подвергаютъ испытуемое вещество дѣйствію сильнаго жара, и опредѣляютъ присутствіе остающагося угля, вслѣдствіе его нелетучести, способности горѣть и его нерастворимости ни въ одномъ изъ извѣстныхъ растворяющихъ веществъ. Конечно, еще лучше узнать присутствіе углеродистаго вещества посредствомъ сжиганія его при избыткѣ кислорода, напр. при накаливаніи съ окисляющимъ веществомъ, хотя бы съ окисью мѣди или съ бертолетовой солью, по образованію единственнаго окончательнаго продукта полного горѣніи углерода, а именно по появленію углекислаго газа, малые слѣды котораго могутъ быть съ точностію опредѣлены. При недостаточномъ притоки воздуха, горящее органическое вещество также выдѣляетъ и оставляетъ уголь. Часть его получается тогда въ видѣ остатка, напр. въ видѣ угля, получающагося въ печи при сжиганіи дровъ; другая же часть образуется чрезъ разложеніе летучихъ веществъ, и эта часть угля дастъ сажу, т. е. мелко-раздробленный уголь. Такая же сажа происходитъ и при иныхъ способахъ разложенія газообразныхъ соединеній углерода, напр. при разложеніи рядомъ электрическихъ искръ болотнаго газа C_2H_4 .

Сажа скопляется и образуется при горѣніи органическихъ веществъ изъ тѣхъ летучихъ продуктовъ, которые происходятъ чрезъ дѣйствіе жара на органическія вещества. Эти продукты сгораютъ не вполне, если недостаточно воздуха притекаетъ къ топливу, или если температура недостаточна для полного горѣніи. При неполномъ горѣніи летучихъ веществъ, содержащихъ углеродъ и водородъ, сгораетъ сперва водородъ и часть углерода, а большая его часть остается, что и составляетъ сажу. Если зажечь въ воздухѣ скинди-

дарное масло, нафталины и другіе углеродистые водороды, то образование сажи происходит въ большомъ количествѣ, потому что эти вещества содержатъ много углерода, сравнительно съ другими горючими веществами. Смолы, деготь и тому подобныя вещества горятъ по той же причинѣ коптящимъ пламенемъ. Такимъ образомъ сажа есть мелкій уголь, выдѣлившійся при неполномъ горѣніи паровъ и газовъ угле-



Фиг. 109. Приготовление сажи. На очагѣ *F* въ камерѣ *O* жгутъ смолу или тому подобныя вещества, горящія коптящимъ пламенемъ. Выходящій дымъ проходитъ въ камеру *D*, гдѣ изъ него выдѣляется сажа, большая часть которой садится на коническій возлѣкъ *C*. Этотъ послѣдній можно поднимать и опускать на блокъ веревкою *B*, что служитъ для облегченія сбора сажи $\frac{1}{2}$ °.

другомъ. Тонъ дыма въ такихъ камерахъ замедляется и потому сажа садится. Ее и собирають. Иногда ее очищаютъ отъ разныхъ примѣсей прокачиваніемъ и промывкой.

Въ отличіе отъ сажи — **уголь** есть углеродъ, выдѣлившійся изъ твердыхъ и жидкихъ веществъ при ихъ накаливаніи или неполномъ сгараніи. Смотря по той температурѣ, которой былъ подверженъ уголь, онъ содержитъ различное количество

углеродистыхъ веществъ, богатыхъ углеродомъ. Сажа имѣетъ большое примѣненіе въ практикѣ, какъ черная краска, преимущественно масляная. Такъ большое количество ея идетъ для изготовленія тапографическихъ чернилъ, назначаемыхъ для печатанія, для чего ее смѣшиваютъ съ варенымъ льнянымъ масломъ. Для окраски дерева и металловъ въ черный цвѣтъ, также употребляютъ чаще всего сажу. Тушь есть сажа съ камедью. Для красокъ приготовляютъ сажу, сожигая смолу и разныя смолистыя и маслянистыя вещества, при маломъ притоѣ воздуха. Дымъ при этомъ пропускають въ холодное обширное пространство, состоящее или изъ одной камеры, какъ на фиг. 109, или изъ нѣсколькихъ камеръ, слѣдующихъ другъ за

органическихъ веществъ, избѣгнувшихъ полного разложенія. Уголь, полученный при наибольшей низкой температурѣ, содержитъ еще значительное количество водорода и кислорода, а именно до 4 % водорода, 20% кислорода. Такой уголь имѣетъ еще сложение того вещества, изъ котораго онъ получается. Таковъ, наприм., обыкновенный уголь, въ которомъ видны еще слои, свойственные дереву. Подвергая такой уголь еще дальнѣйшему накаливанію, особенно при доступѣ воздуха, можно удалить изъ него (въ видѣ газовыхъ и летучихъ веществъ) новое количество водорода съ углеродомъ и кислородомъ, и получить, при сильнѣйшемъ прокачиваніи, наиболѣе чистый уголь. Если для полученія чистаго угля берутъ сажу, то ее необходимо предварительно промыть спиртомъ и эфиромъ, для удаленія изъ нея растворимыхъ въ этихъ веществахъ смолистыхъ тѣлъ, находящихся въ сажѣ. Промытую сажу слѣдуетъ за тѣмъ подвергнуть наиболѣе сильному жару, чтобы окончательно удалить подмѣсь всякаго вещества, содержащаго водородъ и кислородъ. Уголь, очищенный только этимъ способомъ, можно считать за совершенно чистый, но и онъ иногда содержитъ еще часть подмѣси. Въ особенности трудно удалить изъ угля подмѣсь золы, т. е. землистыхъ веществъ, находящихся въ растительныхъ веществахъ, служащихъ для образованія угля; и потому необходимо, для полученія чистѣйшаго вида угля, брать такое органическое вещество, которое уже не содержитъ зольныхъ веществъ, напр. кристаллизированный сахаръ, совершенно очищенный отъ подмѣси, кристаллическую винную кислоту, или тому подобныя совершенно очищенные вещества. Содержать эти вещества только углеродъ, водородъ и кислородъ, и при прокачиваніи безъ доступа или при маломъ доступѣ воздуха оставляютъ уголь, уже не содержащій золы, то есть нелетучихъ металлическихъ солей и землистыхъ веществъ. Часть минеральныхъ веществъ остающихся въ углѣ, можетъ быть удалена кипяченіемъ угля съ водою, содержащею кислоты и щелочи, потому что они не дѣйствуютъ на уголь, а способны растворить многія зольныя вещества.

Впрочемъ, послѣ совершеннаго очищенія, уголь не приобретаетъ никакихъ новыхъ свойствъ. Все то, что замѣчается въ этомъ чистомъ углѣ, можно прослѣдить и въ обыкновенномъ углѣ, содержащемъ подмѣсь не вполне удаленныхъ или сгорѣвшихъ веществъ. Это относится, однако, только къ углямъ содержащимъ незначительное количество такихъ подмѣсей. При большемъ ихъ содержаніи, свойства эти, конечно, довольно значительно уже переменяются. Мы опишемъ теперь первоначальныя свойства угля, общія разнымъ

его видоизмѣненіямъ, а потомъ опишемъ нѣкоторыя видоизмѣненія, имѣющія значеніе въ практикѣ и природѣ.

Уголь есть вещество твердое, аморфное, не имѣющее никакихъ слѣдовъ кристаллизаціи (вѣроятно коллоидъ). Его скважистость, весьма плохая теплопроводность, значительная способность поглощать лучи свѣта (черный цвѣтъ и непрозрачность) и многія другія качества извѣстны изъ ежедневнаго опыта. Удельный вѣсъ угля отъ 1,5 до 2,0 и если онъ плаваетъ на водѣ, то это зависитъ отъ воздуха, находящагося въ его порахъ. Онъ **не плавится** въ нашихъ печахъ, даже при температурѣ, достигаемой горѣніемъ водорода и углерода въ кислородѣ. Въ жару, достигаемомъ накачиваніемъ угля посредствомъ сильнаго тока въ нѣсколько сотъ элементовъ уголь только размягчается, но не вполнѣ. Расплавляется. Однако тогда уже, послѣ охлажденія, онъ представляетъ видъ и свойства совершенно иные, претерпѣваетъ измѣненіе, превращаясь въ графитъ. Отсутствие кристаллическаго сложенія отличаетъ уголь отъ другихъ видоизмѣненій углерода, то есть отъ графита и алмаза. Скважины угля составляютъ остатки ходовъ, по которымъ выдѣлялись летучіе продукты, получающіеся вмѣстѣ съ углемъ при его образованіи. Степень пористости угля весьма различна и имѣетъ техническое значеніе въ разныхъ сортахъ угля. Наболѣе пористый уголь представляетъ вѣсъ кубической мѣры весьма незначительный ¹⁾; наболѣе компактный, конечно, будетъ вѣсить болѣе, хотя при этомъ, собственно говоря, масса остается одною и такою же. Многія, такъ называемыя, свойства угля зависятъ исключительно отъ степени его скважистости, принадлежатъ многимъ другимъ скважимымъ тѣламъ, и измѣняются смотря по степени плотности угля, зависящей отъ его способа приготовленія и происхожденія. Сюда относится способность угля поглощать газы, жидкости и многія вещества изъ растворовъ. Плотнѣйшіе виды угля получаютъ при дѣйствіи сильнаго жара, таковъ сѣрый блестящій и плотный уголь, образующійся въ ретортахъ, гдѣ добываютъ газъ изъ каменнаго угля. Этотъ металлическій уголь скопляется на внутреннихъ стѣнкахъ реторты подверженныхъ дѣйствію сильнаго жара и происходитъ изъ паровъ и газовъ, выдѣляющихся при накачиваніи помещеннаго въ реторты угля. Вслѣдствіе своей плотности такой уголь становится уже хорошимъ проводникомъ гальваническаго тока, составляетъ переходъ къ графиту. Его употребляютъ преимущественно для гальваническихъ элементовъ.

¹⁾ Кубическій метръ древеснаго угля вѣситъ около 200 килограммовъ, кокскаго 400 килограмм.

Коксъ или уголь, остающийся отъ неполнаго сгаранія каменныхъ углей и смолистыхъ веществъ, также мало пористъ, блестящъ, не мараеъ и не пишеть, плотенъ и вслѣдствіе того не обладаетъ большею притягательною поверхностію и почти лишень способности удерживать жидкости и твердыя тѣла, не поглощаетъ газовъ. Легкіе же виды угля, происходящіе при обугливаніи дерева, обладаютъ этою способностію, особенно же развиты они въ томъ весьма мелкомъ и рыхломъ углѣ, какой получается при прокаливаніи животныхъ веществъ. Эти виды угля не плотны, весьма пористы, пачкаютъ, легко горять, обладаютъ, вслѣдствіе множества поръ, огромною поверхностію притяженія и ею то, вѣроятно, притягиваютъ и удерживаютъ различныя вещества. Данныя, относящіяся до поглотительной способности угля, будутъ приведены далѣе.

Уголь **не летучъ**, т. е. не превращается въ парообразное состояніе, такъ что онъ, собственно говоря, извѣстенъ намъ только въ одномъ состояніи, именно твердомъ. Въ этомъ видѣ онъ наиболее далекъ отъ того парообразнаго состоянія, въ которомъ изученіе тѣлъ и ихъ химическихъ отношеній становится легкимъ. Потому не мудрено, что во многихъ отношеніяхъ свойства угля отличны отъ свойствъ другихъ подобныхъ ему веществъ. Такъ напримѣръ, для простыхъ тѣлъ существуетъ законность, о которой будетъ рѣчь далѣе, показывающая зависимость между теплоемкостью и атомнымъ вѣсомъ. Произведеніе изъ теплоемкости на най для большинства простыхъ тѣлъ близко къ 6,3; для угля же это произведеніе равно только 2,9, п. ч. атомный вѣсъ углерода = 12, а теплоемкость = 0,24, по отношенію къ водѣ. Это вѣроятно зависитъ отъ того, что большинство простыхъ тѣлъ, изученныхъ химіею, гораздо ближе къ среднему состоянію, т. е. къ состоянію, способному переходить въ жидкость и паръ, тогда какъ уголь весьма далекъ отъ него. И дѣйствительно, теплоемкость должна, судя по примѣру другихъ изслѣдованныхъ тѣлъ, увеличиться съ повышеніемъ температуры, и очень вѣроятно, что при той температурѣ, при которой уголь будетъ близокъ къ плавленію, его атомная теплоемкость будетъ приближаться къ 6,3.

Физическое постоянство угля находится, безъ сомнѣнія, въ связи съ его химическимъ постоянствомъ. Это есть тѣло, не обладающее, повидимому, энергіей: такъ уголь не растворяется ни въ одной изъ извѣстныхъ жидкостей и ни съ чѣмъ, **при обыкновенной температурѣ, не соединяется**, есть тѣло не дѣятельное, подобное азоту. Но эти свойства угля измѣняются при возвышенной температурѣ. Такъ въ отличіе

отъ азота, уголь способенъ при высокой температурѣ соединяться съ кислородомъ. Это извѣстно каждому по способности угля къ горѣнію, даже въ воздухѣ, не только въ чистомъ кислородѣ. Впрочемъ, не одинъ кислородъ способенъ **при накаливаніи, соединяться съ углемъ.** Эту способность имѣютъ не только сѣра, но и водородъ, даже желѣзо и нѣкоторые другіе металлы, только при весьма высокой температурѣ, т. е. когда уголь уже приближается къ состоянію большой подвижности своихъ частей; при обыкновенной же температурѣ, ни кислородъ, ни сѣра, ни металлы не дѣйствуютъ на уголь. Если воздухъ при обыкновенной температурѣ можетъ служить иногда къ воспаленію угля, то это зависитъ отъ его пористости, а не отъ способности прямо соединяться съ кислородомъ при обыкновенной температурѣ. Пористый уголь, какъ губчатая платина, можетъ сгущать въ себѣ воздухъ, черезъ что возвышается температура точно такъ, какъ въ извѣстномъ огнѣ, дѣйствующемъ посредствомъ сгущенія воздуха. Черезъ сгущеніе воздуха, температура можетъ повышаться до того, что уголь воспламеняется. Старая въ воздухѣ или кислородѣ, уголь даетъ одинъ только продуктъ, углекислый газъ CO_2 , если только количество кислорода будетъ достаточно для образованія этого соединенія. Накаленный уголь въ парахъ сѣры также горитъ, образуя CS_2 ; съ желѣзомъ, при накаливаніи, уголь соединяется, образуя чугуны; при сильномъ накаливаніи, производимомъ пропусканіемъ гальваническаго тока чрезъ угольные электроды, уголь горитъ въ водородѣ, т. е. соединяется съ нимъ, образуя пахучій газъ, называемый ацетиленомъ, C_2H_2 . Съ азотомъ уголь прямо не соединяется, сколько то извѣстно, но въ присутствіи металловъ и металлическихъ, въ особенности, щелочныхъ окисловъ, смѣсь угля съ ними поглощаетъ азотъ, образуя синеродистый металлъ, наприм. синеродистый калий KCN . Эти немногія прямыя соединенія, какими способенъ уголь, могутъ служить, какъ мы увидимъ далѣе, къ образованію того громаднаго количества углеродныхъ соединеній, какія входятъ въ составъ растений и животныхныхъ, и получаютъ искусственно. Весьма немногіе кислородныя вещества отдають часть своего кислорода углю при низкихъ температурахъ. Такъ азотная кислота, при кипяченіи съ углемъ, даетъ CO_2 и NO_2 . Сѣрная кислота раскисляется въ сѣрнистый газъ при нагреваніи съ углемъ. При накаливаніи же уголь отнимаетъ кислородъ отъ огромнаго числа окисловъ. Даже такіе окислы, какъ окислы натрія и калия, и т. д. уступаютъ при накаливаніи свой кислородъ углю, хотя и отдають его водороду. Только немногіе окислы, подобныя

кремнезему (окисель кремнія) и извести (окисель кальція) сопротивляются возстановляющему дѣйствию угля. Неизмѣнность угля отъ дѣйствія атмосферныхъ вліяній, отъ которыхъ измѣняются даже каменныя вещества и большинство металловъ, служатъ нерѣдко и для практики. Такъ, напримѣръ, въ межевыя ямы всыпають уголь, дерево обжигаютъ съ поверхности, чтобы сдѣлать его удобосохраняемымъ въ почвѣ и влажныхъ мѣстахъ, гдѣ само дерево скоро тлѣетъ, и т. п.

И такъ, уголь обладаетъ при высокой температурѣ способностью давать нѣсколько соединений, а при обыкновенной температурѣ онъ есть тѣло чрезвычайно упорное, не вступающее почти ни въ какія реакціи, ни въ чемъ нерастворимое и физически весьма постоянное. Не измѣняя этихъ основныхъ свойствъ, уголь можетъ претерпѣвать нѣкоторыя измѣненія въ своихъ физическихъ свойствахъ, т. е. переходить въ такъ называемыя **изомерныя** или аллотропическія **видоизмѣненія** (стр. 326). Сюда принадлежатъ двѣ особыя формы, въ которыхъ является углеродъ, именно **графитъ** и **алмазь**. Оба эти вещества нельзя считать тѣлами, химически различающимися отъ угля, потому что всѣ химическія свойства послѣдняго повторяются и надъ ними. Химическое тождество ихъ видно не только изъ того, что одинаковое количество всѣхъ этихъ трехъ веществъ при сожиганіи въ кислородѣ при дѣйствіи сильного жара, даетъ одинаковое количество углекислаго газа (а именно 12 частей угля, алмаза и графита въ чистомъ видѣ даютъ при сожиганіи 44 вѣсовыхъ части углекислаго газа); но также и изъ того, что графитъ и алмазь неплавки, нелетучи, ни въ чемъ нерастворимы, при обыкновенной температурѣ ни съ чѣмъ не соединяются, совершенно какъ и уголь. Различіе трехъ видовъ углерода, вѣроятно, имѣетъ чисто физическій характеръ; если можно такъ выразиться, оно происходитъ не отъ различія атомовъ, можетъ быть даже и не отъ различія въ частицахъ, но отъ различія распредѣленія частицъ, т. е. не отъ химическаго, а отъ физическаго отношенія. Въ физическомъ же отношеніи дѣйствительно различіе весьма рѣзко: уголь никогда нельзя получить плотности болѣе 2,0; графитъ имѣетъ плотность 2,3; алмазь же имѣетъ плотность около 3,5. Отъ этого различія въ плотности зависятъ множество другихъ свойствъ; такъ напримѣръ горючесть; чѣмъ легче уголь, тѣмъ подобнѣе онъ сожигается; графитъ горитъ даже въ кислородѣ весьма затруднительно; алмазь при накалываніи превращается въ графитообразную массу и тогда уже только горитъ. При горѣніи угля, алмаза и графита отдѣляется не одинаковое количество тепла, что показываетъ дѣйствитель-

ное соотношеніе между этими видоизмѣненіями углерода. При сжиганіи въ углекислый газъ одной вѣсовой части древеснаго угля отдѣляется 8080 единицъ тепла (т. е. одна часть угля способна нагрѣть 808 вѣсовыхъ частей воды на 10 градусъ); плотный уголь, отлагающійся въ газовыхъ ретортахъ, выделяетъ 8,050 единицъ тепла; природный графитъ 7,800 единицъ тепла; а алмазь 7,770 единицъ тепла. Чѣмъ больше плотность, тѣмъ меньше тепла выделяетъ видоизмѣненіе углерода. Вмѣстѣ съ тѣмъ измѣняется и теплоемкость углерода: такъ, растительный уголь имѣетъ теплоемкость 0,240, графитъ 0,200, алмазь 0,147. Графитъ и алмазь суть кристаллическія видоизмѣненія углерода, но неодинаковой природы. **графитъ** безъ сомнѣнія есть кристаллическое видоизмѣненіе происшедшее при дѣйствіи жара, а алмазь по всей вѣроятности при обыкновенной температурѣ, или по крайней мѣрѣ при невысокой. Это видно изъ искусственныхъ способовъ полученія этихъ веществъ. Уголь можно превратить въ графитъ дѣйствіемъ сильнаго жара; если угольную палочку въ 4^{мм} діаметромъ и въ 5^{мм} длиною, помѣстить въ безвоздушное пространство и пропустить черезъ нее токъ отъ 600 бунзеновскихъ элементовъ, расположенныхъ въ параллельныя ряды по 100, то уголь сильно раскаляется, что можно замѣтить по сильному отдѣленію свѣта. При этомъ сильномъ накаливаніи часть угля улетучивается и осаждается въ формѣ графита. Уголь, полученный отъ прокаливанія сахара, положенный въ тигель, сдѣланный изъ того же вещества, отъ дѣйствія вышеназваннаго сильнаго гальваническаго тока, слагается въ одну массу, образуя вещество, подобное графиту. Продолжительность дѣйствія въ этомъ случаѣ не имѣетъ вліянія: всегда происходитъ только одинъ графитъ. Если уголь смѣшать съ желѣзомъ и накалить, то получается чугуны: растворяется въ желѣзѣ до 5% угля. Если расплавленный чугуны быстро охладить, то тогда уголь остается въ соединеніи съ желѣзомъ и образуетъ такъ называемый бѣлый чугуны; но если охлажденіе производить медленно, то большая часть углерода выдѣлится въ видѣ графита, и если, потомъ, такой чугуны (такъ называемый сѣрый) растворить въ кислотѣ, то остается въ формѣ графита. Графитъ встрѣчается и въ природѣ, иногда въ видѣ большихъ сплошныхъ массъ, иногда же онъ проникаетъ каменныя породы въ родѣ шиферъ или сланцовъ, а именно встрѣчается въ тѣхъ мѣстахъ, которыя были подвержены, по всей вѣроятности, дѣйствію сильнаго подземнаго жара ¹⁾. Графитъ нерѣдко въ природѣ

¹⁾ Есть мѣста, гдѣ антрацитъ превращается постепенно въ графитъ.

является въ кристаллическомъ видѣ въ формѣ шестистороннихъ табличекъ; но чаще всего онъ представляетъ сплошную аморфную массу, которая характеризуется извѣстнымъ для себя свойствомъ карандашей. Карандаши дѣлаются изъ графита, предварительно обработаннаго въ однородную массу, черезъ отмучиваніе, измельченіе и удаленіе подмѣсей каменистыхъ веществъ, лучшіе же сорта готовятъ изъ совершенно однороднаго графита, выпиливая изъ него подходящія палочки. Графитъ встрѣчается во многихъ мѣстностяхъ; у насъ въ особенности знаменитъ такъ называемый Алиберовскій графитъ, встрѣчающійся около китайской границы въ Алтайскихъ горахъ; во многихъ мѣстностяхъ Финляндии и на берегахъ Малой Тунгуски найдено также значительное количество графита. Алиберовскій графитъ отличается весьма большою однородностью и можетъ быть употребленъ непосредственно для карандашей; но обыкновенно графитъ содержитъ въ себѣ большое количество землистыхъ примѣсей и потому при сожиганіи выдѣляетъ значительное количество золы. Графитъ, подобно большей части углей, содержитъ еще нѣкоторое количество водорода, кислорода и азота, такъ что въ чистѣйшихъ видахъ природнаго графита содержится не болѣе 98% углерода.

Для очищенія графита въ практикѣ, употребляютъ простую промывку мелко растертаго графита, чрезъ что отдѣляются болѣе грубыя каменные части. Но этимъ способомъ не получается совершенно чистый графитъ.

Способъ, предложенный для этой цѣли Броди, состоитъ въ томъ, что измельченный графитъ смѣшиваютъ съ $\frac{1}{14}$ частью по вѣсу бертолетовой соли; смѣсь обливаютъ двойнымъ по вѣсу количествомъ серной кислоты и нагреваютъ до тѣхъ поръ, пока перестанутъ отдѣляться пахучіе газы; по охлажденіи, смѣсь бросаютъ въ воду и промываютъ; затѣмъ графитъ просушиваютъ и прокалываютъ до краснокалильнаго жара; при этомъ графитъ значительно увеличивается въ своемъ объемѣ и превращается въ чрезвычайно мелкій порошокъ, который однако нужно промыть. Въ этомъ последнемъ видѣ, графитъ весьма удобенъ для множества примѣненій. Примѣненія графита состоятъ не только въ употребленіи прессованной изъ него массы для карандашей, но также и въ смѣси съ глиною онъ применяется для дѣланія огнеостойныхъ тиглей или горшковъ, назначаемыхъ для плавки металловъ. Чрезвычайно высокая температура, при которой начинается горѣніе графита, позволяетъ употреблять его съ этою цѣлью. Отсутствие способности къ плавленію въ жарѣ нашихъ

жаръ углубленія словесъ. Я самъ имѣлъ случай наблюдать такое постепенное превращеніе въ долині Аосты, около Монблана, недалеко отъ Курмаюра, около теплыхъ минеральныхъ водъ. Между графитомъ и углями составляютъ переходъ плотные угли, коксъ и металлическій уголь газовыхъ ретортъ.



печей дѣлаютъ его въ этомъ отношеніи чрезвычайно огнепостояннымъ и потому способнымъ выдерживать жаръ. Оттого графитъ и употребляютъ нерѣдко для натиранія металлическихъ издѣлій, подверженныхъ дѣйствию жара. Графитъ употребляютъ также для масляной краски, которою покрываютъ листы кровельнаго желѣза и др. металлическихъ издѣлія, чтобы защитить ихъ отъ ржавчины. Графитъ хорошо проводитъ электричество, и оттого порошкомъ его натираютъ гипсовые и др. формы, назначенныя для гальванопластическихъ оттисковъ. Для практическихъ цѣлей важно опредѣлить въ графитѣ содержание золи и углеродистаго вещества, что производится чрезъ сожиганіе въ кислородъ, причемъ опредѣляется вѣсъ образующейся CO_2 (что даетъ количество углерода) и вѣсъ пепла, остающагося отъ сожиганія. Чистые сорта графита содержатъ обыкновенно не менѣе 5% золи. Дѣйствуя на графитъ нѣсколько разъ нагрѣтою до 60° смѣсью бертолетовой соли съ азотною кислотою, Броди превратилъ его въ желтое нерастворимое кислотное вещество, названное имъ графитовою кислотою $\text{C}^{11}\text{H}^4\text{O}^5$.

Алмазъ представляетъ видоизмѣненіе углерода кристаллическое и прозрачное. Кристаллы алмаза нерѣдко достигаютъ значительной величины; они принадлежатъ къ правильной системѣ и являются въ разнообразныхъ ея формахъ. Часто алмазъ является въ совершенно образованныхъ октаэдрахъ, гранатоэдрахъ, кубахъ и въ различныхъ комбинаціяхъ формъ правильной системы. Но иногда алмазъ является въ формѣ совершенныхъ шариковъ и въ этомъ послѣднемъ случаѣ не представляетъ возможности граненія; когда такой шарообразный алмазъ начинаютъ шлифовать, или вообще разрушать его поверхность, онъ разсыпается на мелкіе куски. Нерѣдко мелкіе кристаллы алмаза образуютъ сплошную массу, подобную массѣ сахара. Такая кристаллическая масса алмаза обыкновенно измельчается для полученія алмазнаго порошка, назначеннаго для шлифовки алмазовъ. Извѣстны также видоизмѣненія алмаза, почти совершенно непрозрачныя, обыкновенно чернаго стального цвѣта. Порошокъ такого алмаза также твердъ, какъ и обыкновенный алмазъ и потому употребляется для полировки алмаза и другихъ драгоценныхъ камней. Такой алмазъ обыкновенно содержитъ въ себѣ нѣкоторое количество негорючихъ веществъ и представляетъ меньшую плотность, чѣмъ прозрачный алмазъ. Это до нѣкоторой степени переходная форма отъ алмаза къ графиту. Тожество состава алмаза и угля, доказанное сожиганіемъ и предугаданное, конечно, отчасти случайно, еще Ньютономъ, при опредѣленіи высокаго коэффициента преломленія алмаза, давно заставляло отыскивать средства искусственнаго полученія этого драгоценнаго камня. Усилія, направленные въ этомъ отношеніи, однако, хотя и не остались вполнѣ безуспѣшными, не при-

вели еще къ возможности получения большихъ кристалловъ алмаза, потому что тѣ способы, которыми обыкновенно получаютъ кристаллы, неприменимы къ углероду ¹⁾. Дѣйствительно, углеродъ не растворимъ и не плавится, то есть не переходитъ въ жидкое состояніе, при посредствѣ котораго обыкновенно и производится кристаллизація. Углеродъ, хотя и выдѣляется изъ своихъ соединений при дѣйствіи электричества и жара, но въ обоихъ случаяхъ, при этомъ, образуетъ некристаллическій уголь. Впрочемъ, при дѣйствіи жара алмаза нельзя и надѣяться получить, — не этимъ путемъ, вѣроятно, образовался онъ и въ природѣ. Такъ можно думать по той причинѣ, что при дѣйствіи жара алмазъ измѣняется, становится непрозрачнымъ и походитъ на виды плотнаго угля, или графитъ. Притомъ алмазъ находятъ и въ природѣ въ породахъ происшедшихъ, по всей вѣроятности, воднымъ путемъ, а именно или въ силюшней породѣ, извѣстной подъ названіемъ стаболумита и въ розсыпяхъ, которыя, по всей вѣроятности, произошли черезъ разрушеніе водою этой породы. Такія розсыпи, при промывкѣ, и оставляютъ алмазъ; онъ находится преимущественно въ Бразиліи въ провинціяхъ Рио и въ Бахія. Эти розсыпи при промывкѣ даютъ, кромѣ чернаго песку или такъ называемаго каскаль, черный или аморфный алмазъ и обыкновенный безцвѣтный прозрачный алмазъ. Такъ какъ алмазъ обладаетъ весьма яснымъ истощеніемъ, то первая его обработка состоитъ въ раскалываніи алмаза (clivage), а потомъ уже слѣдуютъ: грубая и болѣе тонкая полировка, производимая посредствомъ алмазнаго порошка. Только въ формѣ совершенно мелкаго порошка, алмазъ можно подвергать сжиганію, при первомъ накалываніи онъ вспучивается превращаясь въ черный, легкій порошокъ, и тогда уже кислородъ легко на него дѣйствуетъ, но и то, однако, только при сильномъ накалываніи, подобно тому какъ на графитъ и плотные виды угля.

Опишемъ теперь различныя другія видоизмѣненія болѣе или менѣе чистаго угля, встрѣчающіяся въ природѣ и въ промышленности. Та важная роль, которую эти вещества имѣютъ въ этомъ послѣднемъ отношеніи, заставляетъ обратить на нихъ вниманіе, хотя, собственно говоря, ни одно изъ этихъ веществъ не представляетъ какого-либо опредѣленнаго химическаго соединенія, и потому, собственно, все они относятся уже къ области техники.

¹⁾ Попытки искусственнаго получения алмаза привели къ тому, что его удалось имѣть нѣсколько разъ въ видѣ совершенно мельчайшихъ микроскопическихъ кристалловъ, представляющихъ черный порошокъ, но подъ микроскопомъ прозрачныхъ и обладающихъ твердостью, которая свойственна только алмазу. Такой алмазный порошокъ полученъ черезъ пропусканіе слабого газобразнаго тока черезъ нѣкоторыя углеродистыя жидкости.

Разные виды угля, употребляющиеся въ практикѣ и находящиеся въ природѣ, составляютъ продукты измѣненія остатковъ углеродныхъ веществъ растений и животныхъ подъ вліаніемъ жара или воды, при маломъ доступѣ воздуха. Ни одно органическое вещество не заключаетъ въ себѣ столько кислорода, чтобы его было достаточно не только для соединенія съ водородомъ, чтобы образовать воду, но и для того, чтобы съ углеродомъ, находящимся въ растительныхъ веществахъ, образовать углекислый газъ.

Для соединенія съ 1 частью водорода необходимо 8 частей, по вѣсу, кислорода; а для соединенія съ 1 частью углерода, чтобы дать углекислый газъ, необходимо $2\frac{2}{3}$ части кислорода по вѣсу; а потому въ растительныхъ веществахъ, содержащихъ n частей, по вѣсу, углерода и m частей, по вѣсу, водорода, заключается кислорода меньше чѣмъ $2\frac{2}{3}n + 8m$. Такъ напр. большая часть древесины состоитъ изъ такъ называемой клетчатки $C^6H^{10}O^5$. Изъ этой формулы уже ясно видно, что кислорода не достаточно для превращенія водорода въ воду и углерода въ углекислый газъ; потому что для C^6 необходимо O^{12} чтобы образовать $6CO^2$. Кромѣ того для водорода необходимо 5 частей кислорода, следовательно всего для полного сжиганія углерода и водорода необходимо 17 частей кислорода, а его заключается только 5. Это соображеніе относится и до всѣхъ остальныхъ органическихъ веществъ. Органическія вещества при дѣйствіи воздуха могутъ такъ окисляться, что весь углеродъ и весь водородъ, въ нихъ заключающіеся, превратятся въ углекислый газъ и воду. Такому измѣненію подвергаются остатки растений и животныхъ, когда медленно гниютъ и глѣбютъ или быстро горятъ при прямомъ доступѣ избытка кислорода воздуха.

Но если доступъ воздуха или, правильнѣе, кислорода ограниченъ, то тогда, судя по вышешприведенному, полного превращенія въ пары и газы быть не можетъ, и если условія, въ которыхъ находится органическое вещество, таковы, что разложеніе происходитъ, то долженъ оставаться уголь, особенно потому, что это вещество не летуче. Всѣ органическія вещества не прочны, они не выдерживаютъ жара и даже измѣняются при обыкновенной температурѣ со временемъ легко, въ особенности въ присутствіи воды. Поэтому становится понятнымъ, что черезъ измѣненіе веществъ, входящихъ въ составъ организмовъ, можетъ во многихъ случаяхъ получиться уголь, но онъ никогда при этомъ не получается въ чистомъ видѣ.

Измѣненіе органическаго вещества не столь просто, какъ предполагается въ предъидущихъ строкахъ, т. е. изъ органическаго вещества не выдѣляется только вода и углекислый газъ: углеродъ, водородъ и кислородъ могутъ давать множество разнообразныхъ соединений; нѣкоторыя изъ этихъ соединений летучи, газообразны, растворимы въ водѣ; они и уносятся изъ органическаго вещества, измѣняющагося безъ доступа воздуха. Другія, напротивъ того, нелетучи, богаты углеродомъ, постоянны подъ вліаніемъ жара и различныхъ другихъ дѣателей. Эти послѣднія остаются на мѣстѣ разложенія и составляютъ подмѣсъ къ углю; такова напр. подмѣсъ смолы. Смола, какъ извѣстно каждому, представляетъ вещество, трудно измѣняющееся. Особый родъ смолообразныхъ веществъ происходитъ каждый разъ,

когда органическія вещества измѣняются безъ доступа воздуха. Эти то смолы и составляютъ чаще всего неизбѣжную подмѣсь, получающуюся при разложеніи органическихъ веществъ безъ доступа воздуха. Смотря по тому, сколь продолжительно и сколь энергично было разлагающее вліяніе, количество тѣхъ веществъ, которыя находятся въ подмѣси къ углю, будетъ весьма различно. Такъ, напр., при первомъ дѣйствіи жара на дерево, оно выдѣляетъ сперва влагу, потомъ бурѣетъ, но тогда содержитъ еще много кислорода и водорода. При болѣе продолжительномъ дѣйствіи, количество этихъ послѣднихъ элементовъ уменьшается; относительное содержаніе угля въ остаткѣ увеличивается, хотя часть его и уносится въ видѣ летучихъ продуктовъ разложенія или сухой перегонки. Чѣмъ сильнѣе жаръ прокаливанія, тѣмъ меньше получается угля, но тѣмъ меньше будетъ въ остающемся углѣ содержаніе водорода и кислорода. Приводимая здѣсь таблица показываетъ по даннымъ Виолетта тѣ измѣненія, которымъ подвергается дерево при разныхъ температурахъ, будучи подвержено сухой перегонкѣ посредствомъ перегрѣтаго водянаго пара.

Температура прокаливанія, въ градусахъ Цельсія.	Количество оставшагося угля изъ 100 частей ольхи.	Въ 100 частяхъ оставшагося угля.				
		С.	Н.	О и N.	Зола.	
150	100	47,5	6,1	46,3	0,1	
280	36,2	71,6	4,7	22,1	0,6	
350	29,7	76,6	4,1	18,4	0,6	
432	18,9	81,6	1,9	15,2	1,2	
1032	18,7	81,9	2,3	14,1	1,6	
1160	17,4	83,3	1,7	13,8	1,2	
1250	17,9	88,1	1,4	9,2	1,2	
1300	17,5	90,8	1,6	6,5	1,1	
1500	17,3	95,5	0,7	3,8	0,7	
еще выше	15,0	96,5	0,6	0,9	1,9	

Уголь обыкновенно имѣетъ еще видъ и строеніе того вещества, изъ котораго онъ полученъ; такъ, въ обыкновенномъ углѣ, получающемся изъ дерева, замѣтны слѣды тѣхъ наслоеній древесины, какими отличается дерево. Чѣмъ значительнѣе разложеніе, которому было подвержено вещество, тѣмъ менѣе замѣтны остатки органическаго строенія въ получаемомъ углѣ; такъ что даже по внѣшнему виду возможно судить о томъ, какъ далеко пошло разложеніе органическаго вещества. По составу это еще будетъ очевиднѣе, что можно видѣть уже изъ примѣровъ предыдущей таблицы. Совершенно чистаго углерода путемъ измѣненія отъ дѣйствія жара, или вообще, путемъ измѣненія безъ доступа воздуха получить невозможно. Это зависитъ уже отъ одного того, что во всякомъ организмѣ находится, кромѣ веществъ, содержащихъ углеродъ, водородъ и кислородъ, еще рядъ минеральныхъ веществъ, которыя также, какъ уголь, нелетучи и остаются на томъ мѣстѣ, гдѣ происходитъ разложеніе, и потому во всякомъ углѣ находится всегда большее или меньшее количество нелетучаго и не горящаго пепла или **зола**, постоянно находящагося въ растеніяхъ. При дѣйствіи воды, кислотъ и щелочей, конечно, часть этихъ веществъ растворяется въ водѣ; но всѣхъ негорючихъ подмѣсей этимъ

путем удалить нѣтъ возможности. Такимъ образомъ, уголь называютъ не летучій остатокъ измѣненія органическихъ веществъ, содержащей всегда кромѣ углерода, подмѣсь минеральныхъ веществъ, бывшихъ въ органической ткани, а также и подмѣсь нелетучихъ органическихъ веществъ, состоящихъ или изъ веществъ не окончательно разложившихся, или изъ смолоподобныхъ, трудно летучихъ и трудно измельчающихся веществъ.

Послѣ этого общаго соображенія, относящагося до всѣхъ видоизмѣненій угля, въ природѣ и въ практикѣ употребляющихся, мы рассмотримъ главнѣйшія формы углей, имѣющихъ значеніе въ технику. Здѣсь мы послѣдовательно разберемъ уголь древесный и способы его получения и свойства, потомъ уголь животный, получаемый изъ животныхъ веществъ; тотъ и другой получаютъ при дѣйствіи жара. Затѣмъ опишемъ углеродистыя вещества, получающіяся въ природѣ черезъ обугливаніе подъ водою и извѣстныя подъ названіемъ минеральныхъ видовъ топлива; сюда относятся: торфы, лигниты, каменные угли и антрациты. Всѣ эти природные виды угля образовались, повидимому, въ однообразныхъ условіяхъ, а именно при дѣйствіи влажности безъ доступа воздуха или при маломъ доступѣ его.

Но прежде чѣмъ говорить обо всѣхъ этихъ видахъ угля, считаемъ не безполезнымъ остановиться на тѣхъ веществахъ, изъ которыхъ большинство угля получается, т. е. на деревѣ и на веществахъ, образующихъ ткань растений.

Дерево есть отжившая часть древеснаго растенія; живая часть обыкновенныхъ деревъ находится между корою и древесиной. Ежегодно изъ соковъ, поглощаемыхъ корнями и перерабатываемыхъ листьями, отлагается въ этой части дерева древесинный слой; поэтому то о числѣ лѣтъ дерева и можно судить по числу древесинныхъ слоевъ, въ немъ находящихся. На слѣдующій годъ соки двигаются уже не по отложенному слою, а по новому, между корою и древесиной. Такимъ образомъ, прежде отложенные слои служатъ только опорой для живущихъ частей растенія. Живущее дерево можно разсматривать какъ совокупность многихъ растений живущихъ на этой опорѣ. Масса дерева состоитъ преимущественно изъ клѣтчатой ткани, въ которой отложилась древесина или такъ называемое шкрупствующее вещество. Клѣтчатка имѣетъ составъ $C^6H^{10}O^5$; отложенное же на ней вещество содержитъ больше С и Н и меньше кислорода. Эта масса вещества пропитана влажностью въ свѣжемъ состояніи дерева. Свѣжая береза содержитъ около 31% воды, липа 47%, дубъ 35%, сосна и ель около 37%. Высыхая на воздухѣ, дерево теряетъ значительное количество воды, оттого то въ березѣ остается не болѣе 19%, въ ели и соснѣ не болѣе 17%, въ дубѣ и другихъ деревьяхъ также около того же количества процентовъ воды. При искусственномъ высушиваніи потеря воды еще увеличивается. Сухое дерево служить лучшимъ топливомъ, чѣмъ влажное уже по одному тому, что для испаренія влажности, содержащейся въ деревѣ, требуется нѣкоторое количество тепла. Дерево наполнено порами, оттого вѣсъ одной кубической хѣры дерева меньше вѣса того же объема воды. Но если въ поры дерева вогнать воду, или, если дерево такъ измельчить, чтобы нарушить его пористую структуру, то оно обавывается тяжелѣе воды,

так как древесина, составляющая дерево, имѣетъ плотность около 1,5. Тяжелыя деревья какъ напр. бакаутъ, представляютъ столь плотную ткань, что тонуть въ водѣ уже и въ обыкновенномъ состояннн. Но 1 кубическнй сантиметръ березы вѣситъ не болѣе 0,901 грамма, ели 0,894, липы 0,817, осины 0,765 въ свѣжемъ состояннн; въ сухомъ же состояннн березы 0,622, сосны 0,550, ели 0,355, липы 0,439, осины 0,430, бакаута или гваяковаго дерева 1,342, чернаго дерева 1,226. Считаемо не лишнимъ привести здѣсь, что на одной десятинѣ, заросшей деревьями, ежегодно приростаеъ его около 3000 килограммовъ, т. е. около 180 пудъ.

Что касается до средняго химическаго состава дерева, то его можно выразить въ состояннн, высушенномъ на воздухѣ такимъ образомъ: гигроскопической воды 15%, углерода 42%, водорода 5%, кислорода и азота 37%, зола 1%. При 150° дерево теряетъ гигроскопическую воду, далѣе разлагается около 300°, даеъ бурый, хрупкнй, такъ называемый красннй уголь, выше 350° получается черннй уголь. Изъ приведеннаго выше средняго состава сыраго дерева ясно, что и оно уже содержитъ значительное количество сгорѣвшихъ элементовъ, потому что заключаетъ довольно много кислорода; почти весь водородъ его можно признавать соединеннымъ съ кислородомъ, потому что для сгорания водорода, заключающагося въ деревѣ, требуется около 40 частей, по вѣсу, кислорода. Итакъ въ деревѣ горитъ слѣдовательно только углеродъ, въ немъ заключающнйся, и потому 100 частей дерева развиваютъ столько же тепла, какъ и 40 частей угля; даже уголь развиваетъ гораздо больше тепла, потому что воду, заключающуюся въ деревѣ, нужно превратить въ паръ, при его горѣннн. Выше приведенный составъ дерева показываетъ, что для нагрѣвання было бы чрезвычайно выгодно употреблять вмѣсто дерева уголь, если бы можно было получить его такое количество, какое соответствуетъ процентному содержанию, т. е. около 40% изъ 100 частей дерева. Обыкновенно однако его получается изъ дерева гораздо меньше, ни какъ не болѣе 30%, потому что часть углерода выдѣляется при всевозможныхъ разложенняхъ въ летучня вещества, а именно въ газы, деготь и т. п. Если требуется дерево далеко перевозить, и, въ особенности, если требуется посредствомъ его получать высокня температуры, то тогда и при такомъ маломъ выходѣ угля становится выгоднымъ добывать изъ дерева уголь, потому что, посредствомъ топлива, содержащаго много влажности или дающаго много воды, какъ дерево, невозможно получить высокнхъ температуръ. Это понятно изъ того, что при горѣннн дерева образуется много водянаго пара, которому, какъ и другимъ продуктамъ горѣння, передается тепло, развивающееся при горѣннн угля; если же данное количество тепла передается болѣею массѣ вещества, то это повизитъ температуру продуктовъ горѣння; по этой то причинѣ, для металлургическихъ производствъ, гдѣ требуется имѣть высокую температуру, употребляютъ обугленное дерево или уголь.

Составъ травянистыхъ частей растений, листьевъ, молодыхъ вѣтвей, стеблей и т. п. отличается отъ состава дерева тѣмъ, что въ этихъ живущихъ частяхъ находится значительное количество сока, а въ этомъ сокѣ находится много азотистыхъ веществъ (въ деревѣ ихъ

очень мало), минеральных солей и большое количество воды. Для примѣра приводимъ составъ клевернаго и луговаго сѣна въ сыромъ и высушенномъ состояннн. Въ 100 частяхъ сыраго клевера около 80% воды и около 20% сухаго вещества, въ которомъ около 3,5 частей азотистыхъ (бѣлковыхъ) веществъ, около 9,5 частей растворимыхъ и около 5 частей нерастворимыхъ безазотистыхъ веществъ и зола около 2%. Въ сухомъ клеверѣ или клеверномъ сѣнѣ около 15% воды, 13% азотистыхъ и 7% зольныхъ веществъ. Въ луговомъ сухомъ сѣнѣ, около 15% влажности, 7% зола, 10% азотистыхъ, 40% растворимыхъ безазотистыхъ веществъ и 28 кѣтчатки.

Высушенное травянистое вещество состоитъ изъ такой же древесины, какъ и дерево, смѣшаной съ веществами болѣе ея растворимыми, какъ то: крахмаломъ, азотистыми веществами и солями. Этотъ составъ травянистыхъ веществъ показываетъ, что они могутъ образовывать такой же уголь, какъ и самое дерево. Онъ въ то же время показываетъ и причину того различнн питательности, какое существуетъ между деревомъ и названными веществами. Эти послѣднн служатъ пищей животныхъ, потому что содержатъ въ себѣ вещества, способныя растворяться (входить въ кровь) и образовывать тѣло животныхъ. Замѣтимъ здѣсь, что при хорошемъ урожаѣ, десятина земли въ видѣ травъ можетъ давать такое же количество углеродистыхъ веществъ, какое она даетъ въ видѣ дерева. Изъ сказаннаго будетъ понятно, что по содержанию углерода и т. п. нельзя судить объ томъ, образовался ли каменный и тому подобныя виды ископаемаго угля изъ деревянистыхъ или травянистыхъ растений. Нѣкоторые виды такихъ веществъ несомнѣнно образовались изъ травянистыхъ веществъ, какъ напр. торфъ; можетъ быть и большинство каменныхъ углей образовались, какъ утверждаютъ нѣкоторые, не изъ дерева, а изъ остатковъ травянистыхъ водорослей, жившихъ въ допотопныхъ моряхъ, какъ они и нынѣ въ огромныхъ массахъ находятся въ океанахъ. Чтобы въ общнхъ чертахъ понять тотъ процессъ измѣненн, которому подвергается дерево и другня части растений при образованнн углей стоитъ взглянуть на приводимыя въ таблицахъ (стр. 523 и др.) составы нѣкоторыхъ видовъ веществъ, происходящихъ изъ растений. Здѣсь очевидно, что измѣненн растительности подл влияннемъ жара и въ тѣхъ обстоятельствахъ, въ какихъ произошли ископаемыя виды топлива, состоитъ въ удаленн водорода и кислорода, черезъ что и получается масса, болѣе богатая углемъ, т. е. болѣе способная для нагрѣванн, чѣмъ самое дерево.

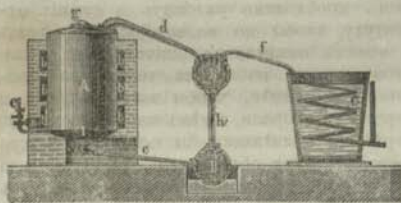
Древесный уголь получается или въ такъ называемыхъ кучахъ, при неполномъ сгоранн дерева, или при сухой перегонкѣ дерева, т. е. при накалыванн его совершенно безъ доступа воздуха. Добыча его производится преимущественно для металлургическихъ производствъ, особенно же для выплавки желѣза и для его ковкн, т. е. для употребленн въ кузницахъ и при сваркѣ желѣза. Для такихъ производствъ требуется огромное количество угля, но онъ исключительно употребляется, только въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ или существуетъ недостатокъ минеральнаго топлива, или гдѣ лѣсъ находится еще въ большомъ изобилнн. Полученнн угля въ кучахъ, когда накалыванн производится посредствомъ сожиганн части дерева, представляетъ то удобство, что на вслкомъ мѣстѣ въ лѣсу можетъ быть произведена добыча угля. Но

при этомъ теряются всѣ продукты сухой перегонки, которые при второмъ способѣ, т. е. при добычѣ въ закрытыхъ пространствахъ могутъ быть собираемы и употребляемы для различныхъ цѣлей, а именно газообразные продукты—для освѣщенія и отопленія, жидкіе же для получения дегтя, уксусной кислоты и т. п. Для обжиганія угля обыкновенно устраиваютъ костры или кучи, въ которые плотно накладываютъ или горизонтально, или вертикально или наклонно, бревна, образуя такимъ образомъ кучу, диаметромъ отъ одной сажени до восьми и даже болѣе. Промежутки между деревьями закладываются сучьями, препятствующими большому притоку воздуха. Внизу кучи оставляется нѣсколько горизонтальныхъ ходовъ для движенія воздуха, а въ серединѣ отверстіе для выхода дыма. Кучу съ поверхности покрываютъ дерномъ значительной толщины, въ особенности сверху, чтобы тѣмъ прекратить свободный токъ воздуха и сосредоточить жаръ внутри кучи. Поверхъ дерна насыпаютъ еще землю или уголь. Зажиганіе начинаютъ съ середины и обращаютъ главное вниманіе на то, чтобы огонь и жаръ внутри кучи распространялись по всюду равномерно. При этомъ необходимо соблюдать, чтобы дымъ не проходилъ черезъ массу земли, покрывающей костеръ, а направлялся бы исключительно черезъ отверстіе оставленное на верху для выхода дыма. Однако часть паровъ и дыма проходитъ черезъ нижнюю часть костра, гдѣ закрышка дѣлается не плотною.

Мало-по-малу отъ жара происходитъ высыханіе дерева и начинается его горѣніе, костеръ осѣдаетъ и необходимо слѣдить и поправлять дерновую оболочку. По мѣрѣ того какъ горѣніе распространяется во всемъ кострѣ, температура дерева повышается и начинается истинная сухая перегонка, причемъ необходимо заложить и нижнія отверстія, дающія доступъ воздуху, чтобы по возможности избѣжать лишняго горѣнія, которымъ можетъ сожигаться значительное количество самаго угля. При этомъ нужно наблюдать только за тѣмъ, чтобы горѣніе шло какъ можно медленнѣе, чтобы часть топлива, а именно летучіе продукты перегонки сгорали, и тѣмъ жаромъ, который развивается черезъ это горѣніе, разлагалась бы остальная масса дерева. Очевидно, что въ серединѣ кучи обугливаніе будетъ гораздо болѣе полное, и потому подъ конецъ необходимо открывать доступъ воздуха къ нижнимъ частямъ, чтобы усилить въ нихъ жаръ и произвести разложеніе. Сущность всего этого процесса состоитъ въ томъ, что часть топлива горитъ и тѣмъ жаромъ, который развивается, способствуетъ сухой перегонкѣ остальной массы дерева. Открывая и закрывая отверстія, проводящія воздухъ, можно управлять притокомъ воздуха, служащаго для горѣнія, а, слѣдовательно, и степенью жара и тѣмъ мѣстомъ, гдѣ горѣніе совершается, и потому можно достигнуть полнаго обугливанія во всѣхъ частяхъ кучи. Такое обугливаніе въ кучахъ длится недѣли двѣ и оканчивается тѣмъ, что накопленные угли тушатъ разбрасывая или засыпая землею. Окончаніе обугливанія опредѣляется тѣмъ, что изъ кучи выдѣляются уже не продукты сухой перегонки, горящіе яркимъ пламенемъ, а только блѣдно-синее пламя горящей окиси углерода. Сухое дерево даетъ въ кучахъ около $\frac{1}{4}$ своего вѣса угля. Влажное дерево даетъ меньше угля уже по одному

тому, что вода съ накаленнымъ углемъ (стр. 205) даетъ газы: (водяной газъ) CO , CO^2 и H^2 .

100 частей сухаго дерева, кромѣ 25% угля, могутъ, при сухой перегонкѣ, дать около 10 и болѣе процентовъ дегтя и около 40% водянистой жидкости, содержащей въ себѣ уксусную кислоту и древесный спиртъ. Во всякомъ же случаѣ при сухой перегонкѣ дерева теряется въ видѣ газообразныхъ продуктовъ перегонки до 25%. Впрочемъ и тѣ газы, которые получаютъ при сухой перегонкѣ дерева, могутъ идти для освѣщенія или нагрѣванія, потому что они не отличаются отъ обыкновеннаго свѣтильнаго газа, который получается между прочимъ и изъ дерева. Такъ какъ древесный уголь и деготь представляютъ цѣнные продукты, то въ некоторыхъ случаяхъ сухую перегонку дерева ведутъ преимущественно для ихъ производства. Для этой цѣли, въ особенности, пригодны тѣ сорта дерева, которые содержатъ смолистыя вещества, особенно хвойныя дерева, какъ ель, сосна и т. п.; береза, дубъ и ясень даютъ гораздо меньше дегтя; но зато они образуютъ больше водянистой жидкости или древесной кислоты. Эта послѣдняя употребляется для приготовления древеснаго спирта $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ и уксусной кислоты $\text{C}^2\text{H}^4\text{O}^2$. Когда сухая перегонка дерева ведется для получения газа, дегтя или уксусной кислоты, тогда уголь составляетъ побочный продуктъ. Разумѣется, если есть возможность собрать все продукты сухой перегонки, то чрезвычайно выгодно вести ее такъ, чтобы все эти вещества получить въ отдѣльности. Въ такомъ случаѣ сухую перегонку производить или въ такъ называемыхъ казанахъ, или въ печахъ.



Фиг. 110. Приборъ для сухой перегонки дерева. А котелъ или реторта съ деревомъ, нагрѣваемая дымовыми ходами *b, b*. Въ трубкахъ *c* и *d* сгущаются трудно летучія смолы собирающіяся въ приемникахъ ВВ. Пары воды и легкихъ продуктовъ перегонки идутъ по трубкѣ *f* въ холодильникъ С, гдѣ и сгущаются. Формы и расположеніе частей однако бываютъ весьма разнообразны, какъ и размѣры. Около $\frac{1}{100}$ естеств. величинъ.

можно высокой. Сухая перегонка дерева въ печахъ производится двоякимъ образомъ; или сжигая въ самой печи часть дерева, чтобы посредствомъ горѣнія этой части подвергнуть сухой перегонкѣ остальную массу дерева;—въ другихъ же случаяхъ помещаютъ дерево въ печь, тонкія стѣны которой окружаются дымовымъ ходомъ, иду-

Казаны суть ни что иное, какъ лежація или стояція цилиндрическія реторты, сдѣланныя изъ котельнаго желѣза, нагрѣваемые тонкой и имѣющія отверстія обыкновенно въ верхней и нижней частяхъ, для выхода легкихъ и тяжелыхъ продуктовъ сухой перегонки.

Въ маломъ видѣ такую перегонку производить въ такихъ же чугунныхъ ретортахъ, какія употребляются для приготовления свѣтильнаго газа. Нагрѣваніе казановъ производить снизу и боковъ и только подъ конецъ мало по малу доводить жаръ до температуры воз-

шимъ отъ тонки, помѣщенной внизу того пространства, въ которомъ помѣщено дерево. Первый способъ даетъ меньше жидкихъ продуктовъ сухой перегонки, второй болѣе. Въ послѣднемъ способѣ, обыкновенно дѣлаютъ внизу печи отверстіе для высыпанія угля, когда сухая перегонка кончена. При этомъ употребляется для сухой перегонки ста частей дерева 40 частей топлива; но при правильномъ устройствѣ трата топлива для сухой перегонки можетъ быть сокращена до 20%.

Существуетъ много переходныхъ способовъ между обжиганіемъ дерева въ кучахъ и въ совершенно закрытыхъ пространствахъ; а именно сюда относятся тѣ способы, при которыхъ обжиганіе угля сопровождается добычей нѣкотораго количества дегтя. Этого достигаютъ въ кучахъ, вырываемыхъ въ землѣ и имѣющихъ покатое дно, по которому и стекаетъ въ особые приемники деготь, выдѣляющійся при обугливаніи дерева. Такой способъ носитъ названіе сидки дегтя и употребляется особенно часто на сѣверѣ Россіи.

Древесный уголь, сгорая, развиваетъ около 8000 единицъ тепла, тогда какъ высушенное на воздухѣ дерево развиваетъ не болѣе 2800 единицъ тепла, а потому 7 частей угля даютъ столько же тепла, сколько 20 частей дерева. А 20 частей дерева способны образовать около 5 частей угля. Этимъ можно руководствоваться при сравненіи нагреванія углемъ и деревомъ. Что же касается до температуры горѣнія, то она для угля можетъ быть гораздо выше, чѣмъ для дерева, т. е. 20 частей горячаго дерева даютъ, кромѣ углекислаго газа, развивающагося и при горѣніи угля, еще около 11 частей воды, нагреваніе паровъ которой потребуетъ значительное количество тепла. При томъ горящее дерево съ трудомъ даетъ равномерную температуру. Сначала оно разлагается, и тогда температура невысока, а потомъ, остается уголь, могущій развивать высшую температуру. Поэтому, уголь постоянно употребляется вмѣсто дерева тамъ, гдѣ нужна высокая температура. Кромѣ горѣнія, нагреванія и возстановленія окисловъ, уголь употребляется еще и для **поглощенія газовъ и другихъ тѣлъ.**

Уже одно сохраненіе угля показываетъ его свойство поглощать газы. Уголь обладаетъ способностью втягивать въ себя воздухъ, пары воды и разные другіе газы; такъ что, при сохраненіи свѣжаго угля, не рѣдко происходитъ самовоспламененіе отъ сгущенія въ немъ значительной массы кислорода воздуха, что нужно имѣть въ виду, обращаясь со свѣжимъ углемъ. Поглотительная способность угля относительно газовъ принадлежитъ къ разряду такихъ же точно явленій поглощенія, какъ и сгущеніе газовъ въ губчатой платинѣ и другихъ пористыхъ веществахъ. Здѣсь очевидно существуетъ явленіе прилипанія газовъ къ твердому тѣлу, точно такъ какъ жидкости обладаютъ способностью прилипать къ различнымъ твердымъ тѣламъ. Прилагаемая таблица показываетъ количество газовъ, поглощаемыхъ различными видами угля, если они были предварительно прокалены и охлаждены подъ ртутью или въ безвоздушномъ пространствѣ.

1 объемъ угля поглощаетъ.	Буковый уголь.	Уголь кокосовыхъ орѣховъ.
Амміака	90	172 объемовъ-
Синерода	—	107

1 объемъ угля поглощаетъ.	Буктовый уголь.	Уголь коко- совыхъ орѣховъ.
Окиси азота	—	86
Углекислаго газа	35	68
Зависи азота.	—	21
Кислорода.	9	18
Водорода	1 ³ / ₄	—

При накаливании уголь выделяетъ тѣ газы, которые были въ немъ поглощены, и если накаленный уголь будетъ охлажденъ безъ присутствія газовъ, то, введенный въ газовое пространство, онъ поглощаетъ нѣкоторый объемъ каждаго газа. Эта поглотительная способность угля относительно газовъ можетъ служить отличнымъ средствомъ для очищенія воздуха отъ различныхъ миазмовъ. Для этого въ тѣ отверстия, которая проводятъ свѣжій воздухъ, вставляютъ коробки съ углемъ. Въ углѣ сгущается и кислородъ воздуха, и миазмы, и, по всей вѣроятности, эти миазмы окисляются въ порахъ угля на счетъ поглощенного кислорода, или по крайней мѣрѣ удерживаются имъ; но во всякомъ случаѣ несомнѣнно, что въ такомъ случаѣ входящій воздухъ не имѣетъ непріятнаго запаха, свойственнаго зараженному воздуху. По этой причинѣ такого рода способъ употребляется не рѣдко при эпидемическихъ болѣзняхъ. Уголь поглощаетъ не только одни газы, но и множество другихъ веществъ. Въ этомъ отношеніи его способность весьма замѣчательна; онъ обладаетъ склонностью къ поглощенію нѣкоторыхъ веществъ, преимущественно чѣмъ другихъ; такъ, напр., спиртъ, содержащій въ себѣ непріятное пахучее сивушное масло, будучи смѣшанъ съ углемъ, или черезъ него процѣженъ, оставляетъ въ углѣ свое сивушное масло. Точно также поглощаются углемъ и многія красящія вещества. Въдствіе этого уголь употребляется весьма часто для выдѣленія многихъ подмѣсей изъ растворовъ. Въ химической и заводской практикѣ такое процѣживание черезъ уголь, для удаленія различныхъ веществъ, употребляется очень часто. Цѣдять черезъ уголь масла, спиртъ, различнаго рода экстракты или растворы растительныхъ веществъ и всякіе растворы, содержащіе въ себѣ подмѣсы красящихъ или пахучихъ веществъ, а также и воду, для удаленія изъ нея пахучихъ и окрашивающихъ веществъ. Такое процѣживание черезъ уголь называется колированіемъ. Для показанія обезцвѣчивающей способности угля, можно употреблять различные окрашенные растворы, напр. анилиновыхъ красокъ, лакмуса и т. п. Уголь, поглотивши одно вещество до насыщенія, можетъ удерживать еще нѣкоторыя другія вещества. Чѣмъ пористѣе уголь, чѣмъ больше поверхность угольныхъ частицъ, тѣмъ значительнѣе поглотительная способность угля, и вотъ по этой то причинѣ животный уголь, получающійся въ весьма мелкомъ состояніи, особенно при накаливании костей, и составляетъ лучшую форму угля, служащаго для поглощенія.

Животный уголь получаютъ, накаливая въ ретортахъ, въ тигляхъ, горшкахъ и тому подобныхъ сосудахъ, препятствующихъ доступу воздуха, кости, рога, кровь и тому подобныя животныя остатки. Животный уголь содержитъ, кромѣ водорода и кислорода, еще и нѣкоторое количество азота, а также и значительное количество минеральныхъ подмѣсей, входящихъ въ составъ тѣхъ животныхъ веществъ,

из которых полученъ уголь. Такъ, въ костяномъ углѣ содержится не болѣе 5% угля, остальную же массу составляетъ фосфорноизвестковая соль, входящая въ составъ костей. Костяной уголь фабрикуется въ огромныхъ массахъ (фиг. 94 стр. 402), при его полученіи образуется значительное количество воднистой жидкости, содержащей углеаммиачную соль, а также и нѣкоторое количество дегтя, содержащаго углеродистые водороды и азотистыя вещества. Костяной уголь въ особенно значительномъ количествѣ употребляется на сахарныхъ заводахъ, для процеживанія сироповъ и всякихъ сахарныхъ растворовъ, для ихъ очищенія не только отъ веществъ окрашивающихъ и пахучихъ, но также и отъ извести, которая употребляется въ подмѣсъ къ сиропамъ, чтобы сдѣлать менѣе измѣняющимися при кипяченіи. Поглощеніе извести животнымъ углемъ зависитъ, по всей вѣроятности, въ весьма значительной степени не только отъ угля, но и отъ минеральныхъ составныхъ частей костянаго угля.

Поглотительная способность угля, относительно различныхъ веществъ, составляетъ, весьма яснымъ образомъ, притяженіе, промежуточное между химическимъ и часто механическимъ. Это особенно рѣзко выказывается въ томъ, что газы, сгущающіеся въ углѣ, отдѣляютъ количество теплоты, немногимъ отличающееся отъ того, которое требуется для ихъ сгущенія въ жидкость. Такъ, при сгущеніи сѣрнистаго газа въ жидкость выдѣляется около 90 единицъ теплоты, а при поглощеніи около 150; для сгущенія въ жидкость закиси азота около 100 единицъ тепла, а при поглощеніи углемъ—около 150. При этомъ очевидно, что отдѣленіе тепла при поглощеніи больше, чѣмъ при сгущеніи; слѣдовательно существуютъ нѣкоторыя причины для возвышенія количества отдѣляющагося тепла; значить, какъ будто бы происходитъ при этомъ химическій процессъ, отдѣляющій и развивающій теплоту, содѣйствующій, по всей вѣроятности, уплотненію поглощенныхъ веществъ. Весьма было бы интересно изслѣдовать свойства и реакціи веществъ въ томъ состояніи, въ которомъ они находятся, поглощенными углемъ. Погложительная способность угля выказывается даже и на многихъ твердыхъ веществахъ, находящихся въ растворѣ, такъ, напр., сулема, свинцовый сахаръ, мѣдный купоросъ, іодъ, марганцовокаліевая соль и множество другихъ солей, растворенныхъ въ водѣ, удерживаются отчасти углемъ; въ особенности много растительныхъ веществъ поглощаются имъ, особенно же такъ называемые алкалоиды, таковы напр. хининъ, сообщающій лекарственнымъ свойства хинной ворѣ. Растворъ его теряетъ свой горькій вкусъ при процеживаніи черезъ уголь. Избытокъ воды извлекаетъ однако изъ угля поглощенные имъ вещества, и потому немудрено, что уголь не до конца поглощаетъ вещества, съ которыми онъ приходитъ въ прикосновеніе. Чѣмъ слабѣе растворъ, тѣмъ болѣе процентъ поглощаемаго вещества удерживается углемъ, но тѣмъ меньшій абсолютный вѣсъ этого вещества можетъ удерживаться даннымъ количествомъ угля. Тоже самое свойство, какимъ обладаетъ въ этомъ отношеніи уголь, принадлежитъ и многимъ другимъ веществамъ; глиноземъ, окисъ желѣза, индиго, берлинская лазурь и цѣлый рядъ другихъ тѣлъ обладаютъ этою же способностію хотя къ меньшей мѣрѣ, чѣмъ уголь. Въ особенности замѣчательна въ этомъ отношеніи способность почвы, годной для

растительности, удерживать соли и различныя другія вещества, какъ это дѣлаетъ уголь. Уголь поглощаетъ также водной паръ; отъ того свѣжій уголь увеличивается въ вѣсъ до 20%, оставаясь во влажномъ воздухѣ. Что пористость угля составляетъ основную причину его поглотительной способности, это доказывается тѣмъ, что уголь въ своихъ плотныхъ водоизмѣненіяхъ, а именно въ формѣ кокса и даже въ формѣ сажи обладаетъ уже гораздо меньшею поглотительною способностью. Коксъ можетъ поглощать только весьма не много газовъ и красящихъ веществъ.

Говоря объ углѣ, нельзя не обратить вниманія на то обстоятельство, что уголь представляетъ вещество, неизмѣняющееся отъ дѣйствій воздуха, не гнѣющее и это свойство его служить не рѣдко въ практикѣ для различныихъ цѣлей; такъ, напр., тѣ части дерева, которыя подвергаются дѣйствию влажности, а въ особенности зарываются въ землю, легко гнѣютъ; для предупрежденія этого употребляютъ различныя средства, и между ними, какъ одно изъ самыхъ дѣйствительныхъ, составляетъ обугливаніе дерева съ поверхности. Этого достигаютъ или непосредственно, помѣщая дерево въ костеръ и давая ему воспламеняться, а потомъ прекращая начавшееся горѣніе, или, что еще лучше, обугливаютъ дерево съ поверхности посредствомъ накалиннаго предмета, или пламени, дѣйствующаго на различныя мѣста дерева съ поверхности. По той же причинѣ уголь закладываютъ въ межевыя дымы и прочіе знаки, зарываемые въ землѣ. Сверхъ того необходимо замѣтить, что уголь весьма худой проводникъ тепла и потому можетъ служить отличною забойкой или набивкой, для предупрежденія передачи тепла черезъ стѣны. Угольную набойку употребляютъ также при прокалываніи многихъ веществъ въ тигляхъ, потому что уголь не плавится и можетъ служить хорошимъ тугоплавкимъ матеріаломъ, выдерживающимъ гораздо болѣе сильный жаръ, чѣмъ множество другихъ веществъ, конечно безъ доступа воздуха. Угольная набойка въ тиглѣ употребляется при плавкѣ такихъ металловъ, которые дѣйствуютъ на глину тиглей. Уголь, входящій въ нее, служитъ однако въ нѣкоторыхъ случаяхъ не только по своей тугоплавкости, но и по своимъ химическимъ свойствамъ, какъ средство для восстановленія.

Главное же примѣненіе угля конечно состоитъ въ употребленіи его для нагреванія и топки, въ особенности въ горнахъ или вертикальныхъ печахъ, гдѣ накачиваемый предметъ помѣщается среди горящаго угля. Уголь, сгорая, не образуетъ пламени или даетъ незначительное пламя. Употребляется же онъ въ горнахъ, преимущественно на основаніи весьма большой способности лучеспусканія.

Когда растительное вещество умершее, или отжившее, измѣняется на воздухъ, а оно можетъ измѣняться только въ присутствіи влажности, то остается вещество болѣе богатое, чѣмъ растеніе, углеродомъ, потому что только часть углерода окисляется, превращаясь въ угольную кислоту; но при этомъ большая часть кислорода и водорода выдѣляется въ видѣ воды. Углеродистый остатокъ носитъ названіе **перегноя**, иногда чернозема (Humus).

Перегною содержать въ сухомъ видѣ въ 100 частяхъ около 70% углерода. При его образованіи выдѣляется углекислый газъ, для чего необходимы кислородъ воздуха и влажность. Такой процессъ всюду

совершается въ землѣ. Корни, листья и стволы растений ежегодно умирающіе и опадающіе даютъ въ землѣ перегной. Изъ отжившихъ растительныхъ веществъ (древесины, клѣтчатки) образуются сперва бурый вещества (ульминовыя соединенія), потомъ черныя (гуминовыя вещества), оба нерастворимыя въ водѣ, а подъ конецъ происходитъ растворимая въ водѣ бурая (апокреновая), а потомъ безцвѣтная растворимая въ водѣ (креновая) кислота. Щелочи растворяютъ часть первоначальнаго бурога и чернаго вещества и образуются растворы бурога цѣвта (кислоты ульминовая и гуминовая). Эти вещества, не имѣютъ того значенія въ почвѣ, которое имъ приписывали сельскіе хозяева прежнихъ временъ. Гермштедтъ и Тееръ полагали, что углеродистыя вещества растений образуются изъ перегнойныхъ веществъ почвы. Нынѣ мы знаемъ, что для этого служить, если не исключительно, то, по крайней мѣрѣ, главнымъ образомъ — углекислота воздуха и растворенная въ водѣ — безъ перегноя можно вырастить и собрать плоды растений. Тѣмъ не менѣе, содержаніе перегноя въ почвѣ имѣетъ обыкновенно связь съ ея производительностію, потому 1) что тѣмъ растеніе развиваетъ углекислоту, амміакъ, и выдѣляетъ солиныя вещества необходимыя растеніямъ; 2) что перегной способенъ притягивать влагу воздуха и удерживаетъ влажность (до 2 ч. на вѣсу) дождей, и тѣмъ способствуетъ сохраненію въ почвѣ сырости, необходимой для питанія; 3) что придаетъ почвѣ рыхлость и 4) дѣлаетъ ее болѣе способною для поглощенія солнечной теплоты. Оттого то черноземныя почвы чаще всего отличаются плодородностію. Но, однако, не мало плодородныхъ почвъ очень бѣдныхъ перегноемъ, а почвы болотъ, торфяныя (имѣющія кислую реакцію, вѣроятно отъ креновыхъ кислотъ) и верестковыя, содержащія много чернозема, напротивъ того обыкновенно не плодородны, потому что заключаютъ перегной трудно измѣняющійся. Полезенъ растеніямъ собственно не перегной, а его продукты измѣненія. Удобреніе навозомъ имѣетъ между прочимъ цѣлю увеличить въ почвѣ количество перегноя, для чего могутъ служить и всякіе легко измѣнчивые остатки растений и животныхъ.

Если тѣ вещества, которыя даютъ перегной измѣняются подъ водою, то углекислаго газа получается весьма мало, а образуется значительное количество углеродистыхъ водородовъ, особенно болотнаго газа CH_4 , который выдѣляется, а твердый остатокъ, происходящій при этомъ, составляетъ **торфъ**. Такой процессъ измѣненія растительныхъ веществъ подъ водою происходитъ въ огромныхъ размѣрахъ въ болотахъ, гдѣ, по окончаніи лѣта, ежегодно падаютъ большія количества травъ, которыя весной покрываются водою. При подводномъ измѣненіи ихъ и выдѣляется газъ, извѣстный подъ именемъ болотнаго. Въ текущей водѣ такого измѣненія не замѣчается, по той вѣроятной причинѣ, что текучая вода приноситъ значительное количество раствореннаго кислорода, который способствуетъ медленному окисленію веществъ въ нее попадающихъ. По мѣрѣ нарастанія, слой отложеннаго торфа въ болотахъ увеличивается и, такимъ образомъ, получаютъ изъ мховъ и другихъ болотныхъ растений на днѣ болотъ иногда огромныя массы отложеннаго торфа. Образование торфа замѣчается только въ умѣренныхъ странахъ и преимущественно въ мѣстностяхъ, богатыхъ болотами.

В особенности много торфяниковъ находится въ низменной Голландіи, въ Сѣверной Германіи, между Эльбой и Эмсомъ, по берегамъ Балтійскаго моря, въ Ирландіи, на югъ отъ Дуная, въ Баваріи; у насъ въ Россіи есть не мало мѣстностей, представляющихъ обширные торфяники, преимущественно въ сѣверныхъ частяхъ Россіи. Торфяники возрастаютъ съ различной быстротою, смотря по производительности растений и различнымъ другимъ мѣстнымъ условіямъ. Торфы, образованные въ давнее время и прикрытые высокими слоями новѣйшихъ торфовъ, представляютъ массу болѣе плотную, уже значительно обугленную и приближающуюся по составу и свойствамъ къ ископаемымъ видамъ (бурыхъ) углей; новѣйшія же торфяныя образованія, въ верхнихъ пластахъ находящіяся, не уплотненныя давленіемъ, представляютъ массу весьма пористую, въ которой замѣтны слѣды тѣхъ растительныхъ частей, изъ которыхъ образовался торфъ. Добываніе торфа производится преимущественно для двухъ цѣлей: для употребленія его какъ топлива и для сухой перегонки, которой онъ подвергается. Но должно замѣтить, что нишѣ, пока другіе виды топлива — дерево и каменные угли еще находятся въ изобиліи во многихъ мѣстностяхъ, добыча и употребленіе торфа мало развиты. Зависитъ это отъ того, что торфъ требуетъ много хлопотъ для своего высушиванія. Нездреватая масса его удерживаетъ влагу въ большемъ количествѣ и выдѣляетъ ее съ трудомъ и только медленно; безъ выдѣленія же ея торфъ очень не выгоденъ для выше-названныхъ употребленій, потому что при употребленіи его какъ топлива необходимо часть его сжигать для удаленія воды, въ немъ же находящейся; а потому его нагревательная способность сравнительно мала. Вырѣзанный торфъ, вслѣдствіе этого, на мѣстѣ стремятся превратить въ массу, по возможности лишенную воды, и этого достигаютъ чаще всего посредствомъ прожиманія или сжатія и высушиванія на воздухѣ, или въ сушильняхъ. Не рѣдко также первоначально сушатъ торфъ, а потомъ его выжимаютъ или прессуютъ, чтобы придать ему плотность. Иногда торфъ предварительно измельчаютъ и потомъ уже подвергаютъ прессованію. При перегонкѣ торфа остается уголь и получается, какъ изъ дерева, водянистая жидкость и деготь. Послѣдній содержитъ значительное количество маслянистаго вещества, называемаго *фотогеномъ* и состоящаго изъ жидкихъ углеводистыхъ водороновъ, почему торфъ и служитъ иногда для полученія этого вещества, употребляемаго для освѣщенія въ лампахъ. Торфяной деготь содержитъ въ себѣ также и парафинъ, т. е. твердый углеводистый водородъ, подобный воску. Что касается до состава торфа, то онъ въ различныхъ мѣстностяхъ весьма разнообразенъ. Высушенный на воздухѣ, онъ содержитъ различное количество влажности, обыкновенно однако не менѣе 15% воды и около 8% золы; осталная масса торфа содержитъ около 45% углерода, 4% водорода, 1% азота и 28% кислорода. Большею противу выше приведеннаго содержаніе углерода и водорода дѣлаетъ торфъ конечно лучшимъ матеріаломъ для отопленія; меньшее содержаніе золы и воды, служитъ для той же цѣли. Есть такіе торфы, которые содержатъ не болѣе 2% золы и они составляютъ уже весьма хорошее топливо, по сравненію съ тѣми видами торфа, которые содержатъ значительное количество золы.

Въ этомъ отношеніи можно считать мало годными уже тѣ сорты торфа, которые содержатъ до 30 и болѣе процентовъ зола, т. е. землистыхъ веществъ. Торфяная зола содержитъ преимущественно: известь, окись желѣза и сѣрную кислоту; въ ней мало (отъ 0,2% до 2,6) фосфорной кислоты и окиси калия.

Торфъ, какъ и дерево, подвергаютъ обугливанію. Торфяной уголь представляетъ уже лучший видъ топлива, чѣмъ самый торфъ, потому что представляетъ массу болѣе плотную, въ особенности послѣ обжиганія, и, главное, содержитъ мало кислорода, а потому представлять большее содержаніе горючихъ веществъ. Обугливаніе торфа производится или въ кучахъ, подобно обугливанію дерева, или въ печахъ. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ не рѣдко торфъ обрабатываютъ преимущественно для полученія дегтя. Однако всѣ эти виды переработки торфа по сихъ поръ мало развиты, и только со временемъ, при недостаткѣ въ другихъ видахъ топлива, предстоитъ торфу, весьма распространенному во многихъ мѣстностяхъ, значительное потребление.

Съ торфомъ наиболѣе сходны, изъ минеральныхъ видовъ топлива, такъ называемые **бурые угли**, которые представляютъ иногда, по своимъ свойствамъ и составу, ясный переходъ къ торфу и, можетъ быть, изъ него образовались. Въ другихъ случаяхъ бурые угли представляютъ массу, въ которой ясно замѣчается древеснистое строеніе, что показываетъ образованіе нѣкоторыхъ бурыхъ углей не изъ травы, а изъ дерева. Во всякомъ случаѣ бурые угли всегда прикрыты слоемъ земли. Они встрѣчаются однако въ геологическихъ образованіяхъ, сравнительно новаго времени и преимущественно въ образованіяхъ извѣстнаго геологическаго періода. Нѣтъ никакого сомнѣнія, что нѣкоторые бурые угли произошли подобно торфу, но только не изъ болотныхъ травъ, а изъ древеснистыхъ растений, со временемъ измѣнившихся, побурѣвшихъ и представляющихъ иногда еще остатки первоначальнаго сложенія. **Лигнитамъ** называются тѣ виды бурога угля, которые представляютъ еще ясныя слѣды древеснистаго строенія, годичные слои дерева и даже отчасти его связность; обыкновенно они бурога цвѣта и не блестящи; но нѣкоторые имѣютъ и блескъ, подобный каменнымъ углямъ, однако представляютъ еще слѣды образованія изъ дерева. Другіе виды бурыхъ углей представляютъ темнобурюю массу, лишенную всякаго строенія, землистую. Встрѣчаются массы лигнитовъ, представляющія стволы деревьевъ, имѣющихъ 10 футовъ въ діаметрѣ съ 4000 и болѣе слоевъ. Вмѣстѣ съ ними иногда попадаются отпечатки листьевъ, плодовъ и другихъ частей, имѣющихъ принадлежачихъ, которыя и показываютъ, вмѣстѣ съ строеніемъ древесины, что бурые угли произошли изъ растений, весьма сходственныхъ съ нынѣ живущими, особенно съ тѣми, которыя еще и нынѣ заносятся подъ воду, напримѣръ въ рѣкахъ Сѣверной Америки.

Составъ бурыхъ углей приближается весьма значительно къ составу торфа, а именно въ высушенномъ состояніи они содержатъ числомъ 60% углерода, 5% водорода, 26% кислорода и азота и 9% зола. Количество влажности въ сыромъ состояніи ихъ весьма значительно, — доходитъ до 40%, но не бываетъ менѣе 25%; а потому и понятно, что они должны быть предъ употребленіемъ по возмож-



ности высушиваемы. Однако и вполне высушенные, они, современемъ, притягиваютъ влажность, такъ что при сушеніи на воздухѣ въ нихъ остается еще по крайней мѣрѣ 15% влажности. Принимая во вниманіе содержаніе влажности, составъ бурыхъ углей весьма близокъ къ составу торфа. Но за то бурые угли представляютъ уже компактную массу, болѣе плотную и потому болѣе удобную для употребленія. У насъ въ Россіи бурые угли встрѣчаются во многихъ мѣстностяхъ, около Москвы, въ Тульской, Тверской и сосѣднихъ губерніяхъ. Бурые угли уже употребляются по всюду, какъ топливо, въ особенности тамъ, гдѣ находятся толстыми слоями. Для употребленій бурыхъ углей, какъ топлива, весьма важно опредѣлить количество золы, въ нихъ находящейся, потому что есть бурые угли съ значительнымъ содержаніемъ золы, до 15%, которые вслѣдствіе того менѣе пригодны для нагрѣванія. Бурые угли обыкновенно горятъ пламенемъ, какъ дерево и торфъ. Обугливаніе и сухая перегонка бурыхъ углей представляютъ много сходнаго съ подобной же обработкой дерева и каменнаго угля. Обыкновенно 100 частей бураго угля даютъ отъ отъ 30 до 50 частей углистаго остатка, среднимъ числомъ около 40 частей угля. При сухой перегонкѣ получается деготь, подобный древесному и торфяному. Воднистая жидкость получающаяся при сухой перегонкѣ лигнитовъ, имѣетъ **кислую реакцію** отъ содержанія уксусной кислоты, какъ и отъ дерева, для каменныхъ углей она имѣетъ реакцію **щелочную**, отъ содержанія углесаміачной соли; уксусной кислоты въ ней не содержится. Изъ этого можно заключить, что лигниты и каменные угли образовались изъ различныхъ матеріаловъ или, по крайней мѣрѣ, разными способами. Такъ какъ торфъ, несомнѣнно образовавшійся изъ травянистыхъ веществъ, даетъ амміачную, щелочную воду и такъ какъ дерева содержатъ противу травъ мало азотистыхъ веществъ, не могутъ дать много амміака, то и можно полагать, что тѣ углеродистые минералы, которые даютъ кислую воду, произошли изъ дерева, а которые даютъ щелочную воду—изъ травянистыхъ растений.

Трава и дерево во всѣ геологическія времена должны были подвергаться во многихъ случаяхъ тѣмъ же самымъ измѣненіямъ, какимъ они подвергаются и нынѣ, т. е. должны были образоватъ, попарши подъ воду, торфъ и лигниты. Такія вещества, долго сохранившіеся подъ землею, подвергавшіяся въ былое время дѣйствию воды, сдавленія лежащими надъ ними новѣйшими образованіями земли, измѣненія черезъ выдѣленіе болѣе летучихъ составныхъ частей (торфы и бурые угли продолжаютъ выдѣлять, даже и въ выработанномъ состояніи, изъ себя газы: углекислый и болотный) и подвергавшіяся иногда дѣйствию жара вулканическихъ изверженій, такія вещества образуютъ **каменные угли**. Собственно каменный уголь составляетъ остатокъ геологическихъ образованій болѣе древнихъ, чѣмъ тѣ, въ которыхъ произошелъ мѣлъ.

Каменноугольныя образованія обыкновенно состоятъ изъ перемежающихся слоевъ песчаника и глины, въ которыхъ паходятся иногда желѣзные руды и перемежающіеся слои или пласты каменныхъ углей. Глубокіе слои обыкновенно болѣе толсты, чѣмъ верхніе. Главнѣйшія мѣстности Европы, въ которыхъ встрѣчаются большія мѣсто-

рождения каменных углей, суть слѣдующія. Изъ всѣхъ Европейскихъ странъ, Англія, по своему пространству, наиболѣе богата этимъ драгоценнымъ матеріаломъ; въ Южномъ Валлисѣ отъ Бристола тянется, на протяженіи почти 5 географическихъ миль, богатое мѣстороженіе каменнаго угля. Содержаніе угля въ этой мѣстности доходитъ до 4000 тысячъ миллионннхъ пудъ. Другія каменноугольныя мѣстности въ Англіи лежатъ на сѣверѣ около Шеффилда, Манчестера и Ливерпула. Франція небогата каменными углями и въ ней находится только незначительныя мѣстороженія по линіи отъ сѣвера на югъ, по возвышенной части этой страны. Въ Бельгіи, напротивъ того, встрѣчаются весьма богатые мѣстороженія каменныхъ углей около Шарле-Руа, Клермона и Лютиха. Въ Германіи извѣстны особенно каменноугольныя мѣстности Пфальца, по направленію отъ Зааръ-Брюкена къ Крейциаху. Эти мѣстности содержатъ до 2 милл. милл. пудъ каменнаго угля. Около Ахена находится другое мѣстороженіе каменнаго угля, соединяющееся съ Бельгійскимъ мѣстороженіемъ. Въ Прусской Саксоніи, Силезіи и около Цанкау находятся меньшія, но также весьма важныя для этихъ мѣстностей мѣстороженія каменныхъ углей. Въ Австріи находятся многія мѣстороженія каменныхъ углей близъ Зальцбурга, въ Силезіи, Богеміи и Далмаціи. Въ Россіи собственно каменные угли найдены въ сравнительно незначительномъ количествѣ, преимущественно около Урала. Но въ азіатскихъ владѣніяхъ Россіи мѣстороженія каменныхъ углей весьма равнообразны. За то въ Россіи находится мѣстность около Донца, отличающаяся богатѣйшимъ мѣстороженіемъ антрацитовъ, представляющихъ не рѣдко переходъ къ каменнымъ углямъ во всѣхъ отношеніяхъ. Въ сѣверной Америкѣ каменноугольное богатство достигаетъ не измѣренныхъ по сію пору величинъ. По берегамъ Огею тянется каменноугольная мѣстность, на протяженіи почти 1000 верстъ въ длину.

Потребленіе каменнаго угля разныхъ странъ можетъ часто вѣрно характеризовать ихъ промышленное развитіе, потому что каменный уголь служитъ нынѣ важнѣйшимъ топливомъ не только для множества производствъ, гдѣ требуется нагрѣваніе или накалываніе, но преимущественно также для движенія машинъ, при топкѣ паровиковъ. Англія, потребляющая въ 1854 году около 65 миллионнхъ тоннъ (тонна 60 пудъ) каменнаго угля, въ 1860 году достигла уже до потребленія 84 миллионнхъ тоннъ. Бельгія вырабатываетъ въ годъ до 7 миллионнхъ тоннъ; Франція 5; Пруссія около 7; Саксонія около 2 миллионнхъ тоннъ. Возрастающее потребленіе каменнаго угля грозитъ скорымъ его истребленіемъ, даже для Англіи. Исчислено, что при нынѣшней прогрессіи возрастанія, черезъ 100 лѣтъ въ Англіи всѣ каменноугольныя мѣстности будутъ выработаны, и уже нынѣ въ Англіи замѣчается значительное возвышеніе въ цѣности угля, по его сравнительно болѣе трудной выработкѣ и большому спросу. Что касается до Россіи, то въ этомъ отношеніи должно полагать, кажется, что со временемъ развитіе многихъ важныхъ производствъ направится въ тѣ мѣстности, гдѣ, какъ на Донцѣ, находятся ископаемые виды топлива; а въ настоящее время Россіи необходимо довольствоваться лѣсомъ. Въ Россіи находится до 170 миллионнхъ десятинъ подъ лѣсомъ. Ежегодно десятинна лѣсу даетъ приростъ около 120 пудъ сухой

массы. Полагая только 100 пудъ ¹⁾, получимъ ежегодную производительность Россіи топливомъ до 17,000 миллионъ пудъ дровъ. Переработанный въ уголь, этотъ лѣсъ можетъ дать по крайней мѣрѣ 4000 миллионъ пудъ угля ежегодно; а оцѣнивая дерево, какъ оно дѣйствительно стоитъ въ видѣ топлива, около половины цѣны угля, получимъ производительность въ видѣ дерева равную 8000 миллионъ пудъ (около 130 милл. тоннъ) каменнаго угля. Эта производительность можетъ удовлетворять современнымъ ²⁾ потребностямъ; но при возрастающемъ населеніи и развитіи промысловъ, она должна быть недостаточна даже при совершенно рациональномъ потребленіи дерева и исключительно для топлива. Такимъ образомъ вопросъ о топливѣ можетъ сдѣлаться со временемъ весьма важнымъ вопросомъ для развитія Россіи по крайней мѣрѣ въ промышленномъ отношеніи. Оттого то развѣдка и добыча каменныхъ углей должна живо интересовать каждаго изъ насъ.

Каменные угли представляютъ сплошную, однородную массу темнубураго или чернаго цвѣта съ жирнымъ или стекляннымъ блескомъ, рѣдко матовую. Уголь вдвое плотнѣе дерева и не имѣетъ видимой растительной структуры, чѣмъ и отличается на видъ отъ большинства бурыхъ углей. При выработкѣ каменныхъ углей выдѣляется изъ нихъ поръ газъ, именно болотный, что и составляетъ одну изъ опасностей, затрудняющихъ выработку и даже сохраненіе этого матеріала. Съ каменными углями встрѣчается весьма часто желѣзный колчеданъ, подмѣсъ котораго вредитъ достоинству каменнаго угля, какъ горючаго матеріала для многихъ производствъ, потому что желѣзный колчеданъ при горѣнн угля даетъ сѣрнистый газъ, измѣняющій свойства многихъ изъ накаливаемыхъ предметовъ, напр. желѣза. Этотъ колчеданъ составляетъ иногда причину самовоспламеняемости каменныхъ углей. Каменноугольные пласты характеризуются обыкновенно нахожденіемъ на поверхности не блестящаго воловистаго слоя угля. Этотъ слой, обыкновенно очень тонкій, богаче остальнаго угля углеродомъ и представляетъ слѣды органическаго строенія. Онъ содержитъ обыкновенно больше иеллу, чѣмъ остальной уголь.

Относительно образованія каменныхъ углей въ природѣ, несомнѣнно прежде всего, что они образовались изъ остатковъ растений. Это видно не только изъ того, что въ пластахъ земли, окружающихъ каменные угли, находятся остатки и отпечатки животныхъ и растений, что показываетъ существованіе организмовъ въ эпоху образованія каменныхъ углей, но въ особенности изъ того, что въ каменныхъ угляхъ замѣчается нѣкоторое строеніе, свойственное растеніямъ. Это было доказано микроскопическими изслѣдованіями углей. Но изъ ка-

¹⁾ Можно полагать меньшимъ числомъ, что 56-ти лѣтній лѣсъ въ средне Россіи даетъ около 25 куб. сажень дровъ и сучьевъ, а кубическая сажень веситъ около 200 пудъ, слѣдовательно въ годъ десятина даетъ около 100 пудъ топлива.

²⁾ Для отопленія жилищъ зимой и для изготовленія пищи на каждаго жителя съ избыткомъ можно положить 100 пудъ дерева въ годъ; на 60 миллионъ жителей Европ. Россіи 6000 милл. пудъ дровъ, то есть только $\frac{1}{2}$ прироста. Если бы лѣса Россіи были распределены равномерно, и если бы лѣсное хозяйство было болѣе правильно, то количество ежегоднаго прироста было бы достаточно для потребностей нынѣшняго числа жителей.

нихъ растений произошли каменные угли сказать весьма затруднительно, потому что это строение весьма не явственно. Что касается до бурныхъ углей, то въ нихъ очень часто замѣчается совершенно такое строение дерева, такъ что большинство бурныхъ углей, по всей вероятности, произошло изъ дерева. Собственно же каменные угли образовались можетъ быть не только изъ дерева, но также изъ водорослей, объ чемъ можно заключать и по тѣмъ породамъ, которыя сопровождаютъ каменные угли. Въ этихъ породахъ замѣчаются преимущественно остатки морскихъ организмовъ, изъ чего можно полагать, что каменные угли произошли изъ осадковъ морскихъ. Водоросли и нынѣ существуютъ въ нѣкоторыхъ моряхъ въ огромномъ изобилии. При геологическихъ переворотахъ они могли въ нѣкоторыхъ мѣстахъ скопиться въ изобилии, заноситься морскими осадками и, разлагаясь, давали каменные угли. Однако, можетъ быть каменные угли образовались изъ лѣсовъ. Иногда въ толщѣ каменныхъ углей замѣчаются даже остатки растительныхъ стволовъ. Растительность въ древнiя геологическiя времена должна была быть весьма сильною въ тѣхъ мѣстностяхъ, въ которыхъ нынѣ она значительно ослабѣла, потому что въ тѣ эпохи климатъ на землѣ былъ несравненно болѣе теплымъ и равномернымъ. Нынѣ земля получаетъ свою теплоту преимущественно только отъ солнца, оттого въ умѣренныхъ поясахъ существуетъ зима—время года лишенное растительности; въ геологическiя же времена, когда атмосфера земная, вѣроятно, была несравненно болѣе тонкою, чѣмъ нынѣ, поверхность земли получала свое тепло не только отъ солнца, но и отъ внутренняго жара земли. Вслѣдствiе этого, повсюду на землѣ климатъ былъ болѣе теплый и влажный. Вода не вымыла еще изъ почвы столько много, какъ нынѣ, веществъ, необходимыхъ для питанiя растений. Углекислаго газа, необходимаго для той же цѣли въ атмосферѣ было болѣе, чѣмъ нынѣ, объ чемъ можно заключать изъ того, что значительная часть углерода, находящагося на поверхности земли, нынѣ находится въ ея нѣдрахъ въ видѣ каменныхъ углей. Доказательствомъ совокупности всѣхъ благоприятныхъ условiй, для развитiя растений въ древнiя эпохи жизни земли, служитъ то обстоятельство, что растенiя и животныя, остатки которыхъ находятся въ древнеобразованныхъ пластахъ земли, имѣютъ характеръ тропическiй, объ чемъ можно судить по ихъ формамъ. И такъ, въ древнiя времена растительность была болѣе развита, чѣмъ нынѣ. Въ тѣ времена существовали гораздо болѣе частыя, чѣмъ нынѣ, землетрясенiя и другiе геологическiе перевороты, что можно видѣть изъ того, что въ эти времена поднимались цѣлыя кряжи горъ, что можно видѣть изъ того, что на вершинахъ и склонахъ этихъ горъ находятся пласты земли, несомнѣнно бывшiе въ тѣ времена на днѣ морскомъ, о чемъ можно судить по остаткамъ животныхъ и растений, въ нихъ находящимся. Совокупность этихъ обстоятельствъ даетъ возможность до нѣкоторой степени объяснить себѣ и возможность образованiя каменныхъ углей изъ лѣсовъ, произрастающихъ въ геологическiя времена каменноугольной эпохи. Представимъ себѣ, что островъ, преизобилующiй лѣсомъ, вслѣдствiе поднятiя близъ лежащихъ мѣстъ, опустился на дно морское; его растительность занеслась остатками разрушенныхъ горныхъ породъ; засыпанная землею и покрытая водою деревья должны были разла-

гаться, подобно тому, как иныи предъ нашими глазами разлагаются болотныя растенія на дѣи болотъ. Часть углерода и водорода, выдѣлялась, какъ она выдѣляется и нынѣ изъ каменныхъ углей въ видѣ углеродистыхъ водородовъ; другая часть этихъ элементовъ выдѣлялась въ видѣ воды и угольной кислоты, какъ она выдѣляется и нынѣ изъ разрушающихся подъ водою растеній. Получается остатокъ, болѣе богатый углеродомъ, чѣмъ древесина, служившая для его образованія. Новыя геологическія перевороты могли вновь поднимать бывшее дно морское до поверхности воды, образовывать острова, новую растительность и новые слои каменныхъ углей. Растенія, перешедшія въ каменные угли по своему сложенію и по отпечаткамъ, которые близъ нихъ находятса, принадлежать во всякомъ случаѣ, по всей вѣроятности, къ низшимъ формамъ растительнымъ, а именно къ тайнобрачной формѣ, можетъ быть, различныхъ водорослей, или деревенистыхъ тайнобрачныхъ, подобныхъ троническимъ папоротникамъ, плаунамъ и т. п.

Процессъ образованія каменныхъ углей изъ дерева былъ объясненъ нѣсколькими опытами. Каньяръ Ла-Туръ запаивалъ высушенные куски дерева въ толстую трубку и нагрѣвалъ при температурѣ кипящія ртути; тогда дерево превращается въ черную полужидкую массу, выдѣляющую вещество, весьма похожее на каменный уголь. Одни сорта дерева образовали такимъ образомъ уголь, который при сжиганіи оставлялъ коксъ спекшійся, другіе же сорта не спекающійся, совершенно точно такъ, какъ нынѣ мы видимъ въ разныхъ сортахъ каменныхъ углей. Виолетъ повторялъ опыты Латура съ деревомъ, высушеннымъ при 150° и показалъ, что при разложеніи дерева подобнымъ образомъ образуется газъ, воднистая жидкость и остатокъ, который при температурѣ 200° представлялъ свойства древеснаго недожженного угля; до 280° онъ имѣлъ видъ и строеніе древеснаго угля; при 300° и выше получалась масса однородная, подобная каменному углю, а именно при 340° совершенно сплошная, безъ пузырей. При 400° образованный остатокъ представляетъ сходство съ антрацитами и не даетъ летучихъ веществъ. 100 вѣсовыхъ частей дерева даютъ при 240° при обыкновенномъ обугливаніи на воздухѣ 51 часть угля, а въ запаянной трубкѣ 83 части; при 340° получается въ обыкновенныхъ условіяхъ около 30 частей угля, а въ запаянной трубкѣ 79 частей угля, имѣющаго составъ, нѣсколько сходный съ составомъ каменныхъ углей. Разложеніе въ природѣ, по всей вѣроятности, происходило въ рѣдкихъ случаяхъ только отъ дѣйствія жара, всего вѣроятнѣе отъ дѣйствія воды; по результату въ томъ и другомъ случаѣ долженъ получиться приблизительно сходственный, какъ это мы видимъ изъ того, что происходитъ въ болотахъ съ торфомъ.

Каменные угли составляютъ чрезвычайно важный техническій матеріалъ, и потому изслѣдованіемъ ихъ состава, имѣющаго вліяніе на употребленіе для топлива, занимались въ разныхъ странахъ многіе изслѣдователи. Ниже приведены въ таблицѣ средніе составы нѣкоторыхъ каменныхъ углей, наиболѣе извѣстныхъ по своему употребленію, и составъ нѣкоторыхъ отдѣльныхъ углей изъ русскихъ мѣсторожденій. Средній составъ, выведенный для каменныхъ углей изъ многихъ анализовъ, даетъ въ нихъ содержаніе, не обращая вниманія на золу: 84 части углерода, 5 частей водорода, 1 часть азота, 8 кисло-

рода, 2 сѣри. Среднее количество золы достигаетъ $5\frac{1}{2}\%$; но есть угли, содержащiе много золы, и тѣ, конечно, менѣ пригодны какъ топливо. Каменноугольная зола содержитъ обыкновенно болѣе всего окиси желѣза, глинозема, извести, кремнезема, сѣрной кислоты. Другихъ составныхъ частей обыкновенно мало; оно и понятно: большинство другихъ частей, напр. соли поташа и соды должны были извлекаться водою изъ каменныхъ углей, если они первоначально и содержали эти вещества. Что касается до содержанiя воды, то каменные угли въ этомъ отношенiи гораздо выгоднѣе угля и торфа, потому что содержать чаще всего не болѣе 10% воды.

Среднiй процентный составъ каменныхъ углей

	C	H	N	O	S	Золы	H ² O	
Валлийскiй	84	4,5	1	4	1	4	1,5	Плейфрѣ.
Вестфальскiй	81	4		7,5		6	1,5	Берѣ.
Ланширскiй	84	4		8		2,5	—	Реньо.
Дуневскiй (Ураль).	79,7	5,5		7		4,7	—	Вреденѣ.
Вогородицкiй (Тульс.)	55	5		17		23	—	Ильенковѣ.
Грушевскiй антрацитѣ.	93,6	1,7		2,9		1,5	—	Воскресенскiй.
Лисичанскiй	67,7	4,9	3,3	8,7		8,3	7,1	Ивановѣ.

Между каменными углями различаютъ, а иногда и ставятъ въ совершенно другой отдѣлъ **антрациты**, т. е. такіе угли, которые не даютъ летучихъ продуктовъ, или даютъ ихъ очень мало, потому что содержатъ мало водорода, сравнительно съ кислородомъ. Изъ средняго состава каменныхъ углей мы видѣли, что на 5 частей водорода въ нихъ заключается около 8 частей кислорода, слѣдовательно водорода, могущаго выдѣлиться въ видѣ углеродистыхъ водородовъ, будетъ 4 вѣсовыхъ части, потому что на 8 вѣсовыхъ частей кислорода, для образованiя воды, требуется 1 часть водорода. Эти 4 вѣсовыя части водорода могутъ выдѣлиться въ видѣ бензина или тому подобнаго летучаго продукта до 48 вѣсовыхъ частей углерода, потому что на 1 часть водорода въ бензинѣ, и сходныхъ съ нимъ по составу углеродистыхъ водородахъ, находится 12 вѣсовыхъ частей углерода. Не таковы антрациты; среднiй ихъ составъ, не обращая вниманiя на золу: 94 части углерода, 3 водорода и 3 кислорода и азота. Полагая, что кислорода будетъ только двѣ вѣсовыхъ части, а азота одна, найдемъ, что при разложенiи антрацита для образованiя воды и аммиака требуется $\frac{1}{4}$ и $\frac{1}{5}$, т. е. около полупроцента водорода, слѣдовательно останется водорода, могущаго соединиться съ углеродомъ, около $2\frac{1}{2}\%$, т. е. гораздо менѣе, чѣмъ въ каменныхъ угляхъ. Есть антрациты, которые содержатъ несравненно менѣе водорода и болѣе углерода, чѣмъ въ вышеприведенномъ среднемъ составѣ. Во всякомъ случаѣ; антрацитами называютъ такіе каменные угли, которые при сухой перегонкѣ даютъ весьма мало газа и летучихъ жидкостей. Оттого-то антрацитѣ и не даетъ непосредственно пламени, какъ дерево и каменные угли, послѣдiе при накаливанiи, разлагаясь, даютъ продукты сухой перегонки, которые улетучиваются и горятъ, образуя

пламя. Антрацитъ, какъ уголь древесный, или какъ всякій уголь, не дающій летучихъ продуктовъ, горитъ безъ пламени. Это не значитъ однако, что посредствомъ антрацита, какъ и посредствомъ древеснаго угля нельзя получить пламени. Мы увидимъ впоследствии, что есть возможность превратить углеродистыя вещества въ окись углерода, которая горитъ пламенемъ, увеличивая толщину накаленного слоя, черезъ который проходитъ воздухъ, употребляющійся для сжиганія; оттого-то при топкѣ антрацитомъ, если необходимо имѣть пламя, нужно употреблять высокій слой топлива, черезъ который должно проникать воздухъ.

За исключеніемъ антрацитовъ, собственно каменные угли характеризуются тѣмъ, что даютъ значительное количество продуктовъ сухой перегонки. Эти продукты сухой перегонки каменнаго угля четырехъ родовъ: 1) нелетучій продуктъ, остающійся въ томъ сосудѣ, въ которомъ производится накаливаніе, есть вещество болѣе богатое углеродомъ, чѣмъ самый каменный уголь. Это вещество относится къ каменному углю точно такъ, какъ древесный уголь къ дереву. Такой остатокъ носитъ названіе *кокса*. Количество и качество кокса, образуемаго каменнымъ углемъ, весьма различно для разныхъ сортовъ его. Въ практикѣ различаютъ каменные угли, именно чаще всего по свойству кокса, который имъ образуется. Въ этомъ отношеніи различаютъ по крайней мѣрѣ три главные сорта углей: а) *жирными углями* называются такіе, которые при сухой перегонкѣ даютъ коксъ въ видѣ ноздреватой сплошной массы. Если же взяты отдѣльные куски углей, то при сухой перегонкѣ такіе угли какъ бы плавятся, сливаются между собою и образуютъ спекшіяся части кокса. Такой уголь вслѣдствіе этой причины, иногда мало пригоденъ для топлива, ибо засоряетъ отверстія, ведущія воздухъ; но онъ даетъ много газовъ и пламени. Коксъ, получающійся отъ такого рода углей представляетъ пузыристыя пустоты, что зависитъ отъ того, что образовался изъ полуплавленной массы. б) Другой видъ каменныхъ углей называется *полужирными углями*; его куски при полученіи кокса не сплавляются между собою и не даютъ такихъ ноздринъ, какъ предыдущіе, однако куски такого кокса отчасти соединяются между собою при образованіи; коксъ получается не мелкій, а въ видѣ крупныхъ кусковъ. Такой обыкновенный коксъ, получающійся при добываніи свѣтлагаго газа в) Третій сортъ каменныхъ углей при накаливаніи оставляетъ коксъ, представляющій форму тѣхъ кусковъ, какіе имѣлъ уголь, совершенно подобно тому, какъ относится къ сухой перегонкѣ дерева. Коксъ получается не спекшіяся. Такіе угли называются *тощими* или *песчаными*. Эти послѣдніе виды каменныхъ углей весьма рѣдко употребляются для получения кокса, потому что даютъ его мало.

2) Изъ продуктовъ наиболее сгущается легкообразный продуктъ, итакъ называемый каменноугольный деготь, состоящій изъ смѣси множества веществъ. Первоначально онъ не имѣлъ примѣненія; имѣлъ, напротивъ того, всё уже составныя части этого дегтя нашли обширное примѣненіе въ практикѣ, а именно главнѣйшія составныя части этого дегтя суть: легко летучее и болѣе легкое чѣмъ вода каменноугольное масло, употребляющееся подъ этимъ названіемъ преимущественно для добыванія углеродистыхъ водородовъ, такихъ, какъ бензинъ, толуоль и

проч. Тяжелое каменноугольное масло содержитъ въ себѣ креозотъ— вещество способное предохранять отъ гніенія и употребляемое также для другихъ цѣлей, и, наконецъ, асфальтъ или твердое, труднѣе другихъ летучее вещество, легкоплавкое, употребляющееся какъ древесная смола во многихъ случаяхъ для тѣхъ же цѣлей, какъ и она.

3) Воднистый продуктъ, содержитъ водной растворъ преимущественно аммоніакальныхъ солей и между ними болѣе всего углекислаго аммоніака. Большинство аммоніакальныхъ солей получается нынѣ изъ той воды, которая образуется при перегонкѣ каменныхъ углей. Очевидно, что азотъ каменного угля (1%) превращается при сухой перегонкѣ въ аммоніакъ, но доказано, что не весь, а только большая часть его; другая часть выдѣляется въ газообразномъ видѣ и входитъ въ составъ веществъ, находящихся въ дегтѣ.

4) При сухой перегонкѣ каменныхъ углей образуются всегда газы: водородъ, болотный и маслородный газы, углекислый газъ, окись углерода и другіе. Эти газы горючи и смѣсь ихъ, извѣстнымъ образомъ приготовленная, употребляется по всюду для освѣщенія.

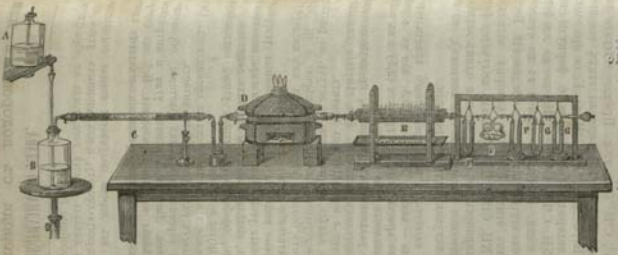
Изъ этого можно видѣть сколь важны примѣненія представляютъ эти вещества, получающіяся при сухой перегонкѣ каменныхъ углей, и потому не удивительно, что ее производятъ повсюду въ огромныхъ размѣрахъ. Въ особенности употребляется сухая перегонка угля для добычи кокса, какъ топлива чрезвычайно плотнаго и богатаго углеродомъ, а потому весьма пригоднаго для получения возвышенныхъ температуръ и для перевозки. Для этой цѣли чаще всего употребляютъ спекающійся уголь. Такіе угли содержатъ наиболѣе углерода, по сравненію съ тѣми, которые даютъ неспекающійся уголь и оставляютъ вслѣдствіе того много кокса, по крайней мѣрѣ въ большинствѣ случаевъ. Однако это правило не можетъ быть принимаемо какъ общее, потому что антрациты, наиболѣе богатые углеродомъ, оставляютъ не спекающійся коксъ. Должно замѣтить, что нѣкоторые по крайней мѣрѣ спекающіеся угли, нагрѣтые до 300° въ теченіи двухъ часовъ, теряютъ свойство спекаться, при чемъ теряютъ часть летучихъ веществъ. Что касается до количества кокса, то оно обыкновенно для каменныхъ углей болѣе 50% и рѣдко болѣе 80%; для антрацитовъ оно достигаетъ до 90%. Чаще всего можетъ быть получено въ маломъ количествѣ до 60% кокса изъ 100 частей угля.

Облаганіе каменныхъ углей на коксъ производятъ или въ кучахъ, или въ печахъ, или въ ретортахъ, подобно тому, какъ это дѣлаютъ для всѣхъ другихъ видовъ топлива. Обыкновенно каменные угли передъ коксованіемъ подвергаютъ промыванію водою, чтобы удалить нѣкоторые подмѣсы, преимущественно же землястыя вещества и колчеданъ, увеличивающіе количество пепла и вредящіе достоинству кокса. 100 частей каменного угля при обугливаніи даютъ среднимъ, числомъ, до 55%—65% кокса, около 10% дегтя, около 10 же процентовъ воды, а остальные 25%—15% переходятъ въ газы. Коксъ представляетъ, подобно угля древесному, различіе и въ своихъ свойствахъ и въ своемъ составѣ, смотря по температурѣ, способу добычи и породѣ угля, изъ котораго полученъ. Чаще всего коксъ имѣетъ видъ сѣрой, жесткой, вязкострой массы, представляющей не рѣдко какъ бы волокнистое строеніе; онъ легко разбивается, но отдѣльныя части его представля-

ють значительную твердость, такъ что коксъ даже чертитъ стекло. Коксъ содержитъ около 90% углерода, около 1% водорода, обыкновенно почти столько же зола и около 4% кислорода и сѣры.

Представляя массу болѣе плотную, чѣмъ древесный уголь, коксъ не обладаетъ уже способностью поглощать вещества, какъ уголь, въ значительномъ количествѣ; но за то коксъ по своей плотности представляетъ самый драгоценный материалъ для получения въ горнахъ возвышенной температуры. Въ данномъ пространствѣ можетъ вмѣщаться наибольшее количество этого топлива, чѣмъ всѣхъ вышеупомянутыхъ; въ особенности для этой цѣли пригодны небольшіе кусочки кокса, получающіеся въ золѣ при горѣніи каменнаго угля. Такіе мелкіе спешіеся куски кокса промываютъ водою и вполне высушенные они составляютъ наилучшее средство для получения въ лабораторіяхъ весьма возвышенной температуры, которая иногда нужна для производства нѣкоторыхъ опытовъ.

Углеродъ въ отдѣльности нелетучій, дающій также и цѣлый рядъ нелетучихъ соединений, образуетъ въ тоже время и много летучихъ жидкостей и даже газовъ. Многіе изъ его соединений съ водородомъ, кислородомъ, азотомъ, хлоромъ и др. простыми тѣлами имѣютъ эти свойства. Оттого было легко опредѣлить **атомный вѣсъ** углерода. Если въ данномъ объемѣ кислорода сжечь уголь, образуется углекислый газъ. Его объемъ равенъ объему взятаго кислорода. Плотность углекислаго газа въ 22 раза болѣе плотности водорода, слѣдовательно, вѣсъ его частицы равенъ 44. Частица кислорода вѣситъ 32, слѣдовательно, въ частицу углекислаго газа входитъ 12 вѣсовыхъ частей углерода. Поэтому, углекислый газъ состоитъ изъ 12 вѣсовыхъ частей углерода и 32 частей кислорода. Этотъ же выводъ даетъ прямое вѣсовое опредѣленіе состава углекислаго газа (фиг. 111), произведенное Дюма и Стасомъ, Ердманомъ и Маршаномъ. Но, можетъ быть, вѣсъ атома углерода есть только число кратное съ 12, а не 12? Эквивалентъ углерода водороду есть число 3, потому что въ водѣ на 1 вѣсовую часть водорода 8 ч. кислорода, а въ углекисломъ газѣ на 8 частей кислорода 3 части углерода. Атомный же вѣсъ углерода дѣйствительно равенъ 12, потому что въ частицы всѣхъ извѣстныхъ соединений углерода входитъ не менѣе 12 вѣсовыхъ частей углерода, если въ частицѣ воды должно принять 2 вѣсовыхъ части водорода и слѣд., 16, кислорода, какъ это мы видѣли въ прошлой главѣ. Напр., частица болотнаго газа содержитъ 12 углерода и 4 водорода, синеродистаго водорода 12 углерода, 1 водорода и 14 азота и т. д. Въ большинствѣ же частицъ углеродистыхъ веществъ количество углерода больше 12-ти въ 2, 3 и т. д. разъ. Напр. въ частицѣ маслороднаго газа 24 углерода и 4 водорода, въ



Фиг. 111. Прибор Дюма и Стаса для определения над углерода. Въ трубкѣ, помѣщенной въ печь *D*, ка-
 гривается уголь, грѣяемый надъ струей кислорода, вытѣсняемого изъ стакана *B* водою, текущею изъ
A. Въ *C* кислородъ очищается отъ углекислотаго газа и воды. Изъ *D* образуется углекислый газъ съ небольшою
 примѣсью азота. Для превращенія этой послѣдней въ углекислый газъ, продукты горѣнія проводятъ чрезъ
 трубку съ окисью меди, помѣщенную въ жарочий *E*. Окисъ меди окисляетъ CO въ CO_2 , образуя металлическую
 медь. Для опредѣленія количества образовавшагося углекислотаго газа, продукты горѣнія проводятъ сперва чрезъ
 приборъ, поглощающій воду, а потомъ чрезъ кали-аппаратъ *F* и трубки *F*, *G* и *H* со-
 держащія щелочи, удерживающія углекислый газъ. Знавъ вѣсъ взятаго угля и вѣсъ протѣкавшаго углекислотаго
 газа (опредѣляемъ *F, F, G* до и послѣ опыта), опредѣляемъ надъ углерода. Послѣдняя трубка прибора содержитъ
 щелочь и хлористый кальцій, предотвращающіе влагу и углекислоту воздуха проникать въ поглощательные сна-
 руды. $\frac{1}{2}$ в.

Основы химии. Т. I. Глава I. Основы химии. Т. I. Глава I. Основы химии. Т. I. Глава I. Основы химии. Т. I. Глава I.



дѣющее въ частицы его соединеній=12, а потому составъ и частичныя формулы упомянутыхъ соединеній углерода, суть: CO^2 , CH^4 , CNH , C^2H^4 , $\text{C}^4\text{H}^{10}\text{O}$ и т. п. Прежде считали най углерода=6, тогда (при наѣ $\text{O}=16$) формулы этихъ соединеній были бы: C^2O^2 , C^2H^4 , C^2NH , C^4H^4 , $\text{C}^8\text{H}^{10}\text{O}$. Если при этомъ принять еще и най кислорода за 8, а не за 16, формулы станутъ: C^2O^4 , C^2H^4 , C^2NH , C^4H^4 , $\text{C}^8\text{H}^{10}\text{O}^2$. Но все же эти формулы будутъ, какъ и наши, выражать одни и тѣ же относительныя, частичныя количества названныхъ соединеній. Вотъ, если сократить тѣ изъ этихъ формулъ, которыя возможно (будетъ CO^2 , CH^2 , C^2NH , CH , $\text{C}^4\text{H}^{10}\text{O}$), тогда получатся формулы, называемыя эмпирическими, выражающія одинъ элементарный составъ (процентное содержаніе элементовъ), но не количество веществъ вступающихъ въ реакціи.

Выводы. Углеродъ является въ видѣ прозрачнаго кристаллическаго и твердѣйшаго тѣла — алмаза (плотность 3,5) или въ формѣ мягкаго, непрозрачнаго, но кристаллическаго графита (2,5) и въ видѣ аморфнаго, различной плотности угля (2,0).

Уголь есть остатокъ разложенныхъ сложныхъ, преимущественно такъ называемыхъ органическихъ, веществъ. При дѣйствіи сильнѣйшаго жара онъ уплотняется и переходитъ въ графитъ.

Уголь, какъ графитъ и алмазъ, не плавится, не летучъ, не растворимъ, соединяется съ кислородомъ, водородомъ, серою и др., при накаливаніи, отнимаетъ отъ большой части окисловъ ихъ кислородъ, старая, развиваетъ значительное количество тепла.

Животныя и растительныя вещества содержатъ сложныя углеводистыя соединенія, выдѣляющія уголь при накаливаніи и при неполномъ горѣніи. Сажа есть уголь, выдѣлившійся изъ летучихъ веществъ.

Неплотныя виды углей, особенно животный уголь, поглощаютъ газы, пары, красящія и другія вещества.

Перегонной есть измѣняющіеся въ землѣ остатки организмовъ. Онъ глѣбеть, окисляется, выдѣляетъ газы, растений не поитаетъ.

Торфъ есть подводный перегной болотныхъ растений, образовавшійся въ недавнія времена. Лигниты, каменные угли и антрациты суть подобныя же древнѣйшія морскія образованія. Всѣ они содержатъ болѣе углерода, чѣмъ растенія; при обугливаніи оставляютъ плотную массу угля, коксъ.

При сухой перегонкѣ изъ дерева получается кислая воднистая жидкость, содержащая уксусную кислоту, а изъ каменныхъ углей щелочная вода, содержащая амміакъ. Кромѣ того, тогда же образуются уголь, деготь и газы, способныя горѣть.

ШЕСТИНАДЦАТАЯ ГЛАВА.

Соединенія углерода съ водородомъ или углеводистые водороды.

Никакая пара простыхъ тѣлъ не даетъ столь многихъ сое-

диней, какъ углеродъ съ водородомъ. Притомъ, эти соединенія значительно различаются между собою по многимъ признакамъ, хотя представляютъ и нѣсколько общихъ свойствъ. Всѣ углеродистые водороды—газообразны ли они, жидки ли они, или тверды, суть вещества, въ водѣ мало растворимыя. Газообразные углеводороды, сгущенные въ жидкость, какъ и твердые углеводороды превращенные въ жидкость чрезъ расплавление, они, во всякомъ случаѣ, представляютъ видъ и свойство маслообразныхъ жидкостей. Въ твердомъ состоянii большинство ихъ болѣе или менѣе приближается по свойствамъ къ воску, хотя обыкновенныя масла и обыкновенный воскъ содержать кромѣ углерода и водорода еще и кислородъ, но въ сравнительно маломъ количествѣ. Немного такихъ твердыхъ углеводородовъ, которые имѣютъ видъ смоль (напр. метастироль, каучукъ).

Въ жидкомъ состоянii высококипящiе углеводороды ближе всего подходятъ къ масламъ, низко кипящiе къ эфиру, а въ газообразномъ они напоминаютъ своими свойствами водородъ. Всѣ углеводороды летучи, только немногие, и то высоко кипящiе, не перегоняются безъ разложенiя. Все это показываетъ, что въ физическихъ свойствахъ углеводородовъ, свойства твердаго и нелетучаго углерода сильно измѣнены и скрыты. Повидимому свойства водорода преобладаютъ.

Всѣ углеродистые водороды суть тѣла безразличныя, прямо ни съ основаниями, ни съ кислотами не соединяющiяся, но въ нѣкоторыхъ случаяхъ вступающiя въ характерныя реакцiи, которыя представляютъ много своеобразнаго. Мы видѣли, что въ разсмотрѣнныхъ нами до сихъ поръ водородистыхъ соединенiяхъ (водѣ, азотной кислотѣ, аммиакѣ) въ реакцiи вступаетъ весьма часто водородъ, подвергаясь замѣщенiю металлами. Углеродистые водороды прямо не вступаютъ въ реакцiю ни съ металлами; водородъ въ нихъ, какъ говорится, не имѣетъ металлическаго характера, т. е. прямо ¹⁾ не замѣщается металлами, даже такими какъ натрiй и калий. Всѣ углеродистые водороды, при болѣе или менѣе сильномъ прокалivanii, если они летучи, то при пропусканii паровъ черезъ накаленную трубку, разлагаются, образуя, хотя отчасти, уголь и водородъ. При обыкновенной температурѣ большинство углеводородовъ не соединяется съ кислородомъ воздуха, не окисляется, но отъ дѣйствiя азотной кислоты и многихъ другихъ окислительныхъ веществъ, большинство ихъ подвергается окисленiю, состоя-

¹⁾ Напротивъ того, косвенными путями можно получить многiя соединенiя замѣщающiя углеродъ, водородъ и разные металлы. Это составляетъ особый классъ такъ называемыхъ металло-органическихъ соединенiй.



щему въ выдѣленіи части водорода и углерода и въ присоединеніи кислорода. Зажженные, то есть накаленные на воздухѣ, углеводороды горятъ и, смотря по содержанію угля, горѣніе это сопровождается иногда выдѣленіемъ сажи, т. е. размельченнаго угля, и тогда пламя такихъ горящихъ углеводистыхъ водородовъ весьма ярко; оттого-то многіе изъ нихъ употребляются для освѣщенія, напримѣръ керосинъ, свѣтильный газъ, скипидаръ. При горѣніи углеводистыхъ водородовъ происходитъ, когда будетъ избытокъ кислорода, только углекислый газъ и вода. Содержа въ себѣ восстановительные элементы (т. е. способные отнимать кислородъ), углеводороды сами дѣйствуютъ, при накаливаніи, какъ восстанавливающія вещества. Такъ, при накаливаніи съ окислами мѣди они сгораютъ, образуя CO^2 и H^2O , оставляя мѣдь.

О составѣ углеводородовъ должно замѣтить, что въ частицѣ ихъ всегда находится **четное число атомовъ водорода**. Поэтому общая формула возможныхъ углеводородовъ есть C_nH^{2m} , гдѣ m и n суть цѣлыя числа. Простейшіе возможные углеводороды, значить, должны имѣть составъ CH^2 , C^2H^4 , C^3H^6 C^2H^2 , C^2H^4 , C^2H^6 , C^2H^8 но не всѣ такіе существуютъ. Для нихъ есть предѣль.

Нѣкоторые изъ углеводистыхъ водородовъ способны къ соединеніямъ, другія вовсе не обладаютъ этою способностью. Первымъ свойствомъ отличаются тѣ, которые заключаютъ меньше водорода, послѣднимъ такіе, которые заключаютъ на данное количество углерода наибольшее количество водорода. Составъ всѣхъ этихъ послѣднихъ выражается общею формулою $\text{C}^n\text{H}^{2n+2}$. Это такъ называемые **предѣльные углеводистые водороды**, неспособные къ соединеніямъ. Углеводистые водороды C^2H^2 , C^2H^4 , C^3H^{10} и т. п., судя поэтому, не существуютъ. Наивысшѣе содержанія водорода будутъ представлять: C^nH^4 ($n = 1$, $2n + 2 = 4$), C^2H^6 ($n = 2$), C^3H^8 ($n = 3$), C^4H^{10} и т. д. Сопоставляя это понятіе съ выводомъ четности атомовъ водорода, легко видѣть, что возможные углеводороды расположатся въ порядки, члены которыхъ выразятся общими формулами. Дѣйствительно, по закону четности атомовъ, не существуютъ углеводороды состава $\text{C}^n\text{H}^{2n+1}$, $\text{C}^n\text{H}^{2n-1}$ и т. п. потому что въ нихъ заключалось бы нечетное число атомовъ водорода. Слѣдовательно возможны только углеводороды состава $\text{C}^n\text{H}^{2n+2}$, $\text{C}^n\text{H}^{2n-2}$, $\text{C}^n\text{H}^{2n-4}$ и т. д. *Порядкомъ* или *гомологами* называютъ углеводороды (и другія углеводистыя соединенія), въ которыхъ на n атомовъ углерода приходится число атомовъ водорода, выражаемое въ зависимости отъ n . Такъ углеводороды C^nH^4 , C^2H^6 , C^3H^8 , C^4H^{10} и т. д. суть члены предѣльнаго гомологическаго порядка $\text{C}^n\text{H}^{2n+2}$.

Значить, члены одного порядка отличаются другъ отъ друга на n CH_2 . Нетолько составъ, но и свойства членовъ одного порядка заставляютъ соединять ихъ въ одну группу. Такъ, напр. члены порядка $\text{C}^n\text{H}^{2n+2}$ неспособны къ соединеніямъ, тогда какъ члены порядка C^nH^{2n} способны соединяться съ Cl_2 , SO_3 и т. п.

Множество углеродистыхъ водородовъ встрѣчается въ природѣ, вырабатывается растениями и, какъ остатки ихъ, находится въ минеральномъ царствѣ. Еще большее количество получено искусственно. Для образованія ихъ служатъ, такъ называемыя соединенія по остаткамъ. Такъ, напримѣръ, если пропускать смѣсь паровъ сѣрнистаго водорода и сѣрнистаго углерода чрезъ трубку съ накаленною мѣдью, то эта послѣдняя отниметъ сѣру отъ обоихъ взятыхъ соединеній, а освобожденные уголь и водородъ, соединяясь, даютъ углеродистый водородъ. Если смѣсь соединеній $\text{C}^6\text{H}^5\text{Br}$ (бромобензинъ или бромистый фениль) и $\text{C}^2\text{H}^5\text{Br}$ (бромистый этиль), заключающихъ бромъ, нагрѣть съ металломъ натріемъ, то этотъ послѣдній соединяется съ бромомъ обоихъ взятыхъ соединеній, образуя бромистый натрій Na Br . Отъ перваго соединенія останется группа C^6H^5 , отъ втораго C^2H^5 . Съ нечетнымъ числомъ паревъ углерода они не существуютъ, по закону четныхъ паревъ. Потому, лишь только они видѣляются, какъ соединяются взаимно, образуя углеводородъ $\text{C}^6\text{H}^5\text{C}^2\text{H}^5$ или C^8H^{10} (этиль-фениль или этило-бензинъ). Это и составляетъ примѣръ образованія углеводородовъ изъ остатковъ. Происходятъ они также чрезъ разрушеніе другихъ болѣе сложныхъ органическихъ или углеродистыхъ соединеній, особенно при накалываніи, то есть при сухой перегонкѣ. Такъ, напримѣръ въ росномъ ладонѣ или бензойной смолѣ, заключается особая кислота, названная бензойною, $\text{C}^7\text{H}^6\text{O}^2$. Пары этой кислоты, пропущенныя чрезъ накаленную трубку распадаются на углекислый газъ CO_2 и углеводородъ, бензинъ, C^6H^6 . Непосредственно углеродъ съ водородомъ образуетъ только одну степень соединенія ацетиленъ—углеродистый водородъ, имѣющій составъ C^2H^2 и представляющій, сравнительно съ другими углеродистыми водородами, большее постоянство, относительно дѣйствія высокой температуры.

Огромное количество извѣстныхъ углеродистыхъ водородовъ можетъ быть подведено, на основаніи ихъ состава и реакцій, подъ систему строго определенную. Исходнымъ пунктомъ, для такого систематическаго раздѣленія углеродистыхъ водородовъ, служитъ способность нѣкоторыхъ изъ нихъ вступать въ весьма сходныя реакціи и различіе углеродистыхъ водородовъ въ способности къ образованію соединеній. Предѣльные углеро-

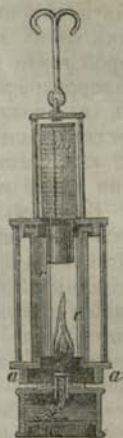


дистые водороды, заключающіе наибольшее количество водорода противу всѣхъ другихъ, могутъ служить примѣромъ для всѣхъ ихъ, и потому мы прежде всего остановимся надъ ними. Между этими предѣльными углеродистыми водородами извѣстенъ одинъ, заключающій въ своей частицѣ 1 атомъ углерода и 4 атома водорода, это есть соединеніе съ наивысшимъ процентнымъ содержаніемъ водорода (CH_4 , содержитъ 25% водорода) и въ то же время это есть единственный углеродистый водородъ съ содержаніемъ въ частицѣ 1 атома углерода, а потому съ его исторіи мы и начнемъ краткое обзорѣніе обыкновеннѣйшихъ углеродистыхъ водородовъ. Этотъ углеродистый водородъ CH_4 называется **болотнымъ газомъ** или легкимъ углеродистымъ водородомъ. Его называютъ также водородистымъ метиломъ, считая за метиль остатокъ CH_3 , какъ въ водѣ признаютъ остатокъ HO . Болотный газъ можно было бы назвать легчайшимъ углеродистымъ водородомъ, потому что, держа наиболѣе водорода, онъ въ газообразномъ состояніи представляетъ наименьшую плотность пара, чѣмъ всѣ другіе углеводороды. Болотный газъ встрѣчается въ природѣ; въ нѣкоторыхъ мѣстахъ онъ выходитъ изъ земли, изъ трещинъ и можетъ быть собранъ и употребленъ для нагрѣванія, или освѣщенія; такія выдѣленія болотнаго газа изъ земли замѣчены въ нѣкоторыхъ мѣстахъ Италіи и Греческаго архипелага, на берегахъ Каспійскаго моря, въ особенности въ окрестностяхъ Баку. Эта мѣстность знаменита индійскимъ храмомъ огнепоклонниковъ, проводившихъ этотъ газъ по глинянымъ ходамъ и постоянно поддерживавшимъ горѣніе выходящаго газа. Нынѣ этотъ храмъ опустѣлъ. Въ одной провинціи Китая, издавна такой выдѣляющійся газъ проводятъ трубами для нагрѣванія и отопленія; далѣе, онъ выдѣляется во всѣхъ мѣстностяхъ, гдѣ встрѣчается горное масло или нефть. Тотъ же самый газъ выдѣляется въ каменно-угольныхъ коняхъ и составляетъ одну изъ важнѣйшихъ опасностей ихъ обработки; потому что, смѣшиваясь съ воздухомъ, онъ даетъ горючую и взрывчатую массу, могущую легко воспламениться отъ прикосновенія зажженного тѣла.

Чтобы устранить эту опасность, при обработкѣ каменныхъ углей, употребляютъ для работы въ такихъ коняхъ такъ называемыя предохранительныя лампы, въ которыхъ пламя окружено плотной металлической сѣткой. Поглощая значительное количество тепла, такая сѣтка не допускаетъ пламени передаваться изъ лампы къ взрывчатой массѣ. Весьма простой опытъ можетъ убѣдить каждаго въ такой способности металлической сѣтки. Если металлическую сѣтку опустить сверху на пламя свѣчи или газа, то по верхъ сѣтки пламени не будетъ; это зависитъ оттого, что сѣтка поглощаетъ тепло и понижаетъ тем-

температуру газовъ, содержащихся въ пламени, до такой степени, что они не могутъ воспламениться, а между тѣмъ горючіе газы проходятъ черезъ сѣтку, что легко доказать тѣмъ, что поверхъ сѣтки можно зажечь выходящіе газы. Открытіе свойства металлическихъ сѣтокъ, прекращающихъ передачу горѣнія, принадлежитъ английскому химику Дэви. Такое открытіе стало большимъ благодѣліемъ, потому что дало возможность безопасной или, по крайней мѣрѣ, менѣе опасной выработки каменноугольныхъ копей. Взрывы гремучей смѣси въ такихъ кояхъ случались прежде того весьма часто, и губили нерѣдко огромныя массы рабочихъ.

Выдѣленіе болотнаго газа изъ каменныхъ углей уже показываетъ способъ его образованія изъ разрушающихся или измѣняющихся растительныхъ остатковъ; такъ что и въ тѣхъ случаяхъ, гдѣ газъ выдѣляется непосредственно изъ трещинъ земли, можно предполагать, что выдѣляющийся газъ имѣетъ совершенно точно такое же происхожденіе, освобождаясь отъ разлагающихся подъ землею растительныхъ, или животныхъ остатковъ. Когда эти послѣдніе разлагаются при большемъ доступѣ воздуха, тогда они окисляются: углеродъ и водородъ превращаются въ углекислый газъ и воду. Но если притокъ воздуха ограниченъ, или даже не существуетъ, то разложеніе органическихъ веществъ сопровождается тогда образованіемъ болотнаго газа, будетъ ли это разложеніе происходить при обыкновенной температурѣ, или при температурѣ сравнительно весьма высокой. Оттого **растения**, погребенныя подъ водою, въ **болотахъ**, лужахъ и всякой водѣ, разлагаясь подъ нею, выдѣляютъ тотъ же самый газъ; отчего и произошло самое названіе этого газа. Всякой знаетъ, что если тину въ болотахъ потрогать чѣмъ нибудь, то изъ этой тины выдѣляется большое количество пузырей газа; эти пузыри, хотя медленно, однако

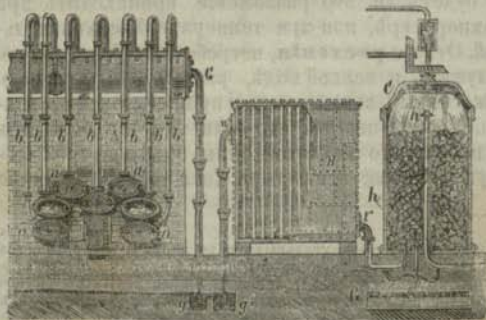


Ф. 112. Предохранительная лампа Дэви ¹⁾.

¹⁾ Служить для освѣщенія въ каменноугольныхъ и др. кояхъ, гдѣ находится горючій газъ. Надъ свѣтильной масляной лампы поставленъ толстый стеклянный цилиндръ, плотно прижимаемый металлической оправой. По верхъ его прирѣзаны металлическій цилиндръ *n* и сѣтка *m*. Черезъ нихъ проходятъ продукты горѣнія, а воздухъ входитъ черезъ сѣтку въ пространство между цилиндромъ *n* и сѣткою *m*. Лампу нельзя открыть, не потушивши огня, что весьма важно, для избѣженія случайной неосторожности. Превжныя формы предохранительной лампы (простая цилиндрическая сѣтка надъ лампой) неудобны, потому что даютъ мало свѣту и тузнуть при движеніи. За крючекъ, находящійся сверхъ лампы, она прикрѣпляется или къ поясу рабочаго, или къ какому либо предмету.

выдѣляются и сами собою. Выдѣляющійся газъ содержитъ преимущественно болотный газъ. Собрать же его въ этомъ случаѣ очень легко, если въ воду болота опрокинуть воронку, которой горло вставлено въ стеклянку, наполненную водою а подъ воронкой шевелить тину чѣмъ-либо. Если дерево, каменный уголь и множество другихъ растительныхъ и животныхъ веществъ разлагаются **дѣйствіемъ жара** безъ доступа воздуха, или, какъ говорится, подвергаются сухой перегонкѣ, то они также выдѣляютъ значительное количество болотнаго газа. Впрочемъ въ этомъ случаѣ, онъ смѣшанъ всегда съ значительною пропорціею другихъ газообразныхъ продуктовъ разложенія, а именно: углекислоты, окиси углерода, водорода и различныхъ другихъ веществъ. Обыкновенно газъ, употребляющійся для освѣщенія, получается именно этимъ способомъ и потому онъ всегда содержитъ въ себѣ болотный газъ, впрочемъ смѣшанный съ водородомъ и другими газами, хотя и очищенный отъ нѣкоторыхъ изъ нихъ. Растенія и животныя, при своемъ дыханіи, по видимому, выдѣляютъ нѣкоторое количество болотнаго газа, оттого, вѣроятно, слѣды его и содержатся въ воздухѣ.

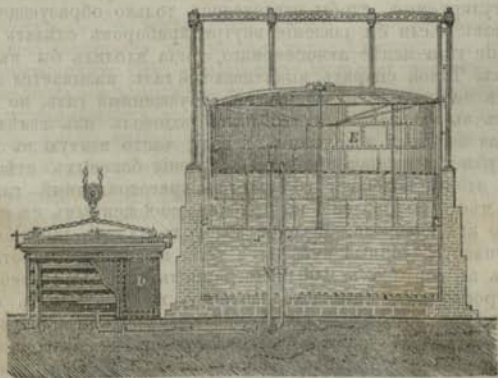
Свѣтильный газъ получаютъ посредствомъ накалыванія дерева или каменнаго угля въ овално-цилиндрическихъ лежащихъ чугунныхъ или глиняныхъ ретортахъ. Нѣсколько такихъ ретортъ *a a* (фиг. 113) располагаютъ въ печи съ общою топкою. Когда реторты раскалены до краснакалильнаго жара, въ нихъ бросаютъ или связки дерева или куски каменнаго угля и тотчасъ запираютъ реторту плотной крышкой. На нашемъ рисункѣ видна передняя часть печи,



Фиг. 113. Вместе со слѣдующею фигурою изображаютъ схематическій видъ завода для приготовления свѣтильнаго газа *a a*—реторты, *B*—пріемникъ для охлажденія и *C*—кокевый цилиндръ для прѣмыванія газа, служащій для удаленія амміака и др. растворимыхъ подмѣсей. Трубы эти загибаются по-

съ семью ретортами, изъ которыхъ двѣ отворены, и пять заперты крышками. Въ ретортѣ происходитъ сухая перегонка (стр. 542) каменнаго угля. Въ ней остается коксъ, а продукты перегонки идутъ, въ видѣ горячихъ паровъ и газовъ, по трубамъ *bb*, соот-

верхъ печи и герметически вѣдланы въ *пріемникъ*, поставленный надъ печью. Въ этомъ *пріемникѣ* собираются тѣ продукты сухой перегонки, которые легче всего переходятъ изъ парообразнаго состоянія въ жидкое и твердое. Изъ *пріемника* пары и газы идутъ по трубѣ *Г*. Трубы, идущія отъ нѣсколькихъ печей, соединяются вмѣстѣ. Въ ряду такихъ трубъ, пары и газы охлаждаются отъ прикосновенія съ болѣе холодными стѣнками трубокъ. При этомъ новое количество паровъ сгущается. Сгустившіяся жидкости изъ трубъ *Г* и *И* стекаютъ по трубкамъ *И* въ желоба *ДД*. Въ этихъ желобахъ постоянно находится жидкость и трубки *И* погружены въ нее, а потому здѣсь не можетъ выходить газъ, это составляетъ, такъ называемый, гидравлическій запоръ газа. Для полнаго охлажденія газа, необходимаго для выдѣленія изъ него паровъ, могущихъ сгущаться въ смолистую и водянистую (стр. 542) жидкости, пропускаютъ газъ черезъ большое число трубъ или же черезъ особые холодильники. Холодильникъ *В*, изображенный на фигурѣ, состоитъ изъ металлическаго ящика, въ дно и крышку котораго вставно большое число трубокъ. Черезъ эти трубки течетъ вода и охлаждаетъ газъ, окружающій трубки. Газъ входитъ черезъ *И*, выходитъ внизу черезъ трубку *Г*. Въ охлажденномъ газѣ находится еще нѣкоторое количество паровъ, но уже ихъ нельзя удалить охлажденіемъ. Газъ въ томъ видѣ, какъ онъ выходитъ изъ холодильниковъ, содержитъ преимущественно слѣдующія пары и газы: 1) пары воды, 2) углеаммиачной соли, 3) жидкихъ углеводородовъ, 4) сѣрнистый водородъ H_2S , 5) углекислый газъ CO_2 , 6) окись углерода CO , 7) сѣрнистый газъ SO_2 , но большая часть его состоитъ изъ 8) водорода, 9) болотнаго газа, 10) маслороднаго газа C^2H^4 и другихъ газообразныхъ углеводородовъ. Изъ этихъ веществъ подмѣсь воды не измѣняетъ свойствъ газа, да и не легко удаляется. Углеводороды (3, 9 и 10), водородъ и окись углерода способны горѣть и составляютъ основныя составныя части, но углекислый газъ, сѣрнистый и сѣрноводородный газы, также какъ и пары углеаммиачной соли составляютъ вредныя подмѣси, потому что они не горятъ (CO_2 , SO_2) и уменьшаютъ температуру и

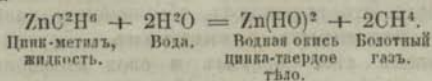


Фиг. 114. Продолженіе фиг. 113. Промытый газъ проводится черезъ очистительный аппаратъ *D*, содержащій смесь извести и желѣзнаго купороса и потомъ собирается въ газометръ или газгольдеръ *E*, откуда по трубѣ *Z* идетъ въ городскія трубы. 1/1111

яркость пламени или потому что, хотя и сами способны горѣть, но старая даютъ сѣрный газъ (напр. H^2S , CS^2 и др.), а этотъ послѣдній имѣетъ непріятный запахъ, вреденъ для дыханія и портитъ многіе предметы. Для удаленія вредныхъ подмѣсей, пропускаютъ газъ чрезъ воду, для чего можетъ служить цилиндръ *C*, наполненный коксомъ, смачиваемымъ водою. Вода, встрѣчая газъ, растворяетъ изъ него углесаміачную соль, H^2S , CO^2 , SO^2 ; но послѣднія только отчасти растворимы въ водѣ и потому должны быть удалены особымъ способомъ. Для этого газъ пропускаютъ чрезъ известъ или другую щелочную жидкость, а названные газы CO^2 , SO^2 и H^2S обладаютъ кислотными свойствами, и потому удерживаются щелочью. Известъ образуетъ $CaCO^3$, $CaSO^3$ и CaS , вещества твердыя. Конечно ее нужно перемѣнять, п. ч. ея поглотительная способность истощается. Еще лучше дѣйствуетъ смѣсь извести съ желѣзнымъ купоросомъ $FeSO^4$, потому что послѣдній съ известью $Ca(OH)^2$, даетъ закись желѣза $Fe(OH)^2$ и гипсъ $CaSO^4$. Закись (отчасти переходящая въ окись) желѣза поглощаетъ H^2S , образуя FeS и H^2O , а гипсъ удерживаетъ остатки амміака, избытокъ же извести поглощаетъ CO^2 и SO^2 . При этомъ FeS можно вновь превратить окисленіемъ на воздухѣ въ $FeSO^4$. Такое очищеніе газа производить въ приборѣ *D* (фиг. 114), гдѣ газъ проходитъ чрезъ сѣтки, на которыя положены опилки смѣшанныя съ известью и желѣзнымъ купоросомъ. Должно замѣтить еще, что при производствѣ газа необходимо извлекать пары изъ реторты, чтобы они не оставались въ нихъ долгое время (иначе углеводороды могутъ подвергаться, въ значительной мѣрѣ, дальнѣйшему распаденію на уголь и водородъ) и для того, чтобы давленіе газовъ въ приборахъ не было велико, п. ч. чрезъ это во всякое отверстіе, неизбѣжное въ сложномъ аппаратѣ, уходило бы много газа. Для этого извлеченія газа изъ реторты служатъ особые насосы, такъ регулируемые, чтобы извлекалось только образующееся количество газовъ. Если бы давленіе внутри приборовъ сдѣлать чрезъ выкачиваніе газа менѣе атмосфернаго, тогда входилъ бы въ аппаратъ воздухъ. Такой снарядъ, выкачивающій газъ, называется *экстаузоромъ*. Онъ на рисункѣ не изображенъ. Очищенный газъ, по трубкѣ *г*, входитъ въ *газометръ*, или большой колоколъ изъ желѣзныхъ листовъ. Края колокола погружены въ воду, часто влитую въ кольцообразное углубленіе, назначенное для вмѣщенія боковыхъ стѣнокъ колокола. Въ этомъ колоколѣ собирается приготовленный газъ, отводимый на мѣсто потребленія по трубамъ, сообщеннымъ съ трубкою *ж*, идущею изъ колокола. Давленіе колокола на газъ даетъ ему возможность проникать длинный путь и тѣ узкія щели, чрезъ которыя выходитъ газъ въ горѣльникахъ. 100 килограммовъ угля даютъ около 20—30 куб. метровъ газа, имѣющаго плотность въ 6—9 разъ большую чѣмъ плотность водорода. Кубическій метръ (1000 литровъ) водорода вѣситъ около 87 граммовъ, слѣдовательно, 100 килограммовъ угля даютъ около 18 килограммовъ газа, или около $\frac{1}{5}$ своего вѣса. Кокса получается около $\frac{1}{5}$ вѣса угля, а остальная часть даетъ жидкій деготь, водянистую жидкость и смолы, сгущающіяся при охлажденіи. Болотный газъ преобладаетъ въ свѣтельномъ газѣ. Плотность CH^4 въ 8 разъ болѣе плотности водорода. Свѣтильный газъ бываетъ легче бо-

болотнаго, отъ содержанія значительнаго количества водорода, онъ бываетъ тяжелѣе болотнаго газа отъ того, что содержитъ много болѣе тяжелыхъ углеводородовъ. Такъ маслородный газъ C^2H^4 въ 14 разъ тяжелѣе водорода, а его въ свѣтильномъ газѣ иногда, находится до 15% по объему. Чѣмъ болѣе маслороднаго и подобныхъ ему тяжелыхъ углеводородовъ, тѣмъ ярче горитъ газъ, потому что, тѣмъ болѣе содержится въ его объемѣ углерода и тѣмъ больше выдѣляется угольныхъ частицъ. Легкій газъ, богатый водородомъ, свѣтитъ менѣе ярко. Въ свѣтильномъ газѣ бываетъ отъ 35 до 60% по объему болотнаго газа, отъ 50 до 30 объемовъ водорода, отъ 5 до 15 объемовъ окиси углерода. Дерево даетъ почти такой же газъ какъ и каменный уголь и количество почти такое же, но только въ древесномъ газѣ много углекислаго газа, который должно удалить, и паровъ водянистыхъ и дегтярныхъ жидкостей, за то нѣтъ почти сѣрнистыхъ соединений. Смолы, масла, и тому подобныя матеріалы, даютъ и много, и корочегаго газа. Образование горячаго газа, при накаливаніи каменнаго угля, было открыто въ началѣ прошлаго столѣтія, но только въ концѣ его Ле-Бонъ, во Франціи, и Мордокъ въ Англии, предложили его для практики. Въ Англии, Мордокъ, съ знаменитымъ Ваттомъ, построили первый газовый заводъ въ 1805 году.

Болотный газъ можетъ быть полученъ, сравнительно въ весьма чистомъ видѣ, разными способами. Самый чистый газъ образуется, если смѣшивать съ водою жидкое вещество, называемое цинкметиломъ и содержащее металлическій цинкъ и углеродистый водородъ ZnC^2H^6 ; образование болотнаго газа въ этомъ случаѣ выражается слѣдующимъ уравненіемъ:



Вмѣсто цинк-метила можно взять многія другія, такъ называемыя, металлоорганическія соединенія, содержащія металлъ и одинъ, или нѣсколько разъ взятую группу CH^3 , называемую метиломъ (оттого болотный газъ называется водородистымъ метиломъ). Впрочемъ, немногія изъ этихъ металлоорганическихъ соединеній выдѣляютъ болотный газъ при дѣйствіи воды; многія только при дѣйствіи кислоты производятъ такое выдѣленіе.

Довольно чистый болотный газъ получается чаще всего, при накаливаніи смѣси уксусной соли со щелочью. Уксусная кислота $C^2H^4O^2$ при дѣйствіи жара разлагается на болотный и углекислый газы:



Щелочь, которая берется въ этихъ обстоятельствахъ удерживаетъ углекислый газъ и потому выдѣляется только болотный газъ. Если же непосредственно взять уксусную кислоту и ея пары пропустить чрезъ накаленную трубку, то тогда необходимо образовавшійся газъ пропустить чрезъ растворъ

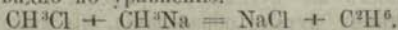
щелочи, который не удерживает болотного газа, а поглощает весь углекислый газ, как ангидрид кислоты.

Болотный газ в 8 раз тяжелее водорода, что и соответствует его частичной формуле, (стр. 495), потому что весь частицы болотного газа равняется 16. Это есть газ до сих пор негущенный в жидкость, т. е. постоянный, в воде почти не растворимый, не имѣющий вкуса и запаха. Изъ химическихъ его реакцій для насъ важнѣе всего замѣтить то, что онъ непосредственно самъ ни съ чѣмъ не соединяется, тогда какъ многіе другіе углеродистые водороды, заключающіе менѣе водорода, чѣмъ слѣдуетъ по формуле C^nH^{2n+2} способны соединяться съ водородомъ, хлоромъ, съ нѣкоторыми кислотами и т. д. Болотный газъ есть представитель предѣльныхъ углеводородовъ не по одному отношенію къ водороду, но и по отношенію къ другимъ элементамъ. Мы говорили (стр. 548), что на 1 атомъ углерода не можетъ содержаться въ соединеніи болѣе 4-хъ атомовъ водорода. Тоже относится до хлора, хлора и водорода и многихъ другихъ элементовъ. Если же предѣльный углеводородъ, напр. C^2H^4 , можетъ соединяться еще съ водородомъ, то по той же причинѣ онъ можетъ соединяться и съ другими простыми и сложными тѣлами. Въ немъ есть способность къ соединенію, тогда какъ въ CH^4 ея нѣтъ. Атомъ углерода, значитъ, способенъ удерживать 4 атома водорода. Это выражаютъ, обыкновенно, называя углеводъ **4-хъ атомнымъ элементомъ**. Другимъ элементамъ свойственъ свой предѣлъ и своя атомность; такъ, напримѣръ, кислородъ не способенъ соединяться болѣе какъ съ двумя атомами водорода, значитъ, въ вышеприведенномъ смыслѣ, кислородъ есть элементъ 2-хъ атомный; хлоръ, напротивъ того, способенъ соединяться только съ 1 атомомъ водорода и больше никакихъ другихъ соединеній съ водородомъ не образуетъ; значитъ хлоръ есть элементъ одноатомный; азотъ, какъ мы видѣли, способенъ соединяться съ 3 атомами водорода; но происшедшее соединеніе NH^3 способно еще соединяться съ хлористымъ водородомъ, и потому азотъ можно считать элементомъ 3-хъ или 5-ти атомнымъ. Составляя рядомъ извѣстныя намъ водородистыя соединенія, мы можемъ видѣть, какъ отъ природы элемента, соединяющагося съ водородомъ, зависитъ количество водорода, входящаго въ частицу соединенія водорода. Самый водородъ должно считать элементомъ одноатомнымъ, не только потому, что онъ служитъ въ этихъ представленіяхъ единицею для сравненія, но также и потому, что онъ съ одноатомными элементами, такими, какъ хлоръ, даетъ только одну степень соединенія. Дѣйствительно, мы имѣемъ частичныя формулы:

Водорода	НН
Хлористаго водорода	НСІ
Воды	Н ² О
Амміака	Н ³ Н
Болотнаго газа	Н ⁴ С

Итакъ углеродъ въ болотномъ газѣ достигъ крайняго предѣла своихъ соединеній съ водородомъ, поэтому и не способенъ къ дальнѣйшимъ соединеніямъ.

Не подвергаясь реакціямъ непосредственнаго соединенія, болотный газъ способенъ подвергаться реакціямъ замѣщенія: водородъ въ немъ можно замѣстить, хотя и не непосредственно, но косвеннымъ образомъ, нѣкоторыми металлами и металлоидами; такъ, на примѣръ, можно получить, какъ мы увидимъ впоследствии, съ одной стороны, замѣщеніе водорода хлоромъ или іодомъ, какъ не металлами $\text{СН}^3\text{СІ}$, $\text{СН}^3\text{І}$; а съ другой стороны, замѣщеніе водорода такими металлами, какъ, на примѣръ, натрій $\text{СН}^3\text{Na}$. Такіе, или подобные продукты замѣщенія чрезвычайно характерны для углеродистыхъ водородовъ и они именно служатъ средствомъ для полученія изъ данныхъ углеродистыхъ веществъ другихъ болѣе сложныхъ; такъ, на примѣръ, если мы приведемъ во взаимное прикосновеніе два вышеозначенные (металлическій и неметаллическій) продукта замѣщенія болотнаго газа, то металлъ съ металлоидомъ соединяется, образуя весьма прочное соединеніе, подобное поваренной соли или хлористому натрію; а углеродныя группы, бывшія въ соединеніи съ ними, выдѣляются во взаимномъ соединеніи, какъ видно по уравненію:



Это составляетъ наилучшій и простѣйшій примѣръ образованія сложнаго углеродистаго соединенія по остаткамъ. Здѣсь причиною хода реакціи нужно считать способность хлора и натрія къ взаимному соединенію. Эти два элемента, соединяясь между собою, какъ мы видѣли уже въ самомъ началѣ курса, отдѣляютъ большое количество тепла, слѣдовательно, обладаютъ энергіею къ соединенію. Напротивъ того, углеродныя группы непосредственною энергіею къ взаимному соединенію не обладаютъ, даже требуютъ, можетъ быть, для своего соединенія, поглощенія тепла, а не выдѣляютъ его при образованіи болѣе сложнаго тѣла. По этой-то причинѣ, вѣроятно, и идутъ реакціи соединенія по остаткамъ. Энергическіе элементы выдѣляютъ тепло при взаимномъ соединеніи, и часть его расходуется на поглощеніе, происходящее при соединеніи углеводородныхъ группъ между собою.

Разсматривая тотъ продуктъ $\text{С}^2\text{Н}^6$, который пролеходитъ при вышеприведенной реакціи, мы можемъ ясно видѣть, что онъ



произошелъ изъ болотнаго газа чрезъ выдѣленіе изъ двухъ его частицъ двухъ аевъ водорода; значитъ, углеродистый водородъ, происшедшій изъ болотнаго газа, заключаетъ всѣ атомы, входящіе въ составъ двухъ аевъ болотнаго газа, кромѣ двухъ атомовъ водорода; значитъ можно представить себѣ, что новое соединеніе произошло чрезъ такое же взаимное соединеніе сложныхъ группъ, какое существуетъ между углеродомъ и водородомъ. Чтобы яснѣе это выразить, представимъ себѣ, что атомъ углерода обладаетъ 4 сродствами (напримѣръ 4-мя плоскостями притяженія или 4-мя направленіями, по которымъ можетъ притягивать и удерживать другія тѣла). Въ болотномъ газѣ всѣ сродства удерживаютъ водородъ; но когда образуются углеродистый водородъ C^2H^6 , то одно сродство у каждаго атома углерода служитъ для удержанія углерода, три же остальные сродства сохраняютъ бывшій прежній водородъ. Изъ этого слѣдуетъ, что допускается способность соединенія атомовъ углерода между собою въ такой же точно мѣрѣ, въ какой атомъ углерода способенъ притягивать водородъ. Слѣдовательно, если въ болотномъ газѣ всѣ сродства углерода были удовлетворены, такъ сказать, водородомъ, и, вслѣдствіе того, болотный газъ не имѣлъ склонности къ образованію какихъ либо новыхъ соединеній, то и въ углеродистомъ водородѣ C^2H^6 не останется, какъ и въ болотномъ газѣ, ни одного свободнаго сродства отъ углерода, и значитъ этотъ новый углеродистый водородъ долженъ быть такимъ же предѣльнымъ, какъ и самъ болотный газъ. Идя совершенно такимъ же путемъ разсужденія и подобнымъ же вышеприведенному путемъ образованія, мы можемъ получить предѣльные углеродистые водороды: C^3H^8 , C^4H^{10} , C^5H^{12} и т. д.; вообще же C^nH^{2n+2} , и всѣ эти углеродистые водороды будутъ, подобно болотному газу, неспособны къ прямому соединенію, будутъ заключать наибольшее возможное количество водорода въ соединеніи съ углеродомъ; оттого-то они и называются предѣльными углеродистыми водородами. Такіе предѣльные углеродистые водороды дѣйствительно получены и дѣйствительно путемъ сходственнымъ съ вышеуказаннымъ.

Подробное разсмотрѣніе свойствъ и реакцій, принадлежащихъ углеродистымъ водородамъ, дѣлается въ особенной части химіи, называемой органическою, мы здѣсь упомянемъ о нихъ только вкратцѣ, чтобы дать одно предварительное понятіе. Весьма характерно то обстоятельство, что предугадываемый рядъ углеродистыхъ водородовъ C^nH^{2n+2} существуетъ и въ природѣ, и именно углеродистые водороды этого ряда находятся многіе вмѣстѣ и входятъ въ составъ природнаго продукта, называемаго **нефтью**. Въ нѣкоторыхъ гористыхъ мѣстностяхъ, какъ, напримѣръ, у насъ около склоновъ Кавказ-

стаго хребта, встрѣчаются мѣста, въ которыхъ изъ земли, вмѣстѣ съ водою, вытекаетъ маслянистая жидкость, имѣющая смоляной запахъ и представляющая темно-бурый цвѣтъ и болѣе легка чѣмъ вода. Такая жидкость называется нефтью или горнымъ масломъ (petroleum); ее добываютъ въ большихъ количествахъ, проводя въ такихъ мѣстахъ, гдѣ замѣчаются слѣды нефти, колодцы и глубокия буровыя скважины, изъ которыхъ иногда выбрасывается нефть, какъ изъ артезианскихъ колодцевъ вода, на довольно значительную высоту. Выдѣленіе нефти всегда сопровождается выдѣленіемъ соленой воды и болотнаго газа. Нефть добываютъ съ давнихъ временъ у насъ, въ Россіи, на Апшеронскомъ полуостровѣ, около Баку, въ Индіи, на Архипелагѣ, въ Гариціи около Карпатъ, и въ значительныхъ количествахъ въ Америкѣ, особенно въ Пенсильваніи и въ Канадѣ. Свойства нефти весьма неодинаковы въ разныхъ ея источникахъ; нефть представляетъ неопредѣленную жидкость, а смѣсь многихъ и, смотря по количеству содержанію разныхъ составныхъ частей, ея плотность, внѣшній видъ и другія свойства измѣняются. Легкіе сорта нефти имѣютъ удѣльный вѣсъ около 0,8; тяжелые же до 0,98; первые представляютъ жидкости весьма подвижныя и, сравнительно, болѣе летучія; послѣдніе содержатъ менѣе летучихъ жидкостей и менѣе подвижны. Если перегонять легкіе сорта нефти, то температура кипѣнія въ парахъ постоянно измѣняется, начиная отъ 30° и доходя до 350°, или даже выше. То, что перегоняется, представляетъ весьма подвижную прозрачную эфирную жидкость, изъ которой можно путемъ дробной перегонки извлечь углеродистые водороды, кипящіе, начиная отъ 0°, а именно углеродистые водороды: C^4H^{10} , C^5H^{12} (кипитъ при 30°), C^6H^{14} (кипитъ при 62°), C^7H^{16} (кипитъ при 90°). Тѣ части перегонки нефти, которыя кипятъ выше 100° даже 130° и содержатъ углеродистые водороды: $C^{10}H^{22}$, $C^{11}H^{24}$ и т. д., входятъ въ составъ общеупотребительнаго для освѣщенія маслянистаго вещества, называемаго керосиномъ, или *фотогеномъ*, *фотонафтиломъ* и др. Керосинъ представляетъ удѣльный вѣсъ около 0,8 и имѣетъ запахъ свойственный нефти. То что остается послѣ перегонки, керосина представляетъ свойства густыхъ сортовъ нефти и образуетъ такъ называемые нефтяные остатки, которые могутъ быть употребляемы какъ топливо, какъ деготь для смазки и могутъ быть подвергаемы сухой перегонкѣ, для полученія другихъ углеродистыхъ водородовъ. Въ этомъ тяжеломъ нефтяномъ остаткѣ содержится также углеродистые водороды, выражаемые формулою C^nH^{2n+2} . Случая температуру кипѣнія различныхъ членовъ этого ряда, мы замѣчаемъ, что низшій изъ нихъ—болотный газъ есть тѣло газообразное; слѣдующій за тѣмъ, C^2H^6 есть также газъ, но уже могущій сгущаться въ жидкость при сильномъ давленіи и охлажденіи; C^4H^{10} сгущается уже очень легко и въ жидкомъ состояніи кипитъ при 0°; а чѣмъ больше содержаніе углерода, тѣмъ температура кипѣнія жидкости все повышается. Такимъ образомъ углеродистый водородъ, представляющій составъ: $C^{12}H^{26}$, кипитъ уже около 200°. Нефтяные остатки содержатъ тѣ члены этого ряда, которые представляютъ температуру кипѣнія выше 300°, если ихъ перегонять, то послѣ перехода многихъ жидкихъ членовъ этого ряда начинаетъ перегоняться твердое вещество вмѣстѣ съ жидкостью, въ которой оно первоначально раство-

рается; оно при охлаждении выдѣляется въ кристаллическомъ видѣ. Это твердое вещество, послѣ очищенія посредствомъ прожиманія, расплавленія и новаго прожиманія, оставляетъ совершенно бѣлое воскообразное тѣло, плавящееся около 50° и составляющее смѣсь самыхъ высшихъ членовъ ряда, выражаемыхъ формулою C^nH^{2n+2} . Смѣсь этихъ твердыхъ углеродистыхъ водородовъ носитъ названіе *парафина*. Парафинъ употребляется для дѣланія свѣчъ и вообще въ замѣну воска. Онъ даже получилъ свое названіе отъ характеристическаго признака предѣльныхъ углеродистыхъ водородовъ, именно отъ того, что онъ не вступаетъ въ реакціи и ни съ чѣмъ не соединяется; даже такіе реактивы, какъ жѣлая щелочь и самыя сильныя кислоты на него не дѣйствуютъ; оттого ему дали названіе, происходящее отъ словъ *parum* и *affinis*, что значить мало сродный. Совершенно такой же рядъ углеродистыхъ водородовъ, какой находится въ нефти, получается чрезъ сухую перегонку нѣкоторыхъ веществъ, напимѣръ нѣкоторыхъ видовъ каменныхъ углей или минеральныхъ породъ, проитанныхъ смолою и называемыхъ смолистыми сланцами, нѣкоторыхъ видовъ ископаемыхъ, напимѣръ такъ называемаго минеральнаго воска или озокерина, содержащаго значительное количество парафина.

И такъ, начиная отъ газообразнаго болотнаго газа и доходя до твердыхъ видовъ углеродистыхъ водородовъ, мы должны въ одномъ рядѣ поставить многіе предѣльные углеродистые водороды. Всѣ они, какъ и парафинъ, не измѣняются ни жѣдымъ кали, ни сѣрной кислотой, не поглощаются ими, даже не разрушаются, по крайней мѣрѣ при обыкновенной температурѣ, или слабымъ нагрѣваніи, и этимъ способомъ могутъ быть отличены нерѣдко, и даже природные, отъ всѣхъ остальныхъ видовъ углеродистыхъ водородовъ. Всѣ они способны къ реакціямъ замѣщенія водорода посредствомъ хлора и металловъ; но хлоръ производитъ замѣщеніе непосредственно, а металлы только косвеннымъ путемъ, какъ будетъ упомянуто впоследствии.

Если углеродистые водороды предѣльные непосредственно не даютъ соединений, то косвеннымъ путемъ, получивши изъ нихъ вышеуказанные продукты замѣщенія, можно приготовить цѣлый рядъ соединений. Простейшій видъ такихъ соединений составляютъ спирты, краткую характеристику которыхъ мы теперь и постараемся дать.

Характеристика спиртовъ. Если мы говоримъ, что данное соединение, напимѣръ углеродистые водороды C^nH^{2n+2} суть тѣла предѣльныя, то это значить, что такія вещества неспособны соединяться съ одноатомными элементами и другъ съ другомъ безъ выдѣленія чего либо; значить они способны вступать другъ съ другомъ только въ двойныя разложенія или замѣщенія; такъ болотный газъ нельзя соединить напимѣръ съ хлоромъ; а при дѣйствіи послѣдняго на болотный газъ происходитъ двойное разложеніе. Если болотный газъ смѣшать съ хлоромъ, то образуется 2 тѣла, изъ двухъ частей получаются двѣ частицы, т. е. происходитъ реакція замѣщенія:

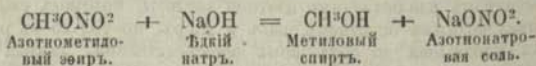


Болотный газъ. Хлоръ. Хлористый метанъ. Хлористый водородъ.

Не то относится до элементовъ двуатомныхъ, каковъ напимѣръ кислородъ. Эти послѣдніе имѣютъ два сродства и, следовательно, ихъ

можно вставить въ какую угодно частицу, между какими угодно двумя взаимно соединенными элементами; потому что если 2 элемента были соединены между собою обоюдными средствами, то при поставкѣ между ними кислорода, каждый изъ элементовъ будетъ соединенъ съ однимъ изъ средствъ кислорода, тѣми самыми средствами, которыми эти элементы удерживались между собою; на примѣръ въ болотномъ газѣ можно вставить кислородъ между каждымъ изъ атомовъ водорода и углерода. Такимъ образомъ можно вставить только ограниченное количество кислорода, напр. къ болотному газу можно присоединить только 1 атомъ кислорода; больше до сихъ поръ присоединить не удалось; такое тѣло будетъ имѣть составъ: CH^4O , или, распредѣляя элементы, входяще въ это тѣло по вышеприведенному объясненію, будетъ $\text{CH}^3(\text{OH})$, гдѣ OH означаетъ сложную группу, ставшую въ болотный газъ на томъ самомъ мѣстѣ, гдѣ былъ въ немъ четвертый пай водорода. Такая сложная группа OH называется воднымъ остаткомъ (или гидроксоломъ). Ея существованіе несомнѣнно, но только изъ существованія въ отдѣльности перекиси водорода, которая есть, такъ сказать, свободный водной остатокъ; но также и изъ того, что во множествѣ случаевъ эта группа непосредственно замѣщается простыми тѣлами, такими, на примѣръ, какъ хлоръ; достаточно на примѣръ указать на то, что поваренная соль NaCl легко можетъ быть получена черезъ прибавку хлористаго водорода, изъ ѣдкаго натра, NaOH . Въ ѣдкомъ натрѣ находится также водной остатокъ въ соединеніи съ натріемъ, какъ въ поваренной соли съ нимъ соединенъ хлоръ. Эта группа получаетъ названіе воднаго остатка потому, что легко, при извѣстныхъ обстоятельствахъ, даетъ воду и получается изъ воды. Достаточно припомнить для этого то, что ѣдкій натръ NaOH получается изъ воды, чрезъ дѣйствіе на нее металлическаго натрія; въ азотной кислотѣ точно также можно допустить существованіе воднаго остатка, потому что и въ ней его можно замѣстить хлоромъ и потому азотная кислота будетъ, такъ сказать, соединеніе азотнаго остатка съ воднымъ NO^2OH ; по той же причинѣ, по какой OH называется воднымъ остаткомъ, NO^2 называется азотнымъ остаткомъ или остаткомъ азотной кислоты. Водородъ способенъ замѣщаться воднымъ остаткомъ, какъ и хлоръ, но только въ рѣдкихъ случаяхъ наблюдается до сихъ поръ непосредственная замѣна этихъ элементовъ; она производится почти всегда косвеннымъ путемъ. Болотный газъ, при дѣйствіи окисляющихъ веществъ, не соединяется съ кислородомъ, онъ или не измѣняется, или углеродъ его и водородъ стараются, превращаясь въ углекислый газъ и воду; но водородъ болотнаго газа легко замѣститъ хлоромъ; а хлоръ, какъ мы объ этомъ уже выше говорили, воднымъ остаткомъ. Изъ CH^4 получается сперва CH^3Cl , а потомъ $\text{CH}^3(\text{HO})$. Этотъ послѣдній видъ замѣщенія будетъ разсмотрѣнъ нами подробнѣе впоследствии, когда мы будемъ знакомиться съ реакціями хлора, а теперь укажемъ на свойства происходящихъ такимъ образомъ продуктовъ, чрезъ замѣну водорода воднымъ остаткомъ. Точно также какъ въ болотномъ газѣ одинъ водородъ можно замѣстить воднымъ остаткомъ, такъ точно въ каждомъ углеродистомъ водородѣ можно произвести подобное замѣщеніе, и очевидно, что можно замѣстить не только одинъ пай водорода, но и много пай водо-

рода водными остатками. Получающіяся такимъ образомъ тѣла будутъ, значить, углеродистыми водородами, въ которыхъ водородъ замѣщенъ воднымъ остаткомъ. Это и суть спирты; значить спирты относятся къ углеродистымъ водородамъ, какъ вода къ водороду; потому что въѣд и воду можно разсматривать какъ водородъ H^2 (такова его частица) въ которомъ 1 атомъ водорода замѣненъ воднымъ остаткомъ (НОН), или, значить, вода есть водородъ, между двумя атомами котораго поставленъ кислородъ, НОН; значить водородъ воднаго остатка расположенъ сходственно, если не тождественно, съ водородомъ воды; оттого и понятно, что тѣла, заключающія такой водный остатокъ будутъ представлять измѣненія, подобныя тѣмъ, которыми имѣетъ вода. Въ водѣ напримѣръ можно замѣстить водородъ металломъ; такъ точно и въ спиртахъ, если напримѣръ на спиртъ дѣйствовать металлическимъ натріемъ, то, какъ изъ воды, вытѣснится водородъ и металлъ становится на мѣсто этого водорода. Изъ щелочи, напримѣръ изъ ѣдкаго натра $NaOH$, можно получить соль чрезъ замѣну водорода въ водномъ остаткѣ остаткомъ кислоты, напримѣръ, при дѣйствіи на ѣдкій натръ азотной кислоты получается натровая селитра, $Na(NO^2)O$; точно такъ замѣщается водородъ воднаго остатка и въ спиртахъ остатками кислотъ. Получающіяся тѣла, какъ и соли, суть среднія вещества, но они не имѣютъ вида солей, а имѣютъ видъ и свойства многихъ эфирныхъ пахучихъ маселъ, находящихся въ растеніяхъ и потому носятъ названіе **сложныхъ эфировъ**. Весьма не многіе металлы способны замѣнять водородъ воднаго остатка въ спиртахъ, слѣдовательно спирты отличаются отъ кислотъ, въ которыхъ такъ легко замѣняется водородъ металлами. Напротивъ того водородъ спиртовъ легко замѣщается всякими остатками кислотъ, спирты дѣйствуютъ на многія кислоты, а потому схождуютъ скорѣе съ гидратами щелочными, чѣмъ гидратами кислотными. Какъ ѣдкій натръ $NaOH$ съ азотною кислотою даетъ селитру $NaONO^2$, такъ метиловый спиртъ можетъ образовать азотнометиловый эфиръ CH^3ONO^2 . Этотъ послѣдній, какъ и $NaONO^2$, есть тѣло среднее и даетъ съ $NaHO$ эту селитру, выдѣляя спиртъ:



Сложный эфиръ такъ происходитъ изъ спирта и кислоты, какъ соль изъ щелочи и кислоты, т. е. съ выдѣленіемъ воды. Спиртъ и кислота даютъ воду и сложный эфиръ. Только здѣсь та разница, что щелочь тотчасъ насыщаетъ кислоту, а спиртъ только мало по малу и то не вполне; часть спирта и часть кислоты (около 30%) остаются не соединенными, хотя бы прикосновеніе ихъ и продолжалось долгое время. И такъ, спиртъ есть основный или щелочный гидратъ. Точно такъ, какъ и всѣ гидраты, спирты заключаютъ водный остатокъ; только спиртъ есть гидратъ углеводородной группы, подобно тому, какъ напримѣръ, ѣдкій натръ есть гидратъ натрія; такъ, спиртъ, соотвѣтственный болотному газу, есть гидратъ метила. Если общія формула всѣхъ предѣльныхъ углеродистыхъ водородовъ есть C^nH^{2n+2} , то формулы спиртовъ, имъ отвѣчающихъ, будутъ:

$CH_3OH + NaOH$

ФОРМУЛЫ.	НАЗВАНИЯ.	ПРИМѢРЫ.
$C^nH^{2n-1}(OH)$	Одноатомные предѣльные или жирные спирты.	C^1H^3OH метиловый или древесный спиртъ. C^2H^5OH этиловый или обыкновенный, винный спиртъ.
$C^nH^{2n}(OH)_2$	Гликоли, двуатомные жирные спирты.	$C^2H^4(OH)_2$ этиленовый гликоль.
$C^nH^{2n-1}(OH)_3$	Глицерины или трехатомные жирные спирты.	$C^3H^5(OH)_3$ глицеринъ.
.....
$C^nH^{2n-4}(OH)_6$	Предѣльные шестнатомные спирты.	$C^6H^8(OH)_6$ маннитъ.

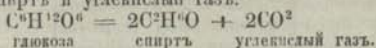
Дѣйствительно, всѣ такіе ряды существуютъ и имѣютъ нѣрѣдко многихъ представителей. Упомянемъ объ нѣкоторыхъ изъ обыкновеннѣйшихъ.

Древесный или метиловый спиртъ или *идратъ метила* C^1H^3OH , получается въ водянистой жидкости при сухой перегонкѣ дерева, т. е. когда дерево разлагаютъ въ ретортахъ, напримѣръ, для получения угля. При сгущеніи выделяющихся при этомъ паровъ, образуется жидкость, раздѣляющаяся на два слоя; одинъ слой, масляно-смолистый, составляетъ деготь; другой же слой, водянистый содержитъ много воды, нѣкоторое количество древеснаго спирта и уксусной кислоты, также не большое количество амміака и углеродистыхъ водородовъ. Такъ какъ древесный спиртъ можетъ быть полученъ, судя по предъидущему, изъ болотнаго газа, то и понятна возможность получения этого вещества при сухой перегонкѣ дерева, и ч. при ней происходитъ и самый болотный газъ. Древесный спиртъ есть жидкость, кипитъ при 64° , легче воды и смѣшивается съ нею, горитъ, растворяетъ смолы, въ практикѣ мало употребимъ. Чѣмъ болѣе вѣсъ частицы соотвѣтственнаго ему спирта, тѣмъ выше становится температура кипѣнія, а именно, на каждыя C^1H прибавляющіеся къ спирту, температура кипѣнія повышается около на 19° . Такъ спиртъ состава $C^5H^{11}OH$ кипитъ уже при 132° .

Обыкновенный или винный или этиловый спиртъ C^2H^5OH , кипитъ при 78° и есть жидкость, въ водѣ вполне растворимая; это есть вещество, входящее въ составъ различныхъ спиртовыхъ жидкостей, какъ напримѣръ: винограднаго вина, обыкновенной водки, пива, меда, кваса и т. п. Во всѣхъ этихъ напиткахъ онъ смѣшенъ съ большимъ количествомъ воды, потому что въ ней растворяется весьма легко; лишенный большей части воды, чрезъ (дробную перегонку), отгонку и сгущеніе легко кипящихъ частей, онъ носитъ названіе, въ практикѣ, спирта, крѣпость котораго опредѣляютъ обыкновенно (обычнымъ или вѣсовымъ) содержаніемъ самаго спирта; такъ, говорятъ напримѣръ: 80 процентный спиртъ, полугаръ или 38 процентный (по



объему, т. е. 38 об. безводного спирта, смешаннымъ съ такимъ количествомъ воды, чтобы составилось 100 объемовъ раствора, даютъ этотъ спиртъ) спиртъ есть обыкновенная водка. Получаютъ этотъ обыкновенный спиртъ чрезъ броженіе, изъ различныхъ веществъ, содержащихъ сахаристое вещество, называемое *глюкозою* $C^6H^{12}O^6$ или крахмалъ $C^6H^{10}O^5$, который, впрочемъ, предварительно превращается въ глюкозу. Такъ въ виноградномъ сокѣ находится уже готовая глюкоза, а при полученіи хлѣбнаго или картофельнаго вина, въ хлѣбной муцѣ или въ картофельной находится крахмалъ, превращаемый сперва въ глюкозу, посредствомъ дѣйствія проросшихъ зеренъ или такъ называемаго солода. Растворъ глюкозы при дѣйствіи дрожжей бродитъ и разлагается на спиртъ и углекислый газъ:



Оттого при броженіи замѣчается всегда выдѣленіе углекислаго газа. Дрожжи суть собраніе низшихъ растительныхъ организмовъ, которые, такъ сказать, питаются глюкозою и ее въ себѣ разлагаютъ на спиртъ и угольную кислоту; очевидно, что тотъ же самый спиртъ можно получить, судя по предыдущему, изъ C^2H^6 и C^2H^5Cl . Обыкновенный спиртъ представляетъ жидкость, имѣющую при 0° удѣльный вѣсъ 0,8. Обыкновенному спирту соответствуетъ простой *эфиръ* или окись этила $(C^2H^5)^2O$.

По составу своему эфиръ есть остатокъ (этила C^2H^5), котораго гидратъ есть обыкновенный спиртъ. Значитъ изъ него можетъ образоваться эфиръ чрезъ отнятіе воды: $2C^2H^5OH - H^2O = (C^2H^5)^2O$. Такое отнятіе воды, однако, прямо не происходитъ; чрезъ отнятіе воды изъ спирта скорѣе образуется углеводородъ C^2H^4 . Эфиръ получаютъ при дѣйствіи избытка спирта на сѣрную кислоту при 130° . Тогда сперва сѣрная кислота даетъ сложный эфиръ: $C^2H^5OH + H^2SO^4 = C^2H^5HSO^4 + H^2O$. Этотъ эфиръ есть кислота (сѣрно-винная), потому что въ немъ остался еще одинъ водородъ сѣрной кислоты (другой замѣненъ этиломъ). Эта кислота со спиртомъ при 130° даетъ сѣрную кислоту и эфиръ: $C^2H^5HSO^4 + C^2H^5OH = (C^2H^5)^2O + H^2SO^4$. Происходитъ и здѣсь двойное разложеніе: C^2H^5 мѣняетъ мѣсто съ водородомъ. Эфиръ кипитъ при 30° , мало растворимъ въ водѣ, смешивается со спиртомъ, входитъ въ составъ гофманскихъ капель, съ водою спирта не даетъ, но съ кислотами образуетъ сложные эфиры происходящіе изъ спирта.

Амилловый или сивушный спиртъ $C^5H^{11}OH$ образуется обыкновенно вмѣстѣ съ предыдущимъ спиртомъ и придаетъ ему неприятный запахъ сивухи; выдѣляется изъ спирта посредствомъ угля, который удерживаетъ сивушный спиртъ; представляетъ жидкость уже мало растворимую въ водѣ, имѣющую маслообразное свойство и кипящую при 132° .

Восковой или миррицелловый спиртъ, $C^{30}H^{61}OH$, содержится въ видѣ сложнаго эфира въ обыкновенномъ воскѣ, есть тѣло твердое, плавящееся при 85° и при нагреваніи только отчасти возгоняется.

Разсматривая даже только эти примѣры одноатомныхъ жирныхъ спиртовъ, мы ясно видимъ, что по мѣрѣ увеличенія вѣса частицы, т. е. содержанія углерода и водорода, увеличивается для этихъ спиртовъ

температура кипѣнія, какъ мы видѣли это и для углеродистыхъ водородовъ; другія же физическія свойства измѣняются также послѣдовательно. Низшіе члены ряда суть тѣла растворимыя въ водѣ, потому что содержатъ, относительно, значительное количество водной группы, такъ сказать, потому что представляютъ сходство по составу съ водою. Высшіе содержатъ сравнительно съ углеводородной группой малый вѣсъ воднаго остатка, и потому представляютъ характеръ такой же, какъ углеродистые водороды, что очевидно не только изъ маслянистыхъ свойствъ, но изъ того, что при увеличенномъ содержаніи углерода и водорода, спирты эти становятся тѣлами твердыми, подобными предѣльнымъ углеродистымъ водородамъ, содержащимъ, какъ парафинъ, съ своею частицъ много углерода. Если въ спиртахъ замѣчаются и реакціи, свойственныя водѣ или правильнѣе сказать гидратамъ, то въ нихъ несомнѣнно замѣчаются и свойства, принадлежащія углеродистымъ водородамъ. Приведемъ теперь хотя два примѣра спиртовъ, содержащихъ болѣе значительное количество воднаго остатка.

Глицеринъ $C^3H^5(OH)^3$. Это есть сладкая, густая, сиропообразная жидкость, эфиры которой извѣстны каждому въ видѣ разнообразныхъ жирныхъ или маслянистыхъ веществъ, извлекаемыхъ изъ растеній или изъ животныхъ, напримѣръ въ видѣ деревяннаго масла, т. е. масла, извлекаемаго изъ оболочекъ плодовъ оливковаго дерева, въ видѣ льнянаго масла, извлекаемаго чрезъ прожиманіе изъ сѣмянъ льна, въ видѣ сала, скопляющагося и выплавляемаго изъ подъ кожи многихъ животныхъ, напримѣръ барашье, бычачье сало и т. п. Всѣ эти жирныя вещества содержатъ эфиры, образованные глицериномъ и различными органическими кислотами, съ которыми мы отчасти познакомились впоследствии. Чтобы выдѣлать изъ жира глицеринъ, нужно поступать такимъ же образомъ, какъ тогда, когда желаютъ выдѣлать изъ соли щелочь, т. е. нужно дѣйствовать другою щелочью; на жиры дѣйствуютъ обыкновенно ѣдкимъ натромъ или ѣдкою известью; тогда происходитъ переходъ между металломъ щелочи и углеводородной группой глицерина, и такъ какъ металлъ берется въ этомъ случаѣ въ видѣ гидрата, т. е. въ соединеніи съ воднымъ остаткомъ, то и углеводородная группа въ этомъ случаѣ получается въ видѣ гидрата, т. е. глицерина. Это можетъ быть выражено слѣдующимъ уравненіемъ:



Жирный эфиръ. Ёд. натръ. Глицеринъ. Соль жир. кисл.

если чрезъ RH означимъ кислоту и если RNa будетъ ея соль. Глицеринъ составляетъ переходъ отъ спиртовъ одноатомныхъ къ спиртамъ многоатомнымъ. Онъ жидокъ, какъ большинство спиртовъ одноатомныхъ, еще перегоняется, хотя при температурѣ весьма высокой, 290° , но имѣетъ сладкій вкусъ, свойственный многоатомнымъ спиртамъ. Онъ растворимъ въ водѣ, вслѣдствіе большаго содержанія воднаго остатка.

Маннитъ $C^6H^8(OH)^6$ есть примѣръ нагроздихъ предѣльныхъ сахаристыхъ веществъ, потому что, какъ обыкновенный сахаръ и глюкоза онъ есть тѣло твердое, кристаллическое, безъ разложенія почти неуглетчивающееся, растворимое въ водѣ, имѣющее сладкій вкусъ и находящееся готовымъ въ нѣкоторыхъ растеніяхъ, какъ напримѣръ,



его изменяютъ изъ манны, составляющей вытекшей чрезъ уголь на-
сѣкомыхъ и потомъ высохшей сладкой сокъ особыхъ породъ ясени.

Дѣлая здѣсь только самое поверхностное указаніе на свойства
спиртовъ, какъ и вообще углеродистыхъ соединеній, мы должны ото-
слать желающихъ подробно познакомиться съ этимъ предметомъ къ
руководствамъ органической химіи, которая и имѣетъ предметомъ
описаніе свойствъ и превращеній тѣхъ углеродистоводородныхъ соеди-
неній, о которыхъ мы теперь говоримъ только весьма бѣгло. За-
мѣтимъ здѣсь, что для простоты дальнѣйшаго изложенія, мы будемъ
называть углеродистоводородныя группы, находящіяся въ спиртахъ въ
соединеніи съ воднымъ остаткомъ, радикалами или остатками спирт-
товъ, такъ напримѣръ будемъ называть метиломъ группировку CH^3 ,
т. е. остатокъ метиловаго спирта, а этиломъ C^2H^5 —остатокъ обык-
новеннаго спирта; оттого можно назвать углеродистый водородъ C^2H^6
или свободнымъ метиломъ $(\text{CH}^3)^2$, или водородистымъ этиломъ $\text{C}^2\text{H}^5\text{H}$;
но не всегда можно смѣшивать подобныя тѣла, хотя бы они и пред-
ставляли одинаковый вѣсъ частицы и одинаковый составъ. Между ор-
ганическими соединеніями встрѣчаются многократно случаи различія
свойствъ, при одномъ и томъ же составѣ, что объясняется здѣсь не
только посредствомъ различнаго вѣса частицъ, т. е. различнаго ко-
личества атомовъ, входящихъ въ одну частицу; но также, не рѣдко и
различнымъ распредѣленіемъ атомовъ въ одной частицѣ, при одинако-
вомъ количествѣ. Чтобы показать этому простѣйшій примѣръ, ука-
жемъ на то, что въ вышеназванномъ тѣлѣ C^2H^6 или $(\text{CH}^3)^2$ можно за-
мѣнить водородъ хлоромъ, и если замѣнить два атома водорода хлоромъ,
то можно получить два неодинаковыхъ тѣла, а именно: $(\text{CH}^2\text{Cl})^2$ и
 CH^3CHCl^2 . Эти тѣла представляютъ одинъ и тотъ же элементарный
составъ $\text{C}^2\text{H}^4\text{Cl}^2$, но въ дѣйствительности они будутъ неодинаковы,
потому что въ нихъ хлоръ связанъ съ углеродомъ не одинаковымъ
образомъ: въ первомъ случаѣ, оба атома хлора стоятъ отдѣльно при
атомахъ углерода; во второмъ же случаѣ, оба они стоятъ при
одномъ атомѣ углерода. Оба тѣла дѣйствительно получены и оба
оказываются не одинаковыми; первое тѣло называется жидкостью
голландскихъ химиковъ или хлористымъ этиленомъ, кипитъ при 85° ,
а второе кипитъ при 64° . Такіе случаи изомерности, въ которыхъ
изомерныя тѣла имѣютъ одинаковые вѣса частицъ, какъ здѣсь,
называются *метамерностью*. Изслѣдованіе этихъ случаевъ приводитъ
къ важнѣйшимъ слѣдствіямъ, даетъ возможность проникать глубоко
въ существо основныхъ вопросовъ химіи, а потому и составляетъ
одинъ изъ наиболѣе интересныхъ предметовъ химическихъ изслѣдо-
ваній. Постараемся вкратцѣ познакомить съ результатами этихъ
изслѣдованій.

Образованіе предѣльныхъ $\text{C}^n\text{H}^{2n+2}$ углеводородовъ, можно пред-
ставить себѣ существованіемъ связи между атомами углерода. Атомъ
углерода способенъ удерживать 4 атома водорода, образуя CH^4 .—
Это его свойство, какъ извѣстный атомный вѣсъ. Онъ удерживаетъ
не только водородъ, но и другіе элементы. Оттого извѣстны напр.
 CH^3Cl , CHCl^3 , CH^3Na и др. Если къ нему присоединяется кислородъ,
способный самъ удерживать 2 водорода, то онъ можетъ присоеди-
ниться двояко: или оба средства кислорода удерживаются двумя сред-

ствами углерода, или одно средство кислорода удерживается однимъ средствомъ углерода, и тогда другое средство (свободное) кислорода можетъ служить для удержанія водорода или другаго элемента, съ кислородомъ способнаго соединиться.

Последній случай мы имѣемъ въ водяномъ остаткѣ. Въ CH^4 нѣтъ одного водорода становится кислородъ. Очевидно, что онъ удерживается однимъ средствомъ углерода и у кислорода остается одно свободное средство, которое и можетъ удерживать водородъ. Черезъ то получится CH^3OH —древесный спиртъ. Въ немъ одинъ пай водорода удерживается въ частицѣ не углеродомъ, а кислородомъ, какъ въ водѣ, а потому и имѣть свойства тѣ же, какія имѣетъ водородъ воды. Дѣйствительно, натрій не вытѣсняетъ водорода изъ углеводородовъ, но вытѣсняетъ его изъ воды, также какъ и изъ древеснаго (и всякаго другаго) спирта. Слѣдовательно углеродъ своими средствами можетъ удерживать не только водородъ, но и другіе элементы. Можно значить представить себѣ, что онъ способенъ удерживать и другіе атомы углерода. Если представимъ себѣ, что одно средство углерода служить для связи его съ другимъ атомомъ углерода, то останутся по три свободныхъ средства у каждаго изъ соединенныхъ атомовъ углерода, при двухъ будетъ 6-ть, слѣд., можетъ получиться углеводородъ, CH^3CH^3 или C^2H^6 . Также можемъ идти далѣе. Получится $\text{CH}^3\text{CH}^2\text{CH}^3 = \text{C}^3\text{H}^8$, гдѣ средний атомъ углерода соединенъ съ двумя атомами углерода, при немъ значить осталось только 2 средства способныхъ удерживать водородъ, а у тѣхъ атомовъ которые срылиены съ нимъ, можетъ удержаться по три водорода. Что касается до углеводорода C^4H^{10} , то можно представить, по предыдущему его образованию, двойко. Или новый атомъ углерода удерживается среднимъ (въ $\text{CH}^3\text{CH}^2\text{CH}^3$) атомомъ углерода, или однимъ изъ крайнихъ. Въ первомъ случаѣ будетъ $\text{CH}^3\text{CH}^2\text{CH}^2\text{CH}^3 = \text{CH}(\text{CH}^3)^3$, а во второмъ $\text{CH}^3\text{CH}^2\text{CH}^2\text{CH}^3 = (\text{CH}^3)_2(\text{CH}^2)^2$. Это будутъ не тождественные, а метамерныя вещества. Такъ и для спиртовъ можно объяснить существованіе метамерныхъ случаевъ; напр. изъ $\text{CH}^3\text{CH}^2\text{CH}^3$ можно получить спиртъ двойко: или кислородъ удерживается однимъ изъ крайнихъ или среднимъ атомомъ углерода. Въ 1-мъ случаѣ будетъ $\text{CH}^3\text{CH}^2\text{CH}^2\text{OH}$; во второмъ $\text{CH}^3\text{CH}^2\text{OH}$ CH^3 .

И такъ образованіе предѣльныхъ углеводородовъ можно объяснить связью существующею между атомами углерода. Того-же результата можно достигъ, представляя возможность существованія группы метила CH^3 , способной замѣнять водородъ. Изъ CH^4 чрезъ замѣну водорода метиломъ получается: $\text{CH}^3\text{CH}^3 = \text{C}^2\text{H}^6$, $\text{CH}^2(\text{CH}^3)^2 = \text{C}^3\text{H}^8$, $\text{CH}(\text{CH}^3)^3 = \text{C}^4\text{H}^{10}$ и $\text{C}(\text{CH}^3)^4 = \text{C}^5\text{H}^{12}$, точно такъ, какъ существуютъ, соответвенно болотному газу, CH^2Cl , CH^2Cl^2 , CHCl^3 и CCl^4 . Изъ C^2H^6 или CH^3CH^3 могутъ произойти $\text{CH}^3\text{CH}^2(\text{CH}^3)$, $\text{CH}^3\text{CH}(\text{CH}^3)^2$, $\text{CH}^2\text{C}(\text{CH}^3)^3$, они равны вышеприведеннымъ. Кромѣ того, изъ него же можетъ получиться $\text{CH}^2(\text{CH}^3)\text{CH}^2(\text{CH}^3) = \text{C}^4\text{H}^{10}$, который будетъ отличаться отъ $\text{CH}(\text{CH}^3)^3$ или $\text{CH}^3\text{CH}^2(\text{CH}^3)^2$ также какъ CH^2Cl CH^2Cl отъ CH^2CHCl^2 (вышеупомянутые хлористый этиленъ и хлористый этиленъ).

Итакъ, вышеприведенная гипотеза объ образованіи предѣльныхъ углеводородовъ взаимнымъ совокупленіемъ атомовъ углерода, равно-



значна съ допущеніемъ остатка CH^3 , способнаго замѣнять водородъ. Должно замѣтить, что въ настоящее время большинство химиковъ примѣняетъ первый способъ выраженія, хотя послѣдній ведетъ къ тѣмъ же результатамъ и имѣетъ то преимущество, что довольствуется однимъ допущеніемъ (замѣни CH^3 и H), тогда какъ первое воззрѣніе требуетъ двухъ допущеній (четырехъ средствъ углерода и способности его удерживать другіе атомы углерода). Взглядъ на дѣло отчасти измѣняется при объясненіи понятія объ остаткѣ или сложномъ радикалѣ. Мы уже знаемъ многіе изъ нихъ: HO (водной остатокъ), NH^4 (аммоній), NO^2 (остатокъ азотной кислоты и нитросоединеній), CH^3 (метиль) и др. По первому представленію остатокъ есть нечто иное какъ группировка атомовъ, не насыщающихъ другъ друга. Такъ кислородъ насыщается двумя атомами водорода, слѣдовательно, съ однимъ атомомъ образуетъ группу, способную соединиться съ водородомъ и всѣми тѣми группировками и веществами, которыя способны соединяться съ водородомъ. По второму представленію, понятіе объ остаткѣ становится простымъ выводомъ изъ наблюденій. Водной остатокъ, изъ сличенія CH^3 и CH^3HO , C^2H^6 и $\text{C}^2\text{H}^5(\text{HO})$ и $\text{C}^2\text{H}^4(\text{HO})^2$ и т. п. Последнее воззрѣніе не вдается въ гипотезу, а понятіе объ остаткѣ считаетъ, какъ средство выраженія и обобщенія, по этому предпочтительно удерживается тѣми, кто боится вдаваться въ область гипотезъ, много разъ измѣнявшихся въ историческомъ движеніи науки. Послѣдователи того ученія, которое старается подвести всѣ данныя къ предположенію объ четырехатомности углерода, имѣютъ въ своемъ оправданіе исторію науки, показывающую, что гипотезы, хотя бы даже оказавшіяся впоследствии невѣрными, даютъ поводъ и составляютъ побудительную причину дальнейшей разработки предмета. Въ примѣненіи въ предѣльныхъ углеводородахъ *) и въ объясненіи случаевъ изомерности въ нихъ встрѣчающихся, однако, имѣть возможности видѣть преимущество одного изъ двухъ вышеупомянутыхъ способовъ рассмотрѣнія **строенія** (конституція) углеродистыхъ соединеній. Что же касается до неопредѣленныхъ углеводородовъ, то вопросъ объ ихъ строеніи, какъ мы постараемся показать далѣе, поставленъ послѣдователями ученія объ четырехатомности углерода на столь сомнительную почву, что болѣе вредитъ примѣненію ихъ ученію, чѣмъ приноситъ пользу, какъ предполагаютъ нѣкоторые. Въ примѣненіи къ другимъ элементамъ, ученіе объ атомности элементовъ еще болѣе страдаетъ отсутствіемъ строгости. Нельзя напримѣръ узнать—трехъ или пятиатоменъ азотъ. Судя по NH^3 , онъ трехатоменъ, судя по NH^4Cl , по $\text{NO}^2(\text{HO})$ онъ пятиатоменъ; судя по NO^2 его атомности должна быть или 4 или болѣе того, если не вводить новыхъ предположеній. Допускаютъ, что такія соединенія, какъ NH^4Cl не суть атомныя соединенія, и. ч. не переходятъ въ паръ, а потому признаютъ азотъ за трехатомный элементъ, но тогда существованіе $\text{NO}^2(\text{HO})$ требуетъ новой гипотезы. Въ дальнѣйшемъ изложеніи, читатель найдетъ постановку многихъ вопросовъ химіи на почву ученія объ атомности элементовъ, но встрѣтитъ рядомъ съ этимъ и факты ослабляющіе, а

*) А также и по всѣмъ возможнымъ предѣльнымъ соединеніямъ.

иногда и уничтожающіе многія основныя положенія этого ученія. Таково современное состояніе науки.

Не придерживаясь атомнаго ученія, всё предѣльныя соединенія можно производить изъ болотнаго газа, какъ объяснено выше, допуская возможность замѣщенія водорода метиломъ. Какъ хлоръ (что будетъ еще показано съ большею обстоятельностью) замѣщаетъ водородъ пай за пай, и соединяется съ паемъ его, такъ и метиль способенъ замѣнять хлоръ и водородъ пай за пай, и соединяется съ паемъ водорода и хлора. Въ этомъ смѣсь, и HO , и NH^4 , и NO^2 , и т. п. суть такіе же остатки или радикалы, какъ метиль. Въ болотномъ газѣ можно замѣнять водородъ всеми ими. При этомъ допущеніи должно опредѣлить характеристическія свойства тѣхъ соединеній, въ которыя входятъ CH^3 , какъ мы опредѣлили свойства соединеній, содержащихъ HO , NO^2 , NH^4 и др.

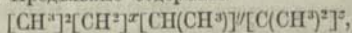
Замѣна водорода метиломъ, или остаткомъ болотнаго газа, влечетъ за собою способность такого замѣщенія водорода хлоромъ, при которомъ этотъ послѣдній легко замѣняется воднымъ остаткомъ, какъ это происходитъ съ болотнымъ газомъ. Какъ нитросоединенія удерживаютъ некоторыя свойства азотной кислоты (напр. сжигать C при не высокой температурѣ, образуя CO^2 и N), какъ соединенія воднаго остатка обладаютъ многими свойствами воды (напр. выдѣлять H съ Na), такъ и соединенія метила обладаютъ многими свойствами болотнаго газа. Такъ CH^3 , превращается легко въ CH^3Cl , потомъ въ спиртъ CH^3HO , а этотъ въ CNOHO (муравьиную кислоту), такъ и всё метилированное соединенія. Такъ бензинъ C^6H^6 не даетъ соответственной кислоты. Но, если мы замѣнимъ въ немъ водородъ метиломъ, то получимъ толуолъ $\text{C}^6\text{H}^5\text{CH}^3$, который, какъ болотный газъ, можетъ дать $\text{C}^6\text{H}^5\text{CH}^2\text{Cl}$, потомъ превращаемый въ бензойный спиртъ $\text{C}^6\text{H}^5\text{CH}^2\text{HO}$, способный образовывать бензойную кислоту $\text{C}^6\text{H}^5\text{COHO}$. Слѣдовательно, метиль CH^3 можетъ давать CH^3Cl , CH^2HO , COHO , CHCl^2 , которое не даетъ уже $\text{CH}(\text{HO})^2$, а только CHO и т. д. Поэтому все разнообразіе предѣльныхъ органическихъ соединеній можно вывести изъ свойствъ и измѣненій болотнаго газа, лишь только мы допустимъ замѣну въ немъ водорода CH^3 , COH , $\text{CO}(\text{HO})$, HO , NO^2 , NH^4 и др. Примѣнимъ къ глицерину $\text{C}^3\text{H}^8\text{O}^3$. Онъ заключаетъ три водныхъ остатка, какъ показываетъ изученіе его реакцій, слѣд. = $\text{C}^3\text{H}^5(\text{HO})^3$ слѣд. соответствуетъ C^3H^8 . Группировку C^3H^8 можно представить только одну $\text{CH}^3\text{CH}^2\text{CH}^3$, или $\text{CH}^2(\text{CH}^3)^2$, но HO здѣсь можно почитать различно: или $\text{CH}^3\text{CH}^2\text{C}(\text{HO})^3$, или $\text{CH}^2\text{C}(\text{H}(\text{HO})\text{CH}(\text{HO}))^2$, или $\text{CH}^3\text{C}(\text{HO})^2\text{CH}^2(\text{HO})$, или $\text{CH}^2(\text{HO})\text{CH}(\text{HO})\text{CH}^2(\text{HO})$, или $\text{CH}^2(\text{HO})\text{CH}^2(\text{HO})^2$. Рѣшить вопросъ о строеніи глицерина значитъ сказать, гдѣ помѣщены три его водныхъ остатка. Одинъ изъ нихъ, навѣрное, стоитъ въ видѣ $\text{CH}^2(\text{HO})$, потому что глицеринъ, при дѣйствіи окисляющихъ веществъ, даетъ, какъ и древесный спиртъ, кислоту, а именно глицериновую, заключающую, вмѣсто остатка, $\text{CH}^2(\text{HO})$ остатокъ $\text{CO}(\text{HO})$. Поэтому глицеринъ составленъ или какъ $\text{CH}^3\text{C}(\text{HO})^2\text{CH}^2(\text{HO})$, или $\text{CH}^2\text{HO}\text{CH}(\text{HO})\text{CH}^2(\text{HO})$, или $\text{CH}^2(\text{HO})\text{CH}^2\text{CH}(\text{HO})^2$, второе изъ этихъ строеній мало вѣроятно, потому что тогда онъ долженъ былъ бы, по свойству группы CH^2HO , легко давать кислоту $\text{CO}(\text{HO})\text{CH}(\text{HO})\text{CO}(\text{HO}) = \text{C}^3\text{H}^4\text{O}^5$, но онъ дѣйствительно такой кислоты не образуетъ, а

потому должно остановиться надъ двумя остальными формулами. Нужно изучить свойства группировок $\text{C}_n(\text{HO})_m^2$ и C_nHO^2 , чтобы рѣшить вопросъ. Несомнѣнно, что, признавая возможность замѣщениі указанныхъ выше, можно объяснить существованіе сложнѣйшихъ органическихъ соединеній и всѣ точно извѣстныя до нынѣ ихъ реакціи, столь же удобно, какъ и при допущеніи понятія объ атомности и связи элементовъ, а рѣшить въ частномъ случаѣ вопросъ о строеніи даннаго вещества—возможно только длиннымъ рядомъ изученія его способовъ образованія и измѣненія. Для простѣйшихъ соединеній выборъ иногда не нуженъ. Такъ для обыкновеннаго спирта мыслимо только одно строеніе $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$ (изъ болотнаго газа C_nH_4 происходитъ только одинъ углеводородъ, $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$, а въ немъ обѣ группы взаимно подчинены и должны быть тождественны, если водороды болотнаго газа одинаковы ¹⁾, а потому можетъ быть и одинъ спиртъ т. е. углеводородъ, въ которомъ водородъ замѣненъ водянымъ остаткомъ.

И такъ изъ болотнаго газа получаютъ чрезъ метилированіе углеводороды $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$, $\text{C}_n\text{H}_{2n+4}$, $\text{C}_n\text{H}_{2n+6}$, и $\text{C}_n\text{H}_{2n+8}$.

Въ нихъ какъ, въ C_nH_4 , можно вновь замѣнять водородъ, а именно: Cl (хлоро продукты), J (іодо соединенія), $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{OH}$ (нормальные спирты), $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$ (альдегиды), $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$ (кислоты), $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$ (спирты), $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{N}$ (амиды), $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$ (нитросоединенія). Такъ получимъ понятіе о томъ безконечномъ разнообразіи и томъ количествѣ углеродистыхъ соединеній, которое превышаетъ даже все то, что извѣстно нынѣ относительно этихъ веществъ. Однако практика полагаетъ нѣкоторую границу этому безконечному разнообразію возможныхъ производныхъ болотнаго газа, нѣкоторыя изъ возможныхъ соединеній непрочны, другіе нельзя было даже получить. Такъ, напр., не удалось въ болотномъ газѣ замѣнить сразу два водорода двумя водяными остатками $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}\text{O}_2$.

Углеводороды не предѣльные должно представить, какъ предѣльные безъ водорода, но необходимо, по закону частныхъ паевъ, представлять что отнимается сразу по два или 2n паевъ водорода, а не по одному. Въ предѣльныхъ углеводородахъ неизбѣжно допустить по крайней мѣрѣ два раза метиловую группу, въ непредѣльныхъ она можетъ и не быть. Предѣльные содержатъ



гдѣ x, y и z суть произвольныя числа, отъ 1 до безконечности. Въ непредѣльныхъ можно представить больше разнообразія: C_nH_4 можетъ и не входить въ составъ, при C_nH_4 можетъ и не быть C_nH_4 (тогда только число C_n должно быть четнымъ числомъ), при C_n можетъ и не быть $(\text{C}_n\text{H}_2)_2$. Можно представить, напримеръ, что бензинъ C_6H_{12} имѣетъ строеніе $(\text{C}_2\text{H}_4)_3$, но тогда онъ давалъ бы кислоты $(\text{COHO})_3$.

¹⁾ Собственно говоря, можно было бы допустить существованіе двухъ спиртовъ изъ $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$: одинъ $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}(\text{C}_n\text{H}_2)$, а другой $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$, но это значило бы, что одинъ изъ элементовъ мы должны были бы считать подчиненнымъ другому. Тогда можно было бы ждать двухъ хлористыхъ водородовъ. Одинъ отвѣчалъ бы водороду H_2 , съ замѣною въ немъ водорода хлоромъ C_nH_2 , а другой отвѣчалъ бы хлору Cl_2 съ замѣною въ немъ хлора водородомъ. Такие случаи неизвѣстны, а потому оба водорода въ H_2 должно считать одинаковыми, точно такъ и оба метила въ C_nH_4 одинаковы, дѣль повода считать ихъ разными.

и $(\text{C}\text{O}\text{H}\text{O})(\text{C}\text{H}^3)\text{C}^4$, а какъ онъ не даетъ, то метила въ немъ нѣтъ. Можно затѣмъ представить его строеніе $(\text{C}\text{H})^6$, $\text{C}\text{H}^2(\text{C}\text{H}^4)\text{C}$, $(\text{C}\text{H}^2)^2$ $(\text{C}\text{H}^2\text{C}^2$ и $(\text{C}\text{H}^2)^3\text{C}^4$

Нынѣ мы не имѣемъ средствъ рѣшить, который изъ этихъ четырехъ видовъ строенія дѣйствительно принадлежитъ бензину. Очевидно, что углеродъ, не имѣя возможности удерживать больше водорода, можетъ удерживать меньшее его количество, и тогда часть средствъ, ему свойственныхъ, будетъ, такъ сказать, свободною, и потому такіе углеродистые водороды будутъ обладать свойствомъ—соединяться съ различными тѣлами, и чрезъ то, какъ говорится, достигать до предѣла, свойственнаго углероднымъ соединениямъ. Простѣйшимъ примѣромъ этого разряда углеродистыхъ водородовъ служитъ этиленъ или кислородный газъ C^2H^4 . Это есть второй ($n=2$) членъ гомологическаго (стр. 548) порядка C^nH^{2n} слѣдующаго за предѣльнымъ.

Могъ бы существовать конечно и простѣйшій ($n=1$) углеродистый водородъ, отвѣчающій болотному газу, CH^2 или метиленъ; но при всѣхъ попыткахъ его полученія, онъ превращался въ кислородный газъ, или его гомологи.

Утверждаютъ однако многіе, основываясь на особыхъ соображеніяхъ, что метиленъ не можетъ существовать. Постараюсь передать тотъ рядъ соображеній, который приводитъ иныхъ къ такому заключенію. Можно было бы предположить, что будутъ существовать углеродистые водороды, съ нечетнымъ числомъ атомовъ водорода, напр. C^2H^5 , или CH^3 и т. п. п.: но они, въ отдѣльности, не существуютъ, какъ доказываетъ прямой опытъ и, всякій разъ, когда они могутъ образоваться, (напр. при отнятіи цинкомъ іода отъ $\text{C}^2\text{H}^5\text{I}$, происходитъ удвоеніе частицъ; такъ напр. образуется C^4H^{10} или C^2H^6 такъ что происходятъ углеводороды съ четнымъ числомъ атомовъ, какъ то слѣдуетъ по закону четныхъ атомовъ. Это послѣднее обстоятельство стараются объяснить тѣмъ, что въ непредѣльныхъ углеродистыхъ водородахъ не допускаютъ свободныхъ или ненасыщенныхъ средствъ углерода, признаютъ, что въ этихъ не предѣльныхъ углеводородахъ свободныя средства служатъ для болѣе полного скрѣпленія атомовъ углерода посредствомъ нѣсколькихъ степеней средства. Тогда будетъ понятно, что каждый разъ должно выбывать изъ предѣльнаго углеродистаго водорода не по одному атому водорода, а по два, или, вообще, по четному числу атомовъ; потому что два атома углерода, соединенные въ предѣльныхъ углеродистыхъ водородахъ однимъ средствомъ, въ непредѣльныхъ, могутъ соединиться двумя и тремя средствами; такъ напр., C^2H^4 можно себѣ представить образованнымъ двумя атомами углерода, скрѣпленными между собою двумя степенями средства, и потому отъ каждаго атома углерода остается только по двѣ степени средства свободными, и эти послѣднія удерживаютъ водородъ, котораго такимъ образомъ и получается четыре атома. Итакъ признавать, что свободныхъ средствъ углерода въ углеродистыхъ водородахъ не остается, что объясняетъ законъ четныхъ атомовъ. Это послѣднее объясненіе составляетъ новую гипотезу, относительно углеводородовъ, имѣющую еще и ту важную выгоду, что она объясняетъ отсутствіе метилена: метиленъ, еслибы образовался, то долженъ былъ бы представлять совершенно свободныхъ два средства; а этого не

допускаютъ, предполагая въ непредѣльныхъ углеродистыхъ водородахъ всѣ средства углерода насыщенными или посредствомъ водорода, или посредствомъ средствъ другихъ атомовъ углерода. По этой же причинѣ, атомъ водорода не является въ видѣ частицы, его частица содержитъ H^2 , гдѣ средство водорода какъ бы насыщено присоединеніемъ другаго атома водорода, оттого существуютъ только HCl , Cl^2 , OH^2 и т. п., гдѣ всѣ средства элементовъ какъ либо насыщены, и въ частицѣ, заключающихъ O , H , Cl , H^2 и т. п. соединений, гдѣ должны бы существовать свободныя средства элементовъ. Существуютъ только насыщенные соединения. Такъ, напр., въ озонѣ, частица котораго есть O^3 , должно предположить что всѣ три атома образуютъ какъ бы трехугольную частицу: каждый атомъ связанъ обоими своими средствами съ соседними атомами кислорода. Какъ на излічно такое предположеніе, но его нельзя считать сколько нибудь достовернымъ и справедливымъ, по той причинѣ, что существуютъ соединения углерода съ другими элементами, въ которыхъ несомнѣнно должно допускать совершенно свободныя средства углерода. Примѣромъ такихъ соединений можетъ служить окись углерода CO , въ которой углеродъ соединенъ только съ двуатомнымъ кислородомъ, и потому два средства его непременно должны быть уже свободными. Допускать же, какъ и некоторые считаютъ возможнымъ, измѣнчивость атомности элементовъ, (говорять: въ CO^2 углеродъ четырехатомный, въ CO двуатомный) значитъ совершенно рушить всю цѣлостность предположенія объ атомности элементовъ. Тогда было бы необходимо вновь объяснять отсутствіе CH^4 и C^2H^6 , и т. ч. если углеродъ можетъ быть дву и четырехатомнымъ, отчего же не быть ему трехатомнымъ и даже одноатомнымъ? Въдѣ, по такому предположенію ртуть въ каломели Hg_2Cl одноатомна, а въ сулемѣ Hg_2Cl^2 двуатомна, азотъ въ NH^3 трехатомный, а въ NO^2 четырехатомный. Отчего тогда не сказать проше, что кислородъ въ CO четырехатомный, а въ CO^2 двухатомный, или даже водородъ въ CH^4 одноатомный, въ C^2H^6 трехатомный и т. д.? Допустить измѣнчивость атомности элементовъ значитъ совершенно разрушить ученіе о, такъ называемой, атомности, которую можно считать только признакомъ, свойствомъ, принадлежностію атомовъ известнаго тѣла, а иначе никакой пользы отъ допущенія ея ждать нельзя.

Итакъ, многіе не допускаютъ существованія свободныхъ средствъ въ соединеніяхъ, чѣмъ объясняютъ законъ четныхъ чиселъ и отсутствіе метилена, но такъ какъ есть соединенія съ нечетнымъ числомъ паевъ хлора (такого же одноатомнаго элемента) и азота (3-хъ или 5 атомнаго элемента, для котораго также долженъ былъ бы предлагаться законъ четности паевъ) напр. Hg_2Cl , NO , NO^2 , то выгода подобнаго предположенія уничтожается. По этой причинѣ, съ своей стороны, я считаю гораздо болѣе близкимъ къ истинѣ допустить, что въ непредѣльныхъ углеродистыхъ водородахъ могутъ существовать совершенно свободныя средства углерода и, кромѣ того, такія, въ которыхъ эти свободныя средства служатъ для удерживанія соседнихъ атомовъ углерода. Этимъ, такъ сказать, допускается два ряда непредѣльныхъ углеводородовъ: въ одномъ разрядѣ ихъ допускается присутствіе совершенно свободныхъ средствъ углерода, и такіе углеродистые водороды должны обладать въ высшей степени

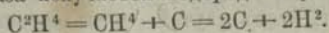
способностью соединяться; маслородный газ и его гомологи, по моему мнѣнію, принадлежать къ этому разряду. Считаю здѣсь не лишнимъ замѣтить, что понятие о предѣлѣ углеводистыхъ водородовъ есть понятіе чисто реальное, вытекающее непосредственно изъ сравненія огромнаго числа фактовъ; а представленіе объ атомности углевода и связи углеводистыхъ атомовъ между собою, посредствомъ части сродства, есть уже гипотеза, справедливость и общность которой еще нельзя съ полною достовѣрностью признать въ настоящее время, потому что есть цѣлый рядъ фактовъ не разъясненныхъ и не ясно понимаемыхъ, при допущеніи этой гипотезы. Въ особенности слаба эта гипотеза, когда она перенесена будетъ отъ углеводистыхъ соединений на соединенія другихъ элементовъ, какъ азота, сѣры и др. Не придерживаясь мнѣнія объ отсутствіи свободныхъ сродствъ (примѣры CO , NO , H_2Cl , самой Hg и ч. ея атомъ выражаетъ и частицу, слѣдовательно обладаетъ свободнымъ сродствомъ), необходимо указать или, по крайней мѣрѣ, дать намекъ на причину того, что не только въ углеводородахъ, но и въ большинствѣ другихъ случаевъ складывается четная сумма частей такихъ элементовъ, какъ водородъ, хлоръ, азотъ и имъ подобныя, напр. H_2O , NH_3 , HCl , H_2 , HNO_2 , NH_4Cl и т. д.

Мнѣ кажется, что для выясненія этого должно допустить **законъ симметріи** въ образованіи химическихъ соединений, какъ онъ прилагается къ образованію кристалловъ. Въ частицѣ сложнаго тѣла атомы располагаются симметрически, какъ въ кристаллѣ плоскости. Только при такомъ симметрическомъ распредѣленіи атомовъ возможно прочное равновѣсіе постоянно движущихся атомныхъ системъ или частицъ. Но какъ являются нѣкоторыя геміэдрическія формы кристалловъ, (напр. тетраэдры), гдѣ нѣтъ симметріи, такъ могутъ являться и соединенія съ нечетнымъ числомъ атомовъ—это будутъ однако рѣдкіе случаи, для нѣкоторыхъ веществъ не возможны. Такъ для углеводородистыхъ соединений и нѣтъ нечетноатомныхъ частицъ, такъ несуществуютъ CH^4 , CH и т. п. въ отдѣльности, они переходятъ въ C^2H^6 , C^2H^2 и т. п., но для хлора, азота и др. они уже становятся возможными, оттого имѣемъ NO , HO , H_2 , Cl и т. п.

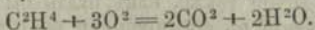
Изъ ряда углеводородовъ состава C^2H^{2n} , всѣ члены котораго имѣютъ одинъ и тотъ же элементарный составъ (12 вѣсовыхъ частей углерода и 2 вѣсовыхъ части водорода или около 14,3% водорода), низшій извѣстный членъ есть газъ, C^2H^4 называемый **этиленомъ**, или **маслороднымъ газомъ**. Составъ его равенъ двумъ частицамъ болотнаго газа безъ водорода, и потому онъ образуется, хотя въ маломъ количествѣ, при накаливаніи болотнаго газа, причѣмъ происходитъ и водородъ. Однако маслородный газъ самъ при накаливаніи также распадается, образуя уголь и болотный газъ: $\text{C}^2\text{H}^4 = \text{CH}^4 + \text{C}$, а потому въ тѣхъ случаяхъ, когда при накаливаніи происходитъ болотный газъ, должны образоваться, хотя малымъ количествомъ маслороднаго газа, водорода и угля.

сѣрнистый газъ, могущій образоваться при этомъ) и чрезъ сѣрную кислоту (удерживаетъ пары эфира и воды), то отдѣляющійся газъ можно считать довольно чистымъ.

Маслородный газъ носитъ названіе *тяжелого углеродисто-водороднаго газа*, потому что одинъ литръ его вѣситъ около 1, 2 грамма; тогда какъ литръ болотнаго газа вѣситъ около 0,7 грамма. Это зависитъ отъ состава и вѣса частицы этихъ газовъ. По формулѣ C^2H^4 маслородный газъ долженъ быть въ 14 разъ тяжелѣе водорода, что и есть въ дѣйствительности. Большой противу болотнаго газа вѣсъ частицы маслороднаго газа опредѣляетъ также и то его свойство, что онъ ступается въ жидкость посредствомъ давленія и весьма сильнаго охлажденія, достигаемаго, напр., испареніемъ закиси азота, превращенной въ жидкость. Онъ безцвѣтенъ, имѣетъ слабый эфирный запахъ, мало растворимъ въ водѣ, нѣсколько болѣе растворимъ въ спиртѣ и эфирѣ (въ 5 объемахъ спирта и 6 объемахъ эфира); разлагается онъ довольно легко, напр., дѣйствіемъ электрической искры и высокой температуры. При этомъ объемъ образующагося газа можетъ или оставаться тѣмъ же самымъ, когда маслородный газъ разлагается на уголь и болотный газъ, или увеличиваться вдвое, когда изъ маслороднаго газа получается водородъ и уголь:



Смѣсь маслороднаго газа съ кислородомъ можетъ давать чрезвычайно сильныя взрывы, потому что два объема этого газа требуютъ для своего полнаго сжиганія 6 объемовъ кислорода, и тогда требуется изъ взятыхъ 8 объемовъ смѣси 8 же объемовъ продуктовъ горѣнія,—воды и угольной кислоты:



Хотя объемъ при этомъ не измѣняется, но температура, развиваемая такимъ горѣніемъ, весьма велика, и, вслѣдствіи того, получаютъ значительныя и сильныя взрывы; поэтому, производя въ эвдиометрѣ взрывы маслороднаго газа, напр. для изслѣдованія его состава, должно брать возможно малое количество этого газа, разбавлять его воздухомъ и окружать тканью, для того, чтобы въ случаѣ разрыва осколки трубки не разлетались въ стороны. При охлажденіи послѣ взрыва произойдетъ сжатіе, оттого что вода превратится въ жидкость. На 2 объема взятаго маслороднаго газа сжатіе будетъ равно 4 объемамъ, какъ и для болотнаго газа, т. е. въ частицѣ обоихъ газовъ содержится 4 атома водорода. Количество же углекислаго газа, образуемаго обоими газами—не одинаково. 2 объема (или CH^4) болотнаго газа даютъ только 2 объема (CO^2) углекислаго газа, а 2 объема маслороднаго

газа (или C^2H^4) даютъ 4 объема углекислаго газа ($2CO^2$), что легко и узнать, поглощая углекислый газъ щелочью. Такимъ образомъ можно различить эти газы, опредѣляя ихъ составъ.

Реакцій двойнаго разложенія или непосредственнаго замѣщенія, болотный газъ не даетъ, по той причинѣ, что онъ, при дѣйствіи множества реактивовъ, соединяется съ ними, представляя этимъ примѣръ реакцій неопредѣльныхъ углеродистыхъ водородовъ. Маслородный газъ дѣйствительно способенъ соединяться со множествомъ тѣлъ; съ нѣкоторыми онъ вступаетъ въ соединеніе весьма легко; сюда относятся преимущественно: хлоръ, бромъ, іодъ, дымящаяся сѣрная кислота или сѣрный ангидридъ. Съ обыкновенною сѣрною кислотою, маслородный газъ не вступаетъ при обыкновенныхъ условіяхъ въ соединеніе, но если запаять маслородный газъ вмѣстѣ съ небольшимъ количествомъ сѣрной кислоты въ стеклянный сосудъ и этотъ сосудъ подвергать, привѣсивши къ движущейся части машины, постоянному взбалтыванію, то, чрезъ это продолжительное прикосновеніе и многократное смѣшиваніе, маслородный газъ мало по малу соединяется съ сѣрною кислотою и, при этомъ, присоединяется къ ней, образуя $C^2H^4H^2SO^4$. Если послѣ этого поглощенія, сѣрную кислоту разбавить водою и перегонять, то вмѣстѣ съ водою выдѣляется спиртъ, происходящій, въ этомъ случаѣ, чрезъ соединеніе маслороднаго газа съ элементами воды $C^2H^4 + H^2O = C^2H^6O$. Въ этой реакціи мы видимъ отличный примѣръ того, что если данное вещество, какъ маслородный газъ, получается чрезъ разложеніе другаго, то, и обратно, это вещество можетъ образоваться, вступая въ соединенія, первоначальное тѣло, — въ нашемъ примѣрѣ — спиртъ, точно также, какъ будто бы мы имѣли тѣло простое, вступающія въ соединеніе и разложеніе. Замѣтимъ, при этомъ, еще разъ, послѣ многократныхъ уже примѣровъ, что въ реакціяхъ сложныхъ тѣлъ и простыхъ нерѣдко замѣчается сходство поразительнѣйшее, что и показываетъ отсутствіе рѣзкой границы тѣхъ и другихъ. Нѣкоторыя изъ соединеній маслороднаго газа мы укажемъ, говоря о тѣлахъ, съ которыми онъ соединяется.

Точно такъ, какъ изъ обыкновеннаго спирта получается этиленъ C^2H^4 , такъ изъ его гомологовъ получаютъ гомологи маслороднаго газа. Напр. изъ амиловаго спирта — амиленъ C^6H^{10} , который есть жидкость, кипящая около 30° ; въ этомъ случаѣ отъ гомологовъ спирта отнимаются элементы воды, точно такъ, какъ и отъ обыкновеннаго спирта, и потому спирты $C^nH^{2n-2}O$ даютъ гомологи маслороднаго газа, C^nH^n . Эти послѣдніе представляютъ, какъ и гомологи выдѣленные нами до сихъ поръ, примѣръ измѣненія физическихъ свойствъ, съ повышеніемъ содержанія углерода и водорода: высшіе суть газы,

высше — жидкости, кипящія все выше и выше, по мѣрѣ содержанія углерода въ частицѣ; такъ углеродистый водородъ, имѣющій составъ $C^{16}H^{32}$ есть жидкость, кипящая при 173° .

Гомологическій порядокъ, соотвѣтственный маслородному газу, представляетъ примѣръ необыкновенно рѣзкой и ясной изомерности, зависящей отъ различнаго вѣса частицы, при одномъ и томъ же процентномъ содержаніи простыхъ тѣлъ. Маслородный газъ, C^2H^4 , и жидкій амиленъ, C^5H^{10} , представляютъ одинъ и тотъ же составъ, CH^2 , но вѣсъ частицы весьма различный; въ двухъ объемахъ перваго умѣщается два атома углерода, а въ двухъ объемахъ послѣдняго 5 атомовъ и соотвѣтственное количество водорода. Такимъ образомъ, здѣсь понятіе о частицѣ усиляетъ намъ причину различія въ свойствахъ, при одномъ и томъ же составѣ. Такія явленія изомерности, гдѣ различіе въ свойствахъ нужно приписывать только одному различію въ вѣсѣ частицы, носятъ названіе **полимерности**. Мы видѣли примѣръ такого различія уже надъ простыми тѣлами, какъ кислородъ, потому что этому газу, O^2 , есть полимерный газъ, озонъ, O^3 . Полимерность гомологовъ маслороднаго газа между собою объясняетъ намъ почему не рѣдко они образуются вмѣстѣ; такъ, при добычѣ свѣтильнаго газа, въ особенности изъ дегтя и масла, посредствомъ ихъ сухой перегонки, происходитъ болѣе или менѣе значительное количество пропилена, C^3H^6 и бутилена, C^4H^8 ; этотъ послѣдній можно выдѣлить посредствомъ охладительной смѣси, потому что онъ стужается уже довольно легко въ жидкость; а пропиленъ можно выдѣлить посредствомъ пропусканія чрезъ растворъ іодистаго водорода, или чрезъ обыкновенную сѣрную кислоту, потому что въ этихъ послѣднихъ веществахъ пропиленъ чрезвычайно легко растворяется, тогда какъ маслородный газъ съ ними весьма трудно соединяется. При добываніи амилена образуется цѣлый рядъ углеродистыхъ водородовъ, выше его кипящихъ: $C^{10}H^{20}$, $C^{15}H^{30}$ и т. д.

Маслородному газу и его гомологамъ соотвѣтствуетъ цѣлый рядъ спиртовъ и другихъ производныхъ, точно такъ, какъ и предѣльнымъ углеродистымъ водородамъ; мы не станемъ описывать ихъ, а упомянемъ только объ одномъ изъ нихъ, именно о **глюкозѣ** или нѣтъ точномъ сахарѣ, $C^6H^6(OH)^6 = C^6H^{12}O^6$, соотвѣтствуетъ углеводороду C^6H^{12} ¹⁾. Это есть вещество сахаристое, кристаллическое, находящееся въ виноградныхъ и многихъ другихъ ягодахъ, въ сокѣ многихъ растений, въ меду и т. п. Глюкоза получается также изъ многихъ веществъ, въ растеніяхъ находящихся; напр. въ большомъ видѣ ее получаютъ **изъ крахмала**, или нерастворимаго въ водѣ вещества, разбухающаго и дающаго клейстеръ въ горячей водѣ, входящаго въ составъ картофеля, хлѣбныхъ зеренъ и множества другихъ растительныхъ веществъ. Крахмальъ извлекаютъ изъ нихъ промываніемъ, посредствомъ холодной воды; при чемъ мелкія, но нерастворимыя въ холодной водѣ части крахмала уносятся струею воды. Крахмальъ представляетъ составъ $C^6H^{10}O^5$, отличающійся отъ состава глюкозы

¹⁾ Можетъ быть однако, что въ глюкозѣ часть кислорода находится въ состояніи алдегидной группы CNO , потому что глюкоза легко возстаивляетъ многія вещества и поглощаетъ водородъ, какъ алдегиды, заключающіе CNO .

только меньшимъ содержаніемъ воды, а потому переходъ крахмала въ глюкозу опредѣляется однимъ присоединеніемъ воды, что и производится нѣсколькими способами. Проросшія зерна растений или, такъ называемый, солодь способенъ производить подобныя превращенія крахмала въ глюкозу, что и происходитъ при винокурении (стр. 564). Нагрѣваніемъ крахмального клейстера съ сѣрною или азотною кислотами, производятъ такое же превращеніе. Такъ приготавливаютъ на заводахъ бѣлую патоку. Когда крахмалистое вещество употребляется въ пищу, то даже только отъ дѣйствія слюны, какъ и отъ дѣйствія другихъ отдѣляющихся соковъ, происходитъ превращеніе крахмала въ глюкозу. Только послѣ этого превращенія въ растворимую глюкозу крахмаль служитъ для питанія животныхъ, потому что чрезъ стѣнки кишечнаго канала могутъ проникать однѣ жидкія, преимущественно растворенныя вещества. Поглощенная кровью глюкоза, какъ и другія углеродистыя питательныя вещества, служатъ для образованія въ тѣлѣ той угольной кислоты, которая выдѣляется легкими. Глюкоза образуется также и изъ кѣтчатки (т. е. наружной оболочки растительныхъ кѣттокъ), при условіяхъ, подобныхъ тѣмъ, при какихъ она образуется изъ крахмала, и въ этомъ случаѣ мы имѣемъ новый примѣръ изомеріи, потому что кѣтчатка представляетъ тотъ же самый составъ, какъ и крахмаль, $C^6H^{10}O^5$. **Кѣтчатка** составляетъ оболочку растительныхъ кѣттокъ; почти въ чистомъ видѣ она употребляется въ практикѣ въ видѣ льняныхъ волоконъ и тканей, въ видѣ хлопчатой бумаги и т. д. Въ растеніяхъ безъ сомнѣнія существуетъ постоянный переходъ трехъ названныхъ веществъ: глюкозы, крахмала и кѣтчатки. Последняя, по всей вѣроятности, образуется изъ первой. Кѣтчатка составляетъ большую массу многихъ растеній, дерева, травы и др. и представляетъ вещество, не растворяющееся ни въ водѣ, ни въ слабыхъ кислотахъ и щелочахъ. Обыкновенный сахаръ $C^{12}H^{22}O^{11}$ извлекается изъ сладкаго сока сахарнаго тростника, растущаго въ теплыхъ климатахъ почти тропическихъ странъ, а изъ нашихъ растеній, изъ сока свекловицы, посредствомъ прожиманія, очищенія, выпариванія и кристаллизаціи. Онъ называется обыкновенно **кристаллическимъ сахаромъ** и принадлежитъ къ тому же разряду, къ которому и три выше названныхъ вещества, потому что при дѣйствіи кислотъ также переходитъ къ глюкозу. Не только четыре названныхъ вещества, но и цѣлый рядъ другихъ, изъ разныхъ растеній извлекающихся, принадлежатъ къ разряду производныхъ глюкозы, которая такимъ образомъ представляетъ вещество, чрезвычайно важное въ экономіи природы.

И такъ, каждому предѣльному углеродистому водороду, C^mH^{2m-4} , соответствуетъ углеродистый водородъ, гомологическій маслородному газу, C^mH^{2m} . Отнимая еще болѣе водорода, получимъ рядъ, содержащій: C^mH^{2m-2} , C^mH^{2m-4} , C^mH^{2m-6} , C^mH^{2m-8} и т. д. Упомянемъ о нѣкоторыхъ изъ представителей этихъ углеродистыхъ водородовъ.

Изъ углеродныхъ газовъ особенно замѣчательнъ еще одинъ представитель порядка C^mH^{2m-2} . Онъ названъ **ацетиленомъ**, C^2H^2 . Этотъ газъ, имѣющій весьма пронзительный запахъ, характеризуется своимъ большимъ постоянствомъ при дѣйствіи жара и образуется, какъ единственный продуктъ прямого со-

единенія углерода съ водородомъ, когда это соединеніе совершается при томъ сильномъ накаливаніи, какое происходитъ, если пропускать чрезъ уголь сильный электрическій токъ, его накаливающій.

Между угольными электродами тогда образуется свѣтовая дуга, которая содержитъ въ себѣ частицы угля, переносимыя съ положительнаго полюса на отрицательный. Это перенесеніе частицъ, съ одного полюса на другой, несомнѣнно доказывається наростаніемъ отрицательнаго угольнаго электрода и уменьшеніемъ въ-всѣхъ положительнаго электрода.

Въ какомъ состояніи находится здѣсь уголь, будетъ ли онъ здѣсь въ парообразномъ видѣ, или въ видѣ твердомъ, или жидкомъ, сказать нельзя; но несомнѣнно, что онъ накаленъ до весьма высокой температуры и при этой-то высокой температурѣ онъ способенъ соединиться или, такъ сказать, горѣть въ водородѣ. Свѣтъ, развивающійся при такомъ пропусканіи тока чрезъ угольные электроды, служитъ нынѣ для освѣщенія (причемъ употребляютъ магнито-электрическіе снаряды). Если угли будутъ при этомъ окружены атмосферою, содержащею кислородъ, то они горятъ; если атмосфера будетъ ограничена, то горѣніе прекратится при истребленіи всего кислорода. Если угли будутъ окружены атмосферою водорода, то уголь соединяется съ водородомъ и даетъ ацетиленъ, но весь водородъ не употребляется, часть его остается въ несоединенномъ состояніи. Поэтому, если чрезъ приборъ, въ которомъ производится вышеописанный опытъ накаливанія угля посредствомъ тока, пропустить струю водорода, то водородъ соединяется съ углеродомъ, образуя при этомъ единственный продуктъ, ацетиленъ, и изъ прибора будетъ выходить смѣсь его съ водородомъ. Тотъ же самый ацетиленъ образуется изъ маслороднаго газа, если отнять отъ него два пая водорода, слѣдующимъ способомъ: маслородный газъ сперва соединяютъ съ бромомъ, получаютъ $C^2H^4Br^2$, потомъ дѣйствіемъ спиртоваго раствора ѣдкаго кали отнимаютъ бромистый водородъ, получаютъ летучій продуктъ, C^2H^2Br , и отъ этого послѣдняго отнимаютъ еще пай бромистаго водорода, посредствомъ пропусканія чрезъ безводный спиртъ, въ которомъ растворенъ металлическій натрій. При этихъ обстоятельствахъ щелочь натрія отнимаетъ кислоту HBr . Чрезъ это отнятіе получается ацетиленъ C^2H^2 . Ацетиленъ происходитъ также и во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, когда разлагаются органическія вещества дѣйствіемъ высокаго жара, напр. при сухой перегонкѣ; оттого нѣкоторое количество его находится въ свѣтлѣномъ газѣ и придаетъ этому послѣднему, по крайней мѣрѣ отчасти, свой характерный запахъ; но количество аце-



тилена, находящагося въ свѣтильномъ газѣ, весьма мало. Если пропускать пары спирта чрезъ накаленную трубку, то также образуется нѣкоторое количество ацетилена. Тотъ же ацетиленъ происходитъ изъ болотнаго и маслороднаго газа, при не полномъ ихъ стараніи, на примѣръ, если къ пламени свѣтильнаго газа дать доступъ малому количеству воздуха ¹⁾). Внутри всякаго пламени находятся недогорѣвшіе газы и въ нихъ нѣкоторое количество ацетилена.

Ацетиленъ, будучи весьма удаленъ отъ предѣла углеродистыхъ соединеній, обладаетъ еще больше, чѣмъ маслородный газъ, способностью къ соединенію, а потому можетъ быть весьма легко выдѣленъ изъ всякой смѣси, его содержащей.

Дѣйствительно, ацетиленъ соединяется не только съ J^2 , HJ , H^2SO^4 , Cl^2 , Br^4 и т. п. (съ ними соединяются и многіе другіе непредѣльные углеводороды), но и съ полухлористою мѣдью $CuCl$, образуя съ нею красный осадокъ. Если газообразную смѣсь, содержащую ацетиленъ, пропускать чрезъ растворъ полухлористой мѣди въ водномъ амміакѣ, то другіе газы не соединяются, одинъ ацетиленъ даетъ красный осадокъ, способный при ударѣ давать взрывъ (выдѣлять газъ). Этотъ красный осадокъ выдѣляетъ ацетиленъ при дѣйствіи кислотъ. Такимъ образомъ и получаютъ чистый ацетиленъ. Горитъ онъ весьма яркимъ пламенемъ, что понятно изъ большаго относительнаго содержанія углерода.

Терпентинное масло или скиндаръ, $C^{10}H^{16}$, есть представитель углеводородовъ C^nH^{2n-4} , получается изъ живицы или растительной сѣры, вытекающей изъ трещинъ и надрѣзовъ коры хвойныхъ деревьевъ. Если эту живицу перегонять съ водою, то водяной паръ увлекаетъ скиндаръ и оставляетъ смолу (канифоль), которая вмѣстѣ съ терпентиннымъ масломъ находится въ живицѣ (иначе называемой терпентиномъ). Многія другія растенія, при перегонкѣ съ водою, выдѣляютъ маслянистое летучее вещество, нерѣдко обладающее характернымъ запахомъ, свойственнымъ растеніямъ. Такія летучія или эфирныя масла очень часто содержатъ въ себѣ углеродистые водороды состава $C^{10}H^{16}$. Такъ въ лимонной коркѣ содержится углеродистый водородъ, называемый лимоннымъ масломъ. Но эти углеродистые водороды, хотя представляютъ такой же составъ, какъ и терпентинное масло, однако съ нимъ не вполне тождественны; здѣсь, мы встрѣчаемъ обширный рядъ примѣровъ изомеріи, столь обыкновенной между органическими соединеніями. Терпентинное масло и различіе его

¹⁾ Это достигается легко въ тѣхъ газовыхъ лампахъ, какія употребляются въ лабораторіяхъ, и будутъ описаны въ 18-ой главѣ. Въ этихъ лампахъ газъ сперва смѣшивается съ воздухомъ въ длинной трубкѣ, по верхъ которой и зажигается. Но если его зажечь внутри трубки, то, отъ охлажденія о стѣнки металлической трубки, газъ не догораетъ и образуетъ ацетиленъ, что слышно по запаху и что можно доказать, приводя проходящій газъ (аспираторомъ) въ амміачный растворъ полухлористой мѣди.

изомеры представляют жидкости, болѣе легкія, чѣмъ вода, имѣющія удѣльный вѣсъ около 0,9, кипящія около 160° , горящія весьма яркимъ, коптящимъ пламенемъ и способныя для сжиганія въ лампахъ.

Бензинъ C^6H^6 и его гомологи C^nH^{2n-6} . При сухой перегонкѣ каменныхъ углей и нѣкоторыхъ смолистыхъ въ особенности въ природѣ находящихся веществъ, получается деготь, дающій, при перегонкѣ, бензинъ и его гомологи. Тотъ же бензинъ получается изъ ацетиленъ, хотя въ маломъ количествѣ, когда пропускаютъ ацетиленъ черезъ накалившую трубку; при этомъ происходитъ полимерное превращеніе, потому что ацетиленъ и бензинъ представляютъ одинъ и тотъ же элементарный составъ, хотя весьма не одинаковый вѣсъ частицы. Оба могутъ быть выражены простѣйшею формулою CH . Бензинъ представляетъ жидкость, не растворимую въ водѣ, т. е. какъ всѣ углеродистые водороды маслообразную, кипящую при 80° , и характеризуется той легкостью, съ которою этотъ углеродистый водородъ подвергается нитро-замѣщенію, т. е. превращенію, при дѣйствіи азотной кислоты, въ нитробензинъ $C^6H^5(NO^2)$; онъ соединяется, кромѣ того, со многими тѣлами, какъ съ хлоромъ, бромомъ, сѣрнымъ ангидридомъ и т. п.

Составъ и реакціи бензина показываютъ, что въ немъ распределеіе атомовъ водорода совершенно другое, чѣмъ въ предѣльныхъ углеродистыхъ водородахъ. Это видно особенно изъ того, что гидратъ, соответствующій бензину, представляетъ многія особенности, несвойственныя обыкновеннымъ спиртамъ, отвѣчающимъ предѣльнымъ углеродистымъ водородамъ. Такой гидратъ, отвѣчающій бензину, есть **Феноль** C^6H^5NO . Этотъ феноль образуется вмѣстѣ съ бензиномъ, при сухой перегонкѣ многихъ веществъ, и входитъ въ составъ той части дегтя, которая кипитъ выше 180° и растворяется въ ѣдкихъ щелочахъ. Эта часть дегтя называется *креозотомъ*. Феноль, находящійся въ каменноугольномъ креозотѣ, есть спиртъ, потому что онъ соединяется съ кислотами, какъ спирты; но онъ отличается отъ обыкновенныхъ спиртовъ тѣмъ, что при дѣйствіи обесцвѣчивающихъ веществъ не выдѣляетъ водорода, какъ они, и не образуетъ, чрезъ дальнѣйшее соединеніе съ кислородомъ, кислотъ. Это послѣднее свойство принадлежитъ, напротивъ того, обыкновеннымъ жирнымъ спиртамъ и зависитъ, по всей вѣроятности, оттого, что въ этихъ послѣднихъ водный остатокъ находится въ группѣ CH^3 , т. е. входитъ въ составъ частицы въ видѣ группы CH^2OH . Понятно, что можно изъ этой группировки выдѣлить H^2 , тогда и получатся алдегиды; поставивши же на мѣсто выбывшаго водорода O , получимъ кислоту, содержащую, значить, группировку $COOH$. Таковы и суть, какъ мы увидимъ вскорѣ, органическія кислоты; всѣ онѣ заключаютъ такую группировку $COOH$. Феноль не заключаетъ въ себѣ группировки CH^2OH , не образуетъ ни алдегида, ни кислоты. Такіе гидраты углеродистыхъ водородовъ, которые не заключаютъ вышеназванной группировки, характеризующей обыкновенныя или нормальныя спирты, называются псевдо-спиртами. Исторія гомологовъ бензина чрезвычайно ясно показываетъ весьма характерное различіе, существующее между спиртами двухъ родовъ, потому что въ бензинѣ есть возможность замѣнить водородъ метиломъ, CH^3 , и получить гомологъ бензина.

Толуолъ $C^7H^8 = C^6H^5CH^3$. Этотъ гомологъ встрѣчается вмѣстѣ съ бензиномъ въ каменноугольномъ дегтѣ. При перегонкѣ легкаго каменноугольнаго масла (извлекаемаго при перегонкѣ каменноугольнаго дегтя) сперва при 80° гонится бензинъ, между 80° и 100° смѣсь его съ толуоломъ. Если такую смѣсь снова и нѣсколько разъ перегонять, собирая только тѣ порціи, которыя кипятъ при 110° , то и получимъ толуолъ. Въ немъ находится два водорода двухъ родовъ; одни принадлежатъ бензиновой группѣ, а другіе принадлежатъ метиловой группѣ. Водный остатокъ можетъ замѣщать водородъ того или другаго рода; чрезъ замѣщеніе перваго рода атомовъ водорода получаютъ псевдо-спирты; такъ, на примѣръ, крезоль, находящійся вмѣстѣ съ феноломъ въ каменноугольномъ дегтѣ, $C^6H^4(OH)CH^3$. Тому же толуолу соответствуетъ и другой гидратъ, бензойный спиртъ, непосредственно получаемый изъ толуола, если толуолъ сперва превратится въ хлоро-толуолъ $C^6H^5CH^2Cl$, посредствомъ пропусканія хлора въ кипящій толуолъ, и если, потомъ, въ этомъ послѣднемъ замѣстить хлоръ воднымъ остаткомъ; получаемый въ этомъ случаѣ бензойный спиртъ $C^6H^5CH^2OH$ будетъ заключать въ себѣ группу такую же, какъ въ нормальныхъ спиртахъ, и способную поэтому давать алдегидъ (горько-миндальное масло C^6H^5COH) и кислоту (бензойную C^6H^5COOH), совершенно точно такъ, какъ обыкновенный спиртъ CH^3CH^2OH даетъ алдегидъ (CH^3COH) и кислоту (укусную CH^3COOH).

Пирилликъ или пирагалловая кислота, о которой мы упоминали (стр. 379), говоря о поглощеніи кислорода, есть бензинъ, въ которомъ три атома водорода замѣщены воднымъ остаткомъ $C^6H^3(OH)^3$, т. е. есть трехатомный спиртъ, отвѣчающій бензину.

Нафталинъ $C^{10}H^8$ есть твердый углеродистый водородъ изъ ряда C^mH^{2m-12} , образующійся вмѣстѣ съ другими углеводородами, при сухой перегонкѣ другихъ органическихъ веществъ, и получающійся въ большомъ количествѣ при добычѣ свѣтильнаго газа чрезъ сухую перегонку каменныхъ углей. Это есть кристаллическое вещество, плавящееся при 79° и кипящее при 220° . Оно кристаллизуется въ тѣхъ трубахъ, по которымъ проходятъ продукты сухой перегонки каменныхъ углей. Представляя примѣръ углеродистыхъ водородовъ, весьма далекихъ отъ предѣла, онъ обладаетъ способностью вступать въ соединенія; но въ немъ, какъ въ бензинѣ, ясно выражена способность и къ замѣщенію, точно такъ, какъ и къ соединенію.

Выводы. Углеродистыхъ водородовъ много. Всѣ они отъ накаливанія разлагаются, образуются какъ остатки, горятъ, не растворимы въ водѣ, тѣла безразличныя. Въ нихъ водородъ прямо не замѣняется металлами. Всѣ они заключаютъ четное число атомовъ водорода. Углеродъ есть связующій элементъ, а водородъ располагается около него симметрически.

Наибольшее содержаніе водорода представляетъ болотный газъ, или водородистый метиль CH^4 . Это газъ не сгущенный, неспособный къ соединеніямъ, выдѣляющійся въ каменноугольныхъ копяхъ, а иногда изъ земли, напр. въ Баку. Онъ образуется при накаиваніи дерева и каменныхъ углей, выдѣляется въ болотахъ. Онъ получается при накаиваніи укусушихъ солей $C^2H^3MO^2$ со щелочами.

Другіе предѣльные углеводороды, неспособные къ соединенію съ водородомъ и др. элементами, имѣютъ составъ C^nH^{2n+2} . Содержащіе менѣе водорода способны къ такому соединенію. Предѣльные углеводороды можно представить какъ болотный газъ, въ которомъ произошло замѣщеніе водорода метиломъ CH^3 . Они находятся въ нефти.

Метиленъ CH^2 неизвѣстенъ, а этиленъ C^2H^4 образуется изъ обыкновеннаго спирта, при дѣйствіи избытка сѣрной кислоты.

Ацетиленъ C^2H^2 происходитъ чрезъ прямое соединеніе накаленнаго тока угля съ водородомъ и при сухой перегонкѣ, вмѣстѣ со многими другими углеводородами, напр. бензиномъ C^6H^6 , толуоломъ C^7H^8 , нафталиномъ $C^{10}H^8$ и др.

Спирты суть гидраты углеводородовъ: т. е. углеводороды, въ которыхъ одинъ или нѣсколько атомовъ Н замѣнены воднымъ остаткомъ. Такъ, напр., CH^4 соответствуетъ древесный спиртъ CH^3HO , образующійся при сухой перегонкѣ дерева, C^2H^6 —обыкновенный спиртъ C^2H^5HO , происходящій изъ глюкозы $C^6H^6(OH)^6$ при броженіи, C^3H^8 соответствуетъ глицеринъ $C^3H^5(OH)^3$, котораго соединеніе съ кислотами находится въ жирахъ, бензину C^6H^6 отвѣчаетъ фенолъ C^6H^5HO , находящійся въ каменноугольномъ дегтѣ.

Спирты, подобно щелочамъ, съ кислотами даютъ воду и среднія тѣла, называемыя сложными эфирами. Однако, они сами не дѣйствуютъ на лакмусъ и насыщаютъ кислоты медленно и не вполне.

Многіе углеводороды находятся въ растеніяхъ, напр. терпентинное масло $C^{10}H^{16}$, многіе образуются при дѣйствіи жара на другія органическія соединенія.

Углеводороды съ 1, 2, 3 и 4-мя углерода въ частицѣ суть газы, съ большимъ количествомъ жидкости или твердыя тѣла. Жидкія обыкновенно маслообразны, твердые воскообразны.

СЕМНАДЦАТАЯ ГЛАВА.

Соединенія углерода съ кислородомъ.

Одно изъ основныхъ свойствъ углерода составляетъ его способность—соединяться съ кислородомъ при накаливаніи—горѣть, окисляться. И это свойство принадлежитъ, какъ свободному углероду (алмазу, графиту, углю), такъ и его соединеніямъ съ водородомъ, азотомъ и даже хлоромъ, металлами и всѣми другими элементами. Углеродъ, даже отнимаетъ кислородъ отъ большей части другихъ тѣлъ, отъ окисловъ (исключая окисловъ кремнія, алюминія, кальція и имъ подобныхъ), кислотъ и солей. На этомъ основывается восстановительное дѣйствіе угля. Только температура, при которой



уголь отнимает кислородъ и съ нимъ соединяется, для разныхъ случаевъ, различна. Большое отдѣленіе тепла, замѣчаемое при соединеніи угля съ кислородомъ, постоянство образующихся продуктовъ, малое число такихъ продуктовъ и огромное ихъ значеніе въ природѣ и technikѣ, заставляють обратить на нихъ наше преимущественное вниманіе. Потому, мы ихъ рассмотримъ съ нѣкоторою подробностью, начиная притомъ съ продукта окончательнаго горѣнія углерода; а именно съ знакомаго уже нами углекислаго газа CO^2 .

Кислородъ, кромѣ того, образуетъ съ углеродомъ другой продуктъ окисленія, — окись углерода, и этотъ послѣдній мы опишемъ вслѣдъ за углекислымъ газомъ, потому что такой же системы держались и при описаніи водородистыхъ соединеній: сперва, мы описывали высшія степени соединенія, а отъ нихъ переходили къ низшимъ (также и при азотѣ). Высшія степени соединеній вообще представляютъ нѣрѣдко большій интересъ и большее постоянство, чѣмъ низшія степени соединеній. Здѣсь, впрочемъ, нельзя этого сказать, потому что и низшая степень окисленія обладаетъ этими признаками; но она, какъ можно думать изъ ея образованія, не происходитъ непосредственно изъ угля и кислорода, а есть, такъ сказать, продуктъ раскисленія углекислаго газа, потому что образуется изъ этого послѣдняго, при накаливаніи съ углемъ. Алмазь, графитъ и уголь, а также и всѣ углеродистыя вещества, при непосредственномъ окисленіи, склонны, по видимому, образовать только одинъ углекислый газъ, и если образуютъ окись углерода, то только въ томъ случаѣ, когда углекислый газъ встрѣчаетъ, при томъ преимущественно при высокой температурѣ, избытокъ угля или углеродистаго вещества, на который дѣйствуетъ и образуетъ окись углерода: $\text{CO}^2 + \text{C} = 2\text{CO}$. Соединеній, содержащихъ въ своей частицѣ кромѣ кислорода нѣсколько атомовъ углерода, мы съ достовѣрностію не знаемъ; но они, судя по примѣру углеводородовъ и имъ соответственныхъ гидратовъ, могутъ существовать и, вѣроятно, будутъ въ послѣдствіи получены. Кислотный характеръ гидратовъ, соответственныхъ окисламъ углерода, показываетъ, что этотъ послѣдній элементъ принадлежитъ къ разряду не металлическихъ элементовъ: ни одного основанія не образуется этимъ путемъ; если и есть соединенія (спирты), заключающія въ себѣ углеродъ, водородъ и кислородъ, способныя соединяться съ кислотами и давать тѣла средія, то это зависитъ отъ водорода или, правильнѣе сказать, отъ углеродистыхъ водородовъ, которымъ свойственна склонность образовывать спирты, способные дѣйствовать, подобно основаніямъ или щелочамъ. Углеродъ съ кислородомъ не имѣетъ этой склонности, и присутствіе въ составѣ органическихъ веществъ непосредственныхъ соединеній углерода съ кислородомъ придаетъ имъ кислотный характеръ, какъ мы вскорѣ увидимъ. Такимъ образомъ, самый углеродъ нужно считать элементомъ кислотнымъ, а углеродистые водороды элементами основными, хотя въ гораздо менѣе сильной степени, чѣмъ кислотныя свойства соединеній съ кислородомъ. Здѣсь, мы видимъ ясное подобіе углерода съ азотомъ, п. ч. съ водородомъ онъ даетъ остатокъ NH^4 , который, замѣняя водородъ воды, образуетъ щелочь,

а съ кислородомъ даетъ остатки NO и NO^2 , придающіе водѣ кислотныя свойства.

Углекислый газъ CO^2 . Это былъ первый газъ, отличенный отъ атмосфернаго воздуха, еще въ XVI столѣтіи, Парацельсомъ и Вангельмонтомъ, которые знали, что известковый камень при накаливаніи выдѣляетъ особый газъ, образующійся также и при спиртовомъ броженіи сахаристыхъ растворовъ, напр., при приготовленіи винограднаго вина; они знали, что онъ тождественъ съ тѣмъ газомъ, который происходитъ при горѣніи угля, и что онъ находится въ природѣ въ нѣкоторыхъ случаяхъ. Впослѣдствіи было найдено, что этотъ газъ поглощается щелочью и ее насыщаетъ, образуя при этомъ соль, выдѣляющую тотъ же газъ при дѣйствіи кислоты. Пристлеемъ найдено было, что этотъ газъ находится въ воздухѣ, а Лавуазье опредѣлилъ и составъ его, показавъ, что онъ содержитъ только кислородъ и углеродъ. Берцелиусъ, Дюма и Стась съ точностію опредѣлили его составъ; оказалось, что въ немъ содержится 27, 27% углерода по вѣсу, т. е. на 12 частей углерода 32 части кислорода. Объемное строеніе этого газа опредѣляется тѣмъ, что, при сжиганіи угля въ кислородѣ, объемъ не измѣняется, значитъ угольная кислота занимаетъ тотъ же объемъ, какъ и кислородъ, который въ ней находится; т. е. атомы углерода, такъ сказать, располагаются между атомами кислорода, для образованія угольной кислоты. Вѣсовой составъ угольной кислоты опредѣляется, сжигая опредѣленное количество чистаго угля въ струѣ кислорода и взвѣшивая количество образующагося углекислаго газа, который поглощаютъ при этомъ посредствомъ трубокъ со щелочами. Чтобы устранить возможность образованія окиси углерода, которая не удерживается щелочами, образующійся, чрезъ сжиганіе угля, газъ проводятъ чрезъ накаленную трубку, содержащую окись мѣди; потому что тогда окись мѣди раскисляется на счетъ окиси углерода и превращаетъ эту послѣднюю въ углекислый газъ (стр. 545).

Углекислый газъ находится **въ природѣ**, какъ въ свободномъ состояніи, такъ и въ разнообразнѣйшихъ соединеніяхъ; свободный углекислый газъ находится въ воздухѣ и въ растворѣ во всѣхъ видахъ воды, растворяющей этотъ газъ изъ воздуха. Онъ выдѣляется изъ вулкановъ, изъ трещинъ горъ и въ нѣкоторыхъ пещерахъ. Извѣстный Собачій гротъ, на Байскомъ берегу, около Неаполя, близъ озера Аньяно, представляетъ общезвѣстный примѣръ такого выдѣленія. Подобные же источники углекислаго газа, находятся и во многихъ другихъ мѣстностяхъ. Такъ, во Франціи, въ Овернѣ, извѣстенъ

отравленный фонтанъ (fontaine empoisonnée), круглая яма, окруженная богатою растительностію и постоянно выдѣляющая углекислый газъ. Въ лѣсу, окружающемъ Лахерское озеро, близъ Рейна, въ мѣстности потухшихъ вулкановъ, находится углубленіе, постоянно наполняющееся тѣмъ же газомъ. Насѣкомыя, прилетающія къ этому мѣсту, погибаютъ въ немъ, потому что животныя не могутъ дышать этимъ газомъ. За ними прилетаютъ птицы и также гибнутъ, чѣмъ и пользуются окрестные жители. Многіе минеральные источники доставляютъ въ воздухъ громадное количество этого газа. Въ копяхъ и рудникахъ, погребахъ и колодцахъ, также очень часто выдѣляется этотъ газъ. Оттого-то нерѣдко спускаясь въ такія мѣста, люди задыхаются и умираютъ. Причину выдѣленія углекислага газа въ землѣ должно искать въ медленномъ окисленіи растительныхъ и животныхъ (углеродистыхъ) веществъ, находящихся подъ землею. Въ воздухъ выдѣляется этотъ углекислый газъ, не только этими постоянными источниками образованія его въ землѣ, но также и многими процессами, на ея поверхности происходящими. Горѣніе, гніеніе и броженіе различныхъ органическихъ веществъ, даютъ поводъ къ образованію углекислага газа. При дыханіи животныхъ, во всякое время, а при дыханіи растений въ отсутствіи свѣта, а также при ихъ проростаніи выдѣляется въ воздухъ тотъ же углекислый газъ. Весьма простые опыты могутъ убѣдить каждаго въ образованіи углекислага газа въ этихъ обстоятельствахъ; такъ, напр., пропуская вдыхаемый воздухъ чрезъ стеклянную трубку въ прозрачный растворъ извести (или барита) въ водѣ, получаютъ, чрезъ нѣкоторое время бѣлый клочковатый осадокъ, который содержитъ нерастворимое въ водѣ соединеніе извести съ углекислымъ газомъ. Если надъ горящимъ тѣломъ, напр. надъ горящею свѣчю или жаровнею, поставить воронку и изъ нея высасывать посредствомъ аспиратора, воздухъ, то въ этомъ воздухѣ можно доказать присутствіе большого количества углекислага газа, опредѣляя его въ этомъ случаѣ тѣмъ же способомъ осажденія извести. Заставляя проростать сѣмена растений подъ колоколомъ или въ закрытомъ сосудѣ, можно опредѣлить и здѣсь образованіе углекислага газа. Заставляя небольшое животное, напр. мышъ, жить нѣкоторое время подъ колоколомъ, можно опредѣлить съ точностію количество угольной кислоты, которое она выдыхаетъ (*).

Опыты подобнаго рода надъ **дыханіемъ животныхъ** произво-

(*) Оно оказывается чрезвычайно большимъ для столь малаго животнаго; мышъ, вѣсящая нѣсколько граммовъ выдѣляетъ въ день десятки граммовъ углекислоты.

дѣтся съ весьма большою тщательностью и надъ большими животными, такъ надъ быками, овцами и т. п. Употребляя огромные герметическіе колокола и изслѣдуя газы, выделяющіяся при дыханіи, опредѣлили, что человѣкъ выдыхаетъ въ день около 900 граммовъ (болѣе 2-хъ фунтовъ) углекислаго газа, поглощая при этомъ 700 граммовъ кислорода. Это количество выдыхаемаго человѣкомъ углекислаго газа распределяется въ сутки не равномерно: во время ночи принимается болѣе кислорода, чѣмъ днемъ (ночью въ 12 часовъ около 450 граммовъ), а выделяется углекислаго газа днемъ болѣе, чѣмъ во время ночи и покоя, а именно: изъ 900 граммовъ суточного выдѣленія, ночью выдѣляется всего около 375, а днемъ—около 525. Это зависитъ конечно отъ выдѣленія углекислаго газа, происходящаго при всякой работѣ, совершаемой человѣкомъ. Днемъ же дѣятельность его во многихъ отношеніяхъ усиленнѣе, сравнительно со временемъ ночи. Каждое движеніе человѣка безъ всякаго сомнѣнія есть результатъ расхода какаго либо вещества, потому что сила, необходимая для движенія, сама собою происходить не можетъ, что ясно слѣдуетъ изъ закона вѣчности силъ; она происходитъ въ животномъ организмѣ отъ совершающагося въ немъ медленнаго горѣнія. Пропорціонально количеству сгорающаго углерода, развивается въ организмѣ рядъ силъ, потребныхъ для разнообразныхъ движеній, производимыхъ животными. Доказательствомъ этому служитъ то, что во время работы человѣкъ выдыхаетъ въ теченіи 12 часовъ, вмѣсто 520 граммовъ, уже 900 граммовъ CO_2 , поглощая при этомъ такое же количество кислорода, какъ и прежде. Въ этотъ рабочій день, ночью человѣкъ выдыхаетъ почти то же самое количество углекислаго газа, какъ и въ сутки покоя; но поглощаетъ за то сравнительно большее количество кислорода ночью, такъ что въ результатѣ рабочихъ сутокъ, человѣкъ выдѣляетъ около 1,300 граммовъ углекислаго газа и поглощаетъ около 950 грам. кислорода. Особенно характерно здѣсь отношеніе между количествомъ принимаемаго кислорода и образующагося углекислаго газа: на 100 частей взятаго кислорода, днемъ выдѣляется въ видѣ углекислаго газа около 175 частей кислорода, а ночью—всего только 58 частей. При работѣ отношеніе еще болѣе увеличивается: днемъ, во время работы, на 100 частей принятаго кислорода, выдѣляется около 200 кислорода, въ видѣ углекислаго газа, а ночью всего только около 45 частей. Такимъ образомъ въ теченіи дня, а въ особенности во время работы, происходитъ въ организмѣ человѣка выдѣленіе кислорода въ видѣ угольной кислоты, въ теченіе же ночи происходитъ поглощеніе кислорода; днемъ, значитъ, совершается убыль кислорода, вознаграждаемая ночью. Всякая работа сопровождается, значитъ, тратою кислорода и требуетъ для нормальнаго состоянія организма, времени покоя, когда происходитъ вознагражденіе въ количествѣ выдѣляемаго кислорода. Углеродъ же, расходуемый на работу, поступаетъ изъ пищи; по этому, пища животного должна содержать непремѣнно углеродистыя вещества, способныя растворяться отъ дѣйствія желудочныхъ соковъ, и переходить въ кровь, или, какъ говорится, способныя перевариваться. Такою пищею служатъ человѣку, и всѣмъ другимъ животнымъ, или вещества растительныя или части другихъ животныхъ. Эти послѣднія, во всякомъ случаѣ, берутъ углеродистыя вещества изъ растений; въ расте-

нихъ же они образуются вслѣдствіе отложенія углерода, происходящаго днемъ, во время дыханія растенія. Растеніе поглощаетъ днемъ своими устьицами, зелеными частями, углекислый газъ воздуха; ночью же, не смотря на сравнительное малое содержаніе въ воздухѣ и выдыхаетъ кислородъ. Объемъ выдыхаемаго кислорода почти равенъ объему поглощаемаго углекислаго газа; значитъ, весь почти кислородъ, входящій въ растеніе въ видѣ углекислаго газа, выдѣляется растеніемъ въ свободномъ состояніи; отъ углекислаго газа остается значитъ, въ растеніи углеродъ. Въ то же время растеніе поглощаетъ и своими листьями, и своими корнями влажность. Незвѣстнымъ намъ процессомъ, эта поглощенная вода и этотъ оставшійся отъ угольной кислоты углеродъ входятъ въ составъ растенія, въ видѣ такъ называемыхъ гидратовъ углерода, составляющихъ главную массу растительныхъ тканей; представителемъ ихъ служитъ клетчатка или клетчатая ткань (см. стр. 578), которая имѣетъ составъ $C^6H^{10}O^5$. Она въ чистомъ видѣ извѣстна каждому въ видѣ хлопчатой бумаги и льняныхъ волоконъ; ее составъ можно себѣ представить какъ соединеніе углерода, оставшагося отъ угольной кислоты, съ водою: $6C + 5H^2O$. Кромѣ клетчатки въ растеніяхъ находится множество другихъ соединений, способныхъ, болѣе ея, перевариваться при питаніи и служить углеродистою пищею для животныхъ. Такимъ образомъ совершается въ природѣ, уже посредствомъ однихъ организмовъ растительныхъ и животныхъ, **круговоротъ** углерода, въ которомъ главными членами служатъ углекислый и кислородный газы воздуха. Растеніе поглощаетъ первый и выдѣляетъ второй; животное, напротивъ того, поглощаетъ кислородъ и выдѣляетъ углекислый газъ. Растенія, поглощая углеродъ, образуютъ углеродистыя вещества, которыя разрушаются животными. Изверженія животныхъ, содержащія углекислый газъ и не переварившіяся углеродистыя вещества, служатъ для питанія растеній. Такимъ образомъ, вся эта совокупность существъ живетъ въ общемъ круговоротѣ, одинъ на счетъ другихъ. Разрушеніе органическихъ веществъ, составляющихъ остатки животныхъ и растеній, совершается въ огромной массѣ въ природѣ, при дѣйствіи кислорода воздуха. Углеродъ разнообразныхъ органическихъ веществъ, входящихъ въ составъ ихъ, выдѣляется подъ конецъ въ видѣ углекислаго газа; оттого почва, содержащая всегда остатки организмовъ, такъ сказать, дышетъ, выдѣляя огромную массу углекислаго газа. Плодородная почва, по наблюденіямъ Петерса, выдѣляла въ одномъ случаѣ до 60000 миллиграммовъ углекислаго газа въ день съ одной десятины; для такого опредѣленія, конечно были сдѣланы опыты въ маломъ видѣ и былъ произведенъ расчетъ на сравнительно большую поверхность земли. Въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ скопленіе разлагающихся животныхъ и растительныхъ веществъ значительно, выдѣленіе углекислаго газа иногда весьма значительно, и можетъ дѣлать воздухъ такихъ мѣстъ, неспособнымъ поддерживать ни горнія, ни дыханія. Такой случай встрѣчается напр. въ различнаго рода катакомбахъ, подвалахъ, колодцахъ и т. п. Для испытанія въ этомъ случаѣ годности воздуха для дыханія, можетъ служить опусканіе зажженного фонаря, который тухнетъ при содержаніи углекислоты въ воздухѣ, достигающемъ до 6%. Въ нѣкоторыхъ рудникахъ, изъ трещинъ горъ выдѣляется значитель-

ное количество углекислаго газа, вмѣстѣ съ другими газами, неспособными поддерживать горѣніе и дыханіе, а иногда выделяющіеся газы, смѣшавшись съ воздухомъ, способны давать взрывъ, какъ, напр., болотный газъ. Въ такомъ случаѣ, воздухъ въ рудникахъ долженъ быть возобновляемъ, что и производится искусственно, посредствомъ воздуходувныхъ машинъ или вентиляторовъ, проводящихъ въ рудники атмосферный воздухъ и вытягивающихъ оттуда воздухъ, негодный для дыханія и опасный по возможности взрыва.

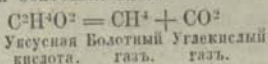
Вода, во всѣхъ ея видахъ, содержитъ въ себѣ въ растворѣ углекислый газъ, иначе бы растенія не могли въ ней существовать и увеличиваться въ массѣ. Морская вода заключаетъ въ себѣ обыкновенно болѣе углекислаго газа, чѣмъ рѣчная и колодезная; только вода нѣкоторыхъ подземныхъ источниковъ содержитъ очень немного углекислаго газа, если на пути своего движенія не встрѣчаетъ никакого источника, выделяющаго углекислый газъ, и если не успѣваетъ насытиться этимъ газомъ изъ воздуха; напротивъ того, вода другихъ источниковъ встрѣчаетъ иногда подъ землею пространства, наполненные сжатымъ углекислымъ газомъ, и тогда подъ тѣмъ высокимъ давленіемъ, которое свойственно подземнымъ слоямъ воды, насыщается этимъ газомъ и выходитъ на поверхность земли, выделяя пузыри этого газообразнаго вещества. Таковы шипучіе минеральные источники; напр. изъ нашихъ минеральныхъ источниковъ—многіе находящіеся на Кавказѣ и многіе извѣстные источники для излеченія. Такия минеральныя воды, которыя содержатъ значительное количество углекислаго газа, выходя на поверхность земли, выделяютъ его, если только не будутъ заключены въ сосудъ герметически закрытый. Выдѣленіе углекислоты въ этомъ случаѣ происходитъ отъ того, что вода уменьшеннымъ давленіемъ вода не можетъ содержать того количества раствореннаго газа, какое удерживается ею при высокихъ давленіяхъ. Подъ обыкновеннымъ давленіемъ, вода растворяетъ около равнаго своему объема углекислаго газа, и эта степень растворимости съ температурой уменьшается довольно быстро: при 0° одинъ объемъ воды, подъ обыкновеннымъ давленіемъ, растворяетъ 1,79 объемовъ углекислаго газа; при 10° — 1,18; при 20° только 0,90; значить, около 15° вода растворяетъ равный себѣ объемъ углекислаго газа; морская вода растворяетъ нѣсколько болѣе объемъ углекислаго газа, чѣмъ обыкновенная. Въ обыкновенной проточной водѣ, вслѣдствіе закона парціальнаго давленія и вслѣдствіе малаго содержанія углекислаго газа въ воздухѣ, можетъ удерживаться только малое количество углекислаго газа изъ воздуха, именно: прѣсная вода содержитъ около $\frac{1}{22}$ своего объема всѣхъ газовъ, и въ этомъ количествѣ содержится около 32% кислорода и около 4% углекислаго газа; морская вода растворяетъ газовъ гораздо меньше, а именно около $\frac{1}{40}$ своего объема, но въ этомъ количествѣ углекислаго газа находится до 10%, а кислорода до 33%. Воду, содержащую въ своемъ растворѣ углекислый газъ и обыкновенно нѣкоторыя другія подмѣси, въ настоящее время приготавливаютъ, на подобіе минеральныхъ газовыхъ водъ, въ большомъ количествѣ, способомъ, о которомъ далѣе мы скажемъ нѣсколько словъ.

Въ состояніи соединенія съ весьма разнообразными веществ

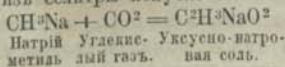
вами, углекислый газъ едва ли еще не болѣе распространенъ въ природѣ, чѣмъ въ свободномъ видѣ. Нѣкоторыя изъ этихъ веществъ обладаютъ постоянствомъ и образуютъ огромныя массы мертвой земной коры. Въ этомъ видѣ углекислый газъ входитъ въ составъ известняковъ или соединений, содержащихъ известь и углекислый газъ. Накаливая известнякъ получаютъ эти обѣ составныя его части въ отдѣльности. Известнякъ есть угленизвестковая соль, образующаяся и разлагающаяся непосредственно на ангидридъ кислоты и окисъ металла кальція $\text{CaCO}_3 = \text{CO}_2 + \text{CaO}$. Образовались такія угленизвестковыя соли въ природѣ, въ видѣ морскихъ осадковъ въ моряхъ, когда то бывшихъ на землѣ, чему доказательствомъ служитъ и множество остатковъ морскихъ животныхъ находящихся нерѣдко въ различныхъ известнякахъ. Изъ огромной массы этихъ известняковъ можно заключить, что количество углерода, бывшее въ видѣ угольной кислоты въ атмосферѣ, въ прежнія эпохи земли, было несравненно значительнѣе чѣмъ въ настоящее время. Часть того углекислага газа, который когда-то былъ въ земной атмосферѣ, находится въ настоящее время въ земной почвѣ и въ видѣ каменныхъ углей какъ остатокъ растительности, и въ видѣ угленизвестковыхъ солей, составляющихъ огромныя пласты земной поверхности. Мѣль, литографическій камень, известковая плита, мергель (смѣсь известняка съ глиной) и множество тому подобныхъ образований земли служатъ примѣрами такихъ осадковъ, образовавшихся на земной поверхности. Не рѣдко находятся на землѣ и углекислыя соли различныхъ другихъ оснований, кромѣ извести, напр. магнези, закиси желѣза, окиси цинка и т. п. Многія изъ такихъ солей, являясь въ кристаллическомъ видѣ, носятъ названіе шпатовъ, таковъ напр. известковый шпатъ или кристаллическая угленизвестковая соль. Имѣя углекислоту и щелочь или основаніе, весьма легко искусственно образовывать такія же соли, какія встрѣчаются въ природѣ: известна въ воздухѣ, а еще легче въ водѣ, притягиваетъ углекислый газъ воздуха, а съ углекислымъ газомъ, раствореннымъ въ водѣ, тотчасъ даетъ нерастворимую угленизвестковую соль.

Углекислый газъ, поглощенный растеніями, превращается въ нихъ, между прочимъ, въ цѣлый рядъ органическихъ веществъ, способныхъ при извѣстныхъ обстоятельствахъ выдѣлять изъ себя углекислый газъ; изъ этого мы имѣемъ право заключать, что углекислый газъ, въ растеніяхъ прежде всего образуетъ именно такія вещества. Къ разряду такихъ веществъ относится, прежде всего, сахаристое вещество, входящее въ составъ меда и проч. и называемое (стр. 577) *глюкозою*, $\text{C}^6\text{H}^{12}\text{O}^6$. Эта глюкоза найдена въ сокѣ множества растеній; иногда она находится въ сокѣ растеній въ значительномъ количествѣ, и тогда сокъ пріобрѣтаетъ сладкій вкусъ; такъ она находится значи-

тельное количество во многихъ ягодахъ, напр. въ виноградѣ, крыжовникѣ. Что глюкоза способна давать углекислый газъ, то этому подтвержденіе можно видѣть въ огромныхъ размѣрахъ на каждомъ винокурениомъ заводѣ. Тамъ готовятъ глюкозу изъ крахмала, находящагося также въ растеніяхъ; превращая крахмалистое вещество въ глюкозу, получаютъ сладкое сусло; это сусло бродитъ подъ вліяніемъ дрожжей и даетъ углекислый газъ и спиртовую жидкость. Глюкоза здѣсь распадается, образуя между прочимъ углекислый газъ; но мы не знаемъ еще способа, которымъ углекислый газъ превращается въ глюкозу. Но есть другой разрядъ тѣлъ, гораздо ближе стоящихъ и по свойству и по превращеніямъ въ углекислому газу. Тѣла этого разряда носятъ названіе органическихъ кислотъ. Они суть дѣйствительно тѣла кислыя, имѣющія кислую реакцію, кислый вкусъ и всѣ свойства, принадлежащія другимъ кислотамъ. Многія изъ таковыхъ кислотъ находятся въ растеніяхъ въ значительномъ количествѣ; такова, напр., винная кислота, находящаяся въ сокѣ виноградныхъ ягодъ и въ кислотѣ сокѣ многихъ плодовъ, $C^4H^6O^6$; такова яблочная кислота, находящаяся не только въ незрѣлыхъ яблокахъ, но и въ болѣе значительномъ количествѣ въ рябинѣ, $C^4H^6O^5$; такова лимонная кислота, находящаяся въ кислотѣ сокѣ лимоновъ, въ крыжовникѣ, клюквѣ и др. $C^6H^8O^7$; щавелевая кислота $C^2H^2O^4$, находящаяся въ кислицѣ и въ щавелѣ и множество другихъ. Иногда эти кислоты находятся въ растеніяхъ въ видѣ свободномъ, иногда въ видѣ солей; такъ, напр., винная кислота находится въ виноградѣ въ формѣ соли, известной въ практикѣ подъ названіемъ сеголог tartari, а въ нечистомъ видѣ называемая виннымъ камнемъ, $C^4H^4KO^6$. Въ кислицѣ находится такъ называемая кисличная соль, или поташная соль щавелевой кислоты $C^2H^2KO^4$. Между углекислымъ газомъ и этими органическими кислотами существуетъ совершенно тѣсная и неразрывная связь: всѣ онѣ, въ тѣхъ или въ другихъ обстоятельствахъ, выделяютъ углекислый газъ; всѣ могутъ быть при посредствѣ его и получены изъ тѣлъ, вовсе не имѣющихъ кислыхъ свойствъ. Лучшимъ доказательствомъ этому могутъ служить слѣдующіе примѣры: уксусная кислота, входящая въ составъ уксуса $C^2H^4O^2$, будучи пронижена въ видѣ паровъ чрезъ накаленную трубку, разлагается на углекислый и болотный газы:



Но она можетъ быть и получена обратно изъ тѣхъ составныхъ частей, на которыя распадается: если въ болотномъ газѣ замѣнимъ ¹⁾ водородъ натріемъ и получимъ тѣло CH^3Na , то оно поглотитъ непосредственно углекислый газъ, образуя соль уксусной кислоты, изъ которой легко уже получить и самую уксусную кислоту, подобно тому, какъ изъ еселитры получается азотная кислота:



Значитъ, уксусная кислота и разлагается на болотный и углекис-

¹⁾ Такое замѣненіе прямо не происходитъ (см. стр 557).

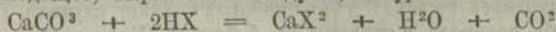
дый газы и изъ нихъ обратно получается. Водородъ болотнаго газа вовсе не имѣеть свойства замѣщаться металлами; самъ этотъ газъ не имѣеть ни малѣйшаго кислотнаго характера, но, чрезъ присоединеніе элементовъ углекислаго газа, болотный газъ пріобрѣтаетъ свойство замѣщаться металлами, или непосредственно чрезъ дѣйствіе самого металла, или чрезъ дѣйствіе щелочи, съ выдѣленіемъ воды, и вслѣдствію тому подобными способами, какими образуются соли; такъ точно изученіе и всѣхъ другихъ органическихъ кислотъ показываетъ, что кислотный ихъ характеръ зависитъ отъ содержанія въ нихъ элементовъ углекислаго газа. Отъ того то нѣтъ ни одной органической кислоты, содержащей въ себѣ меньше кислорода, чѣмъ въ углекисломъ газѣ; всѣ органическія кислоты содержатъ въ себѣ, по крайней мѣрѣ, два атома кислорода, какъ и углекислый газъ. Въ органическихъ кислотахъ CO^2 соединенъ или съ углеродистыми водородами, или съ кислородными соединеніями, напр. спиртообразными, или, даже, съ самими кислотами. Въ щавелевой кислотѣ онъ соединенъ съ водородомъ. Присоединеніе элементовъ углекислаго газа къ тѣлу, неимѣющему кислотнаго характера, придаетъ водороду этого вещества способность замѣщаться металломъ, т. е. превращаетъ его въ кислоты. Эта тѣсная связь между органическими кислотами, во всѣхъ растеніяхъ находящихся, и углекислымъ газомъ заставляетъ утверждать, съ большею увѣренностію, что органическія кислоты происходятъ въ растеніяхъ, или, по крайней мѣрѣ, могутъ происходить, чрезъ присоединеніе элементовъ углекислаго газа, поглощаемаго растеніями; такъ что органическія кислоты можно считать соединеніями углекислаго газа, содержащими кромѣ него или углеродистые водороды, или другія углеродистыя соединенія.

И такъ, роль углекислаго газа въ природѣ чрезвычайно важна и распространеніе его громадно. Опишемъ, послѣ этого, способы полученія его въ чистомъ видѣ, его приготовленіе заводскимъ образомъ, его свойства и примѣненія.

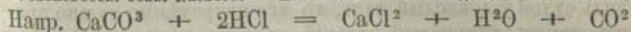
Приготовленіе углекислаго газа. Для приготовленія углекислаго газа въ лабораторіяхъ, а, нерѣдко, и на заводахъ, употребляютъ различные виды природной угленизвестковой соли. дѣйствуя на нее какою-либо кислотою; обыкновенно, впрочемъ, употребляютъ, такъ называемую, соляную кислоту, т. е. водной растворъ хлористаго водорода, потому, во-первыхъ, что образующееся при этомъ вещество—хлористый кальцій—растворимо въ водѣ и не препятствуетъ дальнѣйшему дѣйствію кислоты на угленизвестковую соль, а во-вторыхъ, потому что соляная кислота, составляя, какъ мы увидимъ впоследствии, побочный продуктъ техническаго производства, есть одна изъ дешевѣйшихъ. Какъ угленизвестковую соль берутъ или известнякъ, или мѣль, или мраморъ, или, наконецъ, доломитъ; послѣдній содержитъ смѣсь угленизвестковой и углемгнезимальной солей. Въмѣсто соляной кислоты, можно брать и другія кислоты, напримѣръ уксусную, даже сѣрную, хотя послѣдняя не пред-

ПОЛУЧЕНІЕ.

ставляет удобства въ томъ отношеніи, что даетъ, какъ продуктъ, нерастворимую сѣрниоизвестковую соль (гипсъ), облебающую не тронутую угленизвестковую соль, и потому препятствующую окончательному выдѣленію газа. Во всякомъ случаѣ, на угленизвестковую соль дѣйствуютъ кислоты; а каждая кислота, какъ мы видѣли, содержитъ въ себѣ водородъ; поэтому, составъ кислоты можно представить себѣ какъ HX , гдѣ X будетъ изображать всѣ другія вещества, входящія въ кислоту, кромѣ водорода. Разложеніе, въ этомъ случаѣ происходящее, выражается слѣдующимъ уравненіемъ.



Угленизвестк. соль. Кислота. Известковая соль. Вода. Углекислый газъ.



Соляная к. Хлор. калцъ.

Причина хода реакціи въ этомъ случаѣ таже, что и въ томъ случаѣ, когда разлагаютъ селитру сѣрною кислотой; только тамъ получается гидратъ, а здѣсь ангидридъ кислоты, потому что гидратъ углекислоты не постояненъ, и тотчасъ, какъ выдѣляется, разлагается на воду и свой ангидридъ. Очевидно, изъ объясненія причины дѣйствія сѣрной кислоты на селитру, что не всѣ кислоты могутъ служить для полученія углекислаго газа; именно, тѣ не будутъ выдѣлять его, которыя сами столь же легко летучи, какъ угольная кислота. Но, такъ какъ всѣ почти извѣстныя кислоты характеризуются болѣею растворимостью въ водѣ и меньшею летучестью, чѣмъ углекислый газъ, то этотъ послѣдній выдѣляется, при дѣйствіи всѣхъ почти кислотъ, на соли угольной кислоты*), при томъ, это дѣйствіе идетъ при обыкновенной температурѣ, если кислота растворима въ водѣ и если образующаяся соль калція также въ ней растворима. Изъ сказаннаго понятно, что известковую соль можно замѣнить всякою другою солью угольной кислоты, напр. поташемъ (заключающимся въ золѣ), содою (угленатровою солью, Na^2CO^3); такъ, въ дѣйствительности, напримѣръ, какъ лекарственное средство, употребляютъ такъ называемые содовые порошки, гдѣ натровую соль угольной кислоты, а именно—кислую угленатровую соль ($HNaCO^3$), смѣшиваютъ съ содою и лимонной кислотой, при чемъ происходитъ шипѣніе, зависящее отъ выдѣленія углекислаго газа. Соли угольной кислоты и можно открывать именно на основаніи того, что онѣ выдѣляютъ углекислый газъ съ шипѣніемъ, при дѣйствіи всѣхъ кислотъ. Уксусъ, заключающій уксусную кислоту, налитый на известко-

*) Хлорноватистая кислота $HCIO$ и ея ангидридъ Cl^2O не выдѣляютъ углекислоты, а сѣрнистый водородъ относится къ угольной, какъ азотная кислота къ соляной—избытокъ одной вытѣсняетъ другую.



вую плиту, мраморъ, золу, малахитъ (заключающій углемѣдную соль) и т. п. выдѣляетъ углекислый газъ съ шипѣніемъ, что можно испытать очень легко. Въ лабораторіяхъ обыкновенно берутъ мраморъ, кладутъ его въ двухгорлую стеклянку и дѣйствуютъ на него соляною кислотою. Выдѣляющійся газъ уноситъ съ собою, чрезъ газоотводную трубку, часть летучаго хлористаго водорода и поэтому долженъ быть промытъ, что и производится черезъ пропусканіе газа черезъ другую двухгорлую стеклянку, наполненную водою. Отдѣленіе происходитъ при обыкновенной температурѣ весьма легко, такъ что производится во всѣхъ тѣхъ приборахъ, какіе служатъ для полученія водорода и описаны въ 5-й главѣ. Если требуется получить сухой углекислый газъ, то его непременно нужно пропустить черезъ хлористый кальцій для высушиванія. Впрочемъ, возможно избѣжать этого, употребляя мѣль и дѣйствуя на него крѣпкою сѣрною кислотою. Мѣль есть такая же углекислая соль, но представляющая пористую массу, въ которую крѣпкая сѣрная кислота проникаетъ и дѣйствуетъ въ этомъ случаѣ весьма правильно. Когда мѣль облить крѣпкою сѣрною кислотою и послѣдняя проникла въ массу мѣла, тогда прибавляютъ къ смѣси нѣсколько капель воды и реакція совершается до конца ¹⁾. Разложеніе, въ этомъ послѣднемъ случаѣ, идетъ весьма правильно, но при дѣйствіи соляной кислоты на мѣль оно очень быстро, сопровождается пѣною и имъ чрезвычайно трудно управлять, тогда какъ мраморъ, представляя сплошную массу, даетъ возможность хлористому водороду постепенно дѣйствовать для выдѣленія газа.

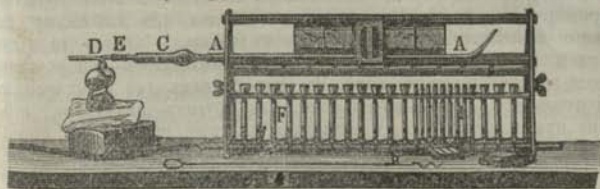
Накаливаніемъ многихъ солей угольной кислоты точно также можно добывать углекислый газъ, такъ, напр., при накаливаніи углемѣдной соли, выдѣленіе происходитъ очень легко, какъ мы видѣли въ первой главѣ; для разложенія же углекислой соли дѣйствіемъ жара, требуется довольно высокая температура и присутствіе водяныхъ паровъ, чтобы разложеніе было полное и правильное.

Углекислый газъ получается вмѣстѣ съ водою при прокалываніи всѣхъ углеродистыхъ веществъ въ струѣ кислорода, или съ веществами легко отдающими кислородъ.

Углеродистыя вещества, старая при избыткѣ кислорода, образуютъ одно соединеніе углерода—углекислый газъ. Тоже происходитъ при накалываніи органическихъ веществъ въ избыткѣ окиси мѣди, бертолетовой соли, смѣси хромовой кислоты съ сѣрною и всѣхъ тому подобныхъ веществъ, богатыхъ легко выдѣляемымъ кислородомъ. На

¹⁾ При употребленіи водной сѣрной кислоты она скоро превращается, вѣроятно оттого, что образуется гипсъ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, а при употребленіи крѣпкой сѣрной кислоты—ангидридъ или безводная сѣрно-известковая соль.

этомъ основывается и способъ опредѣленія количества углерода въ углеродистыхъ веществахъ. Для этого помещаютъ въ запальную съ одного конца стеклянную трубку (фиг. 115 AA) смѣсь органическаго



Ф. 115. Приборъ для сожиганія органическихъ веществъ, съ помощью накаливанія смѣси съ окисью мѣди.

вещества (около 0,2 грамма) съ окисью мѣди и засыпаютъ остальную часть трубки также окисью мѣди. Въ открытый конецъ трубки вставляется пробка съ трубкою *C*, содержащею хлористый кальций (стр. 390) и назначенную для поглощенія воды, образующейся при окисленіи вещества. Съ этою трубкою герметически соединяется (каучуковою трубкою *E*) калинапаратъ (стр. 484) или другой взвѣшенный приборъ (напр. съ натристою известью стр. 389), содержащій щелочь, назначаемую для поглощенія углекислаго газа. Прибыль въ вѣсѣ этого прибора покажетъ количество углекислоты, образовавшейся при сожиганіи взятаго вещества, а по количеству углекислаго газа можно узнать и количество углерода, п. ч. 3 части углерода даютъ 11 частей углекислаго газа. Когда приборъ составленъ, накачиваютъ переднюю часть трубки (AA фиг. 115), а потомъ мало по малу и ту часть трубки, гдѣ находится смѣсь окиси мѣди съ органическимъ веществомъ. Тогда водородъ и углеродъ взятаго вещества окисляются на счетъ кислорода окиси мѣди, образуя мѣдь, которая остается въ трубкѣ, пары воды и углекислый газъ. Послѣдніе по своей упругости проходятъ въ приборы (*C* и *D*), назначенныя для ихъ поглощенія и такимъ образомъ служатъ для опредѣленія количества углерода и водорода содержащихся въ данномъ веществѣ.

Заводскимъ образомъ готовятъ углекислый газъ или по обыкновенному способу—дѣйствіемъ кислотъ на известнякъ,—или же, тамъ, гдѣ требуется значительное количество этого газа, добываютъ его сожиганіемъ угля въ горнѣ или печи. Берутъ, по возможности, чистый уголь или коксъ. Для сожиганія употребляютъ горнъ, то есть цилиндрическую печку, изъ которой вытягиваютъ продукты горѣнія, содержащіе углекислый газъ, заставляя его предварительно проходить чрезъ воду, для охлажденія и выдѣленія, могущихъ улетѣть съ дымомъ, частицъ не газообразныхъ. Очевидно, что въ этомъ случаѣ углекислый газъ будетъ смѣшанъ съ азотомъ и кислородомъ,—съ послѣднимъ потому, что полного уничтоженія кислорода при горѣніи достигнуть нельзя; такъ, напримѣръ, получаютъ углекислый газъ на сахарныхъ заводахъ, гдѣ его употребляютъ для того, чтобы изъ раствора, содержащаго известь, выдѣлить эту послѣднюю, въ видѣ не растворимой углекислостной соли. Не рѣдко на заводахъ употребляютъ, для той же самой цѣли, и углекислый газъ выдѣляющійся при броженіи,



а также, въ некоторыхъ случаяхъ, и углекислый газъ, выделяющийся при различныхъ другихъ процессахъ; иногда даже употребляютъ на заводахъ углекислый газъ, выделяющийся изъ минеральныхъ водъ, такъ, напримѣръ, поступаютъ на заводахъ въ Винни, гдѣ находятся минеральные источники, выделяющіе углекислый газъ. Этотъ газъ собираютъ и проводятъ черезъ соду, которая поглощаетъ его и превращается въ двууглекислую соду. Въ тѣхъ случаяхъ, гдѣ углекислый газъ готовится для насыщени воды, или другихъ напитковъ, непременно нужно имѣть его въ возможно чистомъ видѣ; а въ томъ состояніи, въ какомъ онъ выделяется посредствомъ кислотъ изъ обыкновенныхъ известняковъ, онъ содержитъ, кромѣ нѣкотораго количества кислоты, еще и органическія вещества, находящіяся въ известнякѣ. Для уменьшенія количества этихъ веществъ, берутъ возможно плотные доломиты, содержащіе меньше органическихъ веществъ, и образующійся газъ пропускаютъ, кромѣ другихъ промывныхъ снарядовъ, черезъ растворъ марганцевокалиевой соли, которая не поглощаетъ углекислаго газа и разрушаетъ органическія вещества.

Углекислый газъ безвѣстенъ, имѣетъ слабый запахъ и легкій кислый вкусъ; плотность его, въ газообразномъ состояніи, въ 22 раза болѣе плотности водорода, потому что его частичный вѣсъ равенъ 44. Изъ этого можно вычислить, что углекислый газъ имѣетъ, по отношенію къ воздуху, плотность 1,525, что и совершенно согласно съ наблюденіями. Будучи въ $1\frac{1}{2}$ раза **тяжелѣе воздуха**, углекислый газъ трудно диффундируетъ, т. е. смѣшивается съ нимъ и тонетъ въ немъ. Это можно показать многими способами; такъ, напримѣръ, изъ цилиндра, наполненнаго углекислымъ газомъ, можно осторожно перелить его въ другой цилиндръ, наполненный воздухомъ. Если въ первомъ сперва погасало зажженное тѣло, то послѣ переливанія оно будетъ горѣть въ немъ, а будетъ тухнуть въ томъ цилиндрѣ, въ который перелить этотъ газъ. Если въ цилиндрѣ, и вообще въ какой либо сосудѣ, напустить нѣкоторое количество углекислаго газа и потомъ бросить мыльные пузыри, то они тонуть только до того мѣста, въ которомъ начинается атмосфера углекислаго газа, потому что послѣдній тяжелѣе мыльныхъ пузырей, наполненныхъ воздухомъ. Конечно, спустя нѣкоторое время, углекислый газъ, находящийся въ сосудѣ, все-таки будетъ смѣшиваться съ воздухомъ и равномерно распространяться въ немъ, если не будетъ плотно запертъ. Углекислый газъ представляетъ одинъ изъ прихворовъ газообразныхъ веществъ, превращенныхъ въ разнообразное состояніе, потому что онъ извѣстенъ и въ жидкомъ, и въ твердомъ даже видѣ. Для полученія **жидкаго** угольнаго ангидрида углекислый газъ нужно подвергнуть давленію 36 атмосферъ при 0° . Въ первый разъ такое сгущеніе было произведено Фарадеемъ, который запаривалъ въ трубку смѣсь углекислой

соли и сѣрной кислоты. Впослѣдствіи, такой способъ добыванія былъ весьма значительно улучшенъ Тилорье и Наттереромъ. Приборъ послѣдняго описанъ нами въ началѣ курса. Необходимо замѣтить, однако, здѣсь, что работы съ жидкой углекислотой требуютъ весьма хорошихъ сгустительныхъ аппаратовъ, постоянного охлажденія и, въ особенности, быстрого приготовления большой массы углекислого газа. Бертелло указалъ весьма удобный способъ, въ маломъ видѣ, достигнуть сгущенія углекислого и другихъ газовъ въ жидкости. Для этого нагрѣваютъ открытый толстостѣнный термометръ до того, чтобы ртуть достигала верхняго отверстія термометра, который сообщается съ приборомъ, содержащимъ газъ. Когда ртуть охлаждается, газъ входитъ въ термометръ; послѣ этого, верхнее его отверстіе запаивается и, тогда при новомъ нагрѣваніи термометра, вошедшій въ него газъ будетъ сгущаться давленіемъ поднимающагося столбика ртути и превратится въ жидкость. Сгущенный въ жидкость углекислый газъ безвѣтенъ, не смѣшивается съ водою; но растворяется въ спиртѣ, эфирѣ и маслахъ, при 0° имѣетъ удѣльный вѣсъ 0,83, причѣмъ представляетъ давленіе 36 атмосферъ. Налитый въ стеклянную трубку, которая потомъ запаиваея, сгущенный въ жидкость, углекислый газъ сохраняется весьма легко, потому что толстостѣнная трубка выдерживаетъ легко то давленіе, которое свойственно этой жидкости, при обыкновенной температурѣ, а именно около 50 атмосферъ давленія. Температура кипѣнія этой жидкости лежитъ на 78° ниже нуля, т. е., значитъ, давленіе углекислого газа, при этой температурѣ, не можетъ превышать атмосфернаго. При обыкновенной температурѣ, сгущенная въ жидкость углекислота сохраняется однако довольно долго, вслѣдствіе того, что для своего испаренія требуетъ значительнаго количества тепла. Если же испареніе совершается съ быстротою, особенно когда жидкость льется струею, то происходитъ такое пониженіе температуры, что углекислота превращается въ твердую снѣгообразную массу. Вода и ртуть, равно какъ и многія другія жидкости, замерзаютъ, вслѣдствіе этого холода, отъ прикосновенія съ сгущеннымъ въ жидкость углекислымъ газомъ. Въ твердомъ состояніи получается не болѣе $\frac{1}{3}$, при переливаніи струи жидкой углекислоты. Въ этомъ видѣ углекислота легко сохраняется въ теченіи долгаго времени на открытомъ воздухѣ, потому что требуетъ, для превращенія въ газъ, еще больше тепла, чѣмъ въ жидкомъ видѣ. Твердая углекислота, не смотря на свою весьма низкую температуру, можетъ быть безопасно положена на кожу, тѣмъ болѣе, что постоянно отдѣляетъ газъ, не допускающій прикосновенія къ кожѣ; но если кусокъ снѣгообраз-

ной углекислоты сжать между пальцами, то происходит сильное отмораживание, сходное съ обжогомъ. Смѣшивая снѣгообразную углекислоту съ эфиромъ, получаютъ полужидкую массу, могущую служить, какъ средство, для искусственнаго охлаждения, что и употребляется въ лабораторіяхъ, когда въ этомъ предстоить надобность. Такая смѣсь можетъ служить для превращенія въ жидкость многихъ другихъ газовъ, напримѣръ: хлора, закиси азота, сѣрнистаго водорода и другихъ. Подъ колоколомъ воздушнаго насоса испареніе такой смѣси происходитъ гораздо быстрѣе и, вслѣдствіе того, охлажденіе еще больше. Въ этомъ случаѣ сгущаются многія вещества, другимъ способомъ не превращенныя въ жидкость, какъ, напримѣръ: маслородный газъ, хлористый водородъ и другія. Трубка съ жидкой угольной кислотой въ этомъ случаѣ застываетъ въ стеклообразную, прозрачную, твердую массу, равно какъ и многіе другіе, сгущенные въ жидкость газы.

Способность углекислаго газа сгущаться въ жидкость находится въ связи съ его способностью **растворяться въ водѣ, спиртѣ и другихъ жидкостяхъ.** О растворимости въ водѣ было говорено ранѣе (стр. 144, 589). Въ спиртѣ углекислый газъ растворяется еще въ большой мѣрѣ, чѣмъ въ водѣ, а именно при 0° 1 объемъ спирта растворяетъ 4, 3 объема этого газа, а при 20° 2,9 объема. Водяные растворы углекислаго газа, полученные подъ давленіемъ нѣсколькихъ атмосферъ, приготавливаютъ въ настоящее время искусственно, потому что вода, насыщенная углекислымъ газомъ, представляетъ средство, усиливающее пищевареніе и утоляющее жажду. Для этой цѣли углекислый газъ накачиваютъ посредствомъ нагнетательнаго насоса въ закрытый сосудъ, содержащій жидкость, а изъ этого сосуда — распределяютъ въ бутылки, употребляя особые приемы для быстрого и герметическаго запиранія бутылей пробками. Такъ приготавливаютъ и разные шинучіе напитки и искусственныя шинучія вина. Содержаніе углекислаго газа въ водѣ имѣетъ весьма важное значеніе въ природѣ, потому что вода, содержащая этотъ газъ, пріобрѣтаетъ нѣкоторыя особія свойства; такъ, она разрушаетъ и растворяетъ многія вещества, неизмѣняемая чистою водою; такъ, напримѣръ, фосфорно- и угленевостковыя соли растворяются въ углекислой водѣ, что имѣетъ не малое значеніе въ природѣ. Дождевая вода, въ особенности, протекшая чрезъ плодородную почву, содержитъ въ растворѣ значительное количество углекислаго газа; просачиваясь чрезъ почву, она можетъ достигнуть слоя известняка, т. е. углекислой извести и ее растворяетъ. Если такая вода была насыщена углекислымъ газомъ, подъ давленіемъ внутри земли, то количество угленевостковой соли, находящейся въ

растворѣ, можетъ достигнуть значительныхъ размѣровъ, и тогда, при выходѣ на поверхность земли, по мѣрѣ потери углекислаго газа, будетъ выдѣляться изъ раствора и угленевестковая соль. Если такая вода просачивается по трещинамъ и входитъ въ пещеру, то испареніе будетъ медленное, и вслѣдствіе того, медленно будутъ образовываться въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ капаетъ вода, наросты угленевестковой соли, совершенно сходные съ тѣми, какіе происходятъ въ нашемъ климатѣ зимою, при таяніи снѣга на кровляхъ. Подобныя образованія встрѣчаются весьма часто въ природѣ въ огромномъ развитіи, образуя, такъ называемыя сталактиты, т. е. наросты или сосульки, спускающіеся сверху, и сталактиты, образующіяся на нижнихъ частяхъ пещеръ. Иногда, тѣ и другіе сходятся вмѣстѣ и составляютъ цѣлыя колонны, которыми наполнены пещеры. Многія изъ такихъ пещеръ знамениты своею живописностью, напримѣръ Антипарроская пещера, въ Греческомъ Архипелагѣ. Подобная же причина опредѣляетъ образованіе туффовъ, т. е. ноздреватыхъ массъ угленевестковой соли, образующихся около нѣкоторыхъ источниковъ въ томъ мѣстѣ, гдѣ они выходятъ на поверхность земли. Такіе туффы, обыкновенно ноздреваты и содержатъ нерѣдко раковинки и растенія, облеченныя вполне угленевестковою солью, осадившеюся изъ воды источника, по мѣрѣ выдѣленія углекислаго газа. Вслѣдствіе этого, весьма понятно, что известковый растворъ можетъ проникать иногда въ растенія и наполнять всю ихъ массу угленевестковою солью. Это составляетъ одинъ видъ образованія окаменѣлыхъ растеній. Такія окаменѣлыя растенія нерѣдко находятся въ землѣ. Раствореніе фосфорно-известковой соли въ водѣ, содержащей углекислый газъ, имѣетъ чрезвычайно важное значеніе для питанія растеній, потому что всѣ растенія содержатъ въ себѣ и известь и фосфорную кислоту. Обѣ онѣ переходятъ въ растворъ, по всей вѣроятности, въ видѣ растворовъ въ углекислой водѣ. Такая вода способствуетъ разрушенію многихъ каменистыхъ породъ, извлекая изъ нихъ известь, щелочи и др. Можно думать, что такой процессъ совершался въ природѣ въ огромныхъ размѣрахъ, мало по малу, какъ онъ происходитъ и въ наше время во многихъ мѣстахъ еще. Каменистыя породы содержатъ въ себѣ, въ большинствѣ случаевъ, окислы разныхъ металловъ, между прочимъ окислы кремнія и глинія, кальція и натрія. Углекислая вода растворяетъ оба послѣдніе, превращая въ угольныя соли. Собирающаяся въ океанѣ вода должна была, по мѣрѣ испаренія углекислаго газа, выдѣлять осадки угленевестковой соли, какіе, дѣйствительно, и находятся всюду на поверхности земли въ тѣхъ мѣстностяхъ, которыя были нѣкогда на днѣ моря.

Послѣ извлеченія окисловъ кальція и натрія отъ каменистыхъ горныхъ породъ должны были остаться окислы глинѣя и кремнѣя, которыя нерастворимы въ углекислой водѣ. Эти окислы и образовали другіе виды горныхъ породъ, происшедшихъ несомнѣнно при дѣйствіи воды: глины и песку, разныя ихъ смѣси и превращенія. Содержаніе угольной кислоты въ водяномъ растворѣ даетъ возможность питанія и произрастанія водянымъ растеніямъ.

Хотя углекислый газъ и растворяется въ водѣ, но опредѣленнаго соединенія съ нею онъ не образуетъ, потому что водяной растворъ углекислаго газа испаряетъ на воздухъ все то количество углекислаго газа, которое не соотвѣтствуетъ парціальному давленію этого газа въ воздухъ (см. стр. 147); такъ что углекислому газу **нѣтъ** соотвѣтственнаго гидрата; правильнѣе сказать, этотъ гидратъ очень не постояненъ, потому что и многіе другіе гидраты, при нѣкоторомъ повышеніи температуры, также не удерживаютъ содержащейся въ нихъ воды—разлагаются на воду и ангидридъ или окисель; таковъ, напримѣръ, гидратъ извести, весьма постоянный при обыкновенной температурѣ, но при накаливаніи легко разлагающійся. Для углекислаго газа, т. е. для угольнаго ангидрида, это непостоянство наступаетъ не только при обыкновенной температурѣ, но даже и при тѣхъ низкихъ температурахъ, которыя получаются при испареніи сгущеннаго угольнаго ангидрида. Хотя гидратъ углекислаго газа и не существуетъ, тѣмъ не менѣе мы можемъ судить весьма легко объ его составѣ, по составу солей, имъ образуемыхъ; потому что намъ уже извѣстно, что гидратъ есть ничто иное, какъ водное соединеніе, или металлическая соль, въ которой металлъ замѣненъ водородомъ. Такъ какъ угольный ангидридъ образуетъ соли состава K^2CO^3 , Na^2CO^3 , Ag^2CO^3 и т. п., то мы можемъ судить, что угольная кислота должна имѣть составъ H^2CO^3 , т. е. должна быть образована изъ $CO^2 + H^2O$. Каждый разъ, когда это тѣло можетъ образоваться, оно разлагается на свои составныя части, т. е. на воду и ангидридъ. Послѣдній есть газъ, а потому всѣ другія кислоты, болѣе него растворимыя въ водѣ или менѣе его летучія способны вытѣснить его изъ соединеній.

Если кислота, соотвѣтствующая угольному ангидриду, не существуетъ и не образуется, то соли, ей соотвѣтствующія, напротивъ того происходятъ очень легко и встрѣчаются ежедневно въ практикѣ и весьма часто въ природѣ, какъ мы уже говорили. Эти соли представляютъ соединеніе углекислаго газа съ окислами, или продукты дѣйствія углекислаго газа на металлическіе или основныя гидраты; напримѣръ, ѣдкое кали

съ углекислотою даетъ соль, известную подъ названіемъ поташа:



Углекис-
лый газъ.

Щелочное
калѣе.

Вода.

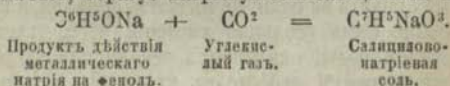
Углекислая
соль.

Заключая въ себѣ 2H или 2 атома такихъ металловъ, какъ калий и натрій, углекислота и углекислыя соли представляютъ первый примѣръ изъ встрѣченныхъ нами такихъ кислотъ, которыя обыкновенно называются **двуосновными**. Въ частицѣ двуосновной кислоты находится два атома водорода, способнаго такъ замѣщаться металлами, какъ это обыкновенно происходитъ съ кислотами. Двуосновныя кислоты, вслѣдствіе этого, образуютъ со многими металлами, способными атомъ за атомомъ замѣщать водородъ, двѣ соли: въ одной изъ такихъ солей, калий и натрій замѣщаютъ одинъ атомъ водорода кислоты, а другой атомъ остается незамѣщеннымъ; въ другой соли, оба атома водорода замѣщены металломъ. Очевидно, что первая соль, заключая еще одинъ атомъ водорода кислоты незамѣщеннымъ, будетъ представлять еще свойства кислоты, а потому, по справедливости, называется кислотою солью, и потому, напримѣръ, калий образуетъ двѣ соли съ угольною кислотою: такъ называемую среднюю соль K^2CO^3 или поташъ, и кислую соль KHCO^3 . Нужно замѣтить, впрочемъ, что угольная кислота есть представитель такъ называемыхъ слабыхъ кислотъ, что видно изъ того, что она легко выдѣляется изъ соединенія съ основаніями, или посредствомъ жара, или посредствомъ дѣйствія другихъ кислотъ, а также и изъ того, что растворимыя среднія ея соли не имѣютъ средней, а имѣютъ щелочную реакцію. Сама угольная кислота, т. е. углекислый газъ, въ присутствіи воды, оказываетъ весьма слабую реакцію на лакмусъ, окрашиваетъ его не въ красный, а только въ слабо-красный или вишневый цвѣтъ. Кислыя ея соли имѣютъ почти среднюю реакцію, а среднія щелочную на лакмусъ. Изъ этого можно видѣть, что понятіе о средней и кислой соли никакъ не должно быть связываемо съ представленіемъ о реакціи на лакмусовую бумагу. Среднюю соль называется такая, въ которой не осталось водорода кислоты, а весь онъ замѣщенъ металломъ; кислой называется такая, въ которой осталась часть этого водорода, незамѣщенного металломъ, если этотъ оставшійся водородъ можетъ быть замѣщенъ металломъ точно также, какъ и тотъ водородъ, который уже замѣщенъ. Изъ существованія кислыхъ солей углекислоты, можно заключать и о возможности существованія самаго гидрата или самой угольной кислоты, потому что кислая соль уже содержитъ водородъ, который долженъ принадлежать углекис-



лотѣ, какъ гидрату. Съ большинствомъ оснований углекислота образуетъ только среднія соли; съ амміакомъ углекислота образуетъ соли весьма характерныя, а потому мы ихъ и описываемъ отдѣльно, въ статьѣ о соединеніяхъ азота съ углеродомъ. Изъ угольныхъ солей растворимы только весьма немногія, соли Na, K, NH⁴, всѣ почти другія въ водѣ нерастворимы, оттого содержаніе угольныхъ солей въ растворѣ легко узнать, прибавляя къ такому раствору соли кальція, барія, свинца, мѣди и т. п. Тогда образуется чрезъ двойное разложеніе, то есть чрезъ перемѣну мѣстъ металловъ, нерастворимая угольная соль названныхъ металловъ. Нерастворимыя соли узнаются также какъ и растворимыя по выдѣленію безцвѣтнаго, непахучаго, слабо кислаго газа съ кислотами. Чтобы не смѣшать этотъ газъ съ другими или отличить при подѣси ихъ, выдѣляющійся газъ должно пропустить въ растворѣ извести или ѣдкаго барита. Тогда отъ поглощенія CO² образуются нерастворимые бѣлые осадки BaCO³ или CaCO³, растворяющіеся съ шипѣніемъ въ азотной и др. кислотахъ.

Углекислый газъ способенъ непосредственно соединиться не только съ основаниями, но и со многими тѣлами, не имѣющими основныхъ свойствъ. Это имѣеть, по всей вѣроятности, большое значеніе для образованія органическихъ соединеній въ растеніяхъ; дѣйствительно, многія углеводородистыя вещества способны поглощать углекислый газъ и давать кислоты, наиримѣръ феноль или гидратъ бензина (стр. 581), въ моментъ дѣйствія на него металлическаго натрія (причемъ выдѣляется водородъ, и натрій становится на мѣсто водорода въ водномъ остаткѣ, заключающемся въ фенолѣ, какъ спиртѣ) поглощаетъ углекислый газъ, образуя натріевую соль салициловой кислоты:



Образующаяся при этомъ соль соотвѣтствуетъ точно также салициловой кислотѣ, какъ селитра соотвѣтствуетъ азотной кислотѣ, а потому, значить, здѣсь образовалась изъ фенола, C⁶H⁵OH, салициловая кислота C⁷H⁵OHCOS². При этомъ одинъ атомъ водорода въ фенолѣ приобрѣтаетъ такія свойства, какими онъ обладаетъ въ кислотахъ, следовательно свойства, совершенно подобныя наиримѣръ тѣмъ, какія имѣеть одинъ атомъ водорода въ азотной кислотѣ; этотъ послѣдній, мы видѣли, можетъ быть разсматриваемъ, какъ заключающійся въ видѣ воднаго остатка, а потому и въ салициловой кислотѣ нужно допустить образованіе новаго воднаго остатка, чрезъ присоединеніе элементовъ углекислаго газа; поэтому, формулу салициловой кислоты должно изобразить такимъ образомъ, что выдѣлить въ ней второй водной остатокъ, происшедшій чрезъ содѣйствіе присоединенныхъ элементовъ углекислаго газа, почему формула будетъ C⁶H⁴ONHCOOH. Группировка COOH характеризуетъ органическія кислоты, точно также, какъ группировка NH²OH характеризуетъ всѣ истинныя спирты,

потому что въ нихъ находится. О существованіи элементовъ углекислаго газа въ органическихъ кислотахъ, можно судить не только по способу искусственнаго ихъ полученія, но также и потому, что они выдѣляютъ углекислый газъ, при накаливаніи, въ особенности при накаливаніи со щелочами, образуя при этомъ тѣла такіа, которыя содержатъ весь водородъ, бывшій въ органической кислотѣ, но теряющій уже, послѣ выдѣленія углекислаго газа, способность замѣщаться металлами, слѣдовательно тѣ свойства, какими онъ обладаетъ въ кислотахъ; такъ, напримѣръ, салициловая кислота, чрезъ выдѣленіе элементовъ углекислаго газа, превращается въ феноль, вещество спиртообразное. Значитъ, при выдѣленіи CO_2 салициловая кислота совершенно потеряла свойства кислотнаго, хотя и сохранились всѣ атомы водорода, бывшіе въ ней. Что кислотныя свойства органическихъ кислотъ зависятъ дѣйствительно отъ содержанія въ нихъ элементовъ углекислаго газа, этому доказательства видны также изъ того, что, по мѣрѣ присоединенія элементовъ углекислаго газа, увеличивается содержаніе кислотнаго водорода, или, правильнѣе сказать, кислотнаго водяннаго остатка; именно, количество такого водяннаго остатка равняется количеству элементовъ углекислаго газа, вошедшаго въ составъ органической кислоты. Число присоединенныхъ паевъ углекислаго газа опредѣляетъ основность органическихъ кислотъ, т. е. количество водорода способнаго замѣняться металлами. Отъ этого понятно, что могутъ существовать соединенія, заключающія нѣсколько разъ элементы углекислаго газа и имѣющія свойства кислотъ многоосновныхъ, т. е. заключающихъ нѣсколько паевъ водорода, способныхъ играть такую роль, какую они имѣютъ во всѣхъ другихъ кислотахъ. Чтобы видѣть ясно соотношеніе между кислотами и такими безразличными веществами, какъ углеводороды и спирты, приводимъ небольшую таблицу, показывающую въ примѣрахъ это соотношеніе.

Тѣла безразличныя. Одноосновныя кислоты. Двухосновныя кислоты.

$\text{C}^n\text{H}^{2n+2}$ напр. CH_4 ,	$\text{C}^n\text{H}^{2n+2}\text{CO}_2$ напр. уксусная кислота CH_3CO_2 , ея соль CH_3KCO_2 .	$\text{C}^n\text{H}^{2n+2}\text{CO}_2$ напр. янтарная кислота $\text{C}^2\text{H}^6\text{CO}_2$, ея соль $\text{C}^2\text{H}^4\text{2}(\text{KCO}_2)$.
C^nH^6 бензиль.	$\text{C}^n\text{H}^6\text{CO}_2$ бензойная к.	$\text{C}^6\text{H}^6\text{CO}_2$ фталевая к.
$\text{C}^n\text{H}^{2n+1}(\text{HO})$ одно- атомные спирты, напр. обыкновенный $\text{C}^2\text{H}^5(\text{HO})$.	$\text{C}^n\text{H}^{2n+1}(\text{HO})\text{CO}_2$ напр. молочная кислота $\text{C}^2\text{H}^5(\text{HO})\text{CO}_2$, ея соль $\text{C}^2\text{H}^4(\text{HO})\text{KCO}_2$.	$\text{C}^{2n}\text{H}^{2n+1}(\text{HO})\text{2CO}_2$ напр. $\text{C}^2\text{H}^4(\text{HO})\text{2CO}_2$ яблочная кислота, ея соль $\text{C}^2\text{H}^3(\text{HO})\text{2}(\text{KCO}_2)$.

Судя по составу солей, также какъ и по образованію чрезъ окисленіе спиртовъ (стр. 569, 581) должно допустить въ кислотахъ группу **карбоксила** HCO_2 или COOH . Число такихъ группъ покажетъ основность кислоты.

Все это показываетъ, что элементы углекислоты могутъ присоединяться къ углеродистымъ водородамъ и спиртамъ и образовывать органическія кислоты. Укажемъ нѣсколько примѣровъ органическихъ кислотъ, сообразно тому порядку, въ которомъ мы разсмотрѣли углеводороды и спирты.



Предѣльнымъ углеродистымъ водородамъ C^nH^{2n+2} должны соответствовать одноосновныя кислоты, заключающія одну частицу CO_2 ; названныя **жирными кислотами**: $C^nH^{2n+1}COOH$. Полагая $n=0$, получимъ самую простѣйшую органическую кислоту *муравьиную*, $HCOOH$, о которой будетъ сказано впоследствии, потому что она стоитъ въ весьма ясной связи съ окисью углерода. Второй членъ этого ряда будетъ *уксусная кислота*, въ которой $n=1$, значить она заключаетъ въ себѣ метиль и представляетъ составъ CH_3COOH . Уксусная кислота получается, какъ продуктъ сухой перегонки дерева, вмѣстѣ съ древеснымъ спиртомъ и болотнымъ газомъ, съ которыми она связана общимъ содержаніемъ метиловой группы CH_3 . Она заключается въ этомъ случаѣ въ воднистой части продуктовъ сухой перегонки дерева, и извлекается изъ этого вещества въ видѣ известковой соли, когда эту воднистую часть насыщаютъ известью и выпариваютъ. Та же самая уксусная кислота получается и готовится изъ обыкновеннаго или этиловаго спирта. Составъ послѣдняго, судя потому, что сказано о спиртахъ, долженъ быть выраженъ такимъ образомъ: CH_3CH_2OH . Очевидно, что для превращенія спирта въ уксусную кислоту, необходимо выдѣлить водородъ изъ него и на мѣсто его поставить кислородъ, т. е. окислить; это и производится дѣйствительно посредствомъ окисленія или дѣйствіемъ воздуха, или дѣйствіемъ различныхъ окисляющихъ веществъ. Когда готовятъ обыкновенный уксусъ, то берутъ слабый спиртъ, весьма значительно разбавленный водою, и его окисляютъ въ присутствіи пористыхъ тѣлъ, какъ, напр., губчатой платины, или окисляютъ непосредственно, оставляя на воздухѣ, но только въ смѣси съ особымъ веществомъ, составляющимъ уксусный ферментъ, или уксусное гнѣздо. Это уксусное гнѣздо, известное конечно всякому изъ практиковъ, состоитъ изъ собраныя низшихъ организмовъ, производящихъ превращеніе спирта посредствомъ того, что они поглощаютъ кислородъ воздуха и передаютъ его спирту. Уксусная кислота кипитъ при 117° и въ отдѣльномъ видѣ представляетъ тѣло кристаллическое, легко плавящееся, бѣлое, ядовитое, образующее растворимыя соли, изъ которыхъ многія (Pb, Ca) употребляются въ практикѣ. Уксусная кис. смѣшивается съ водою во всѣхъ пропорціяхъ и въ видѣ слабаго раствора образуетъ общезвѣстный уксусъ.

Какъ обыкновенному спирту соответствуетъ уксусная кислота, такъ амиловому спирту $C^4H^9CH_2OH$ отвѣчаетъ *валеріановая кислота* C^4H^9COOH , получающаяся изъ амиловаго спирта черезъ окисленіе, напр. посредствомъ дѣйствія смѣси хромокалиевой соли и сѣрной кислоты. Подобно самому амиловому спирту, валеріановая кислота уже мало растворима въ водѣ и составляетъ переходъ, уже весьма ясный, къ разряду высшихъ кислотъ, нерастворимыхъ въ водѣ и представляющихъ нѣколія маслообразныя свойства; кипитъ она при 175° .

Не описывая другихъ кислотъ жирнаго ряда, упомянемъ только о томъ, что многія изъ этихъ кислотъ, въ видѣ сложныхъ эфировъ, встрѣчаются въ животномъ и растительномъ царствѣ, преимущественно же въ соединеніи съ глицериномъ, образуя тѣла, называемыя **жирами** или **жирами**; такъ, напр., въ салѣ заключаются сложныя эфиры между прочимъ кислотъ пальмовой и стеариновой. Первая изъ нихъ

представляет состав $C^{16}H^{32}O^2$, т. е. $C^{15}H^{31}COOH$ (плавится въ отдѣльности при 62°); а вторая $C^{18}H^{36}O^2$ (плавится при 69°). Обѣ послѣднія кислоты входятъ въ составъ такъ называемыхъ стеариновыхъ свѣчь, которые получаютъ изъ сала, черезъ выдѣленіе изъ него элементовъ глицерина и черезъ отдѣленіе жидкихъ кислотъ, входящихъ въ составъ сала (такъ называемой олеиновой кислоты).

Разсматривая составъ этихъ кислотъ, можно видѣть, что онѣ представляютъ какъ бы предѣльные углеродистые водороды, въ которыхъ часть водорода замѣнена группой $COOH$, подобно тому, какъ спирты представляютъ углеводороды, въ которыхъ часть водорода замѣнена группой OH . Это простое замѣчаніе даетъ возможность прямо указать на всевозможныя кислоты, отвѣчающія предѣльнымъ углеродистымъ водородамъ; всѣ онѣ имѣютъ составъ $C^nH^{2n+2-x-m}(OH)^x(COOH)^m$. Въ нихъ значить на n углерода приходится сумма водорода и группъ: OH и $COOH$, въ количествѣ $2n+2$. Оттого всѣ эти соединенія, несмотря на большое различіе съ углеродистыми водородами по свойствамъ, представляютъ, подобно послѣднимъ, отсутствіе склонности къ соединеніямъ и суть предѣльныя вещества. Понятно, что могутъ быть кислоты, не содержащія въ себѣ группы OH , т. е. такой, которая находится въ спиртахъ; а содержащія только группировку $COOH$, свойственную кислотамъ. Въ этихъ послѣднихъ количество водорода кислотнаго будетъ пропорціально содержанию кислорода, а именно, кислоты, съ двумя аями кислорода, будутъ одноосновными, потому что содержатъ одинъ разъ элементы углекислаго газа; съ содержаніемъ O^4 получаютъ при этомъ кислоты двуосновныя, потому что содержатъ два раза элементы углекислаго газа. Но при нахожденіи въ составѣ воднаго остатка, количество кислотнаго водорода, или, какъ говорится, основность кислоты не будетъ пропорціональна содержанию кислорода. Приведемъ примѣры различныхъ кислотъ этого разряда.

Молочная кислота, $C^2H^4ONCOOH$ или $C^2H^6O^3$, заключаетъ одинъ спиртовый остатокъ и одинъ кислотный, и потому есть кислота одноосновная, но, въ то же время, способная реагировать какъ спиртъ; получается она въ молокѣ при его закисаніи, а также при измѣненіи глюкозы, крахмала и многихъ тому подобныхъ веществъ, при многихъ ихъ разложеніяхъ. Ея гомологи имѣютъ составъ $C^nH^{2n}O^3$. При окисленіи глицерина получается кислота, въ которой два ая водорода глицерина замѣнены кислородомъ, значить она имѣетъ составъ $C^3H^4(OH)^2COOH$, т. е. есть одноосновная кислота, но въ то же время содержащая O^4 , потому что заключаетъ еще два спиртовыхъ водныхъ остатка.

При окисленіи маннита получается кислота сахарная, двуосновная, $C^4H^4(OH)^4(COOH)^2$.

Существуетъ цѣлый рядъ кислотъ, заключающихъ двѣ кислотныхъ группы, безъ спиртового воднаго остатка; очевидно, что составъ предѣльныхъ кислотъ долженъ быть $C^nH^{2n}(COOH)^2$. Низшій возможный гомологъ этого ряда есть кислота, въ которой $n=0$ и которая будетъ представлять составъ $(COOH)^2$. Это есть *щавелевая кислота*, находящаяся во многихъ растеніяхъ, въ видѣ кислой поташной соли $(COOH)(COOK)$. Эта соль известна подъ названіемъ кисличной или щавеле-



вой, потому что заключается въ этихъ растеніяхъ. Цавелева кислота составляетъ также продуктъ окисленія множества органическихъ веществъ и принадлежитъ, такимъ образомъ, къ разряду простѣйшихъ органическихъ соединений, какъ уксусная и муравьиная кислоты. Она употребляется весьма часто и въ лабораторіяхъ, и въ технику, и готовится обыкновенно чрезъ дѣйствіе азотной кислоты на крахмаль или сахаръ; въ кристаллическомъ видѣ она содержитъ кристаллизационную воду и, именно, два атома кристаллизационной воды, т. е. кристаллы ея представляютъ составъ $C^2H^2O^4 \cdot 2H^2O$.

Замѣняя водородъ воднымъ остаткомъ въ кислотахъ этого ряда, получимъ составъ нѣкоторыхъ, встрѣчающихся въ природѣ; таковы напр. кислоты: *яблочная* $C^2H^3(OH)(COOH)^2$, находящаяся напр. въ сокѣ рябины, и *винная* $C^2H^2(OH)^2(COOH)^2$, находящаяся въ сокѣ винограда, крыжовника и многихъ другихъ ягодъ.

Примѣромъ кислотъ, содержащихъ три раза кислотную грушировку, можетъ служить *лимонная* кислота, находящаяся въ сокѣ лимона и придающая имъ свой кислый вкусъ. Эта кислота имѣетъ составъ $C^3H^4OH(COOH)^3$.

Всякимъ другимъ углеродистымъ водородамъ соотвѣтствуетъ цѣлый рядъ совершенно такихъ же кислотъ; примѣры ихъ можно видѣть въ аналогическихъ углеводородахъ изъ той таблицы, которая предъ этимъ помѣщена. Изученіе органическихъ кислотъ, какъ и всѣхъ другихъ сложныхъ углеродистыхъ водородовъ, составляетъ предметъ органической химіи, какъ о томъ говорено было нѣсколько разъ. Можно допустить, что въ растеніяхъ элементы углекислаго газа входятъ въ составъ органическихъ кислотъ, которыя во всѣхъ растеніяхъ находится въ болѣе или менѣе значительномъ количествѣ; по крайней мѣрѣ такое предположеніе до нѣкоторой степени уясняетъ поглощеніе растеніями этого газа. Можно было бы представить, что дѣло совершается такимъ образомъ, что изъ углекислаго газа происходятъ первоначально простѣйшія органическія кислоты и потомъ, измѣняясь дѣйствіемъ веществъ раскисляющихъ, онѣ превращаются въ болѣе сложныя и не кислыя органическія вещества. При этомъ конечно не объясняется выдѣленіе кислорода; но по крайней мѣрѣ одна сторона дѣла, а именно поглощеніе углекислаго газа хотя до нѣкоторой степени уясняется. Впрочемъ такое объясненіе составляетъ маловѣроятную гипотезу.

Что касается до реакцій двойнаго разложенія или замѣщенія, то углекислый газъ самъ по себѣ не представляетъ примѣровъ этого рода; онъ столь прочно составленъ, что замѣстить въ немъ углеродъ или кислородъ другими элементами весьма затруднительно; только не многія тѣла, обладающія химическою энергіею въ высшей мѣрѣ, способны къ этому; дѣйствительно, калий при накаливаніи выдѣляетъ углеродъ изъ углекислаго газа, горитъ въ немъ выдѣляя уголь и образуя окись калия. Пропуская смѣсь углекислаго газа съ водородомъ чрезъ накаленную трубку замѣчаютъ образованіе воды и окиси углерода. $CO^2 + H^2 = CO + H^2O$. Но, однако, только часть углекислаго газа подвергается этому измѣненію, а

потому въ результатѣ получается смѣсь CO^2 , CO , H^2 и H^2O , которая уже не измѣняется отъ дѣйствія жара. Хлоръ, если не прямо, то по крайней мѣрѣ въ состояніи нѣкоторыхъ своихъ соединеній (пятихлористаго фосфора), способенъ замѣнять часть кислорода углекислаго газа, только въ особенныхъ обстоятельствахъ. Но и это послѣднее превращеніе очень затруднительно. Углекислый газъ, характеризуясь весьма большою прочностью, разлагается съ великимъ трудомъ; но, впрочемъ, при накаливаніи это разложеніе отчасти совершается: часть кислорода выдѣляется, что можно доказать тѣмъ, что образуется окись углерода и свободный кислородъ; но здѣсь, какъ и для воды, разложеніе, происходящее при дѣйствіи жара, можетъ быть наблюдаемо только въ моментъ разложенія, посредствомъ приемовъ и способовъ такихъ же, какіе употребляются для доказательства разложенія воды дѣйствіемъ жара; нужно отдѣлить образующуюся окись углерода отъ кислорода ($\text{CO}^2 = \text{CO} + \text{O}$, плотность кислорода = 16, окиси углерода = 14) при высокой температурѣ, иначе, при охлажденіи, оба они соединяются опять, образуя углекислый газъ. Поэтому можно бы употребить способъ разложенія посредствомъ диффузіи чрезъ пористыя вещества. Однако этого способа употребить здѣсь нельзя, потому что плотности кислорода и окиси углерода весьма близки. Девиль доказалъ разложеніе, пропуская углекислый газъ чрезъ накаленную трубку, внутри которой была помѣщена другая (металлическая) трубка, охлаждаемая протекающею по ней холодною водою. При быстромъ охлажденіи продукты не успѣвали вновь соединяться. Такое же распаденіе углекислаго газа на окись углерода и кислорода происходитъ при пропусканіи ряда электрическихъ искръ (напр. въ эвдиометрѣ). При этомъ происходитъ увеличеніе объема, потому что 2 объема CO^2 даютъ 2 объема CO и 1 объемъ O . Разложеніе достигаетъ извѣстнаго предѣла (менѣе $\frac{1}{3}$) и дальше не идетъ, такъ что въ результатѣ получается смѣсь CO^2 , CO и O^2 ; не измѣняемая дѣйствіемъ искръ. Оно и понятно, потому что смѣсь CO и O сама взрываетъ, образуя углекислый газъ. Если же изъ этой смѣси удалить CO^2 , то она взрывается отъ искры и даетъ углекислый газъ. Если изъ той же смѣси удалить O (а не CO^2) и опять пропускать искръ, то разложеніе продолжается и оканчивается полнымъ разрушеніемъ углекислаго газа. Чтобы достигнуть этого поглощенія кислорода употребляютъ фосфоръ. Въ этихъ примѣрахъ мы видимъ, что извѣстная смѣсь измѣняющихся тѣлъ можетъ представлять прочное равновѣсіе, нарушающееся при удаленіи одного изъ веществъ, входящихъ въ смѣсь. Этотъ же случай мы увидимъ и при двойныхъ разложеніяхъ. Все выше-



сказанное служить однако явнымъ выраженіемъ большаго постоянства углекислаго газа.

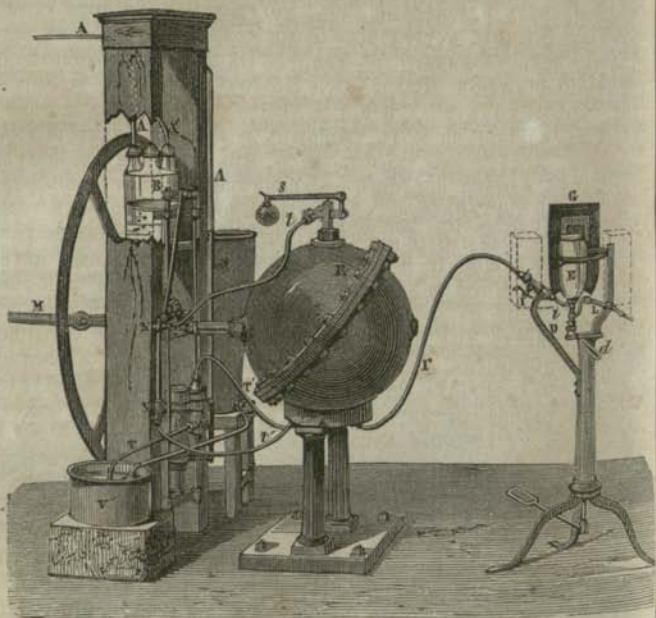
Тѣмъ замѣчательнѣе разложеніе, углекислаго газа, производимое растеніями; въ этомъ случаѣ весь кислородъ углекислаго газа выдѣляется въ свободномъ видѣ. Механизмъ этого разложенія состоитъ непремѣнно въ томъ, что растенія поглощаютъ тепло; кромѣ теплоты здѣсь необходимъ еще и свѣтъ, который, какъ и теплота, представляетъ известный видъ механическаго движенія; поглощаемые растеніями теплота и свѣтъ расходуются непремѣнно, по крайней мѣрѣ отчасти, на разложеніе углекислаго газа. Если изъ угля и кислорода получается углекислый газъ, съ выдѣленіемъ 8000 единицъ тепла, то такое же точно количество тепла должно поглотиться углекислымъ газомъ, на каждую единицу вѣса угля, для того, чтобы выдѣлился кислородъ. Если представимъ себѣ, что сѣмена, напр. хлѣбныхъ растеній, вѣсящія 1 граммъ, дадутъ созрѣвшее растеніе, вѣсящее въ сухомъ видѣ 30 граммовъ, и если предположимъ, что въ первомъ заключалось 0,3 грамма углерода и въ послѣднихъ 10,3, то прибыль въ углеродѣ, происшедшая отъ разложенія углекислаго газа, должна сопровождаться поглощеніемъ 80000 единицъ тепла, т. е. такого количества, которое достаточно для нагрѣванія 800 граммовъ воды, отъ 0 градусовъ до 100 градусовъ. Растенія, конечно, поглощаютъ еще большее количество тепла, потому что испаряютъ значительное количество воды и на это расходуются очень много тепла; такимъ образомъ понятно, что жизнь растеній должна сопровождаться поглощеніемъ большаго количества тепла. Подтвержденіе этого, въ общихъ чертахъ, мы видимъ во всей совокупности свѣдѣній о растеніяхъ: въ томъ, что они различаются, смотря по климатическимъ поясамъ;—въ томъ, что они развиваются только въ известные времена года;—наконецъ въ томъ, что при искусственномъ теплѣ развитіе ихъ совершается, при прочихъ благопріятныхъ условіяхъ, также хорошо, какъ и въ естественномъ состояніи въ теплыхъ климатахъ. Дальнѣйшее изученіе явленій образованія сложныхъ органическихъ веществъ при посредствѣ углекислаго газа должно объяснить, или по крайней мѣрѣ навести на пониманіе тѣхъ процессовъ, которые совершаются въ растеніяхъ.

Выше были приведены факты, показывающіе малую энергію угольнаго ангидрида: съ водою онъ не соединяется, съ основаніями образуетъ соединенія не прочныя, среднія соли имѣютъ щелочную реакцію и т. д. Этою малою энергіею углекислаго газа старались объяснить и его выдѣленіе изъ солей другими. Однако это не вѣрно. Такое выдѣленіе зависить

другими кислотами. Однако это не вѣрно. Такое выдѣленіе зависитъ только отъ свойствъ газа и его соединеній. Такъ уксусная кислота выдѣляетъ изъ всѣхъ угольныхъ солей — углекислый газъ, но при извѣстныхъ условіяхъ этотъ послѣдній способенъ вытѣснить уксусную кислоту, а она не вытѣсняетъ углекислаго газа. Такъ, если въ *спиртовой* растворъ уксуснокалиевой соли пропускать углекислый газъ, то уксусная кислота становится свободною, а угольнокалиевая соль выдѣляется въ видѣ поташа, нерастворимаго въ спиртѣ. Въ водѣ происходитъ совершенно обратное разложеніе. Поэтому очевидно, что свойства образуемыхъ соединеній и дѣйствующихъ тѣлъ имѣютъ такое же вліяніе на ходъ двойныхъ разложеній, какъ и мѣра средства. Достаточно указать на то, что угольная кислота ни разлагаетъ однако водянаго раствора уксусноизвестковой соли (хотя могла бы образоваться не растворимая въ водѣ углекислотная соль), чтобы видѣть, что явленія двойныхъ разложеній въ сущности весьма сложны. Если угольный ангидридъ вытѣсняется всѣми почти другими кислотами изъ своихъ соединеній съ основными окислами, то съ своей стороны онъ вытѣсняетъ всѣ не кислотные окислы изъ ихъ соединеній съ основаніями. Такъ окиси свинца, цинка и т. п., растворенныя въ щелочахъ, вытѣсняются изъ этихъ соединеній углекислымъ газомъ, потому что этотъ послѣдній имѣетъ хотя слабыя, но явственныя кислотныя свойства.

Углекислый газъ употребляется въ технику для весьма разнообразныхъ цѣлей, преимущественно для насыщенья основаній и для растворенья въ водѣ, т. е. для приготовленья шипучихъ напитковъ; такъ углекислый газъ употребляютъ для насыщенья извести на сахарныхъ заводахъ, потому что сахарные сиропы или растворы смѣшиваютъ, предъ нагрѣваніемъ, съ известью, иначе сахаръ измѣняется при нагрѣваніи легко, въ присутствіи же извести можетъ быть нагрѣваемъ гораздо безопаснѣе. Эту известь удаляютъ изъ раствора, пропуская въ растворъ углекислый газъ. Углекислый газъ, соединяясь съ известью, даетъ нерастворимую въ водѣ и въ сахарномъ сиропѣ углекислотную соль, которая садится на дно и отдѣляется или же выдѣляется простымъ процѣживаніемъ, въ особенности черезъ уголь. Затѣмъ, углекислый газъ употребляется для насыщенья щелочей, такъ, напр., для разложенія глиноземо-натроваго соединенья. Глиноземъ растворяется (стр. 277) въ фдкомъ натрѣ, образуя нѣчто въ родѣ соли; но такая соль очень нестойка. Углекислый газъ выдѣляетъ изъ этой соли глиноземъ, потому что соединяется съ натромъ, образуя угленатровую соль, остающуюся въ растворѣ, а глиноземъ, въ видѣ водной окиси, осаждается изъ жидкости. Очевидно, что углекислый

газъ употребляется также для приготовления различныхъ углекислыхъ солей, такъ, напр., свинцовой соли или бѣлилъ и т. п. Вода, содержащая углекислоту, растворенную подъ давленіемъ нѣсколькихъ атмосферъ, употребляется, въ настоящее время въ значительномъ количествѣ, какъ прохладительный напитокъ, и потому такую газовую воду часто готовятъ.



Фиг. 116. Одинъ изъ приборовъ для приготовления шипучихъ напитковъ т. е. для насыщѣнія подъ высокимъ давленіемъ (10—15 атмосферъ) воды углекислымъ газомъ. Отдѣльно приготовляемый газъ проводится чрезъ трубку А въ вдуфовую стеклянку В и въ нагнетательный насосъ Р, приводимый въ движеніе рукояткою М. Тотъ же насосъ забираетъ изъ сосуда У воду, назначенную для насыщѣнія и вталкиваетъ воду и сжатый газъ въ шарообразный толстостѣнный прѣемникъ К, изъ котораго по трубкѣ г вода, насыщенная газомъ, проводится въ бутылки. ^{1/100}.

Если углекислый газъ не поддерживаетъ горѣнія, то по той же причинѣ онъ не поддерживаетъ и дыханія. Должно при этомъ однако замѣтить, что воздухъ теряетъ способность поддерживать дыханіе только тогда, когда содержитъ до 30% углекислаго газа; если зараженный воздухъ не рѣдко оказывается содержащимъ только 4,5% углекислаго газа, то это зависитъ оттого, что вмѣстѣ съ образованіемъ углекислаго газа, при зараженіи воздуха, напр. во время угара, происхо-



дять многія другія вещества, вредно дѣйствующія на животный организмъ, напр. такіе углеродистые водороды, какъ ацетиленъ, а также окись углерода и синеродистыя соединенія, т. е. содержащія углеродъ и азотъ. Зараженіе воздуха при угарѣ зависитъ не отъ угольной кислоты, хотя и она одна можетъ убивать, потому что вовсе не поддерживаетъ дыханія; уничтожить угольную кислоту, содержащуюся въ зараженномъ воздухѣ, напр. въ какомъ либо подвалѣ, можно многими способами; обыкновенно употребляютъ для этого аммоніакальный газъ, соединяющійся съ углекислымъ и дающій твердое вещество, выдѣляющееся изъ атмосферы; вмѣсто его можно употреблять всякія другія щелочи: известь, ѣдкій натръ и т. п. Для поглощенія углекислаго газа предложено употреблять, и это дѣлается въ лабораторіяхъ весьма часто, смѣсь извести и сѣрнонатровой соли. Такая смѣсь содержитъ свободный ѣдкій натръ, который и дѣйствуетъ для поглощенія углекислаго газа; напр., если желаютъ сохранить стеклянку, содержащую растворъ щелочи, отъ доступа въ нее углекислаго газа, то затыкаютъ ее пробкой, въ которой вставлена трубка, наполненная названною смѣсью. Приведенный въ прикосновеніе съ кожей, углекислый газъ возвышаетъ ее температуру. Отъ частой работы въ пространствахъ, заключающихъ много углекислаго газа, рабочіе обыкновенно страдаютъ глазами; это замѣчается и въ тѣхъ случаяхъ, когда на минеральныхъ водахъ больныхъ помѣщаютъ въ пространства, наполненные углекислымъ газомъ. Однако углекислыя ванны, особенно мѣстныя, употребляются нерѣдко при пользованіи ревматизма. Въ лабораторіяхъ углекислый газъ употребляется не рѣдко для полученія атмосферы, не поддерживающей горѣнія и не способной окислять, для насыщенія основаній, а въ жидкомъ и твердомъ видѣ для полученія низкихъ температуръ.

Для опредѣленія содержанія углекислаго газа въ воздухѣ и въ другихъ газахъ употребляютъ или тотъ способъ, который описанъ въ статьѣ о воздухѣ, т. е. пропусканіе черезъ трубки, наполненныя щелочами и взвѣшивая до и послѣ поглощенія, или же такія опредѣленія производятъ, пропуская газъ черезъ растворъ ѣдкаго барита въ водѣ, или же въ растворѣ ѣдкаго кали. Конечно необходимо имѣть увѣренность въ томъ, что при подобномъ пропусканіи газа поглотится вся угольная кислота. По мѣрѣ поглощенія углекислоты образуется осадокъ BaCO_3 . О количествѣ поглощеннаго углекислаго газа судятъ по тому, сколько ѣдкаго барита соединилось съ углекислотою. Зная количество взятаго ѣдкаго барита (или кали), и количество оставшагося въ свободномъ видѣ, можно по разности узнать количество соединившагося съ углекислымъ газомъ. Для того же, чтобы узнать количество ѣдкаго барита, оставшагося въ растворѣ, приготавливаютъ

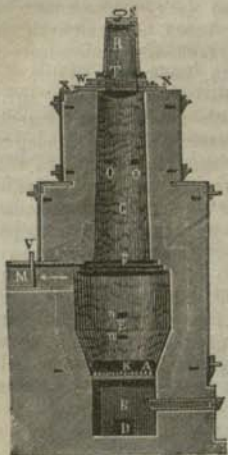
такой растворъ щавелевой кислоты, котораго бы одинъ кубич. сантиметръ соответствовалъ определенному количеству ѣдкаго барита и, следовательно, определенному количеству углекислаго газа. Иногда же для определения углекислоты прямо собираютъ на цѣдилкѣ образовавшійся осадокъ углебаритовой соли, его промываютъ, сушатъ, прокалываютъ и взвѣшиваютъ. а по вѣсу углебаритовой соли судятъ о вѣсѣ углекислаго газа въ немъ заключающагося. Количество углекислаго газа, образующагося въ различныхъ случаяхъ, напр. при сжиганіи органическихъ веществъ, опредѣляютъ, проводя получающійся газъ первоначально черезъ трубку, содержащую хлористый кальцій, поглощающій влажность, а потомъ чрезъ трубку, содержащую въ себѣ такъ называемую патристую известь, о приготовленіи которой сказано на стр. 389. Углекислый газъ весьма хорошо поглощается этой смѣсью, а прямое взвѣшиваніе до и послѣ поглощенія даетъ при этомъ количество углекислаго газа. Точно также возможно опредѣлить количество углекислоты, заключающейся въ различныхъ ея соляхъ, если къ этимъ солямъ прибавлять какой нибудь кислоты и заставлять выдѣляющійся углекислый газъ проходить чрезъ подобный аппаратъ. Не рѣдко, впрочемъ количество углекислаго газа, заключающееся въ соляхъ, опредѣляютъ непосредственно черезъ потерю, зная вѣсъ взятаго вещества и количество прилитой кислоты и опредѣляя вѣсъ полученнаго вещества; разность въ вѣсѣ будетъ зависетьъ отъ удаляющагося углекислаго газа, который такимъ образомъ здѣсь опредѣляется черезъ потерю.

Окись углерода, CO. Этотъ газъ образуется каждый разъ, когда горѣніе углеродистаго вещества происходитъ при большомъ избыткѣ накаленнаго угля; воздухъ, сжигаетъ его сперва въ углекислоту, но углекислый газъ, проникая чрезъ уголь, при накаливаніи, превращается въ окись углерода: $CO^2 + C = 2CO$. На этомъ основаніи, окись углерода готовится, если въ трубку (стеклянную или форфоровую) положить уголь, помѣстить трубку въ печь, раскалить ее и пропускать углекислый газъ; выходящій газъ будетъ почти чистой окисью углерода. Ее можно отдѣлить отъ избытка углекислаго газа простымъ пропусканіемъ черезъ сосудъ, содержащій растворъ ѣдкаго кали, потому что окись углерода не растворяется въ ѣдкомъ кали, тогда какъ углекислый газъ имъ поглощается. На основаніи этой реакціи, окись углерода образуется въ обыкновенныхъ печахъ, подъ конецъ горѣнія, когда въ печи остался уже уголь и когда притекающій воздухъ проходитъ по большой поверхности раскаленныхъ углей; при этомъ каждый замѣчалъ, конечно, синеватое пламя, появляющееся между углями; это и есть горящая окись углерода.

При выжиганіи угля въ кучахъ, при высокомъ слое угля въ жаровнѣ и во многихъ подобныхъ обстоятельствахъ, также образуется

окиси углерода. Въ металлургическихъ процессахъ, напр. при выплавкѣ чугуна изъ рудъ, очень часто происходитъ подобный же процессъ превращенія углекислаго газа въ окись углерода, въ особенности если горѣніе угля совершается въ высокихъ, такъ называемыхъ шахтенныхъ печахъ или горнахъ, гдѣ воздухъ входитъ въ нижнюю часть горна и долженъ проходить черезъ высокій слой угля. Газъ, выходящій изъ такихъ печей, содержитъ много окиси углерода и можетъ быть употребляемъ для нагрѣванія и отопленія. Его въ действительности и собираютъ и, смѣшивая съ нѣкоторымъ количествомъ воздуха, заставляютъ горѣть подъ паровыми котлами и т. п. Этимъ же способомъ получаютъ пламенное отопленіе посредствомъ углеродистыхъ видовъ топлива, не дающихъ пламени, напр. посредствомъ антрацита, кокса, угля и т. п.; въ особенности же посредствомъ антрацита, какъ топлива, чрезвычайно распространеннаго во многихъ мѣстахъ. Для полученія пламенной топки посредствомъ антрацита, слой этого горючаго матеріала увеличиваютъ на колосникахъ до вышины 40—30 сантиметровъ, тогда, если тяга будетъ достаточна, образуется значительное количество окиси углерода, которая и горитъ пламенемъ, хотя самъ антрацитъ и не даетъ пламени. Совершенно на томъ же основаніи производятъ отопленіе посредствомъ **генераторовъ**, т. е. приборовъ, производящихъ изъ топлива окись углерода. При превращеніи 1 части углерода въ окись углерода выдѣляется 2470 единицъ тепла, а при горѣніи до углекислаго газа 8080 единицъ тепла. Очевидно, что, превративши уголь сперва въ окись углерода, мы получимъ газъ, могущій, сгорая, развивать значительное количество тепла, а именно на 1 часть угля до 5610 единицъ тепла. Такое предварительное превращеніе топлива въ окись углерода представляетъ во многихъ случаяхъ весьма важную выгоду, потому что газообразнымъ продуктомъ горѣнія легко управлять: его можно проводить на довольно далекія разстоянія, легко увеличивать и уменьшать количество горючаго вещества, а также, что всего важнѣе, можно употреблять для отопленія въ этомъ случаѣ такіе горючіе матеріалы, которые, непосредственно сгорая на колосникахъ, даютъ очень не высокую температуру, потому что отличаются легкостью, содержаніемъ большаго количества воды и негодностью для нѣкоторыхъ процессовъ, по содержанію нѣкоторыхъ вредныхъ примѣсей, напр. большаго количества золы, или сѣрнистыхъ соединений; такъ, напр., хвойныя иглы и шишки могутъ быть употреблены въ этомъ случаѣ какъ топливо, а также и мелкіе прутья и т. п. весьма малый жаръ дающія вещества. При этомъ, въ первомъ продуктѣ горѣнія будетъ заключаться окись углерода и вода. Последнюю можно черезъ охлажденіе отчасти удалить, или, если не охлаждать, то тогда, во всякомъ случаѣ, вода будетъ уже по крайней мѣрѣ превращена въ паръ, во время превращенія топлива въ окись углерода. Выгода превращенія въ окись углерода горючихъ матеріаловъ состоитъ еще и въ томъ, что окись углерода можно предварительно накалить, пропуская напр. черезъ кирпичную кладку, накаливаемую жаромъ, теряющимся изъ нагрѣваемого пространства. Если накалить и воздухъ, посредствомъ котораго будутъ сжигать окись углерода въ нагрѣваемомъ пространствѣ, то можно достигнуть черезъ это значи-

тельного повышения температуры и большой экономии в топливѣ, какъ это и производится въ настоящее время уже во многихъ металлургическихъ и другихъ техническихъ процессахъ, гдѣ требуется значительно высокая температура, напр. на стеклинныхъ заводахъ. Фигура, приложенная здѣсь, изображаетъ генераторъ, въ обыкновенномъ его видѣ, служащій для превращенія торфа, дерева и т. п. веществъ въ окись углерода. *A* колосники, внизу которыхъ находится зольникъ *B*; воздуходувная машина вдуваетъ воздухъ черезъ трубку *C*, въ которой находится кранъ, или клапанъ, могущій регулировать количество воздуха, притекающаго въ зольникъ; отверстие *K* служитъ для очищенія колосниковъ. Вдуваемый воздухъ идетъ черезъ колосники въ шахтенное пространство *KEFG*. Начиная съ пояса *F*,



Фиг. 117. Генераторъ или приборъ для полученія окиси углерода, назначаемой для нагреванія. $\frac{1}{16}$.

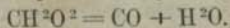
шахта расширяется, такъ что падающій сверху горючій материалъ внизу лежитъ рыхло, вверху же гораздо плотнѣе, и потому изъ пространства ниже *F* легко отводить газы по трубкѣ *M*, какъ показываетъ стрѣлка; для регулированія ихъ выхода назначается заслонка *N*; отверстия *n* и *m* служатъ для того, чтобы по временамъ пережѣшивать топливо, а отверстия *OO* назначены для наблюденія за стояньемъ уровня топлива въ генераторѣ. Прибавка самаго горючаго материала должна быть производима такимъ образомъ, чтобы при этомъ не могла отдѣляться окись углерода; оттого пространство *R* наполняютъ горючимъ материаломъ, закрываютъ крышкою *S* и тогда выдергиваютъ захватку *T*, причемъ горючій материалъ и падаетъ въ шахту. Образующуюся въ этомъ приборѣ окись углерода сжигаютъ или непосредственно, смѣшивая съ воздухомъ, или предварительно пропуская черезъ приборъ, служащій для ея нагреванія.

Окись углерода образуется также и тогда, когда смѣсь водорода и углекислаго газа пропускаютъ черезъ накалившее пространство, причемъ получается окись углерода и вода: $\text{CO}^2 + \text{H}^2 = \text{CO} + \text{H}^2\text{O}$, однако эта реакція не идетъ до конца: всегда остается нѣкоторое количество свободнаго водорода и нѣкоторое количество нетронутаго углекислаго газа. Такая же смѣсь окиси углерода, водорода и углекислаго газа получается тогда, когда водной паръ пропускаютъ черезъ накаленный уголь; вода разлагается углемъ, какъ углекислота водородомъ; въ обоихъ случаяхъ образуются одни и тѣ же продукты, отношеніе между количествами которыхъ зависитъ отъ количества преобладающаго газа (объясненіе такого рода реакцій будетъ дано тогда, когда будетъ говорить о законѣ массы); при низкихъ температурахъ происходитъ, повидимому, больше углекислаго газа; при высокихъ — окиси углерода. При про-

пусканин водянаго пара через уголь, накаленный до бѣло-кальнаго жара, происходитъ газъ, содержащій по объемамъ: около 6% углекислаго газа, около 40% окиси углерода и около 50% водорода; а остальное будетъ представлять содержаніе водяныхъ паровъ и болотнаго газа. Повидимому, при пропусканин водянаго пара черезъ раскаленный уголь происходитъ только окись углерода; но избытокъ водянаго пара съ окисью углерода даетъ углекислый газъ, образуя конечно въ обоихъ случаяхъ вмѣстѣ съ тѣмъ и водородъ. Газъ, получаемый такимъ образомъ называется водянымъ газомъ. Очевидно, что при маломъ содержаніи углекислаго газа, его можно легко очистить отъ послѣдняго и употребить какъ для отопленія, такъ и для освѣщенія. Для этой послѣдней цѣли готовятъ такой газъ при посредствѣ каменнаго угля, или же пропускаютъ газъ черезъ сосудъ, содержащій летучіе углеродистые водороды (напр. изъ нефти), чтобы получить въ газѣ содержаніе веществъ, богатыхъ углеродомъ и движущихъ при горѣніи копоть, необходимую для полученія свѣта. Впрочемъ, такой водяной газъ весьма мало употребляется въ практикѣ, по той причинѣ, что для очищенія его требуется значительный расходъ извести, поглощающей углекислый газъ; а также и потому, что при небольшомъ измѣненіи температуры угля, отношеніе между количествомъ окиси углерода и углекислаго газа значительно мѣняется, притомъ, проведеніе газа богатого водородомъ влечетъ за собою большую потерю этого газа, легко проникающаго черезъ малѣйшія отверстія.

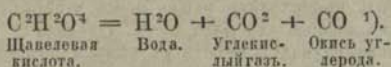
Должно припомнить (стр. 607), что углекислый газъ при высокой температурѣ разлагается на кислородъ и окись углерода.

Многія болѣе или менѣе сложныя органическія вещества, при накаливанин, или при дѣйствіи различныхъ веществъ, даютъ окись же углерода. Изъ этихъ веществъ простѣйшія суть: муравьиная и щавелевая кислоты. Муравьиная кислота $\text{CН}^2\text{O}^2$, при нагрѣваніи даже до температуры 200° , легко разлагается на окись углерода и воду:



Эту реакцію производятъ, смѣшивая муравьиную кислоту съ глицериномъ, потому что сама она, въ отдѣльности улетучивается уже гораздо раньше, и потому не можетъ быть нагрѣта до температуры разложенія. Если взять соль муравьиной кислоты и нагрѣвать съ сѣрною кислотой, то выделяющаяся муравьиная кислота точно также разлагается, образуя окись углерода. Обыкновенно, впрочемъ, въ лабораторіяхъ готовятъ окись углерода не изъ муравьиной, а изъ щавелевой кислоты, тѣмъ болѣе, что и самую муравьиную кислоту готовятъ изъ щавелевой же; послѣдняя легко получается дѣйствіемъ азотной кислоты на крахмаль, сахаръ и т. п., а также находится и въ природѣ, употребляется и въ практикѣ. Щавелевая кислота при нагрѣваніи легко разлагается; кристалы ея сперва теряютъ воду, потомъ отчасти воз-

гоняются, но большею частью разлагаются. Разложение щавелевой кислоты состоитъ въ томъ, что она распадается на воду, окись углерода и углекислый газъ, и всѣхъ этихъ веществъ получается по одной частицѣ изъ частицъ щавелевой кислоты:



Практически производить это разложение, обыкновенно, смѣшивая щавелевую кислоту съ крѣпкою сѣрною кислотою, потому что послѣдняя благоприятствуетъ разложению, удерживая или отнимая воду. При нагреваніи смѣси щавелевой кислоты съ сѣрною, выдѣляется смѣсь окиси углерода и углекислого газа. Такую смѣсь пропускаютъ черезъ растворъ ѣдкаго кали, для того, чтобы поглотить углекислый газъ; остается одна окись углерода. Этимъ способомъ весьма легко приготовить значительное количество чистой окиси углерода. Для приготовления послѣдней употребляютъ также и многія другія вещества, напр. такъ называемое, желтое синь-кали, $\text{K}^4\text{FeC}^6\text{N}^6$ смѣшивая его съ 10 частями крѣпкой сѣрной кислоты; при этомъ, образуется значительное количество весьма чистой окиси углерода, совершенно свободной отъ углекислого газа.

Если свободную углекислоту можно превратить въ окись углерода, то точно также можно превратить въ окись углерода и ту углекислоту, которая находится въ соединенияхъ; поэтому, нагревая до краснокальнаго жара углекисловую или углебаритовую соль съ углемъ, или желѣзомъ, получаютъ окись углерода; при этомъ берутъ напр. на 9 частей мѣлу 1 часть угля и тѣсную смѣсь этихъ веществъ вводятъ въ глиняную реторту; отдѣляющійся газъ собираютъ, какъ и всегда.

Нѣкоторые окислы, возстановляясь углемъ, даютъ не углекислый газъ, а окись углерода. Сюда относятся окислы трудно возстановляемые, напр. окись цинка, при краснокальномъ жарѣ въ глиняной ретортѣ, въ смѣси съ углемъ, выдѣляетъ окись углерода. Этимъ способомъ Пристлей и получилъ въ первый разъ окись углерода.

Составъ окиси углерода легко установить, потому что окись

¹⁾ Судя потому, что сказано на стр. 603 относительно образованія органическихъ кислотъ, весьма понятно распаденіе, которому подвергается щавелевая кислота; щавелевая кислота есть кислота двуосновная, два раза содержитъ она въ себѣ элементы углекислого газа, и обѣ эти частицы углекислого газа можно постепенно выдѣлять. Если выдѣлить одну частицу углекислого газа, то изъ щавелевой кислоты получается муравьиная: $\text{C}^2\text{H}^2\text{O}^4 - \text{CO}^2 = \text{CH}^2\text{O}^2$. Эта послѣдняя есть кислота одноосновная. Выдѣляя изъ послѣдней еще разъ элементъ углекислого газа, мы должны были бы получить водородъ, но этотъ водородъ дѣйствуетъ на углекислый газъ (стр. 614) и даетъ воду и окись углерода.

углерода **горитъ** образуя углекислый газъ. Подъ вліяніемъ электрической искры, смѣсь ея съ кислородомъ взрываетъ и даетъ углекислый газъ; при этомъ на одинъ объемъ кислорода идетъ 2 объема окиси углерода и получается 2 объема углекислого газа; слѣдовательно, углекислый газъ составленъ изъ окиси углерода точно такъ, какъ вода изъ водорода: 2 объема горючаго газа съ 1 об. кислорода даютъ 2 же объема сгорѣвшаго газа, — въ одномъ случаѣ углекислаго, а въ другомъ водянаго пара. Значитъ, когда углекислый газъ даетъ съ углемъ окись углерода, объемъ этой послѣдней будетъ вдвое болѣе, чѣмъ объемъ углекислаго газа, служившаго для образованія. Это весьма характерно: когда въ кислородѣ горитъ уголь, объемъ послѣдняго не измѣняется, если образуется углекислый газъ, но если образуется только окись углерода, то объемъ кислорода увеличивается вдвое. Это показываетъ яснымъ образомъ, что углеродъ занимаетъ объемъ въ парообразномъ состояніи, то есть можетъ превращаться въ парь. Объемъ C^2H^2, CH^4, CO^2 и всѣхъ др. углеродистыхъ газовъ или только равенъ, или даже меньше объема газовъ (H^2 и O^2) въ нихъ заключающихся. Такимъ образомъ, окись углерода можно представить составленною подобно окиси азота: 1 объемъ кислорода даетъ 2 объема окиси азота и окиси углерода. Тогда NO и NO^2 должно уподобить CO и CO^2 и плотность паровъ углерода должно предположить въ 12 разъ больше плотности водорода. Впрочемъ между названными окислами азота и углерода не существуетъ яснаго химическаго сходства ¹⁾, между азотомъ и углемъ даже никакого сходства, ни физическаго, ни химическаго, а потому указанная аналогія едвали и оправдается дальнѣйшимъ изученіемъ.

Физическія свойства окиси углерода не представляютъ чего либо характернаго; это есть газъ безцвѣтный и неимѣющій запаха, до сихъ поръ не превращенный въ жидкость; плотность его легко вычислить на основаніи его формулы; она оказывается немного меньше плотности воздуха, а именно въ 14 разъ больше плотности водорода, что и подтвердилось опытами. Окись углерода весьма мало растворима въ водѣ, а именно, 1 объемъ воды растворяетъ при 0° 0,03 объема окиси углерода. Растворимость въ спиртѣ гораздо больше, а именно 0,20. Эта послѣдняя растворимость остается почти постоянной съ температурою, тогда какъ растворимость въ во-

¹⁾ Это особенно ясно напримѣръ изъ того, что NO^2 , присоединяясь къ углеводородамъ, не превращаетъ ихъ въ кислоты, какъ CO^2 . Физическое же сходство окисловъ азота и углерода довольно значительно; напр. NO и CO суть газы не сгущаемые, CO^2 , какъ и NO^2 сгущается въ жидкость.



дѣ въ началѣ быстро уменьшается, а именно при 20° она становится 0,02.

Химическій характеръ окиси углерода весьма замѣчательнъ, въ особенности потому, что она способна ко многимъ реакціямъ **соединенія**; дѣйствительно, это тѣло, заключающае меньше кислорода, чѣмъ углекислый газъ, не достигло до того предѣла соединенія, который свойственъ углероду, и потому окись углерода способна присоединять къ себѣ различныя вещества. Такъ, окись углерода горитъ на воздухѣ, соединяясь при этомъ съ кислородомъ и образуя углекислый газъ. Она горитъ характеристическимъ голубымъ пламенемъ, отдавая 2400 единицъ тепла на одну часть окиси углерода. Смѣсь окиси углерода съ кислородомъ взрываетъ отъ дѣйствія искры; но при этомъ горѣніе не совершенно полно, вслѣдствіе того, что, образующійся углекислый газъ отчасти разлагается дѣйствіемъ искры, а можетъ быть, и потому, что подмѣсь образующейся углекислоты понижаетъ температуру горѣнія и пренятствуетъ такимъ образомъ полному сжиганію. Окись углерода горитъ пламенемъ блѣднымъ, вслѣдствіе того, что при ея горѣніи не выделяется угля. Вслѣдствіе своей способности къ соединенію съ кислородомъ, окись углерода дѣйствуетъ какъ сильное восстанавливающее вещество, отнимая кислородъ отъ множества тѣлъ при накаливаніи, при чемъ сама превращается въ углекислый газъ. Но, конечно, восстановительное дѣйствіе окиси углерода распространяется только на такіе окислы, которые довольно легко отдаютъ свой кислородъ, какова, напр., окись мѣди; если черезъ накаленную окись мѣди пропускать окись углерода, то получается металлическая мѣдь и углекислый газъ, совершенно какъ будто бы дѣйствовалъ водородъ. Однако и накаленная окись желѣза восстанавливается окисью углерода, взятою въ избыткѣ, хотя металлическое желѣзо само способно восстанавливать углекислый газъ въ окись углерода, подобно тому, какъ оно восстанавливаетъ водородъ изъ воды. Мѣдь, неразлагающая воды, не разлагаетъ и углекислого газа.

Платиновая проволока, нагрѣтая до 300°, и губчатая платина при обыкновенной температурѣ, сгущеннымъ или кислородомъ также окисляютъ окись углерода. Вводя губчатую платину въ смѣсь окиси углерода съ кислородомъ, замѣчаютъ ея накаливаніе и взрывъ. Всѣ почти окислы, восстанавливаемые водородомъ, восстанавливаются и окисью углерода въ тѣхъ же обстоятельствахъ. Многія соли отдаютъ, при накаливаніи, окиси углерода свой кислородъ, такъ, напр., сѣрноизвестковая соль CaSO^2 , при краснокальномъ жарѣ, образуетъ сѣрнистый кальцій CaS . Всѣ эти реакціи чрезвычайно ясно напоминаютъ

тъ, которая свойственны водороду. Окись углерода, значитъ, есть сложное тѣло, представляющее реакціи такія же, какъ и простое тѣло—водородъ. 2 объема водорода съ 1 объемомъ кислорода даютъ 2 объема водяного пара. 2 объема окиси углерода съ 1 объемомъ кислорода даютъ 2 объема углекислого газа. При этомъ, однако, должно замѣтить слѣдующее чрезвычайно важное обстоятельство: частица водорода заключаетъ въ себѣ H^2 — дѣлимую группу простыхъ тѣлъ; тогда какъ окись углерода CO въ своей частицѣ представляетъ нечетное содержаніе числа атомовъ углерода и кислорода, а потому ни въ какихъ реакціяхъ соединенія она не можетъ давать двухъ частицъ вещества, содержащаго ея элементы. Это особенно видно изъ дѣйствія хлора на водородъ и окись углерода; съ первымъ хлоръ образуетъ HCl , съ окисью же углерода образуетъ такъ называемую хлорокись углерода $COCl^2$, т. е. частица водорода H^2 при дѣйствіи хлора, такъ сказать, распределяется въ двѣ частицы хлористаго водорода, тогда какъ частица окиси углерода CO вполне входитъ въ частицу хлорокиси углерода. Это и характеризуетъ реакціи такъ называемыхъ двуатомныхъ радикаловъ или остатковъ: H есть одноатомный остатокъ или радикалъ, какъ и K , Cl и др., окись же углерода CO есть радикалъ двуатомный. Эта особенность проглядываетъ въ цѣломъ рядѣ параллельныхъ соединеній водорода и окиси углерода, что и видно въ прилагаемой таблицѣ:

Водородъ	HH	CO окись углерода
Хлористый водородъ	HCl	$COCl^2$ хлорокись углерода
Ѣдкое кали	HKO	$CO(KO)^2$ углекалиевая соль
Аммиакъ	HNH^2	$CO(NH^2)^2$ мочевина или углеамидъ
Болотный газъ	HCH^2	$CO(CH^2)^2$ ацетонъ
Вода	HHO	$CO(HO)^2$ углекислота.

Это сходство состава соединеній окиси углерода и водорода простирается только до тѣхъ поръ, пока оба элемента, съ которыми соединена окись углерода, одинаковы (въ таблицѣ Cl^2 , $(KO)^2$ и др.). Но если они не одинаковы, то водородъ H не способенъ удержать два подобныхъ элемента, тогда какъ окись углерода способна къ этому. Такъ она образуетъ $(CO)ClCH^2$, $CO(HO)CH^2$ (уксусная кислота), $COH(CH^2)$ (уксусный альдегидъ) и др., тогда какъ водородъ не даетъ соединеній H^2ClCH^2 , $H^2(HO)CH^2$, $H^2H(CH^2)$ — они, если образуются, тотчасъ распадаются на: HCl и HCH^2 , HHO и HCH^2 , H^2 и HCH^2 . Въ этомъ то и есть различіе такихъ одноатомныхъ остатковъ, какъ водородъ, отъ такихъ двуатомныхъ, какъ окись углерода.

Такимъ образомъ, окись углерода можно считать двуатомнымъ радикаломъ или остаткомъ. Этотъ самый остатокъ со-

держится въ углекислотѣ и въ ея соляхъ, точно также какъ остатокъ NO^2 содержится въ соляхъ азотной кислоты и въ ней самой, только, опять, съ тѣмъ различіемъ, что остатокъ NO^2 есть одноатомный, тогда какъ CO двуатомный. Азотную кислоту можно представить себѣ какъ воду, въ которой Н замѣненъ остаткомъ азотной кислоты; но остатокъ CO не можетъ замѣщать одного атома водорода; онъ играетъ роль двухъ атомовъ водорода; слѣдовательно черезъ замѣну въ водѣ двухъ атомовъ водорода окисью углерода, получимъ не гидратъ уже, а ангидридъ COO . Для полученія гидрата необходимо представить себѣ подобное замѣщеніе въ двухъ частицахъ воды. Во всякомъ случаѣ, чрезвычайно поучительно великое сходство, замѣчаемое между окисью углерода и водородомъ и та степень различія, которая между ними существуетъ.

Окись углерода соединяется не съ однимъ кислородомъ, но и съ многими другими веществами; въ особенности характерна ея способность соединяться съ солями закиси мѣди. Если полухлористую мѣдь CuCl растворить въ амміакѣ, то такой растворъ способенъ поглощать окись углерода вполне, точно такъ, какъ ѣдкое кали поглощаетъ углекислый газъ. Постоянство состава, однако, не даетъ еще никакого права разсматривать образующееся соединеніе какъ представителя особаго вида химическаго взаимодѣйствія, потому что тѣла, сходственные съ полухлористой мѣдью, не поглощаютъ окиси углерода; при томъ, поглощенная окись углерода весьма легко отдѣляется изъ соединенія черезъ дѣйствіе кислотъ. При этомъ полезно замѣтить, что окись углерода поглощается аммоніакальнымъ растворомъ полухлористой мѣди, точно такъ, какъ углеродистый водородъ, называемый ацетиленомъ C^2H^2 . Этотъ послѣдній легко выдѣляется изъ получающагося соединенія, также какъ и окись углерода.

Окись углерода не обладаетъ свойствами ангидрида кислоты и потому непосредственно не соединяется съ основаніями и не дѣйствуетъ на щелочи. Это, впрочемъ, не устраняетъ возможности реакціи между окисью углерода и щелочами. Такая реакція дѣйствительно происходитъ, и это замѣчательное наблюденіе Бертелло указываетъ на характерную особенность, свойственную описываемому нами веществу. Ѣдкое кали въ густомъ растворѣ способно поглощать окись углерода, но только такое поглощеніе происходитъ медленно, мало по малу. Если шаръ наполнить окисью углерода и въ него впустить крѣпкаго раствора ѣдкаго кали, а потомъ запаять и нагрѣвать въ кипящей водѣ, то, по прошествіи многихъ часовъ нагрѣванія, вся окись углерода поглотится ѣдкимъ кали и въ

шаръ произойдетъ пустота. Если полученный растворъ насыщать крѣпкою сѣрною кислотою, то выдѣляется окись углерода въ первоначальномъ видѣ, но если, вмѣсто того, выпаривать полученный растворъ, то можно замѣтить образованіе соли, которой составъ есть СНКО^2 . Эта соль соотвѣтствуетъ кислотѣ, встрѣчающейся и въ природѣ, а именно протѣйшей органической кислотѣ, **муравьиной** $\text{СН}^2\text{O}^2$. Ее можно извлечь изъ полученной калиевой соли, посредствомъ перегонки со слабой сѣрною кислотою, какъ NH^3 изъ NKO^2 . Та же кислота находится въ муравьяхъ, въ волоскахъ крапивы (она жалитъ, когда эти волоски войдутъ въ кожу, сломятся и въ тѣло взойдетъ ѣдая муравьиная кислота); получается при дѣйстви окисляющихъ веществъ на многія органическія вещества; образуется при дѣйстви жара изъ щавелевой кислоты и распадается во многихъ обстоятельствахъ на окись углерода и воду. Въ описываемой реакціи ѣдкое кали непосредственно соединяется съ окисью углерода: $\text{СО} + \text{КНО} = \text{СНКО}^2$; такъ что происходящая здѣсь реакція совершается вслѣдствіе способности окиси углерода къ соединенію. Муравьиная же кислота есть соединеніе окиси углерода съ водою, есть какъ бы гидратъ окиси углерода. Но въ томъ-то и особенность подобнаго образованія, что въ этомъ случаѣ не оба пая водорода воды пріобрѣтаютъ способность замѣщаться металломъ, а только одинъ. Это соотвѣтствуетъ и тому понятію, которое мы дали выше о соединеніяхъ углекислаго газа съ различными веществами, для образованія органическихъ кислотъ. Муравьиную кислоту можно разсматривать какъ соединеніе углекислаго газа съ водородомъ; въ свободномъ водородѣ нельзя замѣстить водородъ металломъ; черезъ присоединеніе одного атома углекислаго газа, одинъ атомъ водорода въ его частицѣ пріобрѣтаетъ эту способность, и такое соединеніе становится кислотою. Весьма замѣчательно то обстоятельство, что муравьиная кислота, при своемъ горѣніи, развиваетъ больше тепла, чѣмъ окись углерода, въ ней находящаяся; это значитъ, что при соединеніи окиси углерода съ водою присоединяется тепло; оттого такая реакція и не идетъ легко, а совершается только мало по малу при нагрѣваніи: массѣ дѣйствующихъ тѣлъ надо позаимствовать тепло отъ окружающихъ предметовъ.

Окись углерода весьма вредно дѣйствуетъ на организмъ; малое ея содержаніе въ воздухѣ, даже въ количествѣ одного процента, **убиваетъ** животныхъ. Это чрезвычайно важно для объясненія причины угара: окись углерода, образуясь въ печи, вѣроятно и дѣйствуетъ въ томъ случаѣ, когда происходитъ угаръ. Содержаніе углекислаго газа въ этихъ продуктахъ го-

рѣнія не имѣть большаго значенія, потому что въ воздухѣ, содержащемъ даже 20% углекислаго газа, животныя, хотя и страдаютъ, но чрезвычайно мало. Впрочемъ, причина угара еще не вполне достовѣрно извѣстна. Должно замѣтить, что при неполномъ сгораніи, уголь образуетъ, кромѣ углекислаго газа и окиси углерода, еще и другія вещества, изъ которыхъ иныя дѣйствуютъ также ядовито на организмъ. Сюда относятся ацетиленъ C^2H^2 , синильная кислота CNH и др.

Способность окиси углерода къ непосредственнымъ соединеніямъ видна также и въ томъ, что окись углерода непосредственно соединяется съ металлическимъ калиемъ, причемъ образуется черная масса, легко разлагающаяся со взрывомъ. Происходящее соединеніе, при дѣйствіи спирта и кислоты, даетъ кислоту $C^{10}H^{10}O^{10}$, которая образуется значить, соединеніемъ 10-ти частицъ окиси углерода съ 5 частицами водорода или калия. При дѣйствіи воздуха, часть водорода этой кислоты выделяется и получается рядъ кислотъ съ меньшимъ содержаніемъ водорода. Такимъ образомъ, исходя изъ окиси углерода, можно получить цѣлый рядъ весьма сложныхъ углеродистыхъ соединеній.

Если соединенія углеродистыхъ водородовъ съ углекислымъ газомъ имѣютъ свойства кислотъ и именно представляютъ органическія кислоты, то соединенія углеродистыхъ водородовъ съ окисью углерода, по всей вѣроятности, представляютъ составъ особаго разряда органическихъ тѣлъ, извѣстныхъ подъ названіемъ альдегидовъ и кетоновъ. Хотя такого рода отношенія и не доказано непосредственно столь ясными опытами, какими доказывается соотношеніе между углекислымъ газомъ и органическими кислотами, однако составъ и, въ особенности, свойство альдегидовъ легко окисляться и давать чрезъ то органическія кислоты заставляютъ считать такое предположеніе весьма вѣроятнымъ; вслѣдствіе этого, составъ предѣльныхъ альдегидовъ будетъ выражаться формулою $C^nH^{2n-2}CO$ или $C^nH^{2n}O$. Такіе альдегиды получаютъ обыкновенно черезъ окисленіе спиртовъ, имъ соответствующихъ; такъ, напр., искусный альдегидъ $C^2H^4O = C^2H^5OH$ получается изъ обыкновеннаго спирта, черезъ дѣйствіе окисляющихъ веществъ, напр. просто черезъ дѣйствіе губчатой платины или накаленной платиновой проволоки, въ присутствіи воздуха или дѣйствіемъ окисляющей хромовой кислоты (въ присутствіи сѣрной) на спиртъ. Искусный альдегидъ представляетъ жидкость слабаго запаха, въ водѣ растворимую, кипящую при 21° . Черезъ непосредственное соединеніе съ кислородомъ, этотъ альдегидъ даетъ соответственную кислоту, въ этомъ случаѣ искусную. Весьма важно замѣтить то отношеніе, которое существуетъ между главными классами органическихъ углеводородистыхъ веществъ. Оно выражается замѣною между водородомъ C^2H^2 , O , Cl , NH^2 и др. Для примѣра возьмемъ продукты, соответствующіе углеводородистому водороду C^2H^2 . Въ прилагаемой таблицѣ сведены главнѣйшіе классы веществъ, соответствующихъ этому углеводородистому водороду.

C^2H^2 болотный газъ.

$C^2H^2(NO)C^2H^2(NO)$ гликоль.

$C^2H^3C^2H^3$ водородистый этиль или

метиль. $CO(NO)CO(NO)$ щавелевая кислота

$\text{CH}^3\text{CH}^2(\text{HO})$ спирт обыкновенн. $\text{CH}^3\text{CH}^2(\text{NH}^2)$ этиламинъ.
 CH^2CHO альдегидъ. $\text{CH}^2\text{CO}(\text{NH}^2)$ уксусный амидъ.
 $\text{CH}^2\text{CO}(\text{HO})$ уксусная кислота. $\text{CO}(\text{NH}^2)\text{CO}(\text{NH}^2)$ щавелевый амидъ.
 $\text{CH}^3\text{CO}(\text{CH}^3)$ ацетонъ. $\text{CH}^3\text{CH}^2\text{Cl}$ хлористый этиль.
 $\text{CH}^2(\text{HO})\text{CO}(\text{HO})$ гликолевая кислота. $\text{CH}^2\text{ClCH}^2\text{Cl}$ хлористый этиленъ.

Въ альдегидахъ, какъ и въ окиси углерода, замѣчается большая способность къ непосредственнымъ соединеніямъ; альдегиды соединяются не только съ кислородомъ, но и съ водородомъ (образуя при этомъ спирты), также съ сѣрнистымъ газомъ и со многими другими веществами. Они не содержатъ водорода, способнаго замѣщаться металлами; значитъ, въ нихъ водородъ обладаетъ тѣми же свойствами, какія принадлежатъ водороду въ углеродистыхъ водородахъ. Всѣ разнообразныя органическія безазотистыя соединенія можно разсматривать какъ вещества, относящіяся къ указаннымъ нами простѣйшимъ соединеніямъ: углеродистымъ водородамъ, спиртамъ, альдегидамъ и органическимъ кислотамъ. Если сюда прибавить еще рядъ азотистыхъ веществъ, съ очередемъ которыми мы познаваемся въ слѣдующей главѣ, то этимъ исчерпываются всѣ главнѣйшіе разряды органическихъ веществъ.

Выводы. Углеродъ съ кислородомъ даетъ два соединенія: при избыткѣ кислорода—углекислый газъ CO^2 , имѣющій свойства кислотныхъ ангидридовъ, а при избыткѣ угля—безразличную окись углерода CO . Оба окисла прямо съ водою не соединяются.

Угль при накаиваніи отнимаетъ кислородъ отъ большинства окисловъ, образуя CO^2 или CO .

Углекислый газъ образуется въ природѣ при дыханіи животныхъ, при горѣніи и гниеніи органическихъ веществъ, потому выдѣляется изъ почвы, иногда изъ земныхъ трещинъ, вулкановъ и пр. Находящійся въ воздухѣ, употребляется при дыханіи растений.

Водяной растворъ CO^2 служитъ для растворенія и измѣненія многихъ минеральныхъ веществъ; употребляется какъ напитокъ.

Углекислый газъ соединенный съ известью образуетъ весьма распространенные въ природѣ известняки; соединенный съ углеводородами онъ даетъ органическія кислоты, весьма обыкновенныя въ растеніяхъ, напр. съ CH^4 —уксусную кислоту, $\text{C}^2\text{H}^4\text{O}^2$, съ C^6H^6 —бензойную $\text{C}^7\text{H}^6\text{O}^2$ и т. п.

Для полученія CO^2 дѣйствуютъ кислотами, обыкновенно соляною, на углекислыя соли.

CO^2 есть газъ болѣе тяжелый чѣмъ воздухъ, сгущающійся въ жидкость и въ твердый вилъ, растворяющійся въ равномъ объемѣ воды; гидрата не образуетъ, но есть ангидридъ малоэнергической двуосновной кислоты H^2CO^3 , потому что известны соли KHCO^3 и K^2CO^3 . Соли K , NH^4 , Na растворимы, почти всѣ прочія не растворимы.

Углекислый газъ занимаетъ такой же объемъ, какъ кислородъ въ немъ находящійся, а окись углерода объемъ въ два раза болѣе объема кислорода, въ ней заключающагося. CO^2 отъ дѣйствія жара распадается отчасти на 2CO и O^2 .

Окись углерода получается изъ щавелевой кислоты $\text{H}^2\text{C}^2\text{O}^4$ при ея нагреваніи съ сѣрною кислотою, при накаиваніи угля въ струѣ

CO_2 , есть газъ не сгущающійся, ядовитый, горючій и потому употребляющійся для нагрѣванія.

Онъ способенъ соединяться не только съ O , но и съ CuCl , Cl_2 , KNO и др. Ему соответствуетъ муравьиная кислота $\text{CH}^2\text{O}^2 = \text{CO} + \text{H}^2\text{O}$.

Въ органическихъ кислотахъ содержится столько CO_2 , сколько паевъ водорода, способныхъ легко замѣняться металлами.

ВОСЕМНАДЦАТАЯ ГЛАВА.

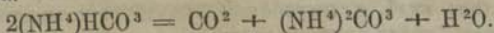
Углеазотистыя соединенія.

Число и свойства такихъ соединеній чрезвычайно разнообразны. Мы здѣсь рассмотримъ только самыя простѣйшія вещества и укажемъ на нѣкоторыя изъ болѣе сложныхъ, встречающихся въ организмахъ; а, ранѣе, мы уже говорили, что въ животномъ и растительномъ организмахъ находится очень много сложныхъ азотистыхъ веществъ, заключающихъ въ себѣ углеродъ, азотъ, водородъ и кислородъ. Нужно замѣтить, что азотъ сложныхъ органическихъ веществъ принадлежитъ амміаку, что видно уже изъ того, что, при накаливаніи съ избыткомъ щелочи, всѣ эти органическія вещества выдѣляютъ свой азотъ (стр. 402) въ видѣ амміака, что и даетъ возможность производить въ большинствѣ случаевъ опредѣленіе количества азота, заключающагося въ органическихъ веществахъ, по количеству амміака, выдѣляющагося при накаливаніи съ избыткомъ щелочи. Для этого берутъ обыкновенно натріевую известь (стр. 389), съ которой смѣшиваютъ вещество, кладутъ въ трубку и отдѣляющійся амміакъ собираютъ въ жидкости, содержащей кислоту, которая удерживаетъ амміакъ. Въ этой жидкости легко уже опредѣлить содержаніе амміака многими способами. Вслѣдствіе того, что въ азотистыхъ органическихъ веществахъ азотъ находится въ амміачномъ состояніи, мы и начнемъ описаніе азотистоуглеродныхъ веществъ съ разсмотрѣнія аммоніакальныхъ соединеній. Легче всего амміакъ даетъ соли, присоединяясь къ кислотамъ, а изъ углеродистыхъ кислотъ простѣйшая есть угольная, и поэтому и опишемъ сперва ея амміачныя соли.

Такъ какъ углекислота представляетъ составъ H^2CO_3 , то аммоніакальныя соли ея должны имѣть составъ: **кислая углекислая амміачная соль** $\text{H}(\text{NH}^4)\text{CO}_3$ и средняя соль $(\text{NH}^4)^2\text{CO}_3$, т. е. представлять соединенія одной и двухъ частицъ амміака



съ угольною кислотою. Изъ этихъ солей по сихъ поръ извѣстна только первая, т. е. кислая соль, въ которой, такъ сказать, одинъ атомъ водорода замѣщенъ аммоніемъ, а другой остался свободнымъ. Эта соль является въ видѣ, непахучаго и средняго вещества, растворимаго при обыкновенной температурѣ въ 6 частяхъ воды, нерастворимаго въ спиртѣ и получающагося въ кристаллическомъ видѣ или безъ содержанія, или съ различнымъ содержаніемъ кристаллизаціонной воды. Приготавливается эта соль многими способами. Если водяной растворъ амміака насытитъ угольною кислотою до послѣдняго поглощенія, то, при выпариваніи подъ колоколомъ воздушнаго насоса надъ сѣрною кислотою, выдѣляются кристаллы этой соли. Затѣмъ, должно замѣтить, что всѣ другія углеамміачныя соли въ растворахъ, при выпариваніи подъ колоколомъ воздушнаго насоса, выдѣляютъ ту же самую соль. Впрочемъ, растворъ этой соли, даже при обыкновенной температурѣ, уже выдѣляетъ углекислый газъ, а при 38° выдѣленіе углекислаго газа происходитъ съ большою быстротою. Насыщеніе и выпариваніе, значитъ, нужно производить возможно быстро и при томъ при самыхъ низкихъ температурахъ. Теряя углекислый газъ, растворъ этой соли становится щелочнымъ и долженъ былъ бы содержать среднюю соль, которая должна образоваться изъ кислоты, черезъ выдѣленіе углекислаго газа:



кислая углеамміачная углекислый средняя углеамміачная вода.
соль. газъ. миачная соль.

Но эта послѣдняя соль, безъ сомнѣнія образующаяся въ растворахъ, въ отдѣльности до сихъ поръ не получена; каждый разъ, когда ее стремятся получить въ отдѣльности, она, повидимому, выдѣляетъ изъ себя воду, въ большемъ или меньшемъ количествѣ, и даетъ вещество летучее, легко получающееся черезъ прямое дѣйствіе сухаго амміака на углекислый газъ. Въ какой бы пропорціи два изъ этихъ послѣднихъ газовъ не смѣшивали между собою, всегда образуется только соединеніе (корбаминовоамміачная соль; см. далѣе) $\text{N}^2\text{H}^6\text{CO}^2$, происходящее изъ двухъ частицъ (или объемовъ) амміака и одной частицы (или объема) углекислаго газа. Это вещество, очевидно, не есть простая амміачная соль; оно равно средней углеамміачной соли безъ воды: $(\text{NH}^4)^2\text{CO}^3 - \text{H}^2\text{O}$. Подобныя соединенія мы встрѣтимъ и для многихъ другихъ кислотъ. Аммоніакальная соль можетъ терять воду при различныхъ обстоятельствахъ, иногда, какъ, напр., въ настоящемъ примѣрѣ, весьма легко, дѣйствіемъ жара; иногда при содѣйствіи веществъ, способныхъ отнимать воду (какъ, напр., фосфорнаго

ангидрида). Такія вещества носятъ названіе **амидовъ** и **нитриловъ** или амидныхъ и нитриловыхъ соединеній. Таково и вещество, образованное вышеупомянутымъ способомъ.

Вещество, имѣющее составъ CO^2NH^3 , получается не только черезъ смѣшеніе сухаго амміака съ сухимъ углекислымъ газомъ, но и возгоняется при смѣшеніи сухой сѣрноамміачной соли съ сухой содой, или другой угленатровою солью, причемъ происходитъ двойное разложеніе, основанное на летучести образующейся соли. Каждый разъ, когда соль амміака встрѣчаетъ углекислую соль какого либо основанія, при нагреваніи, въ твердомъ ли видѣ, или даже въ растворѣ, образуется углеамміачное соединеніе. Но при этомъ образуется не одно описываемое вещество CO^2NH^3 , потому что должна образоваться вода, напр. $(\text{NH}^4)^2\text{SO}^4 + \text{CaCO}^3 = \text{CO}^2\text{NH}^3 + \text{H}^2\text{O} + \text{CaSO}^4$ и эта вода отчасти остается въ соединеніи и образуетъ углеамміачную соль, такъ что въ результатѣ получается смѣсь углеамміачныхъ солей съ CO^2NH^3 . Но если взять сухіе NH^3 и CO^2 происходитъ одно послѣднее соединеніе. Это вещество образуетъ бѣлую массу, сильно пахнущую амміакомъ, реагирующую сильно щелочнымъ образомъ и улетучивающуюся уже при 60° . Плотность ея пара показываетъ, что при ея образованіи въ парообразномъ состояніи не происходитъ никакого сжатія; изъ чего должно заключить, что элементы углекислоты и амміака образуютъ постоянное соединеніе только въ твердомъ видѣ, а летучесть CO^2NH^3 основывается, какъ и летучесть всѣхъ аммоніакальныхъ солей, на способности ихъ разлагаться съ выдѣленіемъ амміака и летучаго вещества, съ нимъ соединеннаго.

При охлажденіи паровъ, образующихся при нагреваніи заключающихся, по вышесказанному, углекислый газъ и амміакъ вновь образуется углеамміачное соединеніе, вслѣдствіе способности ихъ къ взаимному соединенію. Должно думать, что пары этого вещества, пронуженные черезъ пористое тѣло, дадутъ амміакъ и углекислый газъ, подобно тому, какъ разлагаются (стр. 418) пары нашатыря. Углекислый газъ, болѣе плотный чѣмъ воздухъ, будетъ медленнѣе проникать черезъ пористую поверхность, чѣмъ амміакъ. Описываемое соединеніе существуетъ сверхъ того только въ сухомъ видѣ. При дѣйствіи воды это вещество съ ней соединяется и образуетъ при этомъ кристаллическое, при нагреваніи также летучее, вещество, расплывающееся на воздухъ и легко растворимое въ водѣ. Оно даже уже и при обыкновенной температурѣ теряетъ часть амміака и выдѣляетъ вышеупомянутую кислую соль. Очень разведенный растворъ этого вещества не осаждастъ тотчасъ углекислыхъ солей извести, барита и пр.



производить такое осаждение только по истечении некоторого времени, тогда как другие растворенные углекислые соли производят такое осаждение при непосредственном смешении с солью кальция и бария в растворе. Это обстоятельство объясняется таким образом, что в этой соли признают существование особого аммиачного соединения, происшедшего через выделение воды из углеаммиачной соли; значит не углеаммиачная соль существует здесь, а вещество, образующееся из углеаммиачной соли через потерю воды. Целый ряд таких веществ мы вскоре опишем и увидим, что они уже не представляют реакции углекислых солей и относятся к разряду амидов. Водное соединение, о котором выше упомянуто, представляет состав, по всей вероятности, простой смеси неизмененного сухого соединения $\text{CO}^2\text{2NH}^3$ с кислотоуглеаммиачною солью NH^4HCO^3 . Это же соединение, содержащее, значит, $3\text{NH}^3\text{H}^2\text{O}^2\text{CO}^2$ получают и многими другими способами, в особенности при перегонке различных аммониакальных солей, содержащих воду.

И так, средняя соль, как и кислая, легко изменяется, оттого обыкновенно в углеаммиачных солях находится смесь разных солей. Все они при нагревании улетучиваются без остатка, даже при кипячении водяного раствора уносятся парами воды.

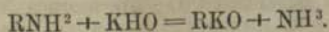
Самое обыкновенное углеаммиачное соединение, получающееся при сухой перегонке животных веществ в водяном растворе, и извлекаемое при новой перегонке получающейся жидкости, образуется также при нагревании аммиачных солей с желом. Так готовят эту соль для технического употребления, что и образует вещество, обыкновенно известное под названием **углеаммиачной соли** или просто аммиачной соли, или полуторной углеаммиачной соли. Это есть белая масса, пахнущая аммиаком и содержащая, как принимают обыкновенно, на 3 пая углекислого газа 4 пая аммиака и 2 пая воды. Состав этого вещества представляют как кислую углеаммиачную соль, смешанную с вышеописанным соединением безводного аммиака и угольной кислоты, $\text{CO}^2\text{2NH}^3 + 2(\text{NH}^4\text{HCO}^3)$. Впрочем, эта соль теряет и аммиак, теряет и угольную кислоту, и воду при разнообразных обстоятельствах, так что нельзя никогда быть уверенному в чистоте этого продукта. Можно утверждать, что все известные до сих пор виды углеаммиачной соли состоят из смеси, изменяющейся на воздухе и содержащей безводное вещество $\text{CO}^2\text{2NH}^3$ и нормальные соли угольной кислоты, чаще всего кислую соль. С водою они должны были бы давать, кроме кислой соли, среднюю соль. Последняя должна

была бы образоваться из $\text{CO}^2\text{2NH}^3$ посредством присоединения къ ней воды. Но средняя соль непостоянна; она легко разлагается въ большей или меньшей мѣрѣ, выдѣляя амміакъ и образуя такъ называемую кислую соль. Оттого-то содержаніе углеамміачнаго соединенія $\text{CO}^2\text{2NH}^3$, во всѣхъ углеамміачныхъ соляхъ, представляетъ источникъ для выдѣленія амміака. Всѣ онѣ вслѣдствіе того пахнутъ амміакомъ; при нагреваніи, онѣ выдѣляютъ кромѣ того углекислый газъ и воду, вслѣдствіе того, что кислая соль способна выдѣлять углекислый газъ и воду. При перегонкѣ, различные элементы, въ нихъ входящіе, даютъ, смотря по обстоятельствамъ, различныя соединенія, основной характеръ которыхъ тотъ же самый. Они притягиваютъ на воздухѣ влагу, причемъ даютъ въ большей части случаевъ, подъ конецъ, кислую соль и испаряютъ часть амміака. Большинство этихъ веществъ, при обработкѣ небольшимъ количествомъ воды, даетъ растворъ инаго состава, чѣмъ остающееся вещество, что и служитъ обыкновенно для доказательства того, что имѣютъ дѣло со смѣсью, а не съ однороднымъ тѣломъ. Остающееся вещество обыкновенно представляетъ кислую соль, повидимому менѣе растворимую въ водѣ, чѣмъ средняя соль. Если обыкновенную продажную углеамміачную соль облить небольшимъ количествомъ воды, то первые насыщенные растворы представляютъ высшій удѣльный вѣсъ, чѣмъ дальнѣйшіе растворы. При употребленіи большихъ количествъ воды, конечно, сразу растворяются въ водѣ оба углеаммоніакальныя соединенія, смѣсь которыхъ найдется въ твердомъ видѣ. Полученный растворъ при нагреваніи выдѣляетъ углекислый газъ. При нагреваніи со спиртомъ и эфиромъ происходитъ то же самое. Очевидно, по предвидѣнію, что нельзя указать опредѣленной растворимости разнообразныхъ смѣшеній, могущихъ при этомъ получаться. Обыкновенныя, въ продажѣ имѣющіяся, смѣшенія, требуютъ для растворенія при 13° —четырехъ частей воды, при 32° —2,7 частей воды, при 50° —2 частей воды. Растворъ, насыщенный при возвышенной температурѣ, выдѣляетъ при охлажденіи кислую соль. Изъ насыщеннаго водянаго раствора спиртъ осаждаетъ эту же самую соль.

И такъ, угольныхъ солей амміака можно считать двѣ. Обѣ онѣ, а въ особенности средняя соль, способны терять воду и давать вещества, съ водою переходящія обратно въ эти соли. Но можетъ быть полученъ и цѣлый рядъ такихъ соединеній, которыя равны по составу углеамміачнымъ солямъ безъ воды, которыя не образуютъ уже, при простомъ смѣшеніи съ водою, обратно углеамміачныхъ солей. Такова, напр., мочевиная. Это есть тѣло постоянное при обыкновенной температурѣ и не-

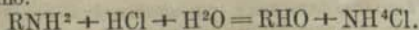
похожее на тѣ легко разлагающіяся углеамміачныя соединенія, которыя выше описаны. Она, при многихъ обстоятельствахъ, даетъ углеамміачную соль, напримѣръ, оставаясь въ мочѣ, разлагается въ ней при ея сохраненіи и даетъ углеамміачную соль, причеъ просто присоединяется къ ней вода. Она, значить, есть производная углеамміачныхъ солей, но отъ нихъ значительно отличающаяся. Такъ какъ подобнаго рода соединенія представляютъ много характеристическаго и имѣють значеніе въ природѣ и практикѣ, то мы рассмотримъ ихъ послѣдовательно, притомъ опишемъ ихъ въ томъ порядкѣ, въ какомъ они стоятъ по отношенію къ углеамміачнымъ солямъ. Должно замѣтить, что амміачныя соли кислородныхъ кислотъ, не только угольной, но и всякой другой, могутъ выдѣлять весь водородъ аммоніа въ видѣ воды и образовать черезъ то тѣла, носящія названія амидовъ и нитриловъ. Возможность выдѣленія изъ амміачной соли одного атома воды на каждый атомъ амміака весьма понятна изъ того, что въ соляхъ амміака аммоній замѣщаетъ водородъ водянаго остатка кислородной кислоты; въ аммоніѣ находится водородъ, а въ водномъ остаткѣ кислородъ, необходимые для такого образованія воды. Напр., если мы представимъ составъ кислоты черезъ ROH , то составъ ея амміачной соли будетъ RONH^4 . Выдѣленіе перваго атома воды производится на счетъ кислорода, заключающагося въ такой соли, и на счетъ водорода аммоніа. Получающееся соединеніе RNH^2 называется амидомъ кислоты RHO .

Амидъ, значить, будетъ представлять составъ RNH^2 . Большинство амидовъ, отвѣчающихъ кислотамъ, весьма легко обратнo соединяются съ водою, даже при простомъ кипяченіи съ ней, а тѣмъ больше при дѣйствіи щелочей и кислотъ. При дѣйствіи щелочей изъ амидовъ выдѣляется амміакъ, конечно посредствомъ присоединенія воды къ амиду, причеъ и образуется соль кислоты, служившей для образованія амида, по уравненію:



Амидъ. Вд. кали. Соль кали. Амміакъ.

При дѣйствіи кислотъ происходитъ тоже самое, только, конечно, образуется амміачная соль взятой кислоты, и кислота, бывшая въ состояніи амида, выдѣляется въ свободномъ видѣ по уравненію:

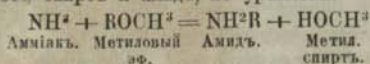


Амидъ Хлор. вод. Вода. Кислота. Нашатырь.

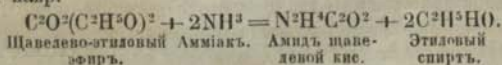
Амиды, такимъ образомъ, въ большинствѣ случаевъ легко переходятъ обратно въ амміачныя соли въ присутствіи воды, щелочей и кислотъ, но они отъ нихъ явственно отличаются.

Ни одна аммиачная соль не перегоняется, не улетучивается безъ измѣненія; въ большинствѣ случаевъ аммиачныя соли при нагрѣваніи выдѣляютъ воду и даютъ амиды, а эти амиды очень часто летучи безъ измѣненія и не рѣдко представляютъ кристаллическія летучія вещества, перегоняющіяся весьма удобно. Таковы, напр., амиды кислотъ уксусной, бензойной, муравьиной и цѣлага ряда другихъ органическихъ кислотъ. Такъ напр., амидъ бензойной кислоты представляетъ составъ бензойноаммиачной соли $C^6H^5CONH^4O$, которая лишилась воды, и потому содержитъ $C^6H^5CONH^2$. Это есть вещество летучее, кристаллическое, при перегонкѣ неизмѣнное. Судя по предъидущему, амиды можно разсматривать какъ кислоты, въ которыхъ водяной остатокъ HO замѣненъ аммиачнымъ остаткомъ NH^2 .

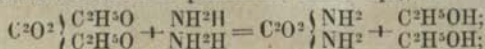
Амиды происходятъ не только чрезъ отнятіе воды отъ аммиачной соли, но и многими другими способами. Особенно часто для этого служатъ два способа. Аммиакъ, дающій съ кислотою RHO аммиачную соль, со сложнымъ эфиромъ (стр. 562) той же кислоты, напр. съ RCH^3O образуетъ спиртъ и амидъ, по уравненію.



При этомъ остатокъ кислоты R мѣняетъ мѣсто съ водородомъ аммиака. Если кислота двусосновна, какъ напр. щавелевая, то остатокъ кислоты мѣняетъ мѣсто съ 2-мя атомами водорода въ двухъ частицахъ аммиака, напр.

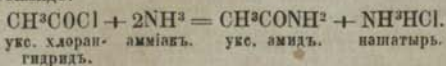


Для большой ясности это разложеніе можно представить такъ:



потому что образованіе амида можно представить себѣ или какъ замѣнъ въ кислотѣ водянаго остатка HO (или RO) аммиачнымъ остаткомъ NH^2 , или какъ замѣнъ въ аммиакѣ водорода тѣмъ остаткомъ кислоты (для щавелевой C^2O^2 , для азотной NO^2 , для угольной CO и т. д.), который соединенъ въ ней съ водянымъ остаткомъ. Указанное полученіе амида щавелевой кислоты или **оксамида** идетъ столь легко, что достаточно эфиръ щавелевой кислоты смѣшать съ растворомъ аммиака, какъ появляется уже нерастворимый, бѣлый осадокъ оксамида, а въ растворѣ получается спиртъ. Другой способъ образованія амидовъ, идущій также очень легко, состоитъ въ дѣйствіи аммиака (или даже углеаммиачныхъ солей) на хлорангидридъ кислоты. Хлорангидриды кислотъ получаютъ изъ нихъ при дѣйствіи пятихлористаго фосфора и соотвѣтствуютъ, какъ мы увидимъ въ статьѣ о хлорѣ, кислотѣ, съ замѣною въ ней водянаго остатка хлоромъ. Кислотѣ RHO соотвѣтствуетъ хлорангидридъ RCl , а кислотѣ $R(HO)^2$ — два хлорангидрида $RHOCl$ и RCl^2 . Такіе

хлорангидриды реагируют прямо съ амміакомъ, образуя HCl и амидъ, но какъ HCl соединяется съ NH_3 , то происходитъ нашатырь; напр. уксусной кислотѣ $\text{CH}_3\text{CO}(\text{HO})$ соответствуетъ хлорангидридъ состава CH_3COCl . Онъ, реагируя съ амміакомъ, даетъ нашатырь и ацетамидъ:



Существуютъ сверхъ того и другіе способы образованія амидовъ какъ увидимъ далѣ въ нѣкоторыхъ частныхъ примѣрахъ.

И такъ при образованіи амида изъ амміачной соли, заключающей аммоній, NH_4 , выдѣляется изъ него два пая водорода въ видѣ воды.

Но и тѣ 2H , которые остаются еще отъ амміака въ амидахъ, могутъ выдѣляться въ видѣ воды, если въ кислотѣ заключаетъ кислородъ, т. е. когда R (если кислота есть RHO) содержитъ кислородъ. Но такое выдѣленіе происходитъ уже труднѣе, черезъ дѣйствіе веществъ, имѣющихъ сильное сродство къ водѣ, напр. при дѣйствіи фосфорнаго ангидрида на амміачныя соли и на амиды. Кислородъ въ этомъ случаѣ берется уже конечно изъ остатка R кислоты. Такъ, напр. при перегонкѣ $\text{C}^6\text{H}^5\text{CONH}_2$ съ безводной фосфорной кислотой получается летучая жидкость, пахнущая миндальнымъ масломъ, кипящая при 190° , имѣющая составъ $\text{C}^6\text{H}^5\text{CN}$. Въ этомъ и подобныхъ веществахъ не осталось, значить, нисколько водорода, бывшаго въ амміакѣ и аммоніи амміачной соли. Такія вещества носятъ названіе **нитриловъ**. Нитрилы переходятъ въ амміачныя соли (поглощая или соединяясь съ водою), при дѣйствіи кислотъ и особенно нагрѣтыхъ щелочей. Если составъ кислоты выразить MO^2H , то амміачная соль будетъ MO^2NH_4 , амидъ MONH_2 , а нитрилъ MN . Такъ азотистая кислота есть NO^2H , ея амміачная соль есть NO^2NH_4 , ея амидъ NONH_2 неизвѣстенъ, а ея нитрилъ NN есть азотъ. Нитрилъ азотной кислоты есть закись азота NON . Амміачныя соли угольной кислоты способны давать и амиды, и нитрилы, имѣ отвѣчающіе. Такъ какъ угольная кислота есть кислота двуосновная, способная соединиться, значить съ однимъ и съ двумя атомами амміака, то ей отвѣчаютъ и нѣсколько амидовъ, и нѣсколько нитриловъ. Разсмотримъ же тѣ, которые, судя по предыдущему, могутъ образоваться, и опишемъ тѣ, которые въ дѣйствительности получены съ опредѣленными свойствами.

Средней соли амміака $\text{CO}(\text{NH}_4\text{O})_2$ могутъ отвѣчать амиды, образованные черезъ потерю воды, изъ одного или обоихъ павей аммонія, въ этой соли заключающихся. Черезъ потерю одного пая воды, должно получиться солеобразное вещество,

потому что другой пай амміака средней соли не тронуть, не измѣненъ и потому представляетъ такое свойство, какое онъ имѣеть въ соляхъ амміака. Составъ этого вещества будетъ $\text{CO(NH}^4\text{)ONH}^2$. Это вещество можно представить, какъ соединеніе одного пая угольной кислоты и двухъ паевъ амміака CO^2NH^3 . Оно то и получается черезъ соединеніе сухаго амміака съ сухимъ углекислымъ газомъ, какъ упомянуто выше. Судя по предъидущему, средняя углеамміачная соль весьма легко и часто даетъ это вещество, а оно обратно переходитъ въ среднюю соль. Черезъ потерю втораго атома воды средняя углеамміачная соль должна дать вещество не солеобразное, нисколько амміака въ состояніи амміачныхъ солей не заключающее, именно настоящей амидъ, составъ котораго долженъ быть $\text{CO(NH}^2\text{)}^2$. Этотъ составъ выражаетъ составъ именно той мочевины, о которой мы уже упоминали. Нагрѣвая углеамміачную соль въ запаянной трубкѣ до 140° , превращаютъ ее отчасти въ мочевины, а эта послѣдняя переходитъ, какъ сказано выше, въ углеамміачныя соли, что и показываетъ примѣръ той связи, какая существуетъ между амидами и амміачными солями.

Кислой углеамміачной соли, заключающей одинъ разъ амміакъ $\text{COOH(NH}^4\text{O)}$, можетъ отвѣчать только одинъ амидъ. Этотъ амидъ долженъ представлять свойства кислоты, потому что въ немъ будетъ заключаться еще такой же водяной остатокъ, какой заключается въ угольной кислотѣ. Такая кислота состава COONNH^2 называется карбаминовой кислотой. Въ отдѣльности она не извѣстна; но вышеупомянутое соединеніе CO^2NH^3 безводнаго амміака съ сухимъ углекислымъ газомъ есть ничто иное какъ **амміачная соль этой карбаминовой кислоты**. Соединенію COONNH^2 соответствуетъ соль $\text{COONH}^4\text{NH}^2$, которая и равна CO^2NH^3 . Не мудрено послѣ этого, что это вещество не тотчасъ даетъ осадокъ съ солями кальція, потому что это не есть простая соль угольной кислоты, а соль особой, карбаминовой кислоты, которая, правда, способна переходить, соединяясь съ водою, въ углеамміачную соль, но для такого перехода, конечно требуется нѣкоторое время, а оттого большинство углеамміачныхъ солей, заключающихъ карбаминовую соль, не тотчасъ осаждаютъ соли кальція, барія и т. п. И такъ изъ амидовъ угольной кислоты, какъ совершенно самостоятельное тѣло, должно считать одну мочевины.

Нитрилы, которые могутъ соответствовать углеамміачнымъ солямъ, получаютъ изъ амидовъ потерю воды.

Кислой углеамміачной соли и отвѣчающей ей карбаминовой кислотѣ HOCONH^2 долженъ отвѣчать нитрилъ HOCN , имѣю-

щій кислоты свойства, потому что при образованіи нитриловъ вода образуется изъ водорода амміачнаго остатка и кислорода кислотнаго остатка. Такимъ образомъ нитриль, отвѣчающій кислій углеамміачной соли, долженъ имѣть составъ HOCN и сохранить одинъ водный остатокъ угольной кислоты, заключающійся въ кислій углеамміачной соли. Этотъ водный остатокъ переходитъ нетронутымъ въ карбаминовую кислоту и въ ея нитриль. Оттого и карбаминовая кислота и ея нитриль, должны обладать кислотными свойствами, т. е. должны давать металлическія соли. Нитриль состава HOCN дѣйствительно извѣстенъ какъ кислота, и носитъ обыкновенно названіе синеродистой или ціановой кислоты.

Средней углеамміачной соли отвѣчаютъ два амида, и каждому изъ нихъ по нитрилу. Амиду состава $\text{CO}(\text{NH}^+\text{O})\text{NH}^2$ отвѣчаетъ нитриль состава $(\text{NH}^+\text{O})\text{CN}$. Это вещество должно представлять свойства соли, потому что въ немъ еще не тронутъ одинъ амміакъ, бывшій въ средней углекислой соли. Это есть въ дѣйствительности амміачная соль той вышеуказанной ціановой кислоты, которая сама есть нитриль, отвѣчающій кислій углеамміачной соли, подобно тому какъ соединеніе безводнаго амміака съ безводной угольной кислотой есть амміачная соль карбаминовой кислоты.

Другому амиду, отвѣчающему средней амміачной соли, то есть мочевины CONH^2NH^2 , отвѣчаетъ нитриль, котораго составъ долженъ быть NH^2CN . Это есть такъ называемый ціанамидъ, который получается дѣйствительно изъ мочевины при дѣйствіи на нее безводной фосфорной кислоты, какъ вещество твердое, летучее, возгоняющееся, а при дѣйствіи избытка щелочей, дающее угольную кислоту и амміакъ.

И такъ, между амидами и нитрилами угольной кислоты, находится мочевины и ціановая кислота. Разсматривая ихъ въ отдѣльности, мы не получимъ еще полного понятія о простѣйшихъ азотистыхъ соединеніяхъ, заключающихъ углеродъ, потому что въ обоихъ названныхъ соединеніяхъ находится еще кислородъ, оставшійся или отъ водянаго остатка или отъ угольной кислоты, входящей въ углекислыя соли. Чтобы получить представленіе о простѣйшихъ углеродистыхъ амидахъ и нитрилахъ, нужно разсмотрѣть, въ связи съ названными веществами, амиды и нитрилы, отвѣчающіе другимъ простѣйшимъ органическимъ кислотамъ. Между ними, какъ самую простѣйшую, мы видѣли муравьиную кислоту HCOOH . Она заключаетъ одинъ водяной остатокъ, есть, значитъ, одноосновная, образуетъ одну амміачную соль. Амміачная соль муравьиной кислоты HCO^-NH^+ даетъ амидъ, называемый формамидомъ HCONH^2 , и нитриль, котораго составъ долженъ быть, судя



по предыдущему, HCN . Это есть такъ называемая синильная или синеродистоводородная кислота, вещество уже кислорода не заключающее и потому представляющее уже одну изъ простѣйшихъ формъ азотистоуглеродистыхъ веществъ.

Другая простѣйшая кислота изъ органическихъ, часто образующаяся изъ разнообразныхъ органическихъ веществъ, есть кислота щавелевая $(\text{COOH})_2 = \text{C}^2\text{H}^2\text{O}^4$. Это есть кислота двусосновная, слѣдовательно дающая два ряда солей, амидовъ и нитриловъ. Не разсматривая амидовъ и сложныхъ нитриловъ, отвѣчающихъ этой кислотѣ, мы укажемъ только на послѣдній нитрилъ, отвѣчающій этой кислотѣ и соответствующій ей средней аммоніакальной соли.

Средняя амміачная соль щавелевой кислоты даетъ оксамидъ $(\text{CONH}^2)_2$, а этотъ послѣдній, при накаиваніи съ фосфорнымъ ангидридомъ, даетъ оксанитрилъ или такъ называемый цианъ или синеродъ $(\text{CN})^2$.

И такъ, простѣйшимъ органическимъ кислотамъ: угольной, муравьиной и щавелевой, отвѣчаютъ и простѣйшіе углеродистые амиды и нитрилы. Мы разсмотримъ здѣсь связь ихъ между собою, способы ихъ образования и случаи взаимнаго перехода ихъ другъ въ друга.

Возможность такого перехода понятна уже изъ того одного, что кислоты, которымъ отвѣчаютъ эти вещества: угольная, муравьиная и щавелевая, находятся также въ простой взаимной связи, составляютъ члены одного ряда.

Дѣйствительно, щавелевая кислота распадается легко на угольную и муравьиную кислоты, какъ мы ранѣе того указали (стр. 615). Муравьиная кислота, при дѣйствіи окисляющихъ веществъ, переходитъ въ угольную, также какъ и щавелевая, при дѣйствіи различныхъ окисляющихъ веществъ напр. марганцовокалиевой соли, солей золота и т. п., напр. $\text{C}^2\text{H}^2\text{O}^4 + \text{O} = 2\text{CO}^2 + \text{H}^2\text{O}$. Притомъ существуетъ и обратный переходъ. Отъ дѣйствія восстанавливающихъ веществъ углекислота даетъ щавелевую кислоту. Если взять ртутный растворъ калия и въ него пропускать при 350° углекислый газъ, то происходитъ щавелевокалиевая соль: $\text{K}^2 + 2\text{CO}^2 = \text{C}^2\text{K}^2\text{O}^4$, соответствующая щавелевой кислотѣ. Связь, существующая въ переходѣ этихъ кислотъ другъ въ друга, выражается и во взаимномъ переходѣ нитриловъ и амидовъ, имъ отвѣчающихъ. Всю эту совокупность разнообразныхъ связей можно ясно выразить, признавъ, что во всѣхъ углеродистыхъ кислотахъ находятся (стр. 602) элементы углекислаго газа, придающіе водороду способность замѣщаться металлами. Это выражается тѣмъ, что признають въ нихъ одну общую группировку CO^2H карбонслаго остатка. Муравьиная кислота есть водородистое

соединение этого остатка, угольная кислота есть соединение этого остатка съ водянымъ остаткомъ, а шавелевая кислота есть соединение двухъ этихъ карбоксилowychъ остатковъ:

HN	H(CO ² H)	муравьиная кисл.	H(CN)	синильная кисл.
H ²	(CO ² H) ²	шавелевая кисл.	(CN) ²	синеродъ.
(HO)H	HO(CO ² H)	углекислота	HO(CN)	циановая кисл.
RH.	R(CO ² H)	орг. кислота	R(CN)	ея нитрилъ
Соединения водорода.	Соединения карбоксила.		Соединения синерода или нитрилы.	

Для выраженія же связи нитриловъ, отвѣчающихъ этимъ кислотамъ, признають существованіе остатка CN, названнаго цианомъ или **синеродомъ**. Синильная кислота есть соединеніе съ водородомъ, синеродъ (нитрилъ шав. кислоты) есть соединеніе двухъ такихъ остатковъ, а циановая кислота есть соединеніе того же синерода съ водянымъ остаткомъ, совершенно точно также, какъ и кислоты, имъ отвѣчающія, суть соединенія съ водородомъ, водянымъ остаткомъ и между собою—остатка COOH — карбоксила.

Существованіе синерода въ отдѣльности служитъ обыкновенно подтвержденіемъ справедливости этого воззрѣнія, и первоначально, когда связь вышеназванныхъ кислотъ и ихъ отношеніе къ нитридамъ не были уяснены, было уже извѣстно соотвѣтствіе различныхъ синеродистыхъ веществъ между собою. Нитрилы, отвѣчающіе названнымъ кислотамъ, носятъ вслѣдствіе этого названія: водородистаго синерода или синеродистоводородной кислоты, синеродистой кислоты, т. е. соединенія синерода съ водянымъ остаткомъ и свободнаго синерода.

Соединенія синерода образуются не только вышеназваннымъ путемъ изъ амміачныхъ солей простѣйшихъ органическихъ кислотъ, но и при многихъ обстоятельствахъ, когда углеродъ и азотъ встрѣчаются взаимно въ моментъ своего выдѣленія.

Если пропускать амміакъ черезъ накаленный уголь, въ особенности въ присутствіи щелочей, или даже просто газообразный азотъ черезъ смѣсь угля со щелочью, въ особенности съ солью калия, а, также, если накаливать смѣсь азотистоорганическихъ веществъ со щелочью, то во всѣхъ этихъ обстоятельствахъ щелочный металлъ соединяется съ углеродомъ и азотомъ, образуя такъ называемый синеродистый металлъ MCN, напр. KCN. Синеродистый калий употребляется въ практикѣ въ большомъ количествѣ и образуется, судя по вышесказанному, во многихъ обстоятельствахъ, такъ, напр., при выплавкѣ желѣза, въ особенности съ помощію древеснаго угля, зола котораго заключаетъ въ себѣ калиевую щелочь. Азотъ воздуха, щелочь золы и уголь при высокой темпера-

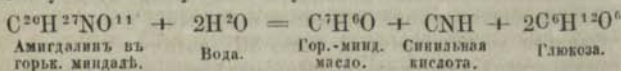
турѣ находятся во взаимномъ прикосновеніи, во время выплавки чугуна, и потому не мудрено, что въ этихъ обстоятельствахъ образуется значительное количество синеродистаго калия. Впрочемъ, въ практикѣ обыкновенно готовится не прямо синеродистый калий, а его особенное соединеніе, заключающее калий, желѣзо и синеродъ. Это соединеніе составляетъ такъ называемую **желтую соль**, носящую иногда названіе кровяно-кислотной соли, потому что она изготовлялась, между прочимъ, при помощи азотистыхъ веществъ крови. Это солеобразное вещество, имѣющее составъ $K^4FeC^6N^62H^2O$, готовится заводскимъ образомъ на чугунныхъ сковородахъ или въ чугунныхъ ретортахъ (отъ нихъ и остается желѣзо, входящее въ эту соль), черезъ накаливаніе обрѣзковъ кожъ, роговыхъ опилокъ и стружекъ, и тому подобныхъ остатковъ животныхъ, заключающихъ въ себѣ сложныя органическія вещества, содержащія углеродъ и азотъ. Щелочь, прибавляемая здѣсь, состоитъ изъ золы и поташа заключающихъ калий, и потому всѣ элементы, необходимые для образованія желтой соли, приходятъ здѣсь въ прикосновеніе при возвышенной температурѣ, отъ чего и можетъ образоваться названное вещество, какъ будетъ подробно изложено въ статьѣ объ желѣзѣ. Получающаяся желтая соль представляетъ растворимое въ водѣ вещество, содержитъ кристаллизационную воду и употребляется въ практикѣ. Названіе синеродистыхъ соединеній происходитъ, именно, отъ свойствъ раствора этой соли образовать съ растворомъ солей окиси желѣза общезвѣстную синюю краску, называемую берлинскою лазурью. Эта соль служитъ чаще всего для полученія всѣхъ другихъ синеродистыхъ соединеній, потому мы и опишемъ способъ образованія синеродистыхъ соединеній, исходя изъ этой соли.

Если желтую соль смѣшать съ двумя частями воды и съ $\frac{1}{4}$ сѣрной кислоты и смѣсь нагрѣвать, то она разлагается подобно селитрѣ (стр. 436), выдѣляя летучее вещество, перегоняющееся при этомъ вмѣстѣ съ водою. Получающееся такимъ образомъ вещество получило названіе **синильной** или прусской **кислоты**. Она была получена въ первый разъ Шеелѣ въ 1782 году; но ему была извѣстна только водная кислота. Въ 1809 году Иттнеръ приготовилъ безводную синильную кислоту; а въ 1815 году Гэй-Люссакъ окончательно установилъ ея свойства и показалъ, что она содержитъ только водородъ, углеродъ и азотъ CNH , и назвалъ ее **синеродистоводородной** кислотой, считая CN синеродомъ. Чтобы приготовить безводную синильную кислоту, нельзя употреблять того разложенія желтой соли сѣрною кислотою, которое выше упомянуто, потому что ерѣвкая сѣрная к. разлагаетъ синильную. Но, если сперва

приготовить крѣпкій растворъ синильной кислоты, употребляя для этого по возможности меньше воды, перегонять потомъ полученный дистиллатъ и собирать первыя порціи перегонки, то можно, изъ полученнаго такимъ образомъ болѣе крѣпкаго раствора, приготовить безводную кислоту. Для этого, къ охлажденному крѣпкому раствору прибавляютъ кусковъ хлористаго кальція и тогда безводная кислота выплываетъ въ видѣ отдѣльнаго слоя, потому что въ водномъ растворѣ хлористаго кальція она не растворима. Перегоняя затѣмъ полученный слой еще надъ новымъ количествомъ хлористаго кальція, при возможно низкой температурѣ, можно обезводить синильную кислоту. При подобной работѣ, однако, нужно быть чрезвычайно осторожнымъ, потому что синильная кислота, отличающаяся большою ядовитостью, въ то же время и чрезвычайно летуча. Гораздо, впрочемъ, лучше прямо пропускать смѣсь паровъ воды и синильной кислоты, выделяющуюся при нагреваніи желтой соли съ сѣрной кислотой, черезъ сосуды или трубки, наполненные хлористымъ кальціемъ. Эти трубки, однако, должно предохранять отъ значительнаго нагреванія и не допускать нагреваться до температуры выше 30° , потому что тогда, во первыхъ, синильная кислота легко измѣняется, а, во вторыхъ, при этомъ хлористый кальцій уже отнимаетъ меньшее количество воды. Паръ, проходящій черезъ длинный слой хлористаго кальція, отдаетъ воду, и въ парахъ остается только одна синильная кислота. Ее должно охлаждать по возможности тщательно, чтобы превратить въ жидкое состояніе. Способъ, которымъ Гэй-Люсакъ получилъ чистую синильную кислоту, состоялъ въ дѣйствіи хлористоводороднаго газа на синеродистую ртуть. Эта послѣдняя можетъ быть получена въ чистомъ состояніи, если растворъ желтой соли кипятить съ растворомъ азотнортутной соли, потомъ процѣдить и кристаллизовать охлажденіемъ тогда синеродистая ртуть $\text{Hg}(\text{CN})^2$ получается въ видѣ безцвѣтныхъ кристалловъ. Если эти кристаллы облить крѣпкимъ растворомъ хлористаго водорода и выделяющуюся смѣсь паровъ воды, хлористаго водорода и синильной кислоты, пропускать черезъ трубку, содержащую сперва мраморъ (для удержанія хлористаго водорода), а потомъ куски хлористаго кальція, то при охлажденіи будетъ стгущаться синильная кислота. Для полученія синильной кислоты въ безводномъ видѣ, можетъ служить также разложеніе синеродистой ртути. Для этого въ трубку кладутъ синеродистую ртуть, ее слабо нагреваютъ и черезъ нее тогда пропускаютъ высушенный сѣрноводородный газъ. Синеродъ и сѣра мѣняются при этомъ мѣстами и получается синеродистый водородъ и сѣрнистая ртуть $\text{Hg}(\text{CN})^2 + \text{H}^2\text{S} = 2\text{HCN} + \text{HgS}$. Послѣдняя чернаго



цвѣта и потому легко видѣть въ какой части трубки произошло разложеніе. Выдѣляющіеся пары безводной синильной кислоты должно собирать опять въ хорошо охлаждаемомъ сосудѣ. Слабый водяной растворъ синильной кислоты получается при перегонкѣ нѣкоторыхъ растительныхъ веществъ. Въ особенности значительной извѣстностью пользуется такъ называемая лавровишневая вода, которая содержитъ, между прочимъ, нѣкоторое количество синильной кислоты. Получаютъ ее черезъ настаиваніе и перегонку листьевъ лавровишневаго дерева. Совершенно подобная же вода получается при перегонкѣ настоя горькихъ миндалей. Каждому извѣстно, что горькіе миндали ядовиты и отличаются особымъ характеристическимъ вкусомъ. Этотъ горькій вкусъ зависитъ отъ присутствія въ нихъ особаго вещества, называемаго амигдалиномъ и извлекаемаго изъ горькихъ миндалей спиртомъ. Этотъ амигдалинъ, при настаиваніи растертыхъ миндалей, разлагается, образуя такъ называемое эфирное горькоминдальное масло глюкозу и синильную кислоту.



Если послѣ этого настой горькихъ миндалей перегонять съ водою, то вмѣстѣ съ парами воды уносится и образующаяся синильная кислота и горькоминдальное масло. Последнее въ водѣ не растворимо или растворяется только въ маломъ количествѣ, тогда какъ синильная кислота остается въ водяномъ растворѣ. Горькоминдальная вода совершенно сходна съ лавровишневою и употребляется, подобно первой, въ медицинѣ, конечно въ маломъ только количествѣ, потому что значительныя количества ея производить отраву.

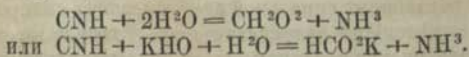
Безводная синильная кислота представляетъ легко подвижную и весьма легко летучую жидкость; удѣльный вѣсъ ея при 18° равенъ 0,697; при низшихъ температурахъ, особенно же въ смѣси съ небольшимъ количествомъ воды, она легко замерзаетъ; кипитъ при 26°, оттого испаряется чрезвычайно легко и даже можетъ быть считаема, при обыкновенной температурѣ, какъ тѣло газообразное. Тѣмъ осторожнѣе должно обращаться съ этимъ веществомъ: незначительное количество этого вещества, при вдыханіи и при прикосновеніи съ кожей, быстро убиваетъ животныхъ. Въ водѣ она растворяется и смѣшивается во всѣхъ пропорціяхъ; точно также смѣшивается со спиртомъ и эфиромъ во всѣхъ пропорціяхъ. При смѣшеніи съ водою температура понижается и происходитъ сжатіе. Чрезвычайно характерный запахъ, свойственный этому веществу и, въ особенности, чрезвычайно явственные реакціи

дают возможность открывать присутствие этого тѣла, какъ въ свободномъ состояніи, такъ и въ состояніи разныхъ солей. Но, прежде чѣмъ говорить объ реакціяхъ синильной кислоты, должно замѣтить, что она чрезвычайно непостоянна, по крайней мѣрѣ въ безводномъ состояніи, даже въ совершенно запертомъ пространствѣ, при полномъ отсутствіи воздуха, даже по истеченіи нѣсколькихъ часовъ, она уже подвергается полному измѣненію, окрашивается въ бурый цвѣтъ и выдѣляетъ твердое вещество. Присутствіе небольшого количества другой кислоты препятствуетъ такому измѣненію. Безводная кислота горитъ въ видѣ паровъ слабымъ пламенемъ, а въ эвдиометрѣ съ кислородомъ даетъ взрывъ. Этимъ способомъ легко установить въ соевой и объемный составъ синильной кислоты, выражаемый формулою CNH .

Что касается до реакцій синеродистаго водорода, то онъ представляетъ во многихъ отношеніяхъ **свойства кислотъ**, легко образующей соли, а въ другихъ отношеніяхъ такихъ свойствъ не представляетъ. Такъ, нагрѣтая съ металлическимъ калиемъ, или съ металлическою ртутью (?), синильная кислота выдѣляетъ водородъ и образуетъ KCN и $Hg(CN)^2$ —вещества, представляющія продукты замѣненія въ синеродистомъ водородѣ заключающагося въ немъ водорода металлами, что и свойственно кислотамъ. Дѣйствительно, получающіяся вещества представляютъ солеобразный видъ и свойства солей мѣнять свой металлъ съ другими металлами. Но ни самъ синеродистый водородъ, ни его водяной растворъ, не представляютъ кислой реакціи, не разлагаютъ углекислыхъ солей, какъ большинство всѣхъ другихъ кислотъ. Впрочемъ, нѣкоторыя углекислыя соли имъ разлагаются, съ выдѣленіемъ углекислаго газа, какъ то дѣлаетъ напр. азотная, хлористоводородная и всякая другая кислота. Растворъ угленатровой соли, смѣшанный съ растворомъ синильной кислоты, даетъ синеродистый натрій, съ выдѣленіемъ углекислаго газа. Ыдкое кали, какъ и другія щелочи, сперва соединяются съ синеродистымъ водородомъ, образуя синеродистый металлъ (напр. $KHO + HCN = KCN + H^2O$), но потомъ, при кипяченіи, превращаютъ ее въ муравьиноамміачную соль, причѣмъ и выдѣляется амміакъ, какъ и отъ всякой амміачной соли, при дѣйствіи щелочи. Но, впрочемъ, и это относится не ко всѣмъ основаніямъ; такъ, окись ртути легко растворяется въ синеродистомъ водородѣ и образуетъ воду и синеродистую ртуть, какъ то происходитъ со многими другими кислотами. Въ растворахъ солей закиси ртути, синильная кислота однако производитъ разложеніе, съ выдѣленіемъ металлической ртути; но растворъ азотносеребряной соли, выдѣляющій во многихъ обстоятельствахъ столь легко серебро,

посредствомъ синеродистаго водорода не восстанавливается, а образуетъ мало растворимое синеродистое серебро, въ видѣ болѣе или менѣе творожистаго осадка. Смѣшивая растворъ синильной кислоты съ растворами солей желѣза, не замѣчаютъ никакого измѣненія. Но если къ такой смѣси прибавить ѣдкой щелочи и потомъ кислоты, то тотчасъ образуется синій осадокъ **берлинской лазури**, въ особенности, если взята смѣсь раствора солей закиси и окиси желѣза. Этимъ путемъ можно открыть малыя количества синильной кислоты и синеродистыхъ металловъ, ей отвѣчающихъ.

Такимъ образомъ синеродистому водороду соответствуетъ рядъ металлическихъ производныхъ, представляющихъ свойства солей. Но въ самомъ синеродистомъ водородѣ кислотныя свойства весьма мало развиты. Однако, всѣ металлическія производныя синеродистаго водорода обратно выдѣляютъ синеродистый водородъ, при дѣйствіи слабыхъ кислотъ, что можно узнать по характерному горькоминдальному запаху, свойственному синеродистому водороду. Способность его образовывать соли особенно замѣчательна въ томъ отношеніи, что многія двойныя соли, какъ, напр., соли, содержащія калий и желѣзо, калий и кобальтъ, калий и платину и т. п., происходятъ чрезвычайно легко и отличаются большою прочностью, также, какъ и соли нѣкоторыхъ металловъ, напр. ртути, серебра и др. При дѣйствіи кислотъ и щелочей, какъ синеродистый водородъ, такъ и эти непостоянные синеродистые металлы, могутъ распадаться такимъ образомъ, что образуютъ муравьиную кислоту и амміакъ, потому что синильная кислота, какъ мы видѣли ранѣе, есть нитрилъ, отвѣчающій муравьиной кислотѣ, т. е. муравьиноамміачная соль, изъ которой отнять весь кислородъ въ видѣ воды. Разложеніе можетъ быть выражено слѣдующимъ уравненіемъ:



Оттого-то при полученіи синеродистаго водорода дѣйствіемъ кислоты на синеродистые металлы, нѣкоторая часть синеродистаго водорода разлагается.

Синильная кислота обладаетъ способностію соединяться не съ охной водою. Особенно легко образуется соединеніе синеродистаго водорода съ хлористымъ водородомъ.

Въ практикѣ синильная кислота употребляется въ видѣ слабаго раствора, содержащаго не болѣе 2% синильной кислоты, именно въ видѣ лавровишневой и горькоминдальной воды.

Синеродистый аммоній происходитъ, какъ указано выше, даже при дѣйствіи амміака на уголь; онъ образуется также изъ синильной

кислоты и амміака и представляет вещество весьма мало постоянное. Составъ его NH^+CN .

Синеродистые щелочные металлы, какъ, напр., синеродистый калий и натрій, имѣютъ щелочную реакцію, разлагаются даже углекислотою (оттого не могутъ сохраняться на воздухѣ) и дѣйствуютъ какъ сильныя восстанавливающія вещества. При сплавленіи со многими окислами, они отнимаютъ отъ нихъ кислородъ, причемъ дѣйствуетъ конечно углеродъ и калий, заключающіеся въ синеродистомъ калий. Но если окислительное дѣйствіе будетъ слабо, а именно будетъ совершаться при низкихъ температурахъ и съ веществами, не очень легко отдѣляющими кислородъ, то не происходитъ разрушенія синеродистаго калия; онъ не превращается въ углекислую соль, а къ нему только присоединяется кислородъ. Изъ KCN происходитъ при этомъ **синеродистокалиевая соль** KCNO . Такое превращеніе синеродистаго калия совершается при дѣйствіи кислорода воздуха и при осторожномъ сплавленіи съ окисью свинца, причемъ получается металлическій свинецъ, а кислородъ переходитъ къ синеродистому калию. Не только самъ синеродистый калий, но и та желтая соль, которая служитъ для полученія большинства синеродистыхъ соединеній и заключаетъ въ себѣ также синеродъ и калий, можетъ служить для этой цѣли. Въ большой части случаевъ при этомъ, вмѣстѣ съ синеродистокалиевою солью, происходитъ углекалиевая соль, потому что окислительное дѣйствіе можетъ идти далѣе и, кромѣ того, вслѣдствіе того обстояательства, что синеродистая кислота, отвѣчающая синеродистометаллическимъ солямъ, есть ничто иное, какъ нитрилъ угольной кислоты, слѣдовательно и способна во многихъ обстоятельствахъ давать угольную кислоту. Чтобы раздѣлять образующуюся синеродистокалиевую соль отъ углекалиевой соли, употребляютъ крѣпкій спиртъ, растворяющій синеродистощелочную соль и нерастворяющій углещелочной соли. Такъ, напр., то вещество, которое образуется при сплавленіи 8 частей высушенной желтой соли съ тремя частями углекислаго калия и 14 частями окиси свинца, при обработкѣ спиртомъ, даетъ растворъ синеродистокалиевой соли. Этотъ послѣдній при испареніи оставляетъ синеродистокалиевую соль, въ видѣ солеобразной безцвѣтной массы. При всѣхъ работахъ съ солями синеродистой кислоты, нужно избѣгать, по возможности, присутствія воды, щелочей и кислотъ, потому что въ этихъ случаяхъ синеродистая кислота разлагается весьма легко, образуя углекислоту и амміакъ. Синеродистокалиевая соль, полученная вышеописаннымъ способомъ, можетъ слу-



жить для приготовления другихъ солей синеродистой кислоты, потому что калий можно замѣнить, способомъ двойнаго разложения, посредствомъ другихъ металловъ. Такъ, напр., растворъ синеродистокаліевой соли съ солью серебра или свинца даетъ осадокъ синеродистосеребряной и синеродистосвинцовой соли.

Если синеродистокаліевую соль обрабатывать кислотой, то можно было бы ожидать образованія **синеродистой кислоты** $CNHO$, но выдѣляется только угольная кислота, даже при употребленіи самыхъ слабыхъ кислотъ, какъ будто бы мы имѣли углекислую соль. Это происходитъ оттого, что свободная синеродистая кислота, въ моментъ выдѣленія, тотчасъ присоединяетъ къ себѣ воду и даетъ углекислый газъ и амміакъ, которыми она соотвѣтствуетъ, и потому, изъ солей въ свободномъ видѣ, синеродистая кислота получена быть не можетъ. Однако, косвеннымъ путемъ удалось получить и свободную синеродистую или ціановую кислоту, только какъ вещество весьма непостоянное. Для этого послужили Вѣлеру слѣдующія реакціи.

Если синеродистокаліевую соль смѣшать съ солью амміака, напр. съ сѣрноамміачною солью, и къ смѣси растворовъ прибавить спирту, то осаждается сѣркокаліевая соль, въ спиртѣ мало растворимая, а въ растворѣ получается синеродистоамміачная соль: $2CNKO + (NH^4)^2SO^4 = 2CN(NH^4)O + K^2SO^4$. Эта синеродистоамміачная соль реагируетъ какъ все соли синеродистой кислоты, т. е. съ кислотами тотчасъ выдѣляетъ углекислый газъ и образуетъ аммоніакальную соль взятой кислоты. Но если растворъ синеродистоамміачной соли подвергнуть нагрѣванію, то съ нимъ происходитъ замѣчательное измѣненіе. Образующееся вещество также остается въ растворѣ, но уже не выдѣляетъ съ кислотами углекислаго газа, а со щелочами амміака, и представляетъ такимъ образомъ тѣло гораздо болѣе прочное. Образующееся вещество есть ничто иное, какъ **мочевина**, т. е. то вещество, которое также какъ и синеродистая кислота есть амміачное производное угольной кислоты, и именно **карбамидъ** или амидъ угольной кислоты



Синер.-амміачная соль. Карбамидъ или мочевина.

Для доказательства того, что образующаяся при этомъ мочевина есть дѣйствительно карбамидъ, можетъ служить нѣсколько способовъ ея образованія изъ соединеній угольной кислоты и амміака, а также и способъ ея распадѣнія. Дѣйствительно, эфиръ, соотвѣтствующій угольной кислотѣ, при нагрѣваніи съ амміакомъ, даетъ мочевины, точно также, какъ всякій другой сложный эфиръ кислоты съ амміакомъ даетъ амидъ взятой кислоты. Сложный эфиръ есть кислота, въ которой водородъ замѣненъ углеводороднымъ остаткомъ спирта, напр.



этиломъ C^2H^5 . Эфиръ кислоты RHO будетъ содержать RC^2H^5O ; съ амміакомъ NH^3 онъ даетъ спиртъ C^2H^5HO и амидъ RNH^2 , то есть водородъ амміака мѣняетъ мѣсто съ остаткомъ кислоты R . Такъ и эфиръ угольной кислоты $CO(C^2H^5O)^2$ даетъ амидъ $(NH^2)^2CO$, причемъ остатокъ угольной кислоты CO мѣняетъ мѣсто съ двумя аяями водорода.

Хлорокись углерода или такъ называемый фосгенъ $COCl^2$, т. е. углекислота, въ которой водный остатокъ замѣненъ хлоромъ или окисъ углерода, соединенная съ хлоромъ, при дѣйствіи на амміакъ также даетъ мочевины. Сама углеамміачная соль (стр. 632) образуетъ мочевины, а образованная мочевины, оставаясь въ водномъ растворѣ въ присутствіи веществъ, находящихся въ мочѣ, превращается въ углеамміачную соль, что и служитъ даже для полученія этихъ солей въ большемъ видѣ изъ мочи, и, при осторожномъ нагреваніи съ кислотами, распадается, образуя углекислый газъ и амміачную соль. Все это ведетъ къ тому заключенію, что мочевины, получающаяся черезъ превращеніе синеродистоамміачной соли, тождественна съ карбамидомъ.

Мочевины находится, какъ показываетъ уже самое названіе въ мочѣ. Въ 100 частяхъ мочи человѣка находится около $2\frac{1}{2}$ частей мочевины, что составляетъ въ день около 30 граммовъ. Моча овецъ содержитъ около $1\frac{1}{2}$ процентовъ мочевины. Изъ мочи ее можно получить различными способами. Къ мочѣ прибавляютъ нѣкоторое количество щавелевой кислоты, съ которой мочевины легко соединяется въ прочное кристаллическое вещество, и мочу испаряютъ. Когда растворъ будетъ выпаренъ до того, что останется только $\frac{1}{3}$ доля раствора, при охлажденіи выдѣляются кристаллы, содержащія щавелевую кислоту и мочевины. Эти кристаллы при дѣйствіи слабого раствора щелочи даютъ мочевины. Мочевины представляетъ тѣло кристаллическое и безцвѣтное, растворяющееся въ водѣ и представляющее прохладительный вкусъ селитры. Ея измѣненія и продукты мы здѣсь не описываемъ, потому что это вещество, какъ и болѣе сложныя органическія вещества, составляетъ предметъ, разсматриваемый въ органической химіи. Необходимо только упомянуть, что въ организмахъ мочевины составляетъ продуктъ окислительнаго дѣйствія кислорода на сложныя азотистыя вещества, входящія въ тѣло животныхъ.

Если мочевины подвергнуть быстрому разогрѣванію, то она выдѣляетъ амміакъ. Выдѣливши амміакъ, она должна была бы дать синеродистую или циановую кислоту ($CON^2H^4 = NH^2 + CONH$), но въ дѣйствительности при накалываніи мочевины образуется не сама синеродистая кислота, а ей изомерное, почти не растворимое и весьма прочное вещество, называемое **циануровою кислотою**. Это вещество при пере-

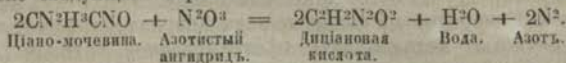


гонкъ измѣняется и даетъ ціановую кислоту, нисколько не перемѣняясь въ составѣ, а только претерпѣвая изомерное превращеніе. Чтобы узнать разность, существующую между ціановой кислотой и ціануровой, достаточно указать на то, что ціануровая кислота даетъ три ряда солей, тогда какъ ціановая одинъ рядъ солей; напр., для солей калия: ціануровая кислота $\text{KN}^2\text{C}^3\text{N}^3\text{O}^3$, $\text{K}^2\text{HC}^3\text{N}^3\text{O}^3$ и $\text{K}^3\text{C}^3\text{N}^3\text{O}^3$, тогда какъ ціановая даетъ только KCNO . Изъ этого можно видѣть, что въ ціануровой кислотѣ заключается 3H , способныхъ замѣщаться металлами, тогда какъ въ ціановой кислотѣ только одинъ такой H ; слѣдовательно ціануровая кислота есть полимерное видоизмѣненіе ціановой кислоты, и если послѣднюю мы изображаемъ чрезъ CNHO , то частица ціануровой кислоты должна быть $\text{C}^3\text{N}^3\text{H}^3\text{O}^3$. Это одинъ изъ замѣчательныхъ примѣровъ изомернаго превращенія, послужившій въ исторіи химіи къ болѣе ясному установленію понятія объ основности кислотъ, т. е. объ содержаніи въ нихъ водорода, способнаго замѣщаться металлами. Онъ тѣмъ болѣе замѣчателенъ, что переходъ отъ одного изомернаго соединенія къ другому въ этомъ случаѣ весьма легокъ, именно, ціануровая кислота, вполнѣ высушенная (она содержитъ кристаллизационную воду), при началѣ накаливанія выдѣляетъ летучую синеродистую кислоту, которая получается въ хорошо охлаждаемомъ пріемникѣ. Сама ціануровая кислота вовсе не летуча. Ціановая кислота, получающаяся этимъ способомъ, имѣетъ сильный кислотный запахъ, весьма ядовита, легко летуча, реагируетъ какъ сильная кислота и чрезвычайно не постоянна. Даже при простомъ сохраненіи, спустя нѣкоторое время послѣ своего приготвленія, безцвѣтная жидкость ціановой кислоты мутится, закипаетъ отъ разогрѣванія и превращается черезъ новое изомерное видоизмѣненіе въ сухое твердое бѣлое вещество. Даже при 0° подобное превращеніе происходитъ, хотя медленно; тогда происходящее вещество представляетъ твердую фарфорообразную массу. Получающееся вещество называется аммелидомъ.

Не только въ безводномъ состояніи ціановая кислота не постоянна, но и въ водяномъ растворѣ при низкихъ температурахъ также отличается непостоянствомъ. Если пары ціановой кислоты поглощать снѣгомъ, то происходитъ растворъ, который, однако, быстро выдѣляетъ углекислый газъ. Но если ціановую кислоту превратить въ соль, поглощая пары ея щелочью, то она уже становится въ видѣ соли довольно постоянной, хотя и въ этомъ состояніи отъ дѣйствія влажности воздуха соль ціановой кислоты претерпѣваетъ тоже измѣненіе, т. е. образуетъ угольную кислоту и амміакъ, причѣмъ и ока-

зывается вышеуказанное близкое соотношеніе между угольным и циановою кислотами.

Если мочевины нагрѣвать съ іодистымъ синеродомъ CN при 150° , то происходитъ нерастворимое вещество, называемое синеродомочевинной. Это вещество представляетъ мочевины, въ которой одинъ пай водорода замѣщенъ синеродомъ: $CN^2H^3(CN)O$. При дѣйствіи азотистыхъ паровъ на это вещество, смѣшанное съ водою, отдѣляется большое количество азота и образуется зеленатовожелтый растворъ, который при испареніи выдѣляетъ азотную кислоту и оставляетъ такъ называемую дициановую кислоту. Разложеніе можетъ быть представлено слѣдующимъ образомъ:



Образующаяся при реакціи дициановая кислота хорошо кристаллизуется и содержитъ при этомъ кристаллизаціонную воду. Она растворима въ водѣ, особенно въ горячей и отличается значительнымъ постоянствомъ. По составу она, какъ видно, изомерна съ циановой и циануровой кислотами и при накаливаніи, подобно циануровой кислотѣ, даетъ циановую кислоту. Къ щелочамъ она относится какъ циановая кислота, образуя углекислоту, амміакъ и воду. Но это есть кислота двуосновная, точно также какъ циановая кислота есть одноосновная и циануровая трехосновная.

Весьма замѣчательны извѣстныя полимерныя видоизмѣненія циановой кислоты: дициановая кислота и циануровая или трициановая кислота. Составъ ихъ: $CNHO$, $C^2N^2H^2O^2$ и $C^3N^3H^3O^3$ одинъ и тотъ же, но вѣсъ частицы различенъ, что и составляетъ примѣръ полимеріи (стр. 577). Способность давать полимерныя видоизмѣненія не только замѣчается въ циановой кислотѣ, но и въ другихъ циановыхъ соединеніяхъ, что для нихъ и объясняется во многихъ случаяхъ тѣмъ, что въ циановыхъ соединеніяхъ существуетъ способность вступать въ соединенія. Самую способность образовать двойныя соли можно объяснить на основаніи этой способности. Такую способность вступать въ прямыя соединенія можно до нѣкоторой степени объяснить. Циановыя соединенія, какъ мы видѣли, представляютъ нитрилы, т. е. амміачныя соли, потерявшія два раза воду, — сперва для образованія амидовъ, а потомъ для превращенія въ нитрилы. Слѣдовательно къ циановымъ соединеніямъ можно присоединять воду или вмѣсто нея какое либо другое вещество; и дѣйствительно, всѣ циановыя соединенія способны вступать въ разнообразныя соединенія. Такъ для циановой и синильной кислотъ извѣстны довольно постоянныя соединенія съ хлористымъ водородомъ для синерода съ сѣрнистымъ водородомъ ($C^2N^2H^2S$ и $C^2N^2H^2S$ — такъ называемыя флавеановая и рубеановая кислоты). Сине-



родистый водородъ соединяется съ водородомъ въ моментъ его выдѣленія изъ сѣрной кислоты цинкомъ, образуя такъ называемый метиламинъ $\text{CNH} + 2\text{H}^2 = \text{CH}^3\text{NH}^2$. Циановая кислота соединяется въ моментъ выдѣленія съ мочевиною, образуя, такъ называемый, биуретъ. Словомъ—всѣ хорошо изслѣдованные нитрилы способны вступать въ разнообразныя соединенія, которыя можно уподобить соединенію ихъ съ водою. Такъ извѣстны многія соединенія синеродистыхъ металловъ съ другими синеродистыми металлами. Въ этомъ смыслѣ можно выразиться, что двойная соль, напр., синеродистаго калия и синеродистаго серебра KCNAgCN подобна амиду. Амидъ есть нитрилъ + вода. Синеродистый водородъ есть нитрилъ, слѣдовательно и синеродистые металлы суть нѣчто подобное нитрилу. Этотъ нитрилъ можетъ соединяться съ водою, давать амидъ; но вмѣсто того, чтобы соединяться съ водою, онъ даетъ соединенія съ другими синеродистыми металлами. Амміачныя соли постояннѣе, чѣмъ нитрилы, оттого и немудрено, что двойные синеродистые металлы болѣе постоянны, чѣмъ многіе изъ простыхъ. Тѣ же, которые составлены такимъ образомъ, что содержатъ въ себѣ три синерода, еще болѣе постоянны; такова напр. желтая соль. Если нитрилы или циановыя соединенія способны соединяться съ разнообразными другими веществами, то они могутъ и взаимно соединяться другъ съ другомъ. Если RCN соединяется съ H^2O и $2\text{H}^2\text{O}$, съ HCl , съ 2H^2 и др., то онъ можетъ соединиться и съ RCN и съ 2RCN , а чрезъ такое соединеніе и получаются полимеры; изъ RCN производятъ $\text{R}^2\text{C}^2\text{N}^2$ и $\text{R}^3\text{C}^3\text{N}^3$. То же самое должно сказать и о циановой кислотѣ. Она есть также нитрилъ; соединившись сама съ собою, вмѣсто того, чтобы соединиться съ водою, она даетъ болѣе постоянное вещество—дициановую кислоту, а чрезъ присоединеніе еще съ новымъ количествомъ того же вещества образуетъ циануровую кислоту, которая будетъ, значить, подобна въ этомъ смыслѣ амміачной же соли, т. е. веществу еще гораздо болѣе постоянному.

Тотъ переходъ, который существуетъ между синеродистымъ водородомъ, синеродистыми металлами и солями синеродистой кислоты, а также и всѣми другими вышеупомянутыми соединеніями, можно выразить, допустивъ, что въ нихъ находится остатокъ, состоящій изъ углерода и азота—синеродъ CN . Синильная кислота въ этомъ смыслѣ есть синеродистый водородъ, а циановая кислота есть гидратъ синерода; точно такъ, какъ существуетъ для хлора хлористый водородъ HCl и хлорноватистая кислота ClON . Частица синерода должна соответствовать поэтому частицѣ хлора, которая содержитъ въ себѣ Cl^2 , т. е. представляетъ хлористый водородъ, въ которомъ во-

дородъ замѣненъ хлоромъ. Точно такъ и свободный синеродъ долженъ представлять синильную кислоту, въ которой водородъ замѣненъ синеродомъ: C^2N^2 или $CNCN$. Этотъ составъ какъ разъ выражаетъ, судя по вышесказанному, нитрилъ щавелевой кислоты, и дѣйствительно щавелевоамміачная соль и амидъ ей соотвѣтствующій (оксамидъ, стр. 630, 635) при нагреваніи съ фосфорнымъ ангидридомъ, отнимающимъ воду, даютъ **синеродъ** или **цианъ**. Это же самое вещество происходитъ изъ нѣкоторыхъ синеродистыхъ металловъ при простомъ ихъ накаливаніи. Въ особенности пригодна для этой цѣли синеродистая ртуть (стр. 637), тѣмъ болѣе, что она легко получается въ чистомъ видѣ и весьма постоянна въ отдѣльномъ состояніи. Если синеродистую ртуть нагревать, то она разлагается, подобно окиси ртути, на металлическую ртуть и синеродъ. Для этого разложенія можно употреблять приборы совершенно сходные съ тѣми (фиг. 33), какіе употребляются для полученія кислорода. При этомъ HgC^2N^2 распадается на Hg и C^2N^2 . Для приготовленія нужно брать совершенно сухую синеродистую ртуть, потому что въ присутствіи влажности она при накаливаніи даетъ амміакъ, углекислоту и синильную кислоту. Въмѣсто синеродистой ртути можно употреблять смѣсь совершенно сухой желтой соли и хлористой ртути; тогда въ самой ретортѣ происходитъ двойное разложеніе и образованіе синеродистой ртути. Синеродистое серебро также выдѣляетъ синеродъ при простомъ накаливаніи.

Это есть пахучій, безцвѣтный и ядовитый газъ, легко сгущающійся при охлажденіи въ безцвѣтную жидкость, нерастворимую въ водѣ и имѣющую удѣльный вѣсъ 0,86. Она кипитъ около -20° и потому въ сильноохладительной смѣси синеродъ можетъ быть легко сгущенъ въ жидкость. Его можно въ жидкомъ видѣ получить также употребляя тотъ способъ, какимъ получается жидкій амміакъ, нагревая въ одной вѣтви прибора синеродистую ртуть (стр. 407). При -35° жидкій синеродъ застываетъ. Вода растворяетъ этотъ газъ въ довольно значительномъ количествѣ, а именно до $4\frac{1}{2}$ объемовъ, спиртъ 23 объема. Но такіе растворы непостоянны.

Синеродъ выдерживаетъ жаръ довольно легко, не разлагаясь, но отъ дѣйствія электрическихъ искръ выдѣляетъ уголь, причѣмъ остается объемъ азота, равный объему взятаго синерода. Заключая въ себѣ уголь, синеродъ горитъ; цвѣтъ его пламени красноватофіолетовый, что зависитъ отъ присутствія азота, всѣ соединенія котораго сообщаютъ пламени болѣе или менѣе этотъ красноватофіолетовый оттѣнокъ. При горѣніи ціана образуются углекислый газъ и азотъ. Это происходитъ

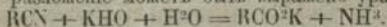
также въ эвдиометръ съ кислородомъ и при дѣйстви синерода на многіе накаленные окислы.

Его соотвѣтствіе съ синеродистыми металлами видно не только изъ того, что онъ образуется изъ синеродистой ртути, но также изъ того, что при накаливаніи съ натріемъ и калиемъ онъ съ ними даетъ синеродистый натрій и калий, причемъ натрій и калий воспламеняются въ синеродъ. Если пропускать синеродъ черезъ растворъ ѣдкаго натра, то происходитъ синеродистый натрій и синеродистонатровая соль $C^2N^2 + 2NaHO = NaCN + CNNaO + H^2O$; но впрочемъ послѣдняя соль легко разлагается, также какъ и часть синерода подвергается болѣе сложному измѣненію.

Подобнымъ же образомъ онъ относится къ амміаку, но при этомъ получается еще большее количество побочныхъ продуктовъ, которые вѣроятно представляютъ изомерныя превращенія синерода. Изъ этихъ изомерныхъ превращеній особенно обратилъ на себя вниманіе **параціанъ**. Это есть бурое вещество, имѣющее составъ синерода, образующееся при всѣхъ способахъ приготовленія синерода, причемъ оно остается въ остаткѣ. Синеродистое серебро при слабомъ нагрѣваніи плавится, а при дальнѣйшемъ нагрѣваніи выдѣляетъ газъ, причемъ смѣсь сильно разгорячается. Тогда въ остаткѣ получается значительное количество параціана. Замѣчательно при этомъ, что ровно половина синерода дѣлается газообразною, а другая превращается въ параціанъ. Въ остаткѣ вмѣстѣ съ параціаномъ будетъ металлическое серебро, которое можно извлечь ртутью и потомъ азотной кислотой. Параціанъ въ водѣ не растворимъ, чрезвычайно постояненъ и потому его реакціи до сихъ поръ мало изслѣдованы. Вѣроятно это есть одинъ изъ полимеровъ синерода, можетъ быть C^6N^6 .

Мы видѣли, что соли органическихъ кислотъ могутъ быть представлены какъ вещества, заключающія карбоксильный остатокъ, $COOH$. Одноосновныя кислоты заключаютъ одинъ разъ этотъ остатокъ, двuosновныя два раза и т. д. Изъ этого можно вывести общее понятіе о нитридахъ, отвѣчающихъ органическимъ кислотамъ. Для примѣра возьмемъ одноосновныя кислоты, заключающія углеводородную группу, соединенную съ карбоксилемъ. Эту углеводородную группу назовемъ R. Она будетъ представлять составъ углеводорода безъ одного H, замѣщеннаго карбоксилемъ. Такъ напр. бензойная кислота будетъ соединеніе фенила съ карбоксилемъ C^6H^5COHO . Если такую кислоту превратить въ амміачную соль, то получающаяся соль будетъ представлять составъ $RCOONH^4$. Всѣ амміачныя соли при накаливаніи, а въ особенности при нагрѣваніи съ веществами, способными отнимать воду, даютъ амиды, а амиды выдѣляютъ съ фосфорнымъ ангидридомъ еще воду и даютъ нитрилы; слѣдовательно нитрилъ будетъ содержать неизмѣненный углеводородный остатокъ R и

синеродъ RCN , потому что вода можетъ выдѣлиться только изъ карбоксилевого остатка, заключающаго кислородъ. Такимъ образомъ, великой органической кислотѣ соответствуетъ нитрилъ RCN или синеродистое соединеніе. Нитрилы, значитъ, будутъ представлять углеводистые водороды, въ которыхъ водородъ замѣщенъ синеродомъ. Они могутъ быть получены изъ углеводистыхъ водородовъ слѣдующимъ путемъ, какимъ получаютъ изъ нихъ и другія производныя: сперва водородъ замѣщаютъ въ углеводородъ RH хлоромъ, образуется RCl , а потомъ дѣйствуютъ полученнымъ продуктомъ на синеродистый металлъ напр. KCN . Хлоръ соединяется съ металломъ, а синеродъ становится на мѣсто хлора и получается нитрилъ $\text{RCI} + \text{KCN} = \text{KCI} + \text{RCN}$. Такіе же нитрилы могутъ быть получены изъ амміачныхъ солей кислотъ и они оказываются тождественными между собою. Нитрилы органическихъ кислотъ обладаютъ способностью реагировать при нагрѣваніи со щелочами и водой, такъ что выдѣляется амміакъ и образуется соль соответственной кислоты. Это зависитъ отъ того, что нитрилы соответствуютъ амміачнымъ солямъ кислотъ. Такъ разложеніе можетъ быть выражено уравненіемъ:



При этомъ, значитъ, происходитъ обратное превращеніе нитрила въ кислоту, точно такъ какъ изъ синеродистаго водорода происходитъ муравьиная, а изъ синеродистой кислоты угольная кислота. Значитъ, эти послѣднія суть только низшіе, простѣйшіе члены цѣлаго ряда нитриловъ или синеродистыхъ соединеній, описаніе которыхъ составляетъ предметъ органической химіи.

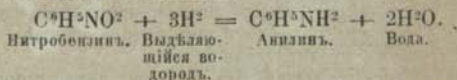
Говоря объ азотистыхъ веществахъ, заключающихъ углеродъ, нельзя не остановиться на томъ, что углеводистымъ водородамъ соответствуетъ и цѣлый рядъ такъ называемыхъ сложныхъ амміаковъ или **аминовъ**, или искусственныхъ алкалоидовъ. Эти вещества получаютъ изъ углеводистыхъ водородовъ слѣдующимъ способомъ: посредствомъ соответственныхъ спиртовъ получаютъ углеводистые водороды, въ которыхъ водородъ замѣщенъ іодомъ, напр. соответственно углеводороду C^2H^6 получаютъ изъ обыкновеннаго спирта іодистый этилъ $\text{C}^2\text{H}^5\text{I}$. Подобныя вещества дѣйствуютъ при нагрѣваніи на амміакъ, именно съ нимъ соединяются. Происходитъ солеобразное вещество, подобное соединенію амміака съ хлористымъ водородомъ и другими кислотами. Составъ этого вещества будетъ въ данномъ случаѣ $\text{NH}^2\text{C}^2\text{H}^5\text{I}$. Если такое вещество, подобное нашатырю, нагрѣвать со щелочью, то выдѣляется не амміакъ, а къ щелочи переходитъ іодистый водородъ и выдѣляется летучее вещество состава $\text{NH}^2\text{C}^2\text{H}^5$, т. е. амміакъ, въ которомъ водородъ замѣщенъ углеводородистымъ остаткомъ C^2H^5 . Можно не одинъ а послѣдовательно всѣ три пал водорода замѣстить этимъ остаткомъ. Если взять напр. іодистый этилъ и присоединить его къ получающемуся вышеописаннымъ образомъ этиламину, то происходитъ соединеніе $\text{NH}^2(\text{C}^2\text{H}^5)^2\text{I}$. Это вещество, также солеобразное, распадается при дѣйствіи щелочи на іодистый водородъ, переходящій къ щелочи, и двуэтиламинъ $\text{NH}(\text{C}^2\text{H}^5)^2$. Подобнымъ же образомъ можно получить $\text{N}(\text{C}^2\text{H}^5)^3$. Эти вещества, подобныя амміаку, суть летучія или газообразныя соединенія, или легко сгущающіяся въ жидкость, или представляющія летучія жидкости, или наконецъ ве-



щества не летучія, иногда даже кристаллическія. Нѣкоторыя изъ подобныхъ веществъ находятся и въ природѣ; напр. въ табакѣ заключается жидкость летучая, называемая никотиномъ и имѣющая составъ $C^{10}H^{14}N^2$. Также въ хинѣ заключается подобное же вещество, твердое, не летучее. Всѣ эти вещества обладаютъ способностью, какъ амміакъ, соединяться съ кислотами и потому носятъ названіе алкалоидовъ, т. е. щелочныхъ веществъ, заключающихъ углеродъ и способныхъ, какъ амміакъ, соединяться съ кислотами и давать соли. Число такихъ алкалоидовъ и ихъ разнообразіе увеличивается не только отъ того, что многіе изъ нихъ находятся въ природѣ, но также и отъ того, что они получаютъ и разнообразными другими способами, описаніе которыхъ входитъ уже въ своей подробности въ предметъ органической химіи.

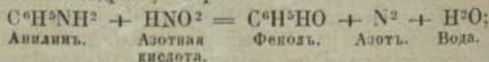
Алкалоиды или амины получаютъ не только вышеописаннымъ способомъ, но и нѣсколькими другими. Изъ нихъ способъ Зинина имѣетъ особенный теоретическій и практическій интересъ.

Нитросоединенія напр. нитробензинъ (стр. 446) $C^6H^5NO^2$ подъ вліяніемъ восстанавливающихъ веществъ, отдѣляющихъ водородъ (напр. желѣза и уксусной кислоты, сѣрнистаго водорода, дающаго водородъ и сѣру), даютъ такъ амміачныя соединенія, какъ азотная кислота въ этихъ обстоятельствахъ даетъ амміакъ. Такъ нитробензинъ образуетъ алкалоидъ, называемый анилиномъ.

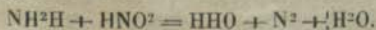


Такъ анилинъ готовится въ практикѣ въ большихъ количествахъ изъ бензина, образующагося (стр. 581) при сухой перегонкѣ каменнаго угля. Приготавливаютъ же анилинъ преимущественно для распространенныхъ вышѣ синихъ, красныхъ и разныхъ другихъ красокъ, носящихъ названіе анилиновыхъ красокъ. Такъ, красную краску—фуксинъ или розавилинъ—готовятъ дѣйствуя на анилинъ окисляющими веществами, напримѣръ мышьяковой кислотой. Самъ же анилинъ есть слабожелтоватая, иногда бурая жидкость, кипящая при 182° , малорастворимая въ водѣ и немногимъ только болѣе ея тяжелая.

Амиды, алкалоиды и нитрилы относятъ къ амміаку не только потому, что они образуются или какъ онъ, или при его содѣйствіи, не только потому, что многіе изъ нихъ обладаютъ свойствомъ амміака вступать въ соединенія и даютъ при многихъ обстоятельствахъ амміакъ, но также и потому, что они способны вступать во многія реакціи, свойственныя амміаку. Такъ мы знаемъ (стр. 464), что амміакъ съ азотистою кислотой (напр. съ азотною кислотой и окисью азота) даетъ азотъ. Такъ и амины, и амиды съ азотистою кислотой даютъ соответственный гидратъ; напр.:



точно такъ, какъ



Кромѣ амидовъ, нитриловъ, алкалоидовъ и нитро-соединеній между

органическими или углеродистыми веществами находятся еще и многие другие виды азотистых веществ. Между ними наиболее замечательней разряд сложнейших углеродистых веществ, входящих в состав тела животных и растений и отличающихся своею большою извѣнчивостью. Это суть такъ называемыя бѣлковыя вещества, о которыхъ мы уже имѣли случай упомянуть нѣсколько разъ. Они представляютъ довольно однообразный составъ, а именно въ большинствѣ случаевъ содержатъ 53% углерода, 7% водорода, 16% азота, около 2% серы и около 22% кислорода. Частичный составъ и отношеніе по реакціямъ къ другимъ органическимъ веществамъ до сихъ поръ неизвѣстны для бѣлковыхъ тѣлъ, по той причинѣ, что эти вещества не кристаллизуются, весьма легко измѣняются, не перегоняются и послѣдствіи того не получаютъ въ чистомъ состояніи, а при дѣйствіи всякихъ реагентовъ легко подвергаются полному распаденію, напр. измѣняются отъ дѣйствія щелочей и кислотъ, отъ дѣйствія воздуха и солей и потому представляютъ труднѣйшій случай для точнаго изученія.

Выводы. Амміакъ образуетъ съ углеродистыми кислотами RCOHO соли RCONH^4O , способныя терять воду и образовывать амиды RCONH^2 и нитрилы RCN или синеродистыя соединенія. Последніе во многихъ обстоятельствахъ обратно даютъ амміакъ и кислоту.

Такъ угольная кислота даетъ неостоянную среднюю соль $\text{CO}(\text{NH}^4\text{O})^2$, превращающуюся въ CO^2NH^3 и кислую соль COHONH^4O .

Смѣсь ихъ образуетъ обыкновенную углеамміачную соль, получающуюся при сухой перегонкѣ азотистыхъ веществъ и др.

Мочевина, находящаяся въ мочѣ, $\text{CO}(\text{NH}^2)^2$, есть карбамидъ или угольный амидъ, а неостоянная циановая кислота HOCN есть нитрилъ углекислоты, потому онѣ, разлагаясь, даютъ NH^3 и CO^2 .

Муравьиной кислотѣ HCOOH отвѣчаетъ HCN , синильная кислота, какъ нитрилъ, а щевелевой $(\text{COOH})^2$ —синеродъ $(\text{CN})^2$.

Синеродистый водородъ HCN есть слабая кислота. Ея соли MCN или синеродистые металлы получаютъ изъ азотистыхъ веществъ при нагреваніи съ углемъ и щелочью. Синеродистая ртуть при накалываніи даетъ синеродъ, а синеродистый калий, окисляясь, даетъ синеродистокалиевую соль KCNO .

Всѣ синеродистыя соединенія обладаютъ способностію соединяться (а именно соединяются съ одною и двумя частицами на пай синерода CN , потому что онъ образуется изъ RCO^2NH^4 чрезъ отнятіе $2\text{H}^2\text{O}$) съ водою (даютъ амміачныя соли, какъ нитрилы), съ различными кислотами, другъ съ другомъ (оттого легко образуются двойные синеродистые металлы) и даже подвергаются полимеріи.

Въ нитрилахъ можно принять существованіе остатка — циана или синерода CN , какъ въ кислотахъ карбоксила COOH , или какъ признаются остатки HO , CH^4 , NO^2 , NH^4 и др.

Въ то же время нитрилы суть амміачныя производныя, какъ и многія другія углеазотныя соединенія.

Въ амміакѣ можно послѣдовательно замѣщать водородъ углеводородными остатками, чрезъ что получаютъ алкалоиды, способные, какъ амміакъ, соединяться съ кислотами.



ГЛАВА ДЕВЯТНАДЦАТАЯ.

ГорѢніе.

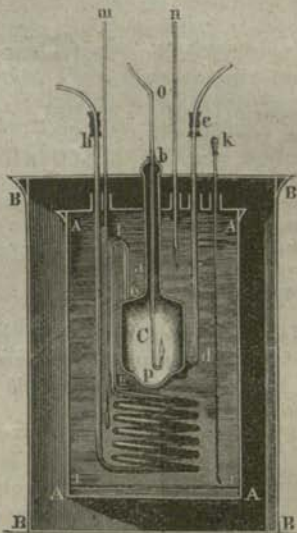
Углеродъ и его соединенія съ водородомъ и кислородомъ, извлекаемыя преимущественно изъ растений и ихъ ископаемыхъ остатковъ, употребляются въ практикѣ для нагреванія, освѣщенія и отопленія, при чемъ происходитъ процессъ горѣнія этихъ веществъ. Важное значеніе этихъ способовъ даетъ право остановиться на нихъ съ нѣкоторымъ вниманіемъ. Когда горятъ уголь и водородъ въ отдѣльности, тогда явленія, сопровождающія такое горѣніе, намъ извѣстны: уголь горитъ безъ пламени, требуетъ для зажиганія почти краснокальняго жара; водородъ горитъ блѣднымъ пламенемъ, воспламеняется легко. Для полнаго сожиганія одной части водорода требуется восемь частей кислорода, а слѣдовательно около 35 вѣсовыхъ частей воздуха или на 1 граммъ (или почти на 12 литровъ) сгорѣвшаго водорода расходуется около 30 литровъ воздуха при обыкновенной температурѣ и давленіи, если бы весь кислородъ послѣдняго пошелъ для образованія воды. Для сожиганія 1 грамма углерода требуется $2\frac{2}{3}$ грамма кислорода, слѣдовательно воздуха около 12 частей по вѣсу, или на 1 граммъ углерода около 10 литровъ воздуха при обыкновенной температурѣ и давленіи. При полномъ горѣніи 1 грамма углерода развивается около 8000 единицъ тепла, а при горѣніи 1 грамма водорода около 34000 единицъ тепла. Углеродъ-сгорая, можетъ давать окись углерода или углекислый газъ — при избыткѣ кислорода и возвышенной температурѣ. Водородъ же даетъ только одну степень окисленія. Вотъ данныя, которая нужно принимать прежде всего во вниманіе, разсматривая всякій процессъ горѣнія вещества, составленнаго изъ углерода и водорода.

При соединеніи 1 вѣсовой части кислорода съ $\frac{1}{8}$ частью водорода развивается около 4300 ед. тепла, а при соединеніи 1 части кислорода съ $\frac{3}{8}$ частями углерода выдѣляется около 3000 ед. тепла. Когда горитъ уголь, то изъ твердаго тѣла получается газъ, слѣдовательно часть тепла, отдѣляющагося при химическомъ соединеніи, идетъ на переѣну физическаго состоянія, а потому теплоты при горѣніи угля отдѣлилось бы больше, если бы уголь былъ въ видѣ газа, какъ водородъ, слѣдовательно эти оба элемента относительно отдѣленія тепла при горѣніи почти одинаковы, подобно напр. цинку и водороду (стр. 301).

Для опредѣленія количества тепла, отдѣляющагося при горѣнн (одной вѣсовой части, напр. грамма) даннаго тѣла, опредѣляютъ на сколько градусовъ нагревается вода (взятая въ томъ же количествѣ, какъ и тѣло, въ дѣйствительности же она берется въ количествѣ гораздо большемъ противъ вѣса тѣла, но тогда число наблюденныхъ градусовъ дѣлится на вѣсъ воды), которой будетъ передано все тепло развивающееся при горѣнн. Для этого употребляется приборъ, изображенный на фиг. 118, называемый **калориметромъ**. Онъ

состоитъ изъ тонкаго полированного (чтобы наименѣе испускать тепла) металлическаго сосуда *АА*, окруженнаго нухомъ или другимъ худымъ проводникомъ тепла и виѣшнимъ металлическимъ сосудомъ *ВВ*. Это необходимо для того, чтобы тепло изъ сосуда *А* терялось по возможности въ маломъ количествѣ, но все таки нѣкоторая потеря происходитъ и предварительными опытами опредѣляется величина такой потери. Взавъ теплую воду и опредѣливъ ея охлажденіе въ опредѣленное время), что вводится въ видѣ поправки въ результатъ наблюденія. Въ сосудъ *А* налита вода, которой передается тепло отъ горящаго тѣла. Мѣшалка *kk* позволяетъ уравнивать теплоту всѣхъ слоевъ воды, а термометры *m* и *n*—опредѣлять температуру воды. Тепло, развивающееся при горѣнн,

передается конечно не одной водѣ, но и всѣмъ частямъ аппарата. Предварительно опредѣляютъ, какому количеству воды соответствуетъ все количество тѣхъ предметовъ (стѣнокъ, трубокъ и т. п.), которымъ передается тепло и этимъ способомъ вводится другая важнѣйшая поправка въ калориметрическія опредѣленія. Для самаго сожиганія служитъ сосудъ *С*. Сожигаемое (засженное) вещество вводится чрезъ трубку *ab*, которая потомъ плотно запирается. На нашемъ рисункѣ изображено то расположеніе прибора, когда сожигается газъ, проводимый по трубкѣ *op*. Кислородъ необходимый для горѣнн



Фиг. 118. Калориметръ Фавра и Зильбермана, служащій для опредѣленія тепла отдѣляющагося при горѣнн. $\frac{1}{4}$.



вводится въ *C* трубкою *cd*, а продукты горѣнія или остаются въ сосудѣ *C* (жидкіе и твердые), или уходятъ по трубкѣ *efgh* въ приборъ, гдѣ легко опредѣлить и ихъ количество, и ихъ свойства. Такимъ образомъ развивающаяся при горѣніи теплота передается стѣнкамъ сосуда *C* и газамъ въ немъ образующимся, а эти отдаютъ ее водѣ сосуда *AA*.

Этимъ способомъ Фавръ и Зильберманъ опредѣлили, между прочимъ, величины, приведенныя въ прилагаемой таблицѣ.

Горящее тѣло.		Продукты горѣнія.	Развивается единиць тепла.			
			Въ одну часть взятаго тѣла.	На одну часть содуу часть кислорода.	На вѣсовое количество, означенное формулою.	
Водородъ	H^2	H^2O	34462	4308	H^2	69 тыс.
Окись углерода	CO	CO^2	2403	4205	CO	67 "
Болотный газъ	CH^4	CO^2 и H^2O	13063	3266	CH^4	209 "
Маслород. газъ	C^2H^4		11858	3458	C^2H^4	332 "
Терпен. масло	$C^{10}H^{16}$		10852	3294	$C^{10}H^{16}$	1476 "
Древ. спиртъ	CH^3HO		5307	3538	CH^3HO	170 "
Обык. спиртъ	C^2H^5HO		7184	3442	C^2H^5HO	330 "
Уксус. кислота	$C^2H^4O^2$		3505	3286	$C^2H^4O^2$	210 "
Стеар. кислота	$C^{18}H^{36}O^2$		9716	3317	$C^{18}H^{36}O^2$	2759 "

Даже изъ этой небольшой таблицы можно видѣть, что при горѣніи кислородныхъ соединений отдѣляется почти столько же тепла, какъ и при горѣніи углеродистыхъ водородовъ, которымъ они соотвѣтствуютъ. Дѣйствительно частица (28 частей) маслороднаго газа C^2H^4 и частица обыкновеннаго спирта (46 частей) C^2H^5HO развиваютъ почти одно количество тепла: 332 и 330 тысячъ единицъ тепла, что зависитъ отъ того, что спиртъ отличается отъ маслороднаго газа только элементами воды. Точно такъ уксусная кислота $C^2H^4O^2$ отличается отъ болотнаго газа CH^4 только элементами сгорѣвшей углекислоты, а потому частичныя количества (но неравныя вѣсомъ, а именно 16 частей болотнаго газа и 60 частей уксусной кислоты) обонхъ веществъ развиваютъ почти одно количество тепла, что видно въ послѣднемъ столбцѣ предыдущей таблицы (числа 209 и 210 тысячъ единицъ тепла). Значитъ при соединеніи CO^2 съ CH^4 , какъ при соединеніи H^2O съ C^2H^4 тепла почти не выдѣлилось и не поглотилось — иначе была бы разность. Представимъ себѣ, что при соединеніи CO^2 съ 16 вѣсовыми частями CH^4 отдѣлилось бы хоть 20 тысячъ единицъ тепла. Тогда въ происшедшемъ тѣлѣ—уксусной кислотѣ—было бы меньше тепла. При горѣніи ея изъ CO^2 , какъ сгорѣвшаго тѣла, не выдѣлилось бы тепла, а изъ CH^4 выдѣ-

илось бы 209 тысячъ единицъ тепла, но уменьшенныхъ на 20 тысячъ единицъ тепла, потому что сперва должно было бы произойти распаденіе составныхъ частей, которое должно было бы поглощать 20 тысячъ единицъ тепла, а потому въ результатъ не могло бы отдѣлиться столько же тепла, какъ и при горѣніи болотнаго газа. Такъ какъ дѣйствительныя числа близки, то CO^2 съ CH^4 соединились безъ (или почти безъ) отдѣленія тепла, даже, вѣроятно, съ поглощеніемъ тепла, хотя и незначительнымъ, потому что CH^4 даетъ 209, а CH^4CO^2 даетъ 210 тысячъ единицъ тепла.

Подобное же явленіе, хотя не столь точно, замѣчается и при соединеніи углерода съ водородомъ. Углеродистый водородъ выдѣляетъ почти столько же тепла, сколько отдѣляетъ уголь и водородъ въ немъ заключающіеся. Такъ, одна вѣсовая часть болотнаго газа состоитъ изъ $\frac{1}{4}$ водорода и $\frac{3}{4}$ углерода. $\frac{1}{4}$ часть, по вѣсу, водорода выдѣляетъ $8\frac{1}{2}$ тысячъ единицъ тепла, а $\frac{3}{4}$ угля выдѣляютъ 6 тысячъ единицъ тепла, слѣдовательно отдѣльно взятые элементы (заключающіеся въ 1 вѣсовой части) болотнаго газа отдѣляютъ около $14\frac{1}{2}$ тысячъ единицъ тепла, а въ дѣйствительности одна часть болотнаго газа выдѣляетъ 13 тысячъ единицъ тепла. Значитъ, при соединеніи угля съ водородомъ, если и отдѣляется тепло, то въ маломъ количествѣ (на 1 вѣсовую часть болотнаго газа не болѣе $1\frac{1}{2}$ тысячъ единицъ тепла).

Такимъ образомъ, по количеству углерода, водорода и кислорода, заключающихся въ горючемъ тѣлѣ, мы можемъ весьма близко вычислить количество тепла имъ развиваемое, зная, что кислородъ, заключающійся въ тѣлѣ, можно принять содержащимся въ видѣ CO^2 или въ видѣ H^2O . Положимъ, напримеръ, что намъ дано вещество содержащее въ 100 частяхъ 16 частей кислорода, 4 части водорода и 80 частей углерода. Кислородъ примемъ въ видѣ воды, слѣдовательно на 16 частей кислорода 2 части водорода будутъ въ видѣ воды. Для горѣнія останется 2 части водорода, которыя отдѣлятъ около 69 тысячъ ед. тепла и 80 ч. углерода, которыя отдѣлятъ 640 тысячъ ед. тепла (принимая, что уголь дастъ 8 т. ед. тепла), слѣдовательно 100 частей нашего горючаго отдѣлятъ около 709 тысячъ ед. тепла и одна часть около 7 тысячъ единицъ тепла. То же можно вычислить, принявъ, что кислородъ находится въ видѣ углекислаго газа. На 16 вѣсовыхъ частей кислорода въ немъ будетъ 6 вѣсовыхъ частей угля, слѣдовательно для горѣнія останутся 4 части водорода и 74 части углерода. Онѣ дадутъ $138 + 592$ или 730 тысячъ единицъ тепла, слѣдовательно, одна вѣсовая часть тѣла дастъ около 7 тысячъ ед. тепла. Зная, что составъ дерева подхо-

дить близко (стр. 525) къ содержанию 15 % воды, 1 % соли, 1 азота, 36 кислорода, 5 водорода и 42 % углерода, легко вычислить, что горѣть въ немъ могутъ только 46 частей угля (развивающія около 368 тысячъ ед. тепла) и $\frac{1}{2}$ части водога (развивающія около 17 тысячъ ед. тепла), потому что на 36 частей кислорода требуется для образованія воды $4\frac{1}{2}$ части водорода, а потому при горѣнии 100 частей дерева можетъ отдѣлиться не болѣе 385 тысячъ единицъ тепла или одна вѣсовая часть дерева разовѣетъ менѣе 4 тысячъ ед. тепла. Въ пользу пойдетъ еще меньше, п. ч. много тепла поглотится въ скрытомъ видѣ водянымъ паромъ. Изъ 100 ч. дерева произойдетъ около 45 частей воды. Если мы будемъ, напримѣръ, жечь дерево подъ паровымъ котломъ для превращенія воды въ парь, то очевидно, что пары воды, заключающіеся въ продуктахъ горѣнія, не сгустятся при нагрѣваніи — вѣдь нагрѣваемый предметъ самъ имѣетъ температуру выше той, которая для того требуется, а потому все скрытое тепло испаренія водяныхъ паровъ останется въ дымѣ безъ всякой пользы (даже къ большому вреду, — въ трубѣ надо имѣть высокую температуру — иначе въ ней будетъ сгущаться вода, а потому потребуется тепло и топливо для нагрѣванія трубы выше 100°), поэтому его нужно считать потеряннымъ. На каждую вѣсовую часть воды теряется въ этомъ видѣ около 500 ед. тепла; слѣдовательно на 45 частей воды около 23 тысячъ ед. тепла, а потому 100 ч. горящаго сухаго дерева дадутъ только около 360 тысячъ ед. тепла, а одна вѣсовая часть около $3\frac{1}{2}$ тысячъ ед. тепла, если считать, что одна вѣсовая часть угля или кокса дастъ 8 тысячъ ед. тепла. Такъ по среднему составу каменнаго угля (стр. 540) можно опредѣлить, что онъ даетъ немногимъ только меньше, чѣмъ уголь древесный. Такія теоретическія числа, выражающія **нагрѣвательную способность** разныхъ видовъ горючаго, весьма близко выражаютъ ихъ дѣйствительное относительное достоинство, какъ топлива. Для провѣрки чиселъ, полученныхъ этимъ путемъ, сдѣланы были опыты въ размѣрѣ техническихъ производствъ, опредѣлилось количество воды, испаряющейся при сжиганіи одной вѣсовой части топлива и найдено для одного котла и при одномъ и томъ же устройствѣ слѣдующее количество, испаряющейся воды (имѣющей температуру 0°): для дерева (сухого) 4,44 (для сырого 3,68), для каменнаго угля 7,39, для древеснаго угля 7,59 частей воды на одну часть топлива. Еслибы все тепло передавалось для испаренія, еслибы оно не терялось въ видѣ дыма, лученосканія и проч., то 1 часть угля испарила бы $\frac{8000}{600}$ около 13 частей воды, имѣющей 0° .

Указанныя числа для дерева, каменнаго и древеснаго углей относятся между собою почти точно такъ, какъ тѣ теоретическія числа, какія выше найдены для нагрѣвательной способности этихъ горючихъ матеріаловъ. Поэтому дерево даетъ только $\frac{1}{2}$ тепла, развиваемаго равнымъ вѣсомъ каменнаго угля и потому, какъ топливо, въ два раза менѣе цѣнно, чѣмъ каменный уголь.

Вышеуказанное опредѣленіе нагрѣвательной способности горючихъ матеріаловъ составляетъ первое важнѣйшее свѣдѣніе, необходимое для пониманія практическихъ примѣненій топлива. Прежде чѣмъ говорить о другихъ сторонахъ этого предмета, опишемъ нѣкоторыя частности, относящіяся до горѣнія сложныхъ углеродистыхъ веществъ, потому что онѣ имѣютъ свое важное значеніе для практики. Остановимся прежде всего надъ устройствомъ пламени. Образование его совершается при горѣнии большей части тѣлъ, а значеніе иногда весьма важно, особенно въ тѣхъ видахъ употребленія топлива, когда нагрѣваніе именно производится въ разныхъ частяхъ пламени. Для большей ясности мы опишемъ первоначально спокойное пламя свѣчи или другое ярко свѣтящее пламя.

Въ **пламени** можно различать отдѣльныя части съ большею или меньшею рѣзкостью. То мѣсто въ пламени, гдѣ притекають горячіе пары или газы, не свѣтится, потому что оно еще имѣетъ низкую температуру и въ немъ процессъ горѣнія не совершается. Это есть пространство, окружающее въ свѣчѣ свѣтильню; въ газовомъ рожкѣ это есть пространство около самаго выходнаго отверстія для газа. Въ свѣчѣ горячіе пары и газы образуются черезъ дѣйствіе жара на расплавленное сало или стеаринъ, поднявшіеся въ свѣтильнѣ и накаливаемые высокою температурою пламени. Черезъ дѣйствіе жара твердое или жидкое органическое вещество здѣсь, какъ и въ другихъ случаяхъ, разлагается, образуя продукты сухой перегонки. Въ центральной части пламени свѣчи и находятся эти продукты; ихъ можно оттуда и извлечь, если только помѣстить въ эту часть пламени конецъ трубки какого либо аспиратора (стр. 207) и вытягивать изъ этой части пламени пары и газы для изслѣдованія. Воздухъ притекаетъ къ пламени снаружи, не имѣя возможности смѣшиваться съ парами и газами во всѣхъ частяхъ пламени; слѣдовательно въ наружной части пламени количество притекающаго кислорода будетъ больше, чѣмъ во всѣхъ внутреннихъ частяхъ пламени. Но, по диффузии, кислородъ, притекающій къ горящему тѣлу, про-



Фиг. 119. Въ пламени свѣчи часть *aa* содержитъ пары и продукты разложенія; въ яркой части *efg* горѣніе началось, выдѣлены частицы угля, а въ блѣдной *bcd* горѣніе кончается.



никаетъ внутри пламени, конечно вмѣстѣ съ азотомъ, когда горьніе совершается въ обыкновенномъ воздухѣ. Горючіе пары и газы соединяются съ этимъ кислородомъ, отдѣляютъ значительное количество тепла и производятъ то накаляющее дѣйствіе, которое столь необходимо какъ для продолженія горьнія, такъ и для разрушенія остальныхъ частей вещества, назначеннаго для горьнія. Идя отъ наружной, горящей оболочки пламени къ внутренней, мы встрѣчаемъ очевидно части болѣе и болѣе холодныя, въ которыхъ горьніе менѣе и менѣе полное, вслѣдствіе недостатка притекающаго кислорода. Въ этихъ промежуточныхъ, если можно назвать, частяхъ пламени находятся какъ продукты разложенія органическаго вещества, такъ и кислородъ отчасти въ свободномъ состояніи, потому что температура, развивающаяся при горьніи водорода и углерода органическаго вещества столь высока, что самыя продукты горьнія при этой температурѣ отчасти разлагаются. Мы видѣли, что вода при температурѣ выше 1200° уже разлагается, слѣдовательно и въ пламени часть водорода, а слѣдов. и часть кислорода, который съ нимъ можетъ соединиться, должны находиться въ свободномъ состояніи. Если мы представимъ себѣ только, что часть водорода будетъ находиться въ свободномъ состояніи, то и часть углерода должна находиться въ томъ же видѣ въ пламени, потому что при прочихъ равныхъ условіяхъ углеродъ долженъ по своей трудной воспламеняемости сгорать послѣ водорода, и мы это видимъ въ дѣйствительности при горьніи различныхъ углеводородовъ. Большинство углеводородовъ, въ особенности напр. такіе, которые содержатъ много углерода, напр. нафталинъ, горятъ даже въ кислородѣ съ выдѣленіемъ копоти. Водородъ сгораетъ, но углеродъ остается негорѣвшимъ, по крайней мѣрѣ отчасти. Вотъ этотъ то свободный уголь и составляетъ причину яркости пламени. Въ доказательство того, что внутри пламени находится смѣсь еще способная къ горьнію, можно произвести слѣдующій опытъ. Изъ середины пламени горящей въ воздухѣ окиси углерода можно извлекать часть газовъ водянымъ аспираторомъ. Для этого (какъ дѣлаетъ Девиля) по металлической трубкѣ пропускаютъ воду, а въ стѣнкѣ этой трубки дѣлаютъ тонкое боковое отверстіе и это-то отверстіе вставляется въ пламя. При движеніи воды по трубкѣ, черезъ отверстіе будутъ входить газы пламени; они будутъ прерываться столбами воды, идущей по трубкѣ, и увоситься вмѣстѣ съ нею въ приборъ для изслѣдованія. Оказывается, что во всѣхъ частяхъ пламени, получающагося при горьніи смѣси окиси углерода съ кислородомъ, находится еще часть этой смѣси негорѣвшею. Изслѣдованія Девиля и Бунзена показали, что при взрывѣ смѣси водорода и окси-

си углерода съ кислородомъ, даже въ замкнутомъ пространствѣ, при опредѣленной температурѣ, никогда не совершается полного горьнія. Если въ замкнутомъ пространствѣ заключить два объема окиси углерода или водорода съ однимъ объемомъ кислорода, то при взрывѣ давленіе не достигаетъ той величины, какую имѣло бы оно, еслибы сразу происходило полное горьніе. Можно вычислить, что въ этомъ случаѣ, взявши водородъ, давленіе должно достигать до 26 атмосферъ, а при горьніи окиси углерода до 23 атмосферъ. Въ дѣйствительности же прямые опыты показали, что при смѣси окиси углерода съ кислородомъ давленіе не превышаетъ 10 атмосферъ, а при взрывѣ водорода съ кислородомъ $9\frac{1}{2}$ атмосферъ.

Объяснить себѣ это можно только тѣмъ, что при взрывѣ не сразу весь кислородъ соединяется съ горючимъ веществомъ. По величинѣ давленія, развивающагося при этомъ, можно даже опредѣлить количество сгорѣвшихъ газовъ, зная отдѣляющееся при горьніи тепло и теплоемкость всѣхъ происходящихъ и дѣйствующихъ частей, а также слѣдовательно и температуру горьнія, а потому и давленіе, которое можетъ развиваться вслѣдствіе того накаливанія, какое происходитъ черезъ отдѣленіе тепла. Оказывается, что при смѣшеніи окиси углерода съ кислородомъ развивается температура не выше 3000° , тогда какъ она должна была бы быть почти 9000° , еслибы происходило полное горьніе. При взрывѣ гремучаго газа, полученнаго изъ водорода и кислорода, развивается температура не выше 2800° , тогда какъ, еслибы горьніе было полное, она должна была бы достигать 10000° ¹⁾ (Цельс). Только одна треть, и при томъ почти ровно треть, газовъ при этомъ сгораетъ; остальные двѣ трети при температурахъ, развивающихся при взрывѣ, не могутъ соединяться. Онѣ, значитъ, при полномъ горьніи сперва остаются въ несоединенномъ видѣ, а потомъ, только при большемъ охлажденіи, происходитъ ихъ взаимное соединеніе. Значитъ, подмѣсь продуктовъ горьнія къ взрывчатой смѣси препятствуетъ горьнію остальной массы способной горѣть. Подмѣсь углекислаго газа мѣшаетъ окиси углерода сгорать. Точно также мѣшаетъ и всякій другой постоянный газъ, подмѣшанный къ смѣси. Мы даже видѣли (стр. 252), что при извѣстномъ количествѣ подмѣшаннаго газа горьніе или взрывъ не совершается. Если искусственно смѣшать одинъ объемъ кислорода съ двумя объемами окиси углерода, то температура горьнія конечно будетъ еще меньше, подмѣсь негорючаго газа относительно продуктовъ горьнія еще больше, чѣмъ

¹⁾ Взрывъ съ воздухомъ показываетъ, что, при правильномъ отношеніи окиси углерода и воздуха, температура горьнія не превышаетъ 2000° . Тоже самое относится до горьнія водорода въ воздухѣ.



въ обыкновенномъ случаѣ, при нормальномъ смѣшеніи, могутъ подвергнуться полному горѣнію, но тогда горѣніе будетъ полнѣе (по причинѣ низшей температуры); останется не двѣ трети свободной или несгорѣвшей окиси углерода, а только половина; точно также останется половина кислорода свободнымъ. Подобнаго рода опредѣленія показали, что при температурѣ около 3000° остается двѣ трети несоединеннаго кислорода, а при температурахъ отъ 1000 до 2500° половина окиси углерода и половина кислорода остаются свободными; слѣдовательно между 1000 и 2500° смѣсь окиси углерода и водорода представляетъ слѣдующій составъ: на два объема водянаго пара или углекислаго газа въ ней находится два объема водорода или окиси углерода и одинъ объемъ кислорода, тогда какъ при высшей температурѣ на одинъ объемъ воды или окиси углерода находится два объема свободного водорода и одинъ объемъ свободного еще кислорода. Слѣдовательно даже при взрывѣ гремучихъ смѣсей не сразу происходитъ горѣніе всѣхъ составныхъ частей. Сперва получается температура не выше 3000° и остается двѣ трети не соединившихся веществъ; когда температура падаетъ до 2000° происходитъ новое соединеніе, но все таки еще остается половина свободного кислорода и свободного горючаго газа, водорода или окиси углерода. При еще болѣе низкихъ температурахъ количество сгорѣвшихъ веществъ по отношенію все увеличивается и увеличивается и такимъ образомъ только постепенно горѣніе достигаетъ окончанія.

Слѣдовательно, если мы представимъ себѣ атомы горючаго тѣла и кислорода, то должно думать, что при температурѣ около 3000° существуетъ равновѣсіе между двумя несгорѣвшими атомами и однимъ сгорѣвшимъ: $\text{H}^2 + \text{O}$; H^2O и $\text{H}^2 + \text{O}$ образуютъ группу, неизмѣняющуюся при этихъ высокихъ температурахъ. При температурѣ около 2000° группировка представляется въ видѣ $\text{H}^2 + \text{O}$ и H^2O . Это показываетъ, что во всякомъ пламени должны находиться во всѣхъ частяхъ его и горючіе и сожигающіе элементы, т. е. кислородъ, углеродъ, окись углерода, водородъ, углекислый газъ, вода, и, вѣроятно, углеродистые водороды. Слѣдовательно, **нѣтъ возможности достигъ сразу полнаго горѣнія**; оттого то, между прочимъ, и происходитъ пламя. Нужно извѣстное пространство, въ которомъ температура въ разныхъ частяхъ была бы не одинакова. Въ этомъ пространствѣ разныя количества составныхъ частей подвергаются послѣдовательному сгоранію или охлаждаются отъ вліянія сосѣднихъ предметовъ, и только тамъ, гдѣ пламя кончается, кончается и горѣніе. Если бы можно было сосредоточить горѣніе \equiv одну точку, то тогда температура была

бы несравненно выше, чѣмъ при тѣхъ обстоятельствахъ, которыя имѣются въ дѣйствительности. Оттого немудрено, что, при горѣніи веществъ пламенемъ, является копоть и дымъ. Они должны находиться въ пламени, потому что полного горѣнія, по предъидущему, сразу быть не можетъ; сперва должно быть накаливаніе и только при извѣстномъ пониженіи температуры существуетъ полное сгораніе. Но если это пониженіе сдѣлать быстро, горѣніе произойти не успѣетъ и оттого часть несгорѣвшихъ веществъ выдѣлится въ видѣ продуктовъ разложенія, именно въ видѣ **дыма**, содержащаго уголь и другіе несгорѣвшіе продукты сухой перегонки. Оттого то, помѣщая въ пламя холодный предметъ, мы замѣчаемъ осаждающуюся на немъ копоть. Движеніе воздуха производитъ въ лампахъ и свѣчѣ, какъ извѣстно каждому, появленіе копоти уже потому что способствуетъ охлажденію. Дымъ печной содержитъ копоть, осаждающуюся на холодныхъ частяхъ трубы, вслѣдствіе того, между прочимъ, что для произведенія горѣнія необходимо устраивать тягу и возможно быструю, а отъ этой тяги недогорѣвшее пламя вдругъ переходитъ въ болѣе холодныя части трубы, быстро охлаждается и теряетъ чрезъ то способность догорѣть. При низкой температурѣ нѣтъ воспламененія, при высокой горѣніе не идетъ сразу до конца. Ни низкая температура, ни высокая степень жара не могутъ пособить полному сгоранію; ему помогаетъ только послѣдовательный переходъ отъ высокихъ температуръ къ низкимъ, но не быстрое охлажденіе. Такъ при топкѣ печей, особенно заводскихъ, часто замѣчается большое количество дыма, если отъ быстрой тяги воздуха уносятся и быстро охлаждаются продукты сухой перегонки. Конечно, неполное горѣніе можетъ зависѣть не только отъ охлажденія ниже температуры воспламененія, но также и отъ другихъ причинъ, напр. отъ недостатка кислорода, потребнаго для горѣнія или отъ недостаточно полного смѣшенія кислорода съ продуктами сухой перегонки. Значеніе недостатка кислорода само собою понятно, отсутствіе же достаточнаго смѣшенія съ кислородомъ или воздухомъ можетъ случиться тогда, когда струя воздуха, притекающая къ горящему тѣлу, будетъ встрѣчать препятствіе въ большой массѣ или въ большой струѣ продуктовъ сухой перегонки. Если эту одну большую струю горючихъ паровъ и газовъ разбить на нѣсколько частей, сдѣлать болѣе тонкою, то перемѣшиваніе будетъ совершеннѣе и горѣніе полнѣе. Для этой то причинъ въ печахъ устраиваютъ колосники. Въ обыкновенной печи воздухъ, потребный для горѣнія, входитъ въ одно широкое отверстіе печи. Его избытокъ содѣйствуетъ охлажденію и дви-

жеться не перемѣшиваясь съ пламенемъ, поверхъ него, стремясь, отъ нагрѣванія, въ трубу, отдѣльно отъ газовъ, заключающихся въ пламени. Если же притокъ воздуха сдѣлать черезъ нижнюю часть точки, а именно черезъ рѣшетку, т. е. колосники, то рядъ струй воздуха будетъ перемѣшиваться съ струями образующихся паровъ и газовъ и смѣшеніе будетъ совершеннѣе; горѣніе произойдетъ болѣе полное. Въ обыкновенныхъ лампахъ достигаютъ полнаго горѣнія только имѣя пламя незначительной толщины. Для этого не рѣдко выпускаютъ въ середину пламени струю воздуха, чтобы дать возможность ему совершеннѣе смѣшиваться съ продуктами горѣнія. Газовое пламя, выпущенное изъ широкаго отверстія, длинно и коптитъ, вслѣдствіе того, что колеблется и охлаждается, тогда какъ выпущенное изъ тонкаго и узкаго отверстія подвергается полному горѣнію и, вслѣдствіе высшей температуры, развивающейся при этомъ, свѣтитъ ярче, даетъ больше свѣта. Однако и здѣсь должно держаться определенной, средней, выгоднѣйшей величины отверстія, выпускающаго газъ: потому что самое малое отверстіе можетъ выпустить только очень мало газа, пламя получится очень тонкое, воздухъ легко проникнетъ во всѣ его части, выдѣленія угля и высокой температуры не будетъ, оттого пламя будетъ блѣдное. Это можно видѣть во всякомъ газовомъ рожкѣ. Уменьшая притокъ газа, можно достигнуть того, что получится малое, синее, не свѣтящееся и не коптящее пламя и не дающее притомъ высокой температуры.

Устройство стеколъ надъ пламенемъ горящихъ лампъ служитъ не только для того, чтобы учредить правильную, равномерную и сильную тягу воздуха, но также и для того, чтобы устранить временное охлажденіе пламени при его колебаніяхъ и черезъ то устранить возможность неполнаго горѣнія. Этими способами достигаютъ при освѣщеніи полнаго сгорания. При спокойномъ горѣніи, температура пламени изменяется въ сосѣднихъ частяхъ послѣдовательно и чрезъ то можетъ быть достигнуто, при достаточномъ доступѣ воздуха, полное сгораніе. Если воздуха будетъ введено много, произойдетъ излишнее охлажденіе, а оттого пламя не будетъ ярко и оно можетъ коптить, какъ при недостаточномъ притоку воздуха.

Температура въ разныхъ частяхъ пламени должна быть, судя по предыдущему, различная. Внизу, въ нижнихъ частяхъ она будетъ ниже, чѣмъ въ верхнихъ, а въ самыхъ верхнихъ, для окончательнаго сгорания, она должна опять понижаться: слѣдовательно въ нѣкоторой части пламя должно имѣть наи-

высшую температуру. Такое различіе температуры въ разныхъ частяхъ пламени особенно рѣзко можно наблюдать въ той га-

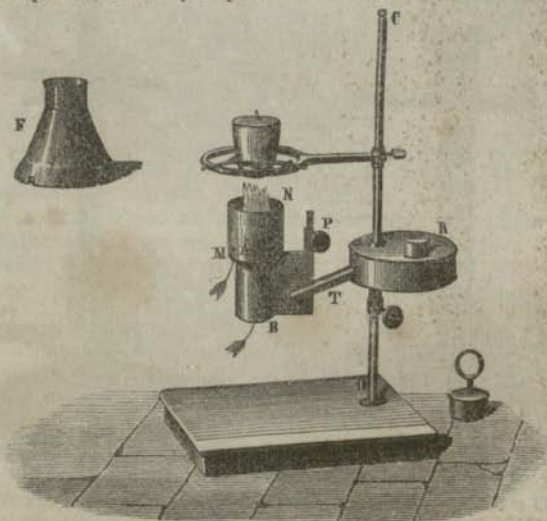


Фиг. 120. Глиняная жаровня, употребляемая въ лабораторіяхъ, для нагреванія углемъ, лежащимъ на рѣшеткѣ. $\frac{1}{2}$.



Фиг. 121. Обыкновенная стеклянная спиртовая лампа, съ пробкой для вливанія спирта и колпачкомъ для тушенія. $\frac{1}{10}$.

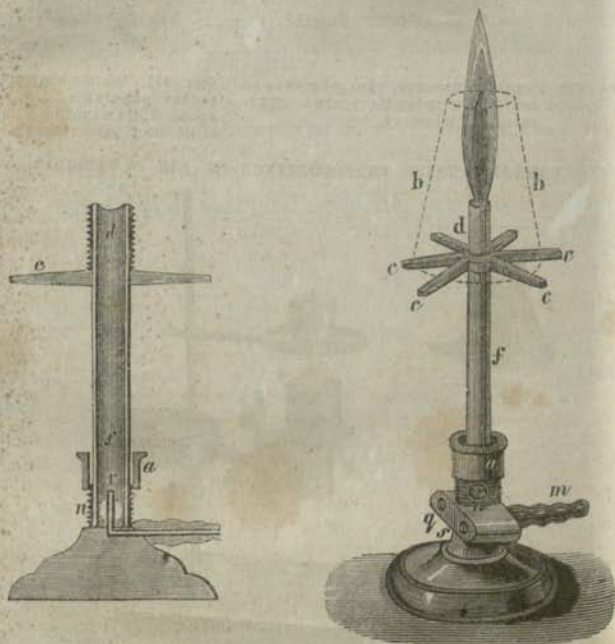
зовой горѣлкѣ, какая употребляется не для освѣщенія, а для



Фиг. 122. Спиртовая лампа (латунная) съ двойнымъ притокомъ воздуха (А и В) снаружн и внутрь пламени. Въ К спиртъ, который течетъ по Т въ горѣлку, фитиль которой движется посредствомъ колеса Р, что служитъ для увеличенія или уменьшенія пламени. Желѣзный цилиндръ MN (или К) устанавливаетъ тагу. $\frac{1}{10}$.

нагрѣванія. Для освѣщенія нужно такъ устраивать пламя,

чтобы въ немъ при горѣніи выдѣлялись угольные частицы, потому что онѣ то и свѣтятъ. Если бы горѣніе совершалось безъ выдѣленія угольныхъ частицъ, то пламя получалось бы блѣдное. Для нагрѣванія, напротивъ того, выдѣленіе такихъ угольныхъ частицъ вредно, потому что такія угольныя частицы на нагрѣваемомъ предметѣ осаждаются, покрываютъ его колотою, а слой копоти препятствуетъ передачѣ тепла и портитъ нагрѣваемые предметы. Поэтому то для нагрѣванія въ химической практикѣ употребляютъ такіе виды пламени.



Фиг. 123 и 124. Разрѣзъ и общій видъ газовой горѣлки Бунзена для нагрѣванія. Газъ входитъ по резиновой трубкѣ, надѣтой на трубку *m* и чрезъ тонкія отверстія *r* входитъ въ трубку *df*. Воздухъ входитъ чрезъ отверстія *n* и въ *df* смѣшивается съ газомъ; смѣсь загорается поверхъ трубки. Отверстія *nc* служатъ для укрѣпленія лампы на поддерживающей вилкѣ. Навинчивая часть *a*, можно уменьшать притокъ воздуха. На звѣздочку *cc* ставится конусъ *bb*, для того, чтобы пламя не колебалось. $\frac{1}{2}$.

которые не даютъ копоти. Обыкновенный спиртъ, стора, какъ извѣстно каждому, не даетъ копоти, даетъ пламя блѣдное, и потому пригоденъ для этой цѣли. Также было бы пригодно

пламя водорода. Съ обыкновеннымъ свѣтильнымъ газомъ можно достигнуть отсутствія образованія копоти, если газъ предварительно смѣшивать съ воздухомъ или получить уже чрезвычайно тонкую струю газа. Весьма маленькое газовое пламя, едва-едва теплющееся, блѣдно, потому что смѣшеніе съ воздухомъ при такой тонкой струѣ газа полное, и горѣніе угольныхъ частицъ совершенное во всѣхъ частяхъ пламени. Чтобы достигнуть этого же самаго смѣшенія воздуха съ горючимъ газомъ, препятствующаго осажденію угольныхъ частицъ, можно вдвухъ или какимъ либо образомъ заставлять входить воздухъ въ самую массу газа прежде его горѣнія. Этого достигаютъ въ обыкновенной **газовой лампѣ**, употребляющейся въ химической практикѣ такимъ образомъ, что надъ отверстіемъ, выводющимъ газъ тонкими струями, ставятъ трубку съ боковыми отверстіями, могущими вводить воздухъ. Вытекающій газъ увлекаетъ съ собою и струю воздуха и въ трубкѣ, поставленной надъ тонкимъ отверстіемъ выпускающимъ газъ, происходитъ смѣшеніе газа съ воздухомъ, такъ что въ пламя уже приходитъ смѣсь, содержащая воздухъ, оттого и не коптящая. При этомъ, сверхъ той выгоды, что не выдѣляется копоти, получается еще то важное преимущество, что пламя укорачивается, для горѣнія не требуется притока излишняго воздуха и вслѣдствіе того температура пламени повышается. Если впустить очень много воздуха, то часть тепла, развивающагося при горѣніи, будетъ передаваться этому воздуху и онъ такимъ образомъ понизитъ температуру горѣнія. Лампы, назначаемыя для нагрѣванія, должны быть, значить, такъ устроены, чтобы между отверстіемъ, приводящимъ газъ и тѣмъ, которое вводитъ воздухъ, было надлежащее соотношеніе. При маломъ отверстіи для притока воздуха, пламя уже коптитъ; при излишнемъ притока воздуха пламя будетъ менѣ жарко и нагрѣваніе менѣ совершенно. Оттого въ газовыхъ горѣлкахъ, назначаемыхъ для нагрѣванія, нужно имѣть возможность регулировать и количество притекающаго газа (для чего обыкновенно служитъ кранъ газопроводной трубы) и количество воздуха (для чего въ лампѣ фиг. 123 служитъ часть *a*), входящаго для его сожиганія. Иногда при горѣлкѣ устраиваютъ такой кранъ, который сразу увеличиваетъ и уменьшаетъ притокъ воздуха и газа.

Въ практикѣ горѣнія углеродистыхъ веществъ въ воздухѣ употребляется преимущественно съ двойкою цѣлью: для нагрѣванія и для освѣщенія. Въ томъ и въ другомъ случаѣ необходимо по возможности полное горѣніе; но при нагрѣваніи не стремятся получить яркаго пламени, а только полное горѣніе, тогда какъ при освѣщеніи первую задачу составляетъ полученіе



яркаго пламени. Въ томъ и въ другомъ случаѣ для полнаго горѣнія необходимо, чтобы количество притекающаго воздуха было надлежащее, достаточное для полнаго сожиганія, но превышающее это количество въ значительной мѣрѣ. Притокъ излишняго воздуха содѣйствуетъ охлажденію, а вслѣдствіе того можетъ понизить температуру до того, что часть вещества не подвергнется полному горѣнію. Нужна опредѣленная мѣра притока воздуха какъ для освѣщенія, такъ и для нагрѣванія, и это то составляетъ самую важную задачу въ устройствѣ снарядовъ, назначенныхъ какъ для нагрѣванія, такъ и для освѣщенія. При нагрѣваніи нужно стараться достигнуть возможно полнаго смѣшенія и возможно равномернаго распространенія струй воздуха и массы горючихъ веществъ, чтобы устранить возможность неполнаго сожиганія. Отъ этой то причины, между прочимъ, устраненія дыма въ печахъ при топкахъ (преимущественно паровыхъ котловъ) достигаютъ, проще всего, впуская въ печь струи сильно нагрѣтаго пара въ направленіи, пересѣкающемъ пламя. Эта пересѣкающая струя пара заставляетъ перемѣшиваться воздухъ и горючіе газы въ совершенствѣ и этимъ самымъ приводитъ ихъ къ полному горѣнію. Устройство колосниковъ, возможно узкаго проходнаго отверстія для пламени и плотный запоръ для отверстія, черезъ которое кладутъ топливо, вотъ тѣ первыя средства, которыми стараются достигнуть при отопленіи полнаго смѣшенія воздуха съ горючими веществами. При освѣщеніи такое полное смѣшеніе не только не полезно, но и вредно, потому что при немъ не будетъ яркаго пламени. Здѣсь нуженъ только притокъ надлежащаго количества воздуха и, притомъ, горѣніе въ возможно ограниченномъ пространствѣ, чтобы получить въ этомъ пространствѣ наивысшую возможную температуру.

Примѣненіе горѣнія для нагрѣванія какихъ либо предметовъ можетъ быть раздѣлено на два главныхъ вида: въ одномъ случаѣ стремятся получить возможно высокую температуру, въ другомъ случаѣ желаютъ воспользоваться наибольшимъ количествомъ тепла, развивающагося при горѣніи. Однако въ этомъ послѣднемъ случаѣ температура горѣнія должна быть повышена до возможно значительной мѣры безъ излишней траты горючаго матеріала, потому что только при извѣстной температурѣ горѣніе можетъ быть полное, иначе часть горючихъ газовъ легко будетъ ускользать отъ горѣнія, вслѣдствіе охлаждения. Притомъ, передача тепла совершается при прочихъ одинаковыхъ условіяхъ тѣмъ скорѣе, чѣмъ разность температуръ значительнѣе. Вслѣдствіе того, если пламя будетъ имѣть низкую температуру, оно не будетъ успѣвать отдавать столько тепла, сколько въ томъ случаѣ, когда, заключая тоже количество единицъ тепла, оно

будет имѣть высшую температуру. Достичь высокой температуры при горѣннн можно только при соблюденнн того непремѣннаго условнн, чтобы количество воздуха, притекающаго къ топливу въ единицу времени, соответствовало количеству топлива, сгорающаго въ тоже время. Если количество, притекающаго воздуха будетъ слишкомъ велико, то для нагрѣваннн его израсходуется очень много теплоты и вслѣдствнн того температура понизится. Оттого-то первымъ условннмъ для правильнаго устройства нагрѣвательныхъ снарядовъ служить соразмѣрность притока воздуха съ количествомъ сжигаемаго топлива. Въ обыкновенныхъ печахъ, имѣющихъ трубы и отверстнн, вводящнн воздухъ, количество воздуха, притекающаго къ топливу, зависитъ прежде всего отъ величины отверстнн между колосниками, т. е. между тѣми желѣзными или чугунными рѣшетками, на которыя кладется топливо; во вторыхъ оно зависитъ отъ вышины и поперечнаго сѣченнн трубы, выводящей дымъ. **Тяга печи**, какъ должно быть извѣстно читателю, зависитъ отъ разности въ вѣсѣ воздуха, поднимающагося въ дымовомъ каналѣ и такого же столба воздуха атмосфернаго. Чѣмъ больше высота и диаметръ трубы, тѣмъ больше количество воздуха, притекающаго къ топливу. Отъ величины трубы зависитъ быстрота тока, а отъ величины отверстнн трубы зависитъ количество воздуха, могущаго проходить черезъ него. Если бы только эти обстоятельства имѣли влнннн на тягу воздуха, то весьма легко было бы вычислить быстроту притока воздуха къ топливу, основываясь на законахъ паденнн тѣлъ, потому что въ двухъ сообщающихся столбахъ воздуха (одного, находящагося въ трубѣ и другаго—въ наружномъ воздухѣ) перемѣщеннн основывается на законахъ паденнн тѣлъ. Но, вычисляемая въ этомъ предположеннн, скорость тока дыма оказывается въ три, четыре и болѣе разъ превышающею дѣйствительную быстроту теченнн воздуха въ трубѣ. Это зависитъ отъ тѣхъ сопротивленнн и того треннн, которыя встрѣчаетъ движущаяся струя воздуха, проходя черезъ колосники, топливо и черезъ разнне обороты въ трубахъ. Вслѣдствнн этого усложняется законность тока воздуха. Прямнн наблюденнн показываютъ, что въ трубахъ, имѣющихъ высоту болѣе, чѣмъ 15 метровъ, быстрота тока измѣняется чрезвычайно мало съ увеличенннмъ высоты. Ее можно принять равную тремъ метрамъ въ секунду при высотѣ около 10 и болѣе метровъ. При меньшихъ высотахъ быстрота тока пропорциональна высотѣ трубы, а количество почти всегда пропорционально величинѣ отверстнн. На этомъ основаннн можно практически вычислить размѣры трубы въ печи, когда извѣстно то количество воздуха, которое потребно ввести для правильнаго дѣйствнн печи. Чтобы узнать количество воздуха, потребное для сжнганнн, нужно знать количество топлива, назначеннаго для сжнганнн. Чтобы узнать количество топлива, потребнаго для сжнганнн въ единицу времени, нужно знать количество тепла, которое должна доставить данная печь въ извѣстное время. Положнмъ, требуется въ теченнн секунды образовать 0,5 килограмма водянаго пара; мы знаемъ уже (стр. 116), что въ этихъ 0,5 килограммахъ водянаго пара находится 320 единицъ тепла. Если бы топливомъ служилъ уголь и если бы все развивающееся при го-



рѣнія угля тепло передавалось водѣ, имѣющей температуру 0° , то потребовалось бы $\frac{320}{8000} = 0,04$ килогр. угля въ секунду, чтобы испарить 0,5 килограмма воды. Но не все развивающееся тепло будетъ передано водѣ, не только отъ того, что часть тепла теряется напрасно черезъ лучеиспускание, теплопроводность печи и тому подобныя причины, но также и отъ того, что выходящій дымъ долженъ быть нагрѣтъ, а иначе тяги въ печи не будетъ. Притомъ, если воду требуется нагрѣтъ до 100° , то дымъ и окончательные продукты горѣнія должны имѣть температуру по крайней мѣрѣ въ 100° ; въ дѣйствительности въ трубѣ дымъ имѣетъ температуру гораздо большую, по крайней мѣрѣ въ 150° . Съ этимъ дымомъ уходитъ по крайней мѣрѣ около 10% того тепла, которое развивается топливомъ, такъ что всю потерю тепла, непереходящую водѣ, должно считать достигающею по крайней мѣрѣ 15%; вслѣдствіе этого потребуется для сжиганія въ одну секунду не 0,04 килограмма угля, а 0,046. Для того, чтобы сжечь 0,046 килограмма угля, требуется 0,123 килогр. кислорода, потому что на одну вѣсовую часть угля идетъ $2\frac{2}{3}$ вѣсовыхъ частей кислорода. Это потребное количество кислорода увеличивается значительно тѣмъ, что для полного сжиганія не достаточно одного пайнаго количества кислорода, нужно чтобы кислорода былъ избытокъ, иначе часть топлива не встрѣтитъ потребнаго для сжиганія кислорода и тогда полного горѣнія быть не можетъ. Мы уже видѣли (стр. 700), что подмѣсъ газа не дѣйствующаго, неподдерживающаго горѣнія препятствуетъ окончанію горѣнія. Такъ, подмѣсъ угольной кислоты препятствуетъ взрыву гремучаго газа, слѣдовательно подмѣсъ продуктовъ горѣнія препятствуетъ окончательному потребленію кислорода для сжиганія. Потому то въ дымѣ, выходящемъ изъ подъ тонки, всегда находится болѣе или менѣе значительное количество свободнаго кислорода. Обыкновенно его количество равно тому, которое дѣйствительно пошло на сжиганіе; слѣдовательно для горѣнія необходимо доставить вдвое большее количество кислорода, чѣмъ необходимо для соединенія съ углемъ, и потому для сжиганія 0,046 килограмма угля нужно доставить около 0,25 килограмма кислорода. Для того, чтобы въ видѣ воздуха доставить такое количество кислорода, потребно около 1,1 килограмма воздуха, потому что воздухъ содержитъ только 23 вѣсовыхъ процента кислорода. Такое количество воздуха занимаетъ при обыкновенной температурѣ въ 20° (Ц) объемъ около 0,9 кубич. метровъ, слѣдовательно это количество воздуха должно притечь въ теченіе секунды, въ нашемъ примѣрѣ, въ печь, въ которой сжараетъ 0,046 к. угля въ сек. Если принять вышеуказанную быстроту тока воздуха, именно равную тремъ метрамъ въ секунду, то требуется имѣть отверстіе, выпускающее воздухъ, въ 0,3 квадр. метр. въ поперечномъ сѣченіи, слѣдовательно между колосниками должна находиться такая поверхность, пропускающая воздухъ. Но такъ какъ уголь лежитъ на этихъ же колосникахъ и уменьшаетъ ихъ промежутки, то колосники должны имѣть сравнительно большую свободную поверхность; отношеніе это измѣняется, смотря по природѣ топлива, по величинѣ тѣхъ кусковъ угля, которые находятся на колосникахъ и др. Если мы представимъ себѣ, что притек-

ший воздухъ, выходя изъ трубы, имѣетъ температуру 150° , то можно вычислить, что въ секунду пропускное отверстие трубы должно пропустить около 1-го кубическаго метра воздуха. Углекислый газъ занимаетъ такой же объемъ, какъ и кислородъ, слѣдовательно мѣсто кислорода, бывшаго въ притекшемъ воздухѣ, занимаетъ въ дымѣ угольная кислота, и потому выпускное отверстие должно имѣть поперечное сѣченіе, немногимъ большее, въ нашемъ примѣрѣ 0,3 квадратнаго метра. Представленный примѣръ показываетъ тотъ способъ, которымъ въ каждомъ данномъ случаѣ можно, хотя приблизительно, опредѣлить размѣры печей, назначенныхъ для известныхъ техническихъ цѣлей. Когда дѣло идетъ о сложномъ топливѣ, такомъ напр., какъ дерево, каменный уголь, тогда нужно знать составъ такого топлива. Если, напр., взяты дрова, высушенные на воздухѣ, то они представляютъ средній составъ (стр. 525): 42% углерода, 5% водорода, 37% кислорода и азота, 1% золы, и 15% влаги. Кислородъ, который находится въ топливѣ, можно считать выделяющимся въ видѣ воды и потому $4\frac{1}{2}$ водорода соединяется съ 36 частями кислорода, находящагося въ топливѣ, по этому, при горѣніи 100 вѣсовыхъ частей дерева, горючими элементами будутъ только 42 части угля и $\frac{1}{2}$ части водорода. Это количество угля доставить, судя по предъидущему, 336 тысячъ ед. тепла, потому что одна вѣсовая единица угля развиваетъ при горѣніи около 8000 единицъ тепла, а $\frac{1}{2}$ единицы водорода доставить 17 тыс. единицъ тепла; слѣдовательно 100 частей дерева доставить около 350 тыс. единицъ тепла; а потому одна вѣсовая часть дерева при горѣніи доставить около 3500 ед. тепла. Вычисляя подобнымъ образомъ, можно найти, что дерево, высушенное на воздухѣ, доставить около 2800 единицъ тепла, бурый уголь около 3500 единицъ тепла, каменный уголь, смотря по составу, отъ 4000 до 7000 единицъ тепла, антрацитъ около 7000 единицъ тепла, уголь и коксъ около той же величины. Прямые испытанія, произведенныя въ этомъ отношеніи съ помощью опредѣленія количества воды, испаряющейся при сжиганіи одной вѣсовой единицы топлива, подтверждаютъ справедливость подобнаго рода вычисленій. Такимъ образомъ можно опредѣлять размѣры печей и потребное для нихъ количество воздуха и при всѣхъ другихъ видахъ топлива.

Для того чтобы возвысить температуру горѣнія, нередко **воздухъ**, притекающій къ топливу, подвергаютъ предварительному **нагрѣванію**. Выгода при этомъ сама собою понятна: тепло, развивающееся при горѣніи, тогда не расходуется или расходуется въ меньшемъ количествѣ для нагрѣванія составныхъ частей воздуха, притекающаго къ топливу. Такого рода нагрѣваніе употребляется нинѣ уже во множествѣ техническихъ производствъ, такъ напр. при вылавки стекла и чугуна.

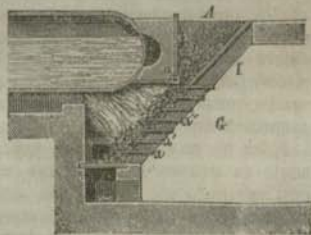
Для того, чтобы регулировать количество воздуха, притекающее къ топливу, и чтобы избѣгать устройства дорогихъ трубъ, во многихъ случаяхъ доставляютъ воздухъ къ топливу съ помощью искусственнаго вдуванія вентиляторомъ или насосомъ, что примѣняется также уже во множествѣ производствъ. Это особенно необходимо въ тѣхъ случаяхъ, когда для нагрѣванія употребляется, какъ топливо, окись углерода или другіе газообразные продукты, способные горѣть, потому

что эти продукты могут подвергнуться полному сжиганию, даже при сравнительно небольшом избытке кислорода. Это обстоятельство, также как и то, что при употреблении газообразных горючих продуктов не идет тепла для разложения топлива, для перехода его в пар или газ, все это объясняет то, повидимому странное явление, что температура в этом случае получается выше, чем тогда, когда для топлива употребляется твердый материал. Оттого то при стекловании и при выработке металлов, где требуется высокая температура, не редко употребляют горючие газы и в особенности окись углерода для нагревания печей. Это особенно применимо на заводах, выплавливающих чугуны, потому что в этих печах, где производится такая выплавка, образуется уже окись углерода, как продукт, выделяющийся из нечи, где производится восстановление железных руд. Газы, выделяющиеся из таких печей, проводят трубами в печи, назначаемыя для нагревания воздуха и испарения воды. Там, где приходится для этой цели добывать горючий газ, всегда употребляются генераторы, описанные на стр. 614.

Что касается до самого устройства различных нагревательных приборов, то оно чрезвычайно разнообразно, смотря по цели нагревания. Для плавления многих металлов употребляют весьма часто нагревание в массе горящего угля, причем пользуются преимущественно тою лучистой теплотой, которую отделяет горящий уголь; при этом значительное количество тепла теряется в виде выходящих накалившихся продуктов горения, а также и оттого что при высоком слое топлива значительная часть его превращается в окись углерода. **Горны**, употребляющиеся для этого, имеют форму цилиндрических сосудов, обложенных огнеупорными, т. е. неизменяющимися в жару, кирпичами. Через нижня отверстия притекает воздух, а из верхня отверстия выходит продукты горения в трубу. Такие горны действуют или естественною тягою, происходящею от высоких труб, и тогда называются **самодувными**, или же воздух в них доставляется с помощью мехов, как в кузнечные горны и в огромные горны (такъ называемыя доменные печи), назначаемыя для плавления чугуна и т. п. Для накаливания металлов и для химической переработки многих веществ действием жара, употребляют очень часто такъ называемыя **отражательныя печи**, т. е. такія, в которых пламя, развивающееся в топке, идет горизонтально под сводом, над полом или тмъ пространством, на котором нагревается самый предмет. Жарь самаго пламени и отражение тепла от свода дают возможность нагревать на подѣ или нижней поверхности такой печи многія предметы до желаемой температуры. При томъ въ такого рода печахъ есть возможность доставлять пламени способность или окислять, или восстанавливать. При избытке притока воздуха в пламени будетъ находиться много свободного кислорода и такое пламя будетъ действовать окислительнымъ образомъ. При уменьшеніи притока воздуха, топливо еще можетъ сгорать, но в пламени будетъ содержаться мало свободного кислорода и продукты сухой перегонки топлива будутъ действовать восстанавливающимъ образомъ на вещества, помещен-

пыл на подѣ печи. Для того же, чтобы усиливать или уменьшать притокъ воздуха къ топливу, служатъ задвижка или клапанъ находящійся въ трубѣ. Этимъ способомъ уменьшаютъ или увеличиваютъ количество витевающаго воздуха, а слѣдовательно уменьшаютъ и притокъ воздуха, потому что притокъ воздуха зависитъ непосредственно отъ количества воздуха, могущаго выходить изъ трубы. Для испаренія жидкостей и въ особенности для образования водянаго пара, столь часто употребляющагося въ техническихъ производствахъ, устраиваютъ топки такого рода, чтобы нагреваемый предметъ по наибольшее глоталъ количество тепла изъ дыма и потому, заботясь о правильныхъ размѣрахъ печныхъ отверстій, стремится увеличить число точекъ прикосновенія дыма съ нагреваемою поверхностью котла или тому подобнаго сосуда, вмѣщающаго испаряющуюся жидкость. Оттого дымовые ходы въ паровыхъ котлахъ стараются дѣлать въ возможно большемъ количествѣ, для того, чтобы они обхватывали котель въ разныхъ направленіяхъ, конечно въ томъ только мѣстѣ, гдѣ помѣщается жидкость. Большая часть такихъ топокъ помѣщается внутри самыхъ паровыхъ котловъ и черезъ то достигается нѣкоторая экономя въ топливѣ, потому что все лучеиспусканіе идетъ въ пользу для нагреванія. Высшее развитіе этой системы представляютъ трубчатые котлы, въ которыхъ или пламя проходитъ чрезъ трубы помѣщенные въ испаряемой жидкости, или оно охватываетъ трубы, въ которыхъ находится нагреваемая жидкость.

Если въ топливѣ содержится мало углерода, какъ напр. въ деревѣ, и притомъ много золы, какъ въ нѣкоторыхъ видахъ торфа и бурныхъ углей, то посредствомъ его нельзя получить высокой температуры въ отражательной печи и нельзя избѣгнуть неполнаго сгоранія подѣ паровикомъ, если вести сжиганіе на простой рѣшеткѣ, какъ это обыкновенно дѣлается. Въ подобныхъ случаяхъ простѣйшимъ средствомъ для достиженія полнаго горѣнія и высокой температуры служатъ топка съ **обратною тягою**, примѣромъ которой можетъ служить тонка съ лѣстничными колосниками, изображенная на фиг. 125. Въ обыкновенной топкѣ свѣжее топливо кладется на прогорѣвшее и продукты сухой перегонки свѣжаго топлива должны сгорать на счетъ того кислорода, который остался не соединеннымъ съ прогорѣвшимъ топливомъ. Неполнота горѣнія замѣчается при этомъ еще вслѣдствіи того, что сухая перегонка и испареніе воды свѣжаго топлива, лежащаго поверхъ прогорѣваго, понижаютъ температуру пламени, потому что при этомъ часть тепла становится скрытымъ. Оттого замѣчается обильный дымъ (неполное горѣніе, связанное съ пониженіемъ температуры) въ то время, когда въ топку кладутъ новое количество топлива. По той же причинѣ многие виды топлива на обыкновенныхъ очагахъ даютъ мало жару. Это устраняется, если такъ устроить топку, (или



Фиг. 125. Лѣстничная тонка при паровомъ котлѣ, $\frac{1}{20}$.



такъ закладывать новое топливо), чтобы продукты перегонки проходили через накаленный уголь, оставшийся от прогорѣлаго топлива. Нужно только, чтобы и къ этому углю доходило достаточно воздуха для полного его сгорания. Все это достигается очень просто лѣстничными колосниками (фиг. 125). Через воронку *A* всыпается топливо, падающее на колосники, расположенные въ видѣ лѣстницы. Прогорающий уголь будетъ внизу, а потому пламя, образующееся изъ свѣжаго топлива, будетъ накаливаться отъ прикосновенія съ раскаленнымъ прогорѣвшимъ углемъ.

При **отопленіи жилищъ** прибѣгаютъ къ различнымъ способамъ передачи тепла отъ топлива. Въ каминѣхъ пользуются преимущественно лучистымъ тепломъ топлива, а какъ уголь при своемъ горѣніи развиваетъ большее количество лучей тепла, чѣмъ пламя, то для топки каминовъ пригоднѣе всего уногреблять коксъ, простой и каменный уголь. Это самая грубая форма отопления, потому что тепло газообразныхъ продуктовъ горѣнія теряется въ видѣ дыма почти все даромъ. Обыкновенныя печи устраиваются такъ, чтобы воспользоваться наибольшимъ количествомъ этого тепла и на столько охладить дымъ, чтобы его тепло было только достаточно для тяги трубы. Этого охлажденія дыма достигаютъ, увеличивая число точекъ его прикосновенія съ тѣлами болѣе холодными, для чего въ печахъ дѣлаютъ многіе дымовые обороты. При этомъ, чаще всего, прямо печь съ оборотами (обыкновенно вертикальными) ставятъ въ нагрѣваемомъ помещеніи. Печи и обороты дѣлаютъ или изъ толстыхъ стѣнъ кирпича — плохого проводника тепла (и изразцовъ т. е. пустыхъ кирпичей) и тогда во время топки нагрѣвается масса печи, которая потомъ мало по малу передаетъ тепло жилищу, или печь дѣлаютъ изъ металловъ (чугуна, желѣза), легко нагрѣвающихся, сильно нагрѣвающихся во время топки, но не удерживающихъ тепла — скоро охлаждающихся.

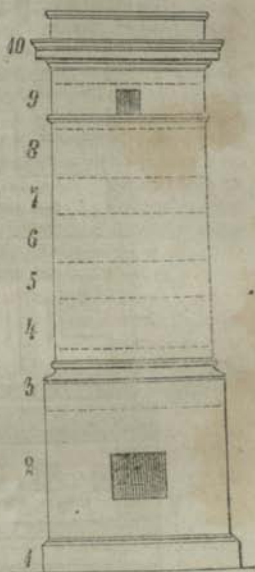
Печи того и другаго вида представляютъ многія очевидныя неудобства; особенно ощутителенъ въ нихъ недостатокъ вентиляціи (стр. 396). Въ обширныхъ помещеніяхъ, особенно въ общественныхъ зданіяхъ, для нагрѣванія устраиваются большія печи, нагрѣвающія воздухъ, проходящій въ нихъ по особой системѣ воздушныхъ трубъ. Такой нагрѣтый воздухъ проводится въ нагрѣваемое помещеніе системой трубъ, окончивающихся дунниками. Въ помещеніе тогда проходитъ нагрѣтый воздухъ и замѣняетъ охладившійся воздухъ помещенія, вводимый особыми вытяжными трубами. Такія печи называются **калориферами**. Калориферы обыкновенно устраиваются въ подвалахъ, чтобы теплый воздухъ по своей легкости самъ поднимался черезъ воздушныя ходы въ жилища помещенія верхнихъ этажей.

Если въ калориферахъ воздухъ приходитъ гдѣ либо въ прикосновеніе съ сильно накаленными частями печи (что особенно бываетъ при употребленіи металловъ для устройства калориферовъ), то онъ приобретаетъ не только непріятную для жилищъ высокую температуру, но и особый непріятный запахъ, зависящій оттого, что въ воздухѣ находятся (стр. 392) органическія вещества, которыя отъ накаливанія разлагаются. Оттого лучшіе калориферы дѣлаются изъ кирпичей, которые не могутъ столь сильно раскаливаться, какъ металлы, потому что охлаждаются токомъ холоднаго воздуха и суть плохіе про-

водниви тепла. Иногда для отопленія большихъ зданій употребляются печи, нагревающія не воздухъ, а воду и такую нагрѣтую воду или водной паръ разводять трубами по жилищу. Охлаждалась въ комнатахъ, вода нагреваетъ ихъ и вновь спускается въ котель, назначенный для ея нагреванія. Эти системы могутъ быть соединены съ нагреваніемъ свѣжаго воздуха и тогда представляютъ многія выгоды, особенно если паръ или теплая вода, какъ это бываетъ на многихъ заводахъ, имѣются уже готовыми, напримѣръ въ видѣ отработавшаго (такъ называемаго *мятаго*) пара отъ паровыхъ машинъ.

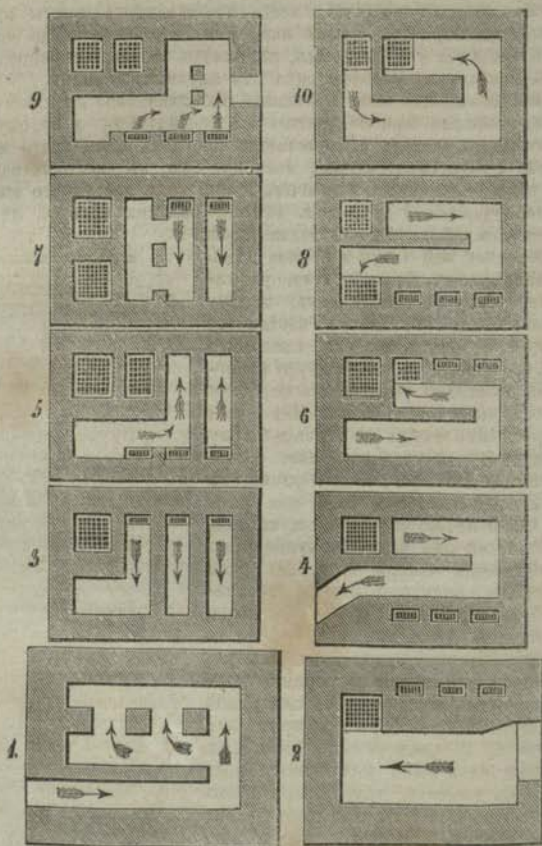
Нагреваніе жилищъ имѣетъ большое экономическое и гигиеническое значеніе, особенно при соединеніи съ вентиляціею, а потому считаю не лишнимъ описать и представить рисунокъ комнатнаго **калорифера Соболевцова**, какъ прибора, въ достоинствахъ котораго убѣжденъ личнымъ опытомъ и при томъ доступнаго каждому. Это есть печь, общій видъ (фиг. 126) и размѣры которой не отличаютъ ее отъ обыкновенной голландской печи.

Тонка въ ней такая же, какъ и въ обыкновенной печи. Конечно, лучше устраивать эту тонку съ колосниками, потому что при помощи послѣднихъ избѣгается напрасный избытокъ воздуха, входящаго въ печь, что понижаетъ температуру пламени и слѣдовательно уменьшаетъ передачу тепла отъ дыма массѣ печи. Изъ тонки дымъ проходитъ вверхъ по вертикальному дымовому ходу (по колодцу, какъ говорятъ иногда). На фиг. 127 изображены въ планѣ послѣдовательные слои или ряды кладки такой печи, подъ тѣми нумерами, подъ которыми они означены пунктиромъ на изображеніи фасада печи. На этой фигурѣ ряды кирпичной кладки, обозначенные цифрами 2, 4, 6, 8 и 10, — означаютъ ходы дымовые. Дымъ изъ тонки (2) идетъ по колодцу (дымовые ходы означены перекрещенными штрихами) въ верхній рядъ (10), изъ него спускается въ слѣдующій нижній дымовой ходъ (8) и такъ проходитъ всѣ ряды (6, 4), какіе есть въ печи. Изъ послѣдняго ряда дымъ выпускается подъ вышку, въ дымовую трубу. При этомъ длинномъ пути по горизонтальнымъ ходамъ дымъ нагреваетъ окружающую его кирпичную кладку, а самъ охлаждается, такъ что въ трубу попадаетъ имѣя уже не высокую температуру. Въ промежуткахъ между дымовыми рядами (2, 4, 6, 8, 10) помѣщены ряды по возможности извилистыхъ горизонтальныхъ ходовъ (1, 3, 5, 7, 9), по которымъ движется воздухъ, нагреваемый теплотою дыма. Воздухъ проводится съ улицы къ печи особымъ горизонтальнымъ (подъ поломъ) каналомъ и



Фиг. 126. Общій видъ комнатной воздухонагревательной печи, или калорифера Соболевцова. $\frac{1}{40}$.

входит сперва въ тотъ рядъ владки (1), который устроенъ подъ топкою, переходитъ потомъ въ рядъ (3), находящійся надъ топкою, а потомъ послѣдовательно въ каналы (5, 7, 9), расположенные между дымоходами. Изъ верхняго ряда воздушныхъ ходовъ нагрѣтый воз-



Фиг. 127. Планы разныхъ этажей котельнаго Собольщикова. ¹/₁₀.

духъ можетъ выходить въ душники и выходить чрезъ нихъ вѣдствие того, что нагрѣвшись въ печи становится легче атмосфернаго воздуха и потому постоянно поднимается, замѣняясь снизу новымъ, свѣжимъ воздухомъ. Такимъ образомъ въ печи двѣ системы горизонтальныхъ

ходовъ, совершенно независимыхъ другъ отъ друга и нигдѣ взаимно не сообщенныхъ: одна система ходовъ проводитъ дымъ, другая воздухъ. Тепло, теряемое въ печи дымою, идущимъ по одной системѣ ходовъ, переходитъ чрезъ кирпичную кладку въ другую систему ходовъ и нагрѣваетъ воздухъ. Такъ какъ во время самой топки такая передача тепла уже существуетъ, и такъ какъ кирпичная кладка (слой кирпича), разделяющая ходы, не массивна, то дымовые каналы не могутъ сильно раскаливаться, а оттого они служатъ хорошими приемниками тепла. Поэтому такія печи представляютъ много экономическихъ выгодъ. Малое и большое количество топлива здѣсь во все время горѣнія будетъ потреблено съ пользою. Оттого то чрезъ нѣсколько минутъ послѣ того, какъ затопили такую печь, получается уже изъ душниковъ токъ нагрѣтаго воздуха. При томъ такія печи быстро возобновляютъ воздухъ, если для его выхода устроены особыя вытяжныя трубы (лучше, если отдушина такой трубы вдали отъ печи, а ходъ подлѣ дымоваго). Сверхъ того ими легко управлять, увеличивая или уменьшая топку и отверстія душниковъ. При запертыхъ душникахъ такая печь будетъ имѣть всѣ свойства простой, такъ называемой, голландской печи. Чтобы дополнить сказанное здѣсь о печи Соболящикова, должно сказать, что при посредствѣ ея легко достигнуть и той необходимой для здоровья влажности воздуха (стр. 389), какой обыкновенно недостаетъ въ нашихъ помѣщеніяхъ зимою. Для этого въ каналъ (1), ведущемъ съ улицы воздухъ въ печь, помѣщается плоскій сосудъ съ водою и (вдоль канала) развѣшивается полотно, такъ чтобы оно не препятствовало току воздуха и было погружено отчасти въ воду. Вода всасывается полотномъ и оно отдаетъ свою влагу воздуху входящему въ комнату. Въ пользѣ и удобствѣ колорифера Соболящикова я убѣдился личнымъ опытомъ и потому не могу не воспользоваться случаемъ распространить свѣденія объ его устройствѣ. Что касается до самой постройки печи, то оно требуетъ тщательности и подробно описано въ особой книгѣ г. Соболящикова «Печное мастерство».

Опишемъ теперь нѣсколько средствъ, употребляемыхъ для нагрѣванія въ особыхъ случаяхъ, встрѣчающихся въ химической и технической практикѣ.

Весьма часто въ практикѣ требуется имѣть средства быстро возвысить температуру небольшого предмета до желаемой степени. Это напр. необходимо при сплавиваніи металловъ тугоплавкими припоями, для плавленія небольшихъ количествъ драгоценныхъ металловъ, для размягченія небольшихъ стеклянныхъ предметовъ и тому подобныхъ цѣлей. Въ химической практикѣ подобнаго рода нагрѣваніе употребляется очень часто, въ особенности для приготовленія различнаго рода небольшихъ стеклянныхъ предметовъ, какіе употребляются очень часто въ химической практикѣ. Для этого уже недостаточно того жара, который развиваютъ горючіе матеріалы въ обыкновенныхъ условіяхъ. Жаръ даже газовой лампы, имѣющей наиболѣе возвышенную температуру, сравнительно съ другими видами лампъ, недостаточенъ; въ немъ трудно расплавить серебро, нельзя размягчить значительнаго количества стекла и т. п. Для этихъ цѣлей употребляютъ искусственное дутье, доставляющее къ топливу болѣе или менѣе

сжатый воздухъ въ значительномъ количествѣ. Если ввести въ пламя струю воздуха, то во-первыхъ пламя приобретаетъ совершенно определенное направленіе; это уже имѣетъ свою выгоду, потому что при этомъ пламя сосредоточивается въ небольшомъ пространствѣ и слѣдовательно весь развивающійся жаръ концентрируется въ небольшомъ пространствѣ. Притомъ, струя воздуха, вдуваемая въ пламя, заставляетъ перемѣшиваться всѣ его части и вслѣдствіе того горѣніе становится болѣе совершеннымъ и быстрымъ; на болѣе короткомъ пространствѣ успѣваетъ сгорать большее число частей; черезъ это также температура возвышается, пламя притомъ укорачивается. Самое простое средство, служащее для этой цѣли, составляетъ такъ называемая **пальная трубка**, т. е. металлическая трубка конической формы, оканчивающаяся тонкимъ отверстіемъ, нерѣдко снабженнымъ платиновымъ наконечникомъ, потому



Фиг. 128. Пальная трубка. Черезъ *a* вдувается ртомъ воздухъ, черезъ платиновый наконечникъ *h* онъ входитъ въ пламя. Барабанъ *cd* служитъ для соединенія вставленныхъ въ него трубокъ *ab* и *fg*. $\frac{1}{2}$.



Фиг. 129. Масляная лампа, употребляемая для пальной трубки. Въ пламя ея вставляется конецъ пальной трубки. $\frac{1}{2}$.

что мѣдь и многіе другіе металлы отъ постоянного прикосновенія къ горящимъ тѣламъ ржавѣютъ и измѣняются, платина же остается неизмѣнною. Такое тонкое отверстіе пальной трубки вставляютъ въ пламя свѣчи или въ пламя газовой или спиртовой лампы, а въ широкое отверстіе пальной трубки вдуваютъ изъ рта воздухъ, черезъ

это получается языкъ или тонкая струя весьма сильно нагрѣтаго пламени. Если въ свѣтящееся пламя свѣчи или масляной лампы вдуть паяльной трубкой струю воздуха, то направляющееся пламя свѣчи становится блѣднымъ по той же самой причинѣ, по которой пламя газа въ горѣлкѣ, назначенной для нагрѣванія (стр. 705), не

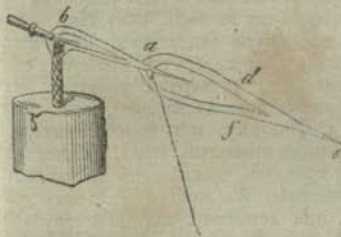


Фиг. 130. Нагрѣваніе на углѣ въ пламени паяльной трубки. $\frac{1}{5}$.



Фиг. 131. Нагрѣваніе на углѣ съ помощью весьма удобной газовой паяльной трубки, въ которую газъ доставляется трубкою *ab*. $\frac{1}{4}$.

имѣеть яркости. Нагрѣваемый предметъ помещаютъ или въ проводокъ, или на кускѣ угля въ пламя, образуемое паяльной трубкой. При этомъ пламя паяльной трубки можетъ измѣнять свои свойства, чѣмъ также можно пользоваться нерѣдко съ большою выгодною. Если количество вдвухаемаго воздуха будетъ велико и особенно, если воздухъ



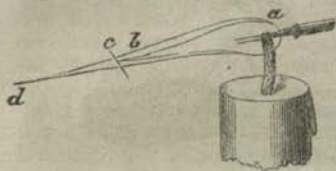
Фиг. 132. Нагрѣваніе въ пламени паяльной трубки соли, сплавленной на концѣ платиновой проволоки. При этомъ иногда получается окрашенное пламя *def*.



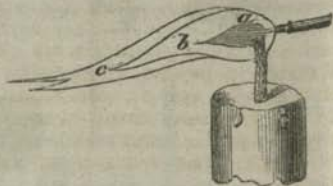
Фиг. 133. Нагрѣваніе въ пламени паяльной трубки предмета, лежащаго въ стеклянной трубкѣ, для испытанія его горючести.

будетъ вдвухаемъ въ самую средину пламени, то пламя становится синимъ и приобретаетъ свойство окислять, потому что въ немъ будетъ находиться много наваленнаго кислорода. Напротивъ того, если количество вдвухаемаго воздуха будетъ мало, и въ особенности если вдвухаемый воздухъ не будетъ хорошо смѣшанъ съ пламенемъ (для чего

конец паяльной трубки становится далеко от свѣтильни), и при томъ нагреваемый предметъ будетъ помещенъ въ середину пламени, то свѣтлое пламя паяльной трубки приобретаетъ свойство возстановлять, съ помощію тѣхъ несгорѣвшихъ продуктовъ, которые въ немъ находятся (см. прилагаемая фигуры 134 и 135). Впрочемъ и въ обыкновенномъ пламени паяльной трубки можно производить возстановленіе и окисленіе, смотря потому, въ которой части пламени помещенъ нагреваемый предметъ. Нагрѣтый самымъ концемъ пламени предметъ окисляется, потому что въ этомъ мѣстѣ встрѣчаетъ доступъ свободнаго кислорода воздуха и отъ нагреванія этотъ кислородъ приобретаетъ способность окислить. Напротивъ того въ срединѣ пламени многія вещества, способныя возстановляться, подвер-



Фиг. 134. Блѣдное окислительное (въ *dc*) пламя паяльной трубки. Наконечникъ около свѣтильни.

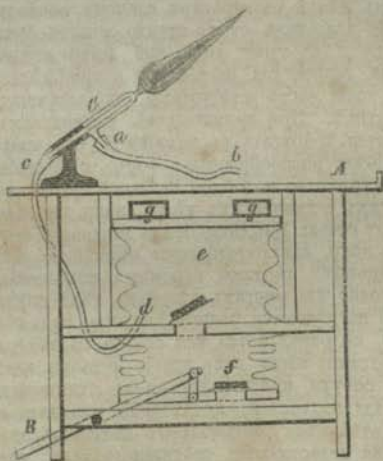


Фиг. 135. Свѣтящее (въ *a*) возстановительное (въ *cb*) пламя паяльной трубки. Наконечникъ ея у края пламени.

гаются этому дѣйствію, при помощи тѣхъ углеродистыхъ и водородистыхъ веществъ, которые находятся въ пламени. Паяльная трубка употребляется въ технику для спаиванія тугоплавкими металлами, такъ называемымъ серебрянымъ припоемъ и т. п. а также и для испытанія разныхъ веществъ съ помощію сильнаго накаливанія. Многія вещества при этомъ сильномъ накаливаніи превращаются въ паръ, какъ напр. сѣра, мышьякъ и тому подобныя вещества; другія окисляются, какъ напр. многіе металлы: свинецъ, олово, мѣдь и т. п.; третьи плавятся, какъ напр. многія горныя породы и минералы; четвертыя сгораютъ, какъ напр. многіе сѣрнистые металлы; пятые возстановляются, какъ напр. многіе окислы металловъ и т. д. Поэтому, при помощи паяльной трубки, зная отношеніе тѣхъ къ разнымъ степенямъ жара, къ дѣйствію окисляющихъ и возстановляющихъ средствъ, можно нерѣдко узнавать вещества, безъ того трудно отличаемыя. Въ помощь къ этому дѣйствію пламени прибавляется еще, при испытаніи паяльной трубкой, образованіе разнаго вида стеколъ или сплавленныхъ шариковъ безцвѣтныхъ веществъ, окрашивающихся при подмѣси испытываемыхъ тѣхъ нерѣдко въ разнообразныя цвѣта. Такъ, присутствіе мѣди можетъ быть узнано, если въ пламени паяльной трубки сплавить буру, т. е. борнонатровую соль: образуется безцвѣтный и прозрачный шарикъ, такъ называемый борный королекъ. Отъ подмѣси мѣди этотъ королекъ въ возстановительномъ пламени приобретаетъ красный цвѣтъ, а въ окислительномъ зеленый цвѣтъ. Хотя красный цвѣтъ приобретается бурою отъ подмѣси нѣкоторыхъ другихъ веществъ, а зеленый также дается нѣкоторыми другими веществами, напр. окисью

хрома, но такой перемены цвѣта, чтобы въ восстановительномъ пламени получался красный корольекъ, а въ окислительномъ зеленый, никакое другое вещество не даетъ, и потому съ помощью паяльной трубки можно доказать присутствие мѣди въ данномъ веществѣ съ положительною точностію. Паяльная трубка представляетъ въ этомъ отношеніи тѣмъ болѣе драгоцѣнное средство для испытанія, что она есть инструментъ чрезвычайно уютный, не требующій притомъ никакихъ постороннихъ снарядовъ и дающій указанія о природѣ веществъ весьма точныя. Однако это средство, употребляющееся минералогами очень часто, не представляетъ какой либо выгоды сравнительно съ другими приемами, которыми въ настоящее время распознаетъ химія для открытія веществъ. Употребленіе паяльной трубки требуетъ притомъ навыка, чтобы съ помощію мускуловъ щекъ имѣть возможность долгое время производить равномерную и постоянную струю воздуха. Конечно, это неудобство можно до нѣкоторой степени устранить, употребляя для введенія струи воздуха мѣхъ, что и можетъ облегчить употребленіе этого инструмента во многихъ случаяхъ. Для той же цѣли можетъ служить и газовая лампа, потому что при ея помощи можно также сплавлять на концѣ загнутой платиновой проволоки малыя количества испытуемыхъ веществъ и наблюдать тѣ явленія, какія обыкновенно наблюдаются при помощи паяльной трубки.

Когда требуется нагрѣть до высокой температуры предметы болѣе значительные, чѣмъ тѣ, какіе можно нагрѣвать паяльною трубкою, то вдувають толстую струю воздуха въ пламя масляной лампы или лампы, содержащей смѣсь спирта со скипидаромъ; въ остальномъ устройствѣ и дѣйствіи такихъ большихъ снарядовъ совершенно сходно съ устройствомъ и дѣйствіемъ паяльной трубки. Въ особенности въ этомъ отношеніи удобны газовыя лампы. **Газовая паяльная лампа**, употребляемая для нагрѣванія большихъ предметовъ, представляетъ двѣ концентрическія трубки, изъ которыхъ внутренняя (фиг. 136)



Фиг. 136. Паяльный столъ *AB* съ газовою паяльною лампою *C*, въ которую газъ входитъ чрезъ трубку *ab*, а воздухъ чрезъ трубку *cd* изъ мѣха *ef*, дѣйствующаго подножкой *B* и грузомъ *g*. 1/10.

вдуваетъ воздухъ доставляемый мѣхами, а наружная проводитъ газъ такъ что воздухъ, потребный для горѣнія газа, находится не только снаружи пламени, но и внутри газоваго пламени. Вдуваемая струя воздуха направляетъ струю газа и придаетъ ей форму подобную той, какую имѣетъ пламя паяльной трубки, только здѣсь можно достигнуть большаго пламени и вслѣдствіе того можно нагревать въ сильномъ жару, получающемся отъ такого рода пламени, довольно уже значительные предметы. Устраиваютъ обыкновенно особые столы, внизу которыхъ помѣщается мѣхъ, вдувающій воздухъ. Мѣхъ, называемый для этого, приводится въ движеніе ногой. Онъ долженъ имѣть большіе размѣры и давать продолжительную и значительную струю воздуха. Для полученія возвышенныхъ температуръ необходимо имѣть мѣхъ сильный, доставляющій воздухъ возможно сжатый. Сжатіе воздуха въ мѣхахъ имѣетъ между прочимъ еще и то значеніе, что по выходѣ изъ отверстія сжатый воздухъ расширяется и этимъ способомъ тотчасъ смѣшивается съ газомъ, выходящимъ вмѣстѣ съ нимъ. Такого рода столы съ мѣхами и рожками для горѣнія при помощи вдуваемаго воздуха употребляются для выработки небольшихъ стеклянныхъ предметовъ. Эти предметы выдѣлываютъ обыкновенно изъ стеклянныхъ трубокъ, приготовляемыхъ на заводахъ. Такая трубка предварительно нагревается въ пламени и потомъ, при постоянномъ вращеніи, разгорячается въ пламени паяльнаго стола. Она должна быть помѣщаемая не вблизи выхода газа и воздуха, потому что здѣсь температура невысока, а въ оконечности пламени, потому что въ этомъ мѣстѣ температура пламени наибольшая.

На паяльномъ столѣ стекло можетъ быть доведено до полной мягкости и въ этомъ видѣ оно легко выдувается, принимаетъ форму шара, сплавляется, изгибается и пріобрѣтаетъ тѣ разнообразныя формы, какія часто необходимы для различныхъ приборовъ, а иногда въ практикѣ. При производствѣ химическихъ работъ постоянно приходится прибѣгать къ подобнаго рода снаряду, потому что требуются имѣть разнообразныхъ формъ небольшіе стеклянные приборы.

Устройство подобное паяльной трубкѣ употребляется и для многихъ другихъ техническихъ цѣлей, напр. для сплавки свинцовыхъ листовъ между собою. Изъ свинцовыхъ листовъ дѣлаются разнообразныя сосуды, какъ напр. для приготовленія сѣрной кислоты (стр. 473) обкладываютъ свинцовыми листами огромныя помѣщенія. Обкладываніе свинцомъ пригодно для многихъ цѣлей въ тѣхъ случаяхъ, когда въ данномъ сосудѣ нагреваются разныя кислоты, какъ сѣрная, соляная и т. п. Свинецъ не разъѣдается или только съ поверхности разъѣдается этими кислотами, тогда какъ другіе металлы измѣняются ими. Чтобы сдѣлать сосуды, приготовляемые изъ свинцовыхъ листовъ, непроницаемыми для жидкостей, необходимо сплавить края свинцовыхъ листовъ. Для этой цѣли употребляютъ паяльникъ, состоящій изъ газоваго рожка (за недостаткомъ свѣтлагаго газа, можно употреблять и приготовлять для этой цѣли водородъ), въ который вдувается воздухъ. Газъ и воздухъ приводятся къ рожку съ помощью каучуковыхъ трубокъ, а самый рожокъ имѣетъ видъ того рожка, который употребляется для друммондова свѣта и вообще для горѣнія гремучаго газа. Подобный рожокъ изображенъ на фиг. 82.

Приборы для получения въ маломъ видѣ высокихъ температуръ представляютъ снаряды, имѣющіе перѣдко большое практическое значеніе; такъ напр. для сплавленія небольшихъ количествъ тугоплавкихъ металловъ, напр. золота и серебра, для спайки разныхъ металлическихъ частей тугоплавкими сплавами, для сплавленія небольшихъ количествъ стеклообразныхъ массъ и для тому подобныхъ цѣлей потребна температура весьма высокая. Ея можно достигнуть въ небольшихъ горнахъ, разогрѣваемыхъ коксомъ, дѣйствующихъ посредствомъ естественной тяги. Но разогрѣваніе подобнаго рода требуетъ продолжительнаго времени и иногда весьма неудобно, потому что, какъ напр. для припоя, приходится подвергать дѣйствию жара большую массу тѣла, а при этомъ жаръ не можетъ достигать большой температуры. Употребленіе приборовъ въ родѣ паяльнаго стола можетъ доставить такое средство въ весьма большомъ числѣ случаевъ. Въ настоящее время существуетъ нѣсколько снарядовъ, употребляющихся для той же цѣли. Въ особенности замѣчательные снаряды представляютъ приборы: Шлѣзинга и Шпаковского. **Приборъ Шлѣзинга** представляетъ ничто иное, какъ видоизмѣненіе паяльнаго стола, приспособленное для практическихъ цѣлей, сплавленія тугоплавкихъ веществъ. Мѣхъ, который употребляется для него доставляетъ воздухъ, имѣющій давленіе по крайней мѣрѣ въ $1\frac{1}{2}$, если не болѣе, атмосферы. Въ рожокъ проводится газъ, какъ и въ обыкновенномъ паяльномъ столѣ. Пламя направляется внизъ и именно сосредоточивается въ цилиндрическомъ сосудѣ, сдѣланномъ изъ огнепостояннаго вещества. Въ этотъ сосудъ ставятся тигли или огнепостоянные горшки небольшихъ размѣровъ, содержащіе въ себѣ плавкія вещества. Нагрѣваніе производится такимъ образомъ сверху внизъ. Это имѣетъ то значеніе, что жаръ во всѣхъ частяхъ аппарата довольно равномеренъ, тогда какъ при нагрѣваніи на обыкновенной лампѣ, гдѣ нагрѣваніе производится снизу, верхнія части нагрѣваемыхъ тиглей всегда имѣютъ температуру низшую. Въ Шлѣзинговомъ приборѣ удается сплавлять легко довольно значительныя количества золота, чугуна и даже желѣза.

Приборъ Шпаковского основывается на дѣйствіи пульверизатора, т. е. снаряда, въ которомъ вдуваемая струя воздуха разряжаетъ воздухъ въ трубкѣ, погруженной въ жидкость. Если направить, напримѣръ, по горизонтальной трубкѣ сильную струю воздуха и къ этой трубкѣ прижать нисходящую трубку, погруженную въ жидкость, то, вдувая въ горизонтальную трубку воздухъ, мы замѣтимъ поднятіе жидкости въ вертикальной трубкѣ. Это зависитъ отъ того, что струя воздуха, движущаяся по горизонтальной трубкѣ, увлекаетъ съ собою и воздухъ вертикальной трубки. Этой послѣдней можно придать такую длину, что жидкость дойдетъ до струи воздуха и въ видѣ брызгъ будетъ уноситься его струею. Понятно, что, трубку, проводящую воздухъ, можно направить не только горизонтально, но и въ любомъ другомъ направленіи.

Подобнымъ образомъ дѣйствуетъ довольно распространенный снарядъ Жюфара, употребляющійся въ паровыхъ машинахъ для введенія воды. Въмѣсто воздуха тамъ употребляется паръ, и такой снарядъ служитъ для питанія паровыхъ котловъ водою. Въ маломъ видѣ тотъ

же самый принцип употребляется для вырыскивания различных душистых веществ, размельченных струей воздуха в мельчайшие капли, для разных практических целей, как напр. для ароматических ванн глаз, для распределения духов по большой поверхности и т. д. Такой же пульверизатор находится в лампѣ Шпаковского. Этим пульверизатором вдувается вмѣстѣ со струей воздуха пыль или снопъ капелекъ какой либо горючей жидкости, напр. скипидара, керосина, нефти. Въ этомъ размельченномъ состоянн жидкость зажигается, и даетъ высокую температуру и пламя, имѣющее свойство пламени паяльнаго стола. Здѣсь, очевидно, возможно имѣть пламя и малыхъ, и большихъ размѣровъ, а потому лампа Шпаковского можетъ служить для нагреванія предметовъ, довольно значительныхъ размѣровъ, для плавки различныхъ металловъ и тому подобнхъ практическихъ цѣлей. Она удобна въ томъ отношенн, что не требуетъ газа и можетъ быть примѣняема повсюду. Приспособленн, подобное этому, можетъ быть употребляемо и для отопленія съ помощью жидкихъ видовъ топлива, напр. нефти, скипидара. Мелкіе брызги жидкости, полученные или струей воздуха, или струей пара, сгораютъ совершенно, потому что перемѣшиванн съ воздухомъ достигается здѣсь въ такой мѣрѣ, какой при употребленн твердаго топлива нельзя достигн. Употребленн **жидкихъ видовъ топлива**, размельчаемыхъ пульверизаторомъ в мелкіе капли, нашло уже примѣненн во многихъ случаяхъ. Шпаковский примѣнилъ подобный способъ для быстрого нагреванія паровыхъ котловъ пожарныхъ паровыхъ машинъ, гдѣ вопросъ о быстромъ нагреванн имѣетъ весьма важное практическое значенн. Въ тѣхъ мѣстностяхъ, гдѣ нефть и остатки, получающіеся при извлеченн изъ нея освѣтительнаго масла, дешевы, тамъ употребленн нефти какъ топлива можетъ представлять значительныя выгоды, въ особенности при дороговизнѣ другихъ видовъ топлива, какъ напр. у насъ въ Баку и на всемъ каспійскомъ морѣ. Во всякомъ случаѣ посредствомъ жидкаго топлива, судя по предвѣдущему, можно достигн совершеннаго горѣнн, и притомъ весьма быстрого нагреванія (оттого что сразу получается пламя высокой температуры), что имѣетъ во многихъ случаяхъ столь важное значенн, что даже цѣнность жидкихъ видовъ топлива нерѣдко въ этомъ случаѣ не можетъ составлять препятствія къ употребленн такого рода снарядовъ.

При употребленн топлива для полученія высокихъ температуръ имѣетъ весьма важное значенн **огнепостоянство** тѣхъ матеріаловъ, изъ которыхъ сдѣланы сосуды, назначенные для такого нагреванія. Обыкновенная глина и кирпичи, также какъ и обыкновенныя глиняныя тиглы или горшки, назначенны для плавки, не выдерживаютъ сильнаго жара; глина сплавляется въ сильномъ жару или если не совершенно превращается въ жидкое состоянн, то по крайней мѣрѣ размягчается, проплавляется мѣстами и вслѣдствіе того должна быть замѣнена другими матеріалами. Для печей и горновъ, назначенныхъ для высокой температуры, употребляются различныя виды огнепостоянныхъ кирпичей, сдѣланныхъ изъ наиболѣе чистыхъ сортовъ глины (обыкновенная глина очень не чиста) и способныхъ выдерживать сильный жаръ безъ размягченія. Для приготовленн

горшковь, назначенных для плавки при высокой температурѣ, употребляютъ очень часто въ техническихъ производствахъ смѣсь глины и графита, въ которой графитъ преобладаетъ. Графитъ не измѣняется отъ сильнаго жара, а потому сосуды, приготовленные изъ него, выдерживаютъ жаръ весьма хорошо. Но подобнаго рода горшки все таки нѣсколько выгораютъ, потому что графитъ горючъ и притомъ содержитъ углеродистыя частицы, отъ которыхъ многія металлы мѣняютъ свои свойства. Даже чистѣйшая глина не выдерживаетъ столь сильнаго жара, какъ нѣкоторые другія вещества, напр. известъ и магнезія. Известъ въ прокаленномъ состояніи, также какъ и магнезія, не плавится въ жару и потому обѣ наиболѣе пригодны, какъ самыя огнеупорныя вещества, разумѣется въ тѣхъ случаяхъ, если славляемое въ нихъ вещество не измѣняется отъ дѣйствія этихъ основаній. Такъ для плавки съ помощью гремучаго газа платины, употребляютъ сосуды, сдѣланные изъ извести. Для этой же цѣли можно употреблять глиняные сосуды, на внутренней поверхности которыхъ набита известъ въ видѣ плотнаго слоя, предохраняющаго глину отъ плавки. Въ химической практикѣ, какъ тугоплавкое вещество, служащее для нагрѣванія, обыкновенно употребляется металлическая платина. Изъ нея готовятъ чашки, трубки, тигли и разныя другіе предметы, назначаемые для нагрѣванія.

Мы здѣсь коснулись только важнѣйшихъ вопросовъ, относящихся до горѣнія сложныхъ углеродистыхъ соединений и до примѣненій нагрѣванія къ практикѣ. Считаемо необходимымъ замѣтить здѣсь, что теоретическая и практическая стороны этого предмета имѣютъ важнѣйшее вліяніе на всю почти технику, потому что при всѣхъ важнѣйшихъ механическихъ и химическихъ производствахъ нагрѣваніе употребляется или какъ средство для произведенія пара и работы, или какъ условіе, необходимое для измѣненія физическихъ свойствъ веществъ (напр. при ковкѣ, плавкѣ, перегонкѣ), или какъ источникъ для произведенія химическихъ превращеній. Въ большинствѣ производствъ устройство печей, экономія въ расходѣ топлива и достиженіе желаемыхъ температуръ—составляютъ если не цѣль, то важнѣйшее средство для выгоды предпріятія и потому то всякому технику прежде всего необходимо полное знакомство съ технологіею нагрѣванія. Для этой цѣли могутъ служить два важнѣйшія сочиненія: *Peclet Traité de la chaleur considérée dans ses applications*, 3 vol. Paris. 1860, и *Schinz Wärmemesskunst*.

Выводы. Углеродъ, соединяясь съ водородомъ, если и выдѣляетъ, то малое количество тепла, поэтому горючія вещества, содержація С и Н, развиваютъ почти такое количество тепла, какое развивали бы С и Н въ нихъ находящіеся, еслибы были въ отдѣльности.

Горѣніе не совершается сразу, даже H^2 и CO съ кислородомъ сразу прямо не соединяются, а соединеніе происходитъ послѣдовательно, сообразно измѣненію температуры.

Для полнаго горѣнія нужна опредѣленная температура, избытокъ кислорода и полное смѣшеніе и прикосновеніе горящаго тѣла, чаще газа или пара, съ кислородомъ. Послѣдняго достигаютъ при помощи колосниковъ, жидкаго и газообразнаго топлива, вдуваніемъ паровъ и т. п.



Для повышенія температуры горѣнія служатъ: употребленіе плотныхъ видовъ горючаго, несодержащаго кислорода, превращеніе въ окисъ углерода, вдунаніе сжатого воздуха, его предварительное нагрѣваніе и его возможное уменьшеніе.

Въ маломъ видѣ достигаютъ высокихъ температуръ палъною трубою и ей подобными средствами.

Отопленіе жилищъ лучше всего (въ экономическомъ и гигиеническомъ отношеніяхъ) производится калориферами, вводящими въ комнаты свѣжій воздухъ, особенно если послѣдній предварительно сдѣланъ влажнымъ.

Въ предъидущихъ главахъ мы познакомились съ важнѣйшими взаимными отношеніями и свойствами четырехъ элементовъ: водорода, кислорода, азота и углерода. Ихъ называютъ иногда **органогенами**, потому что они входятъ въ составъ органическихъ веществъ, образуютъ взаимнымъ соединеніемъ вещества наиболѣе измѣнчивыя и часто встрѣчающіяся въ природѣ. Выгодно съ нихъ начать изложеніе основныхъ данныхъ и выводовъ химіи не только потому, что они и многія ихъ соединенія ближе всего знакомы каждому, не только оттого, что они и соединенія ихъ участвуютъ почти во всѣхъ хорошо изученныхъ химическихъ превращеніяхъ (припомнимъ замѣну водорода, соединенія съ водою, окисленія кислородомъ, возстановленіе углемъ и т. п.), но еще и потому, что взаимныя ихъ соединенія могутъ служить типомъ для всѣхъ другихъ химическихъ соединеній, то есть представляютъ такія атомныя отношенія, въ какихъ, и подобныхъ которымъ, соединяются и другіе элементы между собою.

Водородъ	НН.
Вода	Н ² О.
Амміакъ	Н ³ Н.
Болотный газъ	Н ⁴ С.

Вотъ четыре простѣйшихъ соединенія этихъ элементовъ. Въ частицѣ ихъ входитъ на атомъ элемента одинъ, два, три и четыре атома водорода. Неизвѣстны соединенія атома кислорода съ 3-мя или 4-мя атомами водорода, значитъ, въ атомѣ кислорода нѣтъ нѣкоторыхъ свойствъ, находящихся въ атомахъ углерода и азота.

Притомъ, въ статьѣ объ углеводородахъ было показано, что способность углерода образовать многія соединенія съ водородомъ и кислородомъ можетъ быть поставлена въ зависимость отъ способности его образовать болотный газъ, въ

частицъ котораго на С содержится H^4 . Такъ и для другихъ элементовъ: способность образовать съ водородомъ (или сходственнымъ съ нимъ элементомъ) опредѣленное соединеніе даетъ возможность судить о составѣ многихъ другихъ соединеній этого элемента. Такъ, если мы знаемъ, что элементъ М соединяется съ водородомъ, образуя HM и не образуя H^2M , H^3M , H^4M , то мы можемъ думать, что этотъ элементъ будетъ давать соединенія M^2O , M^3N , MNO , MN^3C и т. п. Таковъ напримѣръ хлоръ. Если мы узнаемъ, что другой элементъ R, подобно кислороду, даетъ съ водородомъ частицу H^2R , то можемъ ожидать, что онъ образуетъ соединенія, подобныя перекиси водорода, подобныя окисламъ металловъ, углекислому газу, окиси углерода и др. Такова напримѣръ сѣра. Значить элементы можно различить по подобію ихъ съ H, O, N, C и сообразно этому сходству предугадать если не свойства (напр. кислотность и щелочность), то по крайней мѣрѣ составъ хотя нѣкоторыхъ изъ ихъ соединеній.

Однако нельзя рѣзко различить элементы по ихъ сходству съ H, O, N и C, или какъ, говорятъ, по ихъ атомности, потому что въ природѣ элементовъ больше разнообразія, чѣмъ въ четырехъ описанныхъ нами. Многіе элементы даютъ соединенія, сходныя, напримѣръ, и съ соединеніями кислорода, и съ соединеніями азота и углерода. Такова, напримѣръ, сѣра. Она образуетъ не только вышеупомянутыя соединенія, показывающія сходство съ кислородомъ, но также и соединеніе SO^2 , сходное съ CO^2 не только по составу, но и по характеру. Притомъ и рассмотрѣнныя нами соединенія разныхъ элементовъ представляютъ многія взаимныя и разнородныя сходства. Такъ C съ O даетъ CO и CO^2 , какъ N образуетъ NO и NO^2 , мы знаемъ уже C^2H^2 (ацетиленъ), C^2N^2 (синеродъ) и т. п. Можно, пожалуй, сравнить озонъ O^3 или OO^2 съ CO^2 , NO^2 , SO^2 , ClO^2 , BaO^2 и т. п. Но конечно сравненія, подобныя этимъ, будутъ совершенно произвольными, если нивъ остальныхъ соединеніяхъ, ни въ общемъ характерѣ сравниваемыхъ элементовъ не будутъ представлять ничего общаго. По этому сравнивать каждый элементъ съ однимъ изъ рассмотрѣнныхъ нами не всегда возможно, а иногда и бесполезно. Изученіе химическихъ соединеній должно состоять не въ одномъ указаніи ихъ количественнаго, даже частичнаго, состава, оно требуетъ опредѣленія химическаго ихъ характера, то есть указанія на тѣ реакціи, къ какимъ они способны. Такъ хлоръ, сходный въ количественномъ отношеніи съ водородомъ, и. ч. входитъ въ разныя частицы въ такомъ же пайномъ количествѣ, какъ и водородъ, даже способный прямо замѣнять водородъ, по характеру своихъ реакцій сходенъ

болѣе всего не съ водородомъ, а съ кислородомъ, потому что; подобно послѣднему, прямо соединяется и съ металлами, и съ металлоидами. Такимъ образомъ, строго говоря, каждый элементъ обладаетъ самостоятельными свойствами, но у нѣкоторыхъ изъ нихъ есть нѣсколько общихъ признаковъ съ тѣми, которые уже разсмотрѣны нами. Поэтому, не придавая дѣленію тѣлъ по атомности абсолютнаго значенія, мы будемъ пользоваться имъ (за недостаткомъ другаго, лучшаго начала), какъ началомъ для расположенія остальныхъ элементовъ въ рядъ, а потому опишемъ сперва элементы наиболѣе сходные съ водородомъ, потомъ съ кислородомъ, азотомъ и углеродомъ.

Водородъ образуетъ частицу H^2 , слѣдовательно такіе одноатомные элементы R и M, какъ водородъ H, образуютъ соединенія HR, HM и RM. Самый лучший примѣръ тому представляетъ хлористый натрій NaCl или поваренная соль, п. ч. и хлоръ, и натрій въ своихъ соединеніяхъ ближе всего напоминаютъ водородъ по частичному составу и даже во многихъ отношеніяхъ и по химическому характеру.

Соединенія водорода	HN.	HNO.	HCH ³ .	HCN.
» хлора	Cl ² , HCl.	Cl ² O, HClO.	ClCH ³ .	ClCN.
» натрія	Na ² ?, NaCl	Na ² O, NaHO.	NaCH ³ .	NaCN.

При этомъ H^2O окисель безразличный, HClO кислота, а HNaO щелочь, тѣмъ не менѣе въ общемъ характерѣ соединеній H, Na и Cl есть много сходнаго.

Для начала знакомства съ подобными одноатомными элементами и ихъ соединеніями избираемъ поваренную соль, какъ вещество общезвѣстное и служащее въ практикѣ источникомъ для полученія хлора и натрія и ихъ соединеній, а въ наукѣ прототипомъ солей, какъ особаго класса химическихъ соединеній. Описание хлора и натрія, а также и элементовъ сходныхъ съ ними, введетъ насъ въ новыя области химіи, потому что изъ остальныхъ элементовъ многія образуютъ соединенія ближе всего сходныя съ тѣми, съ какими мы познакомимся въ послѣдующихъ главахъ. Такъ натрій есть представитель химическаго характера (или функціи, отравленія, какъ говорится иногда) металловъ, составляющихъ большинство простыхъ тѣлъ. Съ него мы и начнемъ слѣдующій томъ этого сочиненія, посвящаемый преимущественно знакомству съ химическими свойствами металловъ и ихъ соединеній.

ДВАДЦАТАЯ ГЛАВА.

Хлористый натрій и хлористый водородъ.

Хлористый натрій или поваренная соль есть вещество извѣстное каждому и распространенное въ природѣ въ изобилии и почти по всюду. Однако въ водѣ, воздухѣ и почвѣ, въ растеніяхъ и животныхъ поваренная соль встрѣчается въ незначительныхъ количествахъ, и только въ нѣкоторыхъ водахъ, а въ особенности въ морской водѣ, равно какъ и въ нѣкоторыхъ пластахъ земли находятся значительныя количества этого вещества, или въ твердомъ видѣ, или въ состояніи водянаго раствора. Значительная растворимость поваренной соли объясняетъ то обстоятельство, что въ почвѣ находятся только малыя ея количества. Дождевая вода вымываетъ поваренную соль изъ почвы и уноситъ съ рѣками въ моря и океаны, гдѣ испареніемъ воды соляной растворъ сгущается, и потому понятно, что въ морской водѣ должно находиться значительное количество накопившейся вѣками поваренной соли. Весьма слабая летучесть этого вещества объясняетъ то обстоятельство, что при испареніи морской воды, въ парахъ находится только самое ничтожное количество этой соли. Однако малыя количества поваренной соли и другихъ сходственныхъ съ нею веществъ доказываются въ атмосферѣ способомъ окрашиванія пламени, который будетъ впоследствии описанъ. Морская соль служила, несомнѣнно, источникомъ образованія пластовъ твердой, такъ называемый **каменной соли**. Должно полагать, что во время геологическихъ переворотовъ нѣкоторыя моря отрывались, подобно Мертвому морю, отъ сообщенія съ океаномъ и, вслѣдствіе незначительности притекающихъ рѣкъ, мало по малу высыхали и должны были отложить массы поваренной соли и другихъ солей, находящихся въ морской водѣ. Дѣйствительно, присутствіе въ пластахъ каменной соли другихъ солей, находящихся въ морской водѣ, служитъ тому несомнѣннымъ доказательствомъ. Въ особенности замѣчательныя явленія, подтверждающія это, представляетъ знаменитая нынѣ мѣстность добычи каменной соли, лежащая на югъ отъ Магдебурга, въ Стассфуртѣ. Здѣсь издавна существуютъ источники соляной воды и эти источники перерабатывались на поваренную соль черезъ испареніе ихъ воды. Значительное распространеніе такихъ источниковъ въ этой и сосѣдственныхъ мѣстностяхъ за-

ставляло предполагать существованіе залежей каменной соли. Глубокія буровыя скважины, проведенныя въ этой мѣстности, дали дѣйствительно болѣе богатые соляные разсолы, совершенно даже насыщенные этимъ веществомъ. Еще дальнѣйшимъ углубленіемъ въ почву достигли наконецъ до залежей каменной соли. Но первые слои, которые встрѣтились, представляли горькую соль, которая не годилась въ пищу, и потому самая соль названа отбросной солью (Abraumsalz). Спустившись еще глубже, за новыми прослойками земли, достигли наконецъ громадныхъ залежей каменной соли. Вотъ эти то верхніе слои Стассфурта и служатъ яснымъ доказательствомъ образованія каменной соли, подъ ними находящейся, изъ морской воды и, что всего важнѣе, — напластованіе разныхъ слоевъ какъ разъ соотвѣтствуетъ тому порядку, въ которомъ изъ морской воды выдѣляются различныя соли при ея испареніи. Въ морской водѣ (глава 3-я) находится наибольшее количество поваренной соли, и потому понятно, что при испареніи эта соль, хотя значительно и растворима въ водѣ, скоро однако достигаетъ до насыщенія и выдѣляется. Изъ 100 частей воды океановъ выдѣляется при естественномъ и искусственномъ испареніи въ самомъ началѣ около одной части довольно чистой поваренной соли, тогда какъ содержится всего 2,5 — 3%. Остальная часть поваренной соли выдѣляется уже съ подмѣсью горькихъ солей магnezіи, которыя составляютъ главную подмѣсь къ поваренной соли въ морской водѣ. Эти соли магnezіи, и по своей растворимости, и по своему малому содержанію (около 1%), выдѣляются въ первыхъ кристаллизаціяхъ только въ видѣ малой подмѣси къ поваренной соли, а въ послѣдующихъ кристаллизаціяхъ онѣ осаждаются вмѣстѣ съ поваренною солью. Первая же часть соли, выдѣляющейся изъ морской воды, состоитъ во всякомъ случаѣ изъ поваренной соли.

Вмѣстѣ съ нею и даже раньше ея выдѣляется сѣрноизвестковая соль, вслѣдствіе своей малой растворимости. Когда выдѣлится около половины поваренной соли, тогда морская вода, испаряясь далѣе, выдѣляетъ смѣсь поваренной соли съ сѣрномагнезійною солью. При дальнѣйшемъ испареніи начинаютъ выдѣляться хлористый калий и хлористый магній, изъ которыхъ первая соль находится въ незначительномъ количествѣ въ морской водѣ, а вторая отличается весьма значительною растворимостью и потому осаждается изъ раствора только тогда, когда остается только весьма малое количество раствора. Таковъ порядокъ выдѣленія солей при искусственномъ испареніи морской воды. Тотъ же самый порядокъ напластованія встрѣчается и въ Стассфуртѣ: внизу лежатъ большіе слои по-

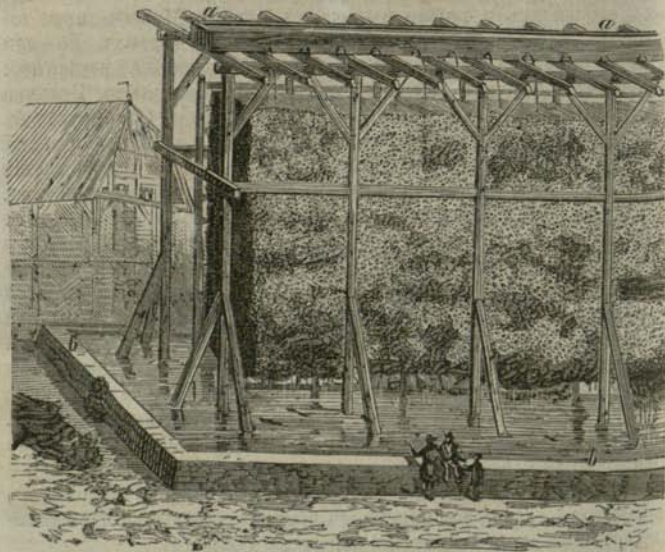
варенной соли, смѣшанной съ сѣрно-известковой солью; выше находится смѣсь повар. соли съ сѣрномгнезιάльной солью (кизеритъ); еще выше лежатъ слои такъ называемаго карналита, который составляетъ ту самую двойную соль хлористаго магнія и хлористаго калия, которая выдѣляется изъ остатковъ искусственнаго испаренія морской воды. Эти верхніе слои и получили названіе отбросной соли. Они имѣютъ горькій вкусъ отъ содержанія въ нихъ магnezіальныхъ соединеній, которыя въ растворимомъ состояніи всѣ представляютъ горькій вкусъ, отчего магnezію и называютъ горькоземомъ.

Въ другихъ мѣсторожденіяхъ каменной соли не всегда находятъ отложенія морскихъ солей, иныхъ, кромѣ поваренной. Это можно объяснить тѣмъ предположеніемъ, что моря, выдѣлявшія соль, не высохли въ данномъ мѣстѣ до конца, а только успѣли отложить поваренную соль; послѣ же того вода ихъ смѣшалась и нашла выходъ въ океанъ. Можно также допустить, что эти слои лежали и въ другихъ мѣстахъ, но были смыты потоками или атмосферной водой. Наибольше извѣстныя мѣстности, богатая каменной солью, представляютъ Величка около Кракова въ Австріи, Кордова въ Испаніи, Стассфуртъ въ Пруссіи и у насъ Илецкая защита, лежащая на лѣвой сторонѣ отъ р. Урала, въ Оренбургской губерніи. Впрочемъ, мѣсторожденія каменной соли нынѣ стали открывать во многихъ мѣстностяхъ, гдѣ прежде и не подозрѣвали существованія ея. Открытія эти дѣлаются на основаніи геологическихъ изслѣдованій, потому что слои поваренной соли являются преимущественно въ пластахъ извѣстнаго геологическаго періода и сопровождаются пластами опредѣленнаго характера. Такъ, въ большей части мѣстностей, гдѣ находится каменная соль, находятъ и пласты гипса, т. е. сѣрноизвестковой соли, что и весьма понятно. Мы уже говорили о выдѣленіи сѣрноизвестковой соли или гипса вмѣстѣ съ поваренной солью при испареніи морской воды. Съ поваренною солью всегда находятъ сопровождающій ее гипсъ, потому что оба происходятъ изъ одного источника — древнихъ морей, испарявшихся вълѣдствіе геологическихъ переворотовъ. Такъ, въ послѣднее время открыты многія мѣсторожденія каменной соли по берегамъ Рейна.

Разработка каменной соли представляетъ мѣстами простую ея выломку при помощи колодцевъ (шахтъ), горизонтальныхъ ходовъ (штольнь) и другихъ подземныхъ выемокъ, подобныхъ тѣмъ, какія употребляются при добычѣ всякихъ другихъ рудъ. Въ немногихъ только мѣстностяхъ, какъ напр. въ Зальцъ-Каммергутѣ, въ Австріи, для этой цѣли употребляютъ воду, которую напускаютъ въ рудникъ и потомъ спускаютъ и испаряютъ. Нѣкоторые виды каменной соли отличаются столь боль-

шю чистотою, что нерѣдко содержатъ только слѣды подмѣшанныхъ веществъ. Таковы напр. нѣкоторые пласты поваренной соли въ Величкѣ и у насъ въ Плецкой Зашитѣ. Въ другихъ случаяхъ каменная соль содержитъ въ себѣ подмѣсъ землестыхъ и горькихъ солей, черезъ что становится необходимымъ подвергать ее для употребленія въ пищу очищенію или, по крайней мѣрѣ, отборкѣ.

Залежи каменной соли служатъ причиною образованія **соляныхъ источниковъ**. Атмосферная вода, проникнувъ въ почву, протекаетъ подъ землею между непроницаемыми или мало проницаемыми глинистыми, каменистыми пластами и въ этихъ подземныхъ теченіяхъ можетъ встрѣчать залежи поваренной соли или пласты земли, смѣшанной съ поваренной солью. Въ такомъ случаѣ вода будетъ растворять ее и будетъ давать соляные источ-



Фиг. 137. Градирия, употребляемая для испаренія воды соляныхъ источниковъ.

1/100

ники. Протекши залежи поваренной соли, такая вода можетъ разбавляться новыми количествами атмосферной воды и вслѣдствіе того будетъ представлять тогда разбавленный растворъ поваренной соли. Углубленіемъ въ землю и приближеніемъ къ тому мѣсту, гдѣ подземныя воды встрѣчаютъ залежи каменной со-

ли, можно находить соляные источники, содержащіе болѣе крѣпкіе растворы. Для этого въ настоящее время обыкновенно проводятъ буровыя скважины, т. е. роютъ артезианскіе колодцы, вода которыхъ и употребляется для добычи соли, равно какъ и вода нѣкоторыхъ естественныхъ соляныхъ источниковъ. Если такая вода представляетъ довольно насыщенный растворъ соли, то изъ нея извлекаютъ соль простымъ испареніемъ на огнѣ. Если же соляной источникъ или соленая вода колодцевъ содержатъ мало соли, то для перваго сгущенія естественнаго раствора не употребляютъ дорогаго нагрѣванія огнемъ, а болѣе дешевый способъ испаренія—съ помощью вѣтра. Для этого устраниваютъ такъ называемыя градирни. Градирня эта есть длинный и высокій сарай, въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ достигающій длины нѣсколькихъ верстъ, поставленный обыкновенно перпендикулярно направленію господствующаго въ мѣстности вѣтра. Этотъ сарай открытъ съ боковъ и весь наполненъ хворостомъ, какъ показываетъ прилагаемый рисунокъ. На верху его находится жолобъ *a*, въ который насосомъ накачивается соленая вода. Переливаясь черезъ жолобъ, такая вода распространяется по хворосту и, распредѣлившись на немъ тонкимъ слоемъ, представляетъ огромную поверхность испаренія, вслѣдствіе чего въ теплое время года и при вѣтрѣ быстро сгущается. Протекши хворостъ, вода собирается подъ градирней въ резервуаръ *b*, отсюда обыкновенно накачивается вновь во второй и третій разъ на градирню, пока растворъ не достигнетъ такого сгущенія, при которомъ находятъ выгоднымъ производить дальнѣйшее извлеченіе съ помощью прямого нагрѣванія. Обыкновенно испареніе въ градирнѣ ведутъ не далѣе содержанія 15—12% соли въ 100 частяхъ раствора.

Естественные крѣпкіе растворы поваренной соли, а также и градированные растворы испаряютъ въ большихъ плоскихъ металлическихъ сосудахъ, нагрѣваемыхъ непосредственно огнемъ или снизу, или съ поверхности. Такіе сосуды, склепанные изъ листовъ котельнаго желѣза, носятъ названіе черновъ. Для быстроты испаренія и экономіи топлива употребляютъ при этомъ разнообразныя средства,—преимущественно искусственную тягу, для того, чтобы уносить образующіеся водяные пары и предварительное нагрѣваніе съ помощью того тепла, которое уносится съ дымомъ и парами. Въ чернахъ или котлахъ осаждающуюся соль собираютъ. При этомъ почти всегда первыя порціи кристаллизующейся соли содержатъ гниль, вслѣдствіе того, что въ водѣ соляныхъ источниковъ находится это мало растворимое вещество. Только дальнѣйшія количества выдѣляющей соли отличаются болѣею чистотою.

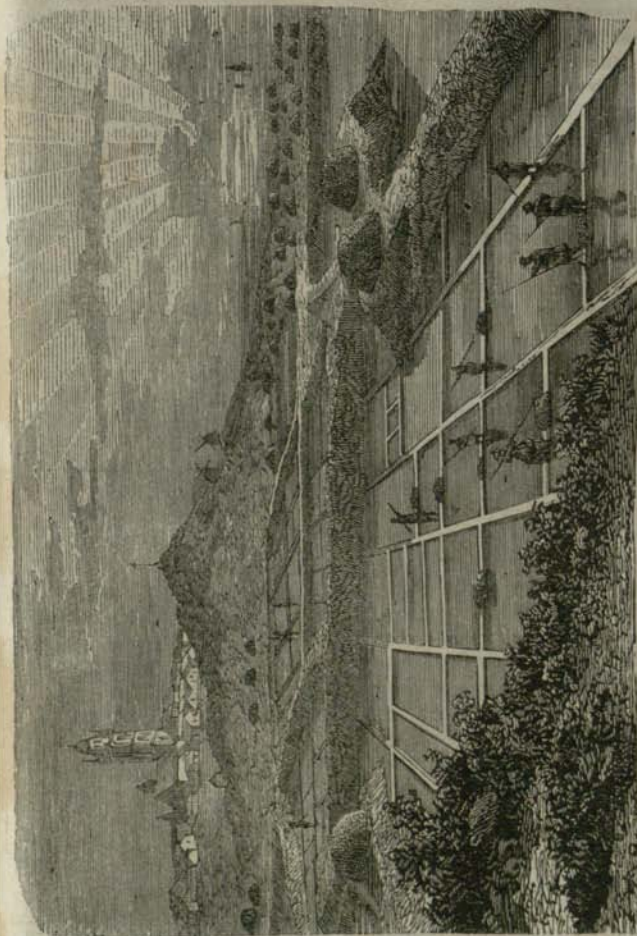


По мѣрѣ осажденія соли, ее вычерпываютъ, оставляютъ стечь на наклонныхъ доскахъ, а потомъ сушатъ и такимъ образомъ получаютъ такъ называемую выварочную соль. У насъ наиболѣе извѣстны солонварницы Пермской, Вятской и сосѣднихъ губерній Урала.

Весьма замѣчательны нѣкоторыя изъ нашихъ **соляныхъ озеръ**, лежащихъ въ бассейнахъ нижнихъ частей Дона и Волги. Они даютъ такъ называемую самосадочную соль, осѣдающую изъ воды этихъ озеръ при испареніи во время лѣтнихъ жаровъ. Вода, притекающая въ такія озера, приноситъ ежегодно весною поваренную соль и входитъ въ такомъ количествѣ, которое меньше количества воды, испаряющейся въ теченіи лѣта. Въ лѣтнее время вода этихъ озеръ достигаетъ такой солености, что часть соли уже выдѣляется изъ нея въ кристаллическомъ видѣ. Таково напр. извѣстное Элтонское озеро, отстоящее отъ лѣваго берега Волги на 140 верстъ. Нѣкоторые заливы морей, отдѣляющіеся отъ нихъ перешейками, въ лѣтнее время также даютъ самосадочную соль, каковы напр. наши крымскіе лиманы, откуда идетъ на югъ Россіи большинство употребляемой тамъ соли.

Вода морей и океановъ представляетъ естественный и неисчерпаемый источникъ поваренной соли. Извлеченіе соли изъ морской воды производятъ нѣсколькими способами. Въ странахъ южныхъ, въ особенности на берегахъ Атлантическаго и Средиземнаго морей (также въ Крыму), для этого пользуются лѣтними жарами. Для этого избираютъ низменные морскіе берега и на нихъ устраиваютъ цѣлыя ряды бассейновъ, сообщаемыхъ между собою. Въ верхніе изъ такихъ бассейновъ накачиваютъ насосомъ или напускаютъ во время прилива морскую воду. Въ такомъ бассейнѣ въ апрѣлѣ мѣсяцѣ начинается уже значительное испареніе воды. По мѣрѣ сгущенія раствора, его перепускаютъ въ слѣдующіе бассейны, а въ верхній напускаютъ новую воду или даютъ возможность соленой водѣ мало по малу протекать чрезъ ряды бассейновъ. Дно бассейновъ, очевидно, должно быть по возможности непроницаемо для воды и для того убивается глиной. Когда сгущеніе достигнетъ до содержанія 28% соли (что соотвѣтствуетъ 28° ареометра Бомэ), начинается выдѣленіе кристалловъ поваренной соли. Эту соль выгребаютъ и, прямо высушивши на воздухѣ, употребляютъ для всѣхъ тѣхъ надобностей, для какихъ идетъ поваренная соль. Въ большинствѣ случаевъ извлекаютъ только первую половину хлористаго натрія, могущаго выдѣлиться изъ морской воды, потому что вторая половина имѣетъ уже горькій вкусъ отъ подмѣси магнезійныхъ солей, выдѣляющихся вмѣстѣ съ поваренною солью. Но въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, какъ напр.

въ дельтѣ Роны, на островѣ Камаргѣ доводятъ испареніе до самаго конца, чтобы получить тѣ магнезіальныя и поташныя соли, какія выдѣляются подъ конецъ испаренія морской воды. Объ ихъ



Фиг. 138. Способы извлеченія поваренной соли изъ морской воды, посредствомъ испаренія въ бассейнахъ, употребляющихся въ Бретани, во Франціи.

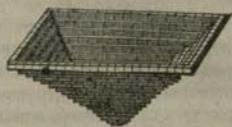
переработкѣ мы будемъ говорить въ своемъ мѣстѣ. Рѣдко подвергаютъ морскую воду градированію и испаренію на огнѣ. Иногда, въ сѣверныхъ странахъ пользуются, для сгущенія мор-

ской воды зимними холодами, что основывается на томъ, что соляные растворы при охлажденіи выдѣляютъ первоначально кристалы льда и оставляютъ такимъ образомъ растворъ болѣе крѣпкій, чѣмъ первоначальный. Ледъ выбрасываютъ и стуженный такимъ образомъ растворъ подвергаютъ уже испаренію въ котлахъ.

Исчисленные приемы извлеченія поваренной соли представляютъ очевидно неодинаковую степень выгодности, и потому изъ нихъ избираютъ, сообразно мѣстнымъ условіямъ, наивыгоднѣйшій способъ. Всеобщее употребленіе соли для пищи какъ людей, такъ и животныхъ и для множества техническихъ примѣненій заставляеть каждую страну заботиться объ обезпеченіи себя этимъ важнымъ продуктомъ. По мѣрѣ успѣховъ образованности потребленіе его увеличивается, а потому и добыча улучшается, оттого-то прежде существовавшій и существующій еще въ большинствѣ государствъ налогъ на поваренную соль оказывается вреднымъ для экономического развитія странъ. Потому то отмену такого налога и должно считать весьма желательной. Англія этому показала примѣръ уже давно. Чтобы видѣть всю важность добычи соли, достаточно указать, что на каждого жителя среднимъ числомъ тратится около 20 фунтовъ поваренной соли въ годъ для пищи и для содержанія скота. Въ странахъ, гдѣ поваренная соль, употребляющаяся для техническихъ производствъ, освобождена отъ налога и въ особенности въ Англіи, почти такое же количество поваренной соли, какое идетъ для вышеназваннаго потребленія, тратится для производства тѣхъ веществъ, которыя содержатъ въ себѣ хлоръ и натрій, въ особенности же для производства соды и хлорныхъ продуктовъ (бѣлизной извести и соляной кислоты).

Поваренная соль въ ископаемомъ видѣ представляетъ иногда значительныя массы вещества, прозрачнаго какъ стекло, въ другихъ же случаяхъ это вещество, отъ химическихъ и механическихъ подмѣсей, представляетъ различныя окрашиванія; но нерѣдко каменная соль является въ кристалахъ. Кристаллизуется поваренная соль всегда въ формахъ правильной системы, чаще **кубани**, что даетъ иногда возможность отличить ее отъ другихъ солей даже по формѣ тѣхъ мелкихъ кубиковъ, въ какихъ выдѣляется соль при испареніи ея растворовъ. Въ массѣ каменной соли находили иногда и большіе прозрачныя кубы поваренной соли, имѣющіе ребра даже до 10 сантиметр. длиною. При быстромъ испареніи растворовъ поваренной соли, появляются кристалы весьма мелкіе, но при медленномъ испареніи они могутъ достигать и значительныхъ размѣровъ. При испареніи, поваренная соль часто выдѣляется въ формѣ кубовъ, спос-

шихся другъ съ другомъ въ видѣ пирамидальной четырехгранной воронки, изображенной на прилагаемомъ рисункѣ. Такіе сростки, по мѣрѣ нарастанія, въ тихую погоду могутъ долго держаться на поверхности воды и увеличиваются иногда довольно значительно, но со временемъ, когда вода попадаетъ внутрь воронки, они тонутъ, и тогда нарастаніе внутри жидкости идетъ уже по всеѣмъ направленіямъ, а не въ формѣ воронкообразныхъ сростковъ.



Фиг. 139. Сростки кубовъ поваренной соли. $\frac{1}{2}$.

Насыщенный растворъ поваренной соли (содержащій 26,4%) имѣеть, при обыкновенной температурѣ (15° Ц, вода при $15^{\circ}=1$), удѣльный вѣсъ около 1,204; а кристаллы поваренной соли имѣють удѣльный вѣсъ около 2,15. Чистая соль, выдѣлившаяся при обыкновенной и высшихъ температурахъ, не содержитъ кристаллизационной воды; но если кристаллы образовались при температурѣ низкой, а именно изъ насыщеннаго раствора, охлажденнаго до -12° , то они представляютъ призматическую форму и содержатъ 2 пая воды: $\text{NaCl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Такіе кристаллы при обыкновенной температурѣ теряють кристаллизационную воду, т. е. вывѣтриваются. Охлаждая ниже 0° растворъ поваренной соли, получаемъ или кристаллы поваренной соли (если растворъ былъ насыщенъ) или кристаллы льда, но когда растворъ имѣеть составъ $\text{NaCl} \cdot \text{OH}_2$, онъ застываетъ вполне, при температурѣ -23° (сравните стр. 160), изъ чего видно, что въ этомъ состояніи растворъ поваренной соли представляетъ определенное химическое соединеніе, какъ и многіе другіе растворы, какъ я показалъ недавно особымъ изслѣдованіемъ. Насыщенный растворъ поваренной соли кипитъ около 110% и содержитъ на 100 частей воды около 40 соли.

Совершенно чистая соль плавится довольно легко при краснокалильномъ жарѣ и вслѣдъ затѣмъ скоро улетучивается, образуя ясно замѣчаемые пары. Такимъ образомъ, при нагреваніи поваренной соли можно улетучить ее до конца при накаливаніи довольно незначительномъ. Эта летучесть поваренной соли примѣняется даже въ практикѣ для наведенія глазури на глиняныхъ издѣліяхъ, для чего бросаютъ въ тѣ печи, гдѣ обжигаются глиняныя издѣлія, поваренную соль, пары которой, приходя въ прикосновеніе съ накаленною глиною, въ присутствіи водяныхъ паровъ, производятъ глазурь отъ реакціи, которая будетъ впоследствии объяснена. Однако при обыкновенной температурѣ поваренная соль не имѣеть



давления паровъ или имѣеть столь незначительное, что оно не наблюдается обыкновенными способами.

Поваренная соль въ томъ обыкновенномъ видѣ, въ какомъ она встрѣчается въ практикѣ, добытая изъ различныхъ источниковъ, представляетъ содержаніе различныхъ подмѣсей, измѣняющихъ ея свойства. Такъ, обыкновенно поваренная соль содержитъ нѣкоторыя количества магнезіальныхъ солей и оттого становится гигроскопическою, притягиваетъ влагу, отчего при высушиваніи такіе кристаллы уменьшаются въ вѣсѣ, теряя нѣкоторое количество воды. Впрочемъ при нагрѣваніи вслѣдствіе кристаллы поваренной соли трескаются отъ превращенія въ паръ малыхъ количествъ воды (и газовъ), въ нихъ заключающихся. Содержаніе постороннихъ солей можетъ придать поваренной соли свойство притягивать влагу въ значительной мѣрѣ, такъ что попадаются и такіе сорта этого вещества, которые расплываются на воздухѣ, или представляютъ сырую массу и даже въ сыромъ время даютъ растворъ, который вытекаетъ изъ складовъ поваренной соли, что и носитъ названіе утечки поваренной соли; въ сухое время можетъ происходить выдѣленіе влаги или усышка. Весьма замѣательно то обстоятельство, что кристаллы каменной соли содержатъ въ своихъ промежуткахъ газъ, именно болотный.

Нечистая поваренная соль, встрѣчающаяся въ практикѣ и добываемая вышеописанными способами, для употребленія въ пищу, нѣрѣдко подвергается очищенію. Очищеніе это основывается на законахъ растворимости солей (стр. 164). Поваренная соль представляетъ слѣдующую растворимость:

Температура Цельсія. . .	0°	10°	15°	20°	30°	50°	70°	90°	109°
100 ч. воды насыщаются.	35,7	35,8	35,9	36,0	36,2	36,9	37,8	38,0	40,4

частями NaCl.

Изъ этого видно, что она почти одинаково растворяется какъ въ холодной, такъ и въ горячей водѣ, и потому выдѣлить ее изъ раствора нельзя черезъ охлажденіе, а для этого нужно производить испареніе. Представимъ себѣ, что имѣется поваренная соль, содержащая 6% постороннихъ примѣсей, напр. 5% хлористаго магнія и 1% гипса. Хлористый магній гораздо болѣе растворимъ въ водѣ, чѣмъ поваренная соль, а гипсъ, напротивъ того, гораздо менѣе: въ 100 частяхъ воды растворяется около 0,2 гипса. Слѣдовательно, если мы возьмемъ 36 граммовъ поваренной соли и растворимъ ихъ въ 100 граммахъ воды, то вся поваренная соль и весь хлористый магній будутъ въ растворѣ, но гипсъ почти весь останется. Если бы растворимость послѣдняго вещества не измѣнилась отъ присутствія другихъ солей, то въ 100 частяхъ воды могло бы раствориться только 0,2 гипса; слѣдовательно 0,1 гипса остались бы не растворенными. Отстаивая или процѣживая растворъ, этотъ нерастворенный гипсъ можно отдѣлить отъ поваренной соли. Если испарять полученный растворъ, такъ чтобы изъ 100 частей взятой воды осталось только 50 частей, то половина поваренной соли выдѣлится, а весь хлористый магній еще останется въ растворѣ. Такимъ образомъ первая порція выдѣлившаяся кристалловъ будетъ содержать въ себѣ только малое количество подмѣсей, увлеченныхъ водою съ хлористымъ натріемъ. Если эту

порцію еще снова перекристаллизировать, т. е. растворить опять в водѣ и испарить полученный раствор и опять собрать только среднюю порцію, то можно получить еще болѣе чистую соль. Такъ получаютъ черезъ одну кристаллизацию обжювенную очищенную поваренную соль или столовую, нынѣ столь обыкновенную въ продажѣ. Ее стремятся получить въ видѣ мелкихъ кристалловъ, потому что тогда не нужно измельчать ее, чрезъ что облегчается употребленіе ея въ пищу. Для этого мѣшаютъ образованію большихъ кристалловъ постояннымъ перемѣшиваніемъ. Такое очищеніе поваренной соли отличается столь большою простотою, что можетъ быть выполнено въ каждомъ домашнемъ хозяйствѣ. Въ тѣхъ растворахъ, которые остаются послѣ выдѣленія кристалловъ чистой поваренной соли, будутъ содержаться подмѣси легче ея растворимыя или бывшія въ маломъ количествѣ. Подобные растворы, остающіеся отъ кристаллизаціи, называются *маточными растворами*.

Для химическихъ изслѣдованій требуется не рѣдко поваренная соль совершенно чистая. Кристаллизаціею, повторенною нѣсколько разъ, нельзя удалить изъ поваренной соли послѣднихъ слѣдовъ солей магнезіи, калия и сѣрнокислыхъ солей. Для полученія же вполнѣ чистыхъ кристалловъ, можно употребить слѣдующій, весьма простой способъ. Вернутъ насыщенный растворъ поваренной соли и на холоду въ него пропускаютъ хлористоводородный газъ. Вода растворяетъ этотъ послѣдній и тогда становится неспособною уже удерживать въ растворѣ поваренную соль и потому выдѣляетъ большую ея часть. При этомъ подмѣси, встрѣчающіяся въ поваренной соли въ маломъ количествѣ, остаются въ растворѣ; особенно же всѣ сѣрнокислыя соли не выдѣляются, а остаются въ растворѣ. Если выдѣлившуюся поваренную соль вновь растворить въ водѣ и снова полученный растворъ насытить хлористымъ водородомъ, то получится совершенно чистая соль, которую однако нужно промыть водою и нагрѣть, для того чтобы удалить увлеченный хлористый водородъ.

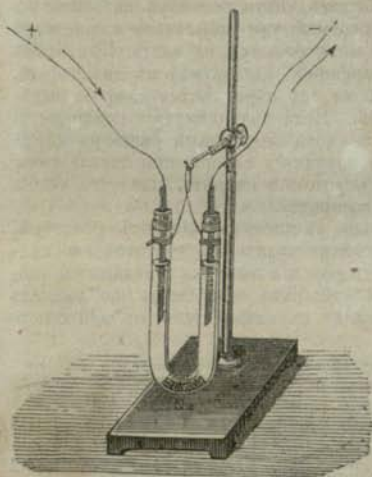
О содержаніи поваренной соли въ чистомъ водяномъ растворѣ, несодержащемъ другихъ солей, можно судить съ достаточною точностію по удѣльному вѣсу раствора, и потому мы прилагаемъ таблицу, показывающую измѣненія удѣльнаго вѣса воды (по даннымъ Герлаха, считая воду при 15° за 1) съ измѣненіемъ въ ней содержанія поваренной соли.

Температура Цельсія.	Число процентовъ поваренной соли въ растворѣ.								
	1	2	3	4	5	10	15	20	25
0°	1,008	1,016	1,024	1,031	1,039	1,078	1,117	1,157	1,199
10°	1,008	1,015	1,023	1,030	1,037	1,075	1,113	1,153	1,195
15°	1,007	1,014	1,022	1,029	1,036	1,073	1,112	1,151	1,192
20°	1,007	1,014	1,021	1,028	1,035	1,072	1,109	1,149	1,190
30°	1,004	1,011	1,018	1,025	1,032	1,068	1,105	1,144	1,184

Должно замѣтить, что ареометръ Бомэ (стр. 24) устроенъ именно по крѣности соляныхъ растворовъ и потому непосредственно градусы ареометра Бомэ указываютъ довольно близко на процентное содержаніе соли въ растворѣ. При подмѣси другихъ солей конечно предъидущая таблица и показанія ареометра не дадутъ понятія о

содержаніи поваренной соли; тогда нужно для опредѣленія ея количества прибѣгнуть къ химическому анализу, т. е. опредѣлить количество хлора и количество натрія, содержащихся въ растворѣ и по нимъ вычислить количественное содержаніе поваренной соли. Поваренная соль нѣсколько растворима въ спиртѣ, даже въ безводномъ, но въ эфирѣ не растворяется, также какъ и въ маслянистыхъ жидкостяхъ.

Поваренная соль даетъ только весьма немногія и то мало прочныя соединенія; такъ, она соединяется съ нѣкоторыми другими хлористыми металлами, образуя двойныя соли, изъ которыхъ нѣкоторыя легко разрушаются даже отъ растворяющаго дѣйствія воды. Такимъ образомъ поваренная соль представляетъ настолько насыщенное соединеніе, что она не образуетъ уже дальнѣйшихъ прочныхъ химическихъ соединеній и если образуетъ болѣе сложныя тѣла, то очень непрочныя. Не вступая въ соединенія, поваренная соль и разлагается съ большимъ трудомъ; отъ дѣйствія жара она перегоняется безъ измѣненія, но дѣйствіемъ гальваническаго тока разлагается



Фиг. 140. Разложеніе гальваническимъ токомъ раствора поваренной или другой соли.

легко, какъ въ расплавленномъ состояніи, такъ и въ состояніи раствора. Если въ тигль расплавить поваренную соль и при этомъ черезъ нее пропускать гальваническій токъ, погруживъ въ нее электроды (изъ угля дѣлаютъ положительный электродъ, а изъ платины или ртути отрицательный), то поваренная соль **разлагается на два вещества:** на положительномъ полюсѣ является пахучій газъ, называемый хлоромъ, а на отрицательномъ — металлъ содія или натрія, что и показываетъ составъ поваренной соли изъ этихъ двухъ простыхъ тѣлъ.

Оба они въ моментъ своего выдѣленія дѣйствуютъ на воду; натрій, какъ мы знаемъ, выдѣляетъ изъ воды водородъ и даетъ ѣдкій натрь, а хлоръ выдѣляетъ изъ воды кислородъ и даетъ хлористый водородъ. А потому при пропусканіи тока черезъ

растворъ поваренной соли не будетъ образоваться натрія, а хлора будетъ мало, на положительномъ полюсѣ появляется кислородъ и хлористый водородъ, на отрицательномъ же водородъ и ѣдкій натръ. Присутствіе хлористаго водорода легко узнать при этомъ потому, что онъ представляетъ кислыя свойства; присутствіе ѣдкаго натра узнается по щелочнымъ свойствамъ. Въ трубкѣ (фиг. 140), изогнутой въ видѣ буквы U, растворъ поваренной соли, смѣшанный съ лакмусовымъ настоємъ, даетъ на положительномъ полюсѣ, при пропусканіи тока, присутствіе кислоты, а на отрицательномъ присутствіе щелочи, образовавшихся изъ поваренной соли и воды. Такимъ образомъ поваренная соль разлагается, подобно другимъ солямъ, отъ дѣйствія тока на кислоту и щелочь. Тѣмъ не менѣе она представляетъ составъ необыкновенной простоты въ отличіе отъ состава другихъ солей, содержащихъ кислородъ, и этимъ поддерживаетъ водородную теорію кислотъ, развитую въ главѣ 7-й. Въ ней нѣтъ ни основнаго, ни кислотнаго ангидридовъ; но она можетъ образоваться изъ соответственныхъ щелочи и кислоты, какъ всякая другая соль съ выдѣленіемъ воды. Дѣйствительно, если мы смѣшаемъ ѣдкій натръ (щелочь) съ хлористымъ водородомъ (кислота), то образуется поваренная соль. $\text{NaHO} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}^2\text{O}$. Эта же реакція, но въ противоположную сторону, совершается при дѣйствіи гальваническаго тока на растворъ соли. Но при дѣйствіи тока на расплавленную соль происходитъ распаденіе, подобное тому, какое совершается при разложеніи воды. Водороду здѣсь соответствуетъ натрій, который, какъ мы уже знаемъ, сходенъ съ водородомъ и его вытѣсняетъ, а кислороду воды здѣсь соответствуетъ хлоръ, который (стр. 237) способенъ вытѣснить изъ воды кислородъ. Значитъ, поваренная соль составлена подобно водѣ и изъ элементовъ, подобныхъ тѣмъ, какіе заключаются въ водѣ, но отъ нихъ отличающихся. Поэтому поваренная соль есть **хлористый натрій**, какъ видно и по способу ея синтеза (стр. 49).

Что касается до двойныхъ разложеній хлористаго натрія, то они чрезвычайно разнообразны и служатъ къ полученію всѣхъ почти другихъ соединеній натрія и хлора. **Двойныя разложенія поваренной соли** основываются почти исключительно на возможности замѣны въ ней металла натрія водородомъ и другими металлами. Но ни водородъ, ни какой другой металлъ прямо не выдѣляютъ натрія изъ поваренной соли. Черезъ это долженъ бы выдѣляться металлическій натрій, но самъ онъ вытѣсняетъ и водородъ, и большинство другихъ металловъ изъ ихъ соединеній, а ими, сколько то извѣстно, не выдѣляется (?). Замѣщеніе же натрія въ поваренной соли водородомъ и



разными другими металлами производится при переходѣ натрія въ какія либо другія натріевыя соединенія. Если водородъ или другой металл М были въ соединеніи съ элементами А, то происходитъ такое двойное разложеніе: $\text{NaCl} + \text{MA} = \text{NaA} + \text{MCl}$. Такія двойныя разложенія идутъ при особыхъ условіяхъ, иногда до конца, иногда только отчасти, какъ это мы и постараемся уяснить въ дальнѣйшемъ изложеніи. Чтобы познакомиться съ простѣйшимъ изъ двойныхъ разложеній поваренной соли и другихъ солей, въ дальнѣйшемъ изложеніи мы будемъ слѣдовать тому пути, какимъ въ практикѣ дѣйствительно перерабатываютъ поваренную соль на соединенія хлора и натрія. Для этой цѣли опишемъ сперва обработку поваренной соли сѣрною кислотою, причемъ получается хлористый водородъ и сѣрнатровая соль. За тѣмъ опишемъ вещества, получающіяся изъ хлористаго водорода и сѣрнатровой соли. Съ помощью хлористаго водорода получается самый хлоръ и почти всѣ другія соединенія этого элемента; при помощи же сѣрнатровой соли добываютъ соду, т. е. угленатровую соль, ѣдкій натръ, самый металлъ натрій и всѣ его соединенія. Такимъ образомъ въ практикѣ исходятъ для цѣлаго ряда соединеній изъ поваренной соли, какъ первоначальнаго вещества, дающаго цѣлый рядъ другихъ тѣлъ. Однако, прежде чѣмъ приступить къ этому, познакомимся съ непосредственнымъ употребленіемъ поваренной соли.

Поваренная соль идетъ въ пищу какъ для людей, такъ и для животныхъ. Необходимость и польза ея употребленія станутъ очевидными, если мы узнаемъ, что въ веществахъ, выдѣляемыхъ въ желудокъ и кишечный каналъ, находятся какъ хлористый водородъ, такъ и соли натрія; такъ напр. въ желчи, вырабатываемой печенью и смачивающей въ кишечномъ каналѣ пищу, находятся натровыя соли и сама поваренная соль. Слѣдовательно, для образованія соли необходимо присутствіе элементовъ, дающихъ названнаго вещества. Если мы замѣтимъ притомъ, что въ твердыхъ и жидкихъ изверженіяхъ, равно какъ и въ потѣ, находятся соли натрія, то намъ будетъ понятно, что возобновленіе ихъ для поддержанія жизни положительно необходимо. Точно то же относится и до хлора: въ кислыхъ желудочныхъ сокахъ находится готовая хлористоводородная кислота, хлористые металлы постоянно находятся въ значительномъ количествѣ въ мочѣ, и если они извергаются, то должны быть какими нибудь способами восполняемы въ организмъ; для восполненія-то и нужно принимать въ пищу вещества, содержащія натровыя соединенія и хлористыя соединенія. Такъ какъ всѣ части тѣла питаются на счетъ крови, то и не мудрено, что въ крови находится по-

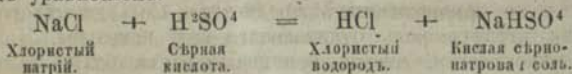
стоянно поваренная соль. Для восполненія выдѣляющейсѣ изъ тѣла и служить приемы поваренной соли, столь обыкновенные въ пищѣ. Нѣкоторые животныя не нуждаются въ приѣмѣ поваренной соли и довольствуются тѣми соединеніями натрія и хлора, которыя находятся въ принимаемыхъ ими растеніяхъ и другихъ животныхъ; но опытъ показываетъ, что домашнія животныя, которыя въ естественномъ состояніи не нуждаются въ приѣмахъ поваренной соли, весьма любятъ это вещество, охотно его поглощаютъ и отравленія ихъ тѣла становятся болѣе правильными при незначительныхъ дозахъ этого вещества. Такъ напр. для предупрежденія многихъ болѣзней рогатаго скота кормленіе его поваренною солью считается весьма полезнымъ. Приемы поваренной соли, по нѣкоторымъ наблюденіямъ, не оказываются выгодными для производства молока. Мы уже говорили, что на каждого жителя, для его собственной пищи и для кормленія домашняго скота, идетъ около 20 фунтовъ поваренной соли въ годъ среднимъ числомъ. Затѣмъ, поваренная соль въ огромномъ количествѣ идетъ, какъ извѣстно каждому, для соленія различныхъ растительныхъ и животныхъ продуктовъ. Солятъ мясо, капусту, огурцы и разнообразныя другіе продукты для того, чтобы предохранить ихъ отъ порчи, свойственной всѣмъ подобнаго рода веществамъ. Растворъ поваренной соли, или твердая поваренная соль, расплывшаяся въ естественныхъ сокахъ растительныхъ и животныхъ продуктовъ, предохраняетъ послѣдніе отъ порчи. Причина этому, по всей вѣроятности, двоякая: во первыхъ, поваренная соль поглощаетъ воду, удерживаетъ ее, хотя и въ слабомъ соединеніи; а присутствіе воды составляетъ необходимое условіе измѣненія животныхъ и растительныхъ веществъ; извѣстно каждому, что сухіе предметы—высушенные овощи, высушенные плоды и даже сушеная рыба и сушеное мясо—не портятся; точно то же относится и до замороженныхъ предметовъ. Соль до нѣкоторой степени играетъ роль отнимающаго воду вещества. Но, по всей вѣроятности, вторая причина играетъ болѣе важную роль въ предохранительномъ дѣйствіи соли: въ соляномъ растворѣ не могутъ жить и развиваться многіе изъ тѣхъ плѣсневей, грибковъ и другихъ низшихъ организмовъ, которые составляютъ одну изъ основныхъ причинъ гніенія и разныхъ другихъ видовъ измѣненія растительныхъ и животныхъ веществъ. Зародыши этихъ организмовъ изъ воздуха попадаютъ на всякое растительное и животное вещество и производятъ въ немъ, при своемъ развитіи, цѣлый рядъ измѣненій, составляющихъ гніеніе и т. п. причины порчи этихъ веществъ. Зародыши, попадая въ предметъ, смоченный растворомъ соли,

не могутъ развиваться на немъ, или, по крайней мѣрѣ, не могутъ быстро развиваться, и оттого животныя и растительныя вещества сохраняются послѣ соленія гораздо дольше, чѣмъ въ свѣжемъ видѣ.

Поваренная соль употребляется также для произведенія охлажденія: смѣсь ея съ равнымъ по вѣсу количествомъ сѣбра понижаетъ, какъ мы видѣли (стр. 160), температуру на—17°. Это зависитъ отъ того, что при раствореніи поваренной соли въ водѣ скрывается нѣкоторое количество тепла, нужное для перехода твердой поваренной соли въ жидкое состояніе раствора. При смѣшаніи со сѣбромъ происходитъ растворъ поваренной соли въ жидкой водѣ, значить, сѣбръ долженъ превратиться въ жидкое состояніе и при этомъ скрывается новое количество тепла, такъ что отъ превращенія двухъ твердыхъ тѣлъ, взятыхъ въ смѣси, въ жидкое состояніе, отъ этого превращенія и происходитъ пониженіе температуры. Оттого-то въ домашней жизни и въ химической практикѣ столь часто употребляютъ поваренную соль для полученія низкихъ температуръ, напр. при приготовленіи мороженого и для быстрыхъ охлажденій, какія часто нужны при приготовленіи веществъ, легко измѣняющихся при обыкновенной температурѣ.

Дѣйствіе сѣрной кислоты на поваренную соль.

Если поваренную соль облить сѣрной кислотой, то даже при обыкновенной температурѣ замѣчается отдѣленіе пахучаго газа, но оно при этомъ незначительно и замѣчается преимущественно по сильному удушливому запаху, свойственному отдѣляющемуся веществу. Это отдѣляющееся пахучее вещество есть ни что иное, какъ хлористый водородъ, а взаимодѣйствіе, которое происходитъ при смѣшеніи, состоитъ въ замѣщеніи между натріемъ поваренной соли и водородомъ сѣрной кислоты, такъ что оно можетъ быть выражено слѣдующимъ уравненіемъ:



Такое взаимодѣйствіе при обыкновенной температурѣ не совершается до конца, останавливается весьма скоро и не можетъ служить къ окончательной переработкѣ поваренной соли. Если смѣсь поваренной соли съ сѣрною кислотой нагрѣвать, то при слабомъ нагрѣваніи разложеніе уже весьма значительно усиливается и достигаетъ до того, что вся взятая сѣрная кислота превращается въ кислую сѣрнатровую соль, если было достаточно поваренной соли. Если былъ избытокъ кислоты или соли, онъ остается неизмѣненнымъ. Если на пай H^2SO^4 (98 частей) взять 2 пая NaCl (117 частей), то

при слабомъ нагрѣваніи только половина (58,5) поваренной соли претерпѣваетъ измѣненіе; разложеніе не доходитъ до конца при слабомъ нагрѣваніи. Окончательная реакція между 98 частями (паяемъ) H_2SO^4 и 5,85 частями (паяемъ) NaCl совершается при слабомъ нагрѣваніи, при которомъ можно окончательно выдѣлить весь хлоръ поваренной соли. Если взять избытокъ поваренной соли и небольшое количество сѣрной кислоты, то, конечно, разложеніе не будетъ идти до конца, тогда какъ при большомъ избыткѣ сѣрной кислоты весь натрій замѣщается легко водородомъ. Полное же разложеніе, т. е. такое, послѣ котораго не останется нисколько водорода въ сѣрной кислотѣ и хлора въ поваренной соли, происходитъ когда на 98 частей сѣрной кислоты будетъ взято 117 частей поваренной соли. Въ этомъ случаѣ разложеніе *при накаливаніи* происходитъ по слѣдующему уравненію:



Тогда дѣйствительно при накаливаніи нисколько не останется водорода въ сѣрной кислотѣ, ни натрія въ поваренной соли, не будетъ ни взятой соли, ни сѣрной кислоты, весь водородъ и хлоръ выдѣлятся въ видѣ газообразнаго хлористаго водорода, въ остаткѣ ихъ не будетъ. Отсутствіе въ остаткѣ хлора можно узнать потому, что хлорныя соединенія (стр. 52) даютъ съ растворомъ лянуса (азотносеребряная соль) бѣлый осадокъ; а полное измѣненіе сѣрной кислоты можно узнать потому, что остатокъ не измѣняетъ синей лакмусовой бумажки въ красную. Для вышеназванной реакціи берется, значитъ, нелетучая или мало летучая поваренная соль, мало летучая сѣрная кислота и въ результатѣ взаимодѣйствія получается, послѣ перемѣны мѣстъ между водородомъ и натріемъ, нелетучая сѣрнонатровая соль и газообразный хлористый водородъ. Газообразность послѣдняго вещества и составляетъ причину того, что реакція идетъ до самаго конца. Механизмъ такого рода двойныхъ разложеній и причина хода реакцій совершенно тѣ же самыя, какіе мы объяснили при разложеніи селитры (стр. 436) при дѣйствіи на нее сѣрной кислоты. Изъ селитры въ этомъ случаѣ получаютъ, при нагрѣваніи, пары азотной кислоты, а здѣсь—пары хлористаго водорода. Сѣрная кислота, такъ сказать, выдѣляетъ въ томъ и другомъ случаѣ другую кислоту, летучую; сама она не летуча, а вытѣсняемая ею кислота, въ томъ и другомъ случаѣ, летуча.

Не только въ этихъ двухъ, но и во всѣхъ другихъ случаяхъ, если черезъ замѣну мѣста между металломъ и водородомъ сѣрной кислоты можетъ произойти летучая кислота,—

она происходитъ. Изъ этого можно заключить, что причинною хода реакціи должно считать летучесть кислоты. Дѣйствительно, если кислота неспособна улѣтучиваться, если взаимодѣйствіе совершается въ закрытомъ пространствѣ, гдѣ кислота не можетъ улѣтучиваться, — или при обыкновенной температурѣ, когда она не переходитъ въ упругое паробразное состояніе, — тогда разложеніе не идетъ до конца, а только до извѣстной границы. Въ этомъ отношеніи весьма важны разъясненія, сдѣланныя въ началѣ текущаго столѣтія французскимъ химикомъ Бертоле. Его ученіе исходитъ изъ того положенія, что химическое взаимодѣйствіе веществъ совершается вслѣдствіе вліянія не только одной мѣры притяженія между разнородными частями, но также подъ вліяніемъ относительной массы дѣйствующихъ веществъ и тѣхъ физическихъ условій, въ которыхъ взаимодѣйствіе совершается. Два тѣла, заключающія элементы ab и cd , будучи приведены во взаимное прикосновеніе, образуютъ, черезъ двойное разложеніе, тѣла ad и bc ; но образованіе этихъ новыхъ тѣлъ не доходитъ до конца, если ни одно изъ происходящихъ тѣлъ не удалится изъ круга взаимодѣйствія. Можетъ же оно удалиться только тогда, когда обладаетъ иными физическими свойствами, чѣмъ другія тѣла, образующіяся вмѣстѣ съ нимъ. Или оно будетъ газъ, а другія тѣла жидки или тверды, или оно будетъ тѣло твердое или не растворимое, а другія жидки или растворимы. Количества образующихся тѣлъ, если ничто не выдѣляется изъ взаимнаго прикосновенія, зависятъ только отъ относительныхъ количествъ тѣлъ ab и cd и отъ мѣры притяженія, существующаго между элементами a , d , b и c ; но какъ бы масса ни была велика и какъ бы притяженіе ни было значительно, во всякомъ случаѣ, по мнѣнію Бертоле, разложеніе не будетъ идти до конца; оно остановится; наступитъ равновѣсіе и тогда въ массѣ останется, вмѣсто взятыхъ двухъ тѣлъ, четыре тѣла: часть первоначальныхъ тѣлъ ab и cd и нѣкоторое количество вновь образованныхъ тѣлъ ad и bc . Мы не станемъ останавливаться здѣсь на тѣхъ явленіяхъ, которыя служатъ къ подтвержденію справедливости этой стороны бертолетова ученія и отлагаемъ до другаго раза указаніе тѣхъ случаевъ, въ которыхъ этотъ законъ не вполне примѣнимъ, а допустимъ его въ настоящее время; остановимся же на дальнѣйшемъ развитіи бертолетова ученія, потому что эта сторона предмета имѣетъ приложеніе къ разсматриваемому нами случаю.

И такъ, если тѣла ab и cd послѣ взаимодѣйствія образовали отчасти тѣла ad и bc , то наступаетъ равновѣсіе и взаимодѣйствіе прекращается; но если одно изъ происходящихъ тѣлъ по своимъ физическимъ свойствамъ выйдетъ изъ круга

дѣйствія остальныхъ веществъ, то взаимодѣйствіе будетъ продолжаться. Этотъ выходъ изъ круга дѣйствія зависитъ отъ физическихъ свойствъ тѣла и отъ тѣхъ обстоятельствъ, въ которыхъ совершается взаимодѣйствіе. Такъ напр. тѣло *ad* можетъ выдѣлиться при взаимодѣйствіи въ растворахъ въ видѣ осадка, какъ вещество нерастворимое, когда другія три тѣла остаются въ растворѣ. Оно можетъ превратиться въ паръ и такимъ образомъ также удалиться изъ круга дѣйствія остальныхъ веществъ. Предположимъ теперь, что оно какимъ либо образомъ выдѣлилось изъ круга дѣйствія остальныхъ веществъ, напр. перешло въ осадокъ или въ паръ, тогда наступаетъ вновь взаимодѣйствіе, оттого, что относительныя массы тѣлъ дѣйствующихъ и получающихся будутъ измѣнены. Если тѣло *ad* удалено, то количество элементовъ *a* и *d* въ массѣ уменьшится, и, по первому закону Бертолета, вновь должно образоваться нѣкоторое количество тѣла *ad*. Когда это тѣло вновь образовалось, то оно, по свойству своему, опять будетъ удалиться; и такъ, реакція, въ слѣдствіе физическаго свойства образующагося тѣла, можетъ дойти до конца при всей незначительности притяженія, существующаго между элементами, входящими въ составъ этого вещества. Конечно, если образующееся тѣло составлено притомъ изъ элементовъ, имѣющихъ значительную мѣру сродства, то окончательное разложеніе значительно облегчается.

Такое представленіе о ходѣ химическихъ превращеній чрезвычайно ясно прилагается къ множеству реакцій, изслѣдованныхъ химіей. Дѣйствіе амміака (стр. 426) на растворы солей, вытѣсненіе посредствомъ его основныхъ гидратовъ, въ водѣ нерастворимыхъ, выдѣленіе летучей азотной кислоты съ помощью нелетучей сѣрной, также какъ и разложеніе поваренной соли съ помощью сѣрной кислоты, когда образуется газообразный хлористый водородъ, служатъ прилѣжами такого рода реакцій, въ которыхъ разложеніе можетъ идти до конца, если мы употребимъ такія условія, при которыхъ одно изъ происходящихъ тѣлъ будетъ вполне выдѣляться изъ массы дѣйствующихъ веществъ. Такъ, сѣрная кислота при обыкновенной температурѣ разлагаетъ поваренную соль, но часть хлористаго водорода остается еще въ растворѣ и масса перестаетъ потому выдѣлять этотъ газъ.

Если же такую смѣсь нагрѣть, чтобы выдѣлить образовавшійся хлористый водородъ, то по мѣрѣ его выдѣленія вся поваренная соль образуетъ хлористый водородъ. При накаливаніи или значительномъ нагрѣваніи не остается нѣсколько неразложенной поваренной соли, конечно, если количество сѣрной кислоты будетъ для того достаточно, т. е. когда посред-



ствомъ сѣрной кислоты доставится столько водорода, сколько нужно для образованія хлористаго водорода изъ всего хлора поваренной соли. Практика вполне подтверждаетъ эти соображенія. Если взять смѣсь пайныхъ количествъ сѣрной кислоты и поваренной соли, т. е. на 117 ч. поваренной соли взять 98 частей сѣрной кислоты, то при обыкновенной температурѣ разложеніе только что начинается; выдѣляется хлористый водородъ, но въ незначительномъ количествѣ. Оно останавливается спустя нѣкоторое время и идетъ затѣмъ медленно, по мѣрѣ того, какъ при доступѣ воздуха будетъ испаряться хлористый водородъ. Но оно можетъ быть сразу доведено до конца, если массу нагрѣть или накалить. Если же этого не дѣлать, то разложеніе, въ особенности въ присутствіи воды, не дойдетъ никогда до конца; оно останавливается въ этомъ случаѣ обыкновенно на половинѣ дѣйствія, т. е. для выдѣленія всего хлористаго водорода, могущаго образоваться изъ поваренной соли, требуется вдвое болѣе количество сѣрной кислоты. При низкихъ температурахъ и при избыткѣ сѣрной кислоты происходитъ кислая сѣрнатровая соль NaHSO_4 , которая, однако, при накаливаніи способна дѣйствовать на хлористый натрій совершенно какъ сѣрная кислота, при чемъ образуется средняя соль, а потому при повышенной температурѣ (достигающей начала калильнаго жара) происходитъ средняя соль, даже если и не будетъ при этомъ избытка поваренной соли потому что кислая соль при накаливаніи распадается на среднюю соль и сѣрную кислоту, которая и дѣйствуетъ на NaCl . Если при низкой температурѣ будетъ взятъ избытокъ поваренной соли, все же происходитъ только кислая соль, а при высокой температурѣ, даже при избыткѣ сѣрной кислоты, происходитъ только средняя соль. При очень низкихъ температурахъ, образующійся хлористый водородъ не выдѣляется изъ массы, а потому во всякомъ случаѣ для успѣшнаго разложенія нужно хотя малое нагрѣваніе.

Обратимъ здѣсь еще вниманіе на то, что при описываемыхъ двойныхъ разложеніяхъ натрій поваренной соли замѣняется водородомъ, а водородъ сѣрной кислоты натріемъ, что повторяется и во многихъ другихъ случаяхъ, часть которыхъ уже извѣстна намъ. Значитъ, натрій и водородъ способны образовать сходственные соединенія.

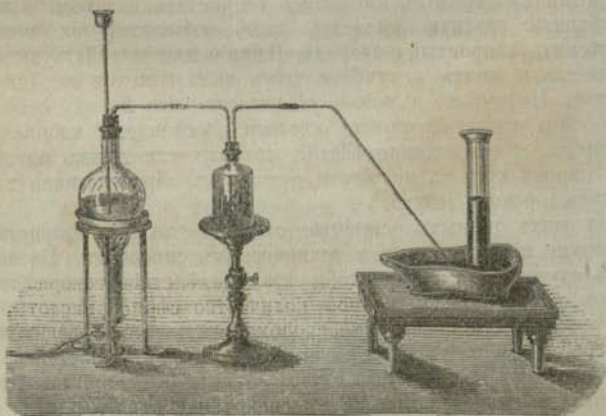
Для доказательства того, что двойныя разложенія, подобныя вышеприведеннымъ, совершаются дѣйствительно въ смыслѣ бертолетова ученія, можно привести тотъ фактъ, что поваренная соль можетъ быть вполне разложена азотною кислотою, а селитра можетъ быть вполне разложена хлористымъ водородомъ, подобно тому какъ онѣ разлагаются сѣрною кислотою.

но это происходит только тогда, если въ первомъ случаѣ будетъ взята избытокъ азотной кислоты, а во второмъ—избытокъ соляной кислоты на данное количество натровой соли. Если въ фарфоровую чашку положить поваренную соль, прибавить къ ней азотной кислоты и нагревать, то при нагреваніи удалится и соляная кислота, и азотная. Значитъ, азотная кислота отчасти дѣйствуетъ на поваренную соль, но при нагреваніи, такъ какъ обѣ кислоты летучи, обѣ превращаются въ парь; въ остаткѣ, значитъ, получится нѣкоторыя количества нелетучаго, оставшагося хлористаго натрія и нелетучей же, происшедшей азотнонатровой соли. Если затѣмъ прибавить новое количество азотной кислоты, то опять наступитъ взаимодѣйствіе, опять нѣкоторая доля хлористаго водорода выдѣлится и при нагреваніи удалится вмѣстѣ съ азотной кислотой. Если повторять подобную операцію нѣсколько разъ, то можно, увеличивая массу азотной кислоты, дѣйствующей на поваренную соль, выгнать съ помощью ея весь хлористый водородъ и въ остаткѣ получить только одну азотнонатровую соль. Если, теперь, взять эту азотнонатровую соль и прибавить къ ней хлористаго водорода въ водномъ растворѣ, то наступаетъ вновь взаимодѣйствіе; нѣкоторое количество хлористаго водорода вытѣсняетъ часть азотной кислоты и при нагреваніи удаляется избытокъ соляной кислоты и образовавшаяся азотная кислота. Если потомъ опять прилить хлористоводородной кислоты, то вновь часть азотной кислоты удалится, и такимъ образомъ избыткомъ хлористаго водорода можно вытѣснить азотную кислоту, какъ избыткомъ ея можно вытѣснить хлористый водородъ. Вліяніе массы дѣйствующаго вещества и вліяніе летучести здѣсь выказывается съ очевидностью. Потому то и можно утверждать, что не отъ особенной мѣры сродства сѣрная кислота вытѣсняетъ хлористый водородъ, а это взаимодѣйствіе совершается только потому, что сѣрная кислота не летуча, тогда какъ образующаяся хлористоводородная летуча.

На этихъ данныхъ основывается приготовленіе хлористаго водорода лабораторнымъ и техническимъ способами. Въ первомъ случаѣ, для того, чтобы взаимодѣйствіе совершалось легко, употребляютъ двойное количество сѣрной кислоты, а въ техникѣ, гдѣ необходимо экономировать всякое вещество, употребляютъ на 117 частей поваренной соли 98 частей сѣрной кислоты. Въ первомъ случаѣ отдѣленіе хлористаго водорода совершается при не высокой температурѣ, а во второмъ требуетъ, подъ конецъ, накаливанія. При употребленіи крѣпкой сѣрной кислоты и сухой соли въ обоихъ случаяхъ выдѣляется сухой хлористоводородный газъ. Его однако легко

и высушить, пропуская чрезъ стеклянку съ сѣрною кислотою. Сухой хлористый водородъ есть газъ, а съ водою онъ сгущается въ жидкiй растворъ. Въ этомъ послѣднемъ видѣ онъ чаще всего и употребляется въ практикѣ, подъ названiемъ **соляной кислоты**.

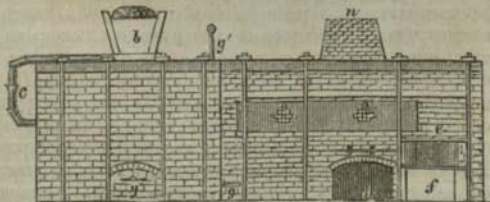
Для приготовленiя малыхъ количествъ соляной кислоты употребляютъ обыкновенный приборъ съ вульфовыми стеклянками, (стр. 215). Въ колбу кладутъ поваренную соль; ее обыкновенно передъ этимъ сплавляютъ, потому что не сплавленная она даетъ пѣну, могущую выброститься изъ аппарата. Когда приборъ составленъ, черезъ вельтеровскую воронку вливаютъ смѣсь сѣрной кислоты съ водою. Крѣпкой сѣрной кислоты по вѣсу обыкновенно берутъ въ полтора раза болѣе, чѣмъ поваренной соли, и разбавляютъ ее только не большимъ ($\frac{1}{2}$) количествомъ воды, что замедляетъ взаимодѣйствiе, вслѣдствiе того, что отъ такого взаимодѣйствiя происходитъ, какъ показываетъ уравненiе, кислая сѣрнатровая соль и хлористый водородъ, растворяющiйся въ водѣ. При употребленiи самой крѣпкой сѣрной кислоты реакцiя идетъ сразу очень сильно. Прибавляя къ смѣси 1 части пов. соли и $1\frac{1}{2}$ частямъ сѣрной кислоты $\frac{1}{2}$ части воды, получаютъ массу, выдѣляющую газъ только при нагрѣванiи. Такая смѣсь сперва безъ нагрѣванiя, а потомъ при нагрѣванiи (въ водяной ваннѣ), выдѣляетъ хлористый водородъ. Его обыкновенно растворяютъ въ водѣ и потому пропускаютъ черезъ рядъ вульфовыхъ стеклянокъ,



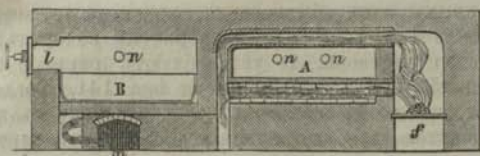
Фиг. 141. Приборъ для полученiя хлористаго водорода или другихъ ему подобныхъ газовъ, растворяемыхъ въ водѣ и не дѣйствующихъ на ртуть. Газъ просушивается пропусканiемъ чрезъ стеклянку съ сѣрною кислотою и собирается въ колоколъ со ртутью. $\frac{1}{10}$.

расположенныхъ, какъ обыкновенно, другъ за другомъ. Если же желаютъ получить свободный хлористый водородъ, не въ видѣ водянаго раствора, то употребляютъ ртутную ванну и приборъ такой, какой изображенъ на фиг. 141. Тогда выдѣляющійся газъ еще пропускаютъ чрезъ стеклянку съ крѣпкою сѣрною кислотою, для высушиванія. Во всякомъ случаѣ, при работѣ въ стеклинныхъ приборахъ и послѣ промывки въ водѣ, хлористый водородъ получается чистый и въ вульфовомъ аппаратѣ, во 2-й и слѣдующихъ стеклянкахъ, получается весьма чистая кислота, какая и употребляется въ лабораторіяхъ. При поглощеніи хлористаго водорода водою получается растворъ болѣе тяжелый, чѣмъ вода, а потому газопроводныя трубки нѣтъ нужды глубоко погружать въ воду, назначенную для растворенія. При поглощеніи газа водою отдѣляется много тепла, а при повышеніи температуры растворимость уменьшается, поэтому, если желаютъ получить крѣпкій растворъ, должны охлаждать тѣ сосуды, въ которыхъ происходитъ поглощеніе.

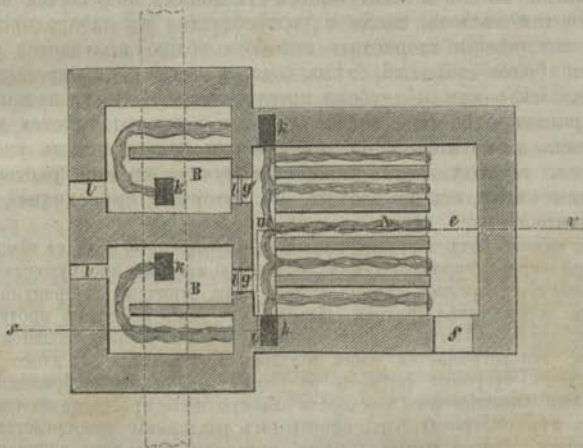
На химическихъ заводахъ разложеніе поваренной соли съ помощію сѣрной кислоты производятъ въ большихъ массахъ преимущественно для полученія средней сѣрнатровой соли, причемъ хлористый водородъ или соляная кислота является уже какъ побочный продуктъ. Тогда, когда имѣютъ въ виду преимущественно добычу соляной кислоты, что встрѣчается нынѣ довольно рѣдко, тогда для этого употребляютъ чугуныя реторты въ родѣ тѣхъ, какія изображены на фиг. 102. Обыкновенно же, когда главную цѣль производства составляетъ сѣрнатровая соль, производятъ разложеніе непосредственно въ печахъ. Лучшія печи въ этомъ отношеніи суть такъ называемыя **муфельныя**. Фигуры 142, 143 и 144 изображаютъ видъ, разрѣзъ и планъ такой печи. Въ ней должно различать: очагъ *e* и двѣ части: котель *B* и муфель *A* или закрытое пространство, сложенное изъ большихъ кирпичей и обхватываемое со всѣхъ сторонъ дымомъ и пламенемъ очага. Въ этомъ муфельѣ совершается окончательное разложеніе поваренной соли сѣрною кислотою. Выдѣляющійся при этомъ



Фиг. 142. Наружный видъ муфельной печи, служащей для заводскаго разложенія NaCl съ помощію H_2SO_4 . *ef* топка, *aa* отверстія въ стѣнѣ муфеля, гдѣ производится окончательное прокаливаніе, *g* задвижка для управленія тягою печи; *g'* задвижка, которою соединяется муфель съ чашею, въ которой смѣшивается соль съ сѣрною кислотою, приливаемою чрезъ *c*. ¹/₁₀₀.



Фиг. 143. Разрѣзъ печи, изображенной на фиг. 142. *В* чаша для смѣшенія, *А* муфель для окончательнаго разложенія. ¹/₁₀₀.



Фиг. 144. Планъ печи, изображенной на двухъ предшествующихъ фигурахъ, сдѣланный по уровню дымовыхъ ходовъ. На фиг. 143 сдѣланъ разрѣзъ по линіи *с* и *с*. Буквы тѣ же, что на другихъ фигурахъ. ¹/₁₀₀.

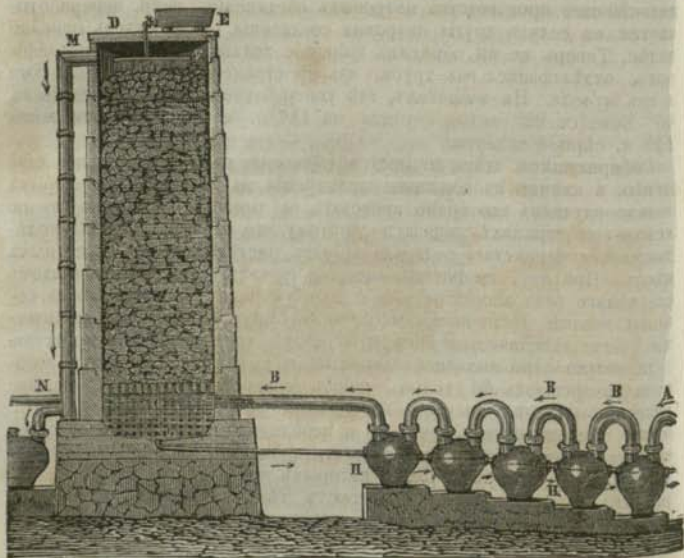
хлористоводородный газъ идетъ изъ муфеля въ трубы, какъ будетъ тотчасъ затѣмъ сказано. Но первое разложеніе новаренной соли сѣрною кислотою не требуетъ такого жара, какъ окончательное и потому его производить въ передней, болѣе холодной, части печи на чугунныхъ сковородахъ, дно которыхъ нагревается дымовыми трубами, идущими подъ ними, такъ что пламя и дымъ очага сперва обхватываетъ муфель, а потомъ идутъ подъ два чугунные котла *В* (фиг. 144) расположенные въ отдаленіи отъ очага *с*. Въ эти котлы насыпаютъ предварительно новаренную соль, а потомъ черезъ изогнутую воронку приливаютъ сѣрную кислоту. Сѣрную кислоту обыкновенно берутъ съ содержаніемъ воды, но не камерную (стр. 476) т. е. такую, какава фабрикуется непосредственно, а получаемую чрезъ выпариваніе въ свинцовыхъ сковородахъ; она имѣетъ такой удѣльный вѣсъ, что показываетъ 60° Боуэ. Въ ней содержится еще 22% воды. Черезъ отверстіе *л* бросаютъ новаренную соль и потомъ его закрываютъ съ помощью герметической заслонки, такъ что выдѣляющійся хлористоводородный газъ долженъ проходить по трубамъ *а*, *а*, въ которыхъ и со-

единяется съ тѣмъ газомъ, какой выдѣляется изъ муфеля. Когда взаимодействие на сковородахъ окончено и отдѣленіе хлористоводороднаго газа прекратится, тогда массу, содержащую въ себѣ около половины не разложившейся поваренной соли и около половины не подействовавшей на нее сѣрной кислоты (въ видѣ кислой сѣрниатровой соли), перебрасываютъ изъ сковороды въ муфель и въ немъ оканчиваютъ дѣйствіе. Въ муфельъ остается уже средняя сѣрниатровая соль, которую мы впоследствии опишемъ. Она употребляется и непосредственно для стеклодѣлія и еще въ большомъ количествѣ для дальнѣйшаго производства натровыхъ соединений, напр. перерабатывается на соду и другія натровыя соединения, какъ будетъ описано далѣе. Теперь же мы обратимъ вниманіе только на хлористый водородъ, отдѣляющійся изъ трубъ, изъ пространства надъ сковородами и изъ муфеля. На фабрикахъ, гдѣ употребляется сѣрная кислота въ 60° Бомэ (съ 22% воды), берется на 117 ч. поваренной соли около 125 ч. сѣрной кислоты.

Собирающійся здѣсь хлористоводородный газъ подвергается сгущенію, а именно съ помощью растворенія въ водѣ. Въ некоторыхъ только случаяхъ его прямо проводятъ въ дымовую трубу, но это во всѣхъ уже странахъ запрещено, потому что огромныя массы выдѣляющагося хлористаго водорода вредятъ растительности окрестныхъ мѣстъ. Притомъ, хлористый водородъ можетъ служить источникомъ для цѣлаго ряда хлористыхъ соединений и потому его стараются собрать вполне. Если бы приборы, въ которыхъ совершается разложене, были дѣйствительно закрыты вполне герметически и представляли только одно выходное отверстіе, то выдѣленіе хлористаго водорода совершалось бы только черезъ газопроводныя трубы, для того назначаемыя; но такъ какъ невозможно устроить вполне герметически закрывающуюся печь, то и необходимо искусственнымъ образомъ увеличивать тягу или заставлять проникать хлористый водородъ черезъ тѣ трубы, съ помощью которыхъ производится сгущеніе хлористаго водорода. Этого достигаютъ тѣмъ способомъ, что концы трубъ, проводящихъ хлористый водородъ, впускаютъ въ высокія дымовыя трубы, гдѣ естественная тяга, происходящая вслѣдствіе горѣнія топлива, заставляеть уноситься и тотъ воздухъ, который подмѣшивается къ хлористому водороду. Этого рода соединеніе производитъ внутри названныхъ трубъ тягу хлористаго водорода въ одномъ опредѣленномъ направленіи. Идущій по этимъ трубамъ хлористый водородъ сгущають водою. Такое поглощеніе само по себѣ дѣйствуетъ, вытягивая газъ, потому что уменьшаетъ давленіе газа внутри поглощающихъ снарядовъ и заставляеть отдѣляющійся газъ проникать въ поглотительные снаряды. Но если бы заставляеть хлористый водородъ проникать черезъ воду, какъ это дѣлается въ лабораторныхъ, герметически запертыхъ сосудахъ, то внутри печи получилось бы весьма сильное давленіе, равное давленію столбовъ воды, черезъ которые проникалъ бы хлористый водородъ (ср. стр. 215). Въ большомъ видѣ, въ заводской печи, этого нельзя достигнуть. Потому въ заводахъ не заставляють проникать хлористый водородъ черезъ воду, а только заставляють его проходить близко надъ поверхностью воды. Вслѣдствіе растворимости, происходитъ поглощеніе водою хлористаго



водорода, находящагося въ газахъ, идущихъ по трубамъ. Приборъ, предназначенный для поглощенія, располагается такъ, какъ представляеть его фиг. 145: *АА* суть большіе глиняные сосуды съ четырьмя отверстиями: съ двумя наверху и съ двумя внизу. Верхнія отверстия служатъ для сообщенія сосудовъ между собою и по трубамъ *ВВ* идетъ хлористоводородный газъ, выходящій изъ печи. Въ каждомъ изъ глиняныхъ сосудовъ хлористоводородный газъ отчасти поглощается; но такъ какъ поверхность поглощенія не велика, то окончательнаго по-



Фиг. 145. Приборъ для заводскаго сгущенія хлористаго водорода, выдѣляющагося въ печахъ фиг. 141 и въ подобныхъ. По трубамъ *ВВ*, чрезъ коксовую башню, чрезъ *М* и *Н* въ дымовую трубу идетъ изъ печи газъ, а ему на встрѣчу изъ *Е*, чрезъ башню, въ *И* и *И* идетъ вода, растворяющая хлористый водородъ. 1/100.

глощенія даже при многихъ сосудахъ достигнуть этимъ способомъ нельзя. Для того чтобы поглощеніе шло правильнѣе и чтобы получался растворъ, по возможности, насыщенный хлористымъ водородомъ, воду, служащую для поглощенія, пускаютъ въ обратномъ направленіи тока газовъ, а именно газы идутъ отъ печи къ трубѣ, а воду пускаютъ, наоборотъ, отъ трубы къ печи. Для этого то и сообщаются трубками *НН* нижнія части сосудовъ *А*, содержащія воду, поглощающую хлористый водородъ. Вода движется отъ колонны къ печи и очевидно по этому, что вытекающая вода будетъ наиболѣе насыщена хлористымъ водородомъ; она дѣйствительно содержитъ въ себѣ до 20% хлористаго водорода. Поглощеніе въ описанныхъ сосудахъ, какъ сказано, не со-

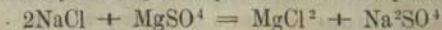
вершается до конца. Для окончательнаго поглощенія хлористаго водорода употребляют такъ называемыя **коксовыя башни**. Это суть высокія трубы, подобныя той, кака я изображена на фиг. 145. Онѣ не рѣдко раздѣляются на двѣ части или состоятъ изъ двухъ рядомъ стоящихъ трубъ. На днѣ ихъ устроена въ е рѣшетка изъ кирпичей, на которой наложенъ до самаго верху коксъ, т. е. уголь, остающійся отъ обжиганія каменнаго угля. Берутъ коксъ потому, что на него соляная кислота не дѣйствуетъ. На этотъ коксъ наливаютъ сверху изъ *E* воду. Эта вода распределяется по коксу, спускается внизъ и при этомъ поглощаетъ хлористый водородъ, идущій снизу вверхъ. На прилагаемой фигурѣ хлористоводородный газъ, вышедшій изъ сосуда *A*, идетъ сперва поднимаясь въ трубѣ, значитъ противоположно движенію воды, а потомъ спускается внизъ, по другой трубѣ *M*, по тому же направленію, по которому падаетъ и вода. Оттого въ послѣдней части поглощеніе менѣе совершенно. Лучше будетъ перепустить газъ изъ первой кокс. башни внизъ и потомъ заставить его пройти опять на встрѣчу водѣ, потому что тогда проходящій газъ будетъ встрѣчать свѣжую воду и, слѣдовательно, отдавать ей остальное количество заключающагося въ немъ хлористаго водорода. Во всякомъ случаѣ подъ конецъ газъ пропускаютъ въ дымовую трубу. Воду же, собирающуюся въ коксовыхъ башняхъ, проводятъ въ глиняныя сосуды *A*, такъ что тотъ слабый растворъ, который получается въ коксовой башнѣ, въ этихъ сосудахъ поглощаетъ еще значительное количество хлористаго водорода, чрезъ что получается бѣлый растворъ этого газа въ водѣ.

Вышеприведенная реакція поваренной соли съ сѣрной кислотой служитъ въ технику для переработки громадныхъ количествъ этихъ веществъ, какъ для полученія соляной кислоты, такъ и для пригото-вленія сѣрниатровой соли. Такая обработка служитъ основой важнѣйшихъ **химическихъ заводовъ**, доставляющихъ щелочи и кислоты, какъ главные энергическіе дѣятели, требующіеся въ практикѣ съ такихъ заводовъ. На химическихъ заводахъ прежде всего готовятъ сѣрную кислоту, какъ наичаще употребляемую и необходимую для раз-ложенія поваренной соли. Этою кислотой дѣйствуютъ на поваренную соль: получаютъ соляная кислота и сѣрниатровая соль. Послѣдняя перерабатывается въ соду или угленатровую соль и въ бѣкій натръ, какъ щелочныя вещества. Такимъ образомъ сѣрная и соляная кисло-та и щелочныя соединенія натра составляютъ первые главнѣйшіе продукты химическихъ заводовъ. Въ одной Англіи для этой цѣли пере-рабатываютъ ежегодно болѣе 50 милліоновъ килограммовъ поварен-ной соли. У насъ это производство до сихъ поръ совершенно почти не существуетъ по причинѣ долго существовавшаго стѣсненія акци-зомъ, ¹⁾ налагаемымъ на поваренную соль.

¹⁾ Въ Англіи соль свободна отъ акциза или пошлины въ пользу правительства, но всѣхъ почти другихъ странахъ обложена пошлиною соль идущая въ пищу, а соль, потребляемая на заводахъ, освобождена отъ акциза. Значеніе этой мѣры весьма ясно. Пудъ соли стоитъ на мѣстѣ добычи нерѣдко не болѣе 5 — 8 копѣекъ, иногда даже меньше, а акцизъ составляетъ, у насъ напримѣръ въ боль-шей части случаевъ, 30 в. съ пуда. Нылъ и у насъ снята пошлина съ соли для химическихъ заводовъ, но это освобожденіе стѣснено такими ограниченіями и формальностями, что для желательнаго развитія переработки соли должно ждать измѣненій въ нынѣ дѣйствующихъ постановленіяхъ.

Такъ какъ хлористый водородъ служитъ источникомъ не только заводскихъ, но и лабораторныхъ приѣмовъ для полученія остальныхъ соединеній хлора, то мы и начнемъ описаніе этихъ соединеній съ указанія свойствъ хлористаго водорода. Но прежде упомянемъ еще о нѣкоторыхъ другихъ, кромѣ вышеуказанной, реакціяхъ двойнаго разложенія поваренной соли.

Поваренная соль вступаетъ въ двойныя разложенія не только съ кислотами, но и **со многими солями**; оно и понятно: между солью и кислотой существуетъ только то различіе, что въ послѣдней находится водородъ на томъ мѣстѣ, гдѣ въ соляхъ находится металлъ; слѣдовательно если изъ поваренной соли при дѣйствіи кислоты образуется хлористый водородъ, то при дѣйствіи солей должны образоваться хлористые металлы. Слѣдовательно поваренная соль можетъ служить источникомъ для полученія хлористыхъ металловъ. Однако такого рода разложенія, какъ и ясно слѣдуетъ изъ бертолетова закона, въ немногихъ только случаяхъ будутъ давать возможность полученія такихъ хлористыхъ металловъ, потому что разложеніе не будетъ совершаться до конца, если образующійся хлористый металлъ не будетъ выдѣляться изъ массы дѣйствующихъ веществъ. Разложеніе будетъ идти до конца и будетъ давать возможность полученія другихъ хлористыхъ металловъ въ томъ случаѣ, когда эти хлористые металлы по своимъ свойствамъ будутъ выдѣляться изъ круга дѣйствія. Такъ напр. если мы растворъ поваренной соли смѣшаемъ съ растворомъ сѣрномагнезіальной соли, то произойдетъ двойное разложеніе, но не вполне, потому что всѣ вещества останутся въ растворѣ. Черезъ взаимодѣйствіе можетъ образоваться въ этомъ случаѣ сѣрнатровая соль и хлористый магній—



Поваренная Сѣрномагне- Хлористый Сѣрнатровая
соль. сіаліаная соль. магній. соль.

вещества, въ водѣ растворяющіяся; ничто не выдѣляется и потому разложеніе не идетъ до конца. Однако можно выдѣлить образовавшуюся этимъ путемъ сѣрнатровую соль, именно, если названную смѣсь охладить. Сѣрнатровая соль на холодъ мало растворима (стр. 164) и потому при охлажденіи образовавшаяся соль будетъ выдѣляться въ кристаллахъ, содержащихъ кристаллизационную воду, если будутъ взяты довольно крѣпкіе растворы поваренной и сѣрномагнезіальной солей. Здѣсь опять разложеніе не будетъ идти до конца, потому что полного выдѣленія сѣрнатровой соли здѣсь не произойдетъ по понятной причинѣ, а именно вслѣдствіе того, что часть сѣрнатровой соли и на холодъ остается въ растворѣ. Тѣмъ не менѣе такого рода разложе-

ніемъ пользуются для полученія сѣрнонатровой соли, а именно изъ остатковъ испаренія морской воды, содержащей въ естественномъ видѣ смѣсь сѣрномагнезіальной и поваренной солей. Въ Стассфуртѣ также встрѣчается такая смѣсь уже готовою, и изъ нея, черезъ раствореніе и охлажденіе, приготавливаютъ сѣрнонатровую соль. Для охлажденія употребляютъ на нѣкоторыхъ заводахъ искусственное охлажденіе съ помощью сложныхъ машинъ Карё (стр. 425). Можно было бы думать, что подобнаго рода двойныя разложенія только при переизмѣнѣ температуры и происходятъ:—что въ жидкости, содержащей въ себѣ сѣрномагнезіальную соль и поваренную, эти вещества при обыкновенной температурѣ не измѣнились, а только при низкой вступаютъ во взаимодѣйствіе и образуютъ сѣрнонатровую соль; но это несправедливо, какъ можно заключить изъ нѣкоторыхъ другихъ явленій. Такъ напр. растворъ сѣрномѣдной соли или мѣднаго купороса представляетъ жидкость синеватаго цвѣта; хлористая мѣдь въ растворѣ имѣетъ зеленый цвѣтъ. Если мы смѣшаемъ обѣ соли вмѣстѣ, то зеленый цвѣтъ ясно видѣнъ; такъ что этимъ способомъ можно доказать присутствіе хлористой мѣди въ растворѣ сѣрномѣдной соли. Если мы теперь къ раствору сѣрномѣдной соли прибавимъ раствора поваренной соли, то получается зеленое окрашиваніе, которое и указываетъ на образованіе хлористой мѣди. Она въ этомъ случаѣ не выдѣляется, но тотчасъ образуется при прибавленіи поваренной соли, какъ и слѣдуетъ по закону Вертолета.

Полное образованіе изъ поваренной соли хлористаго металла можетъ произойти, судя по предыдущему, только въ томъ случаѣ, когда могущій образоваться хлористый металлъ будетъ выдѣляться изъ круга дѣйствія. Такой случай представляется съ солями серебра, потому что хлористое серебро нерастворимо въ водѣ; по этому, если къ раствору серебряныхъ солей мы прибавимъ хлористаго натрія, то образуется хлористое серебро и натровая соль той кислоты, которая была въ видѣ серебряной соли. Образовавшееся первоначально количество хлористаго серебра тотчасъ выдѣляется изъ раствора, потому что нерастворимо въ водѣ, и реакція вслѣдствіе того направляется далѣе и достигаетъ до конца, т. е. или все количество серебра выдѣляется, или весь хлоръ переходитъ въ хлористое серебро, смотря потому, что будетъ въ избыткѣ: хлоръ или серебро. Если же взять въ пайномъ количествѣ поваренную соль и серебряную соль, то взаимодѣйствіе идетъ до конца. Этимъ способомъ пользуются для выдѣленія серебра изъ растворовъ, а также для опредѣленія количества хлора. Въ анализѣ постоянно употребляютъ эту реакцію



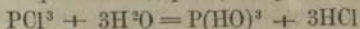
хлористыхъ металловъ съ солями серебра, потому что образующееся хлористое серебро весьма легко собрать влопѣ, промыть и взвѣснить, а по этому вѣсу опредѣлить содержаніе хлора и серебра. Подобно серебру, хотя не столь ясно, дѣйствуютъ свинцовыя соли и соли закиси ртути, потому что хлористый свинецъ и полухлористая ртуть въ водѣ не растворимы или, по крайней мѣрѣ, мало растворимы, подобно хлористому серебру. Такого же болѣе или менѣе полного выдѣленія можно было бы ожидать, если бы получающійся хлористый металлъ обладалъ значительною летучестію; тогда при накаливаніи долженъ былъ бы образоваться летучій хлористый металлъ и оставалось бы не летучее соединеніе натрія. Но хлористыхъ металловъ легко летучихъ мы знаемъ не много; есть только немногіе, на примѣръ хлористая ртуть, другіе же обладаютъ особеннымъ характеромъ, какъ напр. хлористый хромъ. Сюда же относится и хлористый аммоній, а потому при накаливаніи смѣси поваренной соли съ сѣрно-аммиачною, выдѣляется паръ хлористаго аммонія.

Можно было бы ожидать для поваренной соли такихъ явленій двойнаго разложенія, при которыхъ бы выдѣлялся только хлоръ или только натрій, но дѣло въ томъ, что нѣтъ элементовъ, которые бы вытѣснили хлоръ или натрій изъ поваренной соли. По закону Бертолета, должно было бы при нагреваніи хлористаго натрія, съ какимъ либо металломъ, способнымъ соединиться съ хлоромъ, получить отчасти свободный металлическій натрій и долженъ былъ бы образоваться новый хлористый металлъ. Этого въ дѣйствительности не наблюдаютъ. Въ этомъ случаѣ въ дѣйствительности взаимодѣйствіе не совершается, что и показываетъ неполную общность бертолетова закона. Нельзя полагать, что въ этомъ случаѣ взаимодѣйствіе не совершается отъ отсутствія прикосновенія, если расплавленная поваренная соль дѣйствуетъ на расплавленные металлы. Впрочемъ этого нельзя сказать вообще. Нѣкоторые расплавленные металлы дѣйствуютъ на поваренную соль уже при довольно невысокой температурѣ и отнимаютъ отъ нея хлоръ, но дѣйствіе это столь незначительно, что оно до сихъ поръ почти не изучено и развѣ только внослѣдствіи будетъ разъяснено.

Можно также было бы ожидать такихъ двойныхъ разложеній, гдѣ поваренная соль цѣлою своею массою вытѣсняла бы какое либо другое вещество изъ его соединенія. Но и эту способность она не обладаетъ, потому что не даетъ, какъ мы видѣли выше, какихъ либо прочныхъ, болѣе сложныхъ соединеній. То, что сказано здѣсь о поваренной соли, прилагается и ко многимъ другимъ солямъ натрія и нѣкоторыхъ

другихъ металловъ, сходственныхъ съ нимъ. Для нихъ не извѣстны случаи другихъ двойныхъ разложеній, кромѣ тѣхъ, которыя совершаются черезъ взаимодѣйствіе солей другъ на друга, а также щелочей и оснований, при чемъ обыкновенно металлы и водородъ мѣняются мѣстами. Такія двойныя разложенія и называются **соляными двойными разложеніями**. Разложенія селитры и поваренной соли сѣрною кислотою могутъ служить типомъ разложеній этого рода.

Хлористый водородъ HCl , называемый также нерѣдко **соляною кислотою** (хотя этимъ именемъ долженъ былъ бы называться только водяной его растворъ), получается не только изъ поваренной соли дѣйствіемъ сѣрной кислоты, но также изъ всѣхъ другихъ хлористыхъ металловъ при дѣйствіи на нихъ сѣрной кислоты. Онъ образуется также при дѣйствіи воды на многія соединенія хлора съ металлоидами или на такія простыя и сложныя соединенія хлора, которыя носятъ названіе хлорангидридовъ кислотъ ¹⁾. Такъ напр. вода, реагируя на хлористую сѣру, хлористый фосфоръ, хлористую сурьму, даетъ хлористый водородъ; напримѣръ:



Треххлористый Вода. Фосфористая Хлористый
фосфоръ. кислота. водородъ.

Онъ происходитъ также при дѣйствіи воды на нѣкоторые хлористые металлы, иногда при накаливаніи, иногда прямо (напримѣръ $\text{MgCl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{MgO} + 2\text{HCl}$), особенно въ присутствіи кислотныхъ ангидридовъ; тогда металлъ съ кислородомъ воды даетъ основной окисель, который соединяется съ кислотнымъ и образуетъ соль, а водородъ воды съ хлоромъ хлористаго металла даетъ хлористый водородъ. Хлористый свинецъ, накаленный въ струѣ водныхъ паровъ, даетъ HCl и PbO . Пары поваренной соли въ присутствіи водныхъ паровъ и кремнезема (окиси кремнія, способной соединяться съ окисью натрія) даютъ хлористый водородъ и окисъ натрія. Хлористый водородъ происходитъ также при многихъ реакціяхъ распадаенія углеводистыхъ соединеній, заключающихъ хлоръ и водородъ; напр. хлористый этиль, при пропусканіи его паровъ черезъ накаленную трубку, даетъ маслянистый газъ и хлористый водородъ. Онъ происходитъ также при прокалываніи въ струѣ водорода нѣкоторыхъ хлористыхъ металловъ, особенно тѣхъ, которые легко возстановляются и трудно окисляются, напр. хлористаго серебра. Вообще говоря изъ $2\text{MCl}^n + n\text{H}_2\text{O}$ часто происходитъ $\text{M}^2\text{O}^n + 2n\text{HCl}$, а изъ $\text{MCl}^n + \text{H}^n$ иногда $\text{M} + n\text{HCl}$, хотя обѣ эти реакціи идутъ и въ противную сторону т. е. изъ $\text{M}^2\text{O}^n + n2\text{HCl}$ образуются часто $2\text{MCl}^n + n\text{H}_2\text{O}$, а иногда

¹⁾ Хлорангидридами кислотъ называются именно такія хлористыя соединенія, которыя съ водою даютъ кислоты и хлористый водородъ, при чемъ кислота образуется изъ хлорангидрида, чрезъ замѣну въ немъ хлора водянымъ остаткомъ. Если кислота имѣетъ составъ RHO , то ея хлорангидридъ содержитъ RCl , а дѣйствіе на него воды выражается: $\text{RCl} + \text{H}_2\text{O} = \text{RHO} + \text{HCl}$. Всѣ хлористыя соединенія даютъ такую же реакцію, но при особыхъ условіяхъ, а хлорангидриды кислотъ прямо съ водою.



$M + nHCl = MCl^n + H^n$, гдѣ М есть металлъ. Такимъ образомъ хлористый водородъ образуется во множествѣ случаевъ. Это и понятно изъ того, что онъ представляетъ вещество сравнительно весьма прочное, подобное въ этомъ отношеніи водѣ, и даже по всей вѣроятности болѣе прочное, чѣмъ вода, потому что при возвышенной температурѣ и даже при дѣйствіи свѣта хлоръ разлагаетъ воду съ выдѣленіемъ кислорода, причѣмъ образуется хлористый водородъ. При непосредственномъ дѣйствіи хлора на водородъ, какъ мы знаемъ уже (стр. 225), также образуется ихъ соединеніе.

Хлористый водородъ представляетъ безцвѣтное газообразное вещество, обладающее пронзительнымъ запахомъ. На воздухѣ газъ этотъ, притягивая влажность, дымить, потому что даетъ пары, содержащія соединеніе хлористаго водорода съ водою. Хлористый водородъ есть газъ непостоянный; при охлажденіи и давленіи онъ сгущается въ жидкость. Для этого нужно давленіе до 40 атмосферъ или та низкая температура, которая производится сильными охлаждающими веществами, какъ напр., испаряющеюся закисью азота. Плотность хлористоводороднаго газа въ сухомъ видѣ, по наблюденію, равна 1,25 (по отношенію къ воздуху, или 18,1 по отношенію къ водороду), что весьма согласно съ вычисленною плотностью, которая равна 18,25 по отношенію къ водороду, потому что частица хлористаго водорода вѣситъ 36,5 ($H = 1, Cl = 35,5$).

Это есть одинъ изъ весьма постоянныхъ газовъ, до сихъ поръ не разложенный дѣйствіемъ жара, хотя, можетъ быть при этомъ и совершается разложеніе, подобное тому, какое происходитъ съ водою (стр. 194). Газъ этотъ ни самъ не горитъ, ни горѣнія не поддерживаеъ, но смѣсь его съ кислородомъ при прокалываніи даетъ отчасти воду и свободный хлоръ: $2HCl + O = H^2O + Cl^2$. При дѣйствіи гальваническаго тока, водяной растворъ хлористаго водорода разлагается, выдѣляя на положительномъ полюсѣ (кромѣ кислорода) газообразный хлоръ, а на отрицательномъ водородъ; но этимъ путемъ нельзя (какъ для воды) точно опредѣлить составъ и строеніе хлористаго водорода. Для этого служатъ способы, которые будутъ указаны далѣе.

Хлористый водородъ соединяется весьма жадно съ водою. Стеклянка или цилиндръ, наполненные этимъ газомъ, при введѣніи воды, наполняются жидкостью точно также, какъ и при амміакѣ (стр. 412). Растворимость хлористаго водорода въ водѣ, однако, меньше растворимости амміака; но значительное нагрѣваніе, происходящее при раствореніи хлористаго водорода въ водѣ, указываетъ уже на значительную степень сродства, существующую между хлористымъ водородомъ и водою. Черезъ это происходитъ водяной растворъ хлористаго водорода, могущій при насыщеніи на холоду достигнуть плотности 1,23.

При нагреваніи такого раствора, содержащаго на 100 частей воды около 45% хлористаго водорода, выдѣляется хлористоводородный газъ съ небольшою только подмѣсью водянаго пара. Но этимъ способомъ нельзя вполне отдѣлить отъ воды хлористый водородъ, какъ можно это сдѣлать для амміачнаго раствора. Температура раствора мало по малу при нагреваніи повышается и достигнувъ до 110° растворъ весь цѣликомъ перегоняется; вода и хлористый водородъ при этомъ одновременно превращаются въ пары, содержащія въ своемъ растворѣ на одинъ най хлористаго водорода восемь частей воды (или около того). Такой растворъ хлористаго водорода имѣетъ удѣльный вѣсъ 1,10. Если растворъ хлористаго водорода, насыщенный на холоду, выставить на воздухъ, то часть хлористаго водорода, испаряется, но остается жидкость уд. вѣса 1,1, хотя по закону растворимости должно было бы улетучиваться всему хлористоводородному газу, какъ это происходитъ напр. при амміакѣ. Постоянный или опредѣленный растворъ хлористаго водорода содержитъ въ 100 частяхъ около 20% хлористаго водорода, что и соответствуетъ формулѣ $\text{HCl}8\text{H}^2\text{O}$. Но это соединеніе существуетъ только въ жидкомъ видѣ, при испареніи (111°) распадается, что видно изъ плотности паровъ. Если бы распаденіе не существовало, то плотность ($\text{H}=1$) была бы = 90, а она равна 10, какъ и слѣдуетъ для смѣси ClH съ $8\text{H}^2\text{O}$. Растворъ почти этой крѣпости чаще всего и употребляется въ практикѣ. Растворы болѣе крѣпкіе, насыщенные еще большимъ количествомъ хлористаго водорода, образуются только при охлажденіи; при обыкновенной даже температурѣ они уже выдѣляютъ хлористый водородъ и потому такіе растворы хлористаго водорода дымятъ на воздухѣ и потому называются **дымящеюся соляною кислотою**. Удѣльный вѣсъ насыщеннаго раствора обыкновенно равенъ 1,21, при томъ почти на HCl приходится около $3\text{H}^2\text{O}$. Прилагаемая таблица показываетъ отношеніе между удѣльными вѣсами растворовъ и содержаніемъ хлористаго водорода.

Растворимость HCl въ водѣ при 0°, при разныхъ давленіяхъ, по Роско:

Давленіе въ миллим. ртути . .	100	200	300	500	700	800	1000	1300
100 грам. воды раств. HCl грам.	65,7	70,7	73,8	78,2	81,7	83,1	85,6	89,5

Измѣненіе растворимости съ температурою при 760 мм. давленія, по Роско:

Температура Цельзія град.	0	4	8	12	16	20	24	40	60
100 гр. воды раств. гр. HCl	82,5	80,4	78,3	76,2	74,2	72,1	70,0	63,3	56,1

Пропуская воздухъ чрезъ насыщенную соляную кислоту, получаютъ при 0° кислоту съ 25,0% HCl , при 20° съ 24,4, при 50° — 23,4, при 80° — 22,0%, при 100° 20,7%.



Приводимъ таблицу (Deicke) для насыщенныхъ растворовъ.

Температура Цельсія	0°	4°	8°	12°	14°	18°	18°,25	23°
Давленіе въ мм.в.м.	738	759	765	762	762,5	765,5	764,5	767,2
Проценты HCl	45,15	44,36	43,83	43,28	42,83	42,34	42,28	41,54
Удельный вѣсъ раствора	1,2257	1,2265	1,2185	1,2147	1,2074	1,2064	1,2055	1,213
Растворимость при 760 м.	525,2	494,7	480,3	471,3	462,4	451,2	450,7	435,0

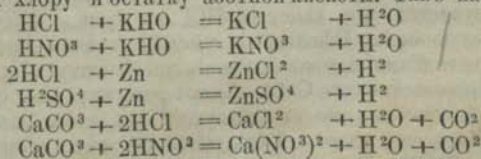
Для не насыщенныхъ растворовъ плотность при по 15°, по Юру.

Плотность	1,200	1,191	1,180	1,170	1,160	1,149	1,139	1,129	1,118	1,100
Процентъ HCl	40,78	38,74	36,29	34,25	32,21	30,17	28,14	26,10	24,06	20,30
	1,090	1,080	1,070	1,060	1,050	1,040	1,030	1,020	1,010	
	18,35	16,31	14,27	12,23	10,19	8,16	6,12	4,08	2,04	

Кислота, содержащая около 20%, перегоняется безъ измѣненія. При большемъ содержаніи газа, при нагреваніи выдѣляется сперва почти одинъ хлористый водородъ, при меньшемъ содержаніи газа, сперва отдѣляется водяной паръ съ небольшимъ количествомъ кислоты. На этомъ основана перегонка продажной соляной кислоты для очищенія ея. Продажная содержитъ обыкновенно болѣе 20% и потому дымить, а при нагреваніи сперва выдѣляетъ газъ. Въ приемникъ, очевидно, необходимо налить воды, для растворенія газа. Въ нагрѣтомъ приемникѣ получается кислота не крѣче 20%, а въ охлаждаемомъ можетъ быть собрана болѣе крѣпкая. Лучше всего ставить два приемника; одинъ не охлаждать, въ немъ будетъ кислота съ 20%, а другой охлаждать и въ него налить немного воды, въ немъ соберется болѣе крѣпкая, дымящая кислота. Еще лучше въ перегоняемой кислотѣ прибавить хлористаго кальция — тогда будетъ получаться въ парахъ газъ съ малымъ содержаніемъ воды. Продажная кислота содержитъ примѣси: сѣрную кислоту, сѣрнистый газъ, азотную кислоту и окислы азота, хлоръ, хлористое желѣзо (отъ него и органическихъ веществъ желтый цвѣтъ) и хлористый мышьякъ. Онѣ происходятъ отъ самаго производства, отъ нечистоты сѣрной кислоты и т. п. Для очищенія можетъ служить, отчасти, перегонка. Въ первой порціи будутъ мышьякъ, хлоръ, окислы азота и сѣрнистая кислота (но послѣдняя не можетъ существовать вмѣстѣ съ двумя предыдущими примѣсями — окислится), въ остаткѣ будутъ сѣрная кислота и разныя соли; средняя порція будетъ чище другихъ, но далеко еще не совершенно чиста. Есть способы очистить и виолнѣ, но чистую проще приготовить въ лабораторіи, въ вульфовомъ аппаратѣ.

Хлористоводородные растворы представляютъ всѣ **свойства кислоты**, и кислоты энергической. Они не только превращаютъ синіе растительные цвѣта въ красные, но и вытѣсняють изъ углекислыхъ солей углекислый газъ, насыщаютъ виолнѣ основанія, даже такія энергическія, какъ напр. кали, известь и т. п. Но должно замѣтить, что только въ присутствіи воды хлористый водородъ обладаетъ кислотными свойствами въ значительной мѣрѣ; безъ этого, т. е. въ сухомъ состояніи, хлористый водородъ даже не измѣняетъ растительныхъ цвѣтовъ, не производитъ многихъ двойныхъ разложеній, какія легко совершаются въ присутствіи воды. Это объясняется однако весьма просто тѣмъ, что упруго-газообразное состояніе

хлористаго водорода препятствуетъ ему вступать во взаимнодѣйствіе. Однако накаленное желѣзо, какъ и натрій, дѣйствуютъ на газообразный хлористый водородъ, вытѣсняя водородъ и именно оставляя половину объема водорода противъ одного объема взятаго хлористаго водорода, что можетъ служить и для опредѣленія состава хлористаго водорода. Соединенный съ водою, лишившись своей упругости, потерявши значительное уже количество тепла при переходѣ въ жидкое и соединенное состояніе, хлористый водородъ дѣйствуетъ уже совершенно какъ кислота. Такая кислота въ практикѣ обыкновенно носитъ названіе соляной кислоты, потому что соотвѣтствуетъ поваренной соли. Кислотныя дѣйствія хлористаго водорода проявляются во множествѣ его химическихъ реакцій; такъ напр. при дѣйствіи на большинство металловъ, металлъ вытѣсняетъ водородъ изъ хлористаго водорода, совершенно такъ, какъ онъ производитъ это напр. въ сѣрной кислотѣ. Такъ, при дѣйствіи на цинкъ, даже олово, выдѣляется водородъ. При дѣйствіи на металлическія окиси и гидраты, хлористый водородъ также даетъ хлористые металлы, образуя воду; напр. окись мѣди даетъ хлористую мѣдь; окись кальція и водная окись барія даютъ хлористый кальцій и хлористый барій. Такимъ образомъ въ реакціи участвуетъ только хлористый водородъ и эта реакція совершенно сходственна съ подобными же реакціями кислотъ, напр. азотной, сѣрной и т. п. Водородная теорія кислотъ и была составлена на основаніи того, что между обыкновенными кислотами, содержащими кислородъ и хлористымъ водородомъ и подобными ему кислотами существуетъ только одинъ общій элементъ, именно водородъ. Это есть именно тотъ элементъ въ кислотахъ, который вступаетъ въ нихъ въ взаимнодѣйствіе съ металлами при образованіи солей. Въ этомъ случаѣ водородъ замѣняется металломъ и потому кислотныя свойства нельзя приписывать непременно содержанию кислорода, а нужно признавать ихъ происходящими отъ присутствія водорода, приобретающаго способность замѣщаться металлами, отъ соединенія съ простою или сложною группировкою, подобными хлору и остатку азотной кислоты. Такъ напр.:



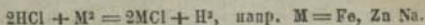
Очевидно что дѣйствіе HCl сходно съ дѣйствіемъ другихъ кислотъ, что и въ кислотахъ азотной и соляной Cl и NO² суть

сходные элементы, также какъ SO^4 и Cl^2 . Хлоръ, **остатки** NO^3 , SO^4 , CO^2 , CN и т. п., соединенные въ кислотахъ съ водородомъ, а въ соляхъ съ металлами, и называются **галогидами** или **солеродами**. Хлоръ есть простое тѣло, служащее ихъ представителемъ. Другіе солероды: SO^4 , NO^3 и пр. часто не существуютъ въ свободномъ видѣ.

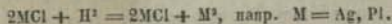
Двойнымъ разложеніемъ хлористый водородъ подвергается, судя уже по вышеозначенному, чрезвычайно легко. Онъ выдѣляетъ водородъ со многими металлами, образуя при этомъ **хлористые металлы**, относящіеся къ разряду **галогидныхъ солей**. Не многіе только металлы сопротивляются его дѣйствию, напр. золото, платина, серебро въ сплошномъ видѣ, ртуть; но послѣдніе дѣйствуютъ отчасти на хлористый водородъ. Свинецъ оттого только дѣйствуетъ слабо въ сплошной массѣ, что образующійся хлористый свинецъ — нерастворимъ и препятствуетъ дальнѣйшему дѣйствию хлористаго водорода на металлъ. Тоже самое должно замѣтить относительно слабаго дѣйствія хлористаго водорода на ртуть и серебро, — потому, что (какъ мы уже видѣли, стр. 716) хлористыя соединенія этихъ металловъ нерастворимы въ водѣ. Хлористые металлы образуются не только отъ дѣйствія HCl на металлы, но и многими другими способами, напр. дѣйствиемъ хлористаго водорода на углекислыя соли, на окиси и водныя окиси, а также хлора на металлы и нѣкоторыя ихъ соединенія. Хлористые металлы имѣютъ составъ: MCl напр. $NaCl$, KCl , $AgCl$, $CaCl$, $HgCl$, если металлъ замѣняетъ водородъ на n за n или, какъ говорится, если металлъ одноатоменъ. Они имѣютъ для двуатомныхъ металловъ составъ MCl^2 , напр. $CaCl^2$, $CuCl^2$, $PbCl^2$, $HgCl^2$, $FeCl^2$, $MnCl^2$. Для другихъ металловъ составъ ихъ галогидныхъ солей еще иной, напр. Al^2Cl^6 , Fe^2Cl^6 , $PtCl^4$ и т. п. Многіе металлы, какъ видно уже изъ нечисленныхъ примѣровъ, даютъ нѣсколько степеней соединенія съ хлоромъ, какъ съ кислородомъ. Отъ соответственныхъ окисловъ хлористые металлы отличаются по составу тѣмъ, что O замѣщено Cl^2 напр. закиси желѣза FeO соответствуетъ хлористое желѣзо $FeCl^2$, окиси Fe^2O^3 хлорное желѣзо Fe^2Cl^6 , что видно и изъ самого образованія этихъ соединеній, п. ч. напримѣръ $FeCl^2$ получается при дѣйствіи HCl на закись желѣза или ея углекислую соль. Нѣкоторыя высшія степени соединенія хлора съ металлами при накаливаніи выдѣляютъ хлоръ, напр. $CuCl^3$ превращается въ $CuCl$. Хлористые металлы, соответственные перекисямъ, не существуютъ или легко разлагаются съ выдѣленіемъ хлора. Такъ имѣть соответственно PbO^2 соединенія $PbCl^4$. Хлористые металлы имѣютъ общій видъ солей, представителемъ ихъ служитъ поваренная соль. Они

обмѣненовнно плавятся легко, легче окисей (напр. CaO — не плавка, а CaCl^2 легко плавится) и многихъ другихъ солей, при накаливаніи часто постояннѣ окисей, многіе даже превращаются въ пары, особенно легко летуча сулема HgCl^2 , тогда какъ HgO при накаливаніи распадается. Хлористое серебро AgCl легкоплавко и разлагается съ трудомъ, тогда какъ и Ag^2O , и AgNO легко разлагаются. Большинство хлористыхъ металловъ растворимо въ водѣ, но AgCl , CuCl , HgCl и PbCl^2 мало растворимы въ водѣ, а потому легко получаютъ въ видѣ осадковъ, когда смѣшиваютъ растворы солей этихъ металловъ съ растворомъ какого либо хлористаго металла или даже съ хлористымъ водородомъ. Хлористые металлы съ сѣрною и даже съ азотною кислотою разлагаются, какъ указано было для хлористаго натрія. Металлъ въ нихъ заключающійся можетъ быть иногда замѣненъ другимъ металломъ и даже водородомъ при дѣйствіи самого металла или водорода. Такъ мѣдь вытѣсняетъ ртуть изъ раствора хлористой ртути: $\text{HgCl}^2 + \text{Cu} = \text{CuCl}^2 + \text{Hg}$, или водородъ при накаливаніи вытѣсняетъ серебро изъ хлористаго серебра: $2\text{AgCl} + \text{H}^2 = \text{Ag}^2 + 2\text{HCl}$. Всѣ эти и цѣлый рядъ подобныхъ реакцій двойного разложенія повторяются и надъ другими солями, составляютъ тотъ видъ разложеній, которыя называются двойными соляными разложеніями. Повторимъ еще разъ, что при нихъ металлы и водородъ мѣняются мѣстами, и что они главнымъ образомъ суть слѣдующія (въ примѣненіи къ образованию одноатомныхъ хлористыхъ металловъ MCl):

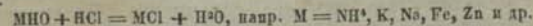
Водородъ вытѣсняется металломъ:



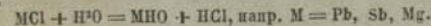
Металлъ вытѣсняется водородомъ:



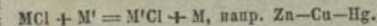
Щелочь дѣйствуетъ на кислоту:



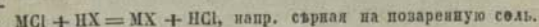
Вода дѣйствуетъ на соль:



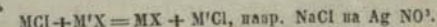
Одинъ металлъ становится на мѣсто другаго:



Кислота дѣйствуетъ на соль:



Двѣ соли дѣйствуютъ другъ на друга:



Это суть типическія формы двойныхъ соляныхъ разложеній, какимъ подвергаются какъ хлористые металлы, такъ и всякія другія соли. Условія, въ которыхъ идутъ эти реакціи, опредѣляются свойствами дѣйствующихъ и могущихъ образоваться соединений, какъ то было развито неоднократно въ предшествующемъ изложеніи и будетъ еще встрѣчаться въ послѣдующемъ.

Если въ предыдущихъ реакціяхъ на мѣсто одноатомнаго металла или галоида встанетъ двуатомный, выраженія реакцій измѣнятся весьма понятнымъ образомъ, что видно изъ примѣра: Одноатомный металлъ: $\text{KHO} + \text{HCl} = \text{KCl} + \text{H}^2\text{O}$.

Двуатомный металлъ: $\text{Cu}(\text{HO})^2 + 2\text{HCl} = \text{CuCl}^2 + 2\text{H}^2\text{O}$.

Двуатомный галоидъ: $2\text{NaCl} + \text{H}^2\text{SO}^4 = 2\text{HCl} + \text{Na}^2\text{SO}^4$ и т. д.

Если хлористый водородъ вступаетъ въ двойное разложеніе съ основными окислами и ихъ гидратами, то это зависитъ только отъ его кислотныхъ свойствъ; по той же причинѣ онъ не вступаетъ въ двойное разложеніе съ кислотами и кислотными ангидридами. Только иногда онъ соединяется съ послѣдними напр. съ ангидридомъ сѣрной кислоты, образуя SO^2HCl , а въ другихъ случаяхъ дѣйствуетъ на кислоты, отдавая ихъ кислороду свой водородъ и образуя хлоръ, какъ это будетъ развито въ слѣдующей главѣ.

На металлонды хлористый водородъ не дѣйствуетъ. Хотя хлористый водородъ и представляетъ газъ, но онъ вытѣсняетъ другія газообразныя кислоты въ особенности тѣ, которыя даютъ прямо ангидридъ, напр. угольную кислоту, сѣрнистую, азотистую кислоту. Онъ даже не вытѣсняется изъ хлористыхъ металловъ вполне такими кислотами какъ азотная и т. п. (см. стр. 707). Такія отношенія соляной кислоты, по смыслу Бертолетова ученія, зависятъ конечно отъ того, что HCl обладаетъ большимъ сродствомъ къ водѣ, иначе нельзя напримѣръ понимать взаимнаго отношенія между азотною и соляною кислотами. Онѣ, какъ мы видѣли, взаимно вытѣсняютъ другъ друга изъ солей въ присутствіи воды. Иначе, если бы хлористый водородъ былъ газъ, не обладающій сродствомъ къ водѣ, азотная кислота, труднѣе его летучая, должна была бы вполне его выдѣлять, какъ хлористый водородъ вполне выдѣляетъ углекислый газъ изъ его соединенія. Не происходитъ при азотной кислотѣ такого выдѣленія потому, конечно, что хлористый водородъ, вытѣсненный азотною кислотой, остается еще въ водяномъ растворѣ и своею массою препятствуетъ окончательному разложенію. Выдѣляя нагрѣваніемъ образовавшійся хлористый водородъ, мы можемъ вытѣснить его весь, какъ сказано выше.

Изъ соединеній хлористаго водорода съ веществами, описанными нами уже выше, должно упомянуть о продуктахъ дѣйствія его на амміакъ и азотную кислоту. Съ амміакомъ хлористый водородъ соединяется, отдѣляя большое количество тепла, причѣмъ образуется **хлористоводородный амміакъ или нашатырь**, $\text{NH}^4\text{Cl} = \text{NH}^3\text{HCl}$. Образованіе этого тѣла изъ амміака и хлористаго водорода происходитъ съ выдѣленіемъ тепла и образованіемъ изъ равныхъ объемовъ взятыхъ

газовъ твердаго безцвѣтнаго нашатыря. Сродство элементовъ, входящихъ въ нашатырь, столь значительно, что это соединеніе происходитъ даже въ газообразномъ состояніи. Если въ эвдиометрѣ смѣшать 1 объемъ азота съ 3-мя объемами водорода и съ 2 объемами хлористаго водорода и пропускать рядъ искръ отъ румкорфовой спирали, то образуется нашатырь, то есть при этомъ **азотъ соединяется съ водородомъ** и реакція при этомъ идетъ до конца. Ничто лучше этого не показываетъ вліянія прочности образующагося соединенія и значеніе его выдѣленія изъ круга дѣйствія (дѣйствуютъ газы, а происходящее тѣло есть твердое), потому что, какъ намъ извѣстно (глава 12), водородъ не соединяется съ азотомъ и амміакъ разлагается рядомъ электрическихъ искръ.

Если сухой хлористый водородъ смѣшать съ сухимъ амміакомъ, то происходитъ тотчасъ соединеніе, содержащее равные объемы названныхъ газовъ. Если растворъ амміака смѣшать съ растворомъ хлористаго водорода, то образуется такое же соединеніе, но оно остается въ растворѣ и при вынашиваніи получается въ видѣ кубическихъ кристалловъ нашатыря. То же самое происходитъ, если мы возьмемъ углеамміачную соль, причѣмъ выдѣлится углекислый газъ. Этимъ способомъ нашатырь обыкновенно и получается въ практикѣ. Его готовятъ изъ углеамміачной соли, получающейся при сухой перегонкѣ азотистыхъ веществъ, насыщая полученный водяной растворъ хлористымъ водородомъ, составляющимъ побочный продуктъ многихъ заводскихъ производствъ. Такимъ образомъ происходитъ растворъ нашатыря; его испаряютъ, получается въ остаткѣ масса, содержащая въ себѣ подмѣсь различныхъ другихъ продуктовъ сухой перегонки, въ особенности смолообразныхъ и нѣкоторыхъ трудно летучихъ. Для очищенія нашатыря его подвергаютъ обыкновенно возгонкѣ. Для этого употребляютъ чугунные котлы, закрывающіеся полушарообразными металлическими крышками, или просто глиняные горшки, закрытые другими горшками. Верхняя часть или шлемъ въ приборахъ этого рода будетъ имѣть низшую температуру, чѣмъ нижняя часть, непосредственно нагрѣваемая. Нашатырь при нагрѣваніи возгоняется и садится на болѣе холодныя части прибора. При этомъ онъ очищается отъ многихъ подмѣсей и получается въ видѣ кристаллическихъ корокъ, обыкновенно толщиною вершка въ полтора, въ какомъ видѣ и встрѣчается чаще всего въ продажѣ. Удѣльный вѣсъ нашатыря 1,55.

Нашатырь представляетъ кристаллическую форму куба и октаэдра, словомъ, принадлежитъ къ правильной системѣ, въ чемъ и представляетъ сходство съ хлористымъ натріемъ,



хлористымъ калиемъ и нѣкоторыми другими хлористыми металлами, отчего и подтверждается даже надъ кристаллической формой то сходство въ свойствахъ, какое представляютъ натрій и аммоній, хотя послѣдній изъ этихъ металловъ есть тѣло сложное. Нашатырь, какъ видно изъ предъидущаго, перегоняется, но способность его перегоняться, равно какъ и такое же свойство многихъ другихъ аммоніакальныхъ солей (образуемыхъ летучими кислотами) требуетъ нѣкотораго разъясненія. Плотность паровъ нашатыря по многимъ опредѣленіямъ приближается къ 13 (плотность $H = 1$); частичная же формула нашатыря NH^4Cl ($P = 53,5$) требуетъ удѣльнаго вѣса 26,7. Это различіе вычисленной и наблюдаемой плотности паровъ нашатыря показываетъ одно изъ трехъ: или понятіе о согласіи частичныхъ формулъ съ объемами не имѣетъ общности (такъ думаютъ нѣкоторые изслѣдователи напр. Бино, Девиль); или формула нашатыря NH^4Cl не выражаетъ вѣса его частицы; или нашатырь при перегонкѣ разлагается.

Допустить первое или второе предположеніе—значитъ или совершенно отвергнуть или не признавать общность закона Жерара (стр. 494), который хорошо примѣняется къ огромной массѣ другихъ соединеній, и дать твердую опору химическимъ ученіямъ, а принять послѣднее представленіе заставляетъ насъ наблюденіе того разложенія (стр. 497), въ парахъ нашатыря на NH^3 и HCl , которое доказывается диффузіею изъ нихъ амміака, а потому перегонку нашатыря должно считать его разложеніемъ, допуская, что при охлажденіи NH^3 и HCl вновь соединяются *).

Нашатырь такимъ образомъ подвергается разложенію. Затѣмъ онъ представляетъ свойства и реакціи, особенно въ растворахъ, чрезвычайно напоминающія все то, что извѣстно для поваренной соли. Такъ напр. съ $AgNO^3$ онъ даетъ осадокъ $AgCl$, съ H^2SO^4 — соляную кислоту и сѣрно-амміачную соль, съ нѣкоторыми хлористыми металлами и другими солями даетъ двойныя соли и т. д. Чтобы знать тѣ явленія разложенія, какимъ подвергается нашатырь въ растворахъ, нужно знать его растворимость, п. ч. ею, какъ было указано, опредѣляется, ходъ многихъ двойныхъ разложеній.

Температура	6°	10°	20°	30°	40°	60°	80°	100°	110°
На 100 ч. вод. нашат.	28,40	32,84	37,28	41,72	46,16	55	64	73	77
Насыщенный растворъ кипитъ при	115°,8 (Alluard).								
Процентное содерж. нашатыря			5%	10%	15%	2%	25%	26,3%	
Удѣльн. вѣсъ раствора при 15°									
(по Герлаху)	1,016	1,031	1,045	1,059	1,073	1,077.			

*) При выпариваніи раствора нашатыря уже некоторая часть его разлагается, получаются растворы NH^3 и HCl , а изъ нихъ NH^3 удаляется, HCl остается; оттого выпаренный растворъ нашатыря имѣетъ слабую кислую реакцію.

Нашатырь найденъ въ вулканическихъ мѣстностяхъ, но въ малыхъ количествахъ. Онъ употребляется въ практикѣ преимущественно для удобренія земли (какъ другія амміачныя соли), для полученія амміака, при сплавкѣ металловъ, преимущественно мѣди оловомъ, при чемъ онъ раскисляетъ накаливающую мѣдь, окисляющуюся съ поверхности, и дѣйствуетъ водородомъ, въ немъ заключающимся. Онъ употребляется также въ медицинѣ, какъ внутреннее лекарство и въ красильномъ искусствѣ.

Что касается до дѣйствія хлористаго водорода на азотную кислоту, то его удобнѣе разсмотрѣть въ слѣдующей главѣ, потому что при этомъ образуется хлоръ, къ которому мы теперь и обратимся. Смѣсь азотной кислоты съ соляною носитъ названіе царской водки. Она дѣйствуетъ не кислотами, въ ней заключающимися, а хлоромъ, при этомъ происходящимъ.

Выводы. Поваренная соль находится въ водѣ морей и нѣкоторыхъ озеръ; изъ нея образовалась каменная соль, а изъ нея соляные источники.

Она извлекается изъ растворовъ или испареніемъ отъ солища въ замкнутыхъ бассейнахъ, или сгущеніемъ слабыхъ растворовъ въ градиряхъ и окончательнымъ испареніемъ на огнѣ.

Поваренная соль есть хлористый натрій, типъ солей, состоящихъ изъ металла и галогена или солерода и способныхъ, какъ всѣ соли, вступать въ двойныя соляныя разложенія.

Съ сѣрною кислотою NaCl выделяетъ хлористоводородный, безцветный, дымящій, растворимый въ водѣ, пахучій газъ, при чемъ Na замѣняется H .

Хлористый водородъ HCl и его водяной растворъ, или соляная кислота, имѣетъ свойства одноосновной кислоты, при содержаніи 20% HCl растворъ перегоняется почти неизмѣнясь около 110° .

HCl , какъ NaCl , вступаетъ въ двойныя соляныя разложенія, при коихъ водородъ и металлы, или металлы между собою, мѣняются мѣстами.

Ходъ двойныхъ соляныхъ разложеній, по закону Бермолета, подчиняется не только притяженію, существующему между дѣйствующими металлами и солеродами, но и вліянію массы дѣйствующихъ элементовъ. По этому, окончательное разложеніе совершается только тогда, когда одно изъ происходящихъ тѣлъ будетъ удалаться изъ массы дѣйствующихъ тѣлъ.

Нашатырь NH_4Cl получается при дѣйствіи HCl на амміакъ и углекислотную соль. Это есть растворимая средняя соль, при накаливаніи распадающаяся на NH_3 и HCl , которые при охлажденіи вновь соединяются, такъ что нашатырь, повидимому, летучъ.

ДВАДЦАТЬ ПЕРВАЯ ГЛАВА.

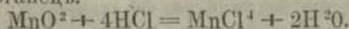
Хлоръ и его кислородныя соединенія.

Кислотныя свойства хлористаго водорода или соляной кислоты были извѣстны уже давно, и потому, когда Лавуазье указалъ на образованіе кислотъ соединеніемъ воды и металлическихъ элементовъ съ кислородомъ, должно было думать, что соляная кислота образована соединеніемъ воды съ окисломъ какого-либо особаго вещества. Соляную кислоту (водяной растворъ) можно было считать за гидратъ, а хлористоводородный газъ за ангидридъ этой кислоты, но вещество, содержащееся въ этомъ ангидридѣ, не было извѣстно. Глауберъ и Шееле открыли хлоръ и послѣдній получилъ его при дѣйствіи соляной кислоты на перекись марганца. Шееле считалъ хлоръ за кислоту, заключающуюся въ поваренной соли. Лавуазье и Бертоле полагали, что полученный хлоръ есть соединеніе ангидрида, заключающагося въ соляной кислотѣ, съ кислородомъ и заключили это на основаніи того, что узнали, что хлоръ съ водородомъ даетъ соляную кислоту. Они, значитъ, знали уже, что самъ хлористый водородъ есть кислота и предполагали, что въ немъ находится вода и окись особаго радикала, хлоръ же есть высшая степень окисленія этого радикала (*murias*, оттого названіе *acidum muriaticum*). Только въ 1811 году Гелюссакъ и Тенаръ во Франціи, а въ Англии Деви, убѣдились въ томъ, что вещество, полученное Шееле, не содержитъ кислорода, потому что не даетъ воды соединяясь съ металлами и стали считать его за вещество элементарное. Они и называли его хлоромъ, отъ той особенности въ цвѣтѣ этого газа, которая сразу замѣчается при знакомствѣ съ нимъ: хлоръ представляетъ дѣйствительно зеленоватожелтый цвѣтъ. Встрѣчается онъ въ природѣ почти исключительно въ соединеніи съ металлами и между этими соединеніями наибольшее количество его извѣстно въ видѣ поваренной соли. Изъ морской воды однако можно получить и другіе хлористые металлы, какъ хлористый калий, хлористый магній. Нѣкоторые изъ нихъ находятся въ каменной соли; значительныя количества различныхъ хлористыхъ металловъ находятся также въ почвѣ, входятъ въ растенія и животныхъ, переходятъ въ текучую воду и находятся такимъ образомъ всюду, хотя и въ малыхъ количествахъ. Хлористые металлы только съ трудомъ выдѣляютъ

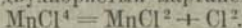
хлоръ; напротивъ того, лишь только существуетъ хлоръ, онъ чрезвычайно легко соединяется съ разнообразными тѣлами, а потому не мудрено, что свободного хлора въ природѣ не встрѣчается. Что же касается до хлористаго водорода, то его растворъ въ нѣкоторыхъ минеральныхъ источникахъ найденъ, такъ напр. извѣстенъ одинъ источникъ въ Америкѣ, содержащій въ себѣ соляную или хлористоводородную кислоту въ довольно значительномъ количествѣ.

Для выдѣленія хлора обыкновенно употребляютъ хлористый водородъ и именно водяной растворъ его, т. е. соляную кислоту. Требуется отнять водородъ отъ хлористаго водорода. Это производятъ почти все окисляющія вещества, а особенно тѣла способныя выдѣлять при накаливаніи кислородъ, (кроме оснований, напр., HgO , Ag_2O , способныхъ давать съ HCl соли), напр. перекись марганца, бертолетова соль, хромовая кислота и др. Сущность разложенія при этомъ состоитъ въ томъ, что кислородъ окисляющаго вещества вытѣсняетъ хлоръ изъ 2HCl , образуя воду H_2O , или отнимаетъ водородъ и дѣлаетъ хлоръ свободнымъ, какъ говорятъ иногда: $2\text{HCl} + \text{O}$ (отдѣляемый окисляющими веществами) $= \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$. Даже азотная кислота отчасти производитъ это; но, какъ мы увидимъ дальше, азотная кислота даетъ съ хлористымъ водородомъ не только летучія NO , NO_2 , но и особые продукты, содержащія низшія степени окисленія азота, а потому не годится для полученія чистаго хлора. Но другія окисляющія вещества, которыя черезъ раскисленіе даютъ нелетучіе продукты, съ хлоромъ непосредственно не соединяющіеся или дающіе чрезвычайно непрочныя соединенія, эти окисляющія вещества пригодны для полученія и приготовленія хлора, они и выдѣляютъ съ хлористымъ водородомъ хлоръ. Сюда относятся нѣкоторыя соли, содержащія много кислорода, какъ напр. бертолетова соль, кислая хромово-каліевая соль, марганцованатровая соль и др. Такое же свойство принадлежитъ и перекисямъ, если не всеѣмъ, то, по крайней мѣрѣ нѣкоторымъ; а именно, одни перекиси съ хлористымъ водородомъ даютъ перекись водорода, другія хлоръ. Перекись барія, какъ мы уже знаемъ, даетъ перекись водорода, а перекись марганца даетъ хлоръ. Эту послѣднюю реакцію обыкновенно и употребляютъ въ химической и технической практикѣ для полученія хлора. Химическій процессъ, происходящій при этомъ, можетъ быть разсматриваемъ двоякимъ образомъ. Можно представить себѣ, что хлоръ и кислородъ мѣняются мѣстами; подобно тому, какъ натрій замѣняетъ водородъ (стр. 198) въ водѣ, такъ кислородъ замѣняетъ хлоръ въ хлористомъ водородѣ, причемъ хлоръ замѣняетъ

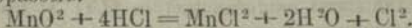
кислородъ въ перекиси или въ соли, содержащей много кислорода. Получающийся хлорный продукт можно представить себѣ нестойкимъ; онъ распадается на хлоръ, который, какъ газъ, удаляется, и на низшую степень соединенія, содержащую меньше хлора, чѣмъ образовавшееся вещество и остающуюся въ приборѣ, гдѣ производится нагреваніе. Такъ напр. при употребленіи смѣси перекиси марганца съ соляною кислотою можно представить себѣ, что образуется четыреххлористый марганецъ.



Но четыреххлористый марганецъ, какъ показываетъ опытъ, очень нестойкъ, а потому, образовавшись, онъ разлагается на хлоръ и двуххлористый марганецъ:



Такое представленіе о ходѣ разложенія наиболее естественно. Однако обыкновенно представляютъ это разложеніе такимъ образомъ, что хлоръ даетъ съ марганцемъ только одну степень соединенія MnCl^2 и потому прямо реагируетъ слѣдующимъ образомъ:



При чемъ какъ бы предполагается, что MnO^2 распадается на закись марганца MnO и O , оба реагируютъ съ хлористымъ водородомъ: $\text{MnO} + 2\text{HCl}$ даетъ $\text{MnCl}^2 + \text{H}^2\text{O}$, и въ тоже время $2\text{HCl} + \text{O}$ даетъ $\text{H}^2\text{O} + \text{Cl}^2$. Дѣйствительно, смѣсь кислорода съ хлористымъ водородомъ при накаливаніи даетъ хлоръ, хотя въ маломъ количествѣ.

Всѣ степени окисленія марганца, исключая одной закиси MnO , съ хлористымъ водородомъ даютъ хлоръ, потому что изъ соединеній хлора съ марганцемъ только одинъ хлористый марганецъ MnCl^2 существуетъ какъ прочное тѣло, а всѣ высшія степени окисленія выделяютъ хлоръ.

Взаимодѣйствіе хлористаго водорода съ солями, содержащими много кислорода, объясняется по предыдущему столь же просто двойнымъ разложеніемъ и нестойкостью высшихъ хлористыхъ соединеній; такъ напр. при употребленіи кислой хромовокалиевой соли $\text{K}^2\text{Cr}^2\text{O}^7$ могло бы образоваться соединеніе $\text{K}^2\text{Cr}^2\text{Cl}^{14}$; но оно неизвѣстно и если образуется, то по всей вѣроятности тотчасъ же разлагается на хлоръ 6Cl , хлористый калий 2KCl и хлористый хромъ Cr^2Cl^6 . Мы здѣсь встрѣчаемъ, значить, слѣдующія два обстоятельства: 1) замѣщеніе между кислородомъ и хлоромъ, 2) нестойкость изъ которыхъ изъ тѣхъ хлорныхъ соединеній, какія существуютъ для кислорода. Оба эти обстоятельства чрезвычайно важнаго значенія для пониманія отношенія такихъ элементовъ, какъ хлоръ и кислородъ. Мы уже знаемъ, что существуютъ элементы сходственные и не сходственные по своему химическому характеру; такъ напр. металлы, по крайней мѣрѣ многіе, сходственны между собою по тѣмъ соединеніямъ, въ которыя они вступаютъ; въ тѣхъ или въ другихъ

условіяхъ они замѣняютъ другъ друга, и мы видѣли еще недавно, что такого рода замѣщеніе должно быть взаимное и не совершенно полное. Знаемъ мы также, что водородъ въ этомъ отношеніи принадлежитъ къ разряду металловъ, т. е. становится на мѣсто ихъ и замѣщается ими. Въ этомъ отношеніи хлоръ представляетъ сходство съ кислородомъ. Изъ воды при наваливаніи даже и при дѣйствіи свѣта онъ вытѣсняетъ кислородъ, изъ чего мы можемъ уже заключить, что хлорныя соединенія до нѣкоторой степени аналогичны кислороднымъ, какъ цинковыя или натровыя соединенія аналогичны съ водородными соединеніями. Можемъ весьма легко себѣ представить, что если хлоръ становится на мѣсто кислорода, то и кислородъ можетъ становиться на мѣсто хлора, что черезъ прикосновеніе соединеній обоихъ элементовъ могутъ происходить частныя двойныя разложенія между частями взятыхъ веществъ, подобно тому, какъ при дѣйствіи сѣрной кислоты (стр. 706) на поваренную соль происходитъ образованіе части хлористаго водорода. Аналогія между хлоромъ и кислородомъ проявляется въ рѣзкой формѣ въ томъ отношеніи, что хлористый водородъ, разлагаясь дѣйствіемъ тока на хлоръ и водородъ, выдѣляетъ хлоръ на положительномъ полюсѣ, точно такъ, какъ вода на томъ же полюсѣ выдѣляетъ кислородъ. Тоже самое относится до хлористыхъ металловъ, которые при разложеніи, дѣйствіемъ гальваническаго тока, въ расплавленномъ напр. состояніи выдѣляютъ на положительномъ полюсѣ хлоръ. Слѣдовательно хлоръ есть электроотрицательный элементъ, какъ и кислородъ, тогда какъ водородъ и металлы суть элементы электроположительные, выдѣляющіеся на отрицательномъ полюсѣ. Но это одна сторона предмета и она едва ли имѣетъ важное значеніе, потому что мы знаемъ много элементовъ, мѣняющихъ свое мѣсто въ электрохимическихъ разложеніяхъ; нѣкоторые элементы изъ однихъ соединеній выдѣляются на положительномъ полюсѣ, изъ другихъ соединеній на отрицательномъ полюсѣ, такъ напр. сѣра изъ сѣрнистыхъ металловъ выдѣляется на положительномъ полюсѣ, какъ хлоръ или кислородъ изъ своихъ соединеній съ металлами, а изъ соединеній съ кислородомъ и хлоромъ она выдѣляется на отрицательномъ полюсѣ, какъ металлы изъ своихъ соединеній съ кислородомъ и хлоромъ. Изъ электрохимическаго разложенія хлористыхъ и кислородныхъ соединеній мы можемъ вывести только то, что въ соединеніи съ металлами хлоръ аналогиченъ съ кислородомъ, подобно тому какъ металлы аналогичны съ водородомъ, что видно изъ двойныхъ разложеній. Кислородъ вытѣсняется хлоромъ изъ воды или соединенія съ водородомъ, точно такъ хлоръ вытѣсняется кислородомъ изъ хлористаго водорода. $H^2O + Cl^2 = 2HCl + O$ и $2HCl + O = H^2O + Cl^2$. Обѣ реакціи идутъ, но не до конца, и совершенно точно такъ, какъ замѣна цинка водородомъ въ ZnO и обратно водорода цинкомъ въ H^2O (стр. 301). Все это показываетъ аналогію хлора и кислорода въ качественномъ смыслѣ, какъ Zn аналогично H .

Если можно найти эквивалентность (стр. 285) между металлами и водородомъ, то можно найти эквивалентность между хлоромъ и кислородомъ, т. е. узнать количество хлора, заступающее данное количество кислорода и обратно. Сравненіе соединеній водорода съ

обоими элементами даетъ легкое на то средство; въ водѣ на 2 части водорода 16 частей кислорода; въ хлористомъ водородѣ на 1 часть водорода 35,5 хлора, слѣдовательно на 2 части водорода 71 часть хлора, слѣдовательно 71 часть хлора эквивалента 16 частямъ кислорода, или 8 частей послѣдняго эквивалентны съ 35,5 частями хлора.

Изъ сходаства этотъ выводъ до нѣкоторой степени окончательный, потому что за сходствомъ слѣдуетъ и различіе. Чтобы показать его существованіе, достаточно указать на то, что хлоръ въ водѣ замѣняетъ кислородъ, а въ цѣломъ рядѣ другихъ соединеній замѣняетъ водородъ; слѣдовательно, если онъ сходенъ съ кислородомъ съ одной стороны, то онъ сходенъ съ водородомъ съ другой стороны. Можно установить эквивалентность хлора и водорода и она оказывается такою, что одной вѣсовой части водорода эквивалентны 35,5 частей хлора. Значитъ атомъ водорода замѣщается атомомъ хлора, тогда какъ атомъ кислорода замѣщается двумя атомами хлора. Понятіе же объ атомномъ вѣсѣ элемента, какъ мы видѣли ранѣе, не имѣетъ въ себѣ ничего произвольнаго. Если бы оно имѣло эту произвольность, то тогда вышеприведеннаго понятія невозможно было бы вывести, потому что за атомный вѣсъ кислорода можно было бы принять 8 и тогда атомъ хлора оказался бы эквивалентнымъ съ атомомъ кислорода и съ атомомъ водорода. Но такъ какъ понятіе о частицѣ и строгія изъ него слѣдствія заставляютъ придавать элементамъ тотъ или другой атомный вѣсъ съ несомнѣнностью, то замѣна между атомными количествами разныхъ элементовъ должна быть выведена съ положительною несомнѣнностью.

И такъ, кислородъ можетъ замѣняться хлоромъ, а хлоръ кислородомъ, но такъ, что на мѣсто двухъ атомовъ хлора становится одинъ атомъ кислорода и, обратно, на одинъ атомъ кислорода два атома хлора. Такимъ образомъ, хлорныя соединенія, соответствующія кислороднымъ, будутъ заключать въ себѣ больше атомовъ хлора, чѣмъ кислорода. Немудрено, послѣ этого, что нѣкоторые изъ хлорныхъ соединеній, аналогичныхъ кислороднымъ, не существуютъ, или если образуются, то весьма непостоянны. При томъ атомъ хлора тяжелѣе, и потому атому даннаго элемента пришлось бы удерживать большую массу хлора, если бы въ высшихъ степеняхъ окисленія замѣнить весь кислородъ хлоромъ. По этой причинѣ — не для всякаго кислороднаго соединенія существуютъ эквивалентныя соединенія хлора. Многія изъ послѣднихъ, образуясь, тотчасъ разлагаются, выдѣляя хлоръ. Такая причина естественнымъ образомъ объясняетъ намъ выдѣленіе хлора при дѣйствіи хлористаго водорода на соединенія, заключающія въ себѣ много кислорода. Изъ этого видно, что должны существовать такія хлористыя соединенія, которыя выдѣляютъ хлоръ, подобно тому, какъ перекиши выдѣляютъ кислородъ, и такихъ соединеній дѣйствительно извѣстно довольно значительное количество. Сюда относится напр. пятихлористая сурьма $SbCl_5$, которая при нагреваніи распадается на хлоръ и треххлористую сурьму. Пятихлористый фосфоръ, испаряясь, также распадается на хлоръ и треххлористый фосфоръ; но при обыкновенной температурѣ обѣ составныя части опять соединяются. Хлористая мѣдь или двуххлористая мѣдь, соответствующая окиси мѣди и имѣющая составъ $CuCl_2$, соответственно CuO , при

нагрѣваніи выдѣляетъ половину своего хлора, совершенно точно такъ, какъ перекись барія выдѣляетъ половину своего кислорода. Этимъ даже можно пользоваться для полученія хлора. Для этой цѣли нагрѣваютъ хлористую мѣдь; она, распадаясь, даетъ хлоръ и полу-хлористую мѣдь CuCl . Эта же послѣдняя, какъ мы уже видѣли (стр. 236), на воздухѣ притягиваетъ кислородъ и при этомъ изъ безцвѣтнаго соединенія превращается въ зеленое вещество, имѣющее составъ $\text{Cu}^2\text{Cl}^2\text{O}$. Такое вещество съ хлористымъ водородомъ даетъ воду и хлористую мѣдь: $\text{Cu}^2\text{Cl}^2\text{O} + 2\text{HCl} = \text{H}_2\text{O} + 2\text{CuCl}^2$. Стоитъ послѣднюю высушить и нагрѣть, она опять будетъ выдѣлять хлоръ. Такимъ образомъ въ водяномъ растворѣ и при обыкновенной температурѣ соединеніе CuCl^2 постоянно, а при нагрѣваніи распадается.

Особенно явственно вышеприведенное объясненіе отношенія между хлоромъ и кислородомъ въ примѣненіи къ солямъ, заключающимъ въ себѣ хлоръ и кислородъ, каковы напр. бертолетова соль KClO^3 , бѣлизная известь $\text{Ca}(\text{ClO})^2$, потому что при дѣйствіи на нихъ хлористаго водорода, вслѣдствіе аналогіи хлора съ кислородомъ, должна образоваться вода и хлоръ долженъ становиться на мѣсто кислорода, слѣдовательно должны были бы образоваться соединенія KCl^2 , CaCl^2 . Но такіа соединенія, при всѣхъ попыткахъ къ ихъ полученію, не образуются, слѣдовательно они должны выдѣлять хлоръ; отъ нихъ остаются хлористые металлы, существующіе въ отдѣльности какъ прочныя вещества, а именно KCl и CaCl^2 .

Приведенное на стр. 570, 685 и др. представленіе объ атомности элементовъ можетъ служить къ объясненію различной степени постоянства кислородныхъ и хлорныхъ соединеній. Такъ по крайней мѣрѣ бажется съ перваго взгляда. Представимъ себѣ кислородъ обладающимъ двумя степенями сродства, а хлоръ одною степенью сродства, что и явствуетъ изъ соединеній этихъ элементовъ съ водородомъ, принимаемымъ за единицу при всѣхъ сравненіяхъ химіи. Изъ этого можно вывести, что кислорода къ какому нибудь соединенію можно прибавить неопредѣленное количество, тогда какъ хлора нѣтъ возможности прибавлять въ любомъ, желаемомъ количествѣ. Возьмемъ для примѣра соединеніе двухъ одноатомныхъ элементовъ, напр. хлора съ калиемъ или водородомъ. Оба эти элемента удерживаются каждый однимъ сродствомъ и слѣдовательно не даютъ свободнаго мѣста для присоединенія еще новаго, иного элемента, такъ что высшая и единственная степень соединенія одноатомнаго элемента съ хлоромъ будетъ содержать на одинъ атомъ этого элемента одинъ атомъ хлора, таковъ напр. хлористый калий, хлористый натрій, хлористый водородъ, хлористое серебро и т. п. Къ такому соединенію можно прибавить кислорода, но нельзя прибавить хлора. Кислородъ же можно прибавить потому, что это есть элементъ двухатомный, могущій, слѣдовательно, встать между двумя атомами одноатомныхъ элементовъ, втиснуться, такъ сказать, въ промежутокъ, между ними и однимъ сродствомъ удерживать одинъ одноатомный элементъ, а другимъ другой. Кислородъ можно, такъ сказать, втиснуть между одноатомными элементами, между собою соединенными, куда нельзя вставить двухъ одноат. элементовъ, съ нимъ эквивалентныхъ. Если бы мы вставили между хлоромъ и калиемъ въ хлористомъ калиѣ два атома



хлора, то мы бы должны были получить хлористый калий и хлоръ въ отдѣльности, потому что не было бы сродствъ, которыми бы эти частицы удерживались между собою; тогда какъ между ними можно представить помѣщенный кислородъ и частица черезъ то не распадется.

Такимъ образомъ можно всегда предполагать существованіе кислородныхъ соединеній такихъ, для которыхъ не будетъ эквивалентныхъ хлорныхъ соединеній. Вслѣдствіе этого по количеству хлора, могущаго удерживаться даннымъ элементомъ, можно судить объ атомности элемента; тогда какъ по количеству кислорода, удерживаемаго нѣкоторыми соединеніями этого элемента, нельзя сдѣлать такого сужденія. Такого рода выводъ изъ представленія объ атомности элементовъ имѣетъ большую выгоду, но его едва ли можно считать въ настоящее время достовѣрнымъ, потому уже одному, что кромѣ соединеній, переходящихъ въ паръ безъ измѣненія, рѣзко опредѣленныхъ, кромѣ ихъ существуютъ еще менѣе прочныя опредѣленные соединенія, подобныя соединеніямъ съ кристализаціонною водою, въ паръ не переходящія и однако существующія, куда напр. относятся пятихлористая сурьма, пятихлористый фосфоръ, четыреххлористый марганецъ, двуххлористая мѣдь и цѣлый рядъ подобныхъ соединеній. Спрашивается—какъ можно судить объ атомности элемента: по тѣмъ его хлорнымъ соединеніямъ, которыя переходятъ въ паръ и отличаются постоянствомъ, или по тѣмъ, которыя образуются, но въ паръ не переходятъ? Если, напримѣръ, держаться послѣдняго представленія, то мѣдь нужно считать элементомъ одноатомнымъ, подобно калию. Если же, какъ заставляютъ другія мѣдныя соединенія, считать мѣдь двухатомнымъ элементомъ, то нужно допустить существованіе частицъ такихъ, которыя распадаются при нагреваніи; а это послѣднее влечетъ за собою, какъ непремѣнное слѣдствіе, признаніе непрочныхъ соединеній, образованныхъ на основаніи атомности. При этомъ же послѣднемъ предположеніи понятіе объ атомности элементовъ получится совсѣмъ иное и должно быть даже уничтожено, потому что даже такія соединенія, какъ хлористый водородъ или поваренная соль, т. е. соединенія насыщенные, не могущія давать уже новыхъ соединеній по представленію объ атомности элементовъ, и эти даже соединенія даютъ новыя соединенія, хотя мало прочныя; такъ напр. поваренная соль, какъ мы видѣли, соединяется при низкихъ температурахъ съ кристализаціонною водою и хлористый водородъ также соединяется съ кристализаціонною водою, образуя гидратъ, не измѣняющійся при перегонкѣ. Изъ всего этого можно вывести вновь то заключеніе, что понятіе объ атомности элементовъ, хотя и представляется весьма выгоднымъ при первомъ съ нимъ знакомствѣ, при дальнѣйшемъ сопоставленіи фактовъ оказывается, по крайней мѣрѣ въ настоящихъ своихъ формахъ, весьма шаткимъ и недостаточнымъ для вывода слѣдствій, имѣющихъ дѣйствительное, практическое значеніе въ наукѣ. По выводамъ этого ученія нельзя предсказывать, слѣдовательно и обладать предметомъ.

И такъ, **хлоръ** можно получить изъ **соляной кислоты** при дѣйствіи на нее **перекиси марганца**. Взаимодѣйствіе требуетъ нагреванія до температуры около 100° . Такъ его и при-

готовляютъ и въ технику, и въ лабораторной практикѣ. Въ лабораторіяхъ для этого берутъ обыкновенно стеклянную колбу, въ которую помещаютъ перекись марганца, измельченную въ порошокъ. Ее обливаютъ четырьмя или пятью частями соляной кислоты и отдѣляющійся при нагреваніи хлоръ пропускаютъ черезъ вульфову стеклянку, содержащую воду. Эта послѣдняя удерживаетъ пары хлористаго водорода, уносимые вмѣстѣ съ хлоромъ, потому что ихъ растворяетъ. Она растворяетъ также и хлоръ, но въ маломъ количествѣ и потому выходящій хлоръ не будетъ уже содержать подмѣси хлористаго водорода. Его пропускаютъ обыкновенно черезъ трубку, содержащую хлористый кальцій, для высушиванія, или же чрезъ новую вульфову стеклянку съ сѣрною кислотой. Для собиранія хлора нельзя употреблять ртути, потому что хлоръ прямо соединяется со ртутью, какъ и со многими другими металлами, а въ водѣ хлоръ растворяется, впрочемъ въ теплой и соленой водѣ онъ мало растворимъ. Вслѣдствіе его большой тяжести, хлоръ можно собирать прямо въ сухомъ сосудѣ, пропустивши газоотводную трубку до дна сосуда. Хлоръ ложится тяжелымъ слоемъ на дно сосуда, вытѣсняетъ воздухъ и такимъ образомъ наполняетъ сосудъ, за чѣмъ можно слѣдить, потому что цвѣтъ хлора довольно рѣзко отличается его отъ безцвѣтнаго воздуха. Въ технику для приготовления хлора употребляютъ обыкновенно тѣ же самыя приемы, но смѣшеніе производятъ въ большихъ глиняныхъ, иногда свинцовыхъ, рѣдко стеклянныхъ сосудахъ. Чаше и удобнѣе всего готовятъ хлоръ въ приборѣ, изображенномъ на фиг. 146. Берутъ трехгорлый глиняный сосудъ А, имѣющій среднее горло широкое. Въ это широкое горло вставляется глиняная же или свинцовая воронка В со многими отверстіями, какъ видно на фиг. 146. Въ эту воронку накладываютъ крупно измельченные куски природной перекиси марганца. Такая воронка представляетъ то удобство, что ее можно вынимать не трогая прибора и вмѣстѣ съ ней все то, что остается отъ перекиси марганца нерастворимымъ. Эта воронка В закрывается и замазывается крышкою С, такъ что хлоръ не можетъ выдѣляться черезъ ея отверстія. Горло D закрывается глиняной пробкой съ замазкой и служитъ для приливанія соляной кислоты въ пространство А, а также и для удаленія остатковъ отъ полученія хлора. Выдѣляющійся хлоръ идетъ по свинцовой газоотводной трубкѣ, вставленной въ горло Е. Рядъ такихъ сосудовъ на плитѣ, нагреваемой



Фиг. 146. Глиняный сосудъ для заводскаго полученія хлора $\frac{1}{100}$.

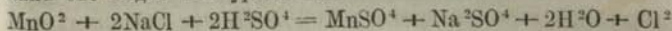


или огнемъ, или паромъ, окружаютъ песчаную или другую оболочкой, чтобы нагрѣваніе было равномерное. Хлоръ, собирающійся изъ газоотводныхъ трубокъ, ведутъ въ одну общую трубку и употребляютъ для приготовления нѣкоторыхъ другихъ хлорныхъ соединений, для бѣленія и тому подобныхъ примѣненій. Такимъ образомъ въ результатъ взаимодѣйствія получаютъ выдѣлившійся хлоръ, а въ растворѣ остается хлористый марганецъ.

Такъ какъ хлористый марганецъ $MnCl^2$ не имѣетъ значительнаго употребленія въ практикѣ, то давно уже стремились достигнуть того, чтобы этотъ хлористый марганецъ вновь превратить въ перекись марганца или въ какое другое вещество, могущее служить вновь для полученія хлора изъ хлористаго водорода. Черезъ это можно было бы достигнуть гораздо большей экономіи въ приготовленіи хлора, чѣмъ нынѣ, потому что въ настоящее время, когда хлористый марганецъ большою частью бросается, цѣнность хлора совершенно зависитъ отъ цѣнности перекиси марганца; соляная же кислота получается на химическихъ заводахъ въ большомъ количествѣ черезъ разложеніе поваренной соли и потому представляетъ цѣнность весьма малую. Изъ различныхъ средствъ, предложенныхъ для возобновленія хлористаго марганца, должно упомянуть о слѣдующемъ приемѣ, дающемъ очень хорошіе результаты.

Къ раствору хлористаго марганца, получающемуся въ приборѣ, отдѣлившемъ хлоръ, прибавляютъ извести. Черезъ двойное разложеніе получается водная закись марганца и хлористый кальцій, потому что первая изъ нихъ нерастворима, и изъ растворимыхъ извести и хлористаго марганца получается, значить, нерастворимая, осаждающаяся водная закись марганца. Когда она осѣла, сливаютъ съ помощью сифона растворъ хлористаго кальція, получающійся черезъ такое разложеніе. Этотъ хлористый кальцій, хотя малое, но техническое употребленіе имѣетъ. Закись марганца сама не выдѣляетъ хлора съ хлористымъ водородомъ, но если пропустить черезъ нее воздухъ, то она бурфѣтъ, изъ безцвѣтнаго вещества превращается въ бурое, а это бурое вещество содержитъ окись марганца Mn^2O^3 . Значить закись марганца поглощаетъ въ себя кислородъ воздуха. Послѣ этого, если прибавить соляной кислоты, то выдѣляется хлоръ, потому что изъ всѣхъ соединений хлора съ марганцемъ только одинъ двуххлористый марганецъ $MnCl^2$ постояненъ. Окись же марганца Mn^2O^3 соответствуетъ соединенію Mn^2Cl^6 , которое непостоянно и тотчасъ выдѣляетъ хлоръ. А потому, послѣ пропусканія воздуха и прибавленія HCl , при нагрѣваніи получаютъ выдѣленіе хлора. Въ результатъ получается хлоръ и опять въ растворѣ хлористый марганецъ. Этотъ хлористый марганецъ опять можетъ быть известью превращенъ въ закись, а воздухомъ въ окись. Такимъ образомъ, не вынимая марганцоваго соединенія изъ сосуда, въ которомъ происходитъ отдѣленіе хлора, можно получить его при содѣйствіи одного количества марганцоваго соединенія непрерывно, имѣя значительное количество хлористаго водорода и расходуя притомъ (кромѣ работъ) одни дешевыя известь и соляную кислоту.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда соляная кислота не имѣется въ значительномъ количествѣ, употребляютъ для получения хлора перекись марганца съ поваренною солью и сѣрною кислотою. Сущность разложенія здѣсь та же самая, что и въ предъидущемъ случаѣ, потому что сѣрная кислота съ поваренною солью выдѣляетъ хлористый водородъ и оная дѣйствуетъ на перекись марганца; отъ этого дѣйствія выдѣляется хлоръ, но остатокъ разложенія иной, потому что сѣрная кислота вытѣсняетъ изъ образующагося хлористаго марганца хлористый водородъ, дѣйствующій вновь на перекись марганца, такъ что въ результатѣ остаются соли сѣрной кислоты, а поваренная соль выдѣляетъ весь хлоръ, въ ней заключавшійся, какъ это видно изъ уравненія:



Перекись марганца.	Поварен. соль.	Сѣрная кислота.	Сѣрно-мар. соль.	Сѣрно-натр. соль.	Вода.	Хлоръ.
-----------------------	-------------------	--------------------	---------------------	----------------------	-------	--------

Очевидно, что прибавка сѣрной кислоты къ соляной можетъ содѣйствовать, и при обыкновенномъ способѣ получения хлора, тому, что въ видѣ хлора выдѣлится весь хлоръ, бывшій въ хлористомъ водородѣ. Наилучшая пропорція для приготовленія хлора изъ поваренной соли есть слѣдующая: 4 части сплавленной поваренной соли (чтобы не было пѣны), 3 части мелко истолченной перекиси марганца и къ нимъ приливать смѣсь 9 частей сѣрной кислоты съ 5 частями воды. Прибавка воды необходима, чтобы растворить образующіяся соли. Колбу, въ которой происходитъ смѣшеніе, нагрѣваютъ въ соляной водѣ, чтобы температура смѣси была немного выше 100°; тогда выдѣленіе хлора совершенно равномерно и правильно. При большой крѣпости кислоты разложеніе подъ конецъ замедляется, потому что сѣрномарганцовистая соль кристаллизуется и препятствуетъ дальнѣйшему дѣйствию кислоты на перекись марганца, а въ началѣ реакціи тогда идетъ много хлористаго водорода (и хлористаго марганца).

При приготовленіи хлора лабораторнымъ образомъ необходимо имѣть въ виду то обстоятельство, что хлоръ ядовитъ, и слѣдовательно приборы нужно составлять особенно тщательно, а хлоръ, выдѣляющійся изъ приборовъ, отводить въ тягу. Для прохода хлора нельзя употреблять вулканизированныхъ каучуковыхъ трубокъ, потому что онѣ заключаютъ въ себѣ сѣру и становятся отъ хлора хрупкими, напротивъ того, трубки изъ чернаго, невулканизированнаго (или де-вулканизированнаго) каучука очень хорошо выдерживаютъ дѣйствіе хлора, также какъ и пробки, пропитанныя парафиномъ.

Хлоръ представляетъ физическія свойства весьма рѣзкія. Это есть газъ желтовато-зеленаго цвѣта, съ запахомъ чрезвычайно удушливымъ и характернымъ. При пониженіи темпе-



ратуры, даже незначительномъ, или при повышеніи давленія, хлоръ сгущается въ жидкость, имѣющую зеленоватый цвѣтъ и плотность 1,32. Для сгущенія хлора въ жидкость достаточно давленія въ 4 атмосферы при обыкновенной температурѣ. Плотность хлорнаго газа въ 35,5 болѣе плотности водорода, какъ и его пай, слѣдовательно частица содержитъ два атома, какъ и для водорода. При 15° хлоръ растворяется въ $\frac{1}{2}$ объема воды. Такой растворъ хлора въ водѣ носитъ названіе хлорной воды; по разбавленіи водою, его употребляютъ въ медицинской и лабораторной практикѣ и приготавливаютъ, пропуская хлоръ черезъ вульфовъ аппаратъ или же въ опрокинутую реторту, наполненную водою, пропускаютъ конецъ газоотводной трубки, выдѣляющей хлоръ. Насыщенная хлорная вода при 0° выдѣляетъ кристаллы, содержащія $\text{Cl}^2\text{10H}^2\text{O}$. Они при нагрѣваніи легко распадаются на хлоръ и воду, такъ что, если запаять ихъ въ трубку и нагрѣвать до 35°, то получаютъ два слоя: нижній слой содержитъ хлоръ съ небольшимъ количествомъ воды, а верхній воду съ небольшимъ количествомъ хлора. Хлористая вода не можетъ долго сохраняться, потому что при дѣйствіи свѣта выдѣляетъ кислородъ. Для устраненія этого дѣйствія употребляютъ для сохраненія стеклянки, не пропускающія свѣта ¹⁾).

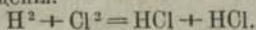
Хлоръ, какъ тѣло простое, не разлагается, но однако онъ подвергается нѣкоторому химическому измѣненію отъ дѣйствія свѣта. Если хлоръ приготовить въ отсутствіи свѣта, то его можно смѣшать съ водородомъ и сохранять безъ доступа свѣта неопредѣленно долгое время, — никакой реакціи не произойдетъ. Но если сосудъ съ хлоромъ выставить на дѣйствіе солнечнаго свѣта, а потомъ внести въ темноту и смѣшать съ водородомъ, то происходитъ уже соединеніе между ними. Это явленіе однако столь мало еще изслѣдовано, что нельзя признать при этомъ аллотропическаго видоизмѣненія хлора, подобнаго, напр., превращенію кислорода въ озонъ. Что же касается до реакцій **соединенія**, то хлоръ представляетъ вещество, вступающее во множество такихъ реакцій. Онъ соединяется съ большинствомъ простыхъ тѣлъ и со множествомъ сложныхъ тѣлъ и притомъ соединяется непосредственно, даже болѣею частью не требуетъ для возбужденія соединенія нагрѣванія, или соединеніе происходитъ только при слабомъ

¹⁾ Стеклянку берутъ нерѣдко изъ краснаго, желтаго или зеленаго стекла, потому что свѣтъ, прошедшій черезъ такую среду, уже не содѣйствуетъ реакціи на воду, тогда какъ бѣлая, голубой и фиолетовый цвѣта способствуютъ этому въ весьма значительной мѣрѣ. Должно замѣтить при этомъ, что хлоръ разлагаетъ воду не только при дѣйствіи свѣта, но и при дѣйствіи жара, такъ что смѣсь паровъ хлора и воды, пропускаемая черезъ накаленную трубку, даетъ кислородъ.

нагрѣваніи и оно сопровождается въ большинствѣ случаевъ большимъ отдѣленіемъ тепла. **Съ водородомъ** хлоръ взрываетъ, если смѣсь водорода съ хлоромъ выставлена на дѣйствіе прямыхъ солнечныхъ лучей или приведена въ прикосновеніе съ губчатой платиной, накаленнымъ тѣломъ, или электрической искрой. Взрывъ происходитъ здѣсь по той же самой причинѣ, т. е. отъ развитія тепла и отъ расширенія получающагося продукта, какъ и при гремучемъ газѣ. Здѣсь особенно необходимо замѣтить то обстоятельство, что свѣтъ производитъ дѣйствіе хлора на водородъ. Разсѣянный свѣтъ дѣйствуетъ при этомъ медленно, прямые же солнечные лучи сразу возбуждаютъ взрывъ. Взрывъ, происходящій при этомъ, даже сильнѣе взрыва гремучаго газа, потому что солнечные лучи сразу возбуждаютъ соединеніе во всѣхъ частяхъ прозрачной смѣси, а при воспламененіи гремучаго газа взрывъ зависитъ отъ передачи горѣнія отъ одной части къ другой. Поэтому, взрывъ смѣси хлора съ водородомъ отъ дѣйствія свѣта совершается гораздо быстрѣе, чѣмъ отъ воспламененія. Одна часть водорода, соединяясь съ 35,5 частями хлора, выдѣляетъ почти 24 тысячи единицъ тепла, а потому данный объемъ гремучей смѣси хлора выдѣляетъ меньше тепла, чѣмъ такой же объемъ кислородной смѣси. Дѣйствительно 1 об. водорода съ 1 объемомъ хлора выдѣляетъ 24 тысячи единицъ тепла, а 1 объемъ Н съ $\frac{1}{2}$ объемомъ О выдѣляетъ 34 тысячи единицъ тепла, а потому 1 объемъ первой смѣси даетъ 12, а второй 23 тысячи единицъ тепла. Если смѣсь хлора и водорода пропускать черезъ сосудъ, освѣщаемый разными источниками свѣта или освѣщенный солнечнымъ свѣтомъ разной степени напряженія, то замѣчается явственнымъ образомъ различіе въ количествѣ хлора и водорода, взаимно соединяющихся. Количество соединяющихся хлора и водорода пропорціонально напряженности свѣта, но не всѣхъ лучей его, а только извѣстныхъ, такъ называемыхъ химическихъ лучей свѣта. Такимъ образомъ смѣсь хлора съ водородомъ, выставленная на дѣйствіе свѣта въ сосудѣ определенной емкости и поверхности, можетъ служить средствомъ для измѣренія напряженности химическихъ лучей, причемъ, конечно, нужно устранять вліяніе теплотныхъ лучей, для чего и можетъ служить пропусканіе свѣтовыхъ лучей черезъ воду. Изслѣдованія подобнаго рода (фотохимическія) показали, что пламя химическое дѣйствіе горящаго свѣтильнаго газа зависитъ отъ находящихся въ немъ накаленныхъ частичекъ угли. Блѣдное газовое пламя не содержитъ химически дѣйствующихъ лучей; пламя, окрашенное отъ солей мѣди въ зеленый цвѣтъ, оказываетъ большее химическое дѣйствіе, чѣмъ тоже самое пламя блѣдное, но пламя

окрашенное отъ солей натрія въ желтый цвѣтъ, не имѣетъ химически дѣйствующихъ лучей, какъ и блѣдное газовое пламя. Однако этотъ предметъ, относящійся къ физикѣ, мы здѣсь не станемъ разсматривать съ большою подробностью, а указываемъ на статью объ этомъ предметѣ Бунзена и Роско, помѣщенную (на нѣм. язык.) въ анналахъ Поггендорфа, том. 100.101,108.

И такъ хлоръ соединяется прямо съ водородомъ. Оба газа при этомъ реагируютъ равными объемами и даютъ хлористый водородъ, котораго объемъ равенъ объему взятыхъ газовъ. Значитъ, при этомъ объемъ не мѣняется, а слѣдовательно это есть реакція замѣщенія:



Это есть примѣръ столь же поучительный, какъ и реакція образованія воды. Тамъ сжатіе—здѣсь его нѣтъ.

Чтобы опредѣлить тѣ отношенія, въ которыхъ водородъ соединяется съ хлоромъ, можно употребить, какъ способъ вычисленія, такъ и способъ прямого наблюденія. Первый намъ извѣстенъ (стр. 481), такъ же какъ и плотности газовъ необходимыя для его примѣненія, а потому мы его не описываемъ. Прямыми опытами составъ хлористаго водорода можетъ быть найденъ путемъ анализа, двойнаго разложенія и синтеза. Если пропускать токъ чрезъ растворъ соляной кислоты, то получается смѣсь хлора съ водородомъ. Соберемъ отдѣляющіе газы, только не въ началѣ разложенія, когда хлоръ еще не насытилъ воды, а по истеченіи нѣкотораго времени и, конечно, въ темнотѣ. Наполнимъ такую смѣсью трубку, запирающуюся съ обоихъ концовъ, и потомъ поглотимъ хлоръ. Для поглощенія его могутъ служить металлическій натрій и его амальгамма, растворъ ѣдкой щелочи, растворъ іодистаго калия и многія другія жидкости. Для этого должно погрузить конецъ трубки въ поглотительную жидкость, отпереть кранъ или пробку подъ жидкостью и когда часть ея взойдетъ въ трубку, запереть, взболтать и вновь погрузить въ жидкость, пока не перестанетъ происходить поглощеніе, что легко узнать по прекращенію уменьшенія объемовъ. Оказывается, что остается половина взятаго объема водорода. Слѣдовательно HCl содержитъ равные объемы хлора и водорода. То же легко доказать двойнымъ разложеніемъ, если въ данный объемъ хлористаго водорода (напр. въ приборѣ фиг. 108) ввести амальгамму натрія, разлагающую этотъ газъ съ выдѣленіемъ водорода—оказывается, что отъ двухъ объемовъ хлористаго водорода получается одинъ объемъ водорода; а потому 1 об. H и 1 об. Cl даютъ 2 об. HCl. Наконецъ, тоже доказывается синтезомъ. Газъ, получающійся въ темнотѣ отъ электролиза соляной кислоты и содержащій хлоръ и водородъ въ равныхъ объемахъ, послѣ взры-

ва, производимаго свѣтомъ солнца (или сѣрнистаго углерода, горящаго въ окиси азота), вполне превращается въ хлористый водородъ, узнаваемый по полному поглощенію водою.

Хлоръ соединяется съ большимъ числомъ простыхъ тѣлъ непосредственно и такое соединеніе наступаетъ даже при обыкновенной температурѣ или только при слабомъ нагрѣваніи, чѣмъ отличаются соединенія хлора отъ подобныхъ же соединеній кислорода. Многіе металлы, помещенные въ хлоръ, тотчасъ съ нимъ соединяются и даютъ хлористые металлы. Такое соединеніе можетъ, при большой поверхности металла или при слабомъ его разогрѣваніи, совершаться и быстро, съ отдѣленіемъ тепла и свѣта, т. е. металлы могутъ горѣть и въ хлорѣ. Такъ напр. патрій (стр. 49), какъ мы уже видѣли, горитъ въ хлорѣ, что и составляетъ синтезъ поваренной соли. Порошкообразные металлы горятъ при этомъ безъ предварительнаго накаливанія, сильно накаливаясь, напр. сурьма—металлъ, который легко превращается въ порошокъ. При этомъ должно замѣтить, что и такіе металлы, какъ золото и платина, не соединяющіеся прямо съ кислородомъ и дающіе съ нимъ соединенія чрезвычайно непрочныя, образуютъ непосредственно съ хлоромъ хлористые металлы. Для этого можетъ служить или хлорная вода, или царская водка. Онѣ растворяютъ золото и платину, переводя ихъ въ хлористые металлы.

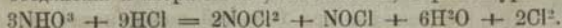
Царскою водкою называютъ смѣсь 1 части азотной кислоты съ 2—3 частями соляной. Такая смѣсь переводитъ въ растворимыя хлористыя соединенія не только тѣ металлы, на которые дѣйствуютъ соляная и азотная кислоты, но также золото и платину, не растворимые въ отдѣльныхъ кислотахъ. Такое дѣйствіе царской водки зависитъ отъ того, что азотная кислота, дѣйствуя на хлористый водородъ, развиваетъ мало по малу хлоръ, отнимая водородъ. Если развившійся хлоръ передается металлу, то онъ вновь образуется и соединяется съ металломъ. Если царскую водку оставить въ плоскомъ сосудѣ, то хлоръ, какъ газъ, испаряется, вновь образуется, вновь испаряется и т. д., такъ что остается кислота, не дѣйствующая уже на



Фиг. 147. Горѣніе порошка сурьмы въ хлорѣ сопровождается свѣтомъ и образованіемъ удушливой $SbCl_3$. Чтобы уменьшить выдѣленіе ея, сурьму насыпаютъ въ колбу *a*, надъ ваютъ каучукъ *b* и соединяютъ его съ пробкою *c* сосуда, содержащаго хлоръ. \uparrow ю



золото. Если смѣсь HNO_3 съ HCl нагревать въ водяной ваннѣ, то, **кро- мѣ хлора**, отдѣляются два легко летучія, на холоду сгущающіяся соединенія NOCl_2 и NOCl ; оба они растворимы въ водѣ и образуются вмѣстѣ при простомъ смѣшеніи хлора съ окисью азота, оба не постоянны, измѣняются отъ воды и оба не дѣйствуютъ на золото и платину, слѣдовательно не имѣ, а хлору обязана царская водка своимъ особымъ дѣйствиємъ. Гей-Люссакъ, получившій оба эти вещества изъ царской воды, показалъ, что ея дѣйствіе прямо зависитъ отъ хлора, вмѣстѣ съ ними развивающагося. Реакцію образованія обоихъ вышеупомянутыхъ соединеній и хлора можно, мнѣ кажется, выразить уравненіемъ:

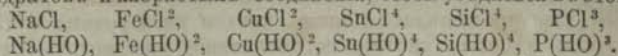


Соединенія NOCl_2 и NOCl до сихъ поръ хорошо не изслѣдованы; впрочемъ, извѣстны ихъ бромныя аналоги, о которыхъ будетъ упомянуто въ слѣдующей главѣ. NOCl_2 соотвѣтствуетъ азотноватой окиси, съ замѣною O посредствомъ Cl_2 , а NOCl или $\text{N}^2\text{O}^2\text{Cl}_2$ соотвѣтствуетъ азотистому ангидриду съ такимъ же замѣненіемъ. Если соли азотистой кислоты имѣютъ составъ MNO_2 , то сама азотистая кислота должна имѣть составъ $\text{NO}(\text{HO})$, и замѣняя въ ней водяной остатокъ хлоромъ, мы и получимъ составъ соединенія NOCl .

Большинство **металлоидовъ** также соединяется съ хлоромъ; сѣра, фосфоръ горятъ въ немъ, съ нимъ непосредственно соединяются при нагреваніи и даже при обыкновенной температурѣ; только азотъ, углеродъ и кислородъ не даютъ съ нимъ прямыхъ соединеній.

Что касается до получающихся предъидущими способами хлористыхъ соединеній, то одни изъ нихъ суть тѣла, легко измѣняющіяся отъ вліянія влажности и воды, и это суть именно соединенія тѣхъ элементовъ, окислы которыхъ представляютъ характеръ ангидридовъ кислотъ, значить, преимущественно хлористые металлоиды, какъ хлористая сѣра, хлористый фосфоръ и т. п. Другія же представляютъ и видъ, и всѣ основныя свойства солей, что видно уже изъ самой поваренной соли, которая, какъ мы видѣли въ описаніи ея реакцій, вступаетъ въ тѣ самыя двойныя разложенія, какія свойственны характеру солей. Эти вещества подъ вліяніемъ воды не измѣняются тотчасъ. Вода растворяетъ большинство ихъ; однако хлористое серебро, хлористый свинецъ, полухлористая ртуть въ водѣ нерастворимы. При дѣйствіи воды, въ этомъ случаѣ хлористаго водорода не выдѣляется, но если взять хлористую сѣру, фосфоръ, хлористый кремній, то при дѣйствіи воды выдѣляется хлористый водородъ и образуются кислоты, соотвѣтствующія взятому хлористому соединенію. Такъ, напр., изъ жидкаго соединенія фосфора съ хлоромъ, т. е. изъ треххлористаго фосфора, при дѣйствіи воды получается фосфористая кислота (см. стр. 717). Точно такъ изъ хлористаго кремнія получается кремнеземъ или кремневая кислота. Что же касается до от-

ношенія названныхъ двухъ родовъ хлористыхъ соединеній въ соответственныхъ гидратахъ, то оно въ обоихъ случаяхъ параллельно, а именно можетъ быть выражено въ большей части случаевъ замѣщеніемъ въ гидратъ водянаго остатка (НО) хлоромъ. Достаточно сравнить составъ соответственныхъ гидратовъ и хлористыхъ соединеній, чтобы убѣдиться въ этомъ.



Такъ какъ между многими хлористыми соединеніями и соответственными имъ гидратами существуетъ вышеуказанное отношеніе въ составѣ и, сверхъ того, такъ какъ одни (кислотные) гидраты получаются изъ хлористыхъ соединеній при дѣйствіи воды, напр.,

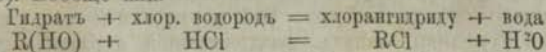


хлор. фосф. вода фосфористая в.

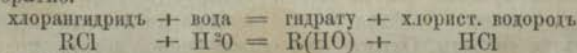
а другія хлористыя соединенія (основныя) происходятъ изъ гидратовъ и хлористаго водорода съ выдѣленіемъ воды, напр.,



то эту тѣсную связь гидратовъ съ хлористыми соединеніями и стараются выразить, называя послѣднія **хлорангидридами**. Этимъ хотятъ выразить, что хлористыя соединенія, подобно ангидридамъ, или даютъ съ водою гидраты (напр. известъ и вода) или образуются изъ гидратовъ одновременно съ водою (такъ известъ СаО образуется изъ гидрата одновременно съ водою). Вообще или:



или обратно:



Такъ NaCl есть хлорангидридъ натрія или ѣдкаго натра, NaНО его гидратъ, РН³О³ или Р(НО)³ есть фосфористая кислота—гидратъ, а РCl³ есть ея хлорангидридъ.

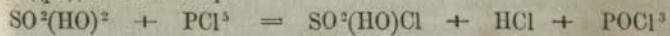
Такимъ образомъ замѣчается эквивалентность и нѣкоторая аналогія между соединеніями хлора и, такъ называемаго, водянаго остатка (НО), что и можно объяснить тѣмъ подобіемъ, какое существуетъ между хлоромъ Cl² и перекисью водорода (НО)², выражающею составъ водянаго остатка. Хлористые металлы нужно считать представителями этого разряда соединеній. Замѣняя въ хлористомъ металлѣ Cl водянымъ остаткомъ НО—получимъ составъ гидрата, соответственнаго данному хлористому металлу. Такъ Cu съ хлоромъ даетъ CuCl², съ кислородомъ CuO, а гидратъ, соответственный этой окиси, будетъ Cu(НО)². Такимъ образомъ выражается аналогія, существующая между окислами, гидратами и хлористыми соедине-

ніями. Что касается до хлористыхъ металловъ, или основнѣйшихъ металлическихъ хлорангидридовъ, то, какъ мы уже (стр. 722) видѣли, они представляютъ свойства обыкновенныхъ кислородныхъ солей; они вступаютъ въ двойныя разложенія и мѣняютъ свой металлъ на другіе металлы и на водородъ, въ различныхъ условіяхъ, содѣйствующихъ двойному разложенію. Они представляютъ также, какъ и кислородныя соли, продукты дѣйствія кислоты на основаніе или щелочь. Эти послѣднія съ хлористоводородною кислотою даютъ соль и воду. Если углекислыя соли металловъ при дѣйствіи, напр., азотной кислоты выдѣляютъ углекислый газъ и даютъ соли азотной кислоты, то углекислыя соли металловъ съ соляною кислотою разлагаются также съ выдѣленіемъ углекислаго газа и образованіемъ хлористаго металла. Внѣшній видъ и физическія свойства, какъ кислородныхъ, такъ и галогидныхъ солей весьма сходны между собою. Существуетъ развѣ только то различіе, что мы не знаемъ ни одной летучей кислородной соли, превращающейся въ паръ, тогда какъ хлористые металлы, по крайней мѣрѣ многіе, улетучиваются и даже, по видимому, перегоняются безъ измѣненія ¹⁾. Хлористое желѣзо Fe^2Cl^6 , хлористый мышьякъ $AsCl^3$, хлористая ртуть $HgCl^2$, олово $SuCl^4$ летучи, тогда какъ ни соотвѣтственныя имъ окиси, ни ихъ гидраты не летучи.

Что же касается до хлорангидридовъ, соотвѣтствующихъ кислотамъ и преимущественно металлоидамъ, то это суть тѣла совершенно особыхъ свойствъ. Всѣ почти они летучи, имѣютъ сильный душиливый запахъ, раздражающій и глаза, и дыхательные органы. Они съ водою реагируютъ, какъ многіе ангидриды кислотъ, отдѣляя тепло, выдѣляя хлористый водородъ, образуя гидраты. Оттого ихъ обыкновенно нельзя получить изъ гидратовъ, то есть кислотъ, при дѣйствіи хлористаго водорода—тогда должна бы вмѣстѣ съ ними образоваться вода, а она ихъ разрушаетъ, превращая въ гидратъ. Представитель кислотныхъ хлорангидридовъ можетъ служить треххлористый фосфоръ, PCl^3 , какъ тѣло, получающееся прямымъ горѣніемъ фосфора въ хлорѣ. Судя по составу многихъ **кис-**

¹⁾ Хлористые металлы гораздо летучѣе другихъ металлическихъ солей и это нужно имѣть въ виду въ подходящихъ случаяхъ, такъ напр. нагаръ на керосиновыхъ лампахъ зависитъ большею частью отъ того, что въ керосинѣ находится нѣкоторое количество известковыхъ соединений. Эти известковыя соединения не летучи. Если же обработать керосинъ небольшимъ количествомъ хлористаго водорода, то известковая соль превращается въ хлористый кальцій, а этотъ послѣдній изъ пламени улетучивается, что и прекращаетъ образованіе нагара; оттого-то и должно содѣйствовать при фабрикаціи керосина и тому подобныхъ жидкостей, послѣднюю химическую обработку ихъ всегда производить небольшимъ количествомъ соляной кислоты, переводящей малыя количества находящихся въ нихъ металлическихъ соединений въ болѣе летучіе хлористыя металлы.

лотъ, очевидно, что ихъ **хлорангидриды** должны содержать кромѣ хлора и элемента, служившаго для полученія кислоты, еще и кислородъ. Такъ въ сѣрной кислотѣ H^2SO^4 , какъ гидратъ, мы должны признать два водныхъ остатка, потому что это есть кислота двуосновная: $SO^2(HO)^2$, слѣдовательно ея хлорангидриды будутъ: $SO^2(HO)Cl$ и SO^2Cl^2 , въ обоихъ кислородъ, оба обладаютъ характерными свойствами кислотныхъ хлорангидридовъ. Очевидно, что такіе хлорангидриды не могутъ получаться прямымъ соединеніемъ элементарныхъ тѣлъ съ хлоромъ. Они образуются или соединеніемъ низшихъ окисловъ съ хлоромъ (такъ SO^2Cl^2 образуется изъ SO^2 и Cl^2) или дѣйствіемъ другихъ хлорангидридовъ на гидраты или соли кислоты. Чаще всего для этой цѣли служитъ, какъ мы покажемъ въ своемъ мѣстѣ, пятихлористый фосфоръ, который, дѣйствуя на кислоты, переводитъ ихъ въ хлорангидриды. Такъ напр.



Сѣрная кислота.

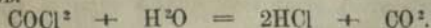
Пятихлористый фосф.

Первый хлоранг. сѣрн. кислоты.

Хлор. водор.

Хлорокись фосфора.

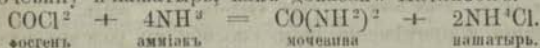
Значеніе и примѣненіе этого способа мы разсмотримъ впоследствии, а теперь приведемъ, какъ примѣръ кислотныхъ хлорангидридовъ—**хлорокись углерода** или угольный хлорангидридъ или такъ называемый **фосгенъ** $COCl^2$. Угольной кислотѣ H^2CO^3 или $CO(HO)^2$ должны соответствовать два хлорангидрида, и ч. она содержитъ, какъ двуосновная кислота, два водныхъ остатка. Эти хлорангидриды должны имѣть составъ $CO(HO)Cl$ и $COCl^2$: Первый изъ нихъ неизвѣстенъ. Онъ долженъ бы образовываться изъ CO^2 и HCl , какъ первый хлорангидридъ сѣрной кислоты происходитъ изъ сѣрнаго ангидрида SO^3 и HCl . Второй же хлорангидридъ сѣрной кислоты извѣстенъ и образуется, какъ было уже упомянуто (стр. 619), изъ окиси углерода и хлора. Эти оба вещества взаимно соединяются; $CO + Cl^2$ и образуютъ $COCl^2$. 2 объема CO и 2 объема Cl^2 даютъ 2 объема $COCl^2$. слѣдовательно плотность фосгена будетъ=49,5 ($H=1$). Такое соединеніе обоихъ газовъ въ темнотѣ не совершается, но и при обыкновенной температурѣ оно происходитъ, подобно соединенію водорода съ хлоромъ, только при дѣйствіи солнечнаго свѣта. Въ разсѣянномъ свѣтѣ такое соединеніе совершается медленно, при прямомъ солнечномъ свѣтѣ очень быстро. Смѣсь обезцвѣчивается, и объемъ газовъ сокращается въ два раза. Газы для этого должны быть совершенно высушены, иначе образующійся фосгенъ съ водою даетъ хлористый водородъ и углекислый газъ.





Тотъ же фосгенъ образуется при пропускании смѣси сухихъ углекислаго газа и хлора чрезъ накаленную трубку съ углемъ, при накаливаніи хлористаго свинца или серебра въ струѣ окиси углерода, при пропускании хлора и окиси углерода чрезъ нагрѣтую жидкую пятихлористую сурьму (которая переходитъ тогда въ трехлористую) и др. Для приготовленія фосгена въ сосудъ съ хлоромъ припускаютъ изъ газометра окись углерода, пока не наступитъ обезцвѣтываніе и не прекратится сжатіе.

Фосгенъ получилъ свое названіе (отъ греческихъ словъ свѣтъ и произвожу) именно отъ того, что происходитъ при дѣйствіи свѣта. Это есть безцвѣтный, сильно и непріятно пахучій газъ, съ водою тотчасъ разлагающійся, дѣйствующій подобнымъ же образомъ на большинство гидратовъ. Онъ ни съ водородомъ (хотя содержитъ хлоръ), ни съ кислородомъ (хотя содержитъ окись углерода) не взрываетъ, а при накаливаніи отдаетъ металламъ свой хлоръ, но онъ не измѣняетъ ни сѣры, ни фосфора. Съ амміакомъ онъ реагируетъ легко, какъ всѣ хлорангидриды кислоты, образуя амидъ угольной кислоты или мочевины и нашатырь, какъ доказалъ Натансонъ.



фосгенъ амміакъ мочевины нашатырь.

Со спиртомъ $\text{C}^2\text{H}^5\text{O}$ онъ отдѣляетъ только половину хлора въ видѣ хлористаго водорода, образуя $\text{C}^2\text{H}^5\text{OCOCi}$, на алдегидъ дѣйствуетъ, произвожа $\text{C}^2\text{H}^3\text{Cl}$, CO^2 и HCl , съ бензиномъ даетъ HCl и $\text{C}^6\text{H}^5\text{COCi}$ (хлорангидридъ бензойной кислоты) и т. д. цѣлый рядъ весьма замѣчательныхъ реакцій, показывающихъ для многихъ случаевъ связь сложныхъ органическихъ соединеній съ углекислотою, которой соотвѣтствуетъ фосгенъ.

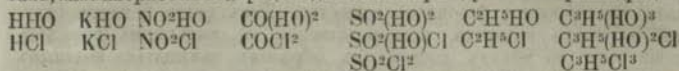
Слѣдовало бы ждать для азотной кислоты NO^2HO хлорангидрида NOCi , образующагося изъ азотной окиси и хлора, но такое соединеніе не извѣстно.

Такимъ кислотамъ, какъ уксусная $\text{C}^2\text{H}^3\text{COHO}$, бензойная $\text{C}^6\text{H}^5\text{COHO}$ и тому подобныя органическія кислоты, извѣстны соотвѣтственныя хлорангидриды $\text{C}^2\text{H}^3\text{COCi}$, $\text{C}^6\text{H}^5\text{COCi}$ и т. п. Они получаютъ при дѣйствіи PCl^3 на кислоты и представляютъ летучія жидкости.

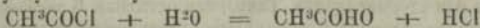
Вообще хлорангидридъ кипитъ ниже гидрата. Такъ уксусная кислота кипитъ при 117° , ея хлорангидридъ при 55° , спиртъ при 78° ; его хлорангидридъ при 11° , глицеринъ при 290° , его хлорангидриды 1-й при 227° , 2-й при 178° , а 3-й при 155° и т. д. Замѣна $\text{HO}-\text{Cl}$ понижаетъ температуру кипѣнія, оттого немудрено, что хлористые металлы летучѣ гидратовъ.

Вышеуказанное ясное соотвѣтствіе между хлоромъ и гидратами заставило Жерара составить типъ хлористаго водорода, точно такъ, какъ существуетъ типъ воды. Гидраты и ангидриды относятся къ водяному типу, а хлористые металлы и другія соединенія хлора — къ хлористоводородному типу. Эти то послѣднія соединенія и называются общимъ именемъ хлорангидридовъ. Постепенность, съ которою можно замѣщать атомъ за атомомъ водяной остатокъ хлоромъ и на-

оборотъ, служить отличнымъ доказательствомъ той эквивалентности, которая существуетъ въ отношеніи гидратовъ къ хлорангидридамъ. Большинство изслѣдованныхъ гидратовъ имѣтъ соотвѣтственные хлорангидриды, которые отвѣчаютъ гидратамъ совершенно точно такъ, какъ хлористый водородъ водѣ. Такъ напр. гидраты и хлорангидриды.



Послѣдовательность и соотношеніе въ замѣщеніи стараются выразить тѣмъ, что соединенія, заключающія хлоръ, относятъ къ хлористоводородному типу, а заключающія водной остатокъ или гидраты къ — водному. Такое типическое представленіе однако вскорѣ было оставлено по той причинѣ, что то различіе, какое дѣлалось въ свое время между хлоромъ, занимающимъ мѣсто воднаго остатка, и хлоромъ, занимающимъ мѣсто водорода, оказалось при дальнейшихъ изслѣдованіяхъ непримѣнимымъ. Полагали прежде, что хлоръ, становящійся на мѣсто воднаго остатка, обладаетъ свойствомъ вступать въ такія реакціи, въ какія вступаетъ хлоръ въ хлористомъ водородѣ, оттого и относили такія хлористыя соединенія къ типу хлористаго водорода. Какъ въ этомъ послѣднемъ, такъ и въ нихъ можно было хлоръ замѣстить съ помощью щелочи, солей и т. п. воднымъ остаткомъ и другими соотвѣстственными веществами. Но этого свойства не замѣчали въ тѣхъ соединеніяхъ (мы съ ними вскорѣ познакомились), которыя заключаютъ въ себѣ хлоръ, ставшій на мѣсто водорода. На первый разъ такое различіе кажется дѣйствительно рѣзкимъ, такъ напр. если мы возьмемъ соединеніе, получающееся изъ уксусной кислоты и имѣющее составъ CH³OCCl, то это вещество, какъ хлорангидридъ уксусной кислоты, съ водою тотчасъ даетъ уксусную кислоту.



уксу. хлорангид.

уксусная кис.

Если же въ этомъ хлорангидридѣ уксусной кислоты мы замѣнимъ часть водорода хлоромъ, получимъ напр. соединеніе CH²ClOCCl, то это соединеніе при дѣйствіи воды даетъ гидратъ только на счетъ одного атома хлора, именно того самаго, который заключался въ хлорангидридѣ; получится, значить, гидратъ состава CH²ClCO(HO), такъ что разница ясно бросается въ глаза. Одинъ хлоръ легко реагируетъ съ водою и выдѣляется въ видѣ хлористаго водорода; его и признаютъ имѣющимъ свойства такія же, какъ въ хлористомъ водородѣ, его считаютъ замѣняющимъ водной остатокъ. Другой же хлоръ, ставшій на мѣсто водорода, съ водою не реагируетъ, съ нею непосредственно не выдѣляется въ видѣ хлористаго водорода. Однако позднѣйшія изслѣдованія показали, что и тотъ хлоръ, который сталъ на мѣсто водорода, способенъ вступать совершенно въ тѣ же реакціи, въ какія вступаетъ хлоръ, ставшій на мѣсто воднаго остатка. Онъ также можетъ быть замѣненъ воднымъ остаткомъ, хотя такое замѣщеніе производится съ большимъ трудомъ. Это можно сравнить съ тѣмъ различіемъ, какое существуетъ между хлоромъ хлористыхъ металловъ и хлоромъ хлористыхъ металлоид-

32
 16

довъ. Первый выдѣляется въ видѣ хлористаго водорода при непосредственномъ дѣйствіи воды; второй же въ этомъ состояніи не выдѣляется, потому что черезъ дѣйствіе воды на хлористый металлъ должна была бы образоваться щелочь или щелочный гидратъ, который и способенъ тотчасъ соединиться съ хлористымъ водородомъ и дать солеобразное (прочное) вещество. Такъ точно и хлоръ, ставшій на мѣсто водорода, непосредственно не выдѣляется при дѣйствіи водн, но можетъ косвеннымъ образомъ замѣщаться водянымъ остаткомъ. Напр. при дѣйствіи водной окиси серебра Ag HO получается хлористое серебро и водной остатокъ становится на мѣсто хлора. Когда эта способность всякаго хлора замѣщаться въ тѣхъ или другихъ условіяхъ водянымъ остаткомъ была открыта, тогда понятіе о хлористоводородномъ типѣ должно было значительно измѣниться и вслѣдствіе этого и самое типическое возрѣніе потеряло свою простоту. Нынѣ мы можемъ считать, что всякій хлоръ въ тѣхъ или другихъ условіяхъ (хотя по сихъ поръ не во всѣхъ случаяхъ этого успѣли достигн.) способенъ реагировать какъ хлоръ въ хлористомъ водородѣ, потому что мы необходимо должны признать индивидуальныя особенности простыхъ тѣлъ, имѣ присущія и для нихъ характерныя.

Типическое возрѣніе особенно ясно примѣняется къ соединеніямъ, содержащимъ въ своей частицѣ одинъ хлоръ, одинъ водной остатокъ, напр. типамъ H^2O и HCl соотвѣтствуетъ метиловый спиртъ CH^3HO , его простой эфиръ $(\text{CH}^3)^2\text{O}$ и хлористый метиль CH^3Cl , гдѣ H замѣняется CH^3 , но тамъ, гдѣ входятъ дву-и-многоатомные остатки, то есть простые и сложные тѣла, замѣняющія 2 и болѣе атомъ водорода, тамъ типическое возрѣніе уже становится сложнымъ, потому что требуется взять два или три раза частицу типическаго тѣла, чтобы получить чрезъ замѣну въ немъ водорода многоатомнымъ остаткомъ, его гидратъ или хлорангидридъ. Такъ, если остатокъ R замѣняетъ 2 атомъ водорода, то его хлористое соединеніе будетъ соотвѣтствовать двумъ частицамъ HCl , въ которыхъ H^2 замѣнены R , то есть, тогда изъ H^2Cl^2 должно производиться RCl^2 . При томъ, этотъ способъ представленія не указываетъ столь ясно, какъ представленіе о замѣнѣ HO хлоромъ, на возможность существованія промежуточныхъ хлорангидридовъ. Гидрату же $\text{R}(\text{HO})^n$ можетъ дѣйствительно соотвѣтствовать n хлорангидридовъ: напр. гидрату $\text{C}^3\text{H}^5(\text{HO})^3$ (глицерину) должны соотвѣтствовать хлорангидриды $\text{C}^3\text{H}^5(\text{HO})^2\text{Cl}$, $\text{C}^3\text{H}^5(\text{HO})\text{Cl}^2$ и $\text{C}^3\text{H}^5\text{Cl}^3$, какъ это въ дѣйствительности и существуетъ.

Тѣмъ не менѣе только послѣ развитія типическаго возрѣнія Жерара и было обращено вниманіе на отношеніе гидратовъ къ хлорангидридамъ. До тѣхъ поръ тѣла столь несходныя, какъ NaCl и COCl^2 , стояли совершенно не зависимо другъ отъ друга, существованія класса хлорангидридовъ никто не замѣчалъ. Жераръ установилъ типъ хлористаго водорода, сгруппировать въ одно цѣлое всѣ хлористыя соединенія указать ихъ отношеніе къ гидратамъ и тѣмъ уяснилъ весьма многіе факты, до тѣхъ поръ бывшіе отрывочными.

Хлоръ прямо соединяется не съ одними простыми тѣлами, но, какъ видно изъ предъидущаго, и сосложными тѣлами. Такъ

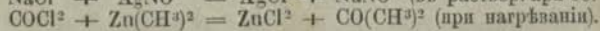
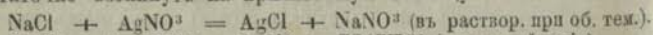
онъ соединяется съ CO , SO^2 , точно также онъ способенъ соединяться и со всѣми не предѣльными углеводородами. Примѣромъ можетъ служить его соединеніе съ маслороднымъ газомъ C^2H^4 или этиленомъ. Оба газа при простомъ прикосновеніи даютъ маслообразную т. е. не растворимую въ водѣ жидкость называемую **хлористымъ этиленомъ** $\text{C}^2\text{H}^4\text{Cl}^2$ или жидкостью голландскихъ химиковъ (см. стр. 579). Это вещество кипитъ при 85° , не измѣняется ни водою, ни воднымъ растворомъ щелочей. Ему отвѣчаетъ гидратъ $\text{C}^2\text{H}^4(\text{HO})^2$, называемый этиленовымъ гликолемъ и представляющій характерныя свойства спиртовъ.

Изъ сказаннаго очевидно, что по составу гидрата можно судить о составѣ хлорангидридовъ и, обратно, по составу хлорангидрида можно судить о составѣ гидрата также, какъ по составу соли о составѣ кислоты, ей отвѣчающей. Мало того, если данъ хлорангидридъ, обыкновенно его можно перевести въ гидратъ или дѣйствіемъ воды (напр. хлорангидриды кислотъ) или дѣйствіемъ щелочи ($\text{RCl} + \text{KHO} = \text{RHO} + \text{KCl}$), и т. п. пользуясь законами двойныхъ разложеній. Такъ напр. CuCl^2 въ растворѣ съ 2KHO даетъ нерастворимый гидратъ $\text{Cu}(\text{HO})^2$ и 2KCl . Такимъ образомъ хлористыя соединенія или хлорангидриды составляютъ весьма существенные члены въ исторіи каждаго элемента, гидрата и сложной группировки. Большое значеніе хлорангидриды приобрѣтаютъ еще и отъ того, что многіе изъ нихъ летучи, а потому позволяютъ опредѣлить плотность пара и частичную формулу не только самаго хлорангидрида, но и гидрата, коему отвѣчаетъ хлорангидридъ. Мы увидимъ этому доказательство въ исторіи кремнія, желѣза, ртути и многихъ другихъ.

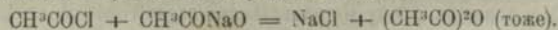
Какъ примѣръ, можно привести хлористыя соединенія синерода. Соотвѣственно циановой, CNHO , дициановой $\text{C}^2\text{N}^2(\text{HO})^2$ и циануровой $\text{C}^3\text{N}^3(\text{HO})^3$ кислотамъ, извѣстно и три хлористыхъ синерода: газообразный CNCl , жидкій $\text{C}^2\text{N}^2\text{Cl}^2$ и твердый $\text{C}^3\text{N}^3\text{Cl}^3$. Первый изъ нихъ готовится при пропусканіи хлора чрезъ охлажденный до 0° сосудъ, съ измельченной синеродистою ртутью, смѣшанною съ 20 частями воды: $\text{Hg}(\text{CN})^2 + 2\text{Cl}^2 = \text{HgCl}^2 + 2\text{CNCl}$. **Хлористый синеродъ** тогда остается въ растворѣ. Это есть безцвѣтный воючий и ядовитый газъ, сгущающійся сжатіемъ и охлажденіемъ въ жидкость, растворимый въ водѣ, но съ нею, отчасти, современемъ разлагающійся на CO^2 и NH^4Cl . При дѣйствіи хлора на самую синильную кислоту, происходятъ не только газообразный хлористый синеродъ, но и жидкій, кипящій при 18° , и твердый, кипящій при 190° . Значитъ, здѣсь происходятъ тѣ полимерныя превращенія, которыя столь характерны для циановыхъ соединеній.

Индивидуальными особенностями объясняются въ большин-

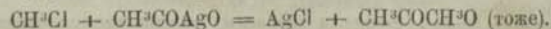
ствѣ случаевъ тѣ реакціи, въ которыя вступаютъ данныя соединенія. Такъ, въ хлорѣ существуетъ индивидуальная способность соединяться съ металлами, съ сравнительно большою легкостью. Металлъ не такъ легко соединяется даже съ кислородомъ, какъ съ хлоромъ. Во множествѣ условій хлоръ, находящійся въ соединеніи, можно выдѣлить съ помощью металловъ, тогда какъ посредствомъ кислорода это можно сдѣлать развѣ только при возвышенной температурѣ, разрушивъ тогда все соединеніе. Этою способностью хлора, реагировать во всѣхъ его соединеніяхъ съ металлами и металлическими солями, пользуются постоянно для полученія разнообразныхъ химическихъ соединеній. Это и есть тотъ путь соединенія по остаткамъ, который составляетъ почти исключительный способъ образованія сложныхъ органическихъ соединеній. Берутъ два вещества, одно, содержащее хлоръ, или элементъ сходственный съ нимъ, назовемъ это соединеніе АСІ, и берутъ другое вещество, содержащее металлъ, съ чѣмъ либо соединенный, назовемъ это вещество ВМ, считая М металломъ. Черезъ взаимодѣйствіе, т. е. черезъ двойное разложеніе, въ этомъ случаѣ получается съ одной стороны хлористый металлъ МСІ, а съ другой стороны образуется соединеніе АВ. Чтобы доказать то разнообразіе тѣлъ, которое происходитъ при этомъ черезъ подобныя двойныя разложенія, достаточно взглянуть на прилагаемую таблицу.



Фосгенъ Цинкметилъ Хлор. диэтилъ. Ацетонъ.



Хлор. укс. к. Укс. натр. соль. Хлор. натр. Укс. ангидр.



Хлорист. метил. Укс. сереб. соль. Хлор. сереб. Укс. мет. эфир.

Въ ней видно, что подобное дѣйствіе металла на хлоръ совершается до нѣкоторой степени независимо отъ тѣхъ веществъ, съ которыми хлоръ и металлъ были въ соединеніи. Но, конечно, и эти двойныя разложенія подчиняются тѣмъ же самымъ условіямъ двойныхъ разложеній, какія уже замѣчены были нами нѣсколько разъ въ предыдущемъ изложеніи. Другими словами: не всякое металлическое соединеніе дѣйствуетъ на всякое хлористое и не при всѣхъ условіяхъ такое взаимодѣйствіе совершается, и количество образующагося соединенія не всегда будетъ одинаково. Такъ напр. хлоръ, находящійся въ соединеніи съ углеродомъ, съ трудомъ реагируетъ во множествѣ случаевъ; напр. хлоръ въ хлороформѣ CHCl_3 не реагируетъ ни съ серебряными солями, ни со щелочами.

Способность хлора соединяться съ водородомъ объясняетъ то сильное **окисляющее дѣйствіе**, которое производитъ онъ на многія вещества **въ присутствіи воды**: при этомъ, окислительную реакцію можно представить себѣ въ большинствѣ случаевъ такъ, что хлоръ отнимаетъ водородъ отъ воды, а кислородъ ея передается окисляющемуся веществу. Примѣры такого окислительнаго дѣйствія хлора можно наблюдать чрезвычайно часто и въ химической, и въ технической практикѣ. Такъ напр. хлоръ, пропущенный въ воду, содержащую въ себѣ сѣру или сѣрнистые металлы, окисляетъ ихъ. Сѣра превращается при этомъ въ сѣрную кислоту, а хлоръ въ хлористый водородъ, или въ хлористый металлъ. Смѣсь окиси углерода и хлора, пропущенная въ воду, даетъ углекислый газъ и хлористый водородъ. Сѣрнистый газъ окисляется въ присутствіи воды хлоромъ въ сѣрную кислоту, точно такъ, какъ отъ дѣйствія азотной кислоты. $SO^2 + 2H^2O + Cl^2 = H^2SO^4 + 2HCl$.

Практика пользуется окислительнымъ дѣйствіемъ хлора въ присутствіи воды, потому что употребляетъ его **для быстрого бѣленія тканей** и волокнистыхъ веществъ. Въ этомъ случаѣ должно полагать, что хлоръ въ присутствіи воды дѣйствуетъ прежде и легче всего на красящее вещество волоконъ, измѣняетъ его и превращаетъ въ безцвѣтное вещество, но послѣ того начинаетъ дѣйствовать и на самую ткань. Поэтому то бѣленіе посредствомъ хлора требуетъ извѣстнаго рода техническихъ предосторожностей, чтобы хлоръ не обратилъ своего дѣйствія на самыя волокна, а ограничилъ бы его только красящимъ веществомъ. Впрочемъ, въ настоящее время въ немногихъ только случаяхъ, а именно при изготовленіи массы для писчей бумаги, употребляютъ прямо газообразный хлоръ; въ большинствѣ случаевъ для бѣленія употребляютъ уже такъ называемую бѣлизную известь, съ которою мы вскорѣ познакомимся. Способность хлора бѣлить была открыта Бертолетомъ и составляетъ важное приобрѣтеніе техники, потому что этимъ способомъ замѣнился въ большинствѣ случаевъ прежде общій способъ бѣленія на солнцѣ при смачиваніи водою, что употребляется еще и нынѣ для полотень, воска и т. п.

Окисляющее свойство хлора выказывается по всей вѣроятности и въ томъ случаѣ, когда онъ разрушаетъ большинство органическихъ тканей и убиваетъ самыя организмы. Этимъ свойствомъ хлора пользуются при **уничтоженіи миазмовъ**, въ особенности прежде въ чумныхъ карантинахъ употреблялся очень часто хлоръ для окуриванія. Но это послѣднее употребленіе хлора должно быть въ жилищахъ производимо съ большою осторожностью, потому что хлоръ, пущенный на воздухъ,

дѣлаетъ его вреднымъ для здоровья, потому что разрушаетъ, попадая въ органы дыханія, и ткань самыхъ легкихъ. Во всѣхъ случаяхъ окисленія изъ хлора образуется или хлористый водородъ, или хлористый металлъ, такъ что хлоръ въ этомъ случаѣ дѣйствуетъ на основаніи способности своей соединяться съ этими элементами.

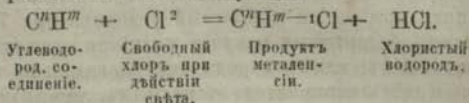


Фиг. 148. Горѣніе свѣчи въ хлорѣ сопровождается выдѣленіемъ сажи.

Такъ какъ хлоръ прямо не соединяется съ углеродомъ, то онъ при накаливаніи углеводородовъ и болѣе сложныхъ углеродистыхъ водородовъ отнимаетъ отъ нихъ водородъ, выдѣляя уголь, что ясно видно, когда (фиг. 148) зажженную свѣчу опустить въ колоколъ съ хлоромъ. Пламя уменьшается, но остается нѣкоторое время. Получается много сажи и образуется хлористый водородъ. При этомъ, парообразныя накалиныя вещества пламени разлагаются хлоромъ: водородъ соединяется съ нимъ, а углеродъ выдѣляется въ видѣ сажи. Таково дѣйствіе хлора на углеводородистыя соединенія при высокой температурѣ. Оно направляется иначе при невысокихъ температурахъ, къ чему мы теперь и обратимся.

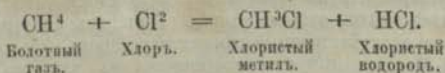
Весьма важный моментъ въ исторіи химіи составляетъ открытіе Лорана и Дюма, показавшее, что хлоръ способенъ вытѣснять и **замѣнять водородъ**. Важно это открытіе потому, что хлоръ оказывается элементомъ, въ одно и тоже время легко соединяющимся съ водородомъ, и элементомъ, его замѣняющимъ. Это показываетъ намъ, что нѣтъ противоположности между элементами, образующими другъ съ другомъ прочныя соединенія. Не потому хлоръ соединяется съ водородомъ, что обладаетъ свойствами ему противоположными, какъ утверждали нѣкоторое время, приписывая одному электроположительный, а другому электроотрицательный характеръ, не отъ этой причины происходитъ соединеніе, потому что тотъ же самый хлоръ, который соединяется съ водородомъ, можетъ и замѣнять его, не мѣняя многихъ свойствъ полученнаго вещества. Такое замѣщеніе водорода хлоромъ называется металленсією. Механизмъ такого замѣщенія чрезвычайно постояненъ. Если мы возьмемъ водородистое вещество, преимущественно же углеводородное соединеніе и если на него станемъ дѣйствовать хлоромъ, то происходитъ съ одной стороны хлористый водородъ, а съ другой стороны соединеніе, заключающее на мѣсто водорода хлоръ, такъ что хлоръ раздѣляется на двѣ равныя части: одна часть его выдѣляется въ видѣ хло-

ристаго водорода, а другая становится на мѣсто выдѣленнаго такимъ образомъ водорода. **Металенсія**, значитъ, всегда сопровождается образованіемъ хлористаго водорода. Причину хода такого рода реакціи можно отчасти видѣть въ той склонности, съ которой хлоръ образуетъ водородистое соединеніе. Это раздѣленіе хлора при подобной реакціи на двѣ части можетъ служить въ то же время яснымъ подтвержденіемъ понятія о частицѣ. По этому понятію, частица хлора заключаетъ въ себѣ два атома этого вещества и одинъ атомъ становится на мѣсто водорода, а другой съ нимъ соединяется. Механизмъ такого двойнаго разложенія есть слѣдующій:



Условія, въ которыхъ совершается такая реакція также весьма постоянны. Въ темнотѣ обыкновенно хлоръ не дѣйствуетъ на водородистыя вещества, но дѣйствіе начинается подъ вліяніемъ свѣта. Прямое дѣйствіе солнечныхъ лучей особенно благоприятствуетъ металенсіи. Замѣчательно также, что подмѣсь нѣкоторыхъ веществъ благоприятствуетъ этому (а именно іода, треххлористой сурьмы и др.). Не большая подмѣсь іода къ веществу, подвергаемому металенсіи, производитъ тоже самое, что и солнечное освѣщеніе. Это зависитъ, по всей вѣроятности, оттого, что хлоръ съ іодомъ образуетъ, какъ мы увидимъ далѣе, мало—прочныя соединенія, легко реагирующія на другія вещества. Приведемъ нѣсколько примѣровъ металлическаго замѣщенія.

Особенно замѣчательно то явленіе металенсіи, которое совершается съ углеродистыми водородами. Если болотный газъ смѣшать съ хлоромъ и смѣсь зажечь, то тогда происходитъ полное отнятіе водорода отъ болотнаго газа, образуется хлористый водородъ и уголь, но никакого продукта металенсіи. Но если смѣсь равныхъ объемовъ хлора и болотнаго газа выставить на дѣйствіе разсѣяннаго свѣта, то мало по малу зеленоватожелтая смѣсь становится безцвѣтною и въ ней образуется хлористый водородъ и продуктъ металенсіи, т. е. хлористый метиль:

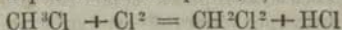


Образующійся хлористый метиль есть газъ. Если его выдѣлить (онъ растворяется въ кристаллической уксусной кислотѣ, тогда какъ хлористый водородъ въ ней мало растворимъ) и



смѣшать снова съ хлоромъ, то опять можно подвергнуть дальнѣйшему металепическому замѣщенію—замѣнить второй пай водорода хлоромъ, черезъ что получится вещество жидкое, состава CH^2Cl^2 , такъ называемый хлористый метилень. Точно также замѣщеніе идетъ и дальше, черезъ что образуется такъ называемый хлороформъ CHCl^3 и наконецъ хлористый углеродъ CCl^4 . Изъ этихъ веществъ особенно замѣчательнъ хлороформъ, потому что онъ происходитъ во многихъ случаяхъ изъ многихъ органическихъ веществъ при дѣйствіи бѣлизной извести и употребляется въ медицинѣ, какъ средство для произведенія безчувственности или анестезіи, при вдыханіи. Хлороформъ кипитъ при 62° , а хлористый углеродъ при 78° . Оба представляютъ безцвѣтныя пахучія жидкости, тяжелѣе воды.

Здѣсь мы видимъ, какъ водородъ послѣдовательно замѣняется хлоромъ и здѣсь становится очевиднымъ, что двойныя разложенія совершаются съ частичными количествами тѣлъ, т. е. съ равными объемами въ газообразномъ состояніи. Если бы мы сразу взяли на одинъ объемъ болотнаго газа нѣсколько объемовъ хлора, то могли бы также при подходящихъ условіяхъ получить продуктъ металепси, но это былъ бы результатъ не одной первоначальной реакціи, а нѣсколькихъ:



Можно получить изъ болотнаго газа прямо хлороформъ, по это будетъ уже, судя по предъидущему, третій продуктъ реакціи, продуктъ дальнѣйшаго превращенія болотнаго газа. Между нимъ и болотнымъ газомъ существуетъ еще два промежуточныхъ, и первый изъ нихъ происходитъ именно при дѣйствіи одной частицы болотнаго газа на одну частицу хлора.

Хлористый углеродъ, получающійся при этомъ черезъ металепсію болотнаго газа, прямо изъ хлора и углерода не получается, но его можно получить изъ нѣкоторыхъ соединений углерода, напр. изъ сѣрнистаго углерода, если пары его, смѣшанные съ парами хлора, пропускать черезъ накаленную трубку. Тогда и сѣра, и углеродъ соединяются съ хлоромъ. Очевидно, что изъ всякаго углеводорода черезъ окончательную металепсію можно получить соответственный хлористый углеродъ, и дѣйствительно, число хлористыхъ углеродовъ, уже нынѣ извѣстныхъ, весьма велико. Такъ, изъ маслороднаго газа можно получить соответственный хлористый углеродъ, однако не простую металепсію. Маслородный газъ соединяется съ хлоромъ вслѣдствіе того, что онъ есть тѣло не предѣльное, стремящееся, соединясь съ хлоромъ, достигнуть до предѣла, свойственнаго углероду въ его соединенияхъ. Черезъ это соединеніе получается вещество $\text{C}^2\text{H}^4\text{Cl}^2$, называемое жидкостью голландскихъ химиковъ,—жидкость, кипящая при

85°, похожая по своимъ физическимъ свойствамъ на вышеозначенные жидкіе продукты металенсіи болотнаго газа. Если такую жидкость голландскихъ химиковъ или хлористый этиленъ нагрѣть съ спиртовымъ растворомъ ѣдкаго кали — съ водянымъ она не дѣйствуетъ — то ѣдкое кали удерживаетъ хлористый водородъ и черезъ то образуется вещество C^2H^2Cl , называемое хлорэтиленомъ, т. е. продуктъ металенсіи этилена. Этотъ продуктъ металенсіи есть газообразное вещество, способное, какъ и самый маслородный газъ, соединиться съ хлоромъ, причемъ даетъ вещество состава $C^2H^2Cl^2$. Это вещество, кипящее при 115°, подобно хлористому этилену, способно отдавать спиртовому раствору ѣдкаго кали хлористый водородъ и образовывать двуххлорэтиленъ $C^2H^2Cl^2$. Это есть уже жидкость, дающая вновь съ хлоромъ $C^2H^2Cl^4$; отъ нея можно опять отнять хлористый водородъ и получить трихлорэтиленъ, C^2HCl^3 . Изъ этой послѣдней, черезъ соединеніе съ хлоромъ, получается C^2HCl^5 , а это вещество, отдавшее свой хлористый водородъ спиртовому раствору ѣдкаго кали, даетъ хлористый углеродъ, соотвѣтственно маслородному газу C^2Cl^4 . Это вещество сохраняетъ еще способность маслороднаго газа соединяться съ хлоромъ и можетъ давать хлористый углеродъ, состава C^2Cl^6 . Такой хлористый углеродъ можетъ быть полученъ изъ многихъ соединений, соотвѣтствующихъ спирту, при дѣйствіи избытка хлора и свѣта. Бензину, нафталину, ацетелину и всѣмъ другимъ углеводородамъ соотвѣтствуютъ свои продукты металенсіи и свои хлористые углероды, т. е. окончательные продукты металентического дѣйствія. Описание такихъ продуктовъ обыкновенно составляетъ предметъ органической химіи, потому мы на нихъ много и не останавливаемся, однако упомянемъ о томъ, что существованіе такихъ продуктовъ металенсіи даетъ возможность получить многія новыя, сложнѣйшія органическія вещества, при помощи взаимодѣйствія этихъ веществъ съ металлическими соединеніями, какъ о томъ было уже упомянуто въ статьѣ объ углеродѣ. Притомъ необходимо замѣтить, что здѣсь встрѣчается много случаевъ изомерности, какъ и вообще при изученіи органическихъ соединений. Такъ напр., если спиртъ привести въ прикосновеніе съ хлористымъ водородомъ, то, какъ спиртъ, подобно щелочамъ, реагируетъ съ кислотами, онъ реагируетъ и съ хлористымъ водородомъ; образуется вода и сложный эфиръ, въ этомъ случаѣ хлористый этиль:



Этотъ хлористый этиль представляетъ газъ, легко, однако, сгущающійся въ жидкость. Если на него дѣйствовать хлоромъ, то происходитъ первый продуктъ металенсіи $C^2H^2Cl^2$. Это будетъ такъ называемый хлористый этилиденъ. Составъ его одинаковъ съ составомъ хлористаго этилена или жидкости голландскихъ химиковъ, получающейся изъ маслороднаго газа, но температура кипѣнія ихъ различна; удѣльный вѣсъ перваго при 0° равенъ 1,198, онъ кипитъ при 65°, а уд. вѣсъ втораго 1,275, тем. кипѣнія 85° и реакціи ихъ совершенно различны: въ хлористомъ этиленѣ хлоръ сравнительно легко реагируетъ съ металлами и весь удобно замѣщается водянымъ остаткомъ, образуя гликолевый спиртъ, $C^2H^4(OH)^2$. Хлористый этилиденъ



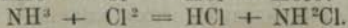
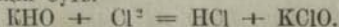
соответственнаго спирта не даетъ, а при подобныхъ обстоятельствахъ измѣняется, образуя воду и алдегидъ C^2H^4O . Различіе этихъ двухъ продуктовъ можетъ служить примѣромъ той изомерности, которая часто встрѣчается въ подобнаго рода веществахъ. Причину подобнаго различія считаютъ зависящею отъ различнаго положенія хлора въ обоихъ соединеніяхъ. Они рассмотрѣны нами отчасти на стр. 566.

Что касается до свойствъ продуктовъ металенсіи, то черезъ металенсію всегда (почти) температура кипѣнія увеличивается, оно и понятно: водородъ, газъ несжимаемый, замѣняется хлоромъ, газомъ легко превращающимся въ жидкость, слѣдовательно имѣющимъ высшую температуру кипѣнія, тѣмъ водородъ, и потому замѣна одного другимъ должна повышать температуру кипѣнія; такъ и есть; напр. бензинъ кипитъ при 80° , а хлоробензинъ C^6H^5Cl при 130° , предѣльный углеродистый водородъ C^8H^{14} кипитъ при 60° , а его первый продуктъ металенсіи кипитъ при 126° . Уже изъ этого видно, что замѣненіе одного атомъ водорода хлоромъ производитъ сходное измѣненіе въ температурѣ кипѣнія, что и подтверждается во всѣхъ остальныхъ случаяхъ; такъ напр. уксусная кислота кипитъ при 117° , а хлороуксусная кислота, первый продуктъ металенсіи, кипитъ при 186° ; трихлороуксусная кислота кипитъ выше 200° и т. д.; всегда черезъ замѣну водорода хлоромъ температура кипѣнія повышается. Изъ жидкихъ соединеній получаютъ черезъ металенсію не рѣдко кристаллическія вещества. Такъ напр. хлористый углеродъ C^2H^0 , соответствующій какъ хлористому этилену, такъ и хлористому этилидену, есть тѣло твердое, кристаллическое, плавящееся при 160° . Химическій характеръ черезъ металенсію обыкновенно не мѣняется, т. е. если было взято безразличное тѣло, то и продуктъ металенсіи его есть также тѣло безразличное; если была кислота, то и продуктъ металенсіи ея также имѣетъ кислотныя свойства. Кристаллическая форма при металенсіи рѣдко также не измѣняется.

И такъ, мы имѣемъ въ хлорѣ элементъ, замѣняющій и водной остатокъ, и водородъ, что и даетъ возможность при помощи его замѣнять, особенно въ углеродистыхъ, соединеніяхъ, водородъ воднымъ остаткомъ. Объяснимъ примѣромъ. Уксусная кислота CH^3COHO при дѣйствіи хлора даетъ продуктъ металенсіи — хлороуксусную кислоту $CH^2ClCOHO$. Что это тѣло содержитъ неизмѣненный карбоксиль (COHO) и что замѣна водорода хлоромъ произошла въ углеводородной группѣ, это доказывается тѣмъ, что полученное тѣло есть такая же одноосновная кислота, какъ и взятая уксусная кислота, а также тѣмъ, что при накаливаніи со щелочью оно даетъ CO^2 и CH^2Cl , какъ уксусная CO^2 и CH^3 , также тѣмъ, что на угольную, щавелевую и муравьиную кислоты (стр. 634), углеводородовъ не заключающія, хлоръ металентически не дѣйствуетъ и еще тѣмъ, что въ уксусной кислотѣ можно металентически замѣнить только три (но не всѣ четыре) атомъ водорода, сколько ихъ въ углеводородной группѣ. Образующаяся хлороуксусная кислота $CH^2ClCOHO$ съ водною окисью серебра $AgHO$ даетъ хлористое серебро $AgCl$ и, такъ называемую, гликолевую кислоту $CH^2(OH)COHO$. Сравнивая ея составъ съ составомъ уксусной кислоты, можно видѣть, что въ CH^3COHO

одинъ водородъ углеводородной группы замѣтился водянымъ остаткомъ, что и совершилось при посредствѣ продукта металенсіи.

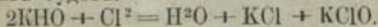
Металенсіи подвергаются не одни углеводороды. Совершенно точно также нѣкоторыя и другія водородистыя соединенія при дѣйствіи хлора даютъ соотвѣтственные хлорные продукты, напр. амміакъ, ѣдкое кали, ѣдкая известь и цѣлый рядъ **щелочныхъ** веществъ. По крайней мѣрѣ такой взглядъ на предметъ наиболѣе простъ и не выдѣляетъ продуктовъ металенсіи изъ ряда другихъ химическихъ соединеній. Дѣйствительно, точно такъ, какъ въ болотномъ газѣ водородъ можно замѣстить хлоромъ и получить хлористый метилъ, такъ въ ѣдкомъ кали KHO , амміакѣ NH^3 и водной извести CaH^2O^2 или $\text{Ca}(\text{HO})^2$ можно водородъ замѣстить хлоромъ и получить амидъ хлора NH^2Cl , хлорноватистокалиевую соль KClO и хлорноватистоизвестковую соль CaCl^2O^2 . Не только соотношеніе въ составѣ тоже самое, какъ и при замѣщеніи въ болотномъ газѣ, но и весь механизмъ реакціи тотъ же самый. Точно также два атома хлора дѣйствуютъ и одинъ становится на мѣсто водорода, а другой выдѣляется въ видѣ хлористаго водорода, какъ и при металенсіи; только тамъ выдѣляющійся хлористый водородъ остается свободнымъ, а здѣсь, при дѣйствіи на щелочныя вещества, образующійся хлористый водородъ реагируетъ на нихъ. Такъ, при дѣйствіи на амміакъ, выдѣляющійся хлористый водородъ соединяется съ новымъ количествомъ амміака и даетъ нашатырь; при дѣйствіи на ѣдкое кали образуется съ новымъ количествомъ ѣдкаго кали хлористый калий и вода, конечно; при дѣйствіи на известь происходитъ хлористый кальцій и вода. Основныя реакціи суть:



Рядомъ съ ними совершается взаимодѣйствіе происходящаго HCl съ KHO , NH^3 и $\text{Ca}(\text{HO})^2$. Оттого первая реакція будетъ сопровождаться другою:



а въ результатѣ будетъ:

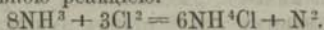


Но это суть второстепенныя реакціи, не избѣжно, однако, совершающіяся одновременно съ первой, вслѣдствіе основныхъ свойствъ хлористаго водорода и той щелочи, которая здѣсь находится. Такъ какъ продукты такого рода реакцій замѣчательны и по своимъ свойствамъ и, нѣкоторыя, по своему примѣненію, то мы здѣсь и остановимся на нихъ, тѣмъ болѣе, что это составитъ отличный переходъ отъ хлора къ его кис-



М₁ роднымъ соединеніямъ, которыя мы разсмотримъ вслѣдъ за симъ. Необходимо замѣтить, что способность водорода подвергаться металепитическому замѣщенію хлоромъ находится въ извѣстномъ отношеніи къ способности водорода замѣщаться натріемъ: въ тѣхъ водородистыхъ соединеніяхъ, которыя, какъ кислоты, вода и т. п. легко реагируютъ съ натріемъ, трудно совершается металепсія и продукты металепсіи мало прочны: таковъ напр. такъ называемый хлористый азотъ, соотвѣтствующій амміаку, къ реакціи котораго съ хлоромъ мы теперь и перейдемъ.

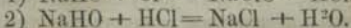
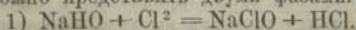
При дѣйствіи **хлора на амміакъ** можетъ произойти или полное распаденіе амміака, съ выдѣленіемъ газообразнаго азота, или можетъ произойти продуктъ металепсіи, точно такъ, какъ при дѣйствіи хлора на болотный газъ можетъ или совершенно выдѣлиться углеродъ, или образуются продукты металепсіи. Если будетъ избытокъ хлора и температура возвышенная, то хлоръ волюнѣ разрушаетъ названнаго вещества, отнимая отъ нихъ весь водородъ и выдѣляя углеродъ и азотъ. На этомъ основано полученіе азота при дѣйствіи избытка хлора на амміакъ. Такая реакція, очевидно, сопровождается образованіемъ нашатыря, потому что хлоръ, соединившись съ водородомъ амміака, даетъ хлористый водородъ, который съ избыткомъ амміака и соединяется. Ее можно, значить, выразить слѣдующею окончательною реакціею:



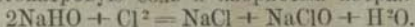
Но если не хлоръ будетъ въ избыткѣ, а амміакъ, то реакція совершается безъ разрушенія амміака, а только съ замѣною части его водорода хлоромъ. Происходящіе при этомъ продукты металепсіи суть жидкости, обладающія свойствомъ разлагаться чрезвычайно легко не только при нагрѣваніи, но даже при дѣйствіи механическихъ вліяній: удара и даже одного прикосновенія твердаго вещества. Взрывъ, который при этомъ получается, зависитъ отъ того, что жидкое вещество напр. NH^2Cl даетъ газообразные продукты: азотъ и хлористый водородъ; газовъ развивается очень много вдругъ и оттого совершается взрывъ. Вслѣдствіе этой то легкой разлагаемости получающихся продуктовъ, не было возможности изучить ихъ состава и свойствъ съ надлежащею полнотою. Опасно даже и готовить эти вещества въ сколько нибудь большомъ размѣрѣ. Когда амміачныя вещества приходятъ въ прикосновеніе съ хлоромъ, всегда нужно быть очень осторожнымъ, потому что могутъ быть случаи образованія такихъ взрывчатыхъ продуктовъ и весьма опасные взрывы. Но можно жидкій продуктъ металепсіи амміака получить въ видѣ малыхъ капель совершенно безопасно.

Для этого можно поступать различнымъ образомъ; лучше всего и безопаснѣе полученіе удастся тогда, когда дѣйствіемъ тока разлагаютъ растворъ нашатыря; тогда на положительномъ полюсѣ отдѣляется хлоръ и этотъ хлоръ дѣйствуетъ на амміакъ мало по малу и даетъ постепенно продукты металенсіи, которые всплываютъ на поверхность жидкости, и если на нее налить слой терпентиннаго масла, то, прикасаясь къ нему, эти маленькія капли даютъ слабый взрывъ, несколько не опасный по малости массы образующагося вещества. Нынѣ не извѣстенъ съ точностью даже и составъ продуктовъ, образующихся въ этомъ и другихъ случаяхъ дѣйствія хлора на амміакъ. Судя по примѣру болотнаго газа, здѣсь можно ожидать три продукта металенсіи: NH^2Cl , NHCl^2 , NCl^3 . Можно также думать, что эти продукты будутъ соединяться съ хлористымъ водородомъ, такъ что, можетъ быть, образуются соответственныя хлористоводородныя соединенія этихъ продуктовъ, подобно тому, какъ продукты металенсіи маслороднаго газа способны соединяться съ хлоромъ.

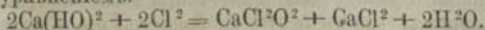
Постояннѣе и замѣчательнѣе хлорные продукты, соответствующіе щелочамъ. Если пропустить **хлоръ въ ѣдкій натръ** NaHO , то хлоръ поглощается ѣдкимъ натромъ, причемъ образуются различные продукты, смотря по количеству хлора и по температурѣ, при которой происходитъ взаимодѣйствіе. При низкихъ температурахъ и при маломъ количествѣ хлора реакція совершается такимъ образомъ, что происходитъ замѣщеніе водорода въ ѣдкомъ натрѣ хлоромъ и образование изъ полученнаго хлористаго водорода хлористаго натрія, такъ что реакцію можно представить двумя фазами:



Вмѣстѣ совершающіяся эти реакціи даютъ одновременно хлорноватистонатровую соль и хлористый натрій:



Значитъ, въ растворѣ получаются тогда одновременно NaCl и хлорноватистонатровая соль NaClO . Совершенно такая же реакція происходитъ, когда хлоръ пропускаютъ черезъ водную известь, при обыкновенной температурѣ и въ сухомъ видѣ. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ реакція обыкновенно не идетъ далѣе, а останавливается на образовании продукта металенсіи извести. Такая реакція можетъ быть выражена уравненіемъ:

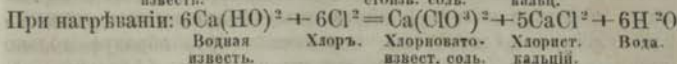
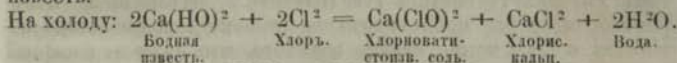


Значитъ, въ концѣ получится смѣсь продукта металенсіи съ хлористымъ кальціемъ. Такую смѣсь употребляютъ въ большемъ видѣ въ практикѣ и называютъ **хлорною** или чаще

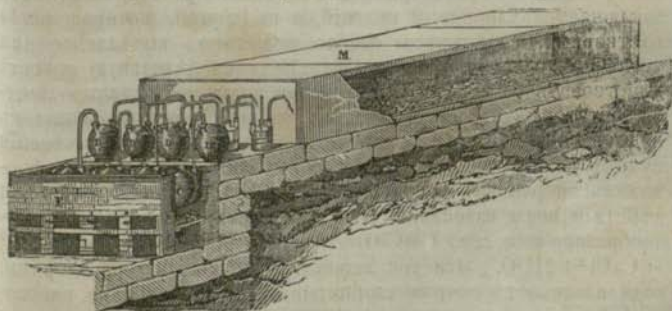
бѣлильной известью; тогда какъ смѣсь, получающуюся изъ ѣдкаго натра, называютъ жавелевой жидкостью, потому что на жавельскомъ заводѣ, около Парижа, ее въ первый разъ начали готовить. Бѣлильная известь получила свое названіе отъ того, что она сама, а въ особенности смѣсь ея съ соляною кислотою, дѣйствуетъ бѣлящимъ образомъ на ткани, такъ что она въ этомъ отношеніи подобна хлору, но передъ хлоромъ она имѣетъ предпочтеніе въ томъ отношеніи, что разрушительное дѣйствіе хлора можетъ быть здѣсь умѣрено, и еще въ томъ отношеніи, что обращеніе съ такимъ твердымъ веществомъ, какъ бѣлильная известь, представляетъ гораздо больше удобствъ, чѣмъ обращеніе съ газообразнымъ хлоромъ. Бѣлильную известь называютъ нерѣдко хлористою известью, т. е. соединеніемъ хлора съ известью, потому что это вещество получается изъ хлора и извести и содержитъ оба эти вещества. Нерѣдко однако высказывалось и то мнѣніе, что бѣлильная известь дѣйствительно заключаетъ въ себѣ соединеніе извести съ хлоромъ, т. е. имѣетъ прямо составъ $\text{Ca}(\text{HO})^2\text{Cl}^2$. Въ этомъ случаѣ ее уподобляютъ и производятъ отъ перекиси кальція CaO^2 , которая дѣйствительно существуетъ и обладаетъ способностью легко выдѣлять кислородъ. Считаютъ въ этомъ случаѣ, что бѣлильная известь есть водная перекись кальція $\text{CaO}^2\text{H}^2\text{O} = \text{CaH}^2\text{O}^3$, въ которой одинъ пай кислорода замѣненъ двумя паями хлора. Полагаютъ, что бѣлильная известь легко выдѣляетъ хлоръ, подобно тому, какъ перекись водорода легко отдаетъ свой кислородъ. Такъ какъ здѣсь представляется вопросъ интересный для практики и теоріи, то мы остановимся на этомъ предметѣ съ нѣкоторою подробностью и постараемся доказать высказанное выше воззрѣніе на то, что въ бѣлильной извести заключается смѣсь хлористаго кальція и вещества $\text{Ca}(\text{ClO})^2$, а не химическое соединеніе всѣхъ тѣхъ элементовъ, которые находятся въ бѣлильной извести. Другими словами, вопросъ состоитъ въ томъ, — однородное ли тѣло находится въ бѣлильной извести или смѣсь двухъ тѣлъ? Однако можетъ быть дѣйствительно хлористый кальцій, заключающійся въ бѣлильной извести, способенъ соединиться съ $\text{Ca}(\text{ClO})^2$ въ моментъ образованія и даетъ съ нимъ непрочное соединеніе; но спрашивается: дѣйствіе бѣлильной извести на другія вещества происходитъ ли отъ содержанія въ ней вещества, подобнаго перекиси кальція, или вещества, подобнаго самой ѣдкой извести, съ замѣной въ ней водорода хлоромъ? Вотъ этотъ то вопросъ мы и рассмотримъ, но предварительно опишемъ способы приготовленія бѣлильной извести.

Въ лабораторіяхъ можно приготовить растворъ бѣлильной

извести, пропуская черезъ охлажденное известковое молоко струю хлора. Нужно при этомъ избѣгать нагрѣванія и искусственными способами охлаждать смѣсь, потому что иначе въ ней образуется кромѣ бѣлильной извести еще хлорноватозвестковая соль, т. е. дальнѣйшій продуктъ дѣйствія хлора на известь:



Если взять сухой порошокъ гашеной или водной извести и дѣйствовать на него, при обыкновенной температурѣ, токомъ хлора, то происходитъ только первая реакція. Безводная известь, не содержащая гидратной воды, не поглощаетъ хлора; водная же известь и въ растворѣ, и въ сухомъ состояніи на холоду даетъ бѣлильную известь. При изготовленіи большихъ количествъ бѣлильной извести всегда берутъ гашеную известь, избирая самыя лучшіе ея сорта, и такую известь накладываютъ не толстымъ слоемъ въ плоскіе большіе ящики, иногда расположенные другъ надъ другомъ этажами. Ящики эти дѣлаются или изъ известняка или изъ осмоленнаго дерева, потому что на нихъ хлоръ не дѣйствуетъ, тогда какъ металлы и многія другія вещества имъ разѣдаются. Проводятъ хлоръ свинцовыми трубами. Расположеніе прибора видно на прилагаемой фигурѣ. Въ пространствѣ М находится известь, а на очагѣ F нагрѣваются сосуды С, отдѣляющіе хлоръ. Изъ мно-

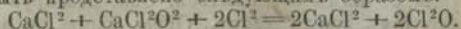


Фиг. 149. Расположеніе прибора для приготовленія бѣлильной извести заводскимъ образомъ (на малыхъ заводахъ), при дѣйствіи хлора, приготовляемаго въ сосудахъ С, на известь, находящуюся въ М. $\frac{1}{100}$.

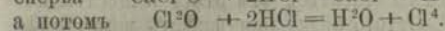
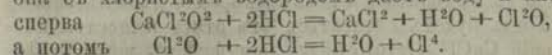
¹⁾ Известковымъ молокомъ называется вода, въ которой разболтана известь послѣдняя въ водѣ мало растворима, но долго виситъ въ жидкости, п. ч. Представляетъ очень мелкій порошокъ.

гихъ такихъ сосудовъ хлоръ выводится непосредственно въ помѣщеніе съ известью. Здѣсь известь по временамъ перемѣшиваютъ и пробуютъ на количество поглощеннаго ею хлора. Должно замѣтить, что сухая масса, получающаяся при этомъ, содержитъ извести не меньше, какъ 3 пая на 4 пая хлора, такъ что имѣетъ составъ $[\text{Ca}(\text{HO})^2]^4\text{Cl}^4$. Здѣсь, по всей вѣроятности, сперва происходитъ простое поглощеніе хлора известью, о чемъ можно судить изъ того, что даже углекислый газъ, дѣйствуя на сухую массу, полученную вышеописаннымъ способомъ, выдѣляетъ изъ нея весь хлоръ, образуя только углеизвестковую соль. Но если мы получимъ бѣлизную известь воднымъ путемъ или растворимъ полученную бѣлизную известь (потому что она легко растворяется въ водѣ) и будемъ пропускать въ нее углекислый газъ, то хлоръ уже не выдѣляется; выдѣляется, напротивъ того, въ этомъ случаѣ окись хлора Cl^2O , и то только половина хлора переходитъ въ состояніи этой окиси; другая остается въ жидкости и именно въ видѣ хлористаго кальція, и изъ этого можно думать уже, что при дѣйствіи воды на бѣлизную известь образуется хлористый кальцій, что доказывается тѣмъ, что малыя количества воды извлекаютъ изъ бѣлизной извести много этого хлористаго металла. Дѣйствуя на остатокъ, послѣ растворенія въ маломъ количествѣ воды, угольной кислотой, выдѣляютъ много окиси хлора, тогда какъ изъ раствора выдѣляется ея мало, изъ чего можно заключить, что бѣлизная известь состоитъ по крайней мѣрѣ изъ двухъ веществъ, обладающихъ неодинаковою степенью растворимости. Въ одной, растворимой, части заключается хлористый кальцій, а въ другой, которая менѣе растворима, содержится особое вещество, выдѣляющее съ угольной кислотой окись хлора. Если на бѣлизную известь дѣйствовать большимъ количествомъ воды, то все таки остается остатокъ, нерастворяющійся въ водѣ. Этотъ остатокъ будетъ состоять просто изъ водной извести. Всѣ измѣненія сухой бѣлизной извести можно выразить слѣдующими формулами: сперва изъ сухой массы $\text{Ca}^3(\text{HO})^4\text{Cl}^4$ образуется при дѣйствіи воды известь $\text{Ca}(\text{HO})^2$, хлористый кальцій CaCl^2 и солеобразное вещество $\text{Ca}(\text{ClO})^2$. $\text{Ca}^3\text{H}^6\text{O}^4\text{Cl}^4 = \text{CaH}^2\text{O}^2 + \text{CaCl}^2\text{O}^2 + \text{CaCl}^2 + 2\text{H}^2\text{O}$. Эти три вещества неодинаково растворимы; вода извлекаетъ сперва хлористый кальцій, наиболѣе растворимый, потомъ соединеніе $\text{Ca}(\text{ClO})^2$ и оставляетъ подъ конецъ одну водную известь. Если дѣйствовать массой воды, то остается одна известь, какъ вещество мало растворимое въ водѣ, а въ растворъ переходитъ смѣсь хлористаго кальція и такъ называемой хлорноватистоизвестковой соли. Эта послѣдняя масса, переходящая въ растворъ, и носитъ обыкновенно

название бѣлильной извести. Если испарять то, что перейдетъ въ растворъ, то выдѣляется масса, имѣющая составъ $\text{Ca}^2\text{O}^2\text{Cl}^4$. $2\text{H}^2\text{O}$. Вотъ эта то масса и содержитъ въ себѣ, судя по предъидущему, хлористый кальцій и соединеніе, отвѣчающее извести, въ которой водородъ замѣненъ хлоромъ. Это то вещество при дѣйствіи углекислаго газа и выдѣляетъ окись хлора ¹⁾. Сухая бѣлильная известь не поглощаетъ болѣе хлора, но растворъ можетъ поглощать его въ значительномъ количествѣ. Если послѣ этого жидкость кипятить, то выдѣляется значительное количество вышеупомянутой окиси хлора. При этомъ въ жидкости остается одинъ хлористый кальцій, и разложеніе можетъ быть представлено слѣдующимъ образомъ:

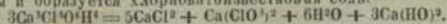


Это можетъ служить способомъ приготовленія окиси хлора ²⁾. Мы уже говорили, что углекислый газъ выдѣляетъ изъ раствора бѣлильной извести окись хлора, но не измѣняетъ хлористаго кальція, въ ней находящагося. Не такъ дѣйствуютъ другія кислоты на бѣлильную известь. Такъ, хлористый водородъ выдѣляетъ съ бѣлильной известью только хлоръ. При этомъ можно себѣ представить, что выдѣляется окись хлора, но что она съ хлористымъ водородомъ даетъ воду и хлоръ:



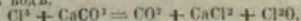
Сѣрная кислота, прилитая къ бѣлильной извести въ маломъ количествѣ, выдѣляетъ окись хлора, но прилитая въ значительномъ количествѣ дѣйствуетъ уже и на хлористый кальцій, выдѣляетъ изъ него хлористый водородъ, а потому отдѣляется хлоръ. Азотноватая окись окисляется на счетъ выдѣляющагося хлора, сама превращаясь въ азотную кислоту. Точно также дѣйствуютъ многія другія вещества, способныя окисляться, напр. сѣрнистый газъ, при дѣйствіи котораго на растворъ бѣлильной извести получается сѣрная кислота и хлоръ. И такъ, если на бѣлильную известь дѣйствуетъ слабая кислота, не способная окисляться, то выдѣляется окись хлора, а если кислота способна окисляться, то она отнимаетъ кислородъ

¹⁾ При нагреваніи сухой бѣлильной извести до 80° , масса ссырѣетъ отъ выдѣленія воды и образуется хлорноватозвѣстковая соль:



Сильно дѣйствуетъ подобнымъ же образомъ. Замѣчательно, что разъ начавшееся разогрѣваніе можетъ распространиться на всю массу, потому что при подобномъ разложеніи выдѣляется, а не поглощается тепло. Водяной растворъ бѣлильной извести можно даже кипятить, не опасаясь подобнаго измѣненія состава.

²⁾ Для этого можетъ служить обработка свѣжеосажденной углекислостовой соли струею хлора въ водѣ:



Изъ этого можно заключить, что окись не дѣйствуетъ на хлористый кальцій и что угольная кислота если и вытѣсняетъ ее, то избыткомъ можетъ быть и сама вытѣснена.

отъ окиси хлора, — выдѣляется хлоръ. То же самое происходитъ, если кислота сильная, и она дѣйствуетъ не только на хлорноватистоизвестковую соль, но и на хлористый кальцій ¹⁾, изъ котораго вытѣсняетъ хлористый водородъ, дающій съ окисью хлора — хлоръ.

Изъ всего этого можно заключить, что въ бѣлизной извести заключается вещество, способное выдѣлять при дѣйствіи кислоты окись хлора, слѣдовательно эту послѣднюю можно представить себѣ какъ слабый кислотный окисель (подоб. CO^2), выдѣляемый всеми другими, даже углекислотою. Эта окись хлора способна легко отдавать кислородъ, если встрѣчается тѣла, могущія съ нимъ соединяться. Она, реагируя съ хлористымъ водородомъ, даетъ хлоръ. Окись хлора не дѣйствуетъ на другія соли, не выдѣляетъ изъ нихъ кислоты.

Бѣлизная известь, какъ мы уже видѣли, можетъ выдѣлять хлоръ и окись хлора, смотря по обстоятельствамъ. Но она можетъ выдѣлять также и кислородъ, при чемъ въ растворѣ остается хлористый кальцій. Если представимъ себѣ, что дѣйствуетъ вещество, подобное, какъ выше изложено, водной извести $\text{Ca}(\text{ClO})^2$, въ которой водородъ замѣщенъ хлоромъ, то изъ него можетъ выдѣляться и весь кислородъ, въ немъ заключающійся. Тогда будетъ оставаться отъ этого вещества хлористый кальцій CaCl^2 . Оттого бѣлизная известь можетъ дѣйствовать какъ **сильное окисляющее средство**. Сѣрнистые металлы, соли сѣрнистой кислоты, мышьяковистыя соли, соли закиси желѣза дѣйствуютъ на бѣлизную известь подобнымъ образомъ. Они отнимаютъ отъ нея кислородъ, оставляя хлористый кальцій. Окисель желѣза, окисель мѣди, окисель кобальта и др., неспособные, повидимому, къ дальнѣйшему окисленію, а по всей вѣроятности образующіе при окисленіи только весьма непрочныя соединения, при нагрѣваніи съ растворомъ бѣлизной извести выдѣляютъ, какъ мы видѣли (стр. 243), газообразный кислородъ. При этомъ изъ бѣлизной извести опять остается только одинъ хлористый кальцій.

И такъ, въ бѣлизной извести нужно признать существованіе по крайней мѣрѣ двухъ веществъ: хлористаго кальція и вещества, подобнаго водной извести, въ которой водородъ замѣщенъ хлоромъ. Это вещество при различныхъ обстоятельствахъ можетъ разлагаться или съ выдѣленіемъ кислорода, или съ выдѣленіемъ хлора, или съ выдѣленіемъ окиси хлора.

Бѣлизная известь употребляется въ практикѣ въ значительномъ количествѣ для бѣленія тканей. При этомъ дѣйствуетъ или кислородъ, или хлоръ, выдѣляемые бѣлизною известью. Если красящее вещество

¹⁾ Щавелевая кислота не способна окисляться и даетъ поэтому хлоръ.

будетъ смѣшано съ бѣлизною известью безъ подмѣсы кислоты, то бѣлизнящее дѣйствіе должно состоять въ прямомъ окисленіи дѣйствіемъ выделяющагося изъ бѣлизной извести кислорода. Если же, какъ это очень часто употребляется, для бѣленія употребляютъ бѣлизную известь, смѣшанную съ кислотою, обыкновенно соляною или серною, то дѣйствуетъ хлоръ, отдѣляемый въ этомъ случаѣ бѣлизною известью. Для этой цѣли идетъ наибольшее количество бѣлизной извести. Ее употребляютъ также для различныхъ другихъ видовъ окисленія, такъ напр. для уничтоженія мѣзмовъ, которые, какъ мы уже имѣли случай упомянуть, по всей вѣроятности, состоятъ изъ органическихъ веществъ, способныхъ окисляться и окисляющихся при дѣйствіи хлора или кислорода, выделяемаго бѣлизною известью. Оттого то ее и употребляютъ при чумѣ, заразительныхъ болѣзняхъ, а также въ мѣстахъ, въ которыхъ разлагаются органическія вещества, въ особенности животныя и т. п. Она идетъ также въ нѣкоторыхъ случаяхъ для окисленія и одновременнаго дѣйствія хлора; такъ напр. съ помощью ея приготавливаютъ хлороформъ, дѣйствуя спиртомъ на бѣлизную известь. Спиртъ при этомъ отчасти окисляется, отчасти хлорируется и образуетъ летучую жидкость, кипящую около 60° и имѣющую составъ вышеупомянутой CHCl_3 .

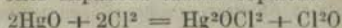
На вещество, содержащееся въ бѣлизной извести и имѣющее составъ $\text{Ca}(\text{ClO})_2$, обыкновенно смотрятъ, какъ на соль, соответствующую кислотѣ HClO . Эта послѣдняя кислота носитъ названіе **хлороводородной кислоты**. Если хлористый кальцій CaCl_2 соответствуетъ хлористому водороду, HCl , то $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ должно соответствовать HClO . Между тѣмъ возрѣніемъ, которое мы привели относительно этого соединенія, и взглядомъ на него какъ на соль, конечно нѣтъ никакого основнаго различія, потому что соль нужно считать щелочью, въ которой на мѣсто водорода становится кислотный остатокъ, или, все равно, кислотою, въ которой на мѣстѣ водорода находится металлъ, т. е. остатокъ основанія. Есть только та небольшая выгода того способа, какой употребленъ нами, что истинныя кислородныя соли хлора, содержа въ себѣ больше кислорода, чѣмъ хлороводородная кислота, становятся притомъ несравненно постояннѣе, чѣмъ хлороводородноизвестковая соль и сходныя съ нею. Такъ кислота и соли, отвѣчающія бертолетовой соли и имѣющія, значитъ, составъ HClO_2 , уже не имѣютъ бѣлизнящаго свойства, не разлагаются слабыми кислотами, кислота же, соответствующая бѣлизной извести, т. е. хлороводородная, въ отдѣльности неизвѣстна, вѣроятно не постоянна; въ тѣхъ случаяхъ, гдѣ образуется, даетъ ангидридъ, ей соответствующій, т. е. окись хлора Cl_2O , ($2\text{HClO} = \text{Cl}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$), выделяетъ даже при обыкновенной температурѣ и кислородъ, и хлоръ, бѣлитъ и представляетъ примѣръ весьма не прочныхъ веществъ. Даже многія ея соли въ чистомъ видѣ до сихъ поръ не получены. Такъ какъ объ этихъ соляхъ впоследствии мы уже не будемъ больше говорить, то я здѣсь и укажу на способъ образованія нѣкоторыхъ изъ этихъ солей, а также и опишу свойства окиси хлора, столь близко стоящей къ бѣлизной извести и столь часто изъ нея получающейся.

Соли хлороводородной кислоты имѣютъ составъ MClO , и если металлъ, какъ кальцій, способенъ соединяться съ двумя атомами



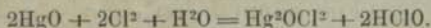
хлора, то составъ $M(ClO)^2$. Онѣ всѣ растворимы въ водѣ и выдѣляютъ запахъ окиси хлора, разрушаютъ растительныя цвѣта, напр. обезцвѣчиваютъ индиго, въ особенности въ присутствіи кислотъ, подобно бѣлизной извести. Сѣрнистый свинецъ и другіе сѣрнистые металлы ими легко окисляются, даже безъ присутствія кислотъ. Такъ, черный сѣнистый свинецъ окисляется бѣлизной известью, подобно тому, какъ онъ окисляется перекисью водорода или озономъ, и превращается въ безцвѣтную сѣрносвинцовую соль $PbS + O^4 = PbSO^4$.

Соли хлорноватистой кислоты могутъ получаться чрезъ двойное разложеніе изъ бѣлизной извести. Пропуская хлоръ въ растворы щелочей такихъ, какъ ѣдкій натръ и ѣдкое кали, получаютъ такую реакцію, какая происходитъ съ известью, т. е. образуется хлористый металлъ и хлорноватистая соль. Если къ раствору бѣлизной извести прибавить угленатровой или углекоташной соли, то происходитъ двойное разложеніе, вслѣдствіе котораго образуется не растворимая углекислотная соль и растворимая бѣлизная соль калия и натрія. Такія соли калия и натрія носятъ названіе жавелевой жидкости и употребляются, подобно бѣлизной извести, въ красильномъ дѣлѣ для обезцвѣчиванія, для вывода пятенъ и т. п. Чистыя соли, не содержащія подмѣсей хлористыхъ металловъ, до сихъ поръ неизслѣдованы, но онѣ, кажется, образуются, если окись хлора поглощать щелочью. (Этотъ вопросъ однако до сихъ поръ совершенно мало изслѣдованъ, хотя и заслуживаетъ дальнѣйшей обработки). Многія другія основанія, кажется даже всѣ въ водѣ не растворимыя окислы и водныя окиси металловъ, повидимому не даютъ соединенийъ, соответственныхъ бѣлизной извести. Извѣстно напр., что окись цинка и окись ртути при дѣйствіи хлора въ присутствіи воды даютъ хлористый металлъ и хлорноватистую кислоту, но не хлорноватистую соль, что показываетъ неспособность этой кислоты соединяться съ названными основаніями. Это даетъ въ то же время возможность приготовить хлорноватистую кислоту или, правильнѣе, ея ангидридъ. Для этого разбавляютъ въ водѣ такія окислы, какъ окисель цинка или окисель ртути ¹⁾ и въ эту мутную жидкость пропускаютъ хлоръ. Смѣшанная съ водою кристаллическая окись ртути не дѣйствуетъ на хлоръ, свѣжеосажденная выдѣляетъ съ хлоромъ кислородъ. Реакція, при этомъ происходящая, можетъ быть выражена такимъ образомъ:



Окись	Хлоръ.	Хлорокись	Окись
ртути.		ртути.	хлора.

или



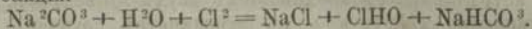
Окись	Хлоръ.	Вода.	Хлорокись	Хлорновати-
ртути.			ртути.	стая кис.

При этомъ получается въ дѣйствительности соединеніе окиси цинка или ртути съ хлористымъ цинкомъ или ртутью, такъ называемая хлорокись ртути или цинка. Хлорокись ртути нерастворима въ водѣ и потому растворъ содержитъ только одну хлорноватистую кислоту.

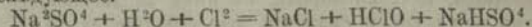
¹⁾ Окисель ртути готовятъ для этой цѣли обыкновенно слѣдующимъ образомъ: осаждаютъ изъ соли окиси ртути, посредствомъ щелочи, окись ртути; эту послѣднюю нагреваютъ до 300° и охлаждаютъ.

То же самое происходит, если взята окись цинка, но при этом часть цинка остается в растворе. Из полученной жидкости можно выделить образовавшееся соединение через нагревание, потому что при этом выделяется окись хлора. Даже сухая окись, напр. окись ртути, при нагревании в струе сухого хлора вступают в подобную же реакцию, чем пользуются для приготовления окиси хлора в сухом виде.

Раствор окиси хлора в воде или хлорноватистая кислота (гидрат) ($2\text{ClHO} = \text{Cl}^2\text{O} + \text{H}^2\text{O}$) получается также и при действии хлора на многие соли, напр. на углекисловую соль или сернонатровую соль и т. п. Так напр. при продолжительном действии хлора на раствор соды происходит следующая реакция:



При действии на сернонатровую соль в растворе происходит следующее:



Серно-
натр. соль.

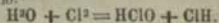
Хлорно-
ватистая
кислота.

Кислая сер-
нонатровая
соль.

Значит здесь хлорноватистая кислота образуется, так сказать, на счет соединения хлора с водою; хлор с водою действительно может образовать хлорноватистую кислоту и хлористый водород¹⁾. Если кристаллическое соединение хлора с водою или гидрат хлора (стр. 738) смешать с окисью ртути, то хлористый водород даст хлористую ртуть, а в растворе остается хлорноватистая кислота. Принимая во внимание затем, что хлорноватистые соли, напр. бѣлильная известь, могут давать во многих обстоятельствах также окись хлора, значит, и хлорноватистую кислоту, мы можем видеть, что это вещество образуется весьма часто при действии хлора на воду, водную щелочь и основания и различныя тому подобныя вещества, такъ что это вещество можетъ быть приготовлено въ состояннн раствора и въ безводномъ видѣ разными способами. Имѣя же растворъ слабый, его можно сгустить, стоитъ перегонять и при перегонкѣ въ дистиллатѣ получается болѣе крѣпкій растворъ. Если къ крѣпкому раствору прибавить вещества, отнимающаго воду (но не разрушающаго HClO), напр. азотноизвестковой соли, то выделяется ангидридъ хлорноватистой кислоты, т. е. окись хлора.

Бѣлильной извести, хлорноватистой кислотѣ и всѣмъ хлорноватистымъ солямъ соответствуетъ ангидридъ, который долженъ имѣть составъ Cl^2O . Это будетъ, значитъ, **окись хлора**,

¹⁾ Вероятно по уравненію:





или **хлорноватистый ангидридъ**. Эта окись хлора составлена, какъ показываетъ формула, подобно водѣ и закиси азота и многимъ подобнымъ веществамъ: но, содержа въ себѣ два элемента, кислородъ и хлоръ, дѣйствующіе оба окислительнымъ образомъ, она представляетъ характерный примѣръ соединенія элементовъ, сходственныхъ между собою по своей химической природѣ. Дѣйствительно, мы видѣли до сихъ поръ въ большинствѣ случаевъ соединенія такихъ элементовъ, которые между собою представляютъ различіе болѣе или менѣе рѣзкое; достаточно вспомнить соединеніе азота и водорода съ кислородомъ, натрія съ хлоромъ и водородомъ, амміака съ азотной кислотой и т. п., чтобы въ этомъ убѣдиться. Здѣсь же мы встрѣчаемся съ соединеніемъ двухъ элементовъ, которые химически дѣйствуютъ въ большинствѣ случаевъ сходственнымъ образомъ. Если припомнить дѣйствіе озона и перекиси водорода, т. е. кислорода, въ нихъ заключающагося, на множество веществъ и сравнить это дѣйствіе съ тѣмъ, которое оказываетъ хлоръ во многихъ случаяхъ, то окажется подобіе чрезвычайно большое. Эти то два сходственные элемента могутъ быть получены во взаимномъ соединеніи и образуютъ то, что мы называемъ здѣсь окисью хлора или хлорноватистымъ ангидридомъ. Это есть жидкость яркочервонаго цвѣта, съ чрезвычайно сильнымъ запахомъ, напоминающимъ запахъ хлора; кипитъ она при $+20^{\circ}$ и даетъ желтоватокрасныя пары, которыхъ плотность равна 2,97 по отношенію къ воздуху. При обыкновенной температурѣ это есть уже газъ. Онъ легко разлагается нагрѣваніемъ и отъ многихъ другихъ вліяній, иногда съ сильнымъ взрывомъ. Но, впрочемъ, обращеніе съ растворомъ не представляетъ большой опасности. Вода растворяетъ около 200 объемовъ этого газа, потому что при обыкновенной температурѣ выше 20° хлорноватистый ангидридъ уже находится въ парообразномъ состояніи. Этотъ растворъ имѣетъ яркочерный цвѣтъ и при нагрѣваніи отчасти разлагается съ выдѣленіемъ хлора и кислорода, отчасти же перегоняется безъ измѣненія.

Такой растворъ дѣйствуетъ какъ весьма сильное окисляющее вещество, измѣняетъ кожу и разрушаетъ ее, обезцвѣчиваетъ многія вещества и дѣйствуетъ, значитъ, подобно бѣлизной извести, ему отвѣчающей.

Окись хлора соединяется, судя по предъидущему, съ водою. Она и ея гидратъ соединяются также съ нѣкоторыми другими веществами, особенно замѣчательны тѣ соединенія, которыя образуетъ хлорноватистая кислота съ углеводородистыми веществами, не достигшими до предѣла, такъ напр. растворъ хлорноватистой кислоты поглощаетъ масляродный газъ. Че-

резь такое соединеніе происходитъ вещество состава C^2H^3ClO . Это есть вещество, образующееся при дѣйстви хлористаго водорода на гликолевый спиртъ (стр. 755). Мы видѣли уже при описаніи реакцій бѣзильной извести, тѣ разнообразныя разложенія, которымъ подвергается это вещество; такъ, съ хлористымъ водородомъ оно выдѣляетъ хлоръ, многимъ веществамъ отдаетъ кислородъ, дѣйствуетъ вслѣдствіе того окисляющимъ образомъ чрезвычайно сильно и бѣзильною своею способностью въ два раза превосходить хлоръ при равномъ съ нимъ объемѣ, потому что заключаетъ въ двухъ своихъ объемахъ не только два объема хлора, но еще и объемъ кислорода. Если мы представимъ себѣ, что бѣзильная способность хлора и хлорноватистой кислоты состоить въ отнятіи водорода, то двойное бѣзильное дѣйствіе окиси хлора будетъ понятно, потому что два объема хлора могутъ отнять только два объема водорода, тогда какъ два объема окиси хлора могутъ отнять четыре объема водорода. На лакмусовую бумагу какъ окись хлора, такъ и хлорноватистая кислота дѣйствуютъ обезцвѣчивающимъ образомъ. Съ окисями многихъ металловъ, какъ мы видѣли, онѣ не соединяются; кислотами самыми слабыми, какъ угольная кислота, изъ соединеній съ основаніями онѣ выдѣляются, такъ что если признать въ хлорноватистой кислотѣ кислотную способность, то ее должно считать за кислоту одну изъ самыхъ слабѣйшихъ, неспособныхъ соединяться со множествомъ основаній и вытѣсняемую другими кислотами необыкновенно легко. Проще же всего на основаніи этихъ фактовъ можно отрицать кислотныя свойства хлорноватистой кислоты и смотрѣть на нѣкоторыя изъ образующихся соотвѣтственно ей солей, какъ на щелочи, въ которыхъ водородъ замѣненъ хлоромъ.

Хлорноватистая кислота и окись хлора служатъ переходомъ отъ хлористаго водорода, хлористыхъ металловъ и хлора къ нѣлому ряду соединеній, содержащихъ тѣ же самые элементы, соединенные еще съ кислородомъ. Въ самомъ дѣлѣ, соотвѣтственно хлору, хлористому водороду и хлористому натрію, извѣстны слѣдующія вещества:

Cl^2	$NaCl$	HCl	хлористоводородная кислота.
Cl^2O	$NaClO$	$HClO$	хлорноватистая кислота.
Cl^2O^2	$NaClO^2$	$HClO^2$	хлористая кислота.
$?Cl^2O^3$	$NaClO^3$	$HClO^3$	хлорноватая кислота.
$?Cl^2O^7$	$NaClO^4$	$HClO^4$	хлорная кислота.

Мы опишемъ эти вещества вслѣдъ за симъ, но предварительно замѣтимъ, что хлористый водородъ, составляющій, такъ сказать, типъ соединеній этого рода, есть вещество уже замкнутое, не соединяющееся непосредственно съ кислородомъ, насыщенное вещество; а между



тѣмъ косвеннымъ путемъ, между элементами, его образующими, можно втиснуть еще значительное количество кислорода. Это же самое замѣчается и во множествѣ другихъ случаевъ. Имѣемъ мы, напримѣръ, предѣльный углеводородъ, къ нему можно прибавить, между его элементами втиснуть, кислородъ иногда въ значительномъ количествѣ. Подобные же примѣры мы будемъ встрѣчать и далѣе. Если мы имѣемъ насыщенное вещество, это не значитъ еще, что оно неспособно соединиться съ кислородомъ косвеннымъ путемъ; это значитъ, что оно неспособно соединиться съ водородомъ, хлоромъ и т. п. веществами: но всегда можно ожидать встрѣтить въ немъ способность удерживать кислородъ. Это объясняютъ обыкновенно тѣмъ, что призываютъ кислородъ за элементъ двуатомный, т. е. обладающій способностью соединиться съ двумя различными элементами такими, какъ хлоръ, водородъ и т. п. На основаніи этого, его можно помѣстить между какими двумя соединенными элементами; однимъ средствомъ слоня кислородъ будетъ тогда соединяться съ однимъ изъ элементовъ, а другимъ средствомъ съ другимъ элементомъ. Такое воззрѣніе однако не выражаетъ всего существа дѣла, даже въ приложеніи къ соединеніямъ хлора. Хлорноватистая кислота HOCl , т. е. хлористый водородъ, въ массу котораго втиснуть одинъ атомъ кислорода, есть, какъ мы видѣли уже, вещество мало постоянное; нужно было бы ждать, что черезъ присоединеніе новаго количества кислорода получится вещество еще менѣе прочное, потому что еще болѣе удалятся при этомъ, судя по высказанному воззрѣнію, хлоръ и водородъ, образующіе столь прочное взаимное соединеніе; но оказывается, что хлорноватая и хлорная кислоты, которыя представляютъ хлористый водородъ, соединенный съ тремя и четырьмя атомами кислорода, представляютъ вещества гораздо болѣе прочныя. Притомъ, повидимому, присоединеніе кислорода имѣетъ также свой предѣлъ; его удается прибавлять только до известной мѣры; такъ, къ сѣрнистому водороду больше четырехъ частей кислорода не удается прибавить, къ хлористому водороду также, къ фосфористому водороду также. Черезъ прибавку четырехъ частей кислорода къ амміаку образуется какъ бы гидратъ азотной кислоты, т. е. азотная кислота и вода. Должно быть въ самыхъ свойствахъ кислорода лежитъ причина такой особенности; четыре атома кислорода, повидимому, обладаютъ свойствомъ образовать нѣчто цѣлое, которое удерживаетъ два или нѣсколько атомовъ различныхъ другихъ веществъ, напр. хлора и водорода, водорода и сѣры, натрия и марганца, фосфора и металловъ и т. п., образуя сравнительно прочныя соединенія NaClO^4 , Na^2SO^4 , NaM^nO^4 , Na^2PO^4 , N^2O^4 , Cl^2O^4 т. п.

Для того, чтобы показать то соотношеніе, какое существуетъ между HCl и HClO , нужно было первую изъ этихъ кислотъ превратить во вторую окисленіемъ, подобно тому, какъ H^2S , H^3P и др. способны окисленіемъ превращаться въ соответственныя кислородныя кислоты. Дѣйствительно, было замѣчено, что хлорноватистая кислота образуется при пропускании хлористаго водорода, разбавленнаго воздухомъ, черезъ нагрѣтый растворъ марганцовокалиевой соли MnKO^4 (сильно окисляющее вещество, смѣшанной съ сѣрною кислотой).

Если мы представимъ себѣ, что хлорноватистая кислота есть

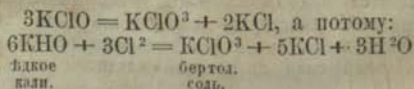
окисленный хлористый водородъ, то другія кислоты, образованныя хлоромъ, можно представить себѣ, какъ высшія степени такого же окисленія. Къ хлорноватистой кислотѣ стоитъ въ этомъ отношеніи всего ближе **хлористая кислота** HClO_2 . Близость выражается не только въ составѣ, но и въ свойствахъ, даже въ той особенноти, которая характеризуетъ и хлорноватистую кислоту, а именно въ томъ, что угольная кислота уже вытѣсняетъ хлористую кислоту изъ ея соединеній. Слѣдовательно это есть весьма слабая кислота, подобная хлорноватистой. Если для выраженія слабыхъ кислотныхъ свойствъ хлорноватистой кислоты мы старались ее представить, какъ водную окись металловъ, въ которой водородъ замѣщенъ хлоромъ, то хлористую кислоту въ этомъ отношеніи надо будетъ уже уиодобить перекиси водорода (или водной перекиси металла), въ которой половина водорода замѣщена хлоромъ. Составъ перекиси водорода H_2O_2 отличается отъ состава хлористой кислоты точно также, какъ составъ хлорноватистой кислоты отъ состава воды. Сходство хлористой кислоты съ хлорноватистой кислотой выражается во многихъ отношеніяхъ. Сама кислота и ея соли въ томъ и въ другомъ случаѣ имѣютъ свойство бѣлты; водная кислота чрезвычайно нестойкая и необыкновенно легко выдѣляетъ ангидридъ. Ангидридъ хлористой кислоты, т. е. вещество состава Cl_2O^2 , представляетъ газъ зеленовато-желтый, при сильномъ охлажденіи сгущающійся въ жидкость, при нагрѣваніи, даже слабымъ, взрывающій и разлагающійся при этомъ на хлоръ и кислородъ, совершенно какъ окись хлора, противъ которой въ немъ въ три раза болѣе кислорода. Онъ растворяется въ водѣ и въ гидратахъ калия, натрія, кальція и т. п., образуя бѣлыя соли. Хлористая кислота можетъ быть выдѣлена изъ своихъ солей совершенно точно такъ, какъ хлорноватистая кислота выдѣляется изъ бѣлыиной извести. Такъ, разбавленная сѣрная кислота выдѣляетъ изъ солей хлористую кислоту. Хлористая кислота не образуется при дѣйствіи хлора на металлическія соединенія, и долго вслѣдствіе того полагали, что она не существуетъ. Миллонъ получалъ ее и ея соли изъ ангидрида и кислоты, образованныхъ черезъ раскисленіе высшей степени кислороднаго соединенія, т. е. хлорноватой кислоты или бертолетовой соли, ей соответствующей. Если смѣшать бертолетову соль съ кислотой, напр. азотной, то выдѣляется хлорноватая кислота, соответствующая бертолетовой соли HClO_2 . Эта кислота при дѣйствіи веществъ могущихъ окисляться, отдаетъ имъ кислородъ. Такъ она отдаетъ кислородъ мышьяковистой кислотѣ, причеиъ та превращается въ мышьяковую кислоту, а хлорноватая кислота въ хлористую. Точно также дѣйствуетъ и азотистая кислота, превращаясь при этомъ въ азотную кислоту. Смѣшивать обыкновенно мышьяковистую кислоту съ бертолетовой солью и водою и прибавляють мало по малу азотной кислоты. Тогда при 25° начинается реакція. Но температура недолжна достигать 40 или 50° , потому что тогда можетъ произойти взрывъ, зависящій отъ распада хлористой кислоты на газы. При реакціи выдѣляется прямо ангидридъ, какъ газъ. Азотистая кислота сама по себѣ дѣйствуетъ совершенно точно также, какъ и мышьяковистая кислота, такъ что вмѣсто мышьяковистой кислоты къ смѣси бертолетовой соли съ азотной кислотой можно пропускать



окиси азота, которая и вытѣсняетъ ангидридъ хлористой кислоты. Окись азота съ азотною кислотою и образуетъ азотистую кислоту. Можно вмѣсто мышьяковистой кислоты употреблять также различныя органическія вещества, углеродъ которыхъ дѣйствуетъ возстановляющимъ образомъ на азотную кислоту и даетъ азотистую кислоту, дѣйствующую на хлорноватую кислоту. Такъ напр. можно брать смѣсь двадцати частей хлорноватоканіевой соли, семи частей сахара, тридцати частей азотной кислоты (удѣльный вѣсъ 1,3) и 85 частей воды. Выдѣляющійся при этомъ газъ содержитъ кромѣ хлористаго ангидрида углекислый газъ. Хлористый ангидридъ имѣетъ удѣльный вѣсъ паровъ (около 40), который не соотвѣтствуетъ частичной формулѣ, какую можно представить себѣ для хлористаго ангидрида. Должно думать, что частичная формула хлористаго ангидрида есть Cl^2O^3 . Эта формула соотвѣтствуетъ плотности около 60 (принимая плотность водорода = 1). Найденная плотность въ $4\frac{1}{2}$ раза меньше этой. Можно думать, что это несогласіе въ удѣльныхъ вѣсахъ вычисленномъ и наблюденномъ зависитъ отъ тѣхъ же причинъ, отъ которыхъ удѣльный вѣсъ азотнатовой окиси (стр. 484) не подчиняется этой законности при обыкновенныхъ температурахъ.

При нагреваніи Cl^2O^3 взрываетъ. Сѣра, фосфоръ и тому подобныя вещества, окисляясь на счетъ кислорода хлористаго ангидрида, разогрѣваютъ его и производятъ взрывъ. Ртуть поглощаетъ хлористый ангидридъ безъ всякаго остатка, такъ что для собиранія его нужно избѣгать употребленія ртути. Окислы металловъ и щелочей медленно поглощаютъ хлористый ангидридъ и проходятъ обыкновенно нѣсколько времени, пока основаніе соединяется со взятымъ ангидридомъ, хотя бы онъ былъ употребленъ и въ состояніи раствора. Если напр. смѣшать водный растворъ хлористаго ангидрида съ ѣдкимъ кали, то, по прибавленіи азотносвинцовой соли, происходитъ осадокъ хлористосвинцовой соли чрезъ двойное разложеніе. Бурой перекиси свинца тогда не получается, а хлористосвинцовая соль, образующаяся при этомъ, представляетъ вещество, взрывающее при 126° , мало растворимое въ водѣ. Хлористый ангидридъ требуетъ для растворенія $\frac{1}{12}$ своего объема воды и даетъ растворъ желтоватаго цвѣта, такъ что даже въ маломъ количествѣ окрашиваніе воды уже замѣтно. Какъ въ этомъ видѣ, такъ и въ состояніи газообразномъ, при обыкновенной температурѣ, хлористая кислота довольно постоянна. Изъ всего этого видно, что хлористая кислота чрезвычайно сходна съ хлорноватистой кислотой, какъ въ ангидридѣ, такъ и въ кислотѣ, и въ соляхъ.

Хлорноватая кислота $HClO^3$ и ея соли. Если соли хлорноватистой кислоты подвергнуть нагреванію или при нагреваніи пропускать хлоръ черезъ растворы щелочей (сперва образуется при этомъ хлорноватистая соль), то происходятъ соли хлорноватой кислоты.



Такъ обыкновенно готовятъ въ большомъ видѣ хлорноватая соли. Обыкновенно для этого готовятъ хлорноватокислотную соль, пропуская хлоръ въ воду, содержащую известь, и при этомъ слабо подогреваютъ, пока хлоръ только поглощается. Черезъ это образуется въ растворѣ смѣсь хлористаго кальція и хлорноватокальціевой соли. Къ этой смѣси растворовъ прибавляютъ хлористаго калия и при охлажденіи, черезъ двойное разложеніе, получается въ осадкѣ хлорноватокалиевая соль, какъ вещество въ холодной водѣ, въ особенности въ присутствіи солей, мало растворимое. $\text{Ca}(\text{CO}_3)^2 + 2\text{KCl} = \text{CaCl}_2 + 2\text{KCIO}_3$. Хлорноватокалиевую соль KCIO_3 обыкновенно называютъ **бертолетовою солью**, по имени Бертолета, открывшаго это вещество. Для полученія ея можно прямо пропускать хлоръ въ слабо нагрѣтый растворъ ѣдкаго кали и тогда также происходитъ хлорноватокалиевая соль и хлористый калий; но въ этомъ случаѣ образуется хлористый калий—соль, имѣющая малую цѣнность въ практикѣ, тогда какъ при вышеуказанномъ способѣ образованіе хлористаго калия избѣгается. Въ маломъ видѣ, въ лабораторіяхъ, хлорноватокалиевую соль лучше всего готовить съ помощью крѣпкаго раствора бѣлизной извести, пропуская въ него хлоръ и потомъ прибавляя хлористаго калия.

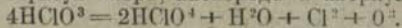
Бертолетова соль хорошо кристаллизуется въ большихъ безцвѣтныхъ пластинкахъ. Ея растворимость въ 100 частяхъ воды слѣдующая:

при 0°	12°,3	15°,4	24°,4	35°	49°,1	74°,9	104,8
3,3	5,6	6,0	8,4	12,0	19,0	35,4	60,2.

При нагрѣваніи она плавится и разлагается съ выдѣленіемъ кислорода, причѣмъ сперва происходитъ хлорнокалиевая соль, какъ будетъ далѣе описано. Смѣсь бертолетовой соли съ азотною и хлористоводородною кислотами служитъ для окисленія и хлорированія въ растворахъ. Брошенная на накаленные угли она даетъ вспышку; смѣшанная съ сѣрою ($\frac{1}{2}$ по вѣсу), она сожигаетъ ее даже при ударѣ, производя при этомъ взрывъ. Тоже происходитъ со многими сѣрнистыми металлами и органическими веществами. Подобныя смѣси воспламеняются отъ капли крѣпкой сѣрной кислоты. Все это зависитъ отъ большого содержанія кислорода и отъ легкости, съ какою бертолетова соль его выдѣляетъ. Смѣсь 2 ч. бертол. соли съ 1 частью сахара и 1 частью желтой соли (стр. 636) дѣйствуетъ какъ порохъ, но очень быстро, и потому разрываетъ орудія и притомъ очень сильно окисляетъ ихъ металлы. Смѣсь этого пороха съ обыкновеннымъ воспламеняется отъ удара. Бертолетова соль употребляется для составленія разныхъ взрывчатыхъ и воспламеняющихся смѣшеній съ горючими веществами въ пиротехніи, также при составленіи массы для фосфорныхъ спичекъ и для полученія кислорода.

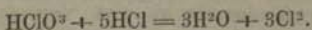
Если къ раствору какой либо соли хлорноватой кислоты при-

бавить разведенной водою сѣрной кислоты, то выдѣляется хлорноватая кислота; но она не можетъ быть выдѣлена изъ раствора черезъ перегонку, потому что при этомъ разлагается. Для полученія свободной кислоты нужно приготовить сперва баритовую соль хлорноватой кислоты, а для ея приготовленія поступаютъ слѣдующимъ образомъ: сперва готовятъ не чистую хлорноватую кислоту и насыщаютъ баритомъ и баритовую соль очищаютъ; тогда къ баритовой соли прибавляютъ сѣрной кислоты. Сѣрная кислота съ баритомъ даетъ осадокъ сѣрнобаритовой соли и хлорноватая кислота свободная остается въ растворѣ уже въ чистомъ видѣ, если только баритовая соль была очищена кристаллизаціею. Для того, чтобы получить хотя нечистую, но свободную хлорноватую кислоту, стараются перевести калий, находящійся въ КСЮ^3 , въ состояніе нерастворимое. Для этого прибавляютъ къ раствору хлорноватой кислоты винной кислоты или кремнефтористоводородной, потому что виннокалиевая соль и кремнефтористый калий въ водѣ мало растворимы. Выдѣленная же этими кислотами, хлорноватая кислота въ водѣ легко растворяется. Къ такой, не совсѣмъ чистой, хлорноватой кислотѣ прибавляютъ углѣбаритовой соли, выдѣляется углекислый газъ и получается въ растворѣ хлорноватобаритовая соль, которую очищаютъ кристаллизаціею. Кристаллы этой соли содержатъ пай кристаллизаціонной воды. Прибавляя къ раствору баритовой соли, уже довольно легко растворимой въ водѣ (для растворенія 1 части хлорноватобаритовой соли требуется 12 частей воды), слабой сѣрной кислоты до тѣхъ поръ, пока только пронесходитъ осадокъ сѣрнобаритовой соли, получаютъ въ растворѣ чистую хлорноватую кислоту. Такой растворъ можно выпаривать подъ колоколомъ воздушнаго насоса и получить крѣпкій растворъ кислоты. Растворъ этотъ безцвѣтенъ и не имѣетъ запаха, но обладаетъ ясно кислую реакціею, не бѣлитъ, какъ растворы солей предъидущихъ двухъ кислотъ. При нагреваніи выше 40° эта кислота однако разлагается, образуя хлоръ, кислородъ и хлорную кислоту:

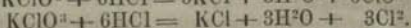
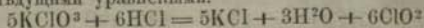


Значительно сгущенная кислота дѣйствуетъ столь сильно окисляющимъ образомъ, что органическія вещества, приведенныя съ нею въ прикосновеніе, даже воспламеняются. Окислительное дѣйствіе ея на множество веществъ чрезвычайно энергично: іодъ, сѣрнистая кислота и тому подобныя вещества, способныя окисляться, даютъ высшія степени соединенія, раскисляя эту кислоту даже до соляной кислоты. Металлы такіе, какъ желѣзо и цинкъ, вытѣсняются изъ хлорноватой кислоты водородомъ. Хлористоводородный газъ даетъ съ хлор-

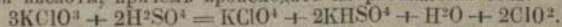
новатой кислотой хлоръ, подобно тому, какъ онъ дѣйствуетъ и на низшія кислоты.



Впрочемъ при этомъ можетъ образоваться кромѣ хлора еще и особый окисель состава ClO^2 , значить, подобный азотноватому окислу и т. п.; мы его и назовемъ хлоривоватымъ окисломъ (его называли хлоривоватою кислотою). Если соляной кислотой дѣйствовать на бертолетову соль, то выдѣляется газъ, названный *эйсдорниомъ*. Этотъ газъ желтоватаго цвѣта и содержитъ смѣсь хлора съ хлоривоватою окисью. Его запахъ и сильныя бѣлильныя свойства однако заставляютъ многихъ думать, что здѣсь находится особое соединеніе. Впрочемъ, при пропусканіи газа чрезъ охлаждаемые сосуды легко выдѣлится изъ образующагося газа хлоривоватую окись, ступающуюся въ жидкость, и газообразный хлоръ. Образованіе такой смѣси можетъ быть выражено слѣдующими уравненіями:



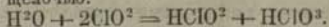
Эта же самая **хлоривоватая окись** получается изъ хлоривоватыхъ солей, напр. изъ бертолетовой соли, при дѣйствіи крѣпкой сѣрной кислоты, причемъ происходитъ хлоривокалиевая соль.



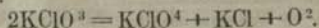
Образующаяся хлоривоватая окись весьма легко разлагается со взрывомъ и потому для приготовленія ея нужно поступать съ большою осторожностію: бертолетову соль нужно хорошо очистить, смалить и измельчить и въ видѣ самага мелкаго порошка прибавлять мало по малу къ сѣрной кислотѣ, охлажденной по возможности значительно. Полученную смѣсь, спустя нѣкоторое время, слабо нагрѣвають, погрузивъ въ нагрѣтую воду. Выдѣляется газъ, который нельзя собирать надъ ртутью, — онъ ее окисляетъ. По его тяжести, его можно собирать какъ хлоръ, въ открытомъ сверху сосудѣ. Хлоривоватистая окись представляетъ яркожелтый, ароматическій (при смѣшеніи съ большимъ количествомъ воздуха) газъ. Плотность его равна 33 ($\text{H}=1$). Онъ взрываетъ при нагрѣваніи до 60° , въ темнотѣ сохраняется неопредѣленно долгое время, но при дневномъ свѣтѣ, а въ особенности при непосредственномъ дѣйствіи солнечныхъ лучей, разлагается иногда со взрывомъ. Дѣйствія его на вещества способны окисляться характеризуются значительною энергіею. Сѣра, фосфоръ, даже ртуть воспламеняются или окисляются и даже производятъ чрезъ то взрывъ. Если на дно сосуда съ водою и кусочкомъ фосфора бросить бертолетовой соли и капля по каплѣ приливать сѣрной кислоты, то горѣніе фосфора на счетъ отдѣляющейся хлоривоватистой окиси происходитъ подъ водою и представляетъ весьма характерный опытъ горѣнія фосфора подъ водою. Смѣсь бертолетовой соли съ сахаромъ и нѣкоторыми другими органическими веществами отъ капли сѣрной кислоты воспламеняется и закигаетъ всю массу. Подобная реакція служила, до введенія фосфорныхъ свичекъ, для приготовленія зажигаемыхъ свичекъ. Употребляли смѣсь бертолетовой соли, сѣры и сахара и спичку, покрытую такой смѣсью, обмакивали въ сѣрную кислоту, чрезъ что происходило воспламененіе и это должно было



сопровождаться горѣніемъ хлорноватой окиси. При низкихъ температурахъ хлорноватая окись превращается въ жидкость, кипящую около $+20^{\circ}$. При раствореніи въ водѣ хлорноватая окись, по-видимому, дѣйствуетъ совершенно такъ, какъ азотноватая окись, причѣмъ даетъ смѣсь хлорноватой и хлористой кислотъ или ихъ солей, если дѣйствовать щелочью:



Хлорная кислота HClO^4 и ея соли. Эта самая постоянная кислота изъ всѣхъ хлорокислородныхъ соединений въ видѣ калиевой соли получается при нагрѣванія бертолетовой соли. Когда сплавленная бертолетова соль начинаетъ пучиться и затвердѣвать, выдѣливши одну треть содержавшагося въ ней кислорода, тогда пронсходитъ хлористый калий и хлорнокалиѣвая соль:



Образованіе этой соли очевидно при полученіи кислорода изъ бертолетовой соли по той причинѣ, что KClO^4 плавится труднѣе, чѣмъ KClO^3 , и потому появляется въ сплавленной соли въ видѣ твердыхъ крупинокъ.

При дѣйствіи нѣкоторыхъ кислотъ, напр. сѣрной и азотной, бертолетова соль также даетъ хлорнокалиѣвую соль. Ее легко и очистить, потому что она мало растворима въ водѣ, хотя всѣ другія соли хлорной кислоты легко растворяются и даже распыляются на воздухѣ. Замѣчательно то, что соли хлорной кислоты, хотя содержатъ больше кислорода, чѣмъ соли хлорноватой кислоты, однако разлагаются труднѣе ихъ и даже, брошенные на уголь, даютъ вслѣдствіе гораздо слабѣйшую, чѣмъ соли хлорноватой кислоты. Сѣрная кислота выдѣляетъ изъ этихъ солей хлорную кислоту, однако при температурѣ не ниже 100° . Ни эта кислота, ни другія не разлагаютъ уже хлорной кислоты, какъ онѣ разлагаютъ хлорноватую кислоту. Хлорная кислота, получающаяся въ свободномъ видѣ, при дѣйствіи сѣрной кислоты на соли, можетъ быть выдѣлена изъ раствора весьма просто черезъ перегонку, потому что она летуча и при обыкновенной температурѣ постоянна. Полученный при перегонкѣ растворъ можетъ быть сгущенъ испареніемъ въ открытомъ сосудѣ. При перегонкѣ раствора температура достигаетъ 200° и тогда въ перегонкѣ получаютъ жидкій, весьма постоянный гидратъ, представляющій составъ $\text{HClO}^4\text{H}^2\text{O}$. Если такой гидратъ смѣшать съ сѣрной кислотой, то при 110° начинается разложеніе, но часть кислоты, однако, переходитъ, не разлагаясь и въ пріемникѣ кристаллизуется. Кристаллы эти представляютъ составъ $2(\text{HClO}^4)\text{H}^2\text{O}$. Полученные кристаллы должно подвергнуть новой перегонкѣ, чтобы очистить отъ подмѣшанной къ нимъ сѣрной кислоты. Можно

прямо получить гидрат HClO^4 , если хлорноватокальциевую соль облить четверным количеством крѣпкой сѣрной кислоты и осторожно перегонять, а полученные въ перегонкѣ кристалы подвергнуть новой перегонкѣ. Тогда перегоняется жидкій гидратъ, состава HClO^4 . Очищенный гидратъ представляетъ безцвѣтное, чрезвычайно ѣдкое вещество, дымящее на воздухѣ и имѣющее удѣльный вѣсъ 1,78. Въ водѣ кислота растворяется во всѣхъ пропорціяхъ и отличается значительнымъ постоянствомъ въ свободномъ видѣ. Съ углемъ этотъ гидратъ даетъ сильный взрывъ, точно также съ бумагой, деревомъ и другими органическими веществами. Если къ этому гидрату прибавить немного воды и охладить, то выдѣляется вышеупомянутый кристаллическій гидратъ. Онъ уже гораздо болѣе постояненъ, а жидкій гидратъ $\text{HClO}^4\text{H}^2\text{O}$ еще болѣе постояненъ. Хлорныя соли, какъ и хлорная кислота не окрашиваются отъ сѣрной кислоты, какъ хлорноватыя соли, въ желтый цвѣтъ. Онѣ употребляются, подобно солямъ хлорноватой кислоты, въ нѣкоторыхъ протехническихъ смѣсяхъ.

Выводы. Хлористый водородъ, при дѣйствіи окисляющихъ веществъ, отдаетъ имъ водородъ, образуя хлоръ, поэтому для получения хлора употребляются перекись марганца, бертолетова соль и т. п. вещества. Смѣсь азотной кислоты съ HCl , развивающая хлоръ, называется царскою водкою, она растворяетъ золото.

Хлоръ есть зеленоватожелтый, сгущающийся въ жидкость и растворимый въ водѣ, удушливый, тяжелый и ядовитый газъ.

Онъ соединяется прямо съ водородомъ, металлами, многими металлоидами и непредѣльными соединениями.

Съ водою дѣйствуетъ окислительно, употребляется для бѣленія, уничтоженія миазмовъ и т. п.

Хлоръ замѣняетъ водяной остатокъ гидратовъ. Такія соединения называются хлорангидридами.

Хлорангидриды щелочей и основныхъ гидратовъ суть соли, подобныя поваренной; получаютъ изъ оснований и HCl , изъ хлора и металловъ.

Хлорангидриды кислотъ суть ѣдкія, летучія вещества, съ водою дающія HCl и кислоты.

Фосгенъ COCl^2 есть хлорангидридъ углекислоты; получается при дѣйствіи свѣта изъ CO и Cl^2 .

Хлоръ замѣняетъ водородъ най за най въ углеводородахъ и углеводородныхъ соединенияхъ, не измѣняя ихъ основнаго характера и образуя HCl , что называется металлецією.

Хлоръ такимъ образомъ подобенъ галоиднымъ группамъ солей ¹⁾ и кислороду; замѣняетъ HO и H .

Хлоръ замѣняетъ водородъ амміака, образуя взрывчатые соединения, или же его вполне разрушаетъ, образуя азотъ, какъ хлоръ замѣняетъ H въ углеводородахъ, или, отнимая отъ нихъ H , выдѣляетъ уголь.

¹⁾ Напримѣръ, NO^2 въ соляхъ азотной кислоты= Cl , SO^4 въ соляхъ сѣрной кислоты= Cl^2 .



При дѣйствіи на щелочи, хлоръ становится, какъ при металенсіи, на мѣсто Н въ щелочахъ, производя хлорноватистыя соли MClO , изъ которыхъ наиболѣе извѣстна известковая соль $\text{Ca}(\text{ClO})^2$, смѣсь которой съ CaCl^2 , получаемая при дѣйствіи Cl^2 на $\text{Ca}(\text{HO})^2$, называется бѣлильною известью.

Изъ бѣлильной извести углекислотою вытѣсняется растворимая въ водѣ окись хлора Cl^2O , которая, какъ всѣ соединенія хлора съ кислородомъ (Cl^2O^3 , ClO^2), разлагается со взрывомъ и окисляется.

Кислоты HClO и HClO^2 непрочны, бѣлятъ, разлагаются на воду и ангидридъ. Соли хлористой кислоты, напр. KClO^2 , получаютъ восстановленіемъ солей хлорноватой кислоты.

Кислоты HClO^3 и HClO^4 болѣе постоянны, получаютъ изъ соответственныхъ солей KClO^3 и KClO^4 .

Хлорноватокаліевая или бертолетова соль KClO^3 образуется при дѣйствіи хлора на нагрѣтый растворъ KNO , или смѣсь его съ известью. Она мало растворима въ холодной водѣ; разлагается съ горючими веществами со взрывомъ.

При нагрѣваніи ея образуется хлорнокаліевая соль KClO^4 , которая съ сѣрною кислотою даетъ летучую, окислительно дѣйствующую, хлорную кислоту.

ДВАДЦАТЬ ВТОРАЯ ГЛАВА.

Фторъ, бромъ, іодъ.

Хлоръ съ одной стороны представляетъ сходство съ кислородомъ и подобно ему есть элементъ, поддерживающій горѣніе металловъ и соединяющійся съ водородомъ и многими металлами (но не прямо съ углемъ); но такъ какъ хлоръ замѣщаетъ водородъ и способенъ соединиться съ кислородомъ, то онъ, съ другой стороны, представляетъ нѣкоторое сходство съ тѣми элементами, представителемъ которыхъ служитъ водородъ. Въ этомъ отношеніи мы знаемъ нѣкоторое число подобныхъ же элементовъ, съ металлами дающихъ солеобразныя вещества, съ кислородомъ окислы, способные образовать кислоты, а съ водородомъ водородистыя или такъ называемыя галондныя кислоты. Тѣ элементы, которые обладаютъ этою способностью, носятъ названіе солеродовъ или **галондовъ** (отъ греческаго слова соль). Мы видѣли въ синеродѣ сложную группу подобнаго рода: синеродъ соединяется съ металлами, по крайней мѣрѣ съ нѣкоторыми, подобно хлору, и образуетъ синеродистоводородную кислоту, которая, конечно, по энергіи

не можетъ равняться съ хлористоводородной, но по способности соединяться со щелочами представляетъ съ нею значительное сходство. Есть кромѣ хлора и еще три простыхъ тѣла, которыя также обладаютъ галоиднымъ характеромъ. Эти элементы названы въ заглавіи.

Изъ нихъ **фторъ** есть элементъ въ отдѣльности до сихъ поръ неполученный и кислородныя его соединенія также неизвѣстны. Онъ извѣстенъ только въ состояніи галоидной кислоты или такъ называемой фтористоводородной или плавиковою кислоты HF и ея солей. Объ элементарныхъ свойствахъ фтора судить потому, что въ природѣ находятъ нѣкоторыя металлическія его соединенія, напр. фтористый кальцій CaF_2 , которыя переходятъ въ состояніе галоидной кислоты, или другой галоидной соли, совершенно такъ, какъ NaCl или CaCl_2 переходятъ въ HCl и др. галоидныя соли. При этомъ та часть матеріи (названная фторомъ), которая соединена съ металломъ или водородомъ, цѣликомъ переходитъ, подобно хлору и синероду, изъ одного соединенія въ другое, причемъ только водородъ и металлы мѣняются мѣстами. Можно было бы думать, конечно, что такія соединенія заключаютъ въ себѣ кислородъ, потому что и остатокъ любой другой кислоты, не галоидной, также переходитъ цѣликомъ при двойныхъ соляныхъ разложеніяхъ; напр. NO^3 въ соляхъ азотной кислоты, SO^4 въ соляхъ сѣрной кислоты и т. д. Превращенія NaCl въ HCl , CaCl_2 и др. совершенно сходно съ переходомъ NaNO^3 въ HNO^3 , $\text{Ca}(\text{NO}^3)^2$ и т. п. Но все подобныя, кислородъ содержащія, остатки кислотъ при дѣйствіи гальваническаго тока, жара и многихъ возстановляющихъ веществъ выдѣляютъ кислородъ; фтористый же водородъ, подобно хлористому водороду, въ этихъ обстоятельствахъ кислорода не выдѣляетъ.

Однако нельзя утверждать, что фторъ, какъ и хлоръ, суть непрѣменно неразлагаемые элементы; можетъ быть ихъ успѣютъ современнымъ разложить, но въ настоящее время, пока этого не достигли, должно считать ихъ тѣлами простыми. Такъ, если бы были извѣстны только синеродистые металлы MCN , синеродистый водородъ HCN , синеродистая кислота HCNO и т. п., а не было бы извѣстно ни случаевъ образованія этихъ соединеній изъ углеродистыхъ и азотистыхъ веществъ, ни случаевъ распаденія ихъ, причемъ не остается синерода, а являются азотъ и уголь, то мы бы и синеродъ сочли тогда за тѣло простое. Пай синерода CN равенъ 26, фтора 19, хлора 35,5 — все пай большіе, можетъ быть въ нихъ и заключаются пай другихъ простыхъ тѣлъ, H , C , N , O или другихъ, но нѣтъ повода утверждать существованіе во фторѣ, хлорѣ и т. п. другихъ простыхъ тѣлъ, тогда какъ для синерода есть полная увѣренность въ сложности состава.

Изъ фтористыхъ соединеній въ природѣ находится довольно



часто въ жилахъ горъ одна галоидная соль, именно фтористый кальцій CaF^2 , носящій названіе **плавикового шпата** (spatum fluorisum, плавящій шпатель). Шпатель онъ называется потому, что представляетъ весьма часто видъ кристалловъ, имѣющихъ ясное дѣлопрохожденіе; плавиковымъ же называютъ его вслѣдствіе того, что онъ придаетъ легкоплавкость руднымъ подмѣсямъ при выплавкѣ металловъ. Находятся плавиковый шпатель въ горныхъ жилахъ и породахъ, иногда довольно значительными массами; кристаллизуется всегда въ формахъ правильной системы, иногда весьма большими, полупрозрачными и безцвѣтными или разнообразно окрашенными кубическими кристаллами. Въ водѣ онъ нерастворимъ, при дѣйствіи жара плавится и потомъ, при охлажденіи, кристаллизуется. Удѣльный вѣсъ его 3,1. Накаливая плавиковый шпатель въ парахъ воды, получаютъ известь и фтористый водородъ: $\text{CaF}^2 + \text{H}^2\text{O} = \text{CaO} + 2\text{HF}$. Сплавляя плавиковый шпатель съ жидкимъ кали или натромъ и даже съ угольными ихъ соединениями, также легко производятъ двойное разложеніе, причемъ фторъ переходитъ къ калию или натрію, а кислородъ или водяной остатокъ къ кальцію. Его можно получить и искусственнымъ образомъ черезъ двойное разложеніе въ растворахъ, если взять растворимые въ водѣ фтористый калий или фтористый водородъ и прибавить къ водяному ихъ раствору какой нибудь соли кальція. Тогда, напр., $\text{Ca}(\text{NO}^3)^2 + 2\text{KF} = \text{CaF}^2$ (въ осадкѣ) $+ 2\text{KNO}^3$ (въ растворѣ). Это зависитъ отъ весьма малой растворимости фтористаго кальція.

Дѣйствительно, вода растворяетъ $\frac{1}{26000}$ своего вѣса плавикового шпата. Если на фтористый кальцій дѣйствовать многими кислотами, то, если известковая соль взятой кислоты растворима въ водѣ, происходитъ полное раствореніе, если же соль нерастворима или мало растворима, то образуется такая мало растворимая соль и выдѣляется фтористый водородъ. Такъ его обыкновенно и получаютъ, дѣйствуя на плавиковый шпатель сѣрною кислотой. Подобно тому, какъ при дѣйствіи на хлористый натрій сѣрная кислота выдѣляетъ хлористый водородъ, такъ здѣсь она выдѣляетъ фтористоводородную кислоту HF. Фторъ, въ состояніи фтористаго кальція, входитъ также въ нѣкоторые минералы, но обыкновенно количество фтора во многихъ минералахъ незначительно. Таковы напр. апатиты, главная масса которыхъ состоитъ изъ фосфорно-известковой соли $\text{Ca}^3(\text{PO}^4)^2$. Апатиты иногда въ своемъ составѣ не содержатъ вовсе фтора, а только хлоръ; въ другихъ же случаяхъ въ составъ ихъ входитъ нѣкоторое количество фтора, причемъ пайное количество хлора уменьшается. Но

есть минераль, который заключает, подобно плавиковому шпату, большое количество фтора. Это есть такъ называемый криолитъ, находящійся въ Гренландіи въ большихъ массахъ. Онъ встрѣчается также на Уралѣ. Криолитъ содержитъ въ себѣ фтористый алюминій съ фтористымъ натріемъ Na^3AlF^6 . Малые же слѣды фтора открыли во многихъ случаяхъ, даже въ тѣлѣ животныхъ, въ крови, въ мочѣ, въ костяхъ. Если находятся въ тѣлѣ животныхъ фтористые металлы, то они должны приноситься съ пищею, должны быть въ растеніяхъ и въ водѣ. И дѣйствительно, въ текучей водѣ, особенно въ морской водѣ, всегда находится, хотя небольшое, количество фтористыхъ соединений. Нѣкоторыя минеральныя воды заключаютъ довольно значительныя количества фтора. Такъ какъ большинство водъ содержитъ въ себѣ соли кальція, то фторъ можно предполагать въ состояніи фтористаго кальція, раствореннаго въ присутствіи углекислаго газа, всегда находящагося въ известковыхъ природныхъ видахъ водъ. Открыть тѣ малыя количества фтора, которыя находятся столь распространенными въ природѣ, довольно затруднительно, но есть одинъ способъ, дающій довольно вѣрный результатъ. Этотъ способъ основывается на свойствѣ фтористаго водорода разъѣдать стекло. Разъѣдаетъ стекло фтористый водородъ потому, что въ стеклѣ находится значительное количество оснований, такихъ какъ окиси натрія и кальція и сверхъ того много кремнезема SiO^2 . Другія кислоты не извлекаютъ оснований изъ стекла или извлекаютъ только въ незначительномъ количествѣ, потому что не дѣйствуютъ на кремнеземъ, находящійся въ сплавѣ или соединеніи съ основаниями въ стеклѣ. Фтористый же водородъ или плавиковая кислота дѣйствуетъ на стекло, разъѣдаетъ его, какъ говорится, потому что дѣйствуетъ не только на основания, но и на самый кремнеземъ. Съ кремнеземомъ фтористый водородъ даетъ летучій фтористый кремній и воду $\text{SiO}^2 + 4\text{HF} = \text{SiF}^4 + 2\text{H}^2\text{O}$. Такимъ образомъ, если фтористые металлы превратить, при помощи сѣрной кислоты, во фтористый водородъ, то послѣдній можно открыть по способности фтористаго водорода разъѣдать стекло. Для этого обыкновенно поступаютъ такимъ образомъ, что испытуемое вещество, въ которомъ хотятъ открыть фторъ, смѣшиваютъ съ сѣрной кислотой въ платиновомъ тиглѣ, прикрываютъ стеклянною пластинкой и слабо подогреваютъ. Фтористый водородъ выдѣляется и дѣйствуетъ на стекло, которое оттого разъѣдается. Должно однако замѣтить, что пары сѣрной кислоты также нѣсколько разъѣдаютъ стекло и потому при тщательныхъ опытахъ должно употреблять не стеклянную пластинку, а кусокъ кремнезема,

напр. горнаго хрустала, потому что на него сѣрная кислота вовсе уже не дѣйствуетъ. Притомъ, сѣрная кислота часто сама содержитъ небольшія количества фтористаго водорода. Для выдѣленія фтористаго водорода изъ сѣрной кислоты, достаточно ее разбавить водою и кипятить въ теченіи нѣсколькихъ сутокъ.

Для опредѣленія количества фтора, къ раствору прибавляютъ угленатровой соли и хлористаго кальція, пока происходитъ осадокъ, содержащій смѣсь мало растворимыхъ фтористаго кальція и углекальциевой соли. Полученный осадокъ высушиваютъ и прокаливаютъ, а потомъ обрабатываютъ водою съ небольшимъ избыткомъ уксусной кислоты. Въ этой послѣдней углекислотная соль растворяется, а фтористый кальцій нерастворимъ; тогда его собираютъ и по вѣсу судятъ о количествѣ фтора. Необходимо только смѣсь углекислотной соли и фтористаго кальція прокалить. Во фтористомъ кальціи на 40 частей кальція находится 38 частей фтора.

Фтористый водородъ или **плавиковую кислоту** нельзя получить, судя по предъидущему, изъ плавиковаго шпата въ стеклянныхъ ретортахъ, потому что тогда разлѣдается стекло. Приготавливаютъ его въ сосудахъ свинцовыхъ или платиновыхъ и когда желаютъ имѣть въ чистомъ видѣ, употребляютъ платиновые сосуды, потому что свинецъ въ дѣйствительности также дѣйствуетъ на фтористый водородъ, но только весьма слабо, своею поверхностью, и когда на поверхности образуется слой, содержащій фтористый свинецъ и сѣрносвинцовую соль, дальнѣйшаго дѣйствія тогда уже не происходитъ. Если въ свинцовую или платиновую реторту положить измельченный плавиковый шпатель и облить сѣрною кислотой, то тогда при обыкновенной температурѣ уже выдѣляются пары фтористаго водорода, отличающагося большою летучестью. Для того, чтобы дѣйствіе кислоты на шпатель было полное, необходимо весьма тщательно измельчить плавиковый шпатель, потому что при этомъ дѣйствіи происходитъ сѣрноизвестковая соль, нерастворимая въ водѣ и потому облекающая большіе кусочки плавиковаго шпата, и препятствуетъ дальнѣйшему дѣйствію сѣрною кислоты на внутреннюю часть кусковъ. Уравненіе реакціи есть слѣдующее:



Плав. шпатель. Сѣр. кис. Гипсъ. Плавик. кис.

При температурѣ 130° плавиковый шпатель вполне разлагается сѣрною кислотой, дальнѣйшее нагрѣваніе совершенно излишне. Фтористый водородъ при этомъ выдѣляется въ видѣ паровъ, сгущаемыхъ дѣйствіемъ сильнаго охлажденія, но довольно затруднительно. Для облегченія сгущенія, въ охлаждаемый приемникъ вливаютъ нѣкоторое количество воды, тогда

фтористый водородъ въ холодной водѣ растворяется легко, но, однако, сгущеніе фтористаго водорода въ жидкость можетъ быть произведено и безъ присутствія воды; тогда получается безводная кислота.

Сгущенный въ безводномъ состояніи HF кипитъ при $+20^{\circ}$ и ни при какомъ холодѣ не кристаллизуется; съ водою смѣшивается съ отдѣленіемъ значительнаго количества тепла и даетъ растворъ, перегоняющійся при температурѣ 120° ; значитъ, соединяется съ водою подобно хлористому водороду. Удѣльный вѣсъ постоянного раствора, перегоняющагося при 120° , есть 1,15, составъ $\text{HF}12\text{H}^2\text{O}$. При большемъ количествѣ воды сперва гонится слабій растворъ. Для сохраненія какъ водянаго раствора, такъ и самой кислоты, необходимо употреблять платиновые сосуды, но слабая кислота удобно сохраняется и въ сосудахъ изъ разныхъ углеводовъ напр. въ гуттаперчевыхъ или даже въ стеклянныхъ сосудахъ, внутри облитыхъ расплавленнымъ и потомъ отвердѣвшимъ парафиномъ (стр. 560). На углеводороды и воскообразныя вещества фтористый водородъ не дѣйствуетъ, тогда какъ на металлы, стекло, фарфоръ и большинство каменныхъ веществъ фтористый водородъ дѣйствуетъ разъѣдающимъ образомъ чрезвычайно сильно. Онъ разъѣдаетъ также кожу и отличается ядовитостью, такъ что работать съ плавиковою кислотою необходимо всегда подъ сильной тягою, чтобы пары этого вещества не могли быть вдыхаемы. Металлоиды не дѣйствуютъ на фтористый водородъ; но всѣ металлы, за исключеніемъ ртути, серебра, золота и платины и отчасти свинца, разлагаютъ фтористый водородъ, выдѣляя газообразный водородъ.

Плавиковая кислота, приготовляемая вышеописаннымъ способомъ, обыкновенно бываетъ не чиста; она содержитъ въ себѣ многія подмѣси и воду. Подмѣси зависятъ отъ содержанія нечистотъ въ плавиковомъ шпатѣ; такъ, въ плавиковомъ шпатѣ находится обыкновенно подмѣсь сѣрнистыхъ металловъ, дающихъ при дѣйствіи сѣрной кислоты сѣрнистый водородъ и сѣру. Въ плавиковомъ шпатѣ находится также всегда нѣкоторые количества кремнеземистыхъ веществъ, производящихъ фтористый кремній, а этотъ послѣдній, растворяясь въ водѣ, даетъ такъ называемую кремнефтористоводородную кислоту. Присутствіе этой послѣдней легко узнать съ помощью солей калия, потому что фтористый калий въ водѣ растворимъ, тогда какъ кремнефтористый калий весьма мало растворимъ. Для удаленія этихъ и другихъ подмѣсей, плавиковую кислоту смѣшиваютъ съ сѣрною кислотою при обыкновенной температурѣ; тогда кремнефтористоводородная кислота превращается въ газообразный фтористый кремній, а потомъ, когда прекратится выдѣленіе фтористаго кремнія, жидкость перегоняютъ. Фреми получилъ фтористый водородъ безводнымъ, упо-

требляя для этой цѣли слѣдующій способъ: водную плавиковую кислоту раздѣляютъ на 2 равныя части и одну насыщаютъ углекислородною солью, а потомъ прибавляютъ другую половину. Черезъ это получается въ растворѣ соль, имѣющая составъ KHF^2 . Она растворима въ водѣ и можетъ быть кристаллизаціей очищена отъ примѣси кремнефтористаго калия. Очищенную соль высушиваютъ подъ колоколомъ воздушнаго насоса и въ платиновой ретортѣ разлагаютъ дѣйствіемъ жара. Тогда въ ретортѣ остается фтористый калий KF , а въ холодильникѣ получается фтористый водородъ, не содержащій воды, если взятая соль была предварительно хорошо высушена. Если фтористый свинецъ, въ водѣ нерастворимый и потому легко получающійся черезъ двойное разложеніе, накалывать въ платиновой трубкѣ въ струѣ сухаго водорода, то получается металлическій свинецъ и чистый фтористый водородъ. $\text{PbF}^2 + \text{H}^2 = \text{Pb} + 2\text{HF}$.

Должно замѣтить, что до сихъ поръ нѣтъ точныхъ опытовъ, которые бы давали возможность съ увѣренностью отрицать содержаніе кислорода во фтористыхъ металлахъ и въ плавиковой кислотѣ; но та аналогія, которая существуетъ между соединеніями фтора и хлора, заставляетъ предполагать, что фтористый кальцій есть такое же соединеніе особаго простаго тѣла, фтора, какъ хлористый кальцій есть соединеніе, заключающее хлоръ. Аналогія же фтора и хлора видна въ томъ: 1), что многія соотвѣтственныя фтористыя и хлористыя соединенія представляютъ большое сходство въ своихъ свойствахъ, даже въ кристаллическихъ формахъ, какъ напр. фтористый калий и хлористый калий растворимы и кристаллизуются кубами, фтористый и хлористый кремній, — оба суть летучія вещества, представляющія совершенно аналогическій составъ частицы SiCl^4 и SiF^4 ; 2) самыя кислоты: фтористоводородная и хлористоводородная представляются аналогическими не только въ способности соединяться съ основаниями, но даже и въ способности давать гидратъ, дымить вслѣдствіе того на воздухѣ, сгущаться въ жидкость при охлажденіи и т. п.

При всемъ сходствѣ съ хлоромъ, фторъ представляетъ и нѣкоторыя отличія отъ него, даже въ характерѣ плавиковой кислоты. Съ такими металлами, какъ калий и натрій, хлористый водородъ даетъ только одну соль среднюю KCl , NaCl ; тогда какъ фтористый водородъ бромъ средней соли KF даетъ кристаллическую кислотую соль KHF^2 , т. е. какъ будто бы составъ его выражается формулою H^2F^2 , въ которой сперва одинъ, а потомъ оба атома водорода могутъ замѣщаться такими металлами, какъ натрій и калий. Впрочемъ, кислыя соли, напр. HKF^2 , легко разлагаются дѣйствіемъ жара; поэтому ихъ считаютъ веществами, образующимися черезъ такое присоединеніе фтористаго водорода къ средней соли, которое подобно соединенію солей съ кристаллизаціонною водою ¹⁾. Было бы весьма важно опредѣлить плотность пара плавиковой кислоты. По формулѣ HF (атомъ $\text{F} = 19$) она должна быть въ 10 разъ болѣе плотности водорода, а

¹⁾ Впрочемъ, и всѣ кислыя соли можно разсматривать подобнымъ же образомъ, потому что всѣ онѣ, подобно соединеніямъ съ кристаллизаціонною водою, дѣйствіемъ жара разлагаются и выдѣляютъ кислоты, если только послѣднія летучи, какъ вода, содержащаяся въ кристаллическихъ соляхъ.

по формулѣ H^2F^2 въ 20 разъ. Если бы послѣднее было справедливо, то плавиковую кислоту нужно было бы считать за двуосновную (содержащую два атома водорода, какъ въ водѣ), но и тогда най фтора не должно было бы удвоить (принять за 38), потому что, какъ будетъ далѣе объяснено, это несогласно съ плотностію паровъ SiF^4 и BF^3 . Какъ различіе фтористаго водорода отъ хлористаго водорода можетъ служить также и дѣйствіе гальваническаго тока: при дѣйствіи гальваническаго тока на растворъ хлористаго водорода выдѣляется на отрицательномъ полюсѣ водородъ, а на положительномъ хлоръ; часть послѣдняго при этомъ соединяется съ кислородомъ и выдѣляется въ видѣ хлорноватистой окиси. Растворъ же фтористаго водорода при дѣйствіи гальваническаго тока на положительномъ полюсѣ выдѣляетъ только кислородъ, какъ то происходитъ при дѣйствіи тока на кислоты, заключающія кислородъ, напр. на сѣрную кислоту. Это различіе можно, впрочемъ, объяснить, если допустить (какъ это можно сдѣлать по даннымъ, приведеннымъ вѣздѣ за симъ), что свободный фторъ разлагаетъ воду, вытѣсняя изъ нея кислородъ. Притомъ фтористый водородъ не дѣйствуетъ на такіе окислы, какъ окись золота, на которые не дѣйствуютъ кислородныя кислоты, а хлористый водородъ—весьма легко. Сверхъ того, хлористый кальцій, хлористый стронцій, магній, алюминій растворимы въ водѣ и даже притягиваютъ влагу изъ воздуха; напротивъ того, эти же самые фтористые металлы въ водѣ нерастворимы; фтористое серебро, напротивъ того, растворяется въ водѣ и, кажется, не измѣняется отъ дѣйствія свѣта, легко разлагается жаромъ, удерживаетъ въ соединеніи воду; тогда какъ хлористое серебро безводно и въ водѣ нерастворимо, легко разлагается свѣтомъ, не измѣняется отъ дѣйствія жара. Соли закиси ртути осаждаются хлористымъ водородомъ, образуя осадокъ каломели HgCl , тогда какъ плавиковая кислота не даетъ осадка въ соляхъ закиси ртути. Различіе и сходство фтористыхъ и хлористыхъ соединеній могло бы значительно (если не окончательно) уясниться, если бы фторъ былъ полученъ въ отдельномъ состояніи; но при всѣхъ до нынѣ существующихъ попыткахъ этого не удалось сдѣлать съ достовѣрностію. Если фтористый металлъ смѣшанъ съ сѣрною кислотой и перекисью марганца, то образуется четырехъ(лву)фтористый марганецъ MnF^4 , который при дѣйствіи жара разлагается съ выдѣленіемъ фтора; но въ отдельности получить фторъ этимъ путемъ не удастся, потому что свободный фторъ дѣйствуетъ даже на платину, не только что на стекло. Съ платиною онъ даетъ фтористую платину. Чтобы устранить подобное дѣйствіе выдѣляющагося фтора, употреблены были сосуды изъ плавиковаго шпата и фтористое серебро разлагали струею хлора. При этомъ получается хлористое серебро и выдѣляется фторъ. Такого рода разложеніе показало, что образуется безвѣтный, сильно пахучій газъ, разлагающій воду съ выдѣленіемъ кислорода и слабо дѣйствующій на стекло, но не дѣйствующій будто на платину, соединяющійся прямо со всеми почти металлами. Впрочемъ, въ этомъ случаѣ можетъ быть имѣли смѣсь кислорода (отъ присутствія влажности), хлора (оставшагося отъ разложенія) и фтористаго водорода. Фреми дѣйствовалъ при сильномъ жарѣ сухимъ кислородомъ на фтористый кальцій, помѣщенный въ



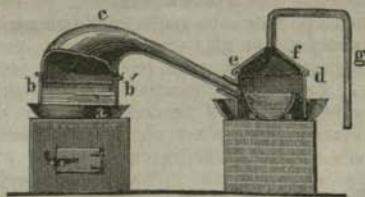
платиновой трубкѣ. При этомъ выделяется, повидимому, фторъ. Освобождающийся газъ дѣйствуетъ на стекло и, повидимому, разъѣдаетъ платину, потому что платиновые сосуды при этомъ разрушаются. Хлоръ не вполне вытѣсняетъ фторъ изъ плавиковога шпата, при накаливаніи. Газъ, выделяющийся при этомъ, вполне поглощается ѣдкимъ кали, подобно хлору, изъ чего можно заключить, что въ плавиковомъ шпатѣ не содержится кислорода, потому что иначе вѣроятно бы выделялся и свободный кислородъ, не поглощаемый ѣдкимъ кали. Но при употребленіи влажнаго хлора, въ смѣси постоянно замѣчается свободный (не поглощаемый) кислородъ, что можетъ служить доказательствомъ способности выделяющагося фтора разлагать воду съ выдѣленіемъ кислорода. Если черезъ сплавленный въ платиновомъ тиглѣ фтористый кальцій пропускать гальваническій токъ, то на положительномъ полюсѣ выделяется газъ, дѣйствующій на стекло, а на отрицательномъ полюсѣ металлическій кальцій. Подобнаго рода разложение происходитъ однако при столь высокой температурѣ, что неудобно для работы. При употребленіи другихъ, болѣе легкоплавкихъ, фтористыхъ металловъ (калій, магній), платиновые сосуды еще легче разрушаются, чѣмъ при употребленіи фтористаго кальція. Полагаютъ, что это происходитъ отъ способности накаленной платины соединяться съ выделяющимися металлами. Но по всей вѣроятности при этомъ дѣйствуетъ и выделяющийся фторъ, потому что сплавленный фтористый калий при дѣйствіи тока разъѣдаетъ положительный платиновый электродъ, а на немъ долженъ выдѣляться фторъ, какъ хлоръ и кислородъ выдѣляются изъ HCl , KCl , H_2O , KNO на положительномъ полюсѣ. Фторъ, выделяющийся въ этомъ случаѣ, оказывается пахучимъ, безцвѣтнымъ газомъ, разлагающимъ воду и выделяющимъ іодъ изъ іодистыхъ металловъ. Изъ всѣхъ изслѣдованій, произведенныхъ до сихъ поръ надъ полученіемъ фтора, можно, однако, вывести заключеніе, что полученія фтора можно ожидать только при употребленіи веществъ совершенно безводныхъ, иначе фторъ всегда будетъ смѣшанъ съ кислородомъ, потому что дѣйствуетъ на воду, выделяя кислородъ.

Плавиковая кислота имѣетъ въ практикѣ довольно обширное употребленіе, именно для гравированія на стеклѣ и для полученія кремнефтористоводородной кислоты, объ употребленіи которой будетъ сказано въ статьѣ о кремніи. **Гравированіе на стеклѣ** производится съ помощью плавиковой кислоты въ большихъ размѣрахъ для наведенія или прозрачнаго, или матоваго рисунка. Одно изъ первыхъ примѣненій этого употребленія составляетъ нанесеніе дѣленій на стеклянные трубки барометровъ, термометровъ и тому подобнахъ приборахъ, употребляющихся столь часто при физическихъ и химическихъ изслѣдованіяхъ. Для этой цѣли поверхность стекла покрываютъ слоемъ лака, составленнаго изъ 4 частей воска и 1 части терпентина. На этотъ лакъ не дѣйствуетъ плавиковая кислота; онъ довольно мягокъ и на немъ легко проводить черты, проходящія до самаго стекла. Стальнымъ или какимъ либо другимъ острымъ предметомъ наносятъ дѣленія на стекло и потомъ помѣщаютъ его въ свинцовое корытце, въ которое положены плавиковый шпатель и сѣрная кислота. Сѣрную кислоту должно брать въ значительномъ из-

быть, потому что иначе въ парахъ будетъ заключаться много воды и тогда получаются черты прозрачныя, тогда какъ при употребленіи избытка сѣрной кислоты происходятъ матовыя черты, оттого что выделяющійся фтористый водородъ не содержитъ воды, могущей растворять образующіеся на стеклѣ фтористыя металлы ¹⁾. Черты образуются, конечно, въ тѣхъ мѣстахъ, съ которыхъ, дѣйствіемъ остраго инструмента, снятъ лакъ. Послѣ болѣе или менѣе продолжительнаго дѣйствія, лакъ снимаютъ и тогда получаютъ нанесенныя остриемъ черты въ видѣ матовыхъ чертъ, вытравленныхъ на стеклѣ. Подобнымъ же образомъ производятъ весьма часто рисунки на стеклянныя издѣлія. Для этого предварительно приготавливаютъ плавиковую кислоту и наносятъ кистью на стеклѣ рисунки, прикрывая вышеупомянутымъ лакомъ сосѣднія мѣста, на которыя не должна дѣйствовать плавиковая кислота. Если плавиковая кислота взята слабая, то рисунки получаются прозрачныя, если же она взята крѣпкая, содержащая мало воды, или если стеклянный сосудъ помѣщенъ въ пары плавиковой кислоты, то рисунокъ получается матовый. Въ настоящее время очень многіе роскошныя стеклянные предметы (рюмки, граины) покрываютъ матовымъ узоромъ, вытраиваемымъ съ помощью смѣси кремнефтористыхъ солей (см. статью о кремнѣ) съ сѣрною кислотой, потому что такая смѣсь даетъ именно матовую вытравку даже въ жидкомъ видѣ, тогда какъ водяной растворъ плавиковой кислоты даетъ прозрачную вытравку.

Въ химической практикѣ плавиковая кислота въ видѣ водяного раствора или въ парахъ употребляется для растворенія каменистыхъ веществъ, заключающихъ кремній и нерастворимыхъ въ другихъ кислотахъ. При этомъ, какъ объяснено выше, кремній улетучивается въ видѣ газообразнаго фтористаго кремнія, а основанія, бывшія въ соединеніи съ кремнеземомъ, остаются въ растворѣ въ видѣ фтористыхъ металловъ. Такое разложеніе именно и употребляется для того, чтобы узнать и опредѣлить основанія, находящіяся въ соединеніи съ кремнеземомъ. Если для этой цѣли приготавливаютъ растворъ плавиковой кислоты, то его хранятъ въ платиновыхъ сосудахъ, рѣже въ гуттаперчевыхъ или въ стеклянныхъ, внутри облитыхъ парафиномъ. Вышеупомянутое разложеніе удобнѣе производить газообразнымъ фтористымъ водородомъ.

Для этого употребляютъ свинцовый приборъ, изображенный фиг. 150. На чашку *a* съ пескомъ (нагрѣваемую какимъ либо способомъ) ставятъ реторту *bb'*, содержащая CaF_2 и H_2SO_4 и снабженная шлемомъ *c*, входящимъ въ горло приѣмника *d*. Въ этомъ приѣмникѣ ставится платино-



Фиг. 150. Приборъ для дѣйствія плавиковой кислотой на кремнеземистыя соединенія.

¹⁾ При содержаніи значительнаго количества воды, фтористый кремній, выделяющійся при дѣйствіи HF на SiO_2 стекла, образуетъ не летучую кремнефтористоводородную кислоту: безъ воды происходитъ летучій фтористый кремній.

вая чашечка, содержащая кремнеземистое соединение, хорошо измельченное и смоченное водою. Через трубку *f g* отводится газ, не поддѣйствовавшій, и происходящій при дѣйствіи фтористой кремній.

Поштыки получить какихъ-либо кислородныхъ соединений, заключающихъ фторъ, до сихъ поръ были совершенно безуспѣшны. Неизвѣстно и кислотъ, соответствующихъ хлорноватистой, хлорной и тому подобнымъ кислотамъ. Неизвѣстны также соединения фтора съ углеродомъ, сѣрой, фосфоромъ и др. Вообще въ изслѣдованіи фтористыхъ соединений еще многого недостаетъ, чтобы рѣшить самые первоначальные вопросы, относящіяся до этого простаго (или сложнаго?) тѣла. Извѣстныя же соединения F съ Si, Sn, В и другими простыми тѣлами представляютъ большой интересъ.

Для установленія атомнаго вѣса или **пай фтора** нужно знать только составъ какого-либо фтористаго металла, пай котораго извѣстенъ. Если напр. взять фтористое серебро и опредѣлить въ немъ содержаніе серебра, что производится весьма легко способами, которые будутъ описаны впоследствии, то оказывается, что фторъ имѣетъ пай 19, меньшій, чѣмъ пай хлора — 35,5. Изъ фтористыхъ соединений извѣстны нѣкоторые летучія, какъ напр. фтористый кремній, фтористый боръ, для которыхъ плотность пара опредѣлена, что и даетъ возможность судить о вѣсѣ частицы фтористыхъ соединений и объ ихъ аналогіи съ хлористыми. Оказывается, что частица фтористыхъ соединений легче частицы хлористыхъ соединений, и потому должно думать, что вышеуказанный пай фтора вѣренъ. Нельзя думать, что фторъ представляетъ атомный вѣсъ подобный кислороду (38), т. е. такой, что два атома хлора замѣщаютъ одинъ атомъ фтора. Этого нельзя допустить изъ сравненія плотностей пара и вѣса частицы фтористаго кремнія SiF^4 и фтористаго бора BF^3 , потому что въ частицѣ перваго находится четное, а въ частицѣ втораго нечетное число паевъ фтора. Пай фтора не можетъ быть равенъ 38, потому что въ частицѣ хлористаго кремнія находится 76, а въ частицѣ хлористаго бора 57 вѣсовыхъ частей фтора. Эти величины относятся какъ 4 : 3 или какъ $4 \times 19 : 3 \times 19$. Такимъ должно признать отношеніе числа атомовъ фтора въ этихъ соединенияхъ. Еслибъ принять вѣсъ атома фтора за 38, то составъ частицы фтористаго кремнія можно бы выразить SiF^2 въ цѣлыхъ числахъ, но составъ фтористаго бора пришлось бы выразить дробною величиною $BF^{1\frac{1}{2}}$, что не согласно съ ученіемъ объ атомѣ, какъ недѣлимомъ. Значитъ, эквивалентъ (38) фтора кислороду (16) можетъ раздѣляться (состоитъ изъ двухъ атомовъ, такъ хлорный эквивалентъ кислорода), не такъ, какъ пай (16) кислорода, который никогда не является въ раздѣленномъ состояніи, составляетъ химически недѣлимый атомъ, переходящій цѣлкомъ изъ одного соединенія въ другое.

Химическая исторія двухъ другихъ элементовъ, сходныхъ съ хлоромъ, гораздо болѣе полна и поучительна. Аналогія между хлоромъ, бромомъ и іодомъ уже болѣе совершенна; не только въ свободномъ состояніи дѣйствіе этихъ элементовъ на металлы и различныя другія вещества часто весьма сходно съ дѣйствіемъ хлора; не только водородистыя соединенія

этихъ элементовъ представляютъ кислоты, въ которыхъ водородъ легко замѣщается металлами, какъ въ хлористомъ водородѣ, но даже и свойства соответственныхъ металлическихъ соединений хлора, брома и іода весьма близки между собою. Такъ, хлористые, бромистые и іодистые калий и натрій представляютъ тѣла правильной системы, растворимыя въ водѣ; хлористый кальцій, алюминій, магній, барій растворимы въ водѣ, какъ бромистыя и іодистыя соединения этихъ металловъ. Іодистое и бромистое серебро, іодистый и бромистый свинецъ также мало растворимы въ водѣ, какъ и хлористые серебро и свинецъ. Сверхъ того, даже и кислородныя соединения брома и іода представляютъ весьма большую аналогію съ подобными же соединениями хлора. Соответственно хлорноватистой кислотѣ, извѣстна бромоватистая кислота, соли которой имѣютъ такое же бѣлизильное свойство, какъ и соли хлорноватистой кислоты. Высшія кислородныя кислоты іода, брома и хлора и ихъ соли чрезвычайно сходственны между собою. Такимъ образомъ эти три элемента составляютъ одну естественную группу тѣлъ; имъ преимущественно и принадлежить общее названіе галоидовъ.

При всемъ сходствѣ, которое проявляется между этими элементами, они однако представляютъ и опредѣленную мѣру разности въ своихъ свойствахъ. Указаніе на нихъ будетъ помѣщено при описаніи соответственныхъ соединений этихъ элементовъ съ водородомъ и кислородомъ. Но прежде чѣмъ перейти къ этому, упомянемъ сперва о распространеніи брома и іода и о свойствахъ ихъ въ свободномъ состояніи.

Бромъ и **іодъ** находятся въ морской водѣ въ соединеніи съ металлами, какъ и хлоръ, въ видѣ іодистаго натрія, бромистаго натрія, бромистаго и іодистаго калия и магнія. Однако количество бромистыхъ, а особенно іодистыхъ металловъ, находящихся въ морской водѣ, столь не велико, что только чувствительными реакціями, свойственными имъ, можно открыть ихъ присутствіе. При полученіи солей (стр. 688) изъ морской воды, бывшіе въ ней бромистые металлы остаются въ маточныхъ разсолахъ, потому что не достигаютъ насыщенія и изъ этихъ маточныхъ разсоловъ они и могутъ быть извлечены, что, однако, почти не употребляемо въ технику, потому что извѣстны другіе, болѣе обильные, источники для полученія этого простаго тѣла. Затѣмъ, бромъ и іодъ, соединенные съ серебромъ, находятся вмѣстѣ съ хлористымъ серебромъ, какъ рѣдкія руды, преимущественно въ Америкѣ. Нѣкоторые минеральные источники содержатъ (стр. 102) бромистые и іодистые металлы, всегда въ подмѣси къ избытку хлористаго натрія, иногда въ количествахъ довольно значительныхъ, и



вслѣдствіе того представляется возможность при добычѣ поваренной соли изъ такихъ источниковъ извлекать по крайней мѣрѣ бромистый натрій, если не іодистый. Эти послѣдніе остаются въ маточныхъ разсолахъ, получающихся при извлеченіи изъ такой воды поваренной соли посредствомъ испаренія. Такъ, крейцнахскіе источники, около Рейна, старорусскіе источники около Ильмена и др. содержатъ бромъ и іодъ. Каменная соль нѣкоторыхъ мѣстностей также содержитъ бромистый натрій. Тѣ верхніе слои стассфуртской каменной соли (стр. 688), которые служатъ для добыванія солей калия, содержатъ также и бромистые металлы. Эти послѣдніе отличаются большою растворимостью и содержатся въ маломъ количествѣ, а оттого и скопляются при кристаллизаціи солей калия въ послѣднихъ маточныхъ разсолахъ. Замѣчательно то, что въ стассфуртской соли не находится іода, а находится только бромъ. Это зависитъ по всей вѣроятности отъ весьма малаго содержанія іода въ морской водѣ. Такимъ образомъ, минеральные источники и маточные рассолы, получающіеся при испареніи морской воды и стассфуртской каменной соли, служатъ обыкновеннымъ источникомъ для полученія брома. Балларъ и открылъ бромъ въ такихъ маточныхъ разсолахъ, которые остаются при испареніи морской воды. Изъ такихъ маточныхъ рассоловъ, содержащихъ вмѣстѣ съ бромистыми металлами и значительныя количества хлористыхъ металловъ, легко выдѣлить бромъ, вслѣдствіе того, что хлоръ легко вытѣсняетъ бромъ изъ его соединеній съ Na, Mg, Ca и многими другими. Безцвѣтный растворъ бромистыхъ и хлористыхъ металловъ, черезъ пропусканіе хлора, окрашивается въ оранжевый цвѣтъ отъ выдѣляющагося брома. Нужно только, чтобы количество хлора не было весьма велико, потому что иначе хлоръ соединяется съ выдѣляющимся бромомъ. Подобнымъ образомъ и открываютъ присутствіе брома и извлекаютъ его въ большомъ видѣ. Для открытія брома въ маточныхъ разсолахъ прибавляютъ къ нимъ нѣкоторое количество хлорной воды и эфира, а потомъ взбалтываютъ. Бромъ растворяется въ эфирѣ и съ нимъ всплываетъ на поверхность водянаго раствора. Отъ малаго содержанія брома въ растворѣ, эфиръ пріобрѣтаетъ бурокрасный цвѣтъ. Для извлеченія изъ эфира брома, достаточно взболтать его съ ѣдкимъ натромъ и полученный растворъ брома въ ѣдкомъ натрѣ (содержащій, конечно, бромистый натрій и кислородныя соли, соответствующія бромъ и происходящія отъ дѣйствія Br на KNO₃, какъ KClO и KClO³ происходятъ отъ дѣйствія Cl на KNO₃) испарить до-суха и прокалить (для разрушенія кислородныхъ солей брома), а потомъ смѣшать съ перекисью марганца

и соляной кислотой. Тогда бромъ выдѣляется, при нагреваніи, въ видѣ паровъ, сгущающихся при сильномъ охлажденіи въ жидкость. Въ практикѣ для извлеченія брома изъ маточныхъ рассоловъ поступаютъ гораздо проще. Въ особомъ аппаратѣ приготавливаютъ хлоръ и этотъ хлоръ пропускаютъ въ натрѣтые маточные рассолы. Хлоръ вытѣсняетъ бромъ и бромъ перегоняется. Иногда прибавляютъ просто къ маточному раствору небольшое количество перекиси марганца и сѣрной кислоты. Онѣ дѣлаютъ часть хлора свободнымъ и эта часть хлора выдѣляетъ бромъ. Бромъ представляетъ темнубурюю жидкость, легко дающую бурные пары. Жидкій бромъ при 0° имѣетъ плотность 3,187, а при 15° около 3,0. Запахъ его сходенъ съ запахомъ хлора и онъ дѣйствуетъ на тѣло точно также разрушительно, какъ и хлоръ. При—7°¹⁾ бромъ кристаллизуется въ желтоватосѣрыя чешуйки, сходныя съ тѣми, какія даетъ іодъ. Температура кипѣнія брома лежитъ при 58°, его очищаютъ обыкновенно перегонкою. Бромъ, какъ и хлоръ, растворимъ въ водѣ: на 1 часть брома при 5° (Цел.) требуется 28 частей воды, при 15° 30 частей воды, а при 21° 31 части. Водяной растворъ брома имѣетъ желтоватокрасный цвѣтъ и при охлажденіи выдѣляетъ кристаллы, содержащіе на частицу брома 10 частицъ воды. Спиртъ растворяетъ большее количество брома, а эфиръ еще болѣе значительное. Но въ такихъ растворахъ современемъ образуются продукты дѣйствія брома на эти органическія вещества.

Что касается до **іода**, то его извлекаютъ почти исключительно изъ золы морскихъ растений или водорослей, выбрасываемыхъ приливами океановъ на берега Франціи, Англіи и Испаніи иногда въ значительномъ количествѣ. Большинство такихъ водорослей суть породы *fucus*, *laminae* и т. п. Сплавленную золу такихъ водорослей называютъ въ Шотландіи *keel*, а въ Нормандіи *varesh*. Въ водоросляхъ скопляется уже довольно значительныя количества іода, конечно, происходящаго изъ морской же воды, но въ ней встрѣчающагося, какъ сказано выше, въ весьма малыхъ количествахъ. Можно думать, что іодъ находится въ морскихъ растеніяхъ въ соединеніи съ металлами, какъ и въ морской водѣ. Когда обжигаютъ водоросли (или, какъ нынѣ дѣлаютъ, подвергаютъ ихъ сухой перегонкѣ), тогда остается зола такихъ водорослей, подобно тому, какъ собирается зола при сжиганіи сухопутныхъ растеній. Зола послѣднихъ содержитъ преимущественно соли калия и кальція, тогда какъ зола водорослей состоитъ изъ

¹⁾ По Ловигу при—19°, по Либиху при—25°, но эти прежнія показанія относятся въ нечистому бромъ, содержащему, вѣроятно, хлоръ.

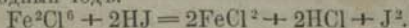


солей калия, натрія и кальція. Калий и натрій въ растеніяхъ находятся, безъ сомнѣнія, отчасти въ видѣ солей органическихъ кислотъ. Нѣкоторыя изъ такихъ солей въ нѣкоторыхъ растеніяхъ находятся въ большомъ количествѣ и извлекаются даже практически. Такъ, въ виноградномъ сокѣ находится кислая виннокалиевая соль, въ щавелѣ и кислицѣ кислая щавелевокалиевая соль, въ морскихъ растеніяхъ находятся преимущественно минеральныя соли кали и натрія. При обжиганіи, или при дѣйствіи сильнаго жара, органическія соли разлагаются, образуя углекислыя соли кали и натра. Оттого въ золѣ сухопутныхъ растений находится много углекалиевой соли, а въ золѣ морскихъ растений находится и угленатровая соль или сода. Таковую золу съ давнихъ поръ употребляютъ для полученія солей. Золу морскихъ растений подвергаютъ выщелачиванію, т. е. дѣйствію нагрѣтой воды, извлекающей изъ золы всѣ растворимыя вещества. При этомъ употребляютъ тѣ способы методическаго выщелачиванія, съ которыми мы познакомимся впоследствии. При испареніи такихъ щелоковъ выдѣляются соли ¹⁾, но часть веществъ остается въ растворѣ. Эти то маточныя растворы, остающіеся отъ полученія солей, и содержатъ въ себѣ хлоръ, бромъ и іодъ, въ соединеніи съ металлами особенно много хлора и іода. Открыть присутствіе іода въ такомъ маточномъ растворѣ весьма легко многими способами. Для этого прибавляютъ къ раствору хлорной воды, которая дѣлаетъ іодъ и бромъ свободными. Отъ прибавки большаго количества хлорной воды можетъ произойти, однако, безцвѣтное соединеніе хлора съ іодомъ, но небольшое количество хлорной воды окрашиваетъ растворъ въ бурый цвѣтъ, отъ выдѣляющагося іода. Привзбалтываніи съ эфиромъ, хлороформомъ, сѣро-углеродомъ и другими тому подобными жидкостями, іодъ растворяется въ нихъ и сообщаетъ имъ при маломъ количествѣ розовый цвѣтъ, а при большомъ количествѣ бурый цвѣтъ.

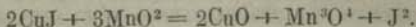
Выдѣленіе іода изъ маточныхъ растворовъ совершается сравнительно легко, потому что хлоръ выдѣляетъ іодъ изъ іодистаго калия и др. соединеній его съ металлами. Не только хлоръ вытѣсняетъ іодъ изъ іодистаго натрія, но то же дѣлаетъ и сѣрная кислота. Сѣрная кислота дѣйствуя на іодистый металлъ, дѣлаетъ іодистый водородъ свободнымъ, но іодистый водородъ легко разлагается, въ особенности въ присутствіи веществъ, способныхъ выдѣлять кислородъ, напр. хромовой

¹⁾ При испареніи выдѣляется сперва сѣрнокалиевая соль, потомъ поваренная соль, а при охлажденіи выдѣляется хлористый калий. Изъ 100 частей золы получается около 15 частей NaCl, около 3,5 K²SO³, около 20 частей KCl и менѣе 0,4 частей іода.

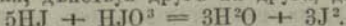
кислоты и даже солей окиси желѣза. Иодистый водородъ выдѣляетъ, напр., съ хлористымъ желѣзомъ, соответствующимъ окиси, свободный іодъ:



Если къ среднему раствору, содержащему іодистый калий, прибавить смѣси мѣднаго и желѣзнаго купоросовъ (1 часть перваго и $2\frac{1}{4}$ части втораго), то іодъ выдѣляется въ видѣ бѣлаго осадка іодистой мѣди, соответствующей закиси, причемъ соль закиси желѣза служитъ для раскисленія окиси мѣди, находящейся въ мѣдномъ купоросѣ. Нагрѣвая полученный осадокъ полуіодистой мѣди съ перекисью марганца и сѣрной кислотой, выдѣляютъ іодъ. Даже при одномъ нагрѣваніи съ перекисью марганца безъ сѣрной кислоты образуется также іодъ:



Въ практикѣ обыкновенно для извлеченія іода къ меточному раствору прибавляютъ сѣрной кислоты, нагрѣваютъ и бросаютъ перекиси марганца. Последняя освобождаетъ хлоръ, а онъ вытѣсняетъ іодъ, который и собираютъ въ пріемникахъ, потому что онъ легко возгоняется и при охлажденіи даетъ прямо кристалы. Если желаютъ воспользоваться солями, находящимися въ маточномъ растворѣ, то прямо пропускаютъ въ него хлоръ, причемъ іодъ, въ водѣ мало растворимый, выдѣляется въ твердомъ видѣ. Сѣрная кислота, содержащая въ значительномъ количествѣ азотистую, также прямо выдѣляетъ изъ маточныхъ разсоловъ іодъ, потому что выдѣляетъ изъ іодистыхъ металловъ іодистый водородъ, а этотъ послѣдній съ азотистою кислотою іодъ (стр. 464). Выдѣлившийся іодъ собираютъ, а растворъ взбалтываютъ съ нефтяною жидкостью, растворяющею іодъ. Полученную жидкость сливаютъ и взбалтываютъ съ ѣдкимъ натромъ, который съ іодомъ даетъ NaJ и NaJO^3 , какъ хлоръ NaCl и NaClO^3 . Послѣ извлеченія іода, маточные разсолы содержатъ бромъ и ихъ обрабатываютъ перекисью марганца. Изъ смѣси NaI и NaIO^3 сѣрная кислота выдѣляетъ HI и HJO^3 . Они, дѣйствуя другъ на друга, даютъ іодъ:



Для окончательнаго же разложенія HI прибавляютъ еще къ раствору окислительныхъ веществъ. Іодъ, осажденный изъ растворовъ, часто возгоняютъ.

Нынѣ значительное количество іода приготовляютъ также въ Перу изъ маточныхъ растворовъ, получающихся при кристаллизациі чилийской селитры или азотноватровой соли. Въ ней содержится KI и KIO^3 .

Такимъ образомъ, въ Англии добываютъ до 80, во Франціи до 60 и въ Перу до 15 тысячъ килограммовъ іода въ годъ.

Іодъ, получающійся непосредственно вышеописаннымъ способомъ, обыкновенно не чистъ; онъ содержитъ еще нѣкоторыя подмѣси, отъ которыхъ можетъ быть очищенъ разными способами. Чтобы получить небольшое количество чистаго іода, достаточно его взогнать и удалить первыя и послѣднія доли возгона, собирая только среднюю часть. Іодъ прямо изъ паровъ переходитъ въ кристаллическое состояніе и садится въ охлаждаемыхъ частяхъ аппарата въ видѣ листоватыхъ кристалловъ, имѣющихъ черновато-сѣрый цвѣтъ и металлическій блескъ. Его удѣльный вѣсъ равенъ 4,95. При 107° онъ плавится, а при 180° перегоняется. Пары его получаютъ при температурахъ гораздо болѣе низкихъ, потому что онъ легко испаряется, и имѣютъ фіолетовый цвѣтъ, отъ чего и получилъ іодъ свое названіе. Плотность его паровъ весьма велика, что зависитъ отъ значительнаго вѣса его атома. Стасъ получилъ чистый іодъ, осаждая водою часть его изъ насыщеннаго раствора іода, (содержащаго 4 части іода на 1 часть іодистаго калия) въ крѣпкомъ водяномъ растворѣ іодистаго калия. Такой іодъ даетъ синія пары, плавится при 114° , кипитъ выше 200° .

Запахъ іода напоминаетъ запахъ хлорноватистой кислоты и отличается характеристичностью; вкусъ его острый и терпкій. Кожу и органы тѣла онъ разрушаетъ и вслѣдствіе того нерѣдко употребляется между прочимъ и для прижиганія. Отъ малаго количества іода кожа бурѣетъ; но это окрашиваніе исчезаетъ черезъ нѣсколько времени, отчасти черезъ улетучиваніе іода. Вода растворяетъ только $\frac{1}{3000}$ долю іода. Черезъ это получается бурый растворъ, который дѣйствуетъ бѣлящимъ образомъ, но уже гораздо слабѣе, чѣмъ бромъ и хлоръ. Вода, содержащая въ своемъ растворѣ соли, въ особенности іодистые металлы, растворяетъ іодъ уже въ значительномъ количествѣ и такой растворъ имѣетъ темнобурый цвѣтъ. Чистый спиртъ растворяетъ небольшое количество іода, черезъ что приобретаетъ бурый цвѣтъ; но отъ содержанія въ спиртѣ небольшого количества іодистыхъ соединений, напр. іодистаго этила, растворимость іода въ спиртѣ весьма значительно увеличивается. Этотъ фактъ представляетъ прекрасный примѣръ того, что сходственные соединения представляютъ легчайшіе способы для растворенія. Эфиръ растворяетъ іодъ въ большемъ количествѣ, чѣмъ спиртъ; но особенно растворяется іодъ въ жидкихъ углеродистыхъ водородахъ, въ сѣрнистомъ углеродѣ и въ хлороформѣ. Малое количество іода, растворенное въ сѣрнистомъ углеродѣ, окрашиваетъ его уже въ розовый цвѣтъ; при нѣсколько большемъ количествѣ получается фіолетовое окрашиваніе. Хлороформъ (но только

совершенно очищенный отъ спирта) окрашивается также въ розовый цвѣтъ отъ малаго количества іода. Если въ хлороформѣ содержался спиртъ, то окрашиваніе получается бурое, однако, переходящее въ розовое отъ взбалтыванія съ водою. Это даетъ легкую возможность опредѣлять присутствіе іода въ малыхъ количествахъ. То синее окрашиваніе, которое свободный іодъ даетъ **съ крахмаломъ** можетъ служить также, какъ упомянуто уже ранѣе (стр. 324), для открытія іода.

Если мы сравнимъ четыре разсмотрѣнные нами элемента: фторъ, хлоръ, іодъ и бромъ, то можемъ видѣть въ нихъ весьма замѣчательный примѣръ сходственныхъ соединеній, отличающихся между собой физическими свойствами въ томъ же самомъ порядкѣ, въ какомъ они отличаются и атомнымъ вѣсомъ. Если мы представимъ себѣ тѣла сходственнымъ образомъ составленныя, но отличающіяся атомнымъ вѣсомъ, то мы должны полагать, что при бѣльшемъ атомномъ вѣсѣ, какъ и при бѣльшемъ вѣсѣ частицы получится вещество, обладающее высшимъ удѣльнымъ вѣсомъ, высшею температурою кипѣнія и цѣлымъ рядомъ свойствъ, зависящихъ отъ этого измѣненія въ основныхъ свойствахъ. Бѣльшій атомный вѣсъ долженъ опредѣлять и бѣльшее взаимное притяженіе частицъ, слѣдовательно труднѣйшее ихъ раздѣленіе и бѣльшее ихъ взаимное притяженіе. Такой случай мы встрѣчаемъ весьма наглядно въ тѣлахъ полимерныхъ, напр. въ углеродистыхъ водородахъ, выражаемыхъ формулою C^nH^{2n} . Мы видѣли, дѣйствительно, что углеродистые водороды, заключающіе C^2H^4 , C^3H^6 , суть тѣла газообразныя; при бѣльшемъ вѣсѣ частицы, напр. углеродистые водороды C^4H^{10} , C^5H^{14} и т. д. суть жидкости, при еще бѣльшемъ вѣсѣ частицы—тѣла твердыя. Таково же отношеніе между названными четырьмя элементарными тѣлами. Хлоръ представляетъ атомный вѣсъ меньшій, чѣмъ бромъ и іодъ и онъ есть газъ, тогда какъ бромъ есть жидкое тѣло, а іодъ тѣло твердое. Фторъ, безъ всякаго сомнѣнія, есть газъ, хотя до сихъ поръ въ отдѣльности съ достовѣрностью не полученный. Его атомный вѣсъ еще меньше, чѣмъ хлора, и потому можно думать, что онъ будетъ стучаться въ жидкость еще труднѣе, чѣмъ хлоръ. Хлоръ въ свободномъ состояніи кипитъ только при -35° , бромъ кипитъ при $+60^\circ$, іодъ только выше $+180^\circ$. Въ газообразномъ состояніи плотности паровъ названныхъ элементовъ должны быть, по закону объемовъ, пропорціональны атомнымъ вѣсамъ, и это въ дѣйствительности наблюдается. Но здѣсь, по крайней мѣрѣ приблизительно, и въ жидкомъ состояніи, и въ твердомъ, плотности относятся точно также, какъ вѣса атомовъ. Чтобы это провѣрить, должно для жидкаго и твердаго состоянія раздѣлить вѣсъ частицъ

на соответственныя плотности. Если бы соотношеніе было полное, то получились бы частныя почти одинаковыя, какъ они получаются для газообразнаго состоянія. Въ дѣйствительности здѣсь получаютъ числа приближенныя, но не тождественныя. Это зависитъ, по всей вѣроятности, отъ того, что сличеніе производится здѣсь не при одинаковыхъ условіяхъ: плотность іода извѣстна въ твердомъ видѣ, а брома въ жидкомъ видѣ при обыкновенной температурѣ, хлора—только при очень низкой температурѣ. Пай галондовъ суть:

$$F=19, Cl=35,5 Br=80, J=127 \text{ } ^1)$$

Пай брома почти что занимаетъ средину между паями хлора и іода, какъ бромъ по свойствамъ. Плотность жидкаго хлора=1,3, брома 3,0 и іода 4,9, отношеніе тоже какъ и для павъ.

Что касается химическаго характера, то бромъ и іодъ представляютъ во множествѣ отношеній большое сходство съ характеромъ хлора. Они также, какъ и хлоръ, соединяются съ металлами, причеиъ отдѣляютъ даже свѣтъ и теплоту. Точно также и относятся они къ сѣрѣ и фосфору, къ амміаку и ѣдкому кали. Такъ напр. при дѣйствіи ѣдкаго кали образуется бромистый калий и бромокалиевая соль, совершенно точно такъ, какъ при дѣйствіи хлора на ѣдкое кали образуется хлористый калий и хлорокалиевая соль. Хлористые, бромистые и іодистые калий, натрій, кальцій, барій и многіе другіе въ водѣ растворимы и представляютъ множество сходственныхъ признаковъ, даже, при кристаллизаци, одинаковыя кристаллическія формы. Бромистые и іодистые серебро, свинецъ, мѣдь (соответственная закиси) и ртуть (соответственная закиси) въ водѣ не растворяются, какъ и соответственныя хлористые металлы. Однако двуіодистая ртуть нерастворима въ водѣ и обладаетъ краснымъ цвѣтомъ, тогда какъ двухлористая и двубромистая ртуть безцвѣтны и растворимы. Іодистый палладій представляетъ вещество черное, въ водѣ не растворимое, тогда какъ хлористыя и бромистыя соединенія палладія—растворимыя бурныя вещества ²⁾). Большинство бромистыхъ и іодистыхъ металловъ приготовляютъ изъ іода и брома такимъ образомъ, что образуютъ сперва бромистое и іодистое желѣзо, смѣшивая желѣзные опилки съ водою, бромомъ и іодомъ и потомъ полученную соль, посредствомъ двойнаго разложенія, превращаютъ въ бромистые и іодистые металлы. Конечно, для этой цѣли можно было бы употреблять и кислоты: іодистоводородную и бромистоводородную, но эти послѣднія

¹⁾ Объ опредѣленіи и отношеніи павъ этихъ элементовъ будетъ говорить въ второй части.

²⁾ Цѣль и пользуются для отдѣленія іода отъ брома.

не находятся въ торговлѣ, приготовляются не столь легко, какъ хлористоводородная кислота и потому такого способа избѣгаютъ. Если, однако, уже имѣются іодистоводородная и бромистоводородная кислоты¹⁾, то онѣ могутъ служить для приготовления бромистыхъ и іодистыхъ металловъ, совершенно точно такъ, какъ и хлористый водородъ для получения хлористыхъ металловъ. Такимъ образомъ, по отношенію къ металламъ, хлоръ, бромъ и іодъ чрезвычайно сходственны между собою. Но въ этомъ отношеніи должно замѣтить, что хлоръ вытѣсняетъ бромъ и іодъ изъ ихъ соединенийъ съ К, Na, Mg, Ca и т. п., а бромъ вытѣсняетъ притомъ іодъ. Для серебра эти отношенія обратны. Такъ іодистый калий, дѣйствуя на хлористое серебро, даетъ іодистое серебро и хлористый калий. Подобныя различія обыкновенно относятъ, къ такъ называемому, специальному средству опредѣленныхъ элементовъ. Но и въ этомъ отношеніи часто хлоръ, бромъ и іодъ сходны между собою, особенно хлоръ съ бромомъ. Они сходственны также и по отношенію къ кислороду, хотя здѣсь представляется уже довольно значительная мѣра различія, находящаяся въ тѣсной связи съ тѣмъ различіемъ, какое представляютъ эти металлоиды по **отношенію къ водороду**. Мы видѣли, что водородъ съ хлоромъ соединяется тотчасъ при дѣйствіи свѣта, не только при накаливаніи; знаемъ также, что образующійся хлористый водородъ очень постояенъ и трудно разлагается. Бромъ при обыкновенной температурѣ уже не соединяется съ водородомъ; однако онъ дѣйствуетъ на многія водородистыя вещества совершенно какъ хлоръ, отнимая отъ нихъ водородъ и становясь нерѣдко на его мѣсто. Бромная вода при дѣйствіи прямыхъ солнечныхъ лучей обезцвѣчивается и въ растворѣ получается бромистый водородъ. Изъ амміака бромъ выдѣляетъ свободный азотъ, т. е. отнимаетъ вполне водородъ. Какъ хлоръ, бромъ дѣйствуетъ бѣлящимъ и разрушающимъ образомъ на большинство органическихъ веществъ. Бромъ только при высокой температурѣ соединяется съ водородомъ и то не вполне, а іодъ только въ присутствіи накаленной платины и то въ маломъ количествѣ, и образованный іодистый водородъ весьма легко разрушается даже отъ дѣйствія свѣта. На водородистыя вещества іодъ дѣйствуетъ уже слабо, бѣлить и разрушаетъ органическія вещества только въ немногихъ случаяхъ, что и зависитъ, конечно, отъ его сравнительно менѣе энергическаго отношенія къ водороду.

¹⁾ Для того берутъ 20 частей сѣры и 250 частей брома, а происходящую бромистую сѣру разлагаютъ водою со щелочью. Вода даетъ съ бромистою сѣрою сѣрную кислоту и бромистый водородъ (какъ PCl^2 съ водою стр. 743), а этотъ послѣдній со щелочью бромистый металлъ.

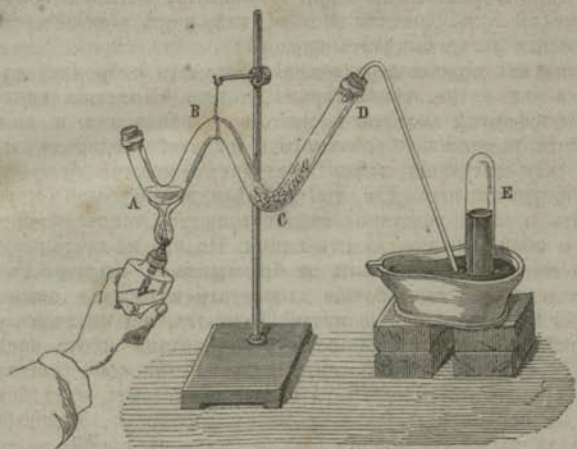
Напротивъ того, **іодистый водородъ** дѣйствуетъ даже какъ **возстановляющее средство** посредствомъ содержащагося въ немъ водорода, при чемъ іодъ становится свободнымъ. HCl въ большей части случаевъ ¹⁾ такъ не дѣйствуетъ: даже для брома такого рода реакціи не извѣстны. Іодистый водородъ способенъ отнимать кислородъ отъ очень многихъ веществъ, чѣмъ пользуются даже очень часто, въ особенности при изслѣдованіи органическихъ соединений, содержащихъ кислородъ. Такъ, іодистый водородъ отнимаетъ кислородъ отъ многихъ спиртовъ, содержащихъ значительное количество кислорода, напр. отъ глицерина, маннита и т. п. Онъ раскисляетъ сѣрную кислоту и превращаетъ ее въ сѣрнистую; окись желѣза онъ превращаетъ закись, хромовую кислоту въ окись хрома и т. д. Такого рода разложенія требуютъ иногда определенной крѣпости растворовъ іодистаго водорода, но во всякомъ случаѣ получается свободный іодъ, а водородъ идетъ на раскисленіе. Этимъ показывается явственно то малое средство, какое существуетъ между іодомъ и водородомъ, сравнительно съ тѣмъ отношеніемъ, которое замѣчается между водородомъ и хлоромъ. Вслѣдствіе этой то легкой разрушаемости іодистаго водорода, іодъ и представляетъ нѣкоторыя, на первый разъ кажущіяся рѣзкими, различія отъ хлора. Такъ напр. изъ іодистаго калия нельзя получить іодистоводородной кислоты тѣмъ способомъ, какимъ получается хлористый водородъ изъ хлористаго калия или изъ хлористаго натрія. Сѣрная кислота здѣсь дѣлаетъ также іодистый водородъ свободнымъ; но выдѣляющійся іодистый водородъ дѣйствуетъ возстановляющимъ образомъ на сѣрную кислоту, выдѣляется сѣрнистый газъ и іодъ становится свободнымъ. Замѣчательно здѣсь особенно то, что тотъ же самый сѣрнистый газъ, который происходитъ при дѣйствіи іодистаго водорода на сѣрную кислоту, можетъ окислиться на счетъ іода, если этотъ послѣдній будетъ взятъ въ слабомъ водяномъ растворѣ. Если іодистую воду смѣшать съ весьма слабымъ растворомъ сѣрнистаго газа, то іодъ дѣйствуетъ на сѣрнистый газъ окисляющимъ образомъ и самъ превращается въ іодистый водородъ. Тотъ же іодистый водородъ, взятый въ крѣпкомъ растворѣ, дѣйствуетъ на образующуюся въ предъидущей реакціи сѣрную кислоту возстановляющимъ образомъ и дѣлаетъ іодъ свободнымъ. Такимъ образомъ двѣ противоположныя реакціи совершаются между іодомъ и тѣми же веществами, смотря по

¹⁾ Однако превращеніе HCl въ хлоръ, при дѣйствіи окисляющихъ веществъ, есть именно случай подобнаго возстановительнаго дѣйствія хлористаго водорода съ выдѣленіемъ хлора, какъ при возстановительномъ дѣйствіи HJ выдѣляется іодъ. Вся разность количественная, а не качественная. Многія окислительныя вещества, которыя не возстановляются HCl , часто возстановляются HJ .

крѣпости растворовъ. Въ бромистомъ водородѣ та же самая возстановительная способность существуетъ, но весьма мало развита. Если бромистый калий облить сѣрной кислотой и нагрѣвать, то выдѣляется бромистый водородъ, помѣшанный съ парами брома и съ сѣрнистымъ газомъ. Последніе происходятъ оттого, что часть выдѣляющагося бромистаго водорода разлагаетъ сѣрную кислоту, образуя бромъ и сѣрнистый газъ. Азотная кислота, какъ и всѣ вообще кислоты, способны легче выдѣлять кислородъ, чѣмъ сѣрная кислота, производить подобное разложеніе іодистаго и бромистаго водорода еще легче, чѣмъ сѣрная кислота. Но такія кислоты, какъ фосфорная кислота, хлористоводородная и т. п., не производятъ разложенія бромистаго и іодистаго водорода, и потому для полученія этихъ послѣднихъ можно употреблять фосфорную кислоту. Для той же цѣли можно было бы употреблять и такія возстановляющія вещества, какъ сѣрнистый газъ и соли, ему соотвѣтственныя. Но это не даетъ возможности получить **іодистый и бромистый водородъ** въ чистомъ видѣ. Отъ дѣйствія хлористаго водорода также выдѣляется бромистый и іодистый водородъ, но въ этомъ случаѣ смѣшиваются съ хлористымъ водородомъ и отъ послѣдняго съ трудомъ отдѣляются. Наилучшій способъ для полученія бромистаго и іодистаго водорода состоитъ въ дѣйствіи воды на соединенія іода и брома съ фосфоромъ. Можно было бы брать также соединенія іода и брома съ сѣрой, но такія соединенія даютъ сѣрнистый газъ и сѣрную кислоту, на которыя бромистый водородъ можетъ дѣйствовать, и потому реакція не вѣрна. Напротивъ того, при употребленіи фосфора получаютъ вещества, на которыя бромистый и іодистый водородъ не дѣйствуютъ, и потому они употребляются предпочтительнѣе всѣхъ другихъ способовъ. Бромъ, соединяясь съ фосфоромъ, даетъ трех—и пятибромистый фосфоръ, которые отъ дѣйствія воды разлагаются такимъ образомъ, что кислородъ воды переходитъ къ фосфору, а водородъ къ брому, черезъ что образуются фосфористая и фосфорная кислоты и бромистый водородъ. Съ тѣми реакціями, которыя свойственны галоиднымъ соединеніемъ брома съ фосфоромъ, мы познакомимся, описывая этотъ послѣдній элементъ, а теперь укажемъ только на тотъ пріемъ, который употребляется для полученія галоидныхъ кислотъ съ помощью фосфора. Обыкновенно ¹⁾ не готовятъ предварительно іодистаго и бромистаго фосфора, а прямо приводятъ во взаимное прикосновеніе іодъ и бромъ съ фосфоромъ и водой. Если смѣшеніе этихъ веществъ сдѣлать

¹⁾ Но если желаютъ пропускать долго ПЗ, лучше всего сперва приготовить РЗ² и на него при слабомъ нагрѣваніи приливать по каплямъ воду.

безъ предосторожности, то происходятъ сильныя взрывы, отъ быстрого образованія значительнаго количества газовъ и отъ большаго отдѣленія тепла, происходящаго отъ дѣйствія брома и іода на фосфоръ. Для того, чтобы такое разложеніе произвести съ медленностью, мало по малу, употребляютъ аппаратъ, изображенный на фиг. 151. Берутъ изогнутую трубку, ка-

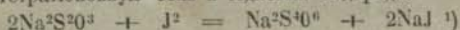


Фиг. 151. Приборъ для приготовленія бромистаго водорода дѣйствіемъ паровъ брома на влажный фосфоръ $\frac{1}{4}$.

кая изображена на фигурѣ; въ часть С помѣщаютъ куски фосфора, перемежающаго съ стеклянными осколками и смоченнаго водою; при этомъ фосфоръ только слегка окисляется на счетъ кислорода, оставшагося въ трубкѣ. Въ изогнутую часть А наливаютъ бромъ или кладутъ іодъ и, заперевъ открытый конецъ трубки пробкой, этотъ бромъ или іодъ пр-вращаютъ въ паръ, посредствомъ нагрѣванія; тогда пары брома или іода понемногу приходятъ въ прикосновеніе съ фосфоромъ и водою и даютъ бромистый или іодистый водородъ, которъ при маломъ количествѣ воды выдѣляется въ газообразномъ видѣ, при большемъ же количествѣ воды растворяются въ ней. (Для безопасности этого опыта удобнѣе всего брать не обыкновенный фосфоръ, а красный, тогда реакція совершается медленно, и если красный фосфоръ смочить въ водородномъ аппаратѣ водою и потомъ мало по малу, по каплямъ, приливать брома, или, еще лучше, раствора брома въ бромистомъ калиѣ, то выдѣленіе бромистаго водорода совершается весьма спокойно. Для приготовленія іодистаго водорода мож-

но употреблять также красный фосфоръ, который обливаютъ водою и смѣшиваютъ съ іодомъ. Смѣшивая 14 частей іодистаго калия съ 20 частями іода и съ $1\frac{1}{2}$ частями фосфора, и потомъ обливая смѣсь водою, получаютъ правильное отдѣленіе іодистоводороднаго газа. Бромистый водородъ постояненъ и не разрушается сѣрной кислотой, даже довольно крѣпкою, и потому, для приготовления водянаго раствора бромистаго водорода, можно прямо дѣйствовать на бромистый калий или бромистый барій сѣрною кислотой.

Іодистый водородъ въ водяномъ растворѣ готовится не рѣдко такимъ образомъ, что іодъ бросаютъ въ воду и въ такую воду пропускаютъ сѣрнистый водородъ; тогда сѣра выдѣляется, а на мѣсто ея становится іодъ, образуя іодистый водородъ. Употребляя для такого приготовления реторту, перевернутую дномъ вверхъ, можно весьма удобно добывать HI. Въ реторту кладутъ іодъ и наливаютъ воду въ такомъ количествѣ, чтобы, при обращеніи реторты шейкой и дномъ вверхъ, вода наполняла всю выдутую часть реторты. Тогда въ шейку реторты вставляютъ трубку и черезъ нее пропускаютъ сѣрнистоводородный газъ. Избытокъ его будетъ скопляться въ ретортѣ и не можетъ выходить иначе, какъ черезъ большой слой жидкости, а потому дѣйствіе его будетъ полное. Іодистый водородъ при этомъ получается въ растворѣ. Особенно хорошо при этомъ прибавлять сѣро-углеродъ, который сперва растворяетъ іодъ, а потомъ сѣру. Смѣсь сѣристонатровой и сѣриоватистонатровой солей съ іодомъ также даетъ іодистый водородъ; это представляетъ весьма замѣчательную реакцію, которою можно пользоваться во многихъ случаяхъ. Такъ напр. сѣриоватистонатровая соль съ свободнымъ іодомъ образуетъ тетраіонивную соль и іодистый водородъ:



Сѣриоватисто-
натровая соль.

іодъ.

Тетраіо-
натр. соль.

іодист.
натрій.

Изъ полученной смѣси при кипяченіи выдѣляется іодистоводородная кислота. Водяной растворъ іодистаго водорода при нагреваніи выдѣляетъ сперва воду, какъ слабая азотная кислота, и когда температура кипяченія дойдетъ до 127° , тогда перегоняется растворъ, содержащій 10% іодистаго водорода. Подобнымъ же образомъ относится и бромистый водородъ къ водѣ. Но такіе, постоянно кипящие, растворы могутъ поглощать еще значительное количество іодистаго и бромистаго водорода и образуютъ тогда растворы, дымящіе на воздухѣ. Для приготовления дымящейся іодистоводородной кислоты, употребляютъ постоянно кипящій растворъ, приготовленный однимъ изъ предыдущихъ способовъ, и при охлажденіи насыщаютъ его іодистоводороднымъ газомъ. Вода, насыщенная на холоду іодистымъ водородомъ,

1) Этою реакціею пользуются для опредѣленія количества іода, измѣряя количество сѣриоватисто-натровой соди необходимой для превращенія всего іода въ іодистый водородъ. А полное превращеніе іода въ HI узнать потому, что тогда не происходитъ окрашиванія съ крахмаломъ. По количеству же іода можно судить часто и о количествѣ другихъ веществъ, напр. хлора, и др. окисляющихъ веществъ, и. ч. они изъ HI выдѣляютъ іодъ.

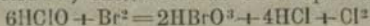
при нагрѣваніи выдѣляетъ его, пока температура не дойдетъ до 127° ; тогда перегоняется постоянно кипящій растворъ, совершенно точно такъ, какъ при азотной кислотѣ, содержащей болѣе 64% азотной кислоты, выдѣляется сперва азотная кислота, а потомъ ея гидратъ. Такимъ образомъ изъ всякаго раствора іодистаго водорода въ водѣ, черезъ нагрѣваніе, получается постоянный, при 127° кипящій растворъ, имѣющій удѣльный вѣсъ 1,7. Постоянный растворъ бромистаго водорода кипитъ при 120° и содержитъ $\text{HBr}\cdot\text{H}_2\text{O}$, удѣльный вѣсъ его 1,49.

Въ безводномъ состояніи бромистый и іодистый водородъ представляютъ газы чрезвычайно сходные съ хлористымъ водородомъ, точно такъ, какъ онъ, сгущающіеся въ жидкость, значительно растворимые въ водѣ. Плотность ихъ паровъ опредѣляется ихъ частичными вѣсами. Въ газообразномъ состояніи обѣ эти кислоты довольно постоянны, но измѣняются въ водяномъ растворѣ, особенно іодистоводородная кислота; она измѣняется даже отъ дѣйствія воздуха и свѣта, выдѣляя свободный іодъ, и потому, сперва безцвѣтная, она становится со временемъ бурой. Металлы выдѣляютъ изъ газообразной кислоты, точно также, какъ и изъ растворенной, водородъ, образуя бромистые и іодистые металлы. Водяные растворы кислотъ, подобно соляной кислотѣ, оказываютъ во всѣхъ отношеніяхъ явственныя свойства сильныхъ кислотъ.

Іодистый водородъ разлагается съ выдѣленіемъ іода не только крѣпкою сѣрною кислотой, но также и многими другими кислородными веществами, причѣмъ водородъ іодистаго водорода съ кислородомъ взятыхъ веществъ даетъ воду, и потому іодистый водородъ дѣйствуетъ во множествѣ случаевъ *возстановительно*, съ выдѣленіемъ іода; особенно явственно такое возстановительное дѣйствіе іодистаго водорода при дѣйствіи на азотистую кислоту и ея соли, на хлорноватую кислоту, хромовую, хлорную кислоту и тому подобныя соединенія галондовъ съ водородомъ и на соли окиси желѣза, на крѣпкую азотную и сѣрную кислоты и т. п. Но слабая азотная кислота, точно также, какъ и слабая сѣрная кислота, не измѣняетъ іодистаго водорода. Хлоръ вытѣсняетъ бромъ и іодъ изъ ихъ соединеній съ водородомъ, что явственно показываетъ меньшее постоянство соединеній іода и брома съ водородомъ, чѣмъ хлора. Также дѣйствуютъ всѣ тѣ хлористые металлы, которые легко отдѣляютъ часть своего хлора, такъ напр. хлористое желѣзо, соответствующее окиси. Бромъ также дѣйствуетъ на іодистый водородъ, вытѣсняя свободный іодъ и отнимая, значитъ, водородъ отъ іодистаго водорода. Но если будетъ взятъ избытокъ хлора и брома при ихъ дѣйствіи на іодистый водородъ, то вытѣсненный іодъ соединяется съ

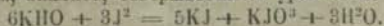
хлоромъ и бромомъ, образуя тогда особыя соединенія, обладающія весьма характеристическими реакціями. Такъ, при пяти паяхъ хлора и одномъ паяхъ іода образуется пятихлористый іодъ, представляющій соединеніе безцвѣтное, которое растворяется въ хлороформѣ и другихъ жидкостяхъ, не сообщая имъ окрашиванія. Этимъ даже можно пользоваться для количественнаго опредѣленія іода, потому что свободный іодъ, какъ мы видѣли, даже въ малыхъ количествахъ сообщает хлороформу явственное розовое окрашиваніе. При прибавленіи опредѣленнаго количества хлорной воды, можно достигъ до того, что окрашиваніе это будетъ исчезать, при чемъ будетъ происходить пятихлористый іодъ. Бромистый водородъ не разлагается жаромъ, какъ HI, но ртуть, неразлагающая HCl даже при 200°, разлагаетъ HBr при 100°, образуя HgBr и выдѣляя водородъ, что производится HI легко даже при обыкновенной температурѣ, Серебро, невыдѣляющее водорода даже съ сѣрною кислотою, легко разлагаетъ іодистоводородную, выдѣляя водородъ и образуя AgI.

Хлоръ вытѣсняетъ іодъ и бромъ изъ ихъ соединеній съ водородомъ, но зато, обратно, бромъ и іодъ вытѣсняютъ хлоръ изъ его соединеній съ кислородомъ и изъ кислородныхъ кислотъ, хлору соответствующихъ. Такъ, если мы возьмемъ растворъ хлорноватистой кислоты и будемъ прибавлять къ нему брома, то выдѣляется свободный хлоръ и образуется **бромноватая кислота**, сходственная съ хлорноватою:



Эта же самая бромноватая кислота происходитъ и при совершенно тѣхъ же обстоятельствахъ, при которыхъ образуется хлорноватая кислота, т. е. при прибавленіи брома къ нагрѣтому раствору фъаго кали. Бромноватокалиевая соль также мало растворима въ водѣ, какъ и хлорноватокалиевая соль, и съ нею чрезвычайно сходственна, какъ и бромноватая кислота съ хлорноватою. Бромъ соответствуетъ также и бромноватистая кислота HBrO, аналогичная съ хлорноватистой кислотой, и образуется она при тѣхъ же обстоятельствахъ, какъ и хлорноватистая, оказываетъ такое же бѣдильное дѣйствіе, какъ и послѣдняя, представляетъ полную съ ней аналогію. Мало изслѣдована.

Гораздо болѣе отдалены отъ свойствъ хлорноватой кислоты свойства **іодноватой кислоты** HIO³. Іоду не извѣстно соответственной іодноватистой кислоты. Если прибавлять іода къ раствору фъаго кали, то образуется, по видимому, при всѣхъ обстоятельствахъ одна іодноватокалиевая соль, а іодноватистокалиевой соли не происходитъ. Реакція, значить, совершается по уравненію:



Та же іодноватая кислота получается и при многихъ другихъ обстоятельствахъ, напр. при дѣйствіи крѣпкой (удѣльнаго вѣса 1,5) азотной кислоты на мелко растертый іодъ. Слабая азотная кислота однако вовсе на него не дѣйствуетъ. Для удаленія, послѣ дѣйствія,

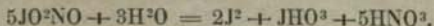


избытка азотной кислоты, полученный растворъ іодноватой кислоты должно нагрѣть немного выше 100° и пропускать струю воздуха, который уноситъ послѣдніе слѣды азотной кислоты. При этомъ получается прямо свободная іодноватая кислота. Та же самая іодноватая кислота образуется въ видѣ баритовой соли, если іодъ смѣшать съ воднымъ растворомъ хлористаго барія и черезъ такую смѣсь пропускать хлорный газъ; тогда осаждается іодноватобаритовая соль. При этомъ вѣроятно образуется вышеупомянутый пятихлористый іодъ, который, при дѣйствіи на воду, образуетъ іодноватую кислоту, выделяющую съ хлористымъ баріемъ мало растворимую іодноватобаритовую соль. Хлористый водородъ, который долженъ выделяться при этомъ изъ хлористаго барія, будетъ выделять хлоръ, потому что кислородъ іодноватой кислоты отнимаетъ отъ него водородъ. При прямомъ дѣйствіи раствора фдеаго барита на іодъ, образуется та же самая іодноватобаритовая соль. Последняя можетъ служить легко для полученія іодноватой кислоты, потому что съ сѣрною кислотою выделяетъ сѣриобаритовую соль, нерастворимую въ водѣ, и іодноватую кислоту, остающуюся въ растворѣ. Если взять растворъ бертолетовой соли (75 частей на 400 воды) и прибавить къ нему іода (80 частей), а потомъ небольшое количество азотной кислоты, то при кипяченіи выделяется хлоръ, а въ растворѣ образуется іодноватокалиевая соль. При этомъ азотная кислота выделяетъ сперва нѣкоторую часть хлорноватой, а эта послѣдняя выделяетъ съ іодомъ хлоръ. Образующаяся же іодноватая кислота дѣйствуетъ и на новое количество бертолетовой соли, дѣлаетъ часть хлорноватой кислоты свободною, и такимъ образомъ дѣйствіе продолжается до конца. Очевидно, что здѣсь можетъ происходить тотъ хлористый іодъ, о которомъ выше упомянуто, также какъ и тогда, когда хлорный газъ пропускается въ воду, содержащую іодъ, причемъ, конечно, образуется нѣкоторое количество іодноватой кислоты отъ дѣйствія воды на хлористый іодъ. Іодноватая кислота, полученная при кипяченіи іодноватобаритовой соли съ слабою сѣрною кислотою, при выпариваніи выделяетъ кристаллы водной кислоты; однако при этомъ іодноватую кислоту удерживается часть сѣрной кислоты. Для удаленія этой свободной сѣрной кислоты, нужно прибавить къ раствору еще вновь нѣкоторое количество іодноватобаритовой соли, прокипятить, процѣдить и вновь кристаллизовать растворъ. Іодноватая кислота, HIO^2 , растворима въ водѣ и спиртѣ и замѣчательна въ томъ отношеніи, что теряетъ воду чрезвычайно легко, даже при температурѣ 30 и 40° (С). При 170° вода совершенно выделяется и остается ангидридъ I^2O^5 , представляющій бѣлый кристаллическій порошокъ, который плавится при нагрѣваніи и тогда же разлагается на іодъ и хлородъ. Этотъ ангидридъ съ водою вновь даетъ гидратъ. Весьма замѣчательно, что іодноватая кислота, аналогичная съ азотной кислотой, хлорноватой, съ метафосфорной кислотой и съ другими кислотами, представляетъ способность выделять воду и образовывать ангидридъ. Неизвѣстно ни одной другой одноосновной кислоты, которая бы обладала этою способностью.

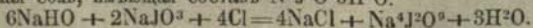
Іодноватая кислота дѣйствуетъ какъ сильное окисляющее вещество, даже болѣе энергическое въ этомъ отношеніи, чѣмъ азотная

кислота, притомъ окислительное дѣйствіе ея болѣе полно, потому что она раскисляется всегда непосредственно до іода, тогда какъ азотная кислота даетъ при окислительномъ своемъ дѣйствіи низшія степеня окисленія. Водяной растворъ іодноватой кислоты окисляетъ почти всѣ металлы, кромѣ золота и платины, не говоря уже о такихъ веществахъ, которыя окисляются азотною кислотою. Но дѣйствіе здѣсь иногда усложняется, такъ напр. сѣрнистый газъ окисляется іодноватой кислотой въ сѣрную кислоту, съ выдѣленіемъ іода; но іодъ съ новымъ количествомъ сѣрнистаго газа даетъ іодистоводородную кислоту и сѣрную. Іодистоводородная кислота, если будетъ встрѣчать новое количество іодноватой кислоты, выдѣляетъ съ ней іодъ; такъ что, если будетъ избытокъ іодноватой кислоты, въ результатъ получится свободной іодъ; если же будетъ избытокъ сѣрнистой кислоты, то въ результатъ получается іодистый водородъ, а свободнаго іода не будетъ. Впрочемъ, такая реакція произойдетъ только тогда, когда сѣрная кислота, образующаяся въ жидкости, будетъ весьма значительно разбавлена водою; въ крѣпкихъ растворахъ сѣрная кислота будетъ дѣйствовать разрушительнымъ образомъ на іодистый водородъ. Подобно сѣрнистому газу дѣйствуютъ и многія другія вещества, способныя окисляться. Хлористый водородъ съ іодноватой кислотой выдѣляетъ хлоръ и образуетъ треххлористый іодъ. Соли іодноватой кислоты замѣчательны въ томъ отношеніи, что очень часто представляютъ способность легко давать основныя соединенія, такъ что, можетъ быть, іодноватая кислота въ этомъ отношеніи подобна метафосфорной кислотѣ, способной давать основныя соли, соотвѣтствующія, однако, новой опредѣленной фосфорной кислотѣ, такъ называемой—обыкновенной фосфорной кислотѣ, какъ мы это увидимъ впоследствии. Соли іодноватой кислоты разлагаются нагрѣваніемъ и тѣлами, способными окисляться, точно также, какъ и соли хлорноватой кислоты. Іодноватая кислота замѣчательна еще въ томъ отношеніи, что соединяется со многими кислотами. Смѣшивая крѣпкій растворъ ея съ сѣрною, азотною, фосфорною кислотою, получаютъ выдѣленіе кристаллическаго соединенія, содержащаго обѣ вѣтвляемыя кислоты. Такъ напр. извѣстно соединеніе, заключающее въ себѣ сѣрную и іодноватую кислоты, а именно на 3 пая первой 2 пая второй. Такія соединенія, однако, разлагаются на отдѣльныя кислоты. Изъ всего этого ясно, что іодъ образуетъ кислоты уже не столь энергическія, какъ кислоты хлора, и обладающія уже отчасти свойствами промежуточныхъ гидратовъ.

Если сухой, мелко растертый іодъ на холоду обливаетъ самой крѣпкой азотною кислотою, то образуется желтый порошокъ, разлагающійся отъ воды и дающій при этомъ іодъ, **Іодную** и азотную **кислоты**. Должно полагать, что происходящее желтое вещество представляетъ составъ JO^2NO , который съ водою реагируетъ такимъ образомъ:

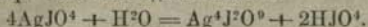


Если іодноватонатровую соль смѣшать съ растворомъ ѣдкаго натра и нагрѣть, то при пропусканіи хлора выдѣляется трудно растворимая соль, имѣющая составъ $\text{N}^4\text{J}^2\text{O}^93\text{H}^2\text{O}$:





Впрочемъ, не вся іодная кислота, находящаяся въ іодноватонатроной соли, превращается въ вышеназванное соединеніе. Образующееся соединеніе мало растворимо въ водѣ, но легко растворяется въ самомъ слабomъ растворѣ азотной кислоты. Если къ такому раствору прибавить азотносеребряной соли, то происходитъ осадокъ, содержащій въ себѣ соответственное соединеніе серебра, $\text{AgI}^2\text{O}^9\text{3H}^2\text{O}$. Если это мало растворимое серебряное соединеніе растворить въ нагрѣтой азотной кислотѣ, то при испареніи выделяются оранжевые кристаллы соли, имѣющей составъ AgJO^4 . Эта послѣдняя образуется изъ предыдущей соли черезъ отнятіе азотною кислотою окиси серебра. $\text{Ag}^4\text{I}^2\text{O}^9 + 2\text{HNO}^3 = 2\text{AgNO} + 2\text{AgJO}^4$. Эта соль водою разлагается такимъ образомъ, что вновь образуется предыдущая соль, а въ растворѣ остается іодная кислота:



Образующаяся кислота, значитъ, соответствуетъ хлорной кислотѣ. Растворъ іодной кислоты, вываренной въ безвоздушномъ пространствѣ, выделяетъ призматическіе кристаллы іодной кислоты, содержащія кристаллизационную воду, $\text{HJO}^4\text{2H}^2\text{O}$. При 130° эти кристаллы плавятся, а при 200° теряютъ воду и кислородъ, оставляя іодноватую кислоту. Іодная кислота замѣчательна по той способности, съ какою она даетъ соли съ разнымъ содержаніемъ оснований. Вышеупомянутыя мало растворимыя натровая и серебряная соли представляютъ какъ бы соединенія солей, соответствующихъ іодноватой кислотѣ, съ окислами металловъ, или съ ихъ водными окислами. Можетъ быть, однако, здѣсь опять повторяется то же самое, что извѣстно съ подробностью для фосфорной кислоты, именно переходъ отъ одноосновныхъ къ многоосновнымъ кислотамъ. Для іода это тѣмъ болѣе замѣчательно, что мы имѣемъ поводъ считать іодъ не только одноатомнымъ элементомъ, какъ хлоръ, въ его соединеніяхъ, но въ нѣкоторыхъ соединеніяхъ іодъ представляется и элементомъ трехатомнымъ, подобнымъ фосфору. Іодъ замѣчательнъ еще и въ томъ отношеніи, что онъ способенъ въ этихъ соединеніяхъ занимать роль металла. Іодъ можетъ замѣнять водородъ въ уксусной кислотѣ именно такъ, какъ металлы, и притомъ онъ заступаетъ мѣсто трехъ атомовъ водорода, тогда какъ, судя по его атомности, должно было бы думать, что онъ, если и будетъ замѣщать водородъ, способенъ мѣнять съ нимъ свое мѣсто, то пай за пай.

Что касается до соединенія брома и іода съ другими элементами, кромѣ водорода, кислорода и металловъ, то они весьма сходственны съ подобными соединеніями хлора. Такъ напр. при дѣйствіи іода на амміакъ происходитъ взрывчатое соединеніе, сходственное съ тѣмъ, какое происходитъ при дѣйствіи хлора на амміакъ. Это есть, такъ называемый, **іодистый азотъ**. Іодистымъ азотомъ называютъ нѣсколько не тождественныхъ веществъ, представляющихъ порошкообразное взрывчатое вещество чернаго или темнофіолетоваго цвѣта. Въ сухомъ состояніи взрывчатость этихъ соединеній столь велика, что даже ихъ невозможно сохранять и достаточно одного прикосновенія

пыли или твердаго тѣла, чтобы произошелъ взрывъ. Для приготовления іодистаго азота поступаютъ слѣдующимъ образомъ. Іодъ предварительно растираютъ въ ступкѣ въ мелкій порошокъ и потомъ обливаютъ крѣпкимъ растворомъ амміака. Послѣ прибавки его не должно дотрогиваться пестикомъ до ступки и осторожно перелить на цѣдилку, гдѣ можно промыть образующійся черный порошокъ растворомъ іодистаго калия, содержащимъ амміакъ, что содѣйствуетъ удаленію іода, оставшагося свободнымъ. Разрывая фильтру на части, содержащія небольшія порціи іодистаго азота, можно безопасно дѣлать съ послѣднимъ испытанія. При нагреваніи куска фильтры, съ осадкомъ происходитъ взрывъ; иногда онъ совершается самъ собою. Такое же взрывчатое соединеніе происходитъ при дѣйствіи амміака на спиртовой растворъ іода, а также и при дѣйствіи бѣзильной извести на растворъ іодистаго аммонія и во многихъ подобныхъ случаяхъ, когда амміакъ и іодъ могутъ приходиться въ соприкосновеніе. При дѣйствіи воды, всѣ подобнаго рода соединенія разлагаются, образуя іодистый аммоній и іодноамміачную соль. Что касается до состава образующихся соединеній, то онъ оказывается неодинаковымъ. Исслѣдованіе разныхъ препаратовъ показало, что въ нихъ находится на различное число частей амміака различное число частей іодистаго азота NI^3 , соответствующаго амміаку, въ которомъ водородъ замѣщенъ іодомъ. Очень вѣроятно, что въ дѣйствительности здѣсь происходитъ послѣдовательное замѣщеніе водорода въ амміакѣ—іодомъ. Первый продуктъ такого замѣщенія долженъ представлять составъ NH^2I , судя по понятію о частицѣ. Этотъ продуктъ можно принять, по анализу, за содержащій въ себѣ $2NH^3 + NI^3$. Второй продуктъ долженъ представлять составъ NHI^2 ; онъ будетъ представлять составъ $NH^3 + 2NI^3$. Послѣдній продуктъ будетъ NI^3 . Смѣсь этихъ продуктовъ можетъ представлять различныя изъ тѣхъ отношеній, какія найдены въ практикѣ.

Бромъ съ азотомъ образуетъ соединеніе, подобное хлористому азоту, и это соединеніе получается при прямомъ дѣйствіи брома на хлористый азотъ. Оно также взрывчато, какъ и послѣднее. Бромъ легко соединяется съ окисью азота; при -7° и низшихъ температурахъ, охлажденный бромъ поглощаетъ окись азота и образуетъ $NOBr$. Эта бурая жидкость кипитъ при -21° , съ водою разлагается при низкихъ температурахъ, образуя окись азота. При нагреваніи этого соединенія, часть его распадается на окись азота и вещество, имѣющее составъ $NOBr^2$. Это послѣднее соединеніе кипитъ близъ 50° и перегнанное можетъ быть получено въ довольно чистомъ видѣ. Это послѣднее соединеніе представляетъ также бурую жидкость, разлагающуюся съ водою на бромистый водородъ и азотноватую



окись. Въ этомъ соединеніи дѣйствительно можно видѣть весьма явственнымъ образомъ аналогію съ азотноватымъ ангидридомъ. Азотноватый ангидридъ происходитъ изъ окиси азота и кислорода, а это соединеніе происходитъ изъ окиси азота и брома. Въ первомъ случаѣ присоединяется кислородъ въ количествѣ одного атомъ, а во второмъ случаѣ два атомъ брома—количества эквивалентныя между собою, т. е. такія, которыя соединяются съ двумя атомъ водорода. Оттого послѣднее соединеніе довольно справедливо названо бромно-азотноватымъ ангидридомъ. Это соединеніе не имѣетъ однако постоянной температуры кипѣнія и при кипѣніи выдѣляетъ новое количество окиси азота, образуя соединеніе, имѣющее составъ NOBr^2 , также бурюю жидкость, имѣющую удѣльный вѣсъ 2,628 при 23° (С). Это вещество образуется прямо при дѣйствіи окиси азота на бромъ, при температурѣ $+5^\circ$ и высшей. Съ водою оно разлагается, образуя бромистый водородъ и азотную кислоту; при нагреваніи оно разлагается. Эти соединенія сходны съ тѣми, которыя получены изъ царской водки (стр. 472).

Съ углеродистыми веществами бромъ и іодъ реагируютъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ совершенно подобнымъ же образомъ, какъ и хлоръ; такъ напр. они соединяются съ маслороднымъ газомъ и образуютъ при этомъ подобныя же соединенія. Бромистый этиленъ, $\text{C}^2\text{H}^2\text{Br}^2$, есть жидкость, кипящая при 130° и чрезвычайно постоянная. Получается она при прямомъ дѣйствіи маслороднаго газа на бромъ. Іодистый этиленъ $\text{C}^2\text{H}^2\text{I}^2$ получается въ видѣ кристаллическаго вещества, выдѣляющаго іодъ при дѣйствіи свѣта, если черезъ смѣсь спирта съ іодомъ пропускать, при постоянномъ взбалтываніи, маслородный газъ и потомъ удалить спиртъ испареніемъ. Іодистый этилъ $\text{C}^2\text{H}^2\text{I}$ есть іодангидридъ (стр. 475) обыкн. спирта (стр. 563), какъ гидрата. Получается изъ спирта при дѣйствіи на него HI , какъ KI получается изъ KNO и HI . Для приготовленія дѣйствуютъ на спиртъ фосфоромъ и іодомъ, образующійся іодистый фосфоръ выдѣляетъ HI . Іодистый этилъ есть жидкость, кипящая при 70° , уд. вѣсъ при 0° 1,97. Она употребляется и въ технику, и въ химической практикѣ.

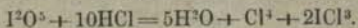
Что же касается до способности іода и брома **замѣщать водородъ** въ органическихъ соединеніяхъ, то бромъ въ этомъ отношеніи дѣйствуетъ во многихъ случаяхъ какъ хлоръ, хотя не столь энергически, но однако представляетъ большія удобства, по своимъ физическимъ свойствамъ и по той легкости, съ какою можно работать съ бромомъ, какъ съ веществомъ жидкимъ, по сравненію съ газообразнымъ хлоромъ. Такъ напр., бромъ дѣйствуетъ на многія углеродистыя вещества, напр. на бензинъ, замѣщая въ нихъ водородъ, при чемъ изъ бензина получается бромистый фенилъ $\text{C}^6\text{H}^5\text{Br}$ —жидкость, кипящая при 153° и сходная съ хлористымъ фениломъ во многихъ отношеніяхъ. Но іодъ непосредственно не замѣщаетъ водорода въ большинствѣ органическихъ веществъ; напротивъ того, введенный косвеннымъ путемъ въ органическія соединенія на мѣсто хлора (напр. при дѣйствіи іодистаго калия на хлоро-

продукты), іодъ легко выдѣляется изъ такихъ органическихъ соединений и это можетъ служить и въ дѣйствительности служить очень часто для полученія разнообразныхъ новыхъ органическихъ соединений. Хлоръ не столь легко выдѣляется изъ органическихъ веществъ, какъ іодъ. Въ особенности, очень часто пользуются тѣмъ средствомъ іода къ серебру, которое очень замѣчательно по своей значительной энергіи. Оттого то въ большинствѣ случаевъ для двойныхъ разложеній, совершаемыхъ съ органическими веществами, употребляютъ съ одной стороны серебряную соль или серебряное соединеніе какой либо кислоты, а съ другой стороны — іодистое производное, соответствующее спирту (въ которомъ водяной остатокъ замѣщается іодомъ, при помощи іодистаго водорода и іодистаго фосфора), тогда происходитъ при этомъ іодистое серебро, а органическія группы взаимно соединяются, т. е., значить, группа, бывшая въ соединеніи съ іодомъ, становится на мѣсто серебра, если допускать подобнаго рода замѣщеніе. Изъ той легкости, съ которою іодъ выдѣляется изъ органическихъ соединений, можно было бы думать, что углеродъ имѣетъ меньшее средство къ іоду, чѣмъ къ хлору; однако есть факты, которые представляютъ эти отношенія въ другомъ свѣтѣ. Дѣйствительно, многія изъ углеродистыхъ веществъ съ іодистымъ водородомъ реагируютъ весьма легко, тогда какъ съ хлористымъ водородомъ реакціи вовсе не совершаются; такъ многіе углеродистые водороды, напр. ацетиленъ, пропиленъ, и т. п. поглощаются легко и образуютъ соединенія съ іодистымъ водородомъ, тогда какъ съ хлористымъ водородомъ подобныя соединенія едва ли даже получаютъ, или, если и образуются, то съ большимъ трудомъ. Когда ацетиленъ или пропиленъ соединяются съ іодистымъ водородомъ, тогда іодъ удерживается углеродомъ; значить, этотъ послѣдній имѣетъ явственное средство къ іоду.

Весьма замѣчательны рядъ соединений, образуемыхъ бромомъ, іодомъ и хлоромъ между собою. Мы упомянемъ здѣсь только о соединенияхъ іода съ хлоромъ, какъ наиболѣе изслѣдованныхъ. Сухой іодъ поглощаетъ хлоръ, образуя красную жидкость, которая имѣетъ составъ ICl . При дальнѣйшемъ дѣйствіи хлора образуется желтое соединеніе ICl^2 . Кромѣ этихъ двухъ соединений іода съ хлоромъ, должно признавать еще соединенія ICl^4 и ICl^5 . Однохлористый іодъ образуется не только въ вышеозначенныхъ обстоятельствахъ (тогда нельзя его получить въ чистомъ видѣ), но также и при дѣйствіи царской водки на іодъ. При этомъ іодъ обезцвѣчивается и при взбалтываніи съ эфиромъ въ этомъ послѣднемъ растворяется хлористый іодъ. Взбалтывая эфирный растворъ съ водою, для удаленія хлора, и потомъ оставляя испаряться, получаютъ довольно чистый хлористый іодъ. При нагреваніи іода съ хлорноватокаліевою солью,

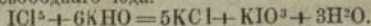
образуется то же соединеніе вмѣстѣ съ выдѣленіемъ кислорода, причемъ происходятъ іодноватокаліевая соль и хлорноваліевая соль. Однохлористый іодъ представляетъ весьма летучую жидкость, чрезвычайно ѣдкую и растворимую въ спиртѣ и эфирѣ безъ измѣненія, водов же отчасти разлагаемую. Съ ѣдкими щелочами хлористый іодъ даетъ хлористый металлъ, соль іодной кислоты и іодъ, съ амміакомъ іодистый азотъ. Въ этомъ жидкомъ соединеніи, повидимому, находится нѣкоторый избытокъ хлора, потому что соединеніе подобнаго же состава Трапъ получилъ въ кристаллическомъ видѣ, когда въ расплавленный іодъ пропускалъ хлорный газъ весьма быстрою струею. При этомъ образуются въ приемникѣ большія призмы и таблицы прозрачныхъ красныхъ кристалловъ, плавящихся при 25°. Кристаллическое соединеніе, судя по этимъ признакамъ, должно быть чистое.

Пропуская черезъ іодъ сухой хлорный газъ до тѣхъ поръ, пока получится желтое вещество, получаютъ соединеніе, содержащее на одинъ пай іода три пая хлора. Этотъ же треххлористый іодъ происходитъ при дѣйствіи сухаго хлористоводороднаго газа на іодноватый ангидридъ:



Если въ раствору іодноватой кислоты прибавить соляной кислоты и крѣпкой сѣрной кислоты, то также выдѣляется треххлористый іодъ. Этотъ послѣдній плавится при 25°, на воздухѣ расплывается, имѣетъ весьма неприятный запахъ и возгоняется, повидимому, безъ измѣненія. Вода, спиртъ и эфиръ его растворяютъ, образуя желтую жидкость. Изъ водянаго раствора бензинъ, хлороформъ и тому подобныя жидкости не извлекаютъ іода и не окрашиваются потому въ красный цвѣтъ. Послѣ дѣйствія щелочей, однако, это происходитъ, вслѣдствіе того, что щелочи дѣйствуютъ на треххлористый іодъ, подобно тому, какъ на однохлористый, съ образованіемъ свободнаго іода.

При сохраненіи жидкаго однохлористаго іода, съ теченіемъ времени выдѣляются красивые расплывающіеся октаэдры, имѣющіе составъ ICl^4 , значить образующіеся изъ однохлористаго іода съ выдѣленіемъ свободнаго іода, растворяющагося при этомъ въ остальномъ количествѣ однохлористаго іода. Если одну часть іода размѣшать въ 20 частяхъ воды и пропускать черезъ жидкость хлоръ, то весь іодъ растворяется и подъ конецъ получается безцвѣтный растворъ, содержащій въ себѣ пятихлористый іодъ, потому что это соединеніе со щелочами даетъ хлористый металлъ и іодноватую соль, не выдѣляя нисколько свободнаго іода:



Іодъ также легко соединяется съ синеродомъ. Іодистый синеродъ CNI получаютъ смѣшивая синеродистую ртуть съ іодомъ и слабо нагревая: $HgC^2N^2 + I^2 = HgI^2 + 2CNI$. Послѣдній возгоняется въ видѣ большихъ безцвѣтныхъ кристалловъ.

Выводы. Съ хлоромъ ($Cl = 35,5$) по химическому характеру сходны фторъ ($F = 19$), бромъ ($Br = 80$) и іодъ ($I = 127$). Это суть галогны.

Въ природѣ они находятся въ соед. съ металлами: фторъ въ видѣ минераловъ: плавиковаго штата CaF^2 и криозита $AlNa^3F^6$, бромъ въ

морской водѣ и водѣ разныхъ соляныхъ источниковъ; извлекается изъ маточныхъ растворовъ, а іодъ изъ маточныхъ разсоловъ золы водорослей.

Фторъ въ чистомъ видѣ не полученъ, а бромъ и іодъ получаютъ при дѣйствіи хлора на бромистые и іодистые металлы.

Фторъ есть газъ, бромъ бурая вонючая жидкость, кипящая при 60° , іодъ твердое тѣло, плавится около 110° , кипитъ около 180° . Въ водѣ они мало растворимы, въ эфирѣ, хлороформѣ и сѣроуглеродѣ легко. Частицы ихъ содержатъ Br^2 и I^2 .

Они въ свободномъ видѣ соединяются съ металлами, какъ хлоръ, образуя галогидныя соли. AgF растворимо, тогда какъ AgCl , AgBr и AgI нерастворимы, CaF^2 нерастворимъ, а CaCl^2 , CaBr^2 и CaI^2 растворимы и расщиваются; HgI^2 красное нерастворимое соединеніе.

Фторъ и бромъ, какъ хлоръ, разлагая воду, дѣйствуютъ окислительно, а іодъ такъ дѣйствуетъ рѣдко, напротивъ того HI дѣйствуетъ восстановительно во многихъ случаяхъ.

Бромъ соединяется прямо съ водородомъ, а іодъ нѣтъ. HBr постояннѣе, чѣмъ HI .

Плавиковая кислота или HF получается изъ CaF^2 съ сѣрною кислоту. Она дѣйствуетъ какъ энергическая кислота и даже дѣйствуетъ на кремнеземъ SiO^2 , образуя газъ SiF^4 .

Кислоты HBr и HI менѣе энергичны; ихъ разлагаетъ хлоръ, выделяя Br и I , а металлы—выделяя H . Такъ дѣйствуетъ даже ртуть, а на HI и серебро. Галогидныя кислоты суть газы, растворимые въ водѣ и образующіе съ нею постоянно перегоняющіеся растворы, кипящіе выше 100° . Онѣ получаютъ при дѣйствіи воды на соединенія брома и іода съ фосфоромъ.

Брому и іоду соответствуютъ кислородныя кислоты, сходныя съ хлорными. Br и I выделяютъ хлоръ изъ такихъ кислотъ. Іодныя кислоты HIO^3 и HIO^4 представляютъ способность соединяться съ основаніями и даже съ кислотами.

Іодъ съ хлоромъ даетъ ICl , ICl^3 , ICl^4 и ICl^5 ; съ амміакомъ онъ образуетъ взрывчатые амиды, сходныя съ хлористымъ азотомъ.

ОГЛАВЛЕНИЕ ПЕРВОЙ ЧАСТИ.

Глава

Стр.

Предисловіе.

I. Вещества и явления, изучаемыя химіею. 1

Однородныя вещества составляютъ предметъ химіи. Всѣы и взвѣшиваніе. Свойства *твердыхъ тѣлъ*: лисопрохождение, кристаллизація, формы кристаловъ, коллоидальное состояніе, плотность, плавкость и др. свойства. Свойства *жидкостей*: сѣвление, плотность, расширеніе, затвердѣваніе, испареніе, кипѣніе и перегонка жидкостей. Свойства *газовъ* и паровъ: плотность, сѣвление, диффузія, давленіе, расширеніе, измѣреніе, превращеніе въ жидкость и наибольшее давленіе газовъ. *Явленія* (стр. 46), изучаемыя химіею, принадлежать къ частичнымъ. Примѣры. Предметъ химіи. Литературное указаніе. *Выводы* (стр. 55).

II. Первые законы химіи. О вѣчности вещества, простыхъ тѣлахъ и химич. энергіи 56

Законъ вѣчности матеріи. Смысль этого выраженія. Алхимики. Сталь. Лавуазье. Понятіе о простыхъ тѣлахъ. Слѣдствія изъ этого понятія. Радикалы. Таблица простыхъ тѣлъ (стр. 69). О сродствѣ и химической энергіи (стр. 74). Условія хода реакцій. Дѣйствіе тепла, электричества, свѣта, механическаго движенія и сопрягосновенія. Превращеніе движеній. Скорость. Біографія Лавуазье (стр. 88). Литература. *Выводы* (стр. 94).

III. О водѣ въ природѣ и ея физическихъ свойствахъ 95

Распространеніе воды. Вода атмосферная, рѣчная, источниковъ, минеральная, морская. Содержаніе въ ней различныхъ веществъ. Вода для питья (стр. 104). Очищеніе воды для употребленія. Химически чистая вода. Свойства воды: сѣвление, волостность, теплоемкость, расширеніе, скрытое тепло испаренія, плотность и упругость пара, внѣшняя и внутренняя работа пара (стр. 118). Примѣненіе воды по ея свойствамъ. Влажность воздуха и газовъ. *Выводы* (стр. 127).

IV. О соединеніяхъ воды и особенно о растворахъ 128

Гигроскопическая вода. Высушиваніе, опредѣленіе влажности. Явленія растворенія. Растворимость *газовъ*: абсорбціометръ, коэффициентъ растворимости, зависимость отъ давленія и температуры, постоянные растворы, законъ парціального давленія и его примѣненія. Растворимость *жидкостей* и *твердыхъ тѣлъ* въ водѣ (стр. 151), разные случаи растворимости, сжатіе, температура кипѣнія, степень растворимости, поглощеніе тепла, давленіе паровъ, состояніе тѣла въ растворѣ, измѣненіе растворимости съ температурою, пересыщенные растворы. Растворы суть неопредѣленныя соединенія (стр. 169). Соединенія съ кри-

стаціонаціонною водою составляютъ первую форму опредѣленныхъ соединеній воды. Вывѣтриваніе и плавленіе въ кристаллізаціонной водѣ. Законъ кратныхъ отношеній (стр. 175). Гидраты, конституціонная вода. Сама вода есть тѣло сложное. *Выводы* (стр. 187).

V. **О разложеніи воды и водорода** 188

Разложеніе воды гальваническимъ токомъ. Приемы и приборы. Разложеніе воды дѣйствіемъ жара. Диссоціація. Полученіе водорода (стр. 197) изъ воды при помощи натрія и желѣза, при накаливаніи; изъ сѣрной кислоты при помощи цинка. Другіе случаи образованія водорода, водяной газъ. Приемы для приготовленія и собиранія газовъ (стр. 206): приборы служащіе для приготовленія газовъ, аспираторы, газометры, герметическое составленіе приборовъ, газовое давленіе въ приборахъ, вульфовъ аппаратъ, вельтеровская воронка. Свойства водорода (стр. 206). Соединенія водорода. Его горѣніе, синтезъ воды, условія его, водородное огниво. Дѣйствіе водорода въ моментъ выдѣленія. За мѣна между водородомъ и металлами. Возстановленія. *Выводы* (стр. 229).

VI. **Кислородъ** 230

Распространеніе и значеніе въ природѣ. Полученіе изъ воздуха атмосферомъ и реакціями. Полученіе изъ воды, изъ окисей и перекисей, кислотъ и солей и образованіе при взаимодѣйствіи кислородныхъ соединеній. Свойства; (стр. 244), поглощеніе, соединеніе. Горѣніе въ кислородѣ угля, сѣры, фосфора, металловъ, водорода. Взрывъ гремучаго газа. Температуры воспламененія и горѣнія. Пламя и его яркость. Окисленіе, тлѣніе. Косвенные способы окисленія. *Выводы*. (стр. 264).

VII. **Окислы** 265

Ихъ распространеніе и раздѣленіе. Безразличныя, основныя и кислотныя окислы. Гидраты послѣднихъ и ихъ взаимодѣйствіе. Различеніе кислотъ и щелочей. Промежуточные окислы. Образованіе и опредѣленіе солей (стр. 274). Насыщеніе. Энергія окисловъ. Соли суть опредѣленные соединенія. Виды солей. Отношеніе къ кислотамъ и между собою. Дѣйствіе гальваническаго тока. Исторія солей (стр. 284). Глауберъ, Руэль, Венцель, Рахтеръ, эквиваленты, Берцеліусъ, дуализмъ и электрохимія, Деви, водородная теорія кислотъ. Лоранъ и Жераръ, унитарное ученіе. Химическая номенклатура (стр. 290) простѣйшихъ и болѣе сложныхъ веществъ. *Выводы* (стр. 296).

VIII. **Двойныя разложенія воды и опредѣленіе ея состава** 297

Вода легко замѣщается другими окислами. Двойныя разложенія элементовъ воды. Вліяніе массы и энергіи средства. Опредѣленіе состава воды (стр. 304) по синтезу въ эвдіометрѣ. Приборъ Реньо для изученія газовъ. Составъ воды по объемамъ и вѣсу. Опредѣленіе состава



воды прямо по вѣсу, способы Дюлонга и Дюма. Результаты послѣдняго. Смысль формулы воды. *Выводы* (стр. 321).

IX. Озонъ и перекись водорода 321

Открытіе озона и понятіе о немъ. Способы полученія. Свойства озона. Это есть изомерный кислородъ. Объемный составъ озона по опытамъ Соре. Литература. *Перекись водорода* (стр. 332). Образование, полученіе и свойства. Разложеніе, восстановительное и окислительное дѣйствія. Понятіе о водяномъ остаткѣ. *Законъ кратныхъ отношеній*. *Выводы* (стр. 345).

X. Атомическая гипотеза о строеніи вещества. 346

Законъ, гипотеза и теорія. Сущность атомической гипотезы. Попытки ея подтвержденія изученіемъ атмосферы небесныхъ свѣтилъ. Объ атмосферѣ луны. Понятіе о химич. частицѣ, наѣ и химическихъ формулахъ. Химическія уравненія. Примѣры. Обратныя реакціи. *Выводы* (стр. 364).

XI. Азотъ и воздухъ 364

Распространеніе и значеніе азота въ природѣ. Образование и полученіе азота. Свойства азота. Условія соединенія съ кислородомъ. Соединенія азота съ другими элементами. Ассимилируемый азотъ. *Объ атмосферномъ воздухѣ* (стр. 376). Вещества, входящія въ составъ воздуха и ихъ опредѣленіе. Анализъ воздуха по объемамъ вѣса. Воздухъ есть смѣсь, а не соединеніе. Кислородный балансъ воздуха. Влага, углекислота, водородъ, амміакъ, озонъ и пыль въ воздухѣ, ихъ значеніе и измѣненіе воздуха. Вентиляція и дезинфекція воздуха. *Выводы* (стр. 400).

XII. Амміакъ или азотистый водородъ NH^3 401

Образованіе и полученіе амміака въ природѣ, техникѣ и химической практикѣ. Свойства амміака. Соединенія съ водою. Бѣлый амміакъ. Соединеніе съ кислотами. Теорія аммонія. Сорочка аммонія. Соли аммонія и другія соединенія амміака. Продукты замѣщенія амміака. Открытіе и опредѣленіе амміака. Практическія примѣненія амміака (стр. 423) для полученія искусственнаго холода, какъ сильнаго химическаго дѣятеля, также въ медицинѣ и въ сельскомъ хозяйствѣ для удобренія. Продукты окисленія амміака. Гидроксидъ амміака. *Выводы* (стр. 433).

XIII. Кислородныя соединенія азота 454

Селитры и дѣйствіе на нихъ сѣрной кислоты. *Азотная кислота HNO^3* . Ея образованіе, полученіе и очищеніе. Соединенія съ водою, дымящая азотная кислота. Она есть кислотный гидратъ. Азотноамміачная соль. Нитросоединенія. Разложеніе азотистыя кислоты (стр. 449), окислительное дѣйствіе. Употребленіе. *Азотистый ангидридъ N^2O^3* . *Азотоватый ангидридъ NO^2* (стр. 458), полученіе, свойства и реакціи. *Азотистый ангидридъ N^2O^2* , кислота и соли. Выдѣленіе іода, превращеніе амміака въ азотъ. *Оксидъ азота NO* . Полученіе, соединеніе съ кислородомъ, окислительное дѣйствіе и др. свойства. Камерное производство сѣр-

ной кислоты, какъ примѣръ реакціи съ участіемъ окисловъ азота. *Закись азота* N^2O , полученіе, свойства и реакціи. *Выводы* (стр. 479).

XIV. Законы объемныхъ отношеній. Понятіе о парѣ и частицѣ 480

Объемныя отношенія соединяющихся газовъ и паровъ находятся или непосредственнымъ опытомъ или вычисленіемъ, по плотности газовъ и ихъ вѣсу. *Законы Гэ-Люссака*. Связь съ законами постоянства состава и кратныхъ отношеній. Объемъ происходящаго вещества по отношенію къ объему составныхъ частей. Раздѣленія реакцій. Понятіе о частицѣ, основанное на законѣ Жерара. Выводы изъ этого понятія. Вычисленіе плотностей пара и газа. Ненормальныя плотности паровъ. *Законъ павовъ*. (стр. 498). Выводъ павовъ. Опредѣленіе павъ тѣла по его соединеніямъ. *Выводы* (стр. 506).

XV. Уголь 507

Углеродъ и уголь, два особія понятія. Органическія вещества суть углеродистыя соединенія, оставляющія при дѣйствіи жара уголь. Сажа. Чистый уголь. Свойства угля. Алмазь и графитъ. Изомерія съ углемъ. Образованіе угля изъ растительныхъ веществъ. Составъ дерева и травы и ихъ измѣненія при сухой перегонкѣ. Погложительная способность угля. Образованіе перегоя. Торфъ. Бурые угли. Каменные угли и антрацитъ. Ихъ значеніе и образованіе. Сухая перегонка каменнаго угля. Коксъ. Опредѣленіе павъ углерода. *Выводы* (стр. 546).

XVI. Углеродистые водороды 546

Общія физическія свойства углеводородовъ. Законъ четныхъ павовъ и понятіе о предѣлѣ и гомологи. Болотный газъ. Сѣтлительный газъ. Превращеніе болотнаго газа въ его гомологи. Нефть, керосинъ. Характеристика спиртовъ, какъ углеводородныхъ гидратовъ. Понятіе о строеніи углеводныхъ соединеній. Непредѣлимые углеводороды. Этиленъ или маслородный газъ. Полимерія. Ацетиленъ. Терпентинное масло. Бензинъ. Феноль. Нафталинъ. *Выводы* (стр. 582).

XVII. Соединенія углерода съ кислородомъ 383

Углекислый газъ. Распространеніе и значеніе въ природѣ. Дыханіе человѣка. Приготовленіе углекислаго газа и случаи его образованія. Свойства въ газообразномъ и жидкомъ видѣ. Отсутствіе соответствующаго гидрата. Двуосновность углекислоты. Образованіе органическихъ кислотъ. Разложеніе углекислаго газа. *Окись углерода* CO (стр. 612). Образованіе. Генераторы. Полученіе. Свойства. Соединенія. Сходство и различіе съ водородомъ. Муравьиная кислота и алдегиды. *Выводы* (стр. 623).

XVIII. Углеазотистыя соединенія 824

Углеаммиачныя соли. Понятіе объ аммиахъ и нитрилахъ. Карбоксило-аммиачная соль. Цианогенныя соединенія суть нитрилы. Синильная кислота или синеродистый водородъ

CNH. Получение и свойства. Синеродистая кислота CNHO. Мочевина или карбамидъ. Полимеры. Синеродъ C^2N^2 . Амниы. *Выводы* (стр. 651).

XIX. Горюче. 652

Горюче углеводородистыхъ соединений. Калориметрическія опредѣленія и вычисленія нагрѣвательной способности. Пламя. Послѣдовательность горѣнія въ зависимости отъ температуры. Образование дыма. Яркость пламени. Лампы для нагрѣванія. Тяга печей. Исчисленіе размѣровъ печей. Искусственная тяга. Горны. Тонка. Отопленіе жилищъ. Калориферы. Паяльная трубка, паяльный столъ, приборъ Шпаковского и т. п. Огнестоянные матеріалы. *Выводы* (стр. 683). Планъ послѣдующаго изложенія.

XX. Хлористый натрій и хлористый водородъ. 687

Поваренная соль NaCl. Каменная соль. Образование изъ морей. Соляные источники и озера. Полученіе соли изъ морской воды. Свойства соли. Составъ соли. Двойныя разложенія поваренной соли. Употребленіе соли. Дѣйствіе серной кислоты на поваренную соль (стр. 702). Бертолетовъ законъ. Полученіе *хлористаго водорода*. Соляныя разложенія. Свойства и реакціи хлористаго водорода. *Нашпиль* NH^4Cl . *Выводы* (стр. 727).

XIX. Хлоръ и его кислородныя соединенія . . . 728

Окисленіе хлористаго водорода даетъ хлоръ. Отношеніе между кислородомъ и хлоромъ. Полученіе хлора, свойства, соединенія. Царская водка. Хлорангидриды основныя и кислотныя. Фосгенъ $COCl^2$. Тигъ хлористаго водорода. Реакціи хлора. Металесія (стр. 752). Дѣйствія на амміакъ и щелочи. Вѣдильная известь (стр. 755), полученіе, составъ и реакціи. Хлорноватистая кислота и соли. Окись хлора Cl^2O . Хлористая кислота $HClO^2$ и ея ангидридъ и соли. Хлорноватая $HClO^3$ и хлорная $HClO^4$ кислоты, и ихъ соли. *Выводы* (стр. 777).

XXII. Фторъ, бромъ, іодъ. 778

Аналогія съ хлоромъ. Отличіе фтористыхъ соединений. Плавиновая кислота. Попытки полученія фтора. Примѣненія. Распространеніе, полученіе и свойства брома и іода (стр. 778). Степень сходства съ хлоромъ. Соединенія съ водородомъ. Способъ ихъ полученія и реакціи. Кислородныя соединенія брома и іода. Іодистый азотъ. Соединенія брома съ окисью азота и іода съ хлоромъ. *Выводы* (стр. 810)

Оглавленіе 812

КОНЕЦЪ ПЕРВОЙ ЧАСТИ.

