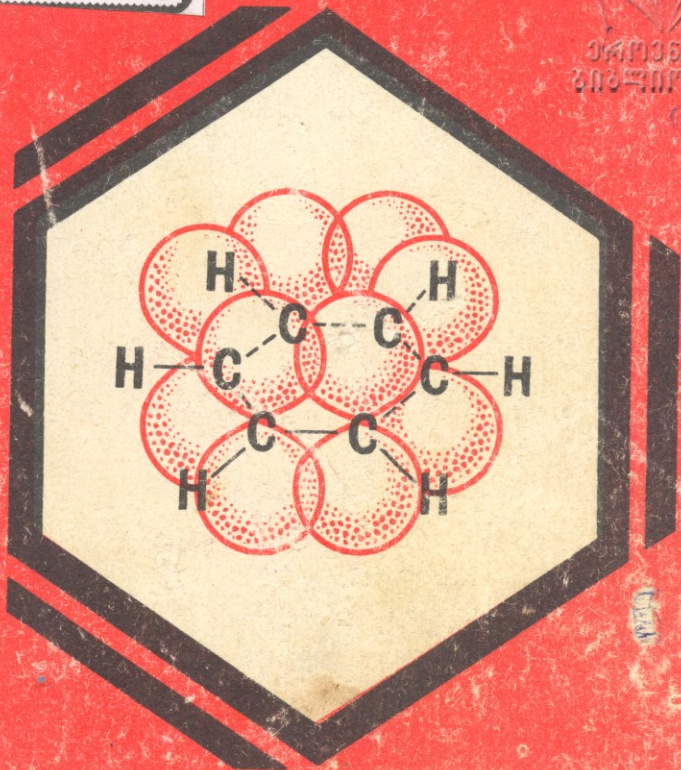


კ

3

საქართველოს
საბავშვო
საგანმანათლებლო
სისტემა



10

ს ა ზ ბ ე ვ უ ჯ ი

ქ ი ბ ი ს ა

ორგანული ქიმია

80-10 კლასის სახელმძღვანელო

ოცდამეხუთე გამოცემა

დამტკიცა სსრკავშირის
განათლების სამინისტრომ

გამომცემლობა „განათლება“

თბილისი — 1987



1974 წელს სახელმძღვანელოს მიეკუთვნა
სსრ კავშირის სახელმწიფო პრემია

პ ი რ ო ბ ი თ ი ნ ი შ ნ ა ბ ი

- — წესები, დეფინიციები
- ▲ — სავარჯიშოები
- ? — კითხვები
- — პრაქტიკული დავალება

თარგმანი დაამტკიცა საქართველოს სსრ
განათლების სამინისტრომ

K 205.438
3

სკპ-2000
შეგთქმულია

საქ. სსრ კ. მარტის
სახელმწიფო ენციკლოპედია
ბიბლიოთეკა

© Издательство Просвещения 1983 г.

© ქართული თარგმანი გამომცემლობა
„განათლება“ 1984 წ. ივლისელებით

ГОС. БИБЛИОТЕКА
ДОНЕЦРАЯ

4306020014 —

Ц ————— 60 — 87

M-402 (08) — 87

შ ე ს ა ვ ა ლ ი

ორგანული ქიმიის საგანი. არაორგანული ქიმიის შესწავლისას ვეცნობოდით სრულიად განსხვავებული შედგენილობის ნივთიერებებს და არ შევხვედრივართ ელემენტს, რომელიც შევიდოდა ყველა ამ ნივთიერებაში. ორგანული ნივთიერების შედგენილობაში კი სხვა ელემენტებთან ერთად ყოველთვის შედის ნახშირბადი. სწორედ ნახშირბადის ნაერთების აღნაგობისა და ქიმიური გარდაქმნების შესწავლა შეადგენს ორგანული ქიმიის საგანს.

ორგანული და არაორგანული ნივთიერებები. ორგანული ნივთიერებების შედგენილობაში ნახშირბადთან ერთად ყველაზე ხშირად შედის წყალბადი, ჟანგბადი და აზოტი; შედარებით იშვიათად — გოგირდი, ფოსფორი, კალოგენები და სხვა ელემენტები. ცნობილია რამდენიმე მილიონი ორგანული ნაერთი. მათი რიცხვი სწრაფად იზრდება. არაორგანული ნივთიერებების რაოდენობა კი ბევრად ნაკლებია. ყველა ქიმიური ელემენტიდან მხოლოდ ნახშირბადი იძლევა ასეთი დიდი რაოდენობით ნაერთებს.

ორგანულ ნივთიერებებს ყოველ ნაბიჯზე ვხვდებით. მათ შეიცავს ყველა მცენარისა და ცხოველის ორგანიზმი. ისინი შედიან ჩვენი საკვების (ბურის, ხორცის, ბოსტნეულის და ა. შ.) შედგენილობაში. გამოიყენებიან ტანსაცმლის დასამზადებელ მასალებად (ქსოვილები, ტყავი). წამლებად, საღებრებად, მოსავლის დაცვის საშუალებებად, წარმოქმნიან სხვადასხვა სახის სათბობს და ა. შ.

თითქმის ყველა ორგანული ნივთიერება იწვის და გახურებისას შედარებით ადვილად იშლება. წვის შედეგად მიღებული ნახშირბად (IV)-ის ოქსიდი ან ნივთიერების დანახშირება გაცხელების დროს მიუთითებს იმაზე, რომ ეს ნივთიერება ორგანულ ნაერთებს მიეკუთვნება.

ორგანულსა და არაორგანულ ნივთიერებებს შორის მკვეთრი ზღვარი არ არსებობს. ნახშირბადის ოქსიდები, ნახშირმყავა, მისი მარილები და ზოგიერთი სხვა ნივთიერება, მათში ნახშირბადის არსებობის გამო, ორგანულ ნივთიერებებად უნდა ითვლებოდეს, მაგრამ თვისებებით ისინი ახლოსაა მსგავსი ტიპის არაორგანულ ნივთიერებებთან და ჩვეულებრივ შეისწავლება არაორგანულ ქიმიაში. უფრო მეტიც,

ბიოლოგიის კურსიდან ცნობილია, რომ არაორგანული ნივთიერებებისაგან შეიძლება წარმოიქმნას ორგანული ნაერთები, ხოლო ეს უკანასკნელები გარდაიქმნას არაორგანულ ნაერთებად. ბუნებში, უწყვეტად ნივთიერება ურთიერთდაკავშირებულია. მათ შორის არსებული უწყვეტობა ანობა.

ორგანული ქიმიის როგორც მეცნიერების წარმოშობა. ორგანულ ნივთიერებებს ადამიანი უძველესი დროიდან იცნობს. ათასეული წლებია, რაც მისთვის ცნობილია, რომ სპირტი წარმოიქმნება ხილის წვენის დუღილის დროს, ძმარი — ღვინის დამყავებისას. ჩვენი წინაპრები ქსოვილების შესაღებად იყენებდნენ ბუნებრივ საღებრებს, ხოლო კვების პროდუქტებად — ღერწმის შაქარს, მცენარეულ ზეთებს, ცხოველურ ცხიმებს.

მაგრამ მეცნიერება ნახშირბადის ნაერთების შესახებ წარმოიშვა მხოლოდ XIX ს. პირველ ნახევარში. ამ დრომდე ქიმიაში ნივთიერებებს წარმოშობის მიხედვით ყოფდნენ სამ ჯგუფად — მინერალურ, მცენარეულ და ცხოველურ ნივთიერებებად — და მათ ცალ-ცალკე შეისწავლიდნენ.

ქიმიური ანალიზის მეთოდების განვითარებასთან ერთად დაადგინეს, რომ მცენარეული და ცხოველური წარმოშობის ნივთიერებები ნახშირბადს შეიცავს. შვედმა ქიმიკოსმა ბერცელიუსმა (1807 წ.) წამოაყენა წინადადება, რომ ორგანიზმებიდან მიღებული ნივთიერებებისათვის ეწოდებიანთ ორგანული ნივთიერებები, ხოლო მათი შემსწავლელი მეცნიერებისათვის — ორგანული ქიმია.

მაგრამ ბერცელიუსი და იმ დროის სხვა ქიმიკოსები თვლიდნენ, რომ ორგანული ნივთიერებები პრინციპულად განსხვავდებიან არაორგანულისაგან: მათი მიღება შეუძლებელია ლაბორატორიული ხერხით, როგორც ეს ხდება არაორგანული ნივთიერებების შემთხვევაში. ორგანულ ნივთიერებებს მხოლოდ ორგანიზმები წარმოქმნიან განსაკუთრებული „სასიცოცხლო ძალის“ გავლენით. ეს მოძღვრება „სასიცოცხლო ძალის“ შესახებ, სხვაგვარად ვიტალისტურ მოძღვრებად წოდებული (ლათინურად *vita* — „სიცოცხლე“) ძლიერ მცდარი. იდეალისტური იყო, ვინაიდან ნიშნავდა რაღაც არამატერიალური, ზებუნებრივი ძალების არსებობის რწმენას და საბოლოოდ დემოტის არსებობის აღიარებამდე მიდიოდა.

ვიტალისტური მოძღვრება თავისი მტკიცებით, რომ არაორგანული ნივთიერებებისაგან შეუძლებელია ორგანული ნივთიერებების შექმნა, აფერხებდა მეცნიერების განვითარებას. მაგრამ მას, რასაკვირველია არ შეეძლო შეეჩერებინა ბუნების შემეცნების წინსვლითი პროცესი.

1828 წ. ბერცელიუსის მოწაფემ — გერმანელმა მეცნიერმა ვიუერმა არაორგანული ნივთიერებების სინთეზით მიიღო ორგანული ნივთიერება — შარდოვანა. 1845 წ. გერმანელმა ქიმიკოსმა კოლბერგმა ნივთიერება ახალი ნივთიერების სინთეზით მიიღო ძმარმჟავა. 1854 წ. ფრანგმა ქიმიკოსმა შარდოვანის სინთეზით მიიღო ცხიმები. 1861 წ. რუსმა მეცნიერმა ა. მ. ბუტლეროვმა სინთეზის გზით პირველმა მიიღო შაქროვანი ნივთიერება.

იმ ნივთიერებებთან სინთეზები, რომლებსაც წინათ მხოლოდ ცოცხალი ორგანიზმები გამოიმუშავებდნენ, სწრაფად მისდევდნენ ერთიმეორეს. იდეალისტურმა მოძღვრებამ „სასიცოცხლო ძალის“ შესახებ სრული მარცხი განიცადა.

თანამედროვე ორგანული ქიმიის მიღწევები, მისი შემეცნებითი და სახალხო-სამეურნეო მნიშვნელობა. ამჟამად სინთეზით მიღებულია მრავალი ორგანული ნივთიერება, და არა მარტო ისინი, რომლებიც ბუნებაში მოიპოვება, არამედ ისეთებიც, რომლებიც ბუნებაში არ გვხვდება, მაგალითად, მრავალი პლასტიკისა, სხვადასხვა სახის კაუჩუკი, მრავალი საღებარი, ფეთქებადი ნივთიერება, სამკურნალო პრეპარატი.

ამჟამად ცნობილია უფრო მეტი სინთეზურად მიღებული ნივთიერება, ვიდრე ბუნებაში არსებობს. მათი რიცხვი ყოველწლიურად ათეულ ათასობით იზრდება. ორგანული ქიმია დგას ყველაზე რთული ორგანული ნივთიერებების — ცილების სინთეზით მიღების გზაზე. ცილოვანი ბუნების მქონე შედარებით მარტივი ნივთიერებები (ზოგიერთი ჰორმონი, ფერმენტი) უკვე მიღებულია ქიმიური სინთეზის გზით. უმეტესია, რომ მეცნიერები ახლო მომავალში სინთეზით შეიღებენ უფრო რთულ ცილებსაც.

ტერმინმა „ორგანული ნივთიერებები“ დიდი ხანია უფრო ფართო მნიშვნელობა მიიღო, ვიდრე დასაწყისში ჰქონდა. ამჟამად ეს სახელწოდება მოიცავს არა მხოლოდ ორგანიზმების შედგენილობაში შემავალ, არამედ სინთეზით მიღებულ ნივთიერებებსაც, რომელთაც ორგანიზმებთან კავშირი არა აქვთ. მაგრამ ეს სახელწოდება, როგორც ისტორიულად შექმნილი, დატოვებულია ნახშირბადის შემცველი ნივთიერებების მთელი მრავალრიცხოვანი ჯგუფის აღსანიშნავად.

მეცნიერების სახელწოდებამ „ორგანული ქიმია“ ამასთან დაკავშირებით დაკარგა თავდაპირველი აზრი და მიიღო უფრო ფართო მნიშვნელობა. შეიძლება ითქვას, რომ ასეთმა სახელწოდებამ მიიღო ახალი დადასტურებაც. ვინაიდან თანამედროვე ორგანული ქიმიის წამყვანი შემეცნებითი ამოცანაა ორგანიზმების უჯრედებში მოლეკულურ დონეზე მიმდინარე პროცესების ღრმად შესწავლა. გარკვევა იმ ურთულესი მექანიზმებისა, რომლებიც შეადგენენ სიცოცხლის მოვლენების მატერიალურ საფუძველს.

ფ. ენგელსი წერდა ქიმიის ისტორიულ შეხედვებით როგორც ათი-
ზიკას არ უნდა განეხილა ან შეეძლო არ განეხილა ცოცხალი ორგანუ-
ლი სხეული, ქიმია კი უმნიშვნელოვანესი სხეულების მნიშვნელობის
ნების ნამდვილ გასადგებს პოულობს ორგანული ნაერთების შესწავლი-
სას; მეორე მხრივ, იგი ისეთ სხეულებს ასინთეზებს, რომლებიც მხო-
ლოდ ორგანულ ბუნებაში გვხვდება. აქ ქიმიას მიეყავართ ორგანულ
სიცოცხლემდე, და მან საკმაოდ წინ წაიწია იმის საგარანტიოდ, რომ
მხოლოდ ის აგვიხსნის დიალექტიკურ გადასვლას ორგანიზმზე“.

ამრიგად, ორგანული ნივთიერებების ქიმიის შესწავლა აფართოებს
ჩვენს ცოდნას ბუნების შესახებ. ნივთიერებათა ურთიერთკავშირის
გარკვევით, უმარტივესი ნივთიერებების — არაორგანულის — ყველა-
ზე რთულ, ორგანიზმის შემადგენელ ნივთიერებებამდე გაართულების
პროცესზე დაკვირვებით, ეს მეცნიერება აშუქებს ბუნების განვითარე-
ბის სურათს, შესაძლებლობას იძლევა უფრო ღრმად ჩავწვდეთ ბუნე-
ბაში მიმდინარე პროცესებს და კანონზომიერებებს, რომლებიც საფუძ-
ვლად უდევს მათ, ამით ორგანულ ქიმიას მნიშვნელოვანი წვლილი
შეაქვს ჩვენს მეცნიერულ-მატერიალისტურ მსოფლმხედველობაში.

ორგანული ქიმიის მიღწევებს ფართოდ იყენებენ თანამედროვე
წარმოებაში. ბუნებრივ ნივთიერებათა გადამუშავების პროცესების
ფართო გამოყენებით და მრავალგვარი ორგანული სინთეზით, ორგა-
ნული ქიმიის მრეწველობა ქმნის მრავალრიცხოვან ნივთიერებებსა და
მასალებს მრეწველობის სხვა დარგებისათვის, სოფლის მეურნეობის,
მედიცინის, კულტურისა და ყოფა-ცხოვრებისათვის. ჩვენს ქვეყანაში
ორგანული ქიმია ითვლება სახალხო მეურნეობის ქიმიზაციის, ქვეყნის
საწარმოო ძალების განვითარების მნიშვნელოვან ფაქტორად. იგი
ემსახურება კომუნისმის მატერიალურ-ტექნიკური ბაზის შექმნას.

ორგანული ქიმიის ყველა ეს მხარე ჩვენს წინაშე გამოვლინდება
მეცნიერების შემდგომი შესწავლის პროცესში.

1. ორგანული ნაერთების ქიმიური აღწავლის თეორია



§ 1. აღწავლის თეორიის წინაპირობები

არაორგანულ ქიმიის ქიმიის ელემენტებისა და მათი ნაერთების შესწავლისას მუდამ ვხელმძღვანელობდით პერიოდულობის კანონითა და ელემენტთა პერიოდული სისტემით: ამის მსგავსად ორგანულ ქიმიის ნივთიერებათა შესწავლის დროს ჩვენ დავყვარდნობით ქიმიური აღწავლის თეორიას.

ქიმიური აღწავლის თეორია ძირითადად შეიქმნა გასული საუკუნის 60-იან წლებში.

XIX ს. პირველ ნახევარში ორგანული ქიმიის ძირითად ამოცანას შეადგენდა ბუნებრივი ნაერთების შედგენილობისა და თვისებების შესწავლა, პრაქტიკული საჭიროებისათვის მათი გამოყენების რაციონალური ხერხების შემუშავება. მრეწველობის, ვაჭრობის განვითარებასა და ქალაქების ზრდასთან დაკავშირებით ორგანული ქიმიისადმი დიდი მოთხოვნები დაისახა. საფეიქრო მრეწველობას სჭირდებოდა სხვადასხვაგვარი საღებავი; ყვების მრეწველობის განვითარებისათვის საჭირო იყო სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტების გადამამუშავების უფრო სრულყოფილი მეთოდები; გადასაწყვეტი იყო მზარდი ქალაქების განათების პრობლემა ბუნებრივი მასალების გამოყენების საფუძველზე; მოსახლეობის მოთხოვნათა დაკმაყოფილება სამკურნალო ნივთიერებებით და ა. შ.

მაგრამ თეორიულ წარმოდგენათა ჩამორჩენილობის გამო ორგანული ქიმიის შემდგომი განვითარება შენელებას იწყებს. ნივთიერებათა გამოკვლევების პროცესში აღმოჩენილი ახალი მოვლენები მოითხოვდა ერთიანი თვალსაზრისით დასისტემებასა და ახსნას, იმ დროის თეორიები კი ამისათვის არასაკმარისი იყო. ორგანულ ქიმიას უნდა შეექმნა ახალი ნივთიერებები, მაგრამ თეორიული ცოდნა ვერ მიუთითებდა მათი მიზანმიმართული სინთეზის გზებს.

ორგანულ ქიმიის ახალ თეორიულ მოსაზრებათა აუცილებლობა უფრო ნათელი გახდება, თუ განვიხილავთ ჩვენთვის ცნობილ ზოგიერთ ფაქტს მოცემული სფეროდან.

არაორგანული ქიმიის კურსში ორგანული ნივთიერებების შესწავლისას გავიგეთ, რომ ნახშირბადი წყალბადთან წარმოქმნის მრავალ ნაერთს, ე. წ. ნახშირწყალბადებს. მაგალითად, წვის უნარის მიხედვით ნებრივი გაზის შედგენილობაში უმარტივეს ნახშირწყალბადს შეთანთან CH_4 ერთად შედის ეთანი C_2H_6 , პროპანი C_3H_8 , ბუტანი C_4H_{10} და სხვ.; ქვანახშირის თერმული დაშლისას წარმოიქმნება ბენზოლი C_6H_6 , ტოლუოლი C_7H_8 და ა. შ.; მრავალი სხვადასხვაგვარი ნახშირწყალბადია ნავთობში. ამასთან დაკავშირებით ისმის კითხვა: რატომ იძლევა ორი ელემენტი ასე მრავალ ნაერთს და საერთოდ, რატომაა, გაცილებით მეტი ორგანული ნივთიერებები, ვიდრე არაორგანული?

ახლა განვიხილოთ ბუნებრივ გაზში არსებული ნახშირწყალბადების შედგენილობა. ჩვენ ვიცით, რომ ნახშირბადი ოთხვალენტიანი ელემენტია, მაგრამ აქ იგი თითქოს მხოლოდ მეთანში CH_4 ინარჩუნებს ამ ვალენტობას. ჩვენს წარმოდგენებს თუ დავეყრდნობით, ეთანში C_2H_6 ნახშირბადი სამვალენტიანი უნდა იყოს, ხოლო პროპანში C_3H_8 წილადი ვალენტობაც კი იქნება. როგორია ნახშირბადის ვალენტობა ორგანულ ნაერთებში?

მივმართოთ სხვა ფაქტებს. ბიოლოგიის კურსიდან ჩვენთვის ცნობილია გლუკოზა, მისი მოლეკულური ფორმულაა $C_6H_{12}O_6$. აღმოჩნდა, რომ ზუსტად ასეთივე ფორმულა აქვს ფრუქტოზას (შაქროვან ნივთიერებას, რომელიც მოიპოვება თაფლში, ხილში). არაორგანულ ქიმიასში არ შევხვედრივართ შემთხვევას, რომ სხვადასხვა ნივთიერებას ერთი და იგივე მოლეკულური შედგენილობა ჰქონდეს. ორგანულ ქიმიასში ასეთი ფაქტები ჯერ კიდევ XIX საუკუნის დასაწყისიდან გროვდებოდა. ნივთიერებებს, რომელთაც ერთი და იგივე შედგენილობა, მაგრამ სხვადასხვა თვისება აქვთ, ბერცელიუსმა იზომერები უწოდა. იზომერიის მიზეზსაც სჭირდებოდა მეცნიერული ახსნა.

მთუწესრიგებელი იყო ქიმიური სიმბოლიკის — ნივთიერებათა ფორმულების გამოსახვის — საქმეც. რადგან მეცნიერები უმთავრესად შვისწავლიდნენ ნივთიერების გარდაქმნებს, ისინი ქიმიურ ფორმულებს წერდნენ ისე, რომ მათი საშუალებით შესაძლებელი ყოფილიყო ნივთიერების ამა თუ იმ ქიმიური თვისების გამოხატვა. ამიტომ, იმის მიხედვით, თუ როგორი გარდაქმნების ასახვა სურდათ, ერთსა და იმავე ნივთიერებას ხშირად რამდენიმე ფორმულით გამოსახავდნენ. ქიმიასში დაგროვდა მეტად რთული ფორმულები. ამის შედეგად მეცნიერებს უძნელდებოდათ ერთმანეთის გაგება.

ორგანულ ქიმიასში შექმნილი მდგომარეობა ველერმა ხატოვნად გამოსახა ბერცელიუსისადმი გავზავნილ წერილში (1835 წ.): „ორგანულ ქიმიას ახლა ნებისმიერი ადამიანის გაოგნება შეუძლია. მე ის წარმოდგენილი მაქვს განსაცვიფრებელი საგნებით სავესე უღრან ტყვედ,

ალექსანდრე მიხეილის ძე
ბუბლაროვი

(1828—1886)



ყაზანის უნივერსიტეტის, შემდგომ პეტერბურგის უნივერსიტეტის პროფესორი, აკადემიკოსი. შექმნა ქიმიური აღნაგობის თეორია, რითაც საფუძველი ჩაეყარა თანამედროვე ორგანულ ქიმიას. ხელმძღვანელობდა რა თეორიით, იწინასწარმეტყველა და სინთეზით პირველმა მიიღო მრავალი ახალი ნაერთი. აღმოაჩინა უჯერი ნახშირწყალბადების პოლიმერიზაციის რეაქცია და საფუძველი ჩაეყარა მაღალმოლეკულური ნაერთების სინთეზს. ეთილენის ჰიდრატაციაზე ჩატარებული სამუშაოები საფუძველად დაედო ეთილის სპირტის მიღების ერთ-ერთ თანამედროვე ხერხს. ქიმიის ისტორიაში პირველმა განახორციელა შაქროვანი ნივთიერების სინთეზი.

რომლიდანაც შეუძლებელია გამოსვლა, სადაც ვერც კი ბედავ შესვლას“.

ჩვენ აღვნიშნეთ მხოლოდ რამდენიმე პრობლემა, რომელთაც თეორიული ახსნა-განმარტება სჭირდებათ. იმ დროის მეცნიერთა წინაშე სხვა რთული საკითხებიც იდგა.

1. მოიყვანეთ მაგალითები, რომლებიც გვიჩვენებენ, რომ გასული საუკუნის ბუნებრივ პერიოდში ორგანულ ქიმიასში წარმოიშვა წინააღმდეგობა დაგროვილ მეცნიერულ ფაქტებსა და იმდროინდელ თეორიულ შეხედულებათა შორის.
2. როგორი ვალენტობა უნდა მიეყენებინათ ნახშირბადისათვის: ა) ბენზოლში, ბ) ტოლუოლში (შედგენილობა იხ. ზეით), თუ მხედველობაში მივიღებთ ჩვენს ჩვეულებრივ წარმოდგენას ვალენტობაზე?

§ 2. ქიმიური აღნაგობის თეორია

1861 წ. ყაზანის უნივერსიტეტის პროფესორმა ალექსანდრე მიხეილის ძე ბუბლაროვმა ჩამოაყალიბა ახალი თეორიის საფუძველები. იმ დროისათვის ქიმიასში საკმაოდ იყო ვავრცელებული ატომისტიკის იდეები. 1860 წ. ქიმიკოსთა ყრილობაზე ზუსტად განსაზღვრეს ატომისა და მოლეკულის ცნებები, რომლებიც წინათ არ იყო ერთმანეთისაგან მკვეთრად გამოიხსნა. მაგრამ მეცნიერები ჯერ კიდევ მნიშვნელობას არ ანიჭებდნენ იმას, თუ როგორ აიგება მოლეკულები ატომებისაგან, და შეუძლებლად თვლიდნენ ამ აღსავლობის ქიმიური მეთოდების გამოყენებას.

დებით გარკვევას. იყენენ ისეთი მეცნიერებიც, რომელთაც საერთოდ არ სწამდათ ატომებისა და მოლეკულების რეალური არსებობა.

ა. მ. ბუტლეროვი ატომებსა და მოლეკულებს ნივთიერების რეალურად არსებულ ნაწილაკებად, არამედ მივიდა იმ დასკვნამდეც, რომ ატომები მოლეკულებში მოუწესრიგებლად კი არ არიან, არამედ ისინი ერთმანეთთან შეერთებულია გარკვეული თანამიმდევრობით, და ეს თანამიმდევრობა შეიძლება დავადგინოთ ქიმიური მეთოდებით და გამოვსახოთ ფორმულით.

თავისი თეორიის ძირითადი იდეა ა. მ. ბუტლეროვმა ასე გამოთქვა: „რთული ნაწილაკის ქიმიური ბუნება განისაზღვრება ელემენტარულ შემადგენელი ნაწილაკების ბუნებით, მათი რაოდენობითა და ქიმიური აღნაგობით“. ჩვენთვის ცნობილი ტერმინოლოგიით ეს ნიშნავს, რომ მოლეკულის ქიმიური თვისებები განისაზღვრება მისი შემადგენელი ატომების თვისებებით, მათი რაოდენობითა და მოლეკულის ქიმიური აღნაგობით.

ბუტლეროვის მიხედვით, ქიმიური აღნაგობა — ეს არის მოლეკულაში ატომთა შეერთების თანამიმდევრობა, მათი ურთიერთბმისა და ურთიერთგავლენის რივი. ატომების შეერთება მოლეკულებად, მოუთითებდა ბუტლეროვი, მათი ატომიანობის (ვალენტობის) შესაბამისად ხდება.

აბორიგანული ქიმიის მაგალითებით შეიძლება დავინახოთ, რომ მოლეკულად შეერთებისას ატომები ერთმანეთზე გავლენას ახდენენ. მაგალითად, წყალბადი და ენგბადი როცა წყალს წარმოქმნიან, ურთიერთგავლენით იმდენად იცვლებიან, რომ პირველი უკვე აღარ იწვის, ხოლო მეორე წეს ხელს არ ეწყობს; წყალს არა იქნს არც წყალბადის და არც ენგბადის თვისებები.

შეველართ ისეთი წყალბადნაერთები, როგორცაა HCl , H_2O , NH_3 . ამ ნაერთებში წყალბადი სხვადასხვა თვისებას ავლენს. მაჩილმქვეაში ის ადვილად ჩაინაცვლება მრავალი ლითონით, წყალში — მხოლოდ აქტიური ლითონების მოქმედებით, ხოლო ამიაკში მისი ჩაინაცვლება მეტად ძნელია. მაშასადამე, ატომები, რომლებიც ამ ნივთიერებების მოლეკულებში წყალბადთანაა შეერთებული, სხვადასხვანაირ გავლენას ახდენენ მასზე.

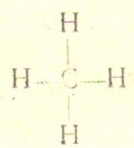
შეუბრისპირეთ H_2CO_3 , HPO_3 , H_2SO_4 მკავების ძალა აქაც ჩანს, რომ ნახშირბადის, ფოსფორისა და გოკირდის ატომები სხვადასხვაგვარად ახდენენ გავლენას წყალბადზე.

ა. მ. ბუტლეროვის მითითებებზე დაყრდნობით, ქიმიური აღნაგობის თეორიის არსი შეიძლება გამოითქვას შემდეგადღებულებებით:

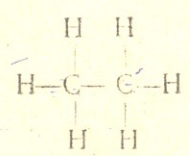
● 1. მოლეკულებში ატომები უწესრიგოდ კი არ არის გახლაგებულნი, არამედ ერთმანეთთან შეერთებულია გარკვეული თანამიმდევრობით, მათი ვალენტობის შესაბამისად.

2. ნივთიერებათა თვისებები, დამოკიდებულია არა მხოლოდ იმაზე, თუ რომელი ელემენტების ატომები და რა რაოდენობით შედის მათში, არამედ მათში ატომთა შეერთების თანამიმდევრობასა და მათი ურთიერთგავლენის რიგზეც.

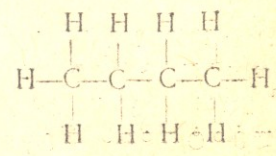
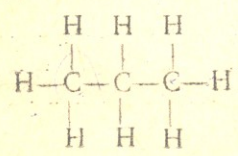
ჩვენთვის ცნობილი ნახშირწყალბადების მაგალითზე განვიხილოთ პირველი დებულება. როგორი თანამიმდევრობითაა შეერთებული ატომები უმარტივესი ნახშირწყალბადის — მეთანის მოლეკულაში? ჩვენ ვიცით, რომ მეთანში წყალბადის თითოეული ატომი შეერთებულია ნახშირბადის ატომთან. ადვილი გასაგებია, რომ სხვანაირად არც შეიძლება იყოს. თუ, მაგალითად, დავუშვებთ, რომ წყალბადის ორი ატომი ერთმანეთთან უშუალოდაა შეერთებული, მაშინ, თავისი ვალენტობის ამოწურვის გამო, ისინი ვერ შეუერთდებიან სხვა ატომებს, თუ ელემენტების ვალენტობას პირობით პატარა ხაზებით აღვნიშნავთ, ჩვენ მეთანის მოლეკულაში ატომების ბმას გამოვსახავთ ასე:

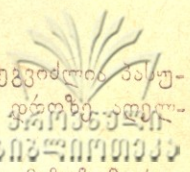


ეთანის მოლეკულაში C_2H_6 ნახშირბადისა და წყალბადის ყველა ატომი ერთ ნაწილაკად რომ შეერთდეს, ცხადია, ერთმანეთს უნდა შეუკავშირდეს ნახშირბადის ატომები. ნახშირბადის ატომები ურთიერთ-შეერთებაზე ხარჯავენ რა ვალენტობის თითო ერთეულს. მათ კიდევ რჩებათ ვალენტობის სამ-სამი ერთეული, რომელთა ხარჯზეც ისინი წყალბადის 6 ატომს იკავშირებენ:



პროპანისა C_3H_8 და ბუტანის C_4H_{10} მოლეკულებში ატომები შეერთებულია ასეთი თანამიმდევრობით:





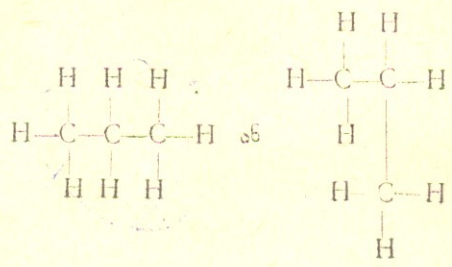
რაკი ვიცით ნახშირწყალბადების აღნაგობა, ახლა შეგვიძლია ვასკუ-
ხი ვაცეთ ზოგიერთ იმ კითხვაზე, რომლებიც თავის დროზე დაგეგმულ
ვებდა მეცნიერებს.

რა არის ნახშირბადის ნაერთების მრავალნაირობის მიზეზი? რო-
გორც ვხედავთ, ამის მიზეზია ის, რომ ნახშირბადის ატომებს ახასი-
ათებთ ერთმანეთთან ჯაჭვურად შეერთების თვისება.

ირღვევა თუ არა ელემენტების ვალენტობა განხილულ ნაერთებ-
ში? არა, ნახშირბადი ყველა ნაერთში ოთხვალენტიანი რჩება.

ქიმიურ ფორმულებს, რომლებშიც გამოსახულია მოლეკულაში
ატომთა შეერთების თანამიმდევრობა, სტრუქტურული ფორ-
მულები ანუ აღნაგობის ფორმულები ეწოდება.

მხედველობაში უნდა მივიღოთ, რომ ამგვარი ფორმულები ასახა-
ვენ მხოლოდ ატომთა შეერთების თანამიმდევრობას, მაგრამ არ გვიჩ-
ვენებენ ატომების განლაგებას სივრცეში. ამიტომ როგორც არ უნდა
გამოვსახოთ პროპანის სტრუქტურული ფორმულა:



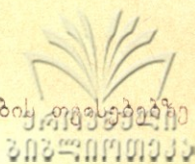
ეს იქნება ერთი და იგივე მოლეკულა, ვინაიდან აქ ატომთა შეერთე-
ბის რიგი, თანამიმდევრობა არ იცვლება.

ნივთიერებების სტრუქტურულ ფორმულებს ხშირად შემოკლებით
გამოსახავენ. მაგალითად, $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_3$. ასეთ გამარტივებულ
ფორმულაში პატარა ნახები გამოსახავს ნახშირბადის ატომებს შორის
ბმას, მაგრამ არ გვიჩვენებს ბმას ნახშირბადისა და წყალბადის ატო-
მებს შორის.

3. რაში მდგომარეობს ქიმიური აღნაგობის თეორიის არსი? განმარტეთ მა-
გალითები, როგორ გესმით ამ თეორიის დებულება მოლეკულაში ატომე-
ბის შეერთების რიგის შესახებ.

4. არაორგანული ქიმიიდან მოიყვანეთ მაგალითები, რომლებიც ადასტურებს
ატომთა ურთიერთვალენას მოლეკულაში შეერთებისას და ამ დროს მათი
თვისებების შეცვლას.

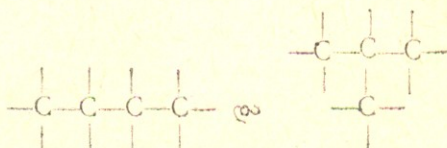
5. შემომოყვანილი ფორმულების მსგავსად შეადგინეთ შემდეგი ნახშირწყალ-
ბადების ფორმულები: ა) პენტანის C_5H_{12} ბ) ჰექსანის C_6H_{14} .



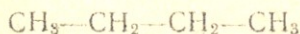
ახლა განვიხილოთ, რა გავლენას ახდენს ნივთიერების მოლეკულაში ატომთა შეერთების რიგი.

ჯერ მივმართოთ ისტორიულ ფაქტებს. ნახშირწყალბადების მოლეკულების აღნაგობის შესწავლისას ა. მ. ბუტლეროვი იმ დასკვნამდე მივიდა, რომ ამ ნივთიერებებში, ბუტანიდან დაწყებული, მოლეკულათა ერთი და იმავე შედგენილობისას, ატომები შეიძლება სხვადასხვა თანამიმდევრობით იყოს შეერთებული.

მაგალითად, ბუტანში C_4H_{10} დასაშვებია ნახშირბადის ატომთა ორგვარი განლაგება: სწორი (არაგანშტოებული) და განშტოებული ჯაჭვის სახით:



ბირველ შემთხვევაში ნახშირბადის თითოეული ატომი შეერთებულია ერთ (თუ ის განაპირაა) ან ორ ნახშირბადის ატომთან; მეორე შემთხვევაში ჩნდება ატომი, რომელიც შეერთებულია ნახშირბადის სამ ატომთან. ერთნაირი თვისებითი და რაოდენობითი შედგენილობის მქონე მოლეკულების ატომთა ურთიერთობის სხვადასხვა რიგს, როგორც ქიმიური აღნაგობის თეორია გვასწავლის, სხვადასხვა ნივთიერება უნდა შეესაბამებოდეს, თუ ეს თეორია სწორია, უნდა არსებობდეს აღნაგობით და თვისებებით ერთმანეთისაგან განსხვავებული ორი ბუტანი. ვინაიდან იმ დროს ცნობილი იყო მხოლოდ ერთი ბუტანი, ა. მ. ბუტლეროვი შეეცადა სინთეზით მიეღო სხვა აღნაგობის ბუტანი. მის მიერ მიღებულ ნივთიერებას ჰქონდა იგივე შედგენილობა C_4H_{10} , მაგრამ სხვა თვისებები, კერძოდ, დუდილის უფრო დაბალი ტემპერატურა. ბუტანისაგან განსხვავებით ახალ ნივთიერებას უწოდეს „იზობუტანი“ (ბერძნული სიტყვა „იზოს“ ნიშნავს „ტოლს“):



ბუტანი

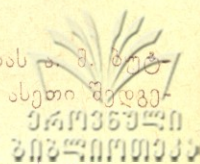
(დუღ. ტემპ. $-0,5^{\circ}C$)



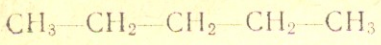
CH_3

იზობუტანი

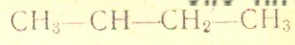
(დუღ. ტემპ. $+11,7^{\circ}C$)



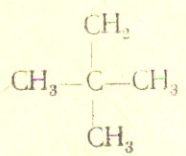
პენტანის C_5H_{12} შესაძლებელი აღნაგობის განხილვისას ა. შ. ბრეტ-ლეროვი იმ დასკვნამდე მივიდა, რომ უნდა არსებობდეს ასეთი შედგენილობის სამი ნახშირწყალბადი:



(დუღ. ტემ. $36.2^\circ C$)



(დუღ. ტემ. $28^\circ C$)



(დუღ. ტემ. $9.5^\circ C$)

ყველა ეს ნივთიერება მიღებულია.

მოლეკულაში ნახშირბადის ატომების რიცხვის გადიდებით ერთი და იგივე შედგენილობის ნივთიერებათა რიცხვი ძალიან იზრდება, მაგალითად, თეორიის თანახმად, $C_{10}H_{22}$ შედგენილობის ნახშირწყალბადები შეიძლება არსებობდეს 75, $C_{14}H_{30}$ შედგენილობის — 1858 და ა. შ. იზომერების მოვლენა, ე. ი. ერთი და იგივე შედგენილობის სხვადასხვა ნივთიერების არსებობა, დიდი ხანია ცნობილია. მაგრამ მხოლოდ ქიმიური აღნაგობის თეორიამ ახსნა ის დამაჯერებლად. ახლა შეგვიძლია უფრო ზუსტად ჩამოვაყალიბოთ, თუ როგორ ნივთიერებებს ეწოდება იზომერები.

● ნივთიერებებს, რომელთაც აქვთ მოლეკულურ ბინს ერთნაირი შედგენილობა (ერთი და იგივე მოლეკულური ფორმულა), მაგრამ განსხვავებული ქიმიური აღნაგობა და ამის გამო სხვადასხვა თვისებებით ხასითდებიან, იზომერები ეწოდება.

მეცნიერებაში ყოველწლიურად გროვდებოდა ქიმიური აღნაგობის თეორიის ქვეშაობების დამადასტურებელი ფაქტები. ამ თეორიამ თანდათანობით მეცნიერთა საყოველთაო აღიარება პპოვა და უკვე საუკუნეზე მეტია, რაც ორგანული ქიმიის ძირითადი თეორია გახდა. თავდაპირველად როგორც ორგანული ნივთიერებების აღნაგობის შესახებ ჩამოყალიბებული მოძღვრება, ეს თეორია გახდა ქიმიის საერთო თეორია, ვინაიდან იგი სამართლიანია ისეთი არაორგანული ნივთიერებებისთვისაც, რომლებიც შედგება მოლეკულებისაგან (გაიხსენეთ, მაგალითად, წყლის, ამიაკის, აზოტმჟავასა და გოგირდმჟავას მოლეკულების აღნაგობა). ამ თეორიის მეცნიერული მნიშვნელობა იმაში მდგომარეობს, რომ მან გააღრმავა ჩვენი წარმოდგენები ნივთიერების შესახებ. მიგვიჩიოთა გზა მოლეკულების შინაგანი აღნაგობის შეცნობი-

საკენ, შესაძლებლობა მოგვცა ქიმიაში დაგროვილი ფაქტების გაზრებისა, გვიწინასწარმეტყველა ახალი ნივთიერებების არსებობა და მათი სინთეზის გზების მიგნება. ყოველივე ამით მან უაღრესად უწყობ ხელი ორგანული ქიმიის და ქიმიური მრეწველობის განვითარებას.

ქიმიური აღნაგობის თეორიის შექმნისას ა. მ. ბუტლეროვი თავისი წინამორბედების შრომებს ეყარებოდა. ამ თეორიის ძირითადი ცნება უწინარეს ყოვლისა იყო ცნება ვალენტობის შესახებ. ეს ცნება მეცნიერებაში 50-იანი წლების დასაწყისში შემოიტანა ინგლისელმა ქიმიკოსმა ფრანკლანდმა, ხოლო ნახშირბადის ოთხვალენტოანობა, რაც ორგანული ქიმიისათვის განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია, დადგინა გერმანელმა მეცნიერმა კეკულემ. კეკულე და კუპერი გამოთქამდნენ აზრს ნახშირბადის ატომების ერთმანეთთან ჯაჭურ შეერთებაზეც. მაგრამ ეს მხოლოდ ცალკეული იდეები იყო. ა. მ. ბუტლეროვმა შექმნა ერთიანი მოძღვრება ნივთიერებათა ქიმიური აღნაგობის, თვისებების აღნაგობაზე დამოკიდებულების, ამ აღნაგობის დადგენის შესაძლებლობისა და ახალ ნივთიერებათა არსებობის წინასწარმეტყველების შესახებ.

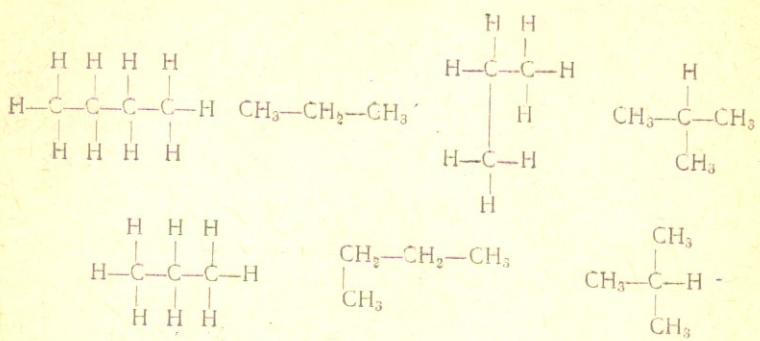
ა. ბუტლეროვმა შეიმუშავა თეორია და მისი სისწორე ახალი ნივთიერებების სინთეზით დასაბუთა, მაგრამ მას აბსოლუტურ და უცვლელ თეორიად არ თვლიდა. ის ამტკიცებდა, რომ თეორია უნდა განვითარდეს, და ითვალისწინებდა, რომ ეს განვითარება განხორციელდება თეორიულ ცოდნასა და წარმოქმნილ ახალ ფაქტებს შორის წინააღმდეგობათა გადაწყვეტის გზით.

ქიმიური აღნაგობის თეორია, როგორც ამას ა. მ. ბუტლეროვი ითვალისწინებდა, უცვლელი არ დარჩა. შემდგომი მისი განვითარება უმთავრესად ორი ურთიერთდაკავშირებული მიმართულებით მიმდინარეობდა.

პირველი მიმართულება თვით ა. მ. ბუტლეროვმა იწინასწარმეტყველა. ის თვლიდა, რომ მეცნიერება შემდგომში შეძლებს არა მხოლოდ მოლეკულაში ატომთა ბმის რიგის, არამედ მათი სივრცითი განლაგების დადგენასაც. მოძღვრება მოლეკულათა სივრცითი აღნაგობის შესახებ, ე. წ. სტერეოქიმია (ბერძნული სიტყვა „სტერეოს“ „სივრცითის“ ნიშნავს) მეცნიერებაში შევიდა, გასული საუკუნის 80-იან წლებში. მან შესაძლებლობა მისცა მეცნიერებს, აეხსნათ და ეწინასწარმეტყველათ ახალი ფაქტები, რომლებიც უწინდელი თეორიული წარმოდგენების ხარჩოვებში ვერ თავსდებოდა.

მეორე მიმართულება დაკავშირებულია ორგანულ ქიმიაში ატომთა ელექტრონული აღნაგობის შესახებ მოძღვრების გამოყენებასთან. რომელიც XX საუკუნის ფიზიკაში განვითარდა. ამ მოძღვრებამ შესაძლებელი გახადა ატომთა ქიმიური ბმის ბუნების გაგება, მათი ურთიერთგავლენის არსის გარკვევა, ნივთიერების ამა თუ იმ ქიმიური თვისებების გამოვლენის მიზეზის ახსნა.

- 7 მ. შავალითებით განმარტეთ ქიმიური აღნაგობის თეორიის ის დებულება, რომლის თანახმად, ნივთიერებათა თვისებები დამოკიდებულია მათ ქიმიურ აღნაგობაზე.
 7. რამდენი ნივთიერებაა გამოსახული შემდეგი სტრუქტურული ფორმულით? პასუხი განმარტეთ:



8. სტრუქტურული ფორმულებით გამოსახეთ ატომთა შეერთების რიგი შემდეგ მოლეკულებში: ა) გოგირდწყალბადის, ბ) ნახშირბად (IV)-ის ოქსიდის, გ) ფოსფორმჟავასი.
 9. რომელი შეცნიერული დებულებები და იდეები იყო ქიმიური აღნაგობის თეორიის წინაპირობები? რომელმა შეცნიერებმა გამოთქვეს ეს დებულებები?

**§ 4. ქიმიური გზავის ელემენტარული გუნება
 ორგანულ ნივთიერებაში**

ორგანული ქიმიის შესწავლისას ჩვენ ხშირად გამოვიყენებთ ელემენტების ატომთა აღნაგობასა და ქიმიური ბმების ელექტრონულ ბუნებას მოლეკულებში. გავიმეოროთ და რამდენადმე შევავსოთ ჩვენი ცოდნა ამ საკითხებზე. უწინარეს ყოვლისა, გავიხსენოთ ზოგიერთი ქიმიური ელემენტის ატომის აღნაგობა (სურ. 1).

წყალბადის ატომი, როგორც თქვენთვის ცნობილია, შედგება ბირთვისა და ერთი s-ელექტრონისაგან, რომელიც თავისი მოძრაობისას წარმოქმნის უარყოფითად დამუხტული სფეროსებრი (ბურთისებრი) ფორმის ღრუბელს; ამ ღრუბლის უდიდესი სიმკვრივე (ელექტრონის არსებობის უდიდესი ალბათობა) მოთავსებულია 0.053 ნმ მანძილზე ბირთვიდან¹.

ჰელიუმის ატომს აქვს ორი s-ელექტრონი. თავიანთი მოძრაობისას ისინი წარმოქმნიან სფეროსებრი ფორმის საწრთო ელექტრონულ ღრუბელს — ასეთ ელექტრონებზე ამბობენ, რომ ისინი გაწყვილებულია².

¹ ნანომეტრი (ნმ) = 10⁻⁹ მ.

² სივოცის ერთი ნაწილის დაკავება შეუძლია ორ ელექტრონს, რომლებიც ხასითდებიან სხვადასხვა სპინებით (იხ. IX კლ. ფიზიკის სახელმძღვანელო, გვ. 303).

სქემატურად გამოსახეთ ელემენტების ატომების აღნაგობა რიგითი ნომრებით 3, 4, 5, რაკი იცით, რომ ლითიუმის ატომის მესამე ელექტრონი აღარ შეუთავსდება ორ s-ელექტრონს და ატომში იწყება მეორე ელექტრონული შრე.

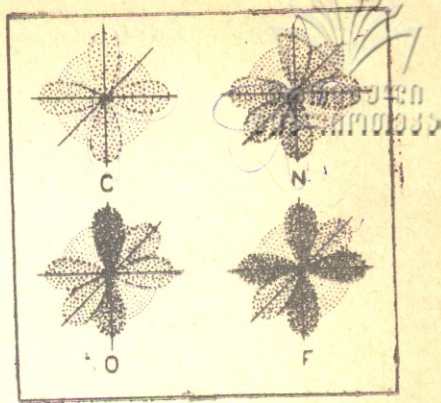
ნახშირბადის ატომში შიგა ელექტრონული შრე შეიცავს ორ s-ელექტრონს, როგორც თქვენს მიერ განხილულ ელემენტებში. ატომის გარე შრეში არის ორი გაწყვილებული s-ელექტრონი და ორი p-ელექტრონი.

s-ელექტრონებისაგან განსხვავებით p-ელექტრონების ატომთა ღრუბლებს აქვთ მოცულობითი რვიანების ფორმა. ნახშირბადის ატომში ისინი არ ემთხვევიან ერთმანეთს, ვინაიდან მათ აქვთ ერთნაირი (უარყოფითი) მუხტი და ისინი მიისწრაფიან მაქსიმალურად დაცილდნენ ერთმანეთს და ამის გამო განლაგდებიან ურთიერთპერპენდიკულარული მიმართულებებით.

აზოტის ატომის გარე შრეში ჩნდება მესამე p-ელექტრონი. მისი ღრუბელი არ ემთხვევა სივრცეში ორიდან არცერთ p-ელექტრონს, ვინაიდან შეიძლება მოთავსდეს განცალკევებულად, მათდამი პერპენდიკულარული მიმართულებით.

ჟანგბადის ატომში ჩნდება მეოთხე p-ელექტრონი, მას აღარ შეუძლია ჰქონდეს განცალკევებული მდებარეობა, ვინაიდან p-ელექტრონების ყველა ურთიერთპერპენდიკულარული მიმართულება დაკავებულია. მისი ღრუბელი შეუთავსდება ერთ-ერთ p-ელექტრონს, ამრიგად, ჟანგბადის ატომის გარე შრეში ორ გაწყვილებულ s-ელექტრონთან ერთად აღმოჩნდება ორი გაწყვილებული p-ელექტრონი და ორი გაუწყვილებელი p-ელექტრონი.

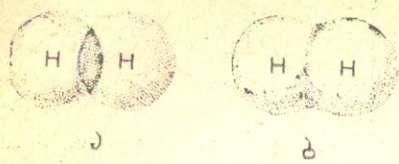
ახლა უკვე ადვილად შეიძლება წარმოვიდგინოთ, რომ ფთორის ატომში მეხუთე p-ელექტრონი გაწყვილდება ერთ-ერთ თავისუფალ p-ელექტრონთან და ატომში რჩება ერთი გაუწყვილებელი p-ელექტრონი. ანალოგიური აღნაგობა აქვს სხვა ჰალოგენების ატომების გარე ელექტრონულ შრეს, რომელთაც შევძლებთ შემდეგში განვიხილოთ.



სურ. 1. მეორე პერიოდის ზოგიერთი ელემენტის ატომთა აღნაგობის სქემა (შიგა ორელექტრონიანი შრე სქემაზე გამოსახული არ არის).

საქ. სსრ კ. მარკსის
სახ. სახ. რესპუბ.
ბინათმშენ.

ნეონისა და სხვა ინერტული გაზების ატომის გარე შორს ყველა — ექვსივე — p-ელექტრონი გაწყვილებული აღმოჩნდება (ამასთან არის დაკავშირებული ელემენტარული ინერტული ბმის ჩამოყალიბება).



სურ. 2. წყალბადის ატომების ელექტრონული ორბიტლების გადაფარვისა (ა) და სერთო მოლეკულური ორბიტლის (ბ) წარმოქმნის სქემები.

მრ უახლოვდება ერთმანეთს, მაშინ ერთი ატომის ელექტრონული ორბიტელი მიიზიდება მეორე ატომის ბირთვით, ხოლო მეორე ატომის ელექტრონული ორბიტელი — ბირველი ატომის ბირთვით. ამის შედეგად ელექტრონული ორბიტლები ნაწილობრივ გადაიფარება (ატომბა ძლიერ დაახლოებას წინააღმდეგობას უწყევს დაღებითად დამუხტული ბირთვების ურთიერთგანზიდვა). ორი ელექტრონული ორბიტლისაგან წარმოიქმნება ერთი ორელექტრონიანი მოლეკულური ორბიტელი, რომელიც საერთოა ორივე ატომისათვის, და რომლის უდიდესი სიმკვრივე მოთავსებულია ბირთვებს შორის. სივრცეში (სურ. 2). ორი ბირთვის ველში ელექტრონების მოძრაობა და მათ შორის სივრცეში ელექტრონული სიმკვრივის შესქელება იწვევს მიზიდულობის ძალის, გაზრდის, მოლეკულაში; და თან ახლავს ენერჯიის გამოყოფა. წარმოქმნილი მოლეკულა, რომელიც ხასიათდება ენერჯიის ნაკლები მარაგით, უფრო მდგრადია საწყის ატომებთან შედარებით.

● რაც უფრო მეტად გადაიფარებიან ელექტრონული ორბიტლები ატომთა შეერთებისას, მით მეტი რაოდენობით გამოიყოფა ენერჯია და მით უფრო მტკიცეა ქიმიური ბმა.

კოვალენტური ბმის წარმოქმნის სურათი რამდენადმე იცვლება იმასთან დაკავშირებით, თუ რომელი ატომები ურთიერთმოქმედებენ, თუ ერთი და იმავე ელემენტის ატომები უერთდებიან ერთმანეთს, მაშინ ელექტრონული ორბიტლების გადაფარვის არე (უდიდესი ელექტრონული სიმკვრივის წარმოქმნა) სიმეტრიულად მოთავსდება ბირთვებს შორის, და ბმა არაპოლარული აღმოჩნდება.

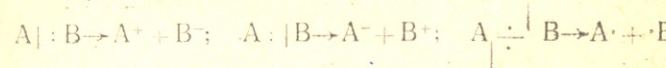
თუ კოვალენტური ბმა მყარდება სხვადასხვა ელემენტის ატომებს შორის, მაგალითად, ქლორწყალბადის წარმოქმნის შემთხვევაში, მაშინ ელექტრონული ორბიტლების გადაფარვის არე ამა თუ იმ ხარისხით გადაინაცვლებს უფრო ელექტროუარყოფითი ელემენტის ატომ-

მის ბირთვის მხარეზე. ქიმიური ბმის წარმომქმნელი ელექტრონების არსებობა უფრო სააღბათო იქნება ერთ-ერთი ბირთვის ხლო ამის გამო ერთ-ერთი ატომი განიცდის ელექტრონების ნაწილობრივ ამიტომ იძენს (ბირთვის მუხტის ხარჯზე) ნაწილობრივ მუხტს. ხოლო მეორე ატომი ელექტრონების სიჭარბის გამო (ბირთვის მუხტთან შედარებით) — იძენს ნაწილობრივ უარყოფით მუხტს. ასეთი კოვალენტური ბმა პოლარული ხდება. მხედველობაში უნდა მივიღოთ, რომ ამ შემთხვევაში წარმოიქმნება არა სრული, არამედ ნაწილობრივი მუხტები (ელექტრონების გადაინაცვლების და არა მთლიანად გადასვლის შედეგად ერთი ატომიდან მეორეზე, როგორც ეს ხდება იონური ბმის წარმოქმნისას). ნაწილობრივ მუხტებს აღნიშნავენ ასოებით δ^+ და δ^- . ელექტრონული სიმკვრივის განაწილება და ბმის ხასიათი ქლორწყალბადის მოლეკულაში ასეთ შემთხვევაში გამოისახება ფორმულით $\overset{\delta^+}{\text{H}}-\overset{\delta^-}{\text{Cl}}$. ზოგჯერ ქიმიური ბმის ელექტრონული სიმკვრივის გადაინაცვლებას გამოსახავენ ისრით: $\text{H} \rightarrow \text{Cl}$. ამგვარადვე აღნიშნეთ, როგორ გადაინაცვლებს კოვალენტური ბმის $\text{C}-\text{Cl}$ ელექტრონული სიმკვრივე და როგორ განაწილდება ამ შემთხვევაში ატომთა ნაწილობრივი მუხტები.

ჩვენ განვიხილოთ, როგორ ხდება კოვალენტური ბმების წარმოქმნა ატომებს შორის. მაგრამ ქიმიური რეაქციები არის ორი საპირისპირო პროცესის ერთიანობა — ზოგი ბმის დაშლა და ზოგის წარმოქმნა.

ზოგადად განვიხილოთ, როგორ ხდება მოლეკულებში კოვალენტური ბმების გაწყვეტა.

ადვილად დავინახავთ, რომ შესაძლებელია ბმის გაწყვეტი. სამი შემთხვევა ატომებს (ან ატომთა ჯგუფებს) შორის:



პირველსა და მეორე შემთხვევაში გაწყვეტა ხდება ისე, რომ ელექტრონული წყვილი, რომელიც წარმოქმნის ქიმიურ ბმას, მთლიანად რჩება მოლეკულის ერთ ნაწილთან (ბმის არასიმეტრიული გაწყვეტა). ამასთან ერთი ატომიდან მეორეზე სავალენტო ელექტრონების მთლიანად გადასვლის შედეგად ერთი ნაწილაკი იმუხტება დადებით იონად, ხოლო მეორე — უარყოფით იონად.

მესამე შემთხვევაში ბმის გაწყვეტისას ხდება ელექტრონულ წყვილის გათიშვა (ბმის სიმეტრიული გაწყვეტა). ამის შედეგად მოლეკულა იშლება ნეიტრალურ ნაწილაკებად, რომელთაგანაც თითოეულს რჩება თითო გაუწყვილებელი ელექტრონი. ნაწილაკებს, რომელთაც აქვთ გაუწყვილებელი ელექტრონები,

ბი, თავისუფალი რადიკალები ეწოდება. რეაქციები-
რივ ისინი ძალიან არამდგრადებია, ქიმიურად მეტად აქტიურებია და
სწრაფად გარდაიქმნებიან მდგრად მოლეკულებად.

ამგვარად, ზოგადად შეიძლება ითქვას, რომ არსებობს სწრაფად რეაქციონობის ტენდენცია. ზოგადად შეიძლება ითქვას, რომ არსებობს სწრაფად რეაქციონობის ტენდენცია. ზოგადად შეიძლება ითქვას, რომ არსებობს სწრაფად რეაქციონობის ტენდენცია. ზოგადად შეიძლება ითქვას, რომ არსებობს სწრაფად რეაქციონობის ტენდენცია.

10. გამოსახეთ ა) ნახშირბადის, ბ) ქანგბადის, გ) აზოტის ატომების გარე ელექტრონული გარსების აღნაგობის სქემები მათში s- და p-ელექტრონების აღნიშვნით, სახელმძღვანელოს სურათის გამოუყენებლად.

11. გამოსახეთ წყლის მოლეკულის აღნაგობის სქემა, აღნიშნეთ მასში ქანგბადის ატომის ელექტრონული ღრუბლების გადაფარვა წყალბადის ატომების ელექტრონული ღრუბლებით.

12. ბრომწყალბადის მოლეკულის მაგალითზე აღნიშნეთ, როგორ ხდება კოვალენტური ბმის: ა) იონური, ბ) თავისუფალრადიკალური გაწყვეტა. ხორციელდება თუ არ ბმის დაშლის ეს ორივე სახე იმ რეაქციებში, რომლებსაც აზოტოგანულ ქიმიასში გაცნობთ?

13. სქემატურად გამოსახეთ ერთ-ერთი C—H ბმის თავისუფალრადიკალური გაწყვეტა მეთანის მოლეკულაში. რამდენი ელექტრონი იქნება წარმოქმნილ ნახშირწყალბადის რადიკალში?

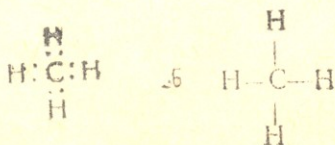


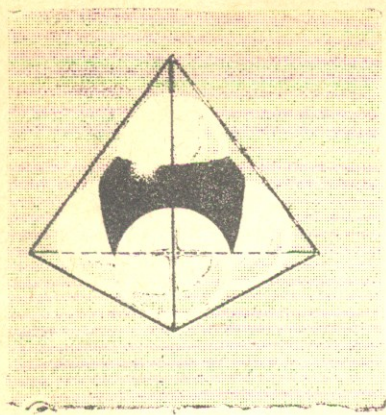
ორგანული ნაერთების შესწავლას ვიწყებთ ნახშირწყალბადების კლასით. ისინი მოიცავენ იმ ნივთიერებათა ძალიან დიდ რიცხვს, რომლებიც მხოლოდ ორ ელემენტისაგან — ნახშირბადისა და წყალბადისაგან შედგება. ყველა ნახშირწყალბადის შედგენილობა ზოგადი სახით შეიძლება გამოისახოს ფორმულით C_nH_m . არსებობს ნახშირწყალბადების რამდენიმე ჯგუფი (რიგი). ჯერ გავეცნოთ ნაჯერ ნახშირწყალბადებს. სწორედ მათ ეკუთვნის მეთანი, ეთანი, პროპანი, ბუტანი, რომელთა შესახებ იყო საუბარი ზემოთ.

§ 5. ნაჯერი ნახშირწყალბადების აღნაგობა

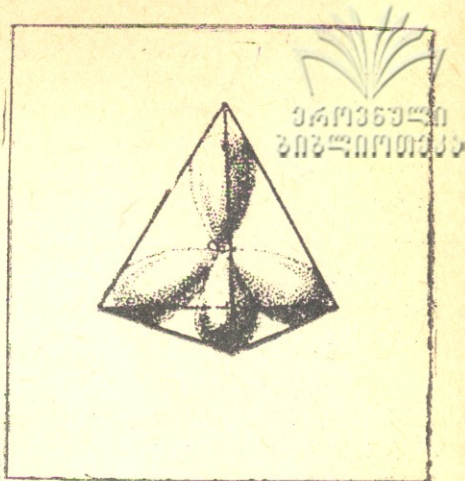
ეკუთვნიან თუ არა ნივთიერებები ნახშირწყალბადთა ამ ჯგუფს, განისაზღვრება მათი აღნაგობის ხასიათით. ჯერ განვიხილოთ უმარტივესი ნახშირწყალბადის აღნაგობა.

მეთანი, მისი აღნაგობა. მეთანი CH_4 უფერო და უსუნო გაზია. ჰაერზე თითქმის ორჯერ მსუბუქია (დაასაბუთეთ ეს გაანგარიშებით). იგი ბუნებაში წარმოიქმნება მცენარეთა და ცხოველთა ორგანიზმების ნარჩენების უჰაერო გარემოში დაშლის შედეგად. ამიტომ მისი აღმოჩენა შეიძლება, მაგალითად, დაჭობებულ წყალსატევებში, ქვანახშირის შახტებში. მეთანს მნიშვნელოვანი როლდენობით შეიცავს გაზები, რომლებიც გამოიყოფა ნავთობის მოპოვებისას. ყველაზე მეტი როლდენობითაა მეთანი ბუნებრივ გაზში, რომელიც ამჟამად ფართოდ გამოიყენება სათბობად ყოფა-ცხოვრებასა და წარმოებაში. მეთანის მოლეკულაში წყალბადატომებსა და ნახშირბადატომებს შორის ქიმიური ბმები ხორციელდება საერთო ელექტრონული წყვილებით და კოვალენტური ხასიათისაა. ამ წყალბადის ატომები იძენენ ორ ელექტრონიან დასრულებულ გარსს, ხოლო ნახშირბადის ატომები — ელექტრონთა მდგრად ოქტეტს:





სურ. 3. მეთანის მოლეკულის მოდელი.



სურ. 4. ნახშირბადის ატომის პიბრიდული ელექტრონული ღრუბლები.

როდესაც ორგანულ ქიმიაში განვითარდა მოძღვრება მოლეკულების სივრცით აღნაგობაზე, გაიჩნდა, რომ მეთანის მოლეკულას სინამდვილეში ტეტრაედრის ფორმა აქვს და არა ბრტყელი, როგორც ჩვენ გამოვსახავთ ქალაღზე (სურ. 3).

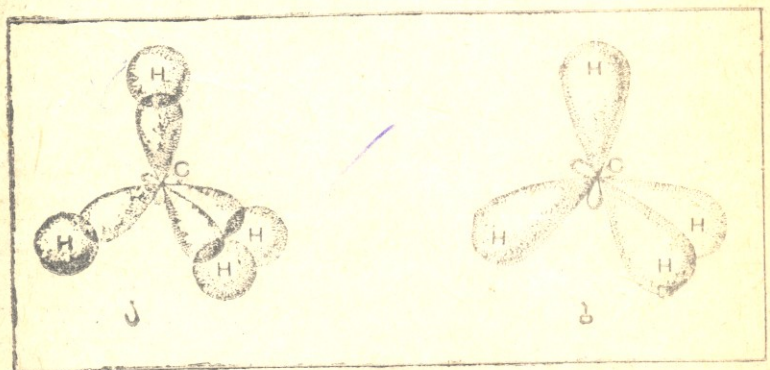
განვიხილოთ, რატომ არის მეთანის მოლეკულა ტეტრაედრი. ცხადია, ჩვენ უნდა ვისარგებლოთ ნახშირბადის ატომის აღნაგობით, მაგრამ აქ ჩნდება წინააღმდეგობა, ნახშირბადის ატომს აქვს ოთხი სავალენტო ელექტრონი. ამათგან ორი გაწყვილებული s-ელექტრონი და მათ არ შეუძლიათ წარმოქმნან ქიმიური ბმები წყალბადის ატომებთან. ქიმიური ბმები შეიძლება დამყარდეს მხოლოდ ორი გაუწყვილებელი p-ელექტრონის ხარჯზე. მაგრამ მაშინ მეთანის მოლეკულის ფორმულა უნდა იყოს არა CH_4 , არამედ CH_2 , რაც არ შეესაბამება სინამდვილეს. ასეთ წინააღმდეგობას იცილებენ ქიმიური ბმების წარმოქმნის შემდეგი განმარტებით.

როდესაც ნახშირბადის ატომი ურთიერთმოქმედებს წყალბადის ატომებთან, გარე შრის s-ელექტრონების წყვილი ირღვევა მასში, ერთ-ერთი მათგანი დაიკავებს მესამე p-ელექტრონის თავისუფალ ადგილს და თავისი მოძრაობის დროს წარმოქმნის ღრუბელს მოცულობითი რვიანას სახით, რომელიც პერპენდიკულარული იქნება სხვა ორი p-ელექტრონის ღრუბლების მიმართ. ატომი ამ შემთხვევაში გადადის ეგრეთ წოდებულ ადგენებულ მდგომარეობაში. ახლა ოთხივე სავალენტო ელექტრონი გაუწყვილებელი გახდა. მათ შეუძლიათ წარმოქმნან ოთხი ქიმიური ბმა. მაგრამ ჩნდება ახალი

წინააღმდეგობა. წყალბადის ატომებთან ნახშირბადის სამი p-ელექტრონმა უნდა წარმოქმნას სამი ქიმიური ბმე ურთიერთბეჭებენდიკულარული მიმართულებით, ე. ი. 90° კუთხით, ხოლო წყალბადის ატომებთან ერთად ატომი s-ელექტრონულ დრუბლის სფეროსებრი ფორმის გამო შეერთებას შეძლებდა ნებისმიერი მიმართულებიდან და ეს ბმები, ცხადია, რომ თვისებებით განსხვავებული უნდა ყოფილიყვნენ. ამავე დროს ცნობილია, რომ მეთანის მოლეკულაში ყველა C—H ბმა სავსებით ერთნაირია და განლაგებულია $109^\circ 28'$ კუთხით. ამ წინააღმდეგობის გადაჭრას ეხმარება წარმოდგენა ელექტრონთა ჰიბრიდიზაციის შესახებ.

ქიმიური ბმების წარმოქმნის პროცესში ნახშირბადის ატომების ყველა სავალენტო ელექტრონის (ერთი s- და სამი p-ელექტრონის) დრუბლები თანაბრდებიან, ერთნაირი ხდებიან (სურ. 4). ამასთან ისინი ღებულობენ არასიმეტრიულ, ტეტრაედრის წვეროების მიმართულებით გაწეილი მოცულობითი რვიანების ფორმას (ელექტრონული სიმკვრივის არასიმეტრიული განაწილება ნიშნავს, რომ ელექტრონის სააღბათო არსებობა ბირთვის ერთ მხარეზე მეტია, ვიდრე მეორეზე).

ჰიბრიდული ელექტრონული დრუბლების დერტებს შორის კეფიკე უდრის $109^\circ 28'$, რაც საშუალებას იძლევა როგორც ერთნაირად და მუხტული დრუბლები, მაქსიმალურად დაშორდნენ ისინი ერთმანეთს. ტეტრაედრის წვეროებისაკენ გაწეილი ასეთი დრუბლები შეიძლება საგრძნობლად გადაიფაროს წყალბადის ატომების ელექტრონული დრუბლებით, რაც იწვევს ენერჯის დიდი რაოდენობით გამოყოფას და მტკიცე, ერთნაირი, თვისებების მქონე ქიმიური ბმების წარმოქმნას (სურ. 5 ა).



სურ. 5. კოვალენტური ქიმიური ბმები მეთანის მოლეკულაში.

ა — ნახშირბადის ატომის ელექტრონული დრუბლების განაწილება წყალბადის ატომებთან; ბ — C—H ბმების საერთო ელექტრონული დრუბლების წარმოქმნა.

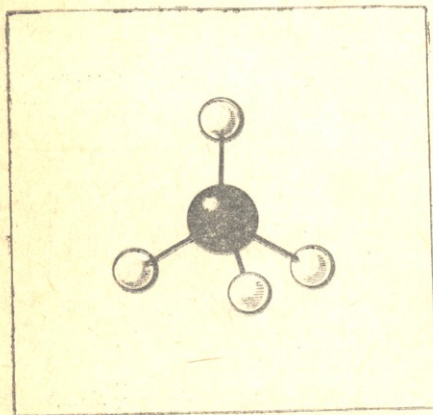
ჰიბრიდიზაცია შეიძლება გავრცელდეს ელექტრონულ ღრუბლებთან სხვადასხვა რიცხვზე. ამ შემთხვევაში ჰიბრიდიზაციაში მონაწილეობენ s-ელექტრონის ღრუბელი და p-ელექტრონების სამი ღრუბელი. ასეთ სახეს ეწოდება sp^3 -ჰიბრიდიზაცია.

მაშასადამე, მეთანის მოლეკულის ტეტრაედრული ფორმა გაპირობებულია ქიმიურ ნერთში ნახშირბადის ატომის ოთხი ჰიბრიდული ელექტრონული ღრუბლის ტეტრაედრული მიმართულებით.

რადგანაც ელექტრონები კოვალენტური ბმების დამყარებისას წარმოქმნიან შესაკავშირებელი ატომებისათვის საერთო ღრუბლებს, რომლებიც მოიცავენ ორივე ბირთვს. მეთანის მოლეკულის ელექტრონული აღნაგობა შეიძლება გამოისახოს ისედაც, როგორც ეს მოცემულია მე-5 ბ სურათზე.

ორგანული ნივთიერებების შესწავლისას ჩვენ ხშირად გამოვიყენებთ მოლეკულების მოდელებს. მე-3 სურათზე წარმოდგენილია მეთანის მოლეკულის მასშტაბური მოდელი. ელემენტების ატომების გამომსახველი მოდელების დეტალები სრულდება გარკვეული მასშტაბით, ამიტომ მოდელი დაახლოებით მართებულად გადნოსცემს ატომების ზომების შეფარდებას და მოლეკულის ტეტრაედრულ ფორმას. მე-6 სურათზე გამოსახულია მოლეკულის ბურთულდეროვანი მოდელი. მასში ატომების გამომსახველი დეტალები ერთმანეთთან შეერთებულია გარკვეულ მანძილზე სავალენტო ბმების გამომსახველი ღეროებით. ასეთი მოდელი არ გამოსახავს მოლეკულის შეფარდებით ზომასა და გარეგულ ფორმას.

შართლაც, ბურთულდეროვანი მოდელის საფუძველზე შეიძლება დავუშვათ, რომ ატომები მოლეკულაში სკემაოდ დაშორებულნი არ არიან.



სურ. 6. მეთანის ბურთულდეროვანი მოდელი.

რასაკვირველია, ასე არ არის. ატომთა შორის ქიმიური ურთიერთქმედება, როგორც ვიცით, შეიძლება მოხდეს მხოლოდ მათი უშუალო კონტაქტის დროს (გარე ელექტრონების ურთიერთმოქმედებისას). ასეთი მოდელების გამოყენებისას შეცდომა რომ არ დავუშვათ, საჭიროა წარმოვიდგინოთ, რომ ბურთულები გამოსახვენ არა ატომებს, არამედ ატომთა ცენტრებს ან მათ ბირთვებს და რომ სივრცე მათ შორის შევსებულია ელექტრონული ღრუბლებით, რომლებიც წარმოქმნიან ქიმიურ ბმებს ბურთულების შემაერთებელი ღეროების მიმართულებით.

მეთანის რიგის ნახშირწყალბადების აღნაგობა. ბუნებრივი გაზი და განსაკუთრებით ნავთობი შეიცავს მრავალ სხვა ნახშირწყალბადს. რომელიც ჰგავს მეთანს აღნაგობითა და თვისებებით. ცნობები მოკლებულია მათგანზე მოტანილია 1-ელ ტაბულაში. ყურადღება მიაქციეთ ზოგიერთ ხელწოდებებსა და ფიზიკურ თვისებებს.

ამ რიგის პირველი ოთხი ნივთიერების სახელწოდებები ისტორიული წარმოშობისაა. პენტანიდან დაწყებული ნახშირწყალბადების სახელწოდებები უმთავრესად წარმოიშვა რიცხვთა ბერძნული სახელწოდებებისაგან.

ყველა ნაჭერი ნახშირწყალბადის სახელწოდებისათვის მიღებულია -ან დაბოლოება.

ტაბულაში მოყვანილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ ფარდობითი მოლეკულური მასის¹ ზრდასთან ერთად თანამიმდევრობით იზრდება ნახშირწყალბადების ლღობისა და დუღილის ტემპერატურები. პირველი ოთხი ნივთიერება (C₁—C₄) ჩვეულებრივ პირობებში გაზებია. შემდგომი თერთმეტი ნახშირწყალბადი (C₅—H₁₅) სითხეებია. C₁₆H₃₄-დან დაწყებული — მყარი ნივთიერებებია.

ტ ა ბ უ ლ ა 1

ნაჭერი ნახშირწყალბადები
(არაგანსტოვებული აღნაგობის)

ნახშირწყალბადები	ფორმულა	ტემპერატურა (C გრადუსობით)	
		ლღობის	დუღილის
მეთანი	CH ₄	-182	-162
ეთანი	C ₂ H ₆	-188	-89
პროპანი	C ₃ H ₈	-187	-42
ბუტანი	C ₄ H ₁₀	-138	-0,5
პენტანი	C ₅ H ₁₂	-130	+ 36
ჰექსანი	C ₆ H ₁₄	- 95	+ 69
ჰეპტანი	C ₇ H ₁₆	- 91	+ 98
ოქტანი	C ₈ H ₁₈	- 57	+126
ნონანი	C ₉ H ₂₀	- 54	+151
დეკანი	C ₁₀ H ₂₂	- 30	+ 174
და ა. შ.			

დააკვირდით, როგორ იცვლება მოცემული რიგის ნივთიერებათა შედგენილობა. თქვენ შენიშნავთ მუდმივ სხვაობას ნოლეკულათა შედგენილობაში რიგის ერთი წევრიდან მეორეზე გადასვლისას. ეს სხვაობა ატომთა CH₂ ჯგუფია (ამ ჯგუფს მეთილენი ეწოდება). თუ მოლეკულაში ნახშირბადის ატომთა რიცხვს *n*-ით აღვნიშნავთ, მაშინ

¹ სახელმძღვანელოში, შემდგომ, ფარდობითი მოლეკულური მასის ნაცვლად სიმოკლისათვის გამოვიყენებთ ტერმინს „მოლეკულური მასა“. მაგრამ ყოველთვის უნდა გვახსოვდეს, რომ ეს სიდიდე ფარდობითია და უგანზომილებო.

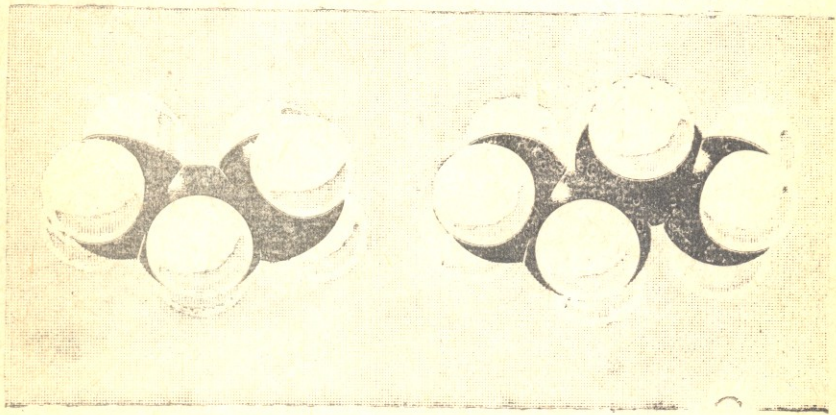
ყველა ამ ნახშირწყალბადის შედგენილობა შეიძლება გამოთხადოს ნო-
გადი ფორმულით $C_n H_{2n+2}$.

ყველა ნაჯერი ნახშირწყალბადი წყალში უხსნადია, ემეგეტს მწვერი
გახსნა შეიძლება ორგანულ გამხსნელებში.

ქიმიადი მუდამ ვხვდებით ახალი ნივთიერებების წარმოქმნას რა-
ოდენობრივი შედგენილობის შეცვლის შედეგად. ვაიხსენეთ, მაგალი-
თად. განსხვავება ქანგბადისა და ოზონის მოლეკულების შედგენი-
ლობასა და თვისებებში, აზოტის ოქსიდებისა და ნახშირბადის ოქსი-
დების თვისებებში. ეს მოვლენა განსაკუთრებით ნათლად ვლინდება
ნახშირწყალბადების მაგალითზე. „ქიმიას, — ამბობს ენგელსი, — შე-
იძლება ეწოდოს მეცნიერება სხეულთა თვისებითი ცვლილებების შე-
სახებ, რომლებიც მიმდინარეობს რაოდენობითი შედგენილობის შეცვ-
ლის გავლენით“.

ნაჯერი ნახშირწყალბადების ქიმიურ აღნაგობას ჩვენ გავეცანით
აღრე, ა. მ. ბუტლეროვის თეორიის შესწავლისას. ნახშირწყალბადე-
ბის რიგში ჩვენთვის ცნობილია აგრეთვე იზომერიის მოვლენა — მოლე-
კულის ნახშირბადოვანი ჩონჩხის იზომერია, რაც განაპირობებს ერთი
და ოგივე შედგენილობის სხვადასხვა ნივთიერების არსებობის შესაძ-
ლებლობას. განვიხილოთ ამ ნაერთების სივრცითი და ელექტრონული
აღნაგობა.

მე-7 სურათზე გამოსახულია პროპანისა და ბუტანის მოლეკულა-
თა მოდელები. ჩვენ ვამჩნევთ, რომ მათში ნახშირბადის ატომები
სწორხაზოვნად კი არ არის განლაგებული, როგორც სტრუქტურულ
ფორმულებში ვწერთ, არამედ — ზიგზაგისებურად. ამის მიზეზია

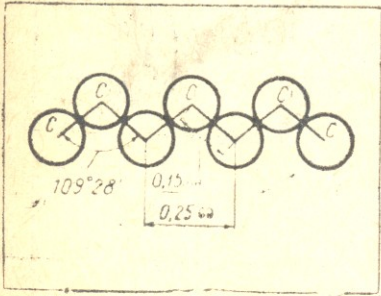
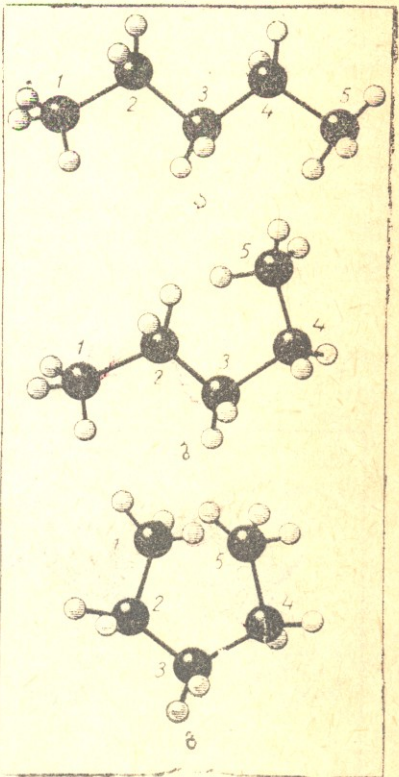


სურ. 7. პროპანისა და ბუტანის მოლეკულათა მოდელები.

ნახშირბადის ატომების სავალენტო ბმების იგივე ტეტრაედრული მიმართულება.

დავუშვათ, რომ ნახშირბადის ერთ ატომს მიუერთდეს მეორე ატომი. ამ უკანასკნელს დარჩა სამი თავისუფალი ვალენტობა, ყველა ისინი ტეტრაედრის წვეროებისკენაა მიმართული. ცხადია, შემდეგი ნახშირბადატომის მიერთება შეიძლება მხოლოდ ერთ-ერთი ამ მიმართულებით. ნახშირბადოვანი ჯაჭვი ამ შემთხვევაში ატცილებლად ზიგზაგისებრ ფორმას მიიღებს (სურ. 8). ნახშირბადის ატომების შემაერთებელ კოვალენტურ ბმებს შორის კუთხე ასეთ ჯაჭვში $109^{\circ}28'$ -ის ტოლია, ისევე, როგორც მეთანის მოლეკულაში. ნახშირბადის მეზობელ ატომებს შორის, უფრო სწორად, ატომების ცენტრებს შორის მანძილი $0,154$ სმ შეადგენს.

ნახშირბადის ატომთა ზიგზაგისებრმა ჯაჭვმა შეიძლება სხვადასხვა სივრცითი ფორმა მიიღოს. ეს იმასთანაა დაკავშირებული, რომ მოლეკულაში ატომებს შედარებით თავისუფლად შეუძლიათ ბრუნვა ქიმიური ბმების გარშემო. ააწყვეთ პენტანის მოლეკულის მოდელი, როგორც ეს გამოსახულია მე-9, ა სურათზე, და მეოთხე ატომი შემოაბრუნეთ 180° -ით ღერძის გარშემო, რომელიც მას მესამე ატომთან აერთებს. თქვენ მიიღებთ ნახშირბადის ძლიერ მოღუნულ ჯაჭვს (სურ. 9, ბ). ხოლო თუ ასევე შემოაბრუნებთ ნახშირბადის მეორე ატომსაც, მაშინ მოლეკულა თითქმის რგოლისებურ ფორმას მიიღებს (სურ. 9, გ). მოლეკულებში ასეთი ბრუნვა არ-



სურ. 8. ნახშირბადის ჯაჭვის ზიგზაგისებრი აღნაგობა.

სურ. 9. ნ-პენტანის მოლეკულების მოდელები.

სებობს როგორც სითბური მოძრაობის გამოვლენა (თუ არ არის ამის შემზღვეველი ფაქტორები). ენერგეტიკულად უფრო ხელსაყრელია ფორმა ა ატომების ერთმანეთისაგან უდიდესი დაშორებით. ეს ყველა ეს სახეობა ადვილად გადადის ერთიმეორეში, ამასთანავე კულათა ქიმიური აღნაგობა (ატომთა ბმების თანამიმდევრობა მოლეკულაში) უცვლელი რჩება და გამოისახება ფორმულით:

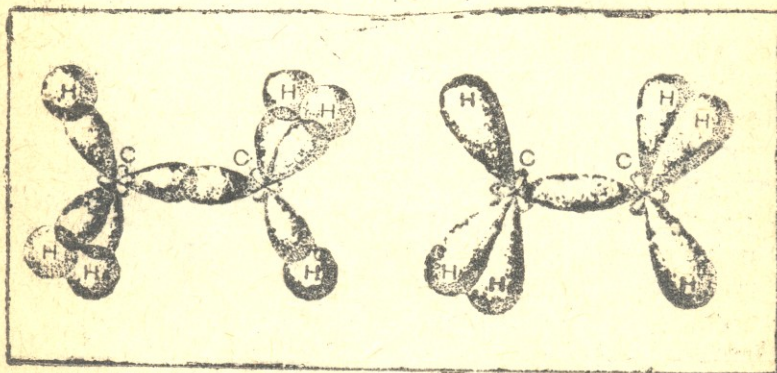
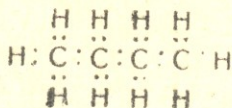


ნახშირბადის ატომთა შესანიშნავი თვისება — გრძელ ჯაჭვად ერთმანეთთან შეერთება — დაკავშირებულია პერიოდულ სისტემაში ელემენტის მდებარეობასა და მისი ატომების აღნაგობასთან.

ნახშირბადი მოთავსებულია მეორე მცირე პერიოდში და ელემენტთა მეოთხე ჯგუფის მთავარი ქვეჯგუფის დასაწყისში. მისი ატომის რადიუსი შედარებით პატარაა, გარე ელექტრონულ შრეში ატომს ოთხი სავალენტო ელექტრონი აქვს. ქიმიური რეაქციის დროს ნახშირბადის ოთხივე სავალენტო ელექტრონის მოწყვეტა ძნელია. ასევე ძნელია მასთან სხვა ატომებისაგან ამდენივე ელექტრონის მიერთება სრული ოქტეტის წარმოქმნამდე. ამის გამო ნახშირბადი თითქმის არ წარმოქმნის იონურ ნაერთებს.

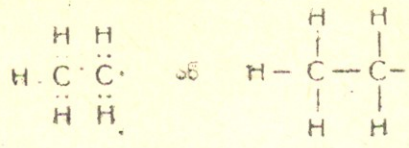
მაგრამ ის ადვილად წარმოქმნის კოვალენტურ ბმებს, რადგან ელექტრონების გაცემისა და მიერთების თვისება კოვალენტური ბმების დამყარებისას მას დაახლოებით ერთნაირად აქვს გამოხატული, ასეთი ბმები წარმოიქმნება ნახშირბადის ატომებს შორისაც (სურ. 10).

კოვალენტური ბმის წარმოქმნისას ელექტრონული ღრუბლების გადაფარვას ისევე, როგორც წინათ, აღვნიშნავთ ორი წერტილით: ნაჯერი ნახშირწყალბადებს ელექტრონული ფორმულები შეიძლება გამოვსახოთ შემდეგი სახით, მაგალითად:



სურ. 10. კოვალენტური ბმის წარმოქმნა ნახშირბადის ატომებს შორის.

ეს ფორმულებიც არ ასახავენ ზიგზაგისებრ აღნაგობას. ბმების გაწყვეტისას ნახშირწყალბადების მოლეკულებს შეუძლიათ თავისუფალ რადიკალებად გარდაქმნა. ერთი ატომი წყალბადის მქონე რადიკალი სპს ისინი წარმოქმნიან ერთვალენტიან რადიკალებს ერთი ბელი ელექტრონით, მაგალითად:



ასეთი რადიკალების სახელწოდებები წარმოიქმნება შესაბამისი ნახშირწყალბადების სახელწოდებებისაგან. დაბოლოება -ან-ის -ილით შეცვლისას: მეთილი CH_3- , ეთილი C_2H_5- , პროპილი C_3H_7- და ა. შ.

რეაქციის პროცესში რადიკალების წარმოქმნას და განსაკუთრებით ორგანული ნერთების შედგენილობაში მათს არსებობას (ასეთ შემთხვევაში მათ თავისუფალი რადიკალები აღარ ეწოდებათ) შემდეგ ხშირად შევხვდებით ორგანული ქიმიის შესწავლისას.

ნახშირწყალბადების აღნაგობის ცოდნა საშუალებას გვაძლევს, გავარკვიოთ მათი ფიზიკური თვისებების დამოკიდებულება მოლეკულურ მასაზე. ნახშირწყალბადოვანი ჯაჭვის ზრდასთან ერთად იზრდება მოლეკულებს შორის მიზიდულობის ძალები და ამიტომ საჭიროა სულ უფრო მაღალი ტემპერატურა ამ ძალების გადასალახავად, რათა ნივთიერება გადნეს ან ადუღდეს. ფიზიკური თვისებები დამოკიდებულია მოლეკულების სივრცით აღნაგობაზეც. მაგალითად, განშტოებული ჯაჭვის მქონე ნახშირწყალბადები უფრო დაბალ ტემპერატურაზე დუღს, ვიდრე მათი არაგანშტოებული აღნაგობის მქონე იზომერები. ამაში ადვილად დავრწმუნდებით, თუ შევადარებთ ბუტანისა და იზობუტანის დუღილის ტემპერატურებს ნორმალური აღნაგობის პენტანისა და მისი ორი იზომერისას (გვ. 13—14). ასეთი მოვლენა შეიძლება შემდეგნაირად ავხსნათ: არაგანშტოებული აღნაგობის მოლეკულები ერთმანეთს მეტად უახლოვდებიან და უფრო ძლიერადაც ურთიერთქმედებენ, ვიდრე განშტოებული აღნაგობის მოლეკულები. ამიტომ მოლეკულათშორისი ძალების გადასალახავად პირველ შემთხვევაში საჭიროა უფრო ძლიერი გაცხელება, რაც უფრო განშტოებულია ნივთიერების მოლეკულები, მით ნაკლებია მოლეკულათშორისი ურთიერთქმედება და მით ნაკლებია მისი დუღილის ტემპერატურა.

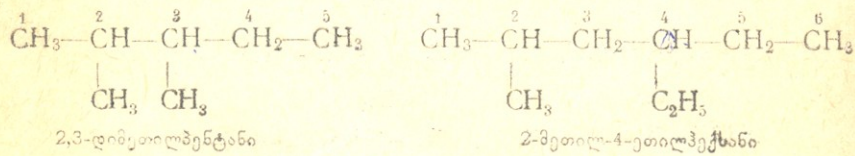
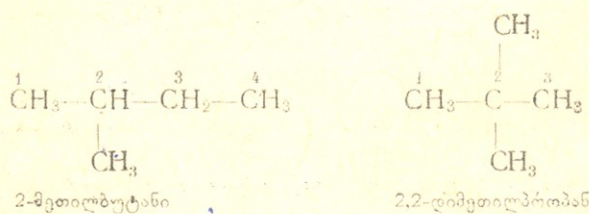
ნახშირწყალბადების ნომენკლატურა. იზომერების მოვლენებში ნახშირწყალბადების სახელწოდებები, რომლებითაც აღვსრულავთ ვსარგებ-

ლობდით, საკმარისი არ არის. მაგალითად, როდესაც ნივთიერება პენტანს ვასახელებთ, არ აღვნიშნავთ, თუ მის რომელ იზომერზეა საუბარი. აუცილებელი ხდება შემოვიღოთ იზომერული ნივთიერებების ინდივიდუალური სახელწოდებები ნახშირწყალბადური ნივთიერებების კატეგორიის გათვალისწინებით.

არსებობს ორგანული ნაერთების ნომენკლატურის სხვადასხვა სისტემა.

ქიმიკოსთა საერთაშორისო თათბირებზე შემუშავდა საერთაშორისო, ე. წ. სისტემატური ნომენკლატურა. მას საფუძვლად დაედო ნორმალური (არაგანშტოებული) აღნაგობის ნახშირწყალბადების სახელწოდებები — მეთანი, ეთანი, პროპანი, ბუტანი, პენტანი და ა. შ. განშტოებული ჯაჭვის მქონე ნახშირწყალბადის სახელწოდების შესადგენად, მას განიხილავენ როგორც ნორმალურ ნახშირწყალბადში წყალბადატომების ნახშირწყალბადის რადიკალებით ჩანაცვლების პროდუქტს. ამისათვის გამოყოფენ ნახშირბადის ატომთა ყველაზე გრძელ ჯაჭვს და ნომრავენ მას იმ ბოლოდან, რომელთანაც განშტოება უფრო ახლოსაა. ნივთიერების სახელწოდებაში ციფრით აღნიშნავენ, თუ ნახშირბადის რომელ ატომთან არის ჩანაცვლებელი ჯგუფი (რადიკალი); თუ ჩანაცვლებელი ჯგუფი რამდენიმეა, თითოეულ მათგანს ციფრით აღნიშნავენ. იმ შემთხვევებში, როდესაც განშტოება იწყება ნახშირბადის ატომებთან, რომლებიც თანასწორადაა დაშორებული მთავარი ჯაჭვის ბოლოებიდან, ნუმერაციას იწყებენ იმ ბოლოდან, რომელთანაც ახლოსაა უფრო მარტივი აღნაგობის მქონე რადიკალი.

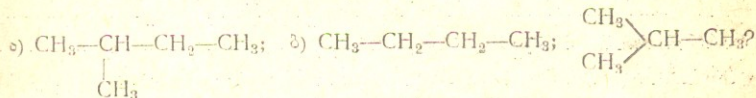
ეს შეიძლება გავარკვიოთ შემდეგ მაგალითებზე:



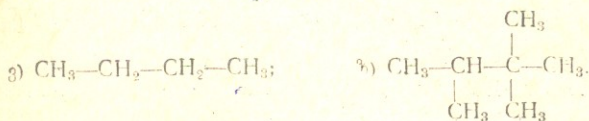
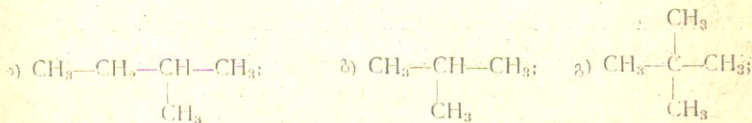
ნორმალური აღნაგობის ნახშირწყალბადების აღსანიშნავად სახელწოდების წინ იჭერება ასო ნ: ნ-ბუტანი, ნ-ჰექსანი და ა. შ.

9

- როგორ ხსნის ელექტრონული თეორია მეთანის მოლეკულის ტეტრაედრულ ადნაგობას, ნახშირბადოვანი ჯაჭვის ზიგზაგისებრ ადნაგობას?
- მაგალითებით გვიჩვენეთ, როგორ იცვლება ნივთიერებათა ფიზიკური თვისებები ნაჯერი ნახშირწყალბადების ჰომოლოგიურ რიგში. დახატეთ რომელიც ასახავს ნახშირბადის მოლეკულაში ნახშირბადის ატომებს შორის და მის რომელიმე ფიზიკურ თვისებას შორის დამოკიდებულებას.
- შეადგინეთ მოლეკულური ფორმულები მეთანის რიგის ნახშირწყალბადებისა, რომელთა მოლეკულები შეიცავენ: ა) ნახშირბადის 18 ატომს; ბ) ნახშირბადის 21 ატომს; გ) წყალბადის 28 ატომს.
- აქ მოყვანილი ნივთიერებებიდან რომლებია მეთანის ჰომოლოგები: C_2H_4 , C_3H_8 , $C_{10}H_{22}$, C_6H_6 , $C_{12}H_{24}$?
- რამდენი ნივთიერებაა აღნიშნული შემდეგი ფორმულებით:

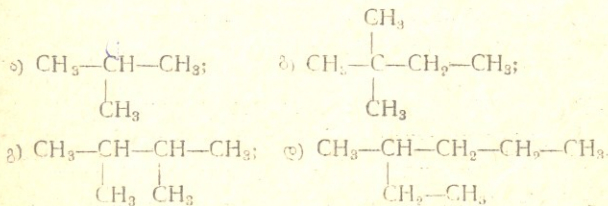


- შეადგინეთ ჰექსანის C_6H_{14} ყველა იზომერის სტრუქტურული ფორმულები.
- ქვემოთმოცემულ ნივთიერებათა შორის მიუთითეთ იზომერული ნივთიერებები:



- გამოსახეთ ელექტრონული ფორმულები ა) ნ-პენტანის C_5H_{12} , ბ) იზობუტანის $CH_3-\underset{\begin{array}{c} | \\ CH_3 \end{array}}{CH}-CH_3$.

- რომელ ნაწილაკებს ეწოდება თავისუფალი რადიკალები? რატომ არ შეუძლიათ მათ ჩვეულებრივ ხახვარძლივად არსებობა?
- დაასახელეთ სისტემატური ნომენკლატურით შემდეგი ნივთიერებები:



- შეადგინეთ სტრუქტურული ფორმულები: ა) 3-ეთილპენტანის; ბ) 2,4-დიმეთილპენტანის, გ) 2-მეთილ-3-ეთილპენტანის, დ) 3-მეთილ-5-ეთილპენტანისა.

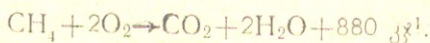
12. შეადგინეთ მოლეკულური ფორმულა ნივთიერებისა, რომელიც მისს მიხედვით შეიცავს 82,8% ნახშირბადსა და 17,2% წყალბადს. ნივთიერების სიმკვრივე ნორმალურ პირობებში 2,59 გ/ლ.

13. 8,3 გ ნახშირწყალბადის დაწვისას წარმოიქმნა 26,4 გ ნახშირორჟანკის ოქსიდი. ნივთიერების სიმკვრივე ნორმალურ პირობებში 2,59 გ/ლ. შეადგინეთ მისი მოლეკულური ფორმულა.

1. პლასტილინის ან სხვა მასალისაგან შინ დამზადეთ: ა) პროპანის, ბ) პენტანის ყველა იზომერის მოლეკულების მოდელები მე-7 სურათზე გამოსახულის ანალოგიურად.

§ 6. ნახშირი ნახშირწყალბადების ჰიმიური თვისებები. ჩანაცვლების რეაქციის მექანიზმი

ჰიმიური თვისებები. ნახშირწყალბადები იწვიან ჰაერზე და გამოყოფენ დიდი რაოდენობით სითბოს. მეთანის წვა გამოსახება განტოლებით:



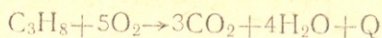
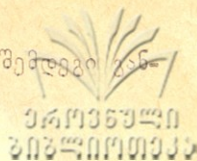
წვის პროდუქტების გამოკვლევისას შეიძლება დავამტკიცოთ ნახშირბადისა და წყალბადის არსებობა მეთანში. ავანთოთ მინის ცილინდრში შევკროვილი გაზი. როდესაც წვა შეწყდება, შევნიშნავთ, რომ მინის ცილინდრის შიგნით კედლები დატენიანდება. ცილინდრში ჩავსახათ ცოტაოდენი კირიანი წყალი — ის აიმღვრევა. ამ დაკვირვებებიდან დავასკვნით, რომ მეთანის წვის დროს წარმოიქმნება წყალი და ნახშირბად(IV)-ის ოქსიდი. ცხადია, რომ ამ ნივთიერებათა წარმოქმნისათვის აუცილებელი ნახშირბადი და წყალბადი მეთანის შედგენილობაში შედიოდა.

მეთანის ნარევი უანგბადთან ან ჰაერთან ანთებისას შეიძლება აფეთქდეს. ძალიან ძლიერი აფეთქება ხდება, თუ მეთანსა და უანგბადს შეურევინ მოცულობითი შეფარდებით 1:2 (იხ. რეაქციის განტოლება). მეთანისა და ჰაერის ნარევის აფეთქებისას მოცულობათა ობტიმალური შეფარდებაა 1:10. (რატომი?) ნაკლები ძალის აფეთქება შეიძლება მოხდეს გაზების სხვა მოცულობითი შეფარდების დროსაც. ამიტომ ჰაერთან მეთანის ნარევი საშიშოა ქვანახშირის მალარობებში, ქარხნის საქვაბეებში, ბინებში.

შანტებში მუშაობის უსაფრთხოების უზრუნველყოფისათვის აყენებენ ავტომატურ ხელსაწყოებს — ანალიზატორებს, რომლებიც გაზის გაჩენისას სიგნალს იძლევიან. იყენებენ აგრეთვე მძლავრ სავენტრილაციო მოწყობილობებს.

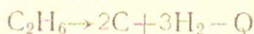
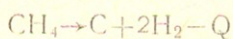
¹ ორგანულ ჰიმიოში რეაქციათა განტოლებების შედგენისას ტოლობის ნიშნის მაგიერ იყენებენ ისარს (ან საპირისპიროდ მიმართულ ორ ისარს).

ანალოგიურად, პროპანის წვა შეიძლება გამოისახოს შემდეგი განტოლებით:



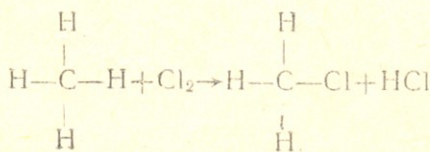
მნიშვნელოვანი მოლეკულური მასის მქონე ნახშირწყალბადების წვის დროს ზაგიერით თავისებურებას შევამჩნევთ. ფაიფურის ჯამში მოვათავსოთ პარაფინის ნატეხი, რომელიც მყარი ნახშირწყალბადების ნარევია. იგი გავაღწოთ და ცეცხლი მოვუკიდოთ. შევნიშნავთ, რომ წვის დროს ბევრი ჰვარტლი წარმოიქმნება. როდესაც აირადი ნივთიერებები იწვის, ისინი ჰაერს კარგად შეერევიან და ამის გამო ჩვეულებრივ სრულად იწვიან. გამდნარი პარაფინის წვის დროს მთელ ნახშირბადს დასაწვავად უნაგბადი არ ჰყოფნის და ნახშირბადი თავისუფალი სახით გამოიყოფა.

ძლიერი გახურებისას ნახშირწყალბადები, მეთანის მსგავსად, მარტივ ნივთიერებებად — ნახშირბადად და წყალბადად — იშლება:



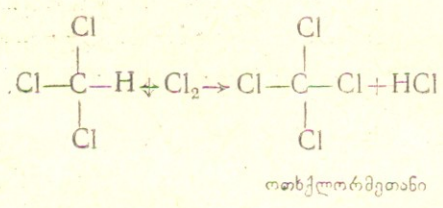
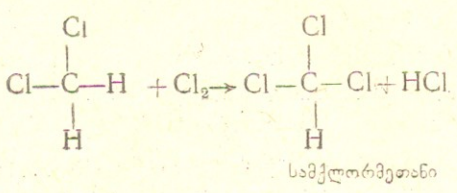
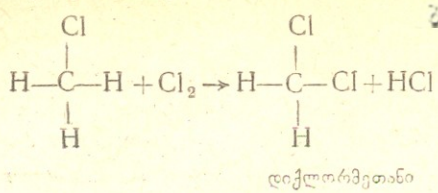
ეს რეაქციები ადასტურებს ნივთიერების მოლეკულურ ფორმულას, ვინაიდან მეთანის აღებული რაოდენობის სრულად დაშლის დროს წარმოიქმნება წყალბადის ორმაგი მოცულობა, ხოლო ეთანის დაშლისას წყალბადის სამმაგი მოცულობა (ნახშირბადის მოცულობა, როგორც მყარი ნივთიერებისა, მხედველობაში არ მიიღება).

ნახშირწყალბადებისათვის დამახასიათებელია რეაქცია ჰალოგენებთან, კერძოდ, ქლორთან. თუ მეთანისა და ქლორის ნარევს თავდახურული ცილინდრით გავდგამთ მზის გაბნეულ სინათლეზე (მზის სხივებით პირდაპირი განათებისას შეიძლება აფეთქება მოხდეს), შევამჩნევთ, რომ ქლორის მომწვანო-მოყვითალო შეფერილობა თანდათანობით შესუსტდება მისი მეთანთან ურთიერთმოქმედების გამო. ამ ფოტოქიმიური რეაქციის პირველი სტადია გამოისახება განტოლებით:

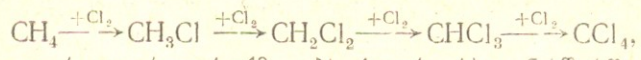


ქლორმეთანი
(მონოქლორმეთანი)

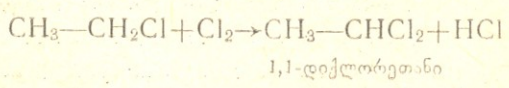
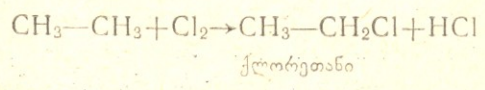
მაგრამ ჩვეულებრივ რეაქცია ქლორმეთანის წარმოქმნის სტადიაზე არ მთავრდება, იგი გრძელდება:



მეთანის ქლორირების რეაქციების თანმიმდევრული ჯაჭვი შეიძლება გამოისახოს შემდეგი მოკლე სქემით:



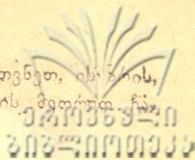
ანალოგიურად ურთიერთქმედებს ქლორი სხვა ნახშირწყალბადებთან, მაგალითად:



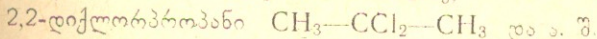
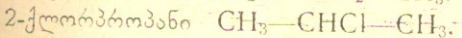
ორგანულ ნივთიერებაში წყალბადის ატომების ქლორის ატომებით ჩანაცვლების პროცესს ქლორირების რეაქცია ეწოდება. ჩვეულებრივ ქლორირების რეაქციის შედეგად წარმოიქმნება შესაბამისი ნახშირწყალბადის ქლორნაწარმების ნარევი.

განხილული რეაქცია რამდენაღმე განსხვავდება ჩანაცვლების რეაქციებისაგან, რომელთაც გავეცანით არაორგანული ქიმიის შესწავლის დროს. იქ ჩანაცვლების რეაქციის შედეგად ყოველთვის მიიღებოდა რთული და მარტივი ნივთიერებები. მოცემულ რეაქციაში კი წარმოიქმნება ორი რთული ნივთიერება. ამრიგად, აქ უფრო არ-

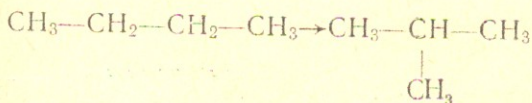
სემიტი ნიშანი, რომლის მიხედვითაც რეაქცია მოცემულ ტიპს მიეკუთვნება, ის არის, რომ საწყის ორგანულ ნივთიერებებში მოხდა ურთი სახის ატომების მფარველი ნაგებობა.



სისტემატური (საერთაშორისო) ნომენკლატურის თანახმად მოლეკულაში პალოგენის ატომების მდებარეობა ნივთიერების სახელწოდებაში ციფრებით აღინიშნება ისევე, როგორც მიუთითებენ ნახშირწყალბადების რადიკალების მდებარეობას. მაგალითად, პროპანის პალოგენწარმების სახელწოდებებია:



ათუ ნახშირწყალბადები მოლეკულაში შეიცავს არანაკლებ ოთხ ნახშირბადის ატომს, მაშინ მათ შეუძლიათ იზომერიზება. მაგალითად, ბუტანი გახურებით ალუმინის ქლორიდის თანაობისას გარდაიქმნება იზობუტანად:



განმარტეთ, რატომ არ განიცდიან იზომერიზაციის რეაქციას ნახშირწყალბადები, რომელთა მოლეკულაში უფრო ნაკლები ნახშირბადატომებია.

ნივთიერების ქიმიური თვისებების დახასიათებისას ხშირად არკვევენ მის დამოკიდებულებას მყავებთან და ტუტებთან. ჩვეულებრივ პირობებში მეთანზე ეს რეაგენტები არ მოქმედებს. მეთანი მღვრადია დამყანავის მიმართ. მაგალითად, თუ მას კალიუმპერმანგანატის KMnO_4 ხსნარში გავატარებთ, ხსნარის იისფერი შეფერილობა არ ქრება.

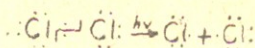
მეთანის რიგის ნახშირწყალბადები არ შედის სხვა ნივთიერებებთან შეერთების რეაქციებშიც, ვინაიდან ამ ნაერთებში ნახშირბადმა უკვე სრულად გამოავლინა თავისი ვალენტობა, მას აღარ აქვს მეტი სავალენტო ელექტრონები სხვა ატომებთან დამატებითი კოვალენტური ბმების განხორციელებისათვის. ის ზღვრამდე გაჯერებულია წყალბადის ატომებით. აი, რატომ უწოდებენ მათ ზღვრულ ან ნაჯერ ნახშირწყალბადებს. მათ უწოდებენ აგრეთვე პარაფინებს (parum affinis — მცირე სწრაფვა).

ამრიგად, შეგვიძლია ვთქვათ, რომ ჩვენ მიერ განხილული მეთანის რიგის ყველა ნახშირწყალბადი თავისი ქიმიური თვისებებით ერთმა-

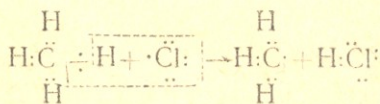
ნეთის მსგავსია. ეს მსგავსება მათი ქიმიური აღნაგობის საერთო ხასიათით აიხსნება. მაგრამ თვისებების მსგავსება მათი სრული იგივეობა არ არის. გაიხსენეთ, რა განსხვავება აღნიშნეთ ზემოთაღნიშნულ ნივთიერებებს შორის. ნივთიერება

● ნივთიერებებს, რომლებიც აღნაგობითა და ქიმიური თვისებებით მსგავსებია, ხოლო მოლეკულების შედგენილობით ერთმანეთისაგან განსხვავდება ატომთა ერთი ან რამდენიმე CH_2 ჯგუფით, ჰომოლოგები ეწოდება. ისინი წარმოქმნიან ჰომოლოგიურ რიგს. ჩვენს მიერ განხილული ნახშირწყალბადები — მეთანი, ეთანი, პროპანი, ბუტანი და ა. შ. ჰომოლოგებია; ისინი ქმნიან ნაჯერი ნახშირწყალბადების ანუ პარაფინების ჰომოლოგიურ რიგს. ატომთა მეთილენის ჯგუფს CH_2 შედგენილობის ჰომოლოგიური სხვაობა ეწოდება.

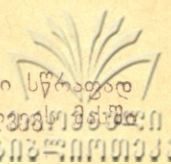
ჩანაცვლების რეაქციის მექანიზმი. ზემომოყვანილი განტოლებები ნახშირწყალბადებისა და ქლორის ურთიერთმოქმედებას მეტად სქემატურად ასახავს. სინამდვილეში რეაქცია უფრო რთულად მიმდინარეობს თავისუფალი რადიკალების წარმოქმნით. იგი განვიხილოთ მეთანის ქლორირების მაგალითზე. სინათლის ენერჯიის (სინათლის კვანტის) შთანქმისას ან ძლიერი განურებისას ქლორის მოლეკულა იშლება ატომებად (ბმები მასში ნაკლებად მტკიცეა, ვიდრე მეთანის მოლეკულაში):



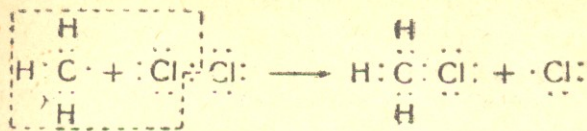
თითოეულ წარმოქმნილ ქლორის ატომს შვიდ-შვიდი ელექტრონი აქვს გარე ელექტრონულ შრეზე. მათ რიცხვში ერთი გაუწყვილებელი ელექტრონია. ასეთ ატომს, რომელიც არსებითად თავისუფალი რადიკალია, ენერჯიის დიდი მარაგი და განსაკუთრებულად მაღალი ქიმიური აქტივობა ახასიათებს. როდესაც ქლორის ატომი უახლოვდება მეთანის მოლეკულას, მისი ელექტრონი ურთიერთმოქმედებას იწყებს წყალბადის ატომის ელექტრონულ ღრუბელთან. ამ ატომებს შორის მყარდება კოვალენტური ბმა და წარმოიქმნება ქლორწყალბადის მოლეკულა:



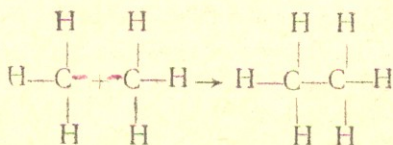
მეთანის მოლეკულა გარდაიქმნება ერთ გაუწყვილებელ ელექტრონიან ნაწილაკად. წარმოქმნილი რადიკალი მეთილი არსებობს თავის



ვისუფალ მდგომარეობაში დაახლოებით $8 \cdot 10^{-3}$ წამს, იგი სწრაფად ურთიერთქმედებს ქლორის მეორე მოლეკულასთან, არღვევს მის ატომთა ბმებს და წარმოქმნის ქლორმეთანის მოლეკულას:



წარმოქმნილი ქლორის ატომი ურთიერთქმედებს მეთანის შემდგომ მოლეკულასთან. პროცესი შეიძლება ასე გაგრძელდეს, ვიდრე რეაქციის მსვლელობაში არ შეწყდება თავისუფალი რადიკალების წარმოქმნა, რაც შეიძლება მოხდეს, მაგალითად, მათი ერთმანეთთან შეერთებისას:

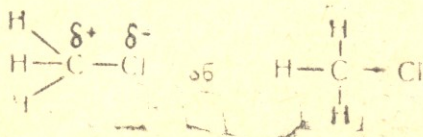


● მსგავს რეაქციებს, რომლებიც თანამიმდევრობითი გარდაქმნების ჯაჭვს წარმოადგენს, ჯაჭვური რეაქციები ეწოდება. ეს რეაქციები თავისუფალ-რადიკალური მექანიზმის შესაბამისად მიმდინარეობს.

ჯაჭვური რეაქციების თეორიის შემუშავებაში დიდი ღვაწლი მიუძღვის აკად. ნ. ნ. სემიონოვს, რომელსაც ამ დარგში თვალსაჩინო შრომებისათვის ნობელის პრემია მიანიჭეს.

ჰალოგენწარმოთა ელექტრონულ აღნაგობას ზოგიერთი თავისებურებები აქვს.

ქლორმეთანის მოლეკულაში ქლორისა და ნახშირბადის ატომთა ბმის უდიდესი ელექტრონული სიმკვრივე (ელექტრონული ღრუბლების გადაფარვის არე) გადაწეულია ქლორის როგორც უფრო ელექტროუარყოფითი ელემენტის მხარეს. ამის გამო ქლორის ატომი იძენს ნაწილობრივ უარყოფით მუხტს, ხოლო ნახშირბადის ატომი — ნაწილობრივ დადებით მუხტს:



ქლორის გავლენა შემდგომ ვრცელდება მოლეკულაში. ნახშირბადის ატომმა რომ ნაწილობრივი კომპენსაცია მოახდინოს წარმოქმნი-

ლ დადებითი-მუხტისა, თავის მხარეზე გადაწევს C—H ბმების ელექტრონულ სიმკვრივეს. ეს არის ერთ-ერთი მიზეზი იმისა, რომ ქლორმეთანის მოლეკულაში წყალბადის ატომები თითქოს ნაკლებად ატომთან არიან შეკავშირებული ნახშირბადის ატომთან და შემდეგ უფრო ადვილად ჩაინაცვლებიან ქლორით, ვიდრე წყალბადის პირველი ატომი მეთანის მოლეკულაში.

მაგრამ ატომთა გავლენა თანაზიარია. აქ არა მარტო ქლორი ახდენს გავლენას მეთილის რადიკალის ატომებზე, არამედ პირიქით, თვითონაც განიცდის მათ გავლენას. იგი, მაგალითად, არ ჩამოსცილდება Cl- იონის სახით და არ წარმოქმნის ვერცხლის ქლორიდის ნალექს როდესაც ჰალოგენნაწარმზე მოქმედებენ ვერცხლის ნიტრატით.

განიხილეთ დიქლორმეთანის CH₂Cl₂ მოლეკულის ელექტრონული აღნაგობა. რა შეგიძლიათ თქვათ ნახშირბადის ატომზე დადებითი მუხტის შესახებ და C—H ბმების ელექტრონული სიმკვრივის გადაადგილებაზე ქლორმეთანის CH₃Cl მოლეკულასთან შედარებით?

14. ცდის საშუალებით როგორ განვსახვავოთ მეთანი წყალბადისაგან?
15. რამდენი ლიტრი ნახშირბად (IV)-ის ოქსიდი (ნორმალურ პირობებში გაზომილი) წარმოიქმნება 5 მოლი მეთანის დაწვისას?
16. რა მოცულობის წყალბადი წარმოიქმნება (ნ. პ.) 2 მოლი მეთანის სრული თერმული დაშლისას?
17. რა მოცულობის ჰაერი დაიხარჯება (ნ. პ.) 3 მოლი მეთანისა და 20 ლ ეთანის წარვეის სრული დაწვისას?
18. როგორ ახსნით, რომ ქლორმეთანში ელექტრონული წყვილის გადაადგილების შედეგად ნახშირბადის ატომიდან ქლორის ატომისაკენ, პირველი დებულობის ნაწილობრივ დადებით მუხტს, ხოლო მეორე—ნაწილობრივ უარყოფით მუხტს და რატომა ეს მუხტები ნაწილობრივი და არა სრული?
19. ბრომი მეთანზე მოქმედებს ქლორის მსგავსად. შეადგინეთ მეთანის თანმიმდევრული ბრომირების რეაქციების განტოლებები.
20. გამოიანგარიშეთ, რამდენჯერ მეტია ტეტრაქლორმეთანის სიმკვრივე ჰაერის სიმკვრივეზე. თქვენე აზრით, რით აიხსნება ამ ნივთიერების არაწვადობა?
21. შეადგინეთ: ა) ძლიერი გახურებისას პროპანის მარტივ ნივთიერებებად დაშლის რეაქციის, ბ) პროპანის თანამიმდევრული ქლორირების რეაქციის ორი-სამი განტოლება. ახსენით, როგორ შეიძლება ამ რეაქციის გამოყენება პროპანის მოლეკულური ფორმულის დასადასტურებლად.
22. CH₃—CH₂—CH₂—CH₂—CH₃ აღნაგობის ნივთიერებებისათვის შეადგინეთ ორი ჰომოლოგისა და ორი იზომერის სტრუქტურული ფორმულები.

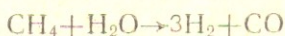
§ 7. ნახშირი ნახშირწყალბადების გამოყენება და მიღება

ნახშირწყალბადების გამოყენება. ნახშირწყალბადების წვის მაღალი სიბოზი განაპირობებს საწვავად მათ გამოყენებას ყოფა-ცხოვრებასა და წარმოებაში. ყველაზე ფართოდ ამ მიზნით მეთანთან ერთად გამოიყენება აგრეთვე პროპანი და ბუტანი „გათხევადებული გაზის“

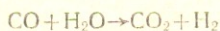
სახით, განსაკუთრებით იქ, სადაც ბუნებრივი გაზის გაყვანილობა არ არის. თხევადი ნახშირწყალბადები საწვავად იხმარება ავტომანქანების შიდაწვის ძრავებისათვის, თვითმფრინავებისათვის და სხვა სახის უფრო მეტად იყენებენ ქიმიური ნედლეულის სახით.

მეთანის წვისა და დაშლის რეაქციებს იყენებენ მუხრის წარმოებაში, რომელიც საჭიროა სასტამბო საღებავისა და კაუჩუკებისაგან რეზინის ნაკეთობების მისაღებად. ამ მიზნით სპეციალურ ღუმელებში ჰაერს მეთანთან ერთად ისეთი რაოდენობით აწვდიან, რომ გაზის მხოლოდ ნაწილი დაიწვას. წვის დროს განვითარებული მაღალი ტემპერატურის მოქმედებით გაზის მეორე ნაწილი იშლება და წმინდა დისპერსული მური წარმოიქმნება.

მეთანი წყალბადის მიღების ძირითადი წყაროა მრეწველობაში ამიაკისა და რიგი ორგანული ნაერთების სინთეზისათვის. მეთანისაგან წყალბადის მიღების მეტად გავრცელებული ხერხია მისი ურთიერთმოქმედება წყლის ორთქლთან. რეაქციას ატარებენ დაანლოებით 800°C ტემპერატურის დროს ნიკელის კატალიზატორის თანაობისას:



ზოგიერთი სინთეზისათვის იყენებენ უშუალოდ წარმოქმნილი გაზების ნარევის. თუ შემდგომი პროცესებისათვის საჭიროა სუფთა წყალბადი (როგორც ამიაკის მიღებისას), ნახშირბად(II)-ის ოქსიდს აცილებენ წყლის ორთქლით მისი კატალიზური დაქანვით:



ნახშირბად(IV)-ის ოქსიდის მოცილება კი ძნელი არ არის. რა ხერხებს გამოიყენებდით. თქვენ ამისათვის?

ქლორიტების რეაქციით ლებულობენ მეთანის ქლორნაწარმებს. ყველა ამ ნაერთს პრაქტიკაში იყენებენ.

ქლორმეთანი CH_3Cl გაზია. როგორც ნივთიერება, რომელიც ადვილად თხევადდება და დიდი რაოდენობით შთანთქავს სითბოს შემდგომი აორთქლებისას, იგი გამოიყენება მაიცვიარ-აგენტად სამაცივრო და ნადგარებში.

დიქლორმეთანი CH_2Cl_2 , სამქლორმეთანი (ქლოროფორმი) CHCl_3 და ტეტრაქლორმეთანი CCl_4 — სითხეებია. მათ გამხსნელებად იყენებენ.

ტეტრაქლორმეთანს იყენებენ აგრეთვე ცეცხლის ჩასაქრობად (განსაკუთრებით ისეთ შემთხვევებში, როდესაც ამისათვის წყალი არ გამოიყენება), ვინაიდან ამ ნივთიერების უწყვი მძიმე ორთქლი, რომე-

ლიც წარმოიქმნება სითხის აორთქლებისას, სწრაფად ახდენს ცეცხლ-
მოდებული საგნის იზოლაციას ჰაერის უანგზადისაგან.

მეთანის ქლორიდების დროს წარმოიქმნება ბევრი ქლორიდები (იხ. განტოლება). მისი წყალში გახსნით მარილმჟავას იძლევა.

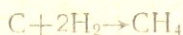
უკანასკნელ დროს მეთანისაგან ლებულობენ აცეტილენს მრავალი
ორგანული ნივთიერების სინთეზისათვის.

მეთანის ჰომოლოგებისაგან იზომერიზაციის რეაქციით მიიღება გან-
შტოებული ალნაგობის ნახშირწყალბადი. მათ იყენებენ კაუჩუკისა და
მალალხარისხოვანი ბენზინის წარმოებაში. ქიმიური გადამუშავებით
ნაჯერ ნახშირწყალბადებს ხშირად გარდაქმნიან ქიმიურად უფრო
აქტიურ უჯერ ნახშირწყალბადებად, რომელთაგან მრავალ ორგანულ
ნივთიერებას ასინთეზებენ.

უმალესი ნახშირწყალბადები იხმარება საწყის ნივთიერებებად
სინთეზურ გამრეცხ სამუშალებათა მიღებისათვის.

ნახშირწყალბადების მიღება. ნაჯერი ნახშირწყალბადები დიდი რა-
ოდენობითაა ბუნებრივ გაზსა და ნავთობში. სწორედ ამ ბუნებრივი
წყაროებიდან იღებენ მათ, რათა გამოიყენონ საწვავად და ქიმიურ
ნედლეულად.

თეორიული თვალსაზრისით საინტერესოა მეთანის სინთეზის რე-
აქცია, ვინაიდან იგი გამოსახავს მარტივი ნივთიერებების ორგანულ ნა-
ერთებად გარდაქმნას. რეაქცია მიმდინარეობს წყალბადთან ნახშირ-
ბადის გახურებისას ფხვნილისებრი ნიკელის როგორც კატალიზატო-
რის თანაობისას:



ამ რეაქციის მეთანის თერმულ დაშლასთან (გვ. 33) შედარებისას
ჩვენ უნდა დავასკვნათ, რომ იგი შექცევადია. მხედველობაში მივი-
ღებთ რა რეაქციის სითბურ ეფექტს, შეიძლება დავწეროთ შემდეგი
განტოლება:



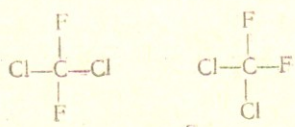
ამ განტოლების საფუძველზე შეიძლება გამოვთქვათ ვარაუდი იმა-
ზე, თუ რა პირობები უწყობს ხელს წონასწორობის გადაწევას მეთა-
ნის მიღების მხარეზე და რა პირობები გამოიწვევს მის დაშლას. ვი-
ნაიდან მეთანის სინთეზი ეგზოთერმული რეაქციაა, ძლიერ გახურება
არ შეუწყობს ხელს პროდუქტის გამოსავლის გადიდებას; წონასწორო-
ბა გადაინაცვლებს საწყისი პროდუქტების მხარეზე. სუსტი გახურები-
სას მეთანის წარმოქმნის სიჩქარე არასაკმაო იქნება. ამიტომ მეთანის

სინთეზის ოპტიმალური ტემპერატურა არის დაახლოებით 500°C, ხოლო დაშლისათვის მას ახურებენ 1000°C ზევით.

წონასწორობის გადანაცვლებაზე მოქმედებს წნევის შეცვლა. ნაიდან მარცხნიდან მარჯვნივ რეაქცია მიმდინარეობს გაზების შემცირებით, ამიტომ წნევის გადიდება ხელს შეუწყობს მეთანის წარმოქმნას, ხოლო წნევის შემცირება, პირიქით — მის დაშლას.

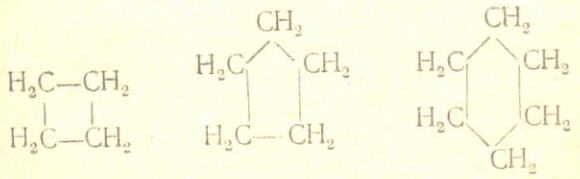
23. მეთანის ურთიერთქმედება წყლის ორთქლთან შექცევადი რეაქციაა. 39-ე გე-ზე მოყვანილი განტოლება შესაბამისად გადაკეთეთ და განმარტეთ, რომელი მიმართულებით გადაიხრება ქიმიური წონასწორობა წნევის გაზრდისას.
24. 2-მეთილბუტანს საწყის ნივთიერებად იყენებენ იზოპრენის კაუჩუკის სინთეზის დროს. ამ ნახშირწყალბადის მიღება შეიძლება ნ-პენტანისაგან. შეადგინეთ რეაქციის განტოლება. რომელ ტიპს მიეკუთვნება ეს რეაქცია?
25. სამაცივრო დანადგარებში მაცივარაგენტად ფართოდ იყენებენ დიფთორდიქლორომეთანს (ფრეონ-12) CF_2Cl_2 — გაზს, რომელიც ადვილად თხევადდება. შეადგინეთ დიფთორდიქლორომეთანის სტრუქტურული და ელექტრონული ფორმულები.

შინ დაამზადეთ: ა) ქლორეთანის, ბ) დიფთორდიქლორომეთანის მოლეკულები მოდელები. სხვადასხვა ატომის აღსანიშნავად გამოიყენეთ სხვადასხვა ფერის პლასტილინი. მოდელების დახმარებით ახსენით ერთი თუ ორი ნივთიერება წარმოდგენილი შემდეგი ფორმულებით:



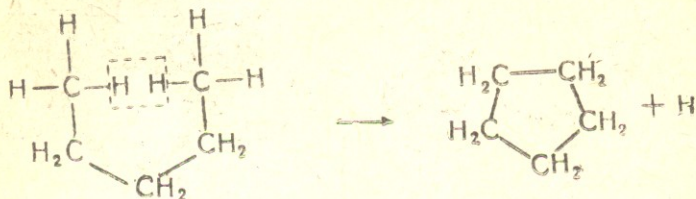
§ 8. ციკლოპარაფინები

ჩვენ მიერ განხილულ ატომთა ღია ჯაჭვის მქონე ნაჯერი ნახშირწყალბადების — პარაფინების გარდა არსებობს ჩაკეტილი, ციკლური აღნაგობის ნახშირწყალბადები. მათ ციკლოპარაფინები ეწოდება. მათგან:



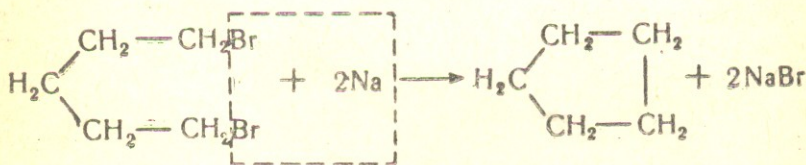
ციკლობუტანი ციკლოპენტანი ციკლოჰექსანი

ციკლოპარაფინები შედგენილობით შესაბამისი პარაფინებისაგან იმით განსხვავდება, რომ მათი მოლეკულები ორი ატომით ნაკლებ წყალბადს შეიცავს. ამ ატომების მოწყვეტის ხარჯზე იკეთება წყალბადის რგოლი. სქემატურად ეს შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგნაირად:



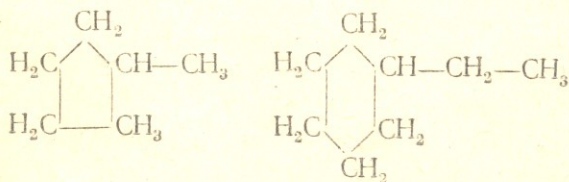
ამიტომ ციკლოპარაფინების ზოგადი ფორმულაა C_nH_{2n} .

ციკლური ნახშირწყალბადების სინთეზს პრაქტიკულად სხვა გზით ახორციელებენ, მაგალითად, ნახშირწყალბადების დიჰალოგენწარმოების მეშვეობით (ლითონურ ნატრიუმთან გახურებით):



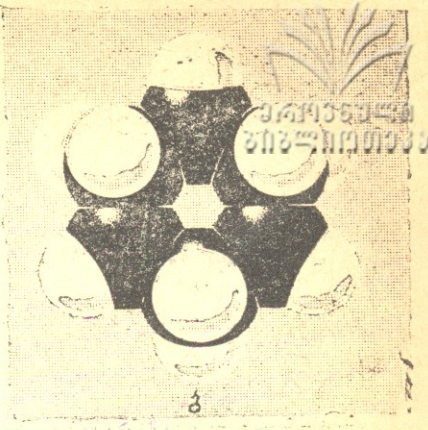
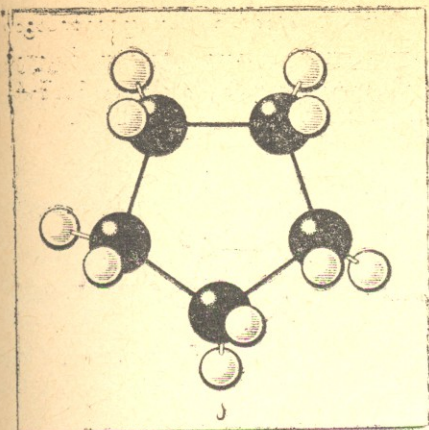
ციკლოპენტანად პენტანის გარდაქმნის შესაძლებლობა რომ ნათელი გახდეს, გავიხსენოთ, რომ ნახშირწყალბადების მოლეკულებში, ბმების გარშემო ნახშირბადატომების ბრუნვის გამო, შეიძლება სხვადასხვაგვარი ფორმა მიიღოს. ჩვენ უკვე ვნახეთ (გვ. 27), თუ რა ახლოს მიდიან ერთმანეთთან ამ დროს კიდური ნახშირბადატომები. ამის გამო მოლეკულები რგოლად ჩაიკეტება (სურ. 11).

ციკლოპარაფინების მოლეკულები ხშირად შეიცავს ნახშირწყალბადების გვერდით ჯაჭვებს, მაგალითად:



მეთილციკლოპენტანი

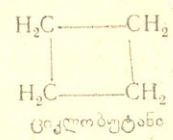
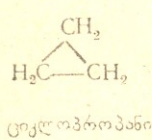
ეთილციკლოპექსანი



სურ. 11. ციკლოპარაფინების მოლეკულების მოდელები:
 ა — ციკლოპენტანის ბურთულფეროვანი მოდელი, ბ — ციკლოჰექსანის მასშტაბური მოდელი (წყალბადის ყველა ატომი არ ჩანს).

აღნიშნული აღნაგობის ციკლოპარაფინებს ბევრი საერთო აქვს პარაფინებთან: ისინი ქიმიურად ნაკლებად აქტიურებია, იწვრიან, წყალბადის ატომები მათში პალოგენებით ჩაინაცვლება.

სამ- და ოთხნახშირბადატომიანი ციკლოპარაფინების წარმოქმნისას მოლეკულაში ნახშირბადის ატომების სავალენტო ბმები მნიშვნელოვნად გადაიზრება ტეტრაედრის წვეროებისაკენ მიმართულებიდან, ე. ი. $109^{\circ}28'$ კუთხიდან. ამის გამო ციკლებში წარმოიქმნება ძაბვა და ისინი ნაკლებად მტკიცე აღმოჩნდება, ვიდრე ხუთ- და ექვსწევრიანი ციკლოპარაფინები:



ხუთ- და ექვსწევრიანი ციკლოპარაფინები პირველად აღმოაჩინა ნავთობში მოსკოვის უნივერსიტეტის პროფესორმა ვ. ვ. მარკოვნიკოვმა. აქედან წარმოდგა მათი მეორე სახელწოდება — ნ ა ფ თ ე ნ ე ბ ი. ამ ნივთიერებებს, როგორც მრავალი ნავთობისა და მათგან მიღებული ნავთობპროდუქტების შემადგენელ ძირითად ნაწილს, დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს.

9 26. შეიძლება თუ არა ციკლოპექსანი ჩვეთვალთ ნ-პექსანის იზომერად, მო-
მოლოგად? პასუხი განმარტეთ.

27. როგორ ახსნით, რატომ აღმოჩნდება ნაყლებად მდგრადი ციკლოპექსანები ნახშირბადის სამი და ოთხი ატომით მოლეკულაში, რომლებშიც ნახშირბადის ატომებს შორის კუთხე ზღვება $109^{\circ}28'$ -ზე ნაკლები?

28. შეადგინეთ: ა) ციკლოპენტანის სრული წვის, ბ) ციკლოპექსანისაგან ქლორ-
ციკლოპექსანის მიღების რეაქციების განტოლებები. შეადგინეთ ქლორციკლო-
პექსანის ელექტრონული ფორმულა.

1. პლასტილინისაგან დაამზადეთ: ა) ციკლოპენტანის, ბ) მეთილციკლოპენტანის
მოლეკულების მასშტაბური მოდელები.

2. შინ დაამზადეთ 1,5-დიბრომპენტანის ბურთულღეროვანი მოდელი და მისი
შემადგენელი რგოლების ბრუნებით დარწმუნდით, თუ როგორი ფორმის მო-
ლეკულის დროს შეიძლება ციკლის წარმოქმნა.

ნახშირწყალბადების დიდ და პრაქტიკულად მეტად მნიშვნელოვან ჯგუფს შეადგენს უჯერი ნაერთები. გავეცნოთ მათ თავისებურებებს.

§ 4. ეთილენის რიგის ნახშირწყალბადების აღნაგობა

ისევე როგორც მეთანიდან იწყება ნაჯერი ნახშირწყალბადების რიგი, უჯერი ნახშირწყალბადების რიგს იწყებს მისი უმარტივესი წარმომადგენელი — ეთილენი.

ეთილენი, მისი აღნაგობა. ეთილენი უფერო გაზია, სუნი თითქმის არა აქვს. ჰაერზე ოდნავ მსუბუქია, წყალში ცუდად იხსნება.

ეთილენი რომ ნახშირწყალბადებს ეკუთვნის, შეიძლება დავადგინოთ ნივთიერების წვის პროდუქტების გამოკვლევით იმის მსგავსი ცდით, როგორითაც დავრწმუნდით მეთანის თვისობრივ შედგენილობაში.

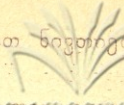
დავადგინოთ ეთილენის მოლეკულური ფორმულა. ეთილენის სიმკვრივე ნორმალურ პირობებში არის 1,25 გ/ლ. მაშასადამე, ეთილენის მოლური მასა იქნება $1,25 \text{ გ/ლ} \cdot 22,4 \text{ ლ/მოლი} = 28 \text{ გ/მოლი}$, ხოლო ფარდობითი მოლეკულური მასა — 28.

მაშ, რამდენ ატომ ნახშირბადსა და წყალბადს შეიძლება შეიცავდეს ასეთი მოლეკულა?

ცხადია, მოლეკულაში არ შეიძლება იყოს ერთი ატომი ნახშირბადი, ვინაიდან მასთან უნდა იყოს შეერთებული 16 ატომი წყალბადი, რაც შეუძლებელია. მაგრამ მოლეკულაში არ შეიძლება იყოს ნახშირბადის ორ ატომზე მეტიც. ვინაიდან მათი საერთო ატომური მასა უკვე გაუტოლდა 24. უნდა დავუშვათ, რომ ამ შემთხვევაში მასის დანაკლისი (28—24) შეივსება წყალბადის 4 ატომით, ე. ი. ეთილენის მოლეკულური ფორმულაა C_2H_4 .

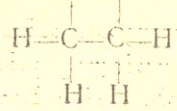
ახლა თქვენ შეგიძლიათ შეამოწმოთ, ეს გაზი ჰაერზე მძიმეა თუ მსუბუქი.

მაგრამ, თუ ჩვენ დავაკვირდებით ეთილენის ფორმულას, შევამჩნევთ წინააღმდეგობას. ეთილენის მოლეკულაში ნახშირბადის ატომები შეერთებულია წყალბადატომების ნაკლებ რიცხვთან, ვიდრე ეთანის მოლეკულაში. მაშ როგორ დავიცვათ აქ ნახშირბადის ოთხვალენ-

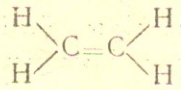


ტიანობა? ამ კითხვაზე რომ ვუპასუხოთ, განვიხილოთ ნივთიერების აღნაგობა.

დადგენილია, რომ ეთილენის მოლეკულა სიმეტრიულია. მისი ნახშირბადის თითოეული ატომი წყალბადის ორ ატომთან ერთად შეერთებულია. როგორც წინა შემთხვევაში, თუ მოლეკულაში ატომთა შორის ბმას ხაზით აღვნიშნავთ, მივიღებთ ფორმულას:



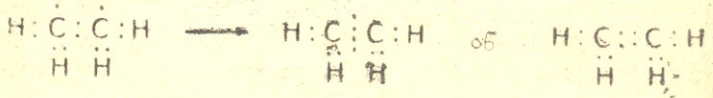
ცხადია, ეს არ გამოსახავს ეთილენის მოლეკულის აღნაგობას. ნახშირბადის ატომთა მეორე ვალენტობები არ შეიძლება თავისუფალი დარჩნენ, აქ ისინი ერთმანეთს უერთდებიან და ნახშირბადის ატომთა შორის მეორე ბმას წარმოქმნიან:



აქამდე ნახშირწყალბადების შესწავლისას ატომთა შორის ვხვდებოდით მხოლოდ მ. ა. რ. ტ. ი. ვ. ანუ ორდინარულ ქიმიურ ბმას (ფრანგული ordinaire — ჩვეულებრივი).

ეთილენის მოლეკულაში იქმნება ორმაგი ბმა.

ვინაიდან ნახშირბადის ატომის თითოეული ვალენტობა გაპირობებულია გაუწყვილებელი ელექტრონის არსებობით მის გარე ელექტრონულ შრეში, ამიტომ ნახშირბადის ატომთა შორის ორმაგი ბმის წარმოქმნისას, ცხადია, შეიქმნება მათთვის საერთო მეორე, ელექტრონული წყვილი:



ამრიგად, ეთილენის მოლეკულაში ნახშირბადის ოთხვალენტეობა და მისი ატომებისათვის ოქტეტის წესი კვლავ უცვლელი რჩება. თითოეული სავალენტო ხაზი სტრუქტურულ ფორმულაში, როგორც წინათ, ელექტრონების ერთ წყვილს გამოსახავს.

მაგრამ საყურადღებოა შემდეგი. აქამდე ჩვენთვის ცნობილი იყო, რომ ნახშირბადის ატომების სავალენტო ელექტრონები ქიმიურ ბმას წარმოქმნის ატომების ცენტრიდან ტეტრაედრის წვეროების მიმართულებით. აქ კი ორი ბმა თითქმის ერთი მიმართულებით წარმოიქმნება, ნახშირბადატომების ცენტრების შემაერთებელი ხაზის გასწვრივ.

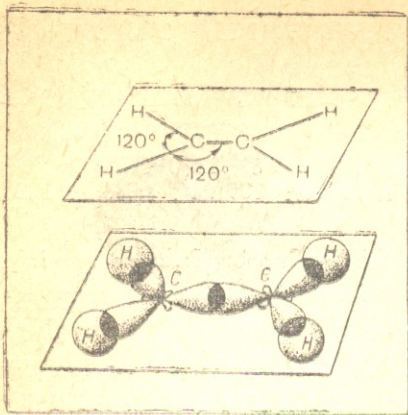
დაწვრილებით განვიხილოთ, როგორ ურთიერთქმედებს ელექტრონები ორმაგი ბმის წარმოქმნის დროს.

გამოკვლევის ფიზიკური მეთოდებით დადგენილია, რომ ატომის ბირთვი ნახშირწყალბადებისაგან განსხვავებით, ეთილენის მთლიანად დასრულებული ატომის ბირთვი ერთ სიბრტყეშია განლაგებული და სავალენტო კუთხეები მოლეკულაში არის არა $109^{\circ}28'$, არამედ 120° (სურ. 12).

ასეთი აღნაგობა არ შეიძლება აიხსნას ჩვენთვის ცნობილი sp^3 -ჰიბრიდიზაციის საფუძველზე, რომელიც განაპირობებს მეთანის მოლეკულის ტეტრაედრულ აღნაგობას. აქ ჰიბრიდიზაციას განიცდის ალგზნებული ნახშირბადის ატომის არა ოფხივე ელექტრონული ღრუბელი, არამედ მხოლოდ სამი, ისინი, რომლებიც აუცილებელია სამ ატომთან კავშირის დამყარებისათვის, — ერთი s -ელექტრონისა და ორი p -ელექტრონის. ხდება sp^2 -ჰიბრიდიზაცია. ჰიბრიდული ღრუბლები ღებულობენ არასიმეტრიული, ცალ მხარეს გაწეილი მოცულობითი რვიანების ფორმას. ქიმიური ბმების წარმოქმნისას ისინი, ისევე როგორც მეთანში, მაქსიმალური მანძილით დაშორდებიან ერთმანეთს (რატომ?) — ეს ხდება მაშინ, როდესაც მათ ღერძებს შორის კუთხე შეადგენს 120° .

მაგრამ ნახშირბადის ატომებში რჩება კიდევ თითო p -ელექტრონი. ამ ელექტრონის ღრუბელმა არ განიცადა ჰიბრიდიზაცია, მან არ შეიცვალა თავისი ფორმა და ისევ მოცულობითი რვიანის ფორმა აქვს ელექტრონული სიმკვრივის თანაბარი განაწილებით ბირთვის ორივე მხარეს. ამ ელექტრონული ღრუბლების ღერძები პერპენდიკულარული იქნება ატომთა ბირთვების სიბრტყის მიმართ, ვინაიდან ასეთ შემთხვევაში ისინი მაქსიმალურად დაშორებული აღმოჩნდებიან ელექტრონული ღრუბლებისაგან, რომლებიც უკვე მონაწილეობენ ქიმიური ბმების წარმოქმნაში. ეს ელექტრონული ღრუბლები, რომელთაც მოცულობითი რვიანების ფორმა აქვთ, ნაწილობრივ გადაიფარებიან ატომთა ბირთვების სიბრტყის ზევით და ქვევით და ამით წარმოქმნიან მეორე ბმას ნახშირბადის ატომებს შორის (სურ. 13, ა).

მაგრამ ელექტრონული ღრუბლების ასეთი გვერდითი გადაფარვა ხდება ნაკლები ხარისხით, ვიდრე ღრუბლებისა, რომლებიც ურთიერთ-მოქმედებენ ატომების ცენტრების შემაერთებელი სწორხაზოვანი მიმართულებით: ამასთან იგი წარმოიქმნება მათგან დიდი დაშორებით. ამიტომ მეორე ბმა ეთილენში ნაკლებად მტკიცეა, ვიდრე პირველი. მაგრამ, როდესაც ბმა მყარდება, ატომები უფრო მეტად უახლოვდებიან ერთმანეთს: ეთანის მოლეკულაში მანძილი ატომების ბირთვებს შორის შეადგენს $0,154$ ნმ, ეთილენის მოლეკულაში იგი უდრის $0,134$ ნმ.



სურ. 12. ეთილენის მოლეკულაში σ -ბმების წარმოქმნის სქემა.

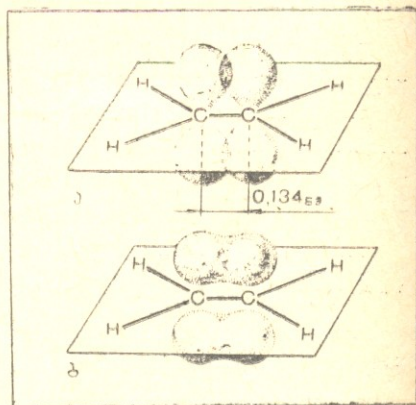
ნახშირწყალბადების მოლეკულები შეიცავენ მხოლოდ σ -ბმებს.

π -ბმის ელექტრონები, ისევე როგორც σ -ბმების ელექტრონები წარმოქმნის შემთხვევაში, აღარ მიეკუთვნებიან გარკვეულ ატომს, ისინი ახლა მიეკუთვნებიან ნახშირბადის ორივე ატომს, წარმოქმნიან მათთვის საერთო ღრუბელს, რომლის ელექტრონული სიმკვრივე ერთნაირად არის განაწილებული σ -ბმის სიბრტყის ზევით და ქვევით (სურ. 13, ბ).

ეთილენის მოლეკულის აღნაგობა შეიძლება გამოისახოს როგორც ბურთულდეროვანი, ისე მასშტაბური მოდელებით (სურ. 14). პირველი ტიპის მოდელებში ორმაგ ბმას გამოსახავენ ნახშირბადის „ატომების“ ორი სწორი ან მოღუნული ღეროთი შეერთებით. მეორე შემთხვევაში ნახშირბადის ბურთულების ცენტრებს უფრო მეტად უახლოვებენ ერთმანეთს.

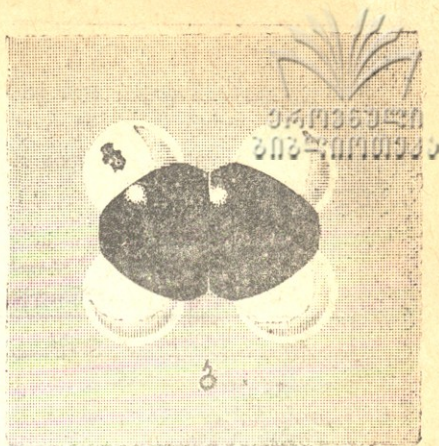
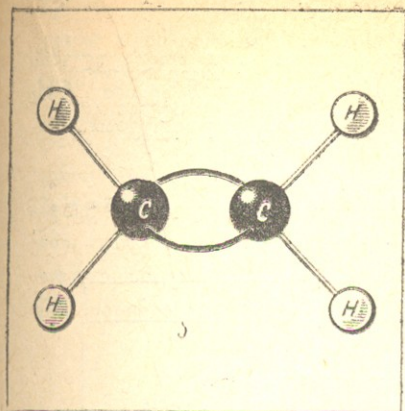
ნახშირბადის ატომების ბრუნვა მოლეკულაში იმ შემთხვევაშია შესაძლებელი, თუ ისინი შეერთებულია σ -ბმით; π -ბმის გაჩენა შეუძლებელს ხდის მათ თავისუფალ ბრუნვას. ამის ვაკემა შეიძლება

პირველ, უფრო მტკიცე ბმას, რომელიც წარმოიქმნება ელექტრონული ღრუბლების გადაფარვისას პირდაპირი, ატომთა ცენტრების შემაერთებელი მიმართულებით, ეწოდება σ (სიგმა)-ბმა; მეორეს, ნაკლებად მტკიცეს, რომელიც წარმოიქმნება ელექტრონული ღრუბლების გადაფარვით ატომთა ბირთვების სიბრტყის გარეთ, π (პი)-ბმა. ჩვეულებრივი კოვალენტური ბმები ნახშირბადის ატომებსა და წყალბადის ატომებს შორის—აგრეთვე σ -ბმებია, ამრიგად, ნაჯერი



სურ. 13. ეთილენის მოლეკულაში π -ბმის წარმოქმნის სქემა:

ა— π -ელექტრონების ღრუბლების გვერდითი გადაფარვა, ბ— π -ბმის საერთო ღრუბლის განაწილება ატომთა ბირთვების სიბრტყის ზევით და ქვევით.



სურ. 14. ეთილენის მოლეკულის მოდელები:

ა — ბუტენ-1, ბ — მისტაბური.

მოლეკულების ელექტრონული აღნაგობის გათვალისწინებით (სურ. 12, 13). რამდენადაც σ -ბმა ატომების შემაერთებელი წრფის გასწვრივაა მიმართული, მათი ბრუნვისას არ ირღვევა ელექტრონული ღრუბლების გადაფარვა და ატომები ქიმიურად ბმული რჩება. მაგრამ თუ ატომები შეერთებულია ორმაგი ბმით, მაშინ მათი ბრუნვა, ცხადია, შეუძლებელია π -ბმის ელექტრონული ღრუბლების გაწყვეტის გარეშე, მაგრამ ეს გამოიწვევდა მოლეკულის აღნაგობის შეცვლას.

შემდგომ გავიგებთ, თუ რა შედეგები მოჰყვება ორმაგი ბმის შემთხვევაში თავისუფალი ბრუნვის არარსებობას.

ეთილენის რიგის ნახშირწყალბადების აღნაგობა და ნომენკლატურა.
ეთილენი პირველი წევრია ნივთიერების ჰომოლოგიური რიგისა, რომელთა მოლეკულაში არის ერთი ორმაგი ბმა ნახშირბადის ატომებს შორის (ტაბულა 2).

ეთილენის უახლოესი ჰომოლოგებია: პროპილენი $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$,
ბუტილენი $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$.

ეთილენის რიგის ნახშირწყალბადების სახელწოდებები წარმოიშვა შესაბამისი ნაჯერი ნახშირწყალბადების დაბოლოებების -ან-ის შეცვლით -ილენ¹-ით (ეთილენი, პროპილენი და ა. შ.). მაგრამ ასეთ ნომენკლატურასთან ერთად ამჟამად სულ უფრო ხშირად იყენებენ სისტემატურ (საერთაშორისო) ნომენკლატურას, რომლის მიხედვითაც ამ

¹ გამოიყენება შეადგენს მხოლოდ მოლეკულაში ხუთი ატომი ნახშირბადის შემცველი ნახშირწყალბადი: მას ამილენი ეწოდება და არა პენტილენი, როგორც მოსლოდნელი იყო.

ნახშირწყალბადების სახელოდებებს აქვს დაბოლოება -ენ (ეთენი, პროპენი, ბუტენი და ა. შ.).

ჰომოლოგებს მსგავსი აღნაგობა აქვთ, მაგრამ მათი მხოლოდ წარმოქმნის შედეგნილობა ერთმანეთისაგან უნდა განსხვავდებოდნენ ატომთა რაოდენობით. შეამოწმეთ, დაცულია თუ არა ეს პირობა ნივთიერებათა მოცემულ რიგში.

ტ ა ბ უ ლ ა 2

ეთილენის რიგის ნახშირწყალბადები
(ნაჯერ ნახშირწყალბადებთან შეპირისპირებით)

ნაჯერი ნახშირწყალბადები	უჯერი ნახშირწყალბადები
მეთანი CH_4	ეთილენი (ეთენი) C_2H_4
ეთანი C_2H_6	პროპილენი (პროპენი) C_3H_6
პროპანი C_3H_8	ბუტილენი (ბუტენი) C_4H_8
ბუტანი C_4H_{10}	ამილენი (პენტენი) C_5H_{10}
პენტანი C_5H_{12}	ჰექსილენი (ჰექსენი) C_6H_{12}
ჰექსანი C_6H_{14}	და ა. შ.
და ა. შ.	

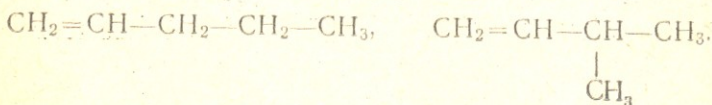
ყოველი უჯერი ნახშირწყალბადის მოლეკულაში, ორმაგი ბმის წარმოქმნის გამო, წყალბადის ატომთა რიცხვი ორით ნაკლებია, ვიდრე შესაბამისი ნაჯერი ნახშირწყალბადის მოლეკულაში. ამის გამო ეთილენის (ეთენის) რიგის ნახშირწყალბადების შედგენილობა გამოსახება ფორმულით C_nH_{2n} . რომელ სხვა ნახშირწყალბადებს აქვთ ასეთივე ზოგადი ფორმულა?

უჯერ ნახშირწყალბადებს შეუძლიათ წარმოქმნან რადიკალები. მაგალითად, ეთილენის ერთვალენტთან რადიკალს აქვს აღნაგობა $CH_2=CH-$ ან $H:C\dot{C}$. და ვინილი ეწოდება.

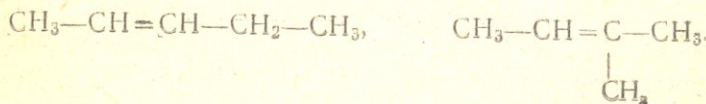


უჯერ ნახშირწყალბადებს ახასიათებს იზომერია.

ნაჯერი ნახშირწყალბადების მსგავსად, აქ არსებობს ნახშირბადოვანი ჩონჩხის იზომერია. მაგალითად, იზომერებია ნახშირწყალბადები, რომელთაც აქვთ საერთო ფორმულა C_5H_{10} :

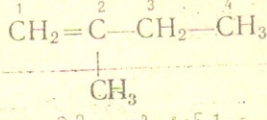
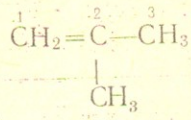
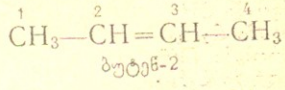
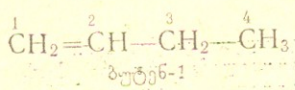


გარდა ამისა, აქ იზომერია გაპირობებულია ორმაგი ბმის მდებარეობით ნახშირბადოვან ჯაჭვში, ამიტომ იმ ნივთიერებებს შორის, რომელთა ფორმულაა C_5H_{10} , იქნებიან ასეთებიც:



ამრიგად, ეთილენური რიგის ნახშირწყალბადებში გვხვდება ეთილენური ორი სახე: ნახშირწყალბადოვანი ჩონჩხისა და ნახშირწყალბადოვან ჯაჭვში ორმაგი ბმის მდებარეობისა.

ეთილენური ნახშირწყალბადების ინდივიდუალურ დაჯგუფებაში შემდეგნაირად შეადგენენ: ჯერ გამოყოფენ ნახშირბადატომების ჯგუფებს, რომელიც შეიცავს ორმაგ ბმას. გვერდითი ჯაჭვებისა და ორმაგი ბმის ადგილის აღნიშვნისათვის ნახშირბადის ატომებს ნომრავენ იმ ბოლოდან, რომელთანაც უფრო ახლოა ორმაგი ბმა. ორმაგი ბმის მდებარეობას აღნიშნავენ სახელწოდების ბოლოს იმ ნახშირბადატომის ნომრით, რომლიდანაც ის იწყება. სახელწოდების წინ მიუთითებენ გვერდითი ჯაჭვების მდებარეობას:



2-მეთილბუტენი
(იზობუტიენი)

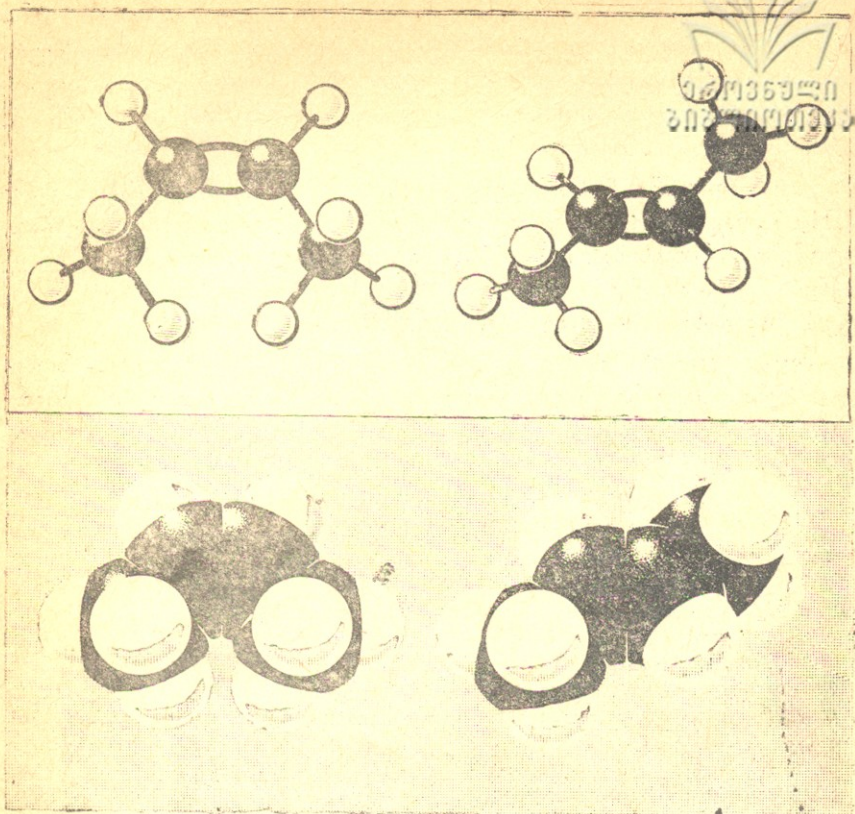
2-მეთილბუტენ-1

ახლა დაასახელოთ ის ნახშირწყალბადები, რომელთა სტრუქტურული ფორმულები სახელწოდებათა გარეშეა ზემოთ მოყვანილი. ეთილენის მაგალითზე დავინახეთ, რომ ორმაგი ბმით შეერთებული ატომები კარგავენ ბრუნვის შესაძლებლობას. ეს აპრობებს იზომერიის კიდევ ერთ სახეობას, რომელიც ნაჯერ ნახშირწყალბადებში არ გვხვდება.

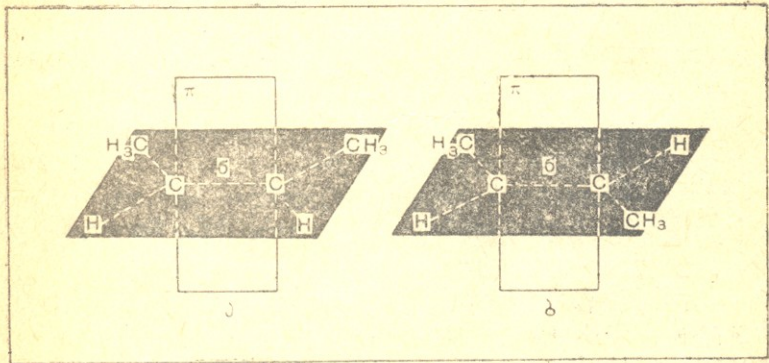
როგორც ვიცი, ბუტანის მოლეკულის მოდელი შეიძლება სხვადასხვანაირად დამზადდეს — სწორი ზიგზაგისა და მოღუნული სახით. მაგრამ ეს მოდელები განმოსახანებს არა სხვადასხვა ნივთიერებას, არამედ ერთს; ვინაიდან ნახშირბადის ატომებს ნაჯერ ნახშირწყალბადებში თავისუფალი ბრუნვა ახასიათებთ და ამასთან ერთი ფორმა ადვილად გარდაიქმნება მეორე ფორმად.

ახლა განვიხილოთ უჯერი ნახშირწყალბადის აღნაგობა, რომელიც იმდენსავე ნახშირბადის ატომს შეიცავს.

ბუტენ-2 მოლეკულის მოდელი შეგვიძლია ავრეთვე ორი სახით წარმოვიდგინოთ (სურ. 16). მაგრამ აქ ორმაგი ბმით შეერთებული ნახშირბადატომები მოკლებულია თავისუფალი ბრუნვის უნარს (ვაიხსენეთ რატომ). ამიტომ ერთი კონფიგურაციის მოლეკულას არ შეუძლია გარდაიქმნას მეორე კონფიგურაციის მოლეკულად (დამატებითი ენერჯის დახარჯვის გარეშე), და თუ მიღებულ იქნა როგორც ერთი, ისე მეორე აღნაგობის მოლეკულები, ეს იქნება ორი სხვადასხვა, ერთმანეთის იზომერული ნივთიერება.



სურ. 15. ბუტენის სივრცითი იზომერების ბურთულდროვანი და მასშტაბური მოდელები.

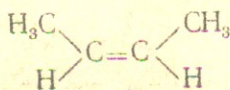


სურ. 16. ბუტენ-2-ის ცისტრანს-იზომერია: ა — ცის-იზომერი, ბ — ტრანს-იზომერი.

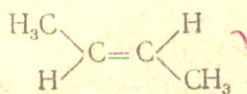
ჩვენთვის ცნობილი იზომერიის შემთხვევისაგან განსხვავებით, იზომერიის მოცემული სახე გაპირობებულია მოლეკულაში ატომთა შეერთების არა სხვადასხვა თანამიმდევრობით და არც ორმაგი ბმის ადგილმდებარეობით, არამედ ატომთა სხვადასხვა განლაგებით სივრცეში. არის სივრცითი იზომერია ანუ სტერეოიზომერია.

თუ იზომერში ჩამნაცვლებელი ჯგუფები (მოცემულ შემთხვევაში CH_3 ჯგუფები, რომლებითაც ეთილენში ჩანაცვლებულია წყალბად-ატომები) მოთავსებულია ორმაგი ბმის სიბრტყის ერთ მხარეზე, ეს იქნება ცის-იზომერი, თუ ისინი მოთავსებულია ორმაგი ბმის სიბრტყის სხვადასხვა მხარეზე — ტრანს-იზომერი (სურ. 17).

მოცემული იზომერიის სახეობას ეწოდება ცის-ტრანს-იზომერია (ლათ. cis ნიშნავს „ამ მხარეს“, trans — „იქითა მხარეს“). ასეთი სახის იზომერიის სტრუქტურული ფორმულები გამოისახება შემდეგნაირად:

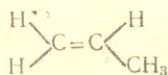


ცის-იზომერი
(ლღობის ტემპ. — $138,9^\circ\text{C}$
დუღილის ტემპ. $3,7^\circ\text{C}$)



ტრანს-იზომერი
(ლღობის ტემპ. — $105,5^\circ\text{C}$
დუღილის ტემპ. $0,9^\circ\text{C}$)

ადვილი შესამჩნევია, რომ თუ ნახშირბადის რომელიმე ატომი ორმაგი ბმის შემთხვევაში შეერთებული იქნება არა სხვადასხვა, არამედ ერთნაირ ატომებთან ან ატომთა ჯგუფებთან, ცის-ტრანს-იზომერია არ იქნება. მაგალითად, ორმაგი ბმის რომელ მხარეზეც არ უნდა იყოს მეთილის ჯგუფი



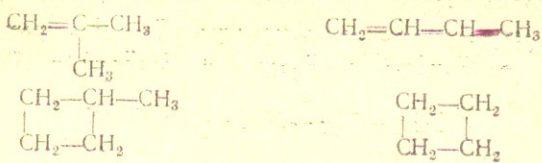
ეს იქნება ერთი და იგივე ნივთიერება.

1. გაიანგარიშეთ ეთილენის სიმკვრივე: ა) წყალბადის მიმართ, ბ) ჰაერის მიმართ.
2. რა განსხვავებაა σ - და π -ბმებს შორის ეთილენის მოლეკულაში?
3. განმარტეთ, რატომ არ შეიძლება ნახშირბადის ატომების თავისუფალი ბრუნვა ორმაგი ბმის შემთხვევაში.
4. რატომ არის ეთილენის მოლეკულაში მანძილი ნახშირბადატომების ცენტრებს შორის ნაკლები, ვიდრე ეთანის მოლეკულაში?
5. გააჩვენეთ მოლეკულური ფორმულა აიროვანი ნახშირწყალბადისა, თუ მისი 5,6 დაწვისას (ნორმალურ პირობებში) მიღებულ იქნა 16,8 ნახშირბად (IV)-ის ოქსიდი და 13,5 გ წყალი.
6. განსაზღვრეთ იმ ნახშირწყალბადის მოლეკულური ფორმულა, რომელშიც ნახშირბადის მასური წილი 85,7%-ია, წყალბადის მიმართ სიმკვრივე 28.

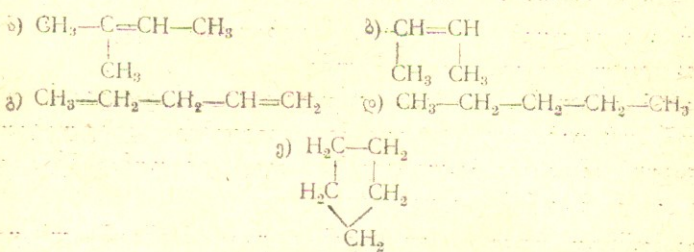
7. შეადგინეთ სტრუქტურული ფორმულები იზომერული ნახშირწყალბადებისა, რომელთაც აქვთ მოლეკულური მასა 56.

8. ნახშირწყალბადის ფორმულა C_6H_{12} . შეიძლება თუ არა ამის დადგენა იქნეს, რომ იგი ეთილენის პომოლოგიურ რიგს ეკუთვნის?

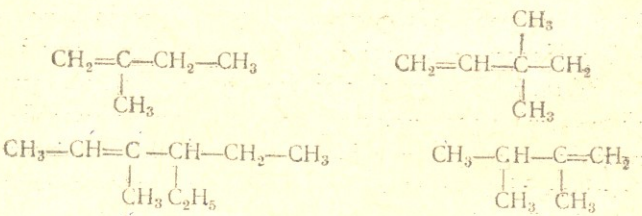
9. მიუთითეთ იზომერული ნივთიერებები: იმათგან, რომელთაც ფორმულები ქვემოთ არის მოყვანილი:



10. ქვემოთმოყვანილ ნივთიერებებში აღნიშნეთ: ა) იზომერები, ბ) პენტენ-2-ის პომოლოგები:



11. დაასახელეთ სისტემატური ნომენკლატურის მიხედვით შემდეგი ნახშირწყალბადები:

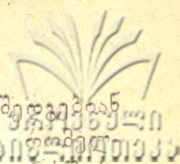


12. შეადგინეთ შემდეგი ნახშირწყალბადების სტრუქტურული ფორმულები:

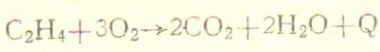
ა) 3-ეთილპენტენ-2, ბ) 3,3-დიმეთილპენტენ-1, გ) 3-მეთილ-4-ეთილპენტენ-2.

13. ქვემოთმოყვანილი ნაერთებიდან, რომლებსთვის არის შესაძლებელი ციკლიზაცია-იზომერია: ა) ბუტენ-1, ბ) პენტენ-2, გ) მეთილბუტენ-2, დ) 2-მეთილპროპენი? მოიყვანეთ იზომერების ფორმულები.

14. მოდელირების დახმარებით გვიჩვენეთ, შესაძლებელია თუ არა სივრცითი ციკლიზაცია-იზომერია: ა) იზობუტილენისათვის; ბ) 1,2-დიფლუორეთანისათვის $CHCl=CHCl$.



ქიმიური თვისებები. რადგანაც მოცემული ნაერთები შედგებიან იმავე ელემენტებისაგან (ნახშირბადისა და წყალბადისაგან) თავანაც შედგება ნაჯერი ნახშირწყალბადები, ამიტომ უჯერი ნახშირწყალბადებისათვისაც დამახასიათებელია წვა. მაგალითად, ეთილენი ჰაერზე იწვის და წარმოქმნის წყალსა და ნახშირბად (IV)-ის ოქსიდს:



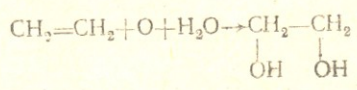
მეთანისაგან განსხვავებით ეთილენი ჰაერზე მნათი ალით იწვის, რაც გაპირობებულია უწინარეს ყოვლისა ეთილენში ნახშირბადის გადიდებული შემცველობით: გაცხელებით ეთილენის მოლეკულების დაშლის დროს წარმოქმნილი ნახშირბადი ერთბაშად არ იწვის, მისი ნაწილაკები ჯერ გავარვარდება, რაც ალის ნათებადობას იწვევს, და მხოლოდ შემდეგ სრულად იწვის გარე ნაწილში.

მაგრამ ეთილენი და მისი ჰომოლოგები ემსგავსებიან რა ნაჯერ ნახშირწყალბადებს ელემენტური შედგენილობით, აგებულებით მათგან განსხვავდებიან. ისინი მოლეკულებში შეიცავენ ორმაგ ბმას. ვლინდება თუ არა ეს მათ ქიმიურ თვისებებში?

შევამოწმოთ როგორ იმოქმედებენ უჯერ ნახშირწყალბადებზე ის ნჯეტიერებები, რომელთა მეშვეობითაც ვარკვევდით მეთანისა და მისი ჰომოლოგების თვისებებს.

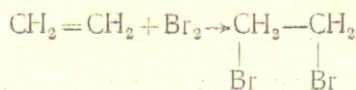
გვარკვიოთ, როგორ დამოკიდებულებაშია ეთილენი სხვადასხვა რეაგენტთან. ეთილენი გავატაროთ კალიუმპერმანგანატის $KMnO_4$ ხსნარში, შევამჩნევთ, რომ ხსნარის იისფერი შეფერილობა სწრაფად გაქრება — მაშასადამე, კალიუმპერმანგანატი უანგავს ეთილენს. ნაჯერი ნახშირწყალბადები, როგორც ვიცით, ასეთ პირობებში არ იუანგება. ეთილენის ადვილი დაუანგვა, ცხადია, გაპირობებულია მოლეკულაში ორმაგი ბმის არსებობით. ადვილად იუანგებიან ეთილენის რიგის სხვა ნახშირწყალბადებიც.

კალიუმპერმანგანატის ხსნარით ეთილენის დაუანგვისას წარმოიქმნება ორატომიანი სპირტი — ეთილენგლიკოლი. თუ დამუანგავს პირობით აღენიშნავთ უანვბადის ატომის სახით, მაშინ რეაქციის განტოლება შეიძლება ჩაიწეროს ასე:



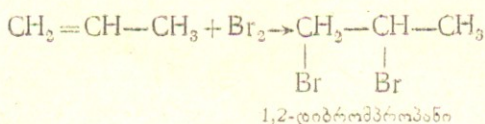
ეთილენი და მეთანი გავატაროთ კურტლებში, რომლებშიც ჩასხმულია ბრომიანი წყალი (ბრომის წყალხსნარი). ეთილენის მოქმე-

დებთ ბრომის მოწითალო-მურა შეფერილობა სწრაფად ქრება, ხოლო მეთანი ბრომიან წყალზე არ მოქმედებს. მაშასადამე, ამ შენთხვევაშიც ეთილენი უფრო რეაქციისუნარიანი ნივთიერებაა, ვიდრე ნახშირწყალბადები. ბრომთან ეთილენის რეაქციის აღსანიშნავი იქმნება დიბრომეთანი $C_2H_4Br_2$ — უფრო სითხე, ე. ი. ხდება ბრომის მოლექულების ეთილენის მოლექულებთან მიერთება:



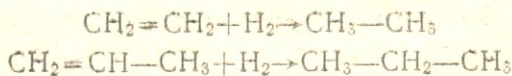
ბრომის ატომების მიერთება, როგორც ვხედავთ, ხდება ორმაგი ბმის ხაზზე, რომელიც ამ დროს მარტივ ბმად გარდაიქმნება.

ეთილენის მსგავსად ბრომს ადვილად იერთებენ სხვა უჯერი ნახშირწყალბადებიც, მაგალითად:



კალიუმის პერმანგანატის ხსნარი და ბრომიანი წყალი უჯერი ნახშირწყალბადების აღმომჩენი რეაქტივებია, მათი ფერის ცვლილებით მსჯელობენ უჯერი ნახშირწყალბადების არსებობაზე.

კატალიზატორის თანაობისას (პლატინის, ნიკელის) უჯერი ნახშირწყალბადებს ორმაგი ბმით შეუძლიათ მიიერთონ წყალბადი, მაგალითად:



ამ რეაქციის შედეგად ხდება ნახშირბადატომების ზღვრული გაჯერება წყალბადის ატომებით და წარმოიქმნება ნაჯერი ნახშირწყალბადები. საწყისი ნივთიერებები კი ზღვრულად არ იყვნენ გაჯერებულნი, ისინი უჯერი ნახშირწყალბადებია.

რეაქტივებს, რომლებშიც ხდება წყალბადის მიერთება ნივთიერებასთან, ეწოდება ჰიდრირების ანუ ჰიდროგენიზაციის რეაქციები.

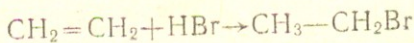
განხილულ მაგალითში ეთანი და პროპანი წარმოიქმნებიან ეთილენისა და პროპილენის ჰიდრირების შედეგად.

ჰიდრირების პროცესში ორმაგი ბმის მქონე ნახშირბადატომები sp^2 -ჰიბრიდიზაციის მდგომარეობიდან გადადიან sp^3 -ჰიბრიდიზაციის მდგომარეობაში, რის შედეგად იცვლება მოლექულის სივრცითი აგე-

ბულება. მაგალითად, ეთილენის ბრტყელი მოლეკულიდან ჰიდრირებისას წარმოიქმნება ეთანის მოცულობითი მოლეკულა.

განიხილეთ, როგორ იცვლება მოლეკულის აგებულება პროპილენის ჰიდრირებისას.

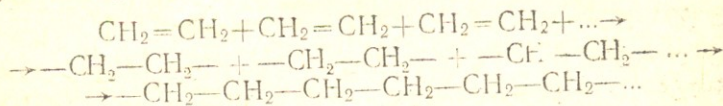
უკვე ნახშირწყალბადებს მიერთების რეაქციაში შესვლა შეუძლიათ არა მხოლოდ მარტივ ნივთიერებებთან, არამედ რთულებთანაც. მაგალითად, ეთილენი ადვილად რეაგირებს ბრომწყალბადთან:



ბრომეთანი

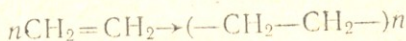
ასე შეიძლება უკვე ნახშირწყალბადებიდან მივიღოთ ნაჯერი ნახშირწყალბადების ჰალოგენწარმოები.

ეთილენური ნახშირწყალბადების მოლეკულებს შეუძლიათ ერთმანეთს შეუერთდნენ და წარმოქმნან გრძელი ჯაჭვური მოლეკულები. მაგალითად, ეთილენისაგან ამადლებული ტემპერატურისა და მაღალი წნევისას იღებენ ყველასათვის კარგად ცნობილ პოლიეთილენს. ამ დროს ერთმანეთს უერთდება და გრძელ ჯაჭვებს წარმოქმნის ეთილენის ასეული და ათასეული მოლეკულა, რაც სქემატურად შეიძლება გამოვსახოთ ასე:

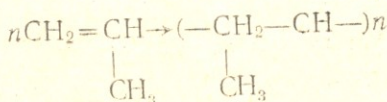


წარმოიქმნება მაღალმოლეკულური ნივთიერება — პოლიმერი.

● ერთნაირი მოლეკულების უფრო დიდ მოლეკულებად შეერთების პროცესს პოლიმერიზაციის რეაქცია ეწოდება. ეთილენის პოლიმერიზაციის რეაქციის განტოლება შეიძლება უფრო მოკლედ გამოისახოს შემდეგნაირად:



ამგვარადვე განიცდის პოლიმერიზაციას პროპილენი და წარმოქმნის პოლიპროპილენს, რომელიც თვისებებით პოლიეთილენის მსგავსია:



ეთილენის განხილული რეაქციებიდან ცხადი ხდება, რომ ატომთა შორის ორმაგი ბმა არ არის ორი მარტივი ბმის ჯამი. ორმაგი ბმა არის თვისობრივად განსაკუთრებული ბმა, მასში ერთი მათგანი ნაკ-

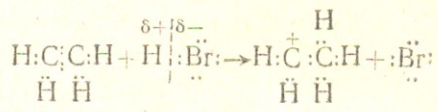
ლებად. მტკიცეა, რაც განაპირობებს ნივთიერების მაღალ რეაქციის უნარიანობას.

მიერთების რეაქციის მექანიზმი. ადრე ჩვენ განვიხილეთ ნივთიერების რეაქციის მექანიზმი, იმ რეაქციისა, რომელიც ხასიათებულია ნაჯერი ნახშირწყალბადებისათვის. ახლა განვიხილოთ მიერთების რეაქციის მექანიზმი. რეაქციის, რომელიც დამახასიათებელია უჯერი ნახშირწყალბადებისათვის.

ჩანაცვლების რეაქციისაგან განსხვავებით, რომელიც თავისუფალი რადიკალების წარმოქმნით მიმდინარეობს, ეთილენურ ნახშირწყალბადებთან ნივთიერებათა მიერთების რეაქცია წარმართება იონური მექანიზმით.

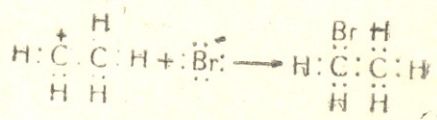
ჯერ განვიხილოთ ეთილენის რეაქცია ბრომწყალბადთან.

ბრომწყალბადის მოლეკულაში კოვალენტური ბმა, როგორც ევინით, პოლარულია. ელექტრონული სიმკვრივის გადაადგილების შედეგად უფრო ელექტროუარყოფითი ელემენტისაკენ, წყალბადის ატომს აქვს ნაწილობრივი დადებითი მუხტი, ხოლო ბრომის ატომს — ნაწილობრივი უარყოფითი მუხტი. ეთილენის მოლეკულასთან მიახლოებისას დადებითად დამუხტული წყალბადი ურთიერთმოქმედებს π-ბმის ელექტრონებთან, რომლებიც თითქოს მოლეკულის გარეთ იმყოფებიან, თავისკენ გადაწევს მათ და ამ ელექტრონების მეშვეობით მიუერთდება ნახშირბადის ერთ-ერთ ატომს:



H—Br ბმის გაწყვეტა, როგორც ვხედავთ, მოხდა იონური ტიპის მიხედვით.

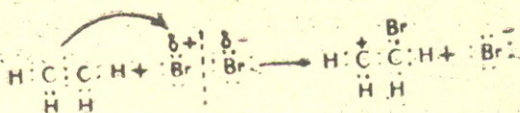
ნახშირბადის მეორე ატომი, მისგან ელექტრონების ჩამოცილების გამო, დადებითად დამუხტება (ბირთვის მუხტის ხარჯზე). ამ დადებითად დამუხტული ატომისაკენ მიიზიდება ბრომის უარყოფითი იონი, და მისი ერთ-ერთი ელექტრონული წყვილის ხარჯზე მათ შორისაც მყარდება კოვალენტური ბმა:



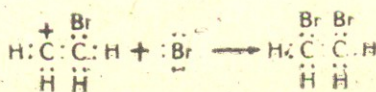
მაშასადამე, ეთილენთან პოლოგენწყალბადის მიერთება ხდება იონური მექანიზმით. შესაბამისად (და არა თავისუფალრადიკალურად, როგორც ნაჯერი ნახშირწყალბადების ქლორირებისას).

ასეთივე შექანიზმით ხდება ჰალოგენების: მაგალითად, ბრომის ელემენტების ეთილენთან (განტოლება იხ. ზემოთ).

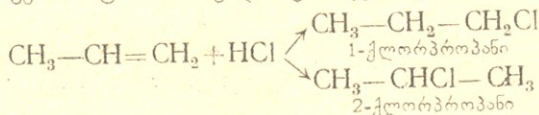
ბრომის მოლეკულა ეთილენის მოლეკულასთან მიახლოებისას პოლარულდება, კენაიდან π-ბმის ელექტრონული ღრუბლის გავლენით ქიმიური ბმის ელექტრონები მასში გადაინაცვლებს ერთ ატომიდან მეორისაკენ. ბრომის ატომი, რომელიც იძენს დადებით მუხტს, თავისკენ გადაწევს ეთილენის მოლეკულის π-ელექტრონებს და მათი მეშვეობით მიუერთდება ნახშირბადის ერთ-ერთ ატომს:



უარყოფითად დამუხტული ბრომის იონი თავისი ელექტრონული წყვილის საშუალებით მიუერთდება მეორე, დადებითად დამუხტულ ნახშირბადის ატომს. ასე წარმოიქმნება 1,2-დიბრომეთანი:

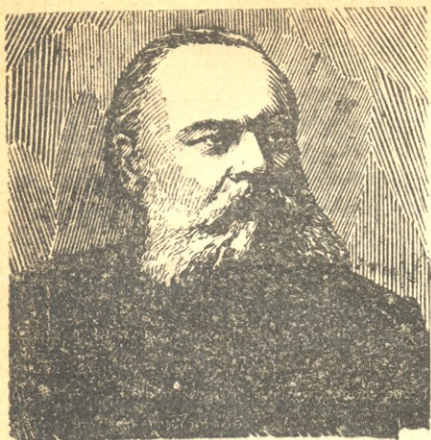


ეთილენის ჰომოლოგებთან რთული ნივთიერების მიერთებისას ჩნდება ერთი თავისებურება. შეიძლება დავუშვათ, რომ მაგალითად, პროპილენის და ქროწყალბადის ურთიერთქმედებისას რეაქცია წარიმართება ან ერთ-ერთი მიმართულებით, ან მიიღება ორი ნივთიერების ნარევი ჰალოგენის ატომის სხვადასხვა მდებარეობით:



გ. ვ. მარკოვნიკოვმა დაადგინა, რომ რეაქცია უპირატესად მეორე მიმართულებით მიმდინარეობს, ე. ი. ორმაგი ბმის დროს წყალბადი მიუერთდება ნახშირბადის იმ ატომს, რომელთანაც შეერთებულია მეტი წყალბადის ატომები, ხოლო ჰალოგენის ატომი — ნახშირბადის იმ ატომს, სადაც წყალბადის ატომი ნაკლებია. ეს კანონზომიერება ქიმიის ცნობილია მარკოვნიკოვის წესის სახელწოდებით. ისმება ბუნებრივი კითხვა: რა არის ასეთი კანონზომიერების მიზეზი? განვიხილოთ ერთ-ერთი შესაძლებელი ახსნა.

პროპილენი ეთილენისაგან განსხვავდება მის მოლეკულაში რადიკალის CH_3 — არსებობით. ცხადია, ორმაგ ბმაზე ამ რადიკალის გავლენით აიხსნება ის ფაქტი, რომ მიერთება ხდება არა ნებისმიერად, არამედ განსაზღვრული მიმართულებით. რაში მდგომარეობს ამ გავლენის არსი?

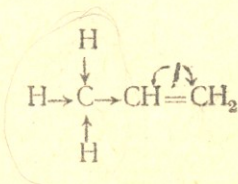


ვლადიმერ ვასილის ძე
ვერნადსკი
 მარკოზნევი
 (1838—1904)

მოსკოვის უნივერსიტეტის პროფესორი, ბუტლეროვის მოწაფე და მისი შრომის განმგებელი. სინთეზით მიიღო რამდენიმე ნაერთი, რომლებიც ქიმიური აღნაგობის თეორიით იყო ნაწინასწარმეტყველები. ფართოდ განავითარა ბუტლეროვის იდეები მოლეკულაში ატომთა ურთიერთგავლენის შესახებ და დაადგინა რიგი კანონზომიერებები ამ დარგში. დიდ ყურადღებას უთმობდა რუსეთის ბუნებრივი სიმდიდრეების შესწავლას, განსაკუთრებით ნავთობის სა-

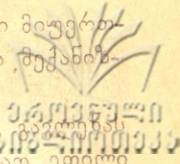
ბადობის გამოკვლევას, კავკასიის ნავთობების შედგენილობაში აღმოაჩინა ნახშირწყალბადების ახალი კლასი—ნაფთენები (ციკლოპარაფინები) და საფუძვლიანად შეისწავლა ეს ნაერთები. გამოიკვლია მარილიანი ტბების შედგენილობა და რუსეთის მინერალური წყაროები.

მეთილის რადიკალში C—H ბმას ელემენტების განსხვავებულ ელექტროუარყოფითობის შედეგად ახასიათებს მცირე პოლარობა. ნახშირბადატომი თავის მხარეზე გადაინაცვლებს წყალბადატომებთან ბმების ელექტრონულ სიმკვრივეს და ამიტომ იძენს ნაწილობრივ უარყოფით მუხტს. მისი გავლენით რადიკალსა და მეზობელ ნახშირბადატომს შორის ბმის ელექტრონული სიმკვრივე გადაინაცვლებს ნახშირბადატომისაკენ, ეს კი იწვევს π-ბმის საკმაოდ მოძრავი დრუბლის გადანაცვლებას ნახშირბადის განაპირა ატომისაკენ. სტრუქტურულ ფორმულაში ყველა ეს ელექტრონული ძვრა შეიძლება გამოისახოს ასე:



ამის შედეგად ორმაგი ბმა კარგავს სიმეტრიულ აღნაგობას, პოლარიზდება: $\text{CH}_3 \rightarrow \overset{\delta+}{\text{C}} = \overset{\delta-}{\text{CH}_2}$.

ახლა უკვე გასაგებია, რომ ქლორწყალბადის მოლეკულის დადებითად დამუხტული წყალბადიონი მიუერთდება CH_2 წვერს (სადაც მეტია წყალბადის ატომები), რომელსაც ნაწილობრივი უარყოფითი



მუხტი აქვს, ხოლო უარყოფითად დამუხტული ქლორის იონი მიუყვება CH წვერს. ამრიგად, რეაქცია მიმდინარეობს იონური მექანიზმის მიხედვით.

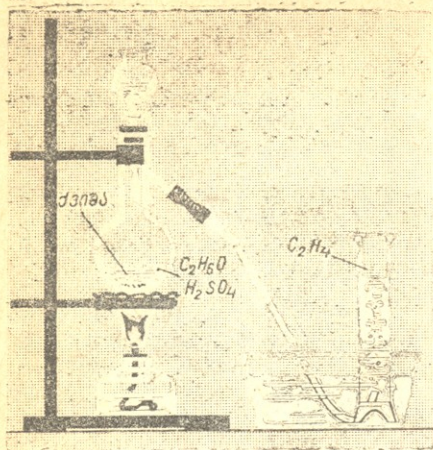
ცხადია, რომ ორმაგი ბმის პოლარიზაციაზე ასეთსავე მოახდენს სხვა ნახშირწყალბადების რადიკალები, მაგალითად ეთილი

ბუტენ-1-ში: $C_2H_5 \rightarrow CH=CH_2$. ამიტომ პალოგენწყალბადის მიერთება აქაც წარმართება მარკოვნიკოვის წესის მიხედვით.

14. როგორ იცვლება ეთილენის მოლეკულის სივრცითი აღნაგობა ბრომწყალბადის მიერთების შედეგად? პასუხი განმარტეთ.
15. პრაქტიკულად როგორ შეიძლება გავათავისუფლოთ მეთანი ეთილენის მინარევისაგან?
16. ბრომიან წყალში ეთილენის გატარებისას ქურქლის მასა გადიოდა 14 გრამით. რა მოცულობის ეთილენი შთაინთქმებოდა ამ დროს (ნ. პ.ზე გადაანგარიშებით)? რამდენი გრამი დიბრომეთანი მიიღებოდა?
17. პრაქტიკულად როგორ გაიგებთ, შეიცავს თუ არა უჯერ ნახშირწყალბადებს გაზი, რომელსაც საწვავად იყენებენ ლაბორატორიებში, წარმოებაში, ყოფაცხოვრებაში?
18. პროპილენთან მეთანის ნარევი მნათი ალით იწვის. ბრომიან წყალში ნარევის გატარების შემდეგ ალის განათებულობა მცირდება. ახსენით ეს მოვლენა.
19. უჯერი ნახშირწყალბადისა და ქლორის ურთიერთქმედების პროდუქტის მოლეკულური მასაა 113. მონახეთ ამ ნახშირწყალბადის ფორმულა.
20. რა მოცულობით შეუძლია წყალბადის მიერთება: ა) 100 მლ პროპენს, ბ) 3,5 გ პენტენს?
21. შედარეთ პროპილენისა და პროპანის თვისებები. რა მსგავსება და განსხვავებაა მათ შორის? პასუხი დაასაბუთეთ რეაქციათა განტოლებებით.
22. რით განსხვავდება ერთმანეთისაგან ნაჯერ ნახშირწყალბადებში ჩანაცვლების რეაქციისა და უჯერ ნახშირწყალბადებში მიერთების რეაქციებს მექანიზმები? პასუხი დაასაბუთეთ მაგალითებით.
23. შეადგინეთ ბუტილენსა (ბუტენ-1) და ბრომწყალბადს შორის რეაქციის განტოლება. განმარტეთ რეაქციის მექანიზმი. დაასახელეთ წარმოქმნილი ორგანული ნივთიერება.
24. სამფთორპროპანთან $CF_3-CH=CH_2$ ბრომწყალბადის მიერთება მიმდინარეობს მარკოვნიკოვის წესის საწინააღმდეგოდ. მიუთითეთ ამ მოვლენის მიზეზი.

§ 11. ეთილენური ნახშირწყალბადების გამოყენება და მიღება

ნახშირწყალბადების გამოყენება. მაღალი ქიმიური აქტიურობის გამო ეთილენის რიგის ნახშირწყალბადები წარმოადგენენ ძვირფას ნედლეულს მრავალ ორგანულ ნივთიერებათა სინთეზისათვის და ამის გამო ისინი საწვავად არ გამოიყენებიან.



სურ. 17. ეთილენის მიღება
ლაბორატორიაში.

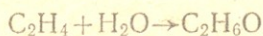
ნულ ნივთიერებას. მას იყენებენ ფისების გამხსნელად, ქსოვილების გასაწმენდად და ა. შ. როგორც ორგანიზმებზე მოქმედ ნივთიერებას, დიქლორეთანს სოფლის მეურნეობაში იყენებენ სამარცვლეულს გასაუვნებლად და ვახის ფილოქსერის წინააღმდეგ საბრძოლველად.

ეთილენთან ქლორწყალბადის მიერთებით მიიღება ქლორეთანი:



ქლორეთანი გაზია, რომელიც ადვილად თხევადდება (იხ. ფერ. ტაბულა III). თუ ამ ნივთიერებას ცრტას დავისხამთ ნელზე, ის სწრაფად აორთქლდება და ის ადვილი ძლიერ გაცივდება; ამით სარგებლობენ მედიცინაში მსუბუქი ოპერაციების დროს გაყინვის — ადგილობრივი ანესთეზიის — მიზნით.

ეთილენთან წყლის მიერთება უდევს საფუძვლად ეთანოლის (ეთილის სპირტის) წარმოებას, რომელიც დიდი რაოდენობით იხარჯება სინთეზური კაუჩუკის მისაღებად:



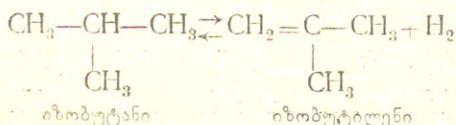
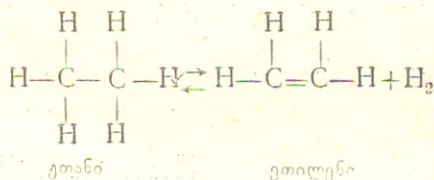
ეთილის სპირტი

ეთილენისა და პროპილენის პოლიმერიზაციით მიიღება ტექნიკისა და ყოფა-ცხოვრებაში ფართოდ გამოყენებული პოლიეთილენი და პოლიპროპილენი.

პრაქტიკული გამოყენება ჰპოვა ეთილენის საინტერესო თვისებამ — ის აჩქარებს ნაყოფების (პამიდვრის, მსხლის, ნესვის, ლიმონის და სხვ.) დამწიფებას. ნაყოფების უკეთესად შენახვის მიზნით შეიძლება მოუწიფებელი ნაყოფების ტრანსპორტირება და გამოყენების ადგილზე მათი დამწიფება: ამისათვის საკმარისია დახშული საცავეების ჰაერში მცირეოდენი ეთილენის შეშვება.

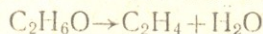
ნახშირწყალბადების მიღება. რადგან ეთილენის რიგი ნახშირწყალბადები ქიმიურად აქტიურებია, ამიტომ ისინი ბუნებაში მზა სახით არ მოიპოვება. მოითქრეთ, რა მოუვიდოდათ ამ ნივთიერებებს, თუკი ისინი იქნებოდნენ, მაგალითად, ბუნებრივ გაზში ან ნავთობში, რომლებიც არსებობენ მიწის წიაღში მაღალი წნევის ქვეშ.

მრეწველობაში ამ ნახშირწყალბადებს დებულობენ ნავთობპროდუქტების გადამუშავებისას ნაჯერი ნახშირწყალბადების მაღალტემპერატურული დაშლით, დეჰიდრირებით, ე. ი. მათგან წყალბადის ჩამოცილებით (თავსართი დე-ნიშნავს რაიმეს გამოყოფას) :



აღრე ჩვენ გავეცანით საპირისპირო პროცესს — ნახშირწყალბადების ჰიდრირებას. ამრიგად, აღნიშნული რეაქცია შექცევადია.

ლაბორატორიაში უჯერი ნახშირწყალბადების მიღება სხვადასხვა ხერხით შეიძლება. მაგალითად, ეთილენის მისაღებად შეიძლება გამოვიყენოთ ეთილის სპირტი $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}$, რომელსაც გოგირდმჟავასთან გაცხელებისას სცილდება წყლის ელემენტები, ე. ი. ხორციელდება ეთილენისაგან სპირტის სამრეწველო მიღების შექცეული პროცესი (სურ. 17):



25. შეადგინეთ პროპილენის ჰიდრირებისა და პროპანის დეჰიდრირების რეაქციათა განტოლებები. გამოსახეთ ეს პროცესები ერთი ქიმიური განტოლებით. გაითვალისწინეთ, რომ ჰიდრირება ეგზოთერმული პროცესია. განმარტეთ, რომელი მიმართულებით გადაინაცვლებს წონასწორობა: ა) ტემპერატურის მომატებისას, ბ) წნევის მომატებისას.

26. რამდენი გრამი დიქლორეთანის მიღება შეიძლება 1 მოლი ეთილენისა და ნ. პ-ში ვაზომილი 11,2 ლ ქლორის ნარევისაგან?

27. როგორი ორი ხერხით შეიძლება ქლორეთანის მიღება? დაწერეთ შესაბამისი რეაქციების განტოლებები.

28. დაასახელოთ ნახშირწყალბადების ჰალოგენწარმოები, რომლებიც გამოიყენება: ა) გამხსნელებად, ბ) მაცივარაგენტებად, გ) ცეცხლქრობის საშუალებებად.

29. გაზი ტეტრაფთორეთილენი $CF_2=CF_2$ წარმოქმნის პოლიმერს, რომელიც განსაკუთრებული მაღალი ქიმიური მედეგობით გამოირჩევა. გახურების დროსაც კი არ მოქმედებს მასზე მყაეები და ჩვეულებრივი დამყანავები. შეადგინეთ ტეტრაფთორეთილენის პოლიმერიზაციის რეაქციის სქემა ისე, როგორც ეს ეთილენისათვის იყო მოცემული.

მოღველირების საშუალებით გვიჩვენეთ, როგორ შეიცვლება მოლექულის სივრცითი აღნაგობა პროპილენის ჰიდრირების დროს.

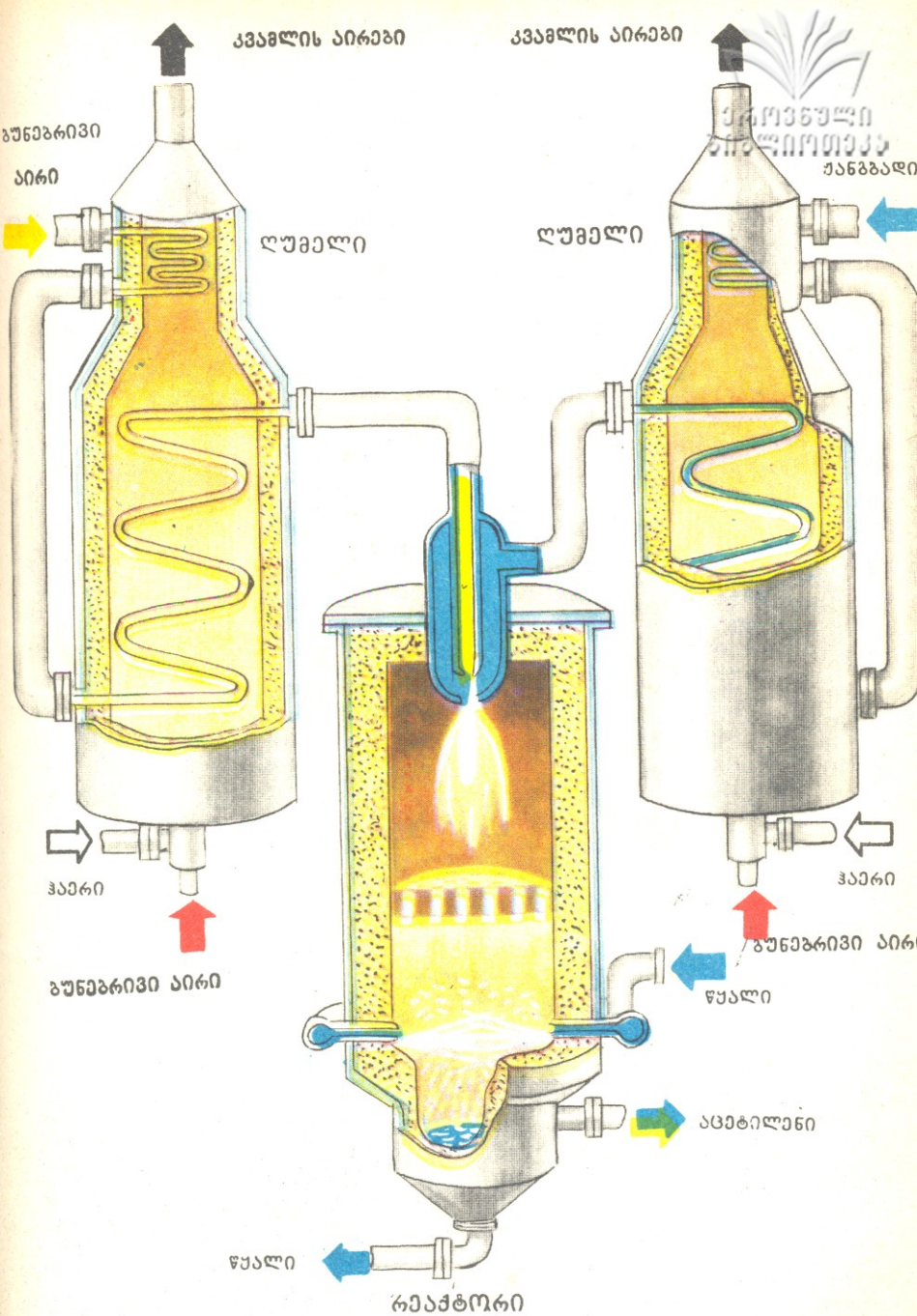
§ 12. ცნება მაღალმოლეკულურ ნაერთებზე

უკვერი ნახშირწყალბადების შესწავლისას დავადგინეთ, რომ მათ აქვთ პოლიმერიზაციის უნარი და ამის შედეგად იძლევიან მაღალმოლეკულურ ნაერთებს. მაღალმოლეკულური პოლიმერული ნივთიერებები შედგება დიდი და მოქნილი ჯაჭვური აღნაგობის მოლეკულები-საგან, რომლებშიც მრავალჯერადად მეორდებიან ერთნაირი ჯგუფები. ისინი ფართოდაა ცნობილი სხვადასხვა პლასტმასის, ბოჭკოს, კაუჩუკისა და სხვა სახით, და მათ ყოველწლიურად უფრო მეტი მნიშვნელობა ენიჭება.

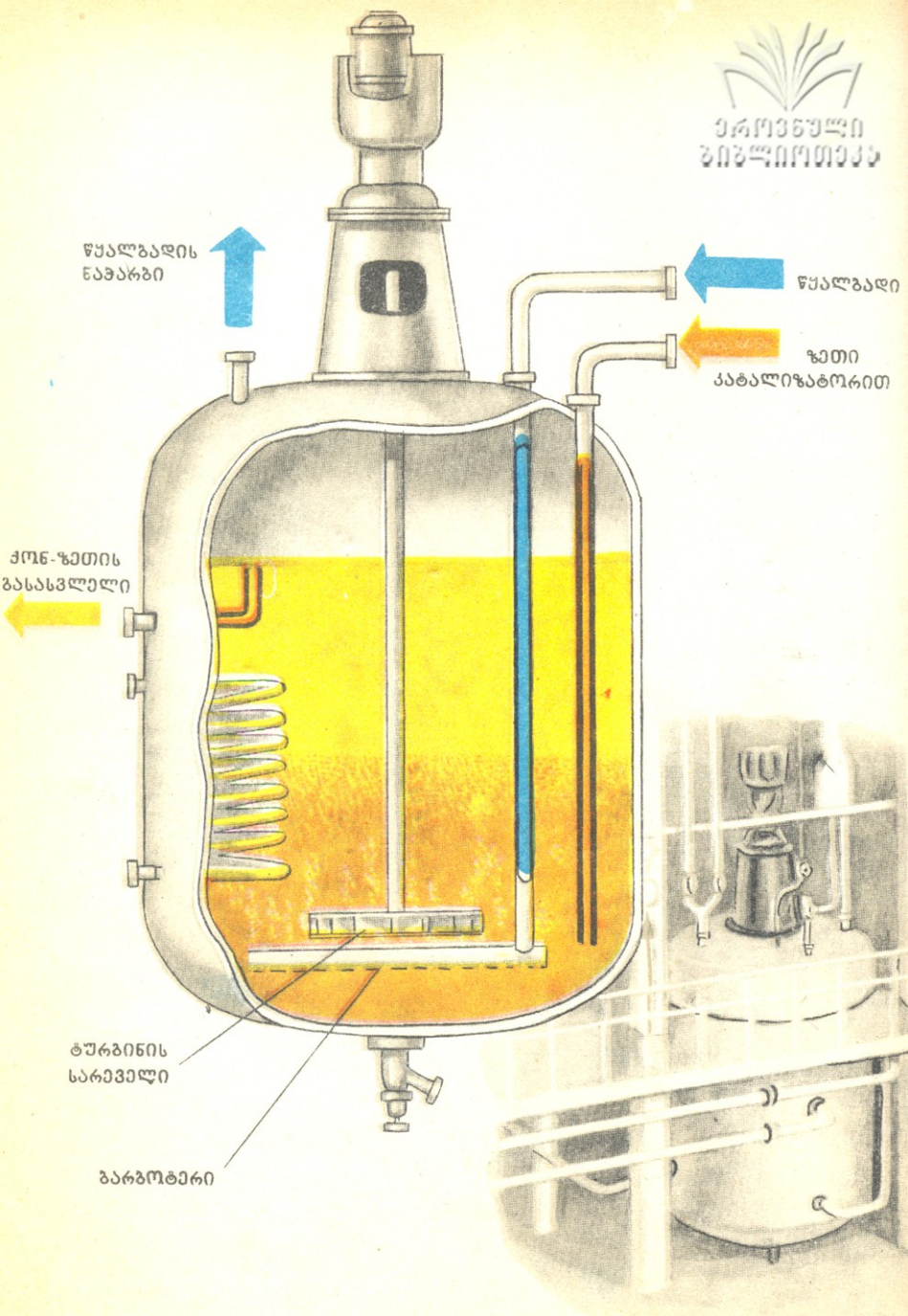
პოლიმერების სინთეზი და მათი აღნაგობა. არსებობს მაღალმოლეკულურ ნივთიერებათა მიღების ორი ძირითადი სინთეზური ხერხი — პოლიმერიზაცია და პოლიკონდენსაცია. პოლიეთილენის მიღების მაგალითზე უფრო დაწვრილებით განვიხილოთ პოლიმერიზაციის რეაქცია¹. იგი თავისუფალრადიკალური მექანიზმის მიხედვით მიმდინარეობს. იმისათვის, რომ დაიწყოს თავისუფალი რადიკალების წარმოქმნა, ეთილენს უმატებენ რეაქციის ნივთიერება-ინიციატორის მცირე რაოდენობას. მაღალი წნევის დროს (150 მპა-მდე) ეთილენის პოლიმერიზაციისას ინიციატორია უანგბადის მინარევი. მისი მოლეკულები ეთილენის მოლეკულებთან იძლევიან უმდგრად ნაერთებს, რომლებიც შემდეგ ადვილად იშლებიან თავისუფალი რადიკალების წარმოქმნით.

როდესაც ასეთი რადიკალი (აღვნიშნოთ იგი R-ით) ეჯახება ეთილენის მოლეკულას, თავისუფალი ელექტრონი მოქმედებს π-ბმაზე და წარმოქმნის წყვილს მის ერთ-ერთ ელექტრონთან. ასე მყარდება რადიკალის კოვალენტური ბმა ეთილენის მოლეკულასთან. π-ბმის მე-

¹ პოლიკონდენსაციის რეაქციას, რომლითაც მიიღება მაღალმოლეკულური ნივთიერებები, შევხედებით შემდგომ (გვ. 152).



მეთანსაგან აცეტილენის მისაღები სამრეწველო დანადგარი.



წყალბადის
ნაპარბი

წყალბადი

ზეთი
კატალიზატორით

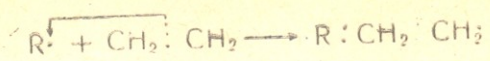
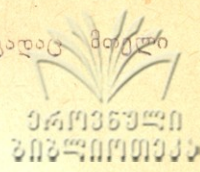
ჰონ-ზეთის
გასასვლელი

ტურბინის
სარკველი

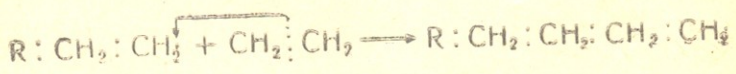
ბარბოტერი

ავტოკლავი ცხიმების ჰიდრირებისათვის.

ორე ელექტრონი კი თავის უფალი რჩება, რის შედეგადაც მთელი ნაწილაკი გარდაიქმნება თავისუფალ რადიკალად:



წარმოქმნილი რადიკალი ასევე მოქმედებს ეთილენის მეორე მოლეკულაზე, იერთებს მას, რის შედეგადაც წარმოიქმნება ახალი რადიკალი:

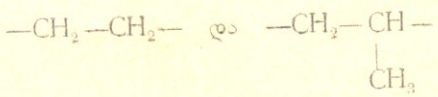


მოლეკულებს ასეთი თანმიმდევრული მიერთება ჯაჭვური რეაქციის მსვლელობისას გრძელდება ჯაჭვის გაწყვეტამდე (მაგალითად, მზარდი რადიკალების ერთმანეთთან შეერთებისას). რეაქციის შედეგად მიიღება პოლიეთილენი რამდენიმე ათეული და ასეული ათასი მოლეკულური მასით: $(-CH_2-CH_2-)_n$.

● დაბალმოლეკულურ ნივთიერებებს, რომლებსგანაც პოლიმერები სინთეზდება, მოწოდებები ეწოდება. ეთილენი და პროპილენი მონომერებია.

პოლიმერების მოლეკულებს უწოდებენ მაკრომოლეკულებს (ბერძნული სიტყვა „მაკროს“ ნიშნავს „დიდს, გრძელს“).

ატომთა ჯგუფებს, რომლებიც მაკრომოლეკულაში მრავალჯერ მეორდება, სტრუქტურული რგოლები ეწოდება. პოლიეთილენისა და პოლიპროპილენის სტრუქტურული რგოლები ასეთია:



● n რიცხვს, რომელიც გვიჩვენებს, თუ მაკრომოლეკულაში მონომერის რამდენი მოლეკულაა შეერთებული, პოლიმერიზაციის ხარისხი ეწოდება.

ჩვენ მიერ განხილული პოლიმერები თავისი გეომეტრიული ფორმით ხაზოვანი სტრუქტურის პოლიმერებს მიეკუთვნება. ვინაიდან მათ მოლეკულებში რგოლები შეერთებულია ჯაჭვად ერთიმეორის მიმდევრობით. შემდგომ ჩვენ შევხვდებით განშტოებულ და სივრცითი სტრუქტურის პოლიმერებს: უკანასკნელები ხასიათდებიან იმით, რომ მათში ხაზოვანი მოლეკულები ერთმანეთთან კიმიური ბმებითაა შეერთებული.

ხაზოვანი მოლეკულის სიგრძე ათასჯერ აღემატება მის განივკვეთს. ასეთი მოლეკულა გადიდებულად შეიძლება წარმოვიდგინოთ რო-

გორც ძაფი, რომლის დიამეტრი უდრის 1 მმ, ხოლო სიგრძე — რამდენიმე მეტრს. მხოლოდ მხედველობაში უნდა მივიღოთ, რომ ხაზოვანი სტრუქტურის მოლეკულები სწორი ხაზები არ არის: ჩვენ ვხედავთ ციფრით, რომ მოლეკულის ნახშირბადოვან ჩონჩხს ზიგზაგისებრი ხაზოვანობა აქვს, ამის გარდა მოლეკულები ჩვეულებრივ ძლიერ გაღუნულია სხვადასხვა მიმართულებით, ზოგჯერ კი გორგლებად და დახვეული.

მოლეკულური მასის ცნებას პოლიმერებისათვის ზოგიერთი თავისებურება აქვს. პოლიმერიზაციის პროცესში მაკრომოლეკულებად მონომერების ზუსტად მუდმივი რიცხვი არ ერთდება. ზოგიერთ ჯაჭვში შეერთდება ბევრი ასეთი მოლეკულა, ზოგიერთში — ნაკლები, იმასთან დაკავშირებით, თუ როდის გაწყდება მზარდი პოლიმერის ჯაჭვი. ამის შედეგად წარმოიქმნება სხვადასხვა სიგრძის მაკრომოლეკულები, რომელთაც ცხადია, სხვადასხვა მასა ექნება. ამიტომ ჩვეულებრივ ასეთი ნივთიერების მოლეკულური მასა არის მხოლოდ საშუალო სიდიდე, რომლისგანაც ცალკეული მოლეკულების მასა არსებითად გადაიხრება ერთ ან მეორე მხარეს. მაგალითად, თუ პოლიმერის მოლეკულური მასაა 28000, მასში შეიძლება იქნეს 26000, 28000, 30000-ის ტოლი ფარდობითი მოლეკულური მასის მქონე პოლიმერები და ა. შ. რაკი იცით პოლიმერების მოლეკულური მასის თავისებურებანი, თვითონ შეგიძლიათ უპასუხოთ, პოლიმერიზაციის ხარისხი მუდმივი სიდიდეა თუ არა მოცემული პოლიმერის ნიმუშის ყველა მოლეკულისათვის.

პოლიმერების თვისებები. განვიხილოთ, რა შედეგები გამოიმდინარეობს პოლიმერების აღნაგობის თავისებურებებიდან.

დაბალმოლეკულური ნივთიერებები ჩვეულებრივ ხასიათდება ლღობის, დუღილის განსაზღვრული ტემპერატურებითა და სხვა კონსტანტებით.

გავახუროთ ჩვენთვის ცნობილი ხაზოვანი სტრუქტურის რომელიმე პოლიმერი. შევამჩნევთ, რომ ის ჯერ დარბილდება. შემდეგ კი, ტემპერატურის გადიდებასთან ერთად, თანდათანობით დაიწყებს ლღობას და წარმოიქმნება ბლანტი-დენადი სითხე. შემდგომი გახურებისას პოლიმერი იშლება, მისი გამოხდა ვერ ხერხდება.

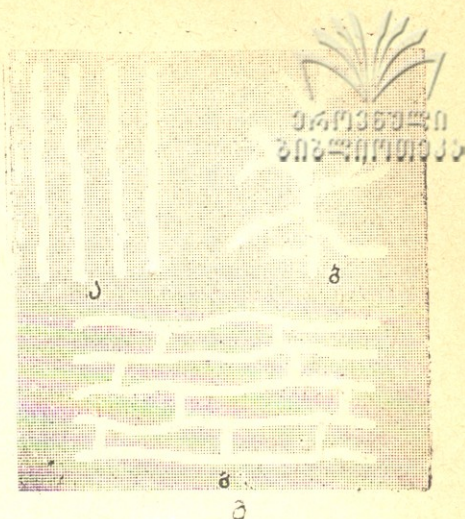
ბევრი პოლიმერი ცუდი ხსნადობით ხასიათდება, მათი ხსნარები ძალიან ბლანტი სითხეებია.

პოლიმერების მნიშვნელოვანი თვისებაა მათი მაღალი მექანიკური სიმტკიცე, რაც სხვა თვისებებთან (სიმსუბუქე, ქიმიური მდგრადობა და სხვ.) შეთავსებით განაპირობებს მათ ფართოდ გამოყენებას.

როგორ ავხსნათ პოლიმერების თვისებები?

ნივთიერების გაღობის, აორთქლების ან გახსნისათვის საჭიროა გახურებით ან გამხსნელის მოქმედებით დაძლეულ იქნეს მის მოლე-

კულებს შორის ურთიერთმიზიდულობა. მაღალმოლეკულურ ნივთიერებებში მოლეკულებს შორის ურთიერთქმედება გაცილებით ძლიერია, ვიდრე დაბალმოლეკულურ ნივთიერებებში. ვინაიდან ისინი ერთმანეთისაკენ უმარავი რაოდენობის რგოლებით მიიზიდება, როდესაც პოლიმერს ვახურებთ და ის დარბილებას იწყებს. ეს იმას ნიშნავს რომ ზოგიერთ მაკრომოლეკულებს შორის ურთიერთმოქმედი ძალები იმდენად შესუსტებულია, რომ სითბური მოძრაობის შედეგად ისინი ერთმანეთის მიმართ გადაადგილდებიან. უფრო დიდი მაკრომოლეკულები უფრო ძლიერ ურთიერთქმედებენ, და ასეთი ძვრადობის შესაძენად საჭიროა მათი შემდგომი ვახურება. ეს არის იმის მიზეზი, რომ მაღალმოლეკულურ ნივთიერებებს ლღობის განსაზღვრული ტემპერატურა არა აქვს.



სურ. 18. პოლიმერთა მაკრომოლეკულების გეომეტრიული ფორმა:
 ა — ხაზოვანი, ბ — განშტოებული, გ — სივრცითი (სამგანზომილებიანი).

ნივთიერება რომ გამოვხადოთ, ის კიდევ უფრო მაღალ ტემპერატურამდე უნდა გავახუროთ. პოლიმერების დიდი მოლეკულები შეიძლება აქროლადი გამხდარიყო. ცხადია, მხოლოდ მეტად ძლიერი ვახურებისას. მაგრამ ასეთ ვახურებას ისინი ვერ უძლებენ. მათ ატომებს შორის ქიმიური ბმები წყდება, და ნივთიერება იწყებს დაშლას, ვიდრე მისი გამოხდა განხორციელდება.

მაკრომოლეკულების გაცალკევება ძნელია გამხსნელის მცირე ზომის მოლეკულების მეშვეობითაც. ამით აიხსნება ბევრი პოლიმერის ცუდი ხსნადობა

დაბოლოს, მაღალმოლეკულური ნაერთების მექანიკური სიმტკიცე აიხსნება დიდი მოლეკულათშორისი ძალების არსებობით.

პოლიეთილენი. პოლიეთილენი მყარი, თეთრი ფერის, შეხებისას რამდენადმე ცხიმოვანი ნივთიერებაა, მოგვაცონებს პარაფინს.

პოლიეთილენის ნიმუშს თუ წყლიან ჭურჭელში მოგათავსებთ, ის იტივტივებს წყლის ზედაპირზე: მისი სიმკვრივე დაახლოებით 0,92 გ/სმ³.

შეეცადეთ პოლიეთილენის საგანი გატეხოთ ან პოლიეთილენის აფსკი გახიოთ და დარწმუნდებით ამ მასალის დიდ სიმტკიცეზე. ექვივალენტულად დარწმუნდებით აგრეთვე იმაში, რომ პოლიეთილენის რულ დენს არ ატარებს.

გახურებისას პოლიეთილენი რბილდება. ამ მდგომარეობაში მისი ფორმის შეცვლა ადვილად შეიძლება. გაცივებისას ის ისევ მყარდება და მიღებულ ფორმას ინარჩუნებს. შემდგომი გახურებისას პოლიეთილენი ხელახლა რბილდება და ა. შ.

სხეულთა თვისებას — შეიცვალოს ფორმა გახურებულ მდგომარეობაში გარეგანი ძალის მოქმედებით და გაცივებისას ეს ფორმა შეინარჩუნოს — თერმობლასტიკურობა ეწოდება. ეს თვისება ბევრ პოლიმერს ახასიათებს. თერმობლასტიკურობა საშუალებას იძლევა, რომ პოლიმერებიდან დამზადდეს სხვადასხვა ნაკეთობა და საქიროების მიხედვით განმეორებით გადაამუშავდეს. ეს თვისება ახასიათებს მრავალ პოლიმერს.

პოლიეთილენის ქიმიური თვისებების შესახებ შეიძლება გამოვთქვათ ზოგიერთი ვარაუდი, ვინაიდან ეს პოლიმერი არათუ გარეგნულად წააგავს პარაფინს, არამედ ქიმიური აღნაგობითაც ის შეიძლება მიეკუთვნებოდეს პარაფინის რიგის (ნაჯერ) ნახშირწყალბადებს.

ანთებული პოლიეთილენი იწვის მოცისფრო, ოდნავ მნათი ალით. რა ნივთიერებები წარმოიქმნება ამ რეაქციის დროს?

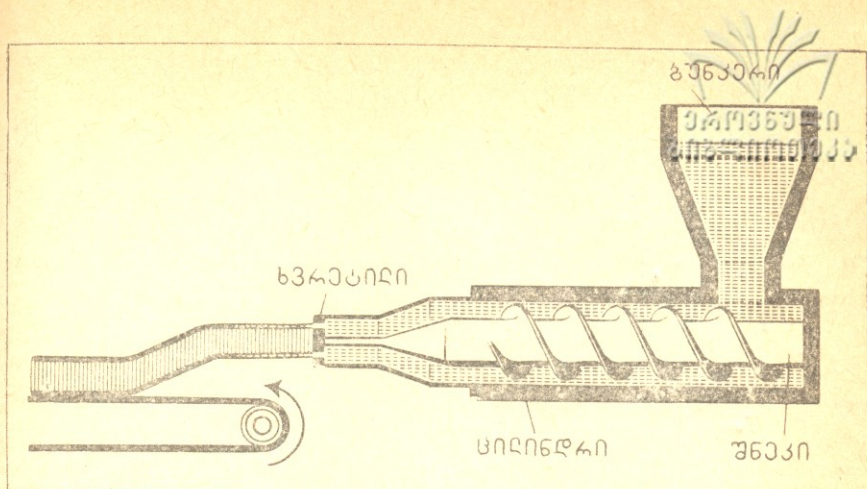
თუ პოლიეთილენს მოვათავსებთ გოგირდმჟავაში, ტუტის ხსნარში, ბრომიან წყალში ან კალიუმპერმანგანატის ხსნარში, ჩვეულებრივ პირობებში ვერც ერთ ამ შემთხვევაში ვერ შევნიშნავთ ქიმიურ ცვლილებებს, რაც დამახასიათებელია ნაჯერი ნერთებისთვისაც. მჟავები პოლიეთილენს მხოლოდ გაცხელებისას შლის.

ამ პოლიმერის გამოყენების ბევრი შემთხვევა თქვენთვის უეჭველად ცნობილია. როგორც კარგი დიელექტრიკი, პოლიეთილენი ფართოდ იხმარება ელექტროსადენებისა და კაბელების საიზოლაციოდ, რომლებიც გამოიყენება კავშირგაბმულობის სხვადასხვა საშუალებებში, სასიგნალო მოწყობილობებში, მაღალი სიხშირის დანადგარებში და ა. შ.

მნიშვნელოვანი წყალ- და აირშეტუღწევადობის გამო პოლიეთილენის აფსკი იხმარება სხვადასხვა ნაკეთობის, კვების პროდუქტებისა და მანქანების შესაფუთად.

სოფლის მეურნეობაში აფსკებს იყენებენ ხილკენკროვანი კულტურებისა და ნარგავების გადასახურავად მოყინვისაგან დაცვის მიზნით.

პოლიეთილენის ქიმიური მედეგობა შესაძლებლობას იძლევა მისგან დამზადდეს ქიმიური აპარატურის დეტალები. ქიმიურად აგრესიული სითხეების შესანახი და გადასახიდი ჭურჭელი.



სურ. 19. გამოწნეხვით (ექსტრუზიით) პოლიეთილენისაგან მიღების დამამზადებელი მანქანის სქემა. პოლიეთილენი რბილდება ცილინდრში, რომელიც ელდენით ხურდება და მბრუნავი შნეკით გამოწნეხება მანქანის წინა ნაწილის წრიული ხვრეტლიდან, გაცივების შემდეგ მილი მტკიცედ ინაოუნენებს მიღებულ ფორმას.

ეს თვისება სხვა თვისებებთან ერთად მეტად ძვირფასია წყალსა-
დენი მიღების დასამზადებლად (სურ. 19).

პოლიეთილენისაგან დიდი რაოდენობით მზადებენ საყოფაცხოვ-
რებო დანიშნულების საგნებს, ბოთლებს, ჭიქებს, ჯავრისებს, საცო-
ბებსა და სხვ.

პოლიეთილენის ნაკეთობათა გამოყენებისას აუცილებელია გავით-
თვალისწინოთ, რომ დაახლოებით 110—130°C გახურებისას მასალა
დარბილდება იწყებს და ფორმას იცვლის. ამის გამო პოლიმერის ზედ-
მეტად გახურებას უნდა ვერიდოთ.

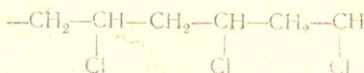
თავდაპირველად პოლიეთილენს მრეწველობაში დებულობდნენ
მხოლოდ მაღალი წნევის ქვეშ (და 200°C ტემპერატურაზე). მაგრამ
წნევის გამოყენება ბევრ სიძნელეს ქმნის აპარატურის კონსტრუირე-
ბისა და პროცესის მართვის საქმეში. ამის გარდა, ამ დროს ზუსტად
ხაზოვანი სტრუქტურის პოლიმერი არ მიიღება. მის მაკრომოლეკუ-
ლებში წარმოიქმნება განშტოებები.

ამჟამად პოლიეთილენს დებულობენ სხვა ხერხითაც — დაბალი
წნევის დროს სპეციალური კატალიზატორების თანხლებიას. „დაბალი
წნევის“ პოლიეთილენს აქვს დიდი მოლექულური მასა და მაკრომო-
ლეკულებში განშტოებების ნაკლები რიცხვი, მოლექულათშორისი
ურთიერთმოქმედება ასეთ პოლიმერში უფრო ძლიერია, ამის გამო ის
რიგი თვისებებით „მაღალი წნევის“ პოლიეთილენზე უკეთესია: უფ-

რო მაღალ ტემპერატურაზე ლღვება და დიდი მექანიკური სიმტკიცე აქვს.

პოლიპროპილენი ბევრნაირად ემსგავსება პოლიეთილენს. მისი მყარი, შეხებისას ცხიმოვანი, რძისფერ-თეთრი ნივთიერებაა. პოლიეთილენის მსგავსად ისიც თერმობლასტიკურია. ქიმიურად მდგრადია. პოლიეთილენისაგან განსხვავებით პოლიპროპილენი რბილდება უფრო მაღალ ტემპერატურაზე (160—170°C) და უფრო მტკიცეა. ახლა იგი იხმარება მაღალი სიმტკიცის მქონე იზოლაციის, კურკლეულის, ბაგირების, მილბის, ქიმიური აპარატურის, სხვადასხვა ტექნიკური დეტალები და ა. შ. დასამზადებლად.

30. რა აქვთ საერთო და განსხვავებული მონომერის მოლეკულასა და მის მიერ წარმოქმნილი პოლიმერის სტრუქტურულ რგოლს?
31. ფართოდ გავრცელებულ პოლიმერ პოლიქლოროვინილს (პოლივინილქლორიდს) ასეთი აღნაგობა აქვს:



მონახეთ პოლიმერის სტრუქტურული რგოლი და განსაზღვრეთ მონომერის სტრუქტურული ფორმულა.

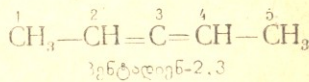
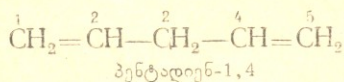
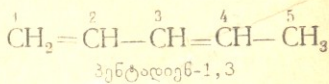
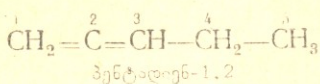
32. დაახლოებით 500 მოლეკულური მასის მქონე პოლიეთილენი ბლანტი სითხეა. გაიანგარიშეთ ასეთი პოლიეთილენის პოლიმერიზაციის ხარისხი.
33. რა თავისებურებებით ხასიათდება პოლიმერების მოლეკულური მასა და ბალმოლეკულურ ნივთიერებებთან შედარებით?
34. როგორ ავსხნათ: ა) მაღალმოლეკულური ნაერთების არააქროლადობა, ბ) მათი ხსნარების სიბლანტე?
35. დადგენილია, რომ რაც უფრო დიდია პოლიმერების მაკრომოლეკულების მოლეკულური მასების განსხვავება, მით უფრო ფართოა ტემპერატურული ინტერვალი, რომელშიც ის ლღვება და პირიქით. განმარტეთ ეს მოვლენა.
36. დაასახელეთ თქვენთვის ცნობილი მასალები, რომლებიც პლასტიკურია: ა) ჩვეულებრივ ტემპერატურაზე, ბ) გახურებისას.
37. რით ემსგავსება პოლიეთილენი და პოლიპროპილენი აღნაგობითა და თვისებებით ნაჯერ ნახშირწყალბადებს?
38. იზობუტილენის პოლიმერიზაციით მიიღება მაღალმოლეკულური ნივთიერება პოლიიზობუტილენი. შეადგინეთ იზობუტილენის პოლიმერიზაციის რეაქციის განტოლება.

§ 15. დიენური ნახშირწყალბადები

აღნაგობა და ნომენკლატურა. ცნობილია ნახშირწყალბადები მოლეკულაში ორი ორმაგი ბმით, ე. ი. უფრო მეტად უჯერი, ვიდრე ეთილენის რიგის ნახშირწყალბადები. რადგან მოლეკულაში ერთი ორმაგი ბმის არსებობა ნივთიერების სახელწოდებაში ენ დაბოლოებით აღი-

ნიშნება, ნახშირწყალბადებს ორი ორმაგი ბმით დიენური ეწოდება, მაგალითად, ბუტადიენი $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$. დიენური ნახშირწყალბადების ზოგადი ფორმულა: $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$.

ასეთ ნაერთებში ორმაგი ბმების ურთიერთგანლაგება შეიძლება სხვადასხვაგვარი იყოს, მაგალითად:

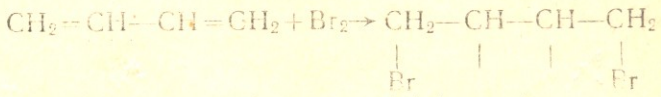


პრაქტიკულად დიდად საინტერესოა დიენური ნახშირწყალბადები, რომელთა მოლეკულებში ორმაგი ბმები დაცალკეებულა მარტივი (ორდინარული) ბმით.

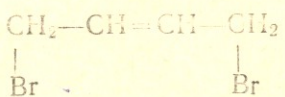
ამათგან უმნიშვნელოვანესია: ბუტადიენ-1,3 ანუ დივინილი, $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ — გაზი, რომელიც ადვილად თხევადდება (-5°C დროს) (სურ. 21), 2-მეთილბუტადიენ-1,3 ანუ იზობრენი $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}=\text{CH}_2$ — ადვილმდლარე სითხე.



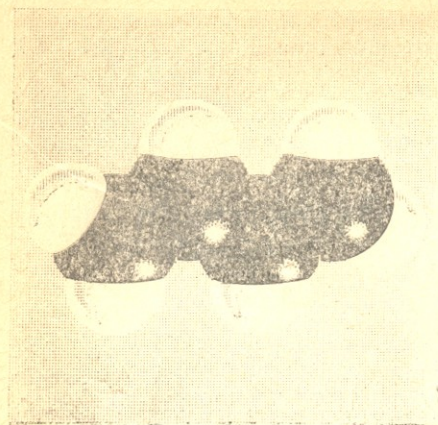
ქიმიური თვისებები. დიენურ ნახშირწყალბადებს მოლეკულებში ორმაგი ბმები აქვთ და მონაწილეობენ ჩვეულებრივ მიერთების რეაქციებში, მაგალითად, ბრომიან წყალს აუფერულებენ, ჰალოგენწყალბადებს მიიერთებენ და ა. შ. მაგრამ მიერთების რეაქციებს აქ თავისებურებები ახასიათებს. როდესაც ბუტადიენის ერთი მოლეკულა ბრომის მოლეკულასთან ან ჰალოგენწყალბადთან რეაგირებს, მიერთება ხდება უმთავრესად არა ორმაგი ბმის გაწყვეტის ადგილზე, არამედ მოლეკულის ბოლოებთან სქემატურად ეს ასე შეიძლება წარმოვიდგინოთ:



ნახშირბადის მეორე და მესამე ატომების თავისუფალი ვალენტობები ერთმანეთს შეუერთდება და წარმოქმნის ორმაგ ბმას მოლეკულის შუაში:



საკმაო რაოდენობით ბრომის თანაობისას ბუტადიენის მოლეკულას წარმოქმნილი ორმაგი ბმის ადგილზე შეუძლია კიდევ მიერთდეს ჰალოგენის ერთი მოლეკულა. შეადგინეთ ასეთი რეაქციის განტოლება.



სურ. 20. ბუტადიენის მოლეკულის მოდელი.

- 42. $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ აღნაგობის ბუტადიენს დიენილსაც უწოდებენ. შეიძლება თუ არა ასევე ვუწოდოთ ბუტადიენს $\text{CH}_2=\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_3$? რატომ? დასახელებით ეს ნივთიერება სისტემატური ნომენკლატურის მიხედვით.
- 43. შეადგინეთ იზობრენის C_5H_8 შესაძლებელი იზომერების სტრუქტურული ფორმულები.
- 44. დასახელებით სისტემატური ნომენკლატურის მიხედვით ნივთიერებები რომლებიც მიიღება, თუ ბუტადიენის მოლეკულას მიუერთდება: ა) ერთი მოლეკულა ბრომი, ბ) ერთი მოლეკულა ბრომწყალბადი, გ) ორი მოლეკულა ბრომი.
- 45. როგორი მაქსიმალური რაოდენობით შეიძლება შევიდეს ბრომი შეერთების რეაქციაში: ნ. პ.-ში გაჯომილ 1,12 ლ ბუტადიენთან?

ორმაგი ბმების არსებობის გამო დიენური ნახშირწყალბადები საკმაოდ აქტიურნი არიან ლიმერიზდება. პოლიმერიზაციის რეაქციები საფუძვლად უდევს კაუჩუკის სინთეზს.

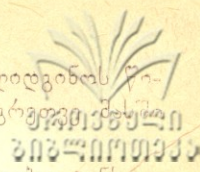
- ? 39. შეადგინეთ იზობრენის ელექტრონული ფორმულა.
- 40. როგორ მიიღება ბუტადიენ-1,3: ა) ბუტანისაგან, ბ) ბუტენ-1-საგან? დაწერეთ რეაქციათა განტოლებები.
- 41. რომელი ნივთიერებების მიღება შეიძლება ბუტადიენ-1,3-ის ჰიდრირებით. შეადგინეთ რეაქციის განტოლება.

§ 14. კაუჩუკი

კაუჩუკი ბუნებაში. კაუჩუკის თვისებები. ნატურალურ კაუჩუკს იღებენ ზოგიერთი მცენარის, უმთავრესად ჰევეის, რძისებრი წვენი-საგან. მისი სამშობლოა ბრაზილია.

კაუჩუკის მისაღებად მცენარე ჰევეას სერავენ. აგროვებენ დასერილი ადგილებიდან გამოყოფილ რძისებრ წვენს, რომელიც კაუჩუკის კოლოიდური ხსნარია. შემდგომ ატარებენ მის კოაგულაციას ელექტროლიტის (მყავას ხსნარის) მოქმედებით ან გაცხელებით. კოაგულაციის შედეგად გამოიყოფა კაუჩუკი.

კაუჩუკის უმნიშვნელოვანესი თვისებებია ელასტიკურობა, ე. ი. შეუძლია განიცადოს მნიშვნელოვანი დრეკადი დეფორმაცია შედარებით მცირე ძალის მოქმედებისას, მაგალითად, გაიჭიმოს,



შეკუმშოს და ძალის მოქმედების შეწყვეტის შემდეგ აღიდგინოს წინანდელი ფორმა. კაუჩუკის მნიშვნელოვანი თვისებაა აგრეთვე მისი წყლისა და გაზების შეუღწევადობა.

ევროპაში კაუჩუკის ნაკეთობების (კალოშების, ულტობი ტანსაცმლის) გავრცელება დაიწყო XIX საუკუნის დასაწყისში. მაგრამ ეს ნაკეთობები კარგი და მოხერხებული იყო მხოლოდ ზომიერი ტემპერატურის პირობებში, სიცხეში ისინი რბილდებოდა და წებვადი ხდებოდა, ხოლო ყინვაში — უხეში და მყიფე. ამ ნაკლის აცილება მოხერხდა, როდესაც აღმოაჩინეს კაუჩუკის ვულკანიზაციის ხერხი — რეზინად მისი გარდაქმნა გოგირდთან გაცხელებით.

აღმოჩნდა, რომ რეზინი უფრო კარგი ელასტიკურობით ხასიათდება, ამ თვისებით მას ვერცერთი სხვა მასალა ვერ შეედრება. ამასთანავე ის კაუჩუკზე უფრო მტკიცე და ტემპერატურის ცვლილებისადმი უფრო მდგრადია.

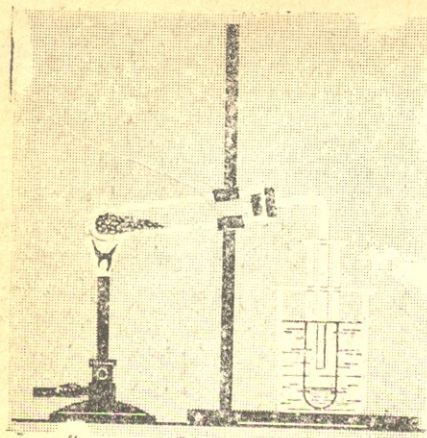
ვულკანიზაციის პროცესის აღმოჩენის შემდეგ კაუჩუკის (რეზინის სახით) გამოყენება სწრაფად გაიზარდა. ახლა ძნელია ისეთი დარგის დასახელება, სადაც კაუჩუკის ნაკეთობებს არ იყენებენ. მისი ძირითადი მასა იხარჯება ავტომანქანების, თვითმფრინავებისა და ველოსიპედების საბურავებისა და კამერების დამზადებაზე. კაუჩუკისაგან ამზადებენ აგრეთვე ამძრავ ღვედებს, ტრანსპორტიორების ლენტებს, შლანგებს, ელექტროიზოლაციის მასალებს, ფეხსაცმელებს, ავადმყოფთათვის საჭირო საგნებს და ა. შ.

თავისი მნიშვნელობით კაუჩუკი არ ჩამორჩება ფოლადს, ნავთობს, ქვანახშირს.

ნატურალური კაუჩუკის შედგენილობა და აღნაგობა. თვისებითი ანალიზი გვიჩვენებს, რომ კაუჩუკი შედგება ორი ელემენტისაგან — ნახშირბადისა და წყალბადისაგან, ე. ი. ნახშირწყალბადების კლასს მიეკუთვნება.

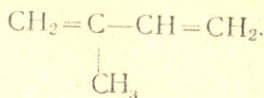
რადენობითი ანალიზის მიხედვით მისი უმარტივესი ფორმულია C_5H_8 . მოლეკულური მასის განსაზღვრა გვიჩვენებს, რომ ის რამდენიმე ასეულ ათასს აღწევს (150000—500000). მაშასადამე, კაუჩუკი ბუნებრივი პოლიმერია. მისი მოლეკულური ფორმულია $(C_5H_8)_n$.

ამ ნივთიერების აღნაგობა რომ გავიგოთ, შევეცადოთ მისი მაკრომოლეკულების დაშლას. ამისათვის კაუჩუკი გავახუროთ სარინშილიან სინჯარაში (სურ. 21). შევნიშნავთ, რომ პოლიმერი დაშლას დაიწყებს და დაშლის თხევადი პროდუქტები მიმღებში დაგროვდება: ბრომიანი წყლის მეშვეობით შეიძლება აღმოვაჩინოთ, რომ მათ უჯერი ხასიათი აქვთ. კაუჩუკის დაშლის ძირითადი პროდუქტი ნახშირწყალბადია, რომლის მოლეკულური ფორმულია კაუჩუკის უმარტივესი



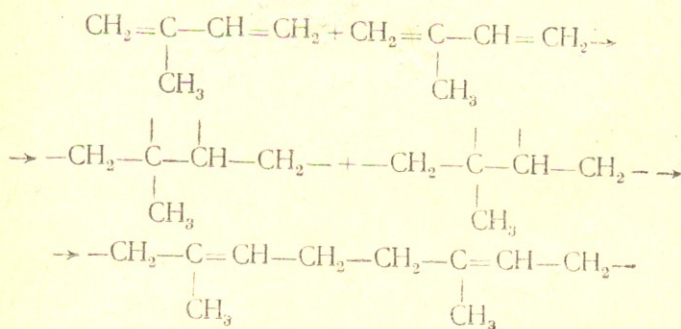
სურ. 21. კაუჩუკის დაშლა გაზურებით.

ფორმულას ემთხვევა. ეს არის დიენური ნახშირწყობი ნაწარმი წარმომადგენელი პოლიმერისა.



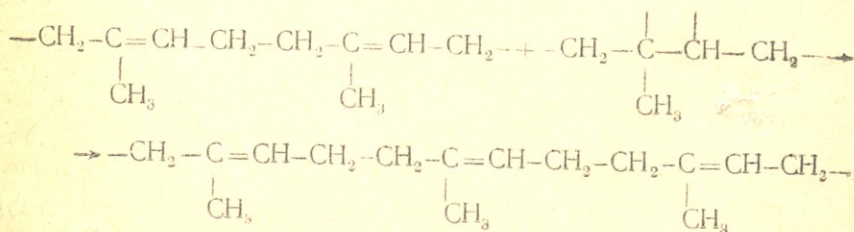
შეიძლება ვთქვათ, რომ კაუჩუკის მაკრომოლეკულები იზოპრენის მოლეკულებისაგან არის წარმოქმნილი.

შევეცადოთ სქემატურად წარმოვიდგინოთ ეს პროცესი (რეაქციის ინიციატორის მოქმედების გარეშე). ჯერ შეერთდება იზოპრენის ორი მოლეკულა:



ამ დროს შუა ნახშირბადის ატომების ვალენტობები ერთმანეთს უკავშირდება და ორმაგ ბმებს წარმოქმნის მოლეკულების შუაში, რომლებიც ახლა უკვე მზარდი ჯაჭვის რგოლებად იქცნენ.

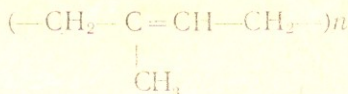
წარმოქმნილ ნაწილას მიუერთდება იზოპრენის შემდგომი მოლეკულა





ლენინგრადის სამხედრო-სამედიცინო აკადემიის პროფესორი, აკადემიკოსი. ცნობილია თავისი კლასიკური შრომებით უცერი ნახშირწყალბადების პოლიმერიზაციისა და პილდირების შესახებ. შეიმუშავა ერთ სტადიაში (მაპილდირებელი და მაპილდრატირებელი კატალიზატორების ნარევი) სპირტისაგან ბუტადიენის (დივინილის) და პოლიმერიზაციით ბუტადიენისაგან კაუჩუკის მიღების ხერხები ლითონური ნატრიუმის თანხლებიან. ს. ვ. ლუბეღვის ხელმძღვანელობით აშენდა და ამუშავდა საბჭოთა კავშირში სინთეზური კაუჩუკის პირველი ქარხანა.

მსგავსი პროცესი შემდეგაც გრძელდება. წარმოქმნილი კაუჩუკის აღნაგობა შეიძლება გამოისახოს ფორმულით:

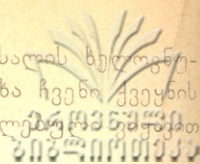


მაშასადამე, კაუჩუკის მაკრომოლეკულებს ხაზოვანი სტრუქტურა აქვთ.

ჩვენ უკვე გავეცანით ხაზოვანი სტრუქტურის პოლიმერებს, მაგრამ ისინი არ ავლენდნენ ისეთ ელასტიკურობას, როგორც კაუჩუკს აქვს. რით აიხსნება მისი ასეთი განსაკუთრებული თვისება?

კაუჩუკის მოლეკულებს თუმცა ხაზოვანი სტრუქტურა აქვს, მაგრამ ისინი გაჭიმული კი არ არის სწორ ხაზად. არამედ მრავალჯერაა დაკლავნილი, თითქოს გორგლად არის დახვეული. კაუჩუკის გაჭიმვისას ასეთი მოლეკულები სწორდება, რის გამოც კაუჩუკის ნიმუში გრძელდება. დატვირთვის მოხსნისას, რგოლების შინაგანი სითბური მოძრაობის შედეგად, მოლეკულები საწყის დახვეულ მდგომარეობას უბრუნდება და კაუჩუკი მოკლდება, ხოლო თუ კაუჩუკს საკმაოდ დიდი ძალით გავჭიმავთ, მოლეკულები არათუ გასწორდება, არამედ გადაადგილდება ერთმანეთის მიმართ, და ნიმუში შეიძლება გაწყდეს.

სინთეზური კაუჩუკები. ბევრ ტროპიკულ ქვეყანაში კაუჩუკის მიღების მიზნით ჰევეას პლანტაციებს აშენებენ, მაგრამ კაუჩუკის ბუნებრივი რესურსები მასზე სწრაფად მზარდ მოთხოვნას სრულ-

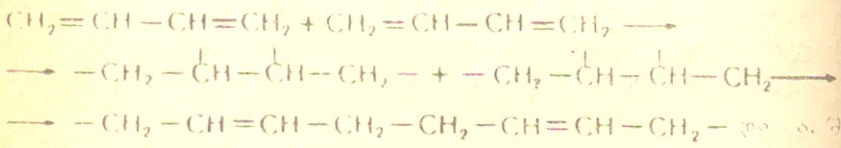


ლად ვერ აკმაყოფილებს. აუცილებელი გახდა ამ მასალის ხელოვნურად მიღება. ასეთი ამოცანა დიდი სიმწვავეთ დაისახა ჩვენო ქვეყნის წინაშე, ვინაიდან ჰევეა ჩვენში არ იზრდება და იძულებული ვართ კაუჩუკი საზღვარგარეთიდან შემოგვეზიდა.

მრავალი წლის დაძაბული მუშაობის შედეგად პროფესორმა (შემდგომ აკადემიკოსმა) ს. ვ. ლებედევმა შეძლო დაემუშაებინა კაუჩუკის მიღების სინთეზური ხერხი, და 1932 წლიდან ჩვენს ქვეყანაში ასეთ კაუჩუკს აწარმოებენ. საბჭოთა კავშირი იყო მსოფლიოში პირველი ქვეყანა, სადაც ორგანიზებული იქნა კაუჩუკის დიდი წარმოება.

კაუჩუკის სინთეზზე მუშაობისას ს. ვ. ლებედევი ბუნებას ბაძავდა, რადგანაც ნატურალური კაუჩუკი დიენური ნახშირწყალბადის პოლიმერია, მან ისარგებლა დიენური ნახშირწყალბადით, მაგრამ უფრო მარტივი და მისაწვდომი ბუტადიენით $CH_2=CH-CH=CH_2$. ამ მიზნისათვის ბუტადიენი ეთილის სპირტისაგან მიიღებოდა.

ს. ვ. ლებედევის მეთოდით ბუტადიენის პოლიმერიზაცია ტარდება კატალიზატორის — ლითონური ნატრიუმის — თანაობისას. პროცესი გამარტივებულად, მექანიზმის განხილვის გარეშე შეიძლება, წარმოვიდგინოთ ასეთი სახით:



ბუტადიენის (პოლიბუტადიენის) კაუჩუკის აღნაგობა გამოისახება ფორმულით:



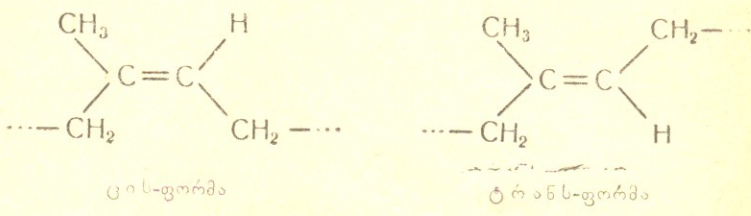
ასეთი ხერხით მიღებული ბუტადიენის კაუჩუკი ხასიათდება კარგი წყალ- და აირშეუღწევადობით. მაგრამ ნატურალურ კაუჩუკს ჩამორჩება ელასტიკურობითა და ცვეთამდეგობით.

ამჟამად მრეწველობა უშვებს რიგ სხვა სინთეზურ კაუჩუკებს. ამათგან ზოგი დიდი მექანიკური სიმტკიცით ხასიათდება, ზოგი — მაღალი ქიმიური მედეგობით, ზოგიც გამხსნელების მოქმედებისადმი განსაკუთრებულად მდგრადია და ა. შ. თითოეულ მათგანს იყენებენ მისი თვისებების შესაბამისად.

უკანასკნელ დრომდე სინთეზირებული ყველა კაუჩუკი ცალკეული მაჩვენებლებით სჯობია ნატურალურ კაუჩუკს გარდა ელასტიკურობისა. ეს თვისება კი ყველაზე უფრო მნიშვნელოვანია კაუჩუკისაგან ისეთი ნაკეთობების დამზადებისას, როგორცაა საავტომობილო და

საავიაციო საბურავები, რომლებიც მოძრაობის დროს მრავალჯერს დეფორმაციას განიცდის. ნატურალური კაუჩუკი — იზოპრენის კაუჩუკია. ამიტომ მეცნიერებმა დიდი ხანია ამოცანად დაისახეს სინთეზური იზოპრენის კაუჩუკის მიღება.

ასეთი კაუჩუკის სინთეზი განხორციელდა, მაგრამ ნატურალური კაუჩუკის თვისებების მიღწევა სრულყოფილად ვერ მოხერხდა. ამის მიზეზი მაშინ დაადგინეს, როდესაც ნატურალური კაუჩუკის სივრცითი აღნაგობა შეისწავლეს. აღმოჩნდა, რომ მას სტერეორეგულარული აღნაგობა აქვს. მეთილენის ჯგუფები CH_2 მისი მაკრომოლეკულების რგოლებში ყოველთვის განლაგებულია ერთმანეთის ერთ მხარეზე, ე. ი. ცის-მდებარეობაშია:



ქიმიური სინთეზის პირობებში კი რეგულარული აღნაგობა არ მიიღებოდა, და ეს გავლენას ახდენდა პოლიმერის თვისებებზე.

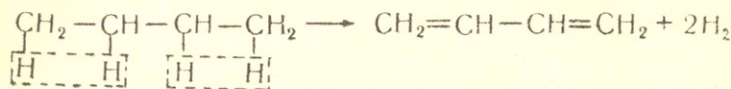
მაგრამ იზოპრენის კაუჩუკის სინთეზის პრობლემის გადაჭრა მაინც მოხერხდა. აღმოჩენილ იქნა კატალიზატორები, რომლებიც უზრუნველყოფდნენ მონომერთა რგოლების სტერეორეგულარულ განლაგებას მზარდი პოლიმერის ჯაჭვში. ახლა ჩვენი მრეწველობა უშვებს ნატურალური კაუჩუკის ანალოგიური თვისებებისა და აღნაგობის მქონე კაუჩუკს. მიღებულია სტერეორეგულარული აღნაგობის ბუტადიენის კაუჩუკიც. იმისათვის, რომ ასეთი კაუჩუკი განასხვავონ ბუტადიენის კაუჩუკისაგან, რომელსაც რეგულარული აღნაგობა არა აქვს, მას დივინილის კაუჩუკს უწოდებენ. აღმოჩნდა, რომ ცვეთამდეგობის მხრივ დივინილის კაუჩუკი ნატურალურს კიდევ სჯობია. ამის გამო ის განსაკუთრებით ძვირფასია საბურავების პროტექტორების (გარეთა ნაწილის) დამზადებისათვის, რომლებიც განსაკუთრებულად სწრაფად ცვდება.

სტერეორეგულარული აღნაგობის კაუჩუკების — იზოპრენისა და დივინილის — ხელოვნურად მიღება სამამულო მრეწველობის ორგანული სინთეზის ერთ-ერთი თვალსაჩინო მიღწევაა.

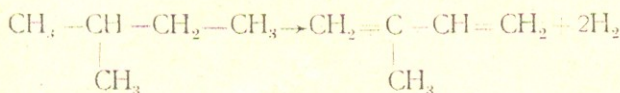
სერიოზული ცვლილებები მოხდა სინთეზური კაუჩუკების წარმოების სანედლეულო ბაზაშიც. ს. ვ. ლებედევის დროიდან ბუტადი-

ენს ეთილის სპირტისაგან იღებდნენ. ხოლო სპირტის წარმოებაზე ხორბალი და კარტოფილი იხარჯებოდა. რთული იყო იზოპრენის მიღებაც. წარმოების ეკონომიკის ინტერესები მოითხოვდა მისწავლას მისაწვდომი ნედლეულის წყაროების გამონახვას. ამჟამად სინთეზისათვის იყენებენ ნახშირწყალბადებს, რომლებიც მოიპოვება ნავთობის გაზებსა და ნავთობის გადამუშავების პროდუქტებში.

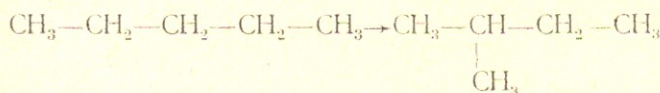
ბუტადიენს ღებულობენ ბუტანის დეჰიდრირებით:



იზოპრენის მიღება შეიძლება იზოპენტანისაგან (2-მეთილბუტანისაგან):



როდესაც იზოპენტანის რესურსები საკმარისი არ არის, მისი მიღება შეიძლება ნორმალური პენტანის იზომერიზაციით:

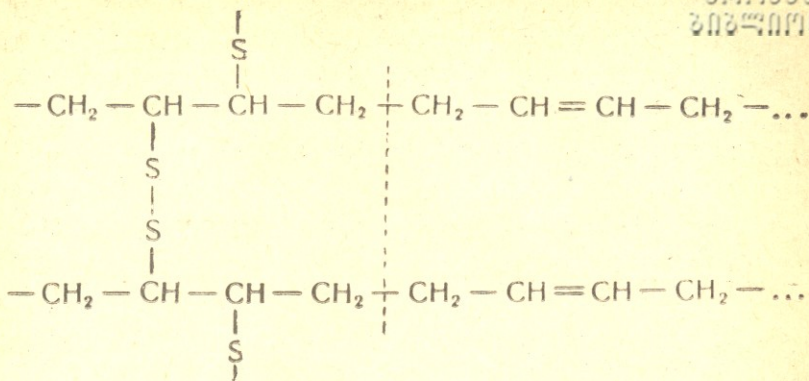


ყველა ეს პროცესი კატალიზურია. ამჟამად ისინი ფართოდ ხორციელდება მრეწველობაში კაუჩუკის სინთეზისათვის მონომერების მისაღებად.

კაუჩუკის ვულკანიზაცია. ნატურალური და სინთეზური კაუჩუკები უმთავრესად რეზინის სახით გამოიყენება. ვინაიდან მას გაცილებით უფრო მაღალი სიმტკიცე, ელასტიკურობა და რიგი სხვა ძვირფასი თვისებები ახასიათებთ. რეზინის მისაღებად კაუჩუკის ვულკანიზაციას აწარმოებენ.

კაუჩუკის, გოგირდის, შემავსებლების (განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი შემავსებელია მური) და სხვა ნივთიერებების ნარევისაგან აყალიბებენ საჭირო ნაკეთობებს და ახურებენ. ამ პირობებში გოგირდის ატომები ქიმიურად ურთიერთმოქმედებენ კაუჩუკის ხაზოვან მოლეკულებთან ზოგიერთი ორმაგი ბმის ადგილებში და მოლეკულებს თითქოს „აკერებენ“ ერთმანეთთან.

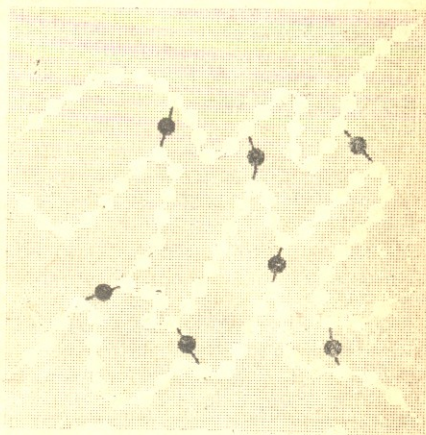
ბუტადიენის კაუჩუკის მაგალითზე ეს შეიძლება წარმოვიდგინოთ ასეთი სახით:



ამის შესავსად მყარდება ბმები შრავალ სხვა მოლეკულასთანაც. ხაზოვანი სტრუქტურის მოლეკულების ნაცვლად წარმოიქმნება ვიგანტური მოლეკულები, რომელთაც სამი განზომილება აქვთ სივრცეში — სიგრძე, სიგანე და სისქე. პოლიმერმა სივრცითი სტრუქტურა შეიძინა.

სივრცითი სტრუქტურის მქონე კაუჩუკი (რეზინი). რასაკვირველია, უფრო მტკიცე იქნება; ვიდრე არავულკანიზებული კაუჩუკი, ვინაიდან აქ ხაზოვან მოლეკულებს შორის, ჩვეულებრივი მოლეკულათა შორისი მიზიდვის ძალების გარდა, რიგ ადგილებში მოქმედებს ქიმიური ურთიერთქმედების ძალებიც. ბუნებრივია, რომ ასეთი მოლეკულების ერთმანეთისაგან დაცილება უფრო ძნელია.

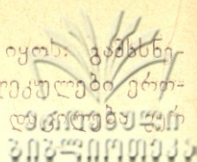
მოლეკულებს შორის ქიმიური ბმების დამყარებით აიხსნება განსხვავება კაუჩუკისა და რეზინის ხსნადობაშიც. თუ ბუნებრივ სინჯარებში კაუჩუკისა და რეზინის ნაჭრებს მოვთავსებთ, რამდენიმე დღის შემდეგ შეიმჩნევა, რომ კაუჩუკი ბუნებრივში იხსნება, ხოლო რეზინი მასში მხო-



სურ. 22. ვულკანიზებული კაუჩუკის აღნაგობის სქემა.

თეთრი წრეებით აღნიშნული კაუჩუკის მაკრომოლეკულების რგოლები, შავი — გოგირდის ატომების ხილები.

ლოდ იჭირვება. დასკვნა მხოლოდ ერთი შეიძლება იყოს. გამხსნე-
ლის მოლეკულებმა არავულკანიზებული კაუჩუკის მოლეკულები ერთ-
მანეთს დააცილა და ხსნარში გადაიყვანა, რეზინში კი დარჩენილი
შეძლო.



თუ კაუჩუკს მეტი რაოდენობით გოგირდს დავამატებთ, ვიდრე ეს
საკიროა რეზინის წარმოქმნისათვის, მაშინ ვულკანიზაციის დროს ხა-
ზოვანი მოლეკულები ბევრ ადგილზე „გაკერილი“ აღმოჩნდება და მა-
სალა ელასტიკურობას დაკარგავს, გამყარდება — მიიღება ებონიტი. თა-
ნამედროვე პლასტმასების მიღებამდე ებონიტი ერთ-ერთ საუკეთესო
იზოლატორად ითვლებოდა.

- 7 46. რა განსხვავებაა ელასტიკურობისა და პლასტიკურობის თვისებებს შორის?
აღნავობის რა თვისებებზეებით აიხსნება კაუჩუკის ელასტიკურობა?
47. ცდით როგორ შეიძლება დამტკიცდეს, რომ ბუტადიენისა და იზოპრენის
კაუჩუკები უკერი ნახშირწყალბადებია?
- ▲ 48. ბუტადიენის კაუჩუკის დაშლისას წარმოიქმნება ნახშირწყალბადი C_4H_6
შედგენილობით. რის საფუძველზე შეიძლება დავუშვათ, რომ ის დიენურ
ნახშირწყალბადებს მიეკუთვნება? როგორ რაოდენობრივ ცდას შეარჩევდით
ამ დაშვების შესამოწმებლად?
49. შეადგინეთ: ა) ბუტადიენის, ბ) იზოპრენის პოლიმერიზაციის მოკლე გან-
ტოლებები იმის მსგავსად, როგორც ეწერდით პოლიმერიზაციის განტოლე-
ბებს სხვა პოლიმერებისათვის.
50. გამოსახეთ პოლიბუტადიენის ჯაჭვის ნაწილის აღნაგობა ცის- და ტრანს-
ფორმით.
51. ქლორპრენის $CH_2=C-\underset{\text{Cl}}{CH}=CH_2$ პოლიმერიზაციით მიიღება ქლორ-

პრენის კაუჩუკი, რომელიც ხასიათდება სინათლის, სითბოსა და გამხსნელებ-
ის მოქმედებისადმი მაღალი მდგრადობით. შეადგინეთ ქლორპრენის პოლიმე-
რიზაციის განტოლება.

52. რატომ არის რეზინი კაუჩუკზე მტკიცე და ორგანულ გამხსნელებში
უხსნადი?
53. რა განსხვავებაა რეზინისა და ებონიტის აღნაგობას შორის? გვიჩვენეთ ეს
სქემატური სურათის მეშვეობით.

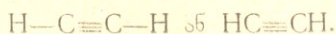
1. შინ ჩაატარეთ შემდეგი ცდები რეზინისა და კაუჩუკზე: ა) ელასტიკურობი-
სა და სიმტკიცის შედარება, ბ) გახურებისადმი დამოკიდებულება, გ) ბენზინი-
სადმი დამოკიდებულება, დ) კაუჩუკზე კალიუმპერმანგანატის ხსნარის მოქ-
მედება.
2. პლასტილინისაგან დაამზადეთ სტერეორეგულარული აღნაგობის ბუტადი-
ენური კაუჩუკის მაკრომოლეკულის ნაწილის მოდელი.

§ 15. აცეტილენი და მისი კომოლოგები

ეთილენისა და დიენური ნახშირწყალბადების გარდა ცნობილია,
სხვა უკერი ნახშირწყალბადებიც. გაცივებით ნერთთა კიდევ ერთ
ჯგუფს, რომლის უმარტივესი წარმომადგენელია აცეტილენი.

აცეტილენისა და მისი მოძოლოვების აღნაგობა. აცეტილენი ეწე-
რო. წყალში მცირედ ხსნადი გაზია, მისი მოლეკულური ფორმულაა
 C_2H_2 .

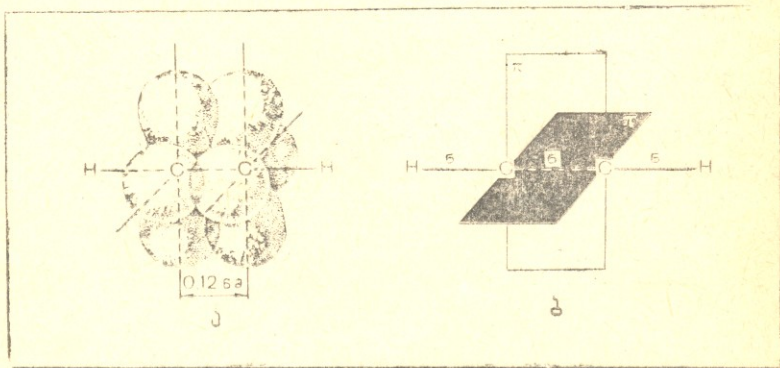
ამრიგად, აცეტილენის მოლეკულაში ორი ატომით ნაყრდინი მოლეკუ-
ლაა, ვიდრე ეთილენის მოლეკულაში. ამიტომ აქ წარმოიქმნება მე-
სამე ბმა ნახშირბადს ატომებს შორის. აცეტილენის სტრუქტურული
ფორმულა ასეთია:



აცეტილენის მოლეკულაში სამმაგ ბმა აღნიშნავს, რომ ნახშირბა-
დის ატომები მასში შეერთებულია სამი წყვილი ელექტრონით:



აცეტილენის მოლეკულის აღნაგობის გამოკვლევა გვიჩვენებს, რომ
მასში ნახშირბადისა და წყალბადის ატომები განლაგებულია ერთ
სწორ ხაზზე — მოლეკულას ხაზოვანი აღნაგობა აქვს. ნახშირბადის
ატომები ერთმანეთთან შეერთებულა ერთი σ -ბმით და ორი π -ბმით.
რადგანაც ასეთ მოლეკულაში ნახშირბადის თითოეული ატომი შე-
ერთებულია ბმებით მხოლოდ ორ სხვა ატომთან (ნახშირბადის ატომ-
თან და წყალბადის ატომთან), ჰიბრიდიზაციაში აქ მონაწილეობს მხო-
ლოდ ორი ელექტრონული ღრუბელი — ერთი s -ელექტრონისა და ერ-
თი p -ელექტრონის. ეს sp -ჰიბრიდიზაციის შემთხვევაა. არასი-
მეტრიული მოცულობითი რვიანების სახით წარმოიქმნილი ორი ჰიბრი-
დული ღრუბელი ცდილობს მაქსიმალურად დაშორდეს ერთმანეთს და
ამიტომ სხვა ატომებთან ბმებს წარმოქმნის ურთიერთაწინააღმდეგო



სურ. 23. აცეტილენის მოლეკულაში π -ბმების წარმოქმნის სქემა:

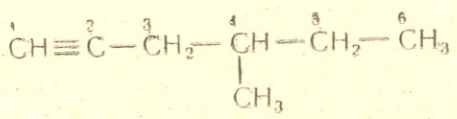
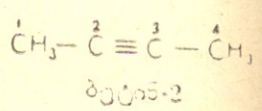
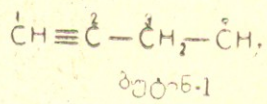
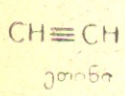
ა) p -ელექტრონთა ღრუბლების წყვილ-წყვილად გვერდითი გადაფარვა; ბ) ორი
ურთიერთპერპენდიკულარული სპირტყე, რომლებშიც ხდება π -ბმების წარმოქმნა.

მიმართულებით, 180° კუთხით. დარჩენილი ორი p-ელექტრონის ღრუბლები არ მონაწილეობს ჰიბრიდიზაციაში. ისინი ისევ ინარჩუნებენ სიმეტრიული მოცულობითი რვიანების ფორმას და მათი გადაფარვისას ნახშირბადის მეორე მსგავს ატომთან (როგორც ანორგანულ ორ π-ბმას, რომლებიც განლაგებულია ურთიერთპერპენდიკულარულ სიბრტყეებში (სურ. 23).

მესამე ბმის გაჩენა იწყებს ნახშირბადის ატომების შემდგომ დაახლოებას; მანძილი მათ ატომებს შორის აქ 0,120 ნმ ტოლია. მოდელზე ეს აისახება ნახშირბადატომების გამომსახველი ბურთულების უფრო მეტად შებრტყელებით.

აცეტილენის ჰომოლოგები. მეთანისა და ეთილენის მსგავსად აცეტილენით იწყება აცეტილენოვანი ნახშირწყალბადების ჰომოლოგიური რიგი.

სისტემატური ნომენკლატურის თანახმად სამმაგი ბმის მქონე ნახშირწყალბადების სახელწოდებები წარმოიქმნება შესაბამისი ნაჯერი ნახშირწყალბადების დაბოლოებების -ან-ის -ინ-ით შეცვლით. როგორც ეთილენოვან ნახშირწყალბადებში, ნახშირბადის ატომები აქაც იმ ბოლოდან ინომრება, რომელთანაც ახლოა ჯერადი (ამ შემთხვევაში სამმაგი) ბმა:



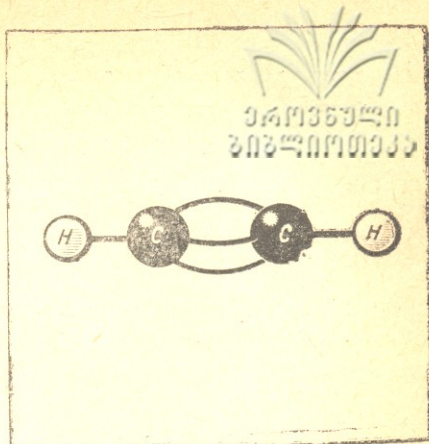
4-მეთილჰექსინ-1

აცეტილენის ჰომოლოგიურ რიგში ადგილი აქვს იზომერიას, რომელიც გაპირობებულია როგორც ნახშირბადის ჩონჩხის განშტოებით, ისე სამმაგი ბმის მდებარეობით. შემომოყვანილ ფორმულებში მონახეთ იზომერული ნივთიერებები.

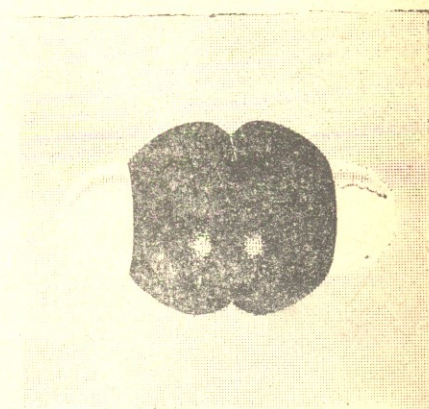
აცეტილენოვანი ნახშირწყალბადების იზომერული ნივთიერებები შეიძლება სხვა ნახშირწყალბადებს შორისაც მოინახოს. სახელდობრ, რომლებს შორის? ამ კითხვაზე პასუხის გასაცემად მონახეთ აცეტილენოვანი ნახშირწყალბადების ზოგადი ფორმულა და შეადარეთ ჩვენთვის ცნობილი სხვა ჰომოლოგიური რიგის ფორმულებს.

ქიმიური თვისებები მოცემული რიგის ნახშირწყალბადთა თვისებები განვიხილოთ აცეტილენის მაგალითზე. ნივთიერებისა, რომელსაც განსაკუთრებით დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს.

მეთანისა და ეთილენისაგან განსხვავებით აცეტილენი ტვარტიანი ალით იწვის. ახსენით ეს მოვლენა ნახშირწყალბადების პროცენტული შედგენილობის შედარების საფუძველზე.



თქვენ, უდავოდ, დაკვირვებინათ აცეტილენის კაშკაშა აღს შესაღწევად სამუშაოების დროს მშენებლობაზე, სახელოსნოებში, ქარხნებში. იქ არ შეიძლება ტვარტილის წარმოქმნა. ჩვენც შეგვიძლია აცეტილენის ტვარტიანი ალი გარდაქმნათ დამაბრმავებელ კაშკაშა ალად, თუ მილით ალში დამატებითი რაოდენობით ჰაერს ჩაებერათ. ნახშირბადის ნაწილაკები ალის შუა ნაწილში ძლიერ გავარდნება, რაც სიკაშკაშეს ანიჭებს მას. ხოლო შემდეგ ეტვარტილოდ სრულად დაიწვება. შესაღწევად სამუშაოების დროს ჰაერის ნაცვლად ჟანგბადს იყენებენ: ამის გამო აცეტილენი არათუ სრულად იწვის, არამედ ალის ტემპერატურა 3000°C -მდე აღწევს. ჰაერსა და ჟანგბადთან აცეტილენის ნარევი ფეთქებასაფრთხოა.

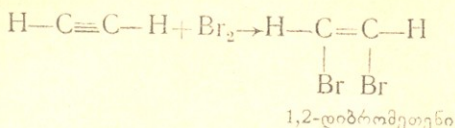


სურ. 24. აცეტილენის მოლეკულის მოდელები.

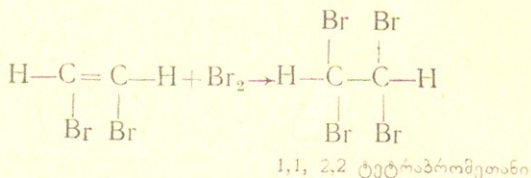
თუ ვიცით აცეტილენის ელექტრონული აღნაგობა, შეგვიძლია დავუშვათ, რომ აქ π -ბმები ნაკლებად მტკიცეა. ვიდრე ძირითადი σ -ბმები და რომ π -ბმებთან შეიძლება მოხდეს ჟანგვისა და მიერთების რეაქციები.

აცეტილენის უჯერი თვისებების შესამოწმებლად გავით ავსებულ ცილინდრში კალიუმპერმანგანატის ხსნარს ამატებენ. ხსნარი სწრაფად უფერულდება მაშასადამე. აცეტილენი, ისევე როგორც ეთილენი, ადვილად იჟანგება.

მიერთების რეაქციებიდან აცეტილენისათვის დამახასიათებელია ბრომთან ურთიერთქმედება, რითაც აგრეთვე ვლინდება ეთილენთან მისი დიდი მსგავსება. რეაქცია ორ სტადიად მიმდინარეობს: ბრომი მიუერთდება ერთი π-ბმის ადგილზე:



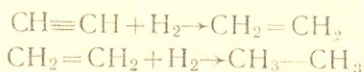
შემდეგ მიუერთდება ბრომის მეორე მოლეკულა:



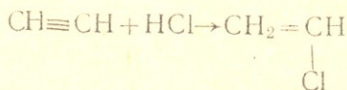
თუ ვიცით ეთილენთან ბრომის მიერთების მექანიზმი, შეგვიძლია წარმოვიდგინოთ, როგორი ელექტრონული პროცესები მიმდინარეობს მოლეკულაში ბრომთან აცეტილენის ურთიერთქმედების დროს.

აცეტილენი, როგორც უფრო უჯერი ნახშირწყალბადი ვიდრე ეთილენი, თითქოს უფრო ადვილად უნდა მიუერთდეს ჰალოგენებს. ირკვევა, რომ ეს ასე არ არის: ჰალოგენების მიერთების რეაქცია აქ ნაკლები სიჩქარით მიმდინარეობს. ეს შეიძლება აიხსნას ასე: ორმაგ ბმასთან შედარებით სამმაგი ბმის სიგრძის შემცირებისას p-ელექტრონების ღრუბლების გვერდითი გადაფარვა უფრო მეტად ხდება, ამიტომ π-ბმები აქ უფრო მდგრადია, ვიდრე ეთილენში.

კატალიზატორის (პლატინის, ნიკელის) თანაობისას აცეტილენს შეიძლება მიუერთდეს წყალბადი. ამ დროს აცეტილენი ჯერ ეთილენად გარდაიქმნება, შემდეგ კი ეთანად:

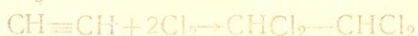


აცეტილენს შეიძლება მიუერთდეს რთული ნივთიერების მოლეკულებიც. ქლორწყალბადის მიერთების შედეგად ერთ-ერთი ბმის ადგილზე (ვერცხლისწყალი (II)-ის ქლორიდის, როგორც კატალიზატორის, თანაობისას) წარმოიქმნება აირადი ნივთიერება — ქლორეთენი (მას ვინილქლორიდსაც უწოდებენ):

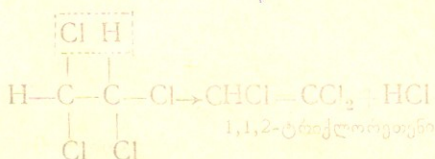


აცეტილენის გამოყენება. ნახშირწყალბადებიდან, რომელთა რაოდენობაშიც სამმაგი ბმაა, ყველაზე დიდი გამოყენება აქვს აცეტილენს. დიდი ხანი არ არის, რაც აცეტილენი მხოლოდ საწვავად გამოიყენებოდა აირით შედუღებისა და ლითონების ჭრის დროს უფრო მეტად გამოიყენება სხვადასხვა ორგანული ნაერთის სინთეზისათვის.

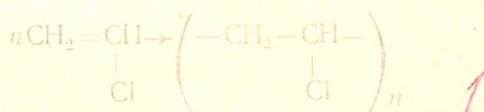
აცეტილენთან ქლორის მიერთების შედეგად მიიღება გამსხნელი 1,1,2,2-ტეტრაქლორეთანი:



ტეტრაქლორეთანის შემდგომი გადამუშავებით სხვა ქლორნაწარმები მიიღება. მაგალითად, ქლორწყალბადის ჩამოცილებისას წარმოიქმნება ტრიქლორეთენი — მაღალი ხარისხის გამსხნელი, რომელიც იხმარება ტანსაცმლის გასაწმენდად:



აცეტილენი დიდი რაოდენობით იხმარება ქლორეთენის ანუ ვინილქლორიდის წარმოებისათვის, რომლის პოლიმერიზაციით მიიღება პოლივინილქლორიდი:



პოლივინილქლორიდი ფართოდ გამოიყენება სადენების საიზოლაციოდ, ლაბადების, მუშაბუმის, ხელოვნური ტყევის, მილების და ა.შ. დასამზადებლად.

აცეტილენისაგან მიიღება სხვა პოლიმერებიც, რომლებიც იხმარება პლასტმასების, კაუჩუკისა და სინთეზური ბოჭკოების წარმოებაში. აცეტილენი გამოიყენება აგრეთვე სინთეზური ქმარმეფას წარმოებისათვის.

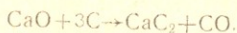
აცეტილენის მიღება. ლაბორატორიებსა და მრეწველობაში აციტილენს უფრო ხშირად კარბიდული ხერხით იღებენ. თუ კალციუმკარბიდს წყლიან ჭურჭელში მოვათავსებთ ან წყალს დავასხამთ, სწრაფად იწყება აცეტილენის მძაფრი გამოყოფა:



მაგრამ კარბიდული ხერხი აცეტილენზე უზარდ მოთხოვნებს ვერ აკმაყოფილებს განსაკუთრებით პოლიმერული მასალების მრეწველო-

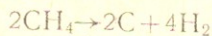
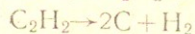
ბის მხრივ, რადგან კალციუმკარბიდის მიღება დაკავშირებულია ელექტროენერჯის დიდ ხარჯებთან.

კალციუმკარბიდს იღებენ ელექტროლუმენებში ნახშირბადთან (ელექტროენერჯის ხარჯები) ციტთან) კირის ურთიერთქმედებით 2000°C ტემპერატურაზე:



უკანასკნელ წლებში აცეტილენს ლებულობენ უფრო მეტად ხელმისაწვდომი ქიმიური ნედლეულის — ბუნებრივი გაზისაგან (მეთანისაგან).

ჩვენ ვიცით, რომ თუ მეთანს მალალ ტემპერატურამდე გავახურებთ, ის ნახშირბადად და წყალბადად იშლება. გაირკვა, რომ ამ რეაქციის ერთ-ერთი შუალედური პროდუქტია აცეტილენი:



მეთანისაგან აცეტილენის მიღების იდეა ის არის, რომ აცეტილენი გამოიყვოს შუალედურ სტადიაზე. არ მივცეთ ნახშირბადად და წყალბადად დამლის შესაძლებლობა. ამას შეიძლება მივალწიოთ, თუ წარმოქმნილ აცეტილენს მალალი ტემპერატურის არედან სწრაფად მოვაშორებთ და გავაცივებთ.

ამ წარმოებაში მეორე იდეაც არის. მეთანის დასაშლელად რეაქტორში უნდა შეიქმნას მალალი ტემპერატურა. სითბოს წყაროდ აქ შეიძლება იყოს თვით მეთანი: მისი ნაწილი გამოიყენება სათბობად, ხოლო ნაწილი — ქიმიურ ნედლეულად საჭირო პროდუქტების მისაღებად.

ერთ-ერთი ხერხით ეს პროცესები ასეთი სახით ხორციელდება (I ფერადი სურათი):

ცილინდრულ რეაქტორში, რომელიც ამოგებულია ცეცხლგამძლე აგურით, დიდი სისწრაფით შედის წინასწარ შემთბარი ბუნებრივი გაზი (მეთანი) და ქანგბადი დაახლოებითი მოცულობითი შეფარდებით: 2:1. გაზების შერევა ხდება რეაქტორის განსაკუთრებულ კამერაში და ვიწრო რხების გავლით შედის სარეაქციო კამერაში. აქ მეთანის ნაწილი იწვის. რის შედეგადაც 1500°C -მდე ტემპერატურა მყარდება, მეორე ნაწილი კი ამ პირობებში აცეტილენად და წყალბადად იშლება.

სარეაქციო კამერაში გაზები ისეთი სისწრაფით მიემართება, რომ რეაქციის პროდუქტები მალალი ტემპერატურის ზონაში მხოლოდ წა-

მის მეათასედი ნაწილების განმავლობაში იმყოფება: შემდგომ ისინი ინტენსიურად ცივდება წყლით — ასე ხორციელდება სტაბილიზაცია მიღებულ აცეტილენის „წრობა“.

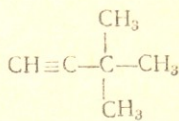
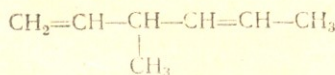
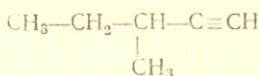
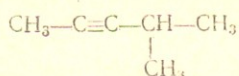
რეაქციის პროდუქტებში, აცეტილენისა და წყალბადის გარდა, მოიპოვება მური, ნახშირბადის ოქსიდები და სხვა ნივთიერებები. მური სცილდება წყლით გაზის გარეცხვის დროს. შემდეგ ნარევიდან გამოიყოფა რეაქციის მიზნობრივი პროდუქტი — აცეტილენი. წყალბადი, რომელიც ამ პროცესის დროს მიიღება, შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ამიაკისა და ზოგიერთი ორგანული ნივთიერების სინთეზისათვის.

7. 54. რა შეიძლება ითქვას ეთანის, ეთენის, ეთინის ფარდობით სიმკვრივეზე, თუ არ გამოვთვლით მათ მოლეკულურ მასებს?

55. არსებობს თუ არა განშტოებული აღნაგობის ნახშირწყალბადი, რომელიც მოლეკულაში შეიცავს ოთხ ნახშირწყალბადატომს და სამმაგ ბმას? პასუხი განმარტეთ.

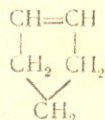
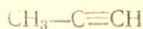
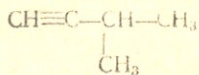
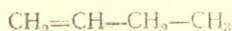
56. მოიყვანეთ ომ ნივთიერების სტრუქტურული ფორმულა, რომელიც ბუტი-ნის იზომერულია, მაგრამ ეკუთვნის ნახშირწყალბადას სხვა რიგს.

57. დაასახელეთ სისტემატური ნომენკლატურის მიხედვით შემდეგი ნივთი-ერებები:



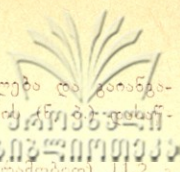
58. ნივთიერებისათვის, რომლის აღნაგობაა $\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$,

ამოწერეთ: ა) ჰომოლოგები, ბ) იზომერები:



59. ახსიანთქს თუ არა ცის-ტრანს-იზომერია აცეტილენურ ნახშირწყალ-ბადებს? პასუხი განმარტეთ.

60. შეადგინეთ პროპანთან ბრომწყალბადის მიერთების რეაქციის განტალბა (პირველი სტადია). ახელმძღვანელებთ მარკოვნიკოვის წესით. დაასახელებთ წარმოქმნილი ნივთიერება.



- 61. შეადგინეთ აცეტილენის სრული წვის რეაქციის განტოლება და გაიანგარიშეთ, რამდენი ლიტრი ენგბადი იხარჯება 13 გ აცეტილენის ვედად?
- 62. რა მაქსიმალური რაოდენობის ბრომი იმოქმედებს (გომობით) 11,2 გ აცეტილენთან (ნ. პ.)?
- 63. როგორ მივიღოთ ქლორეთილი აცეტილენისაგან? დაწერეთ რეაქციის განტოლებები.
- 64. შეადგინეთ აცეტილენისაგან 1,2-დიქლორეთანის მიღების რეაქციის განტოლებები.
- 65. რა მოცულობის აცეტილენის მიღება შეიძლება 1 კგ ტექნიკური კალციუმკარბიდისაგან, რომელიც შეიცავს 30% მინარევებს?
- 66. განზოგადეთ ცნობები ჰალოგენწარმებზე, რომლებიც თქვენთვის ცნობილი გახდა ნახშირწყალბადების შესწავლისას: ამოიწერეთ მათი სახელწოდებები, ფორმულები, უხვეწეთ მათი თვისებები და გამოყენება.

ამ ნახშირწყალბადებს არომატული იმიტომ უწოდეს, რომ მათ ბირველ ცნობილ წარმომადგენლებს სასიამოვნო სუნი ჰქონდათ. შემდგომ აღმოჩნდა, რომ ნივთიერებათა უმრავლესობას, რომლებიც აღნაგობითა და ქიმიური თვისებებით უდავოდ ამავე ჯგუფს მიეკუთვნება, არომატული სუნი არა აქვს. მაგრამ ისტორიულად შექმნილი ზოგადი სახელწოდება ამ ნაერთებს დღემდე შერჩა.

არომატული ნახშირწყალბადების უმარტივესი და ყველაზე უფრო მნიშვნელოვანი წარმომადგენელია ბენზოლი.

§ 18. ბენზოლი

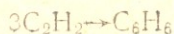
ფიზიკური თვისებები და სტრუქტურული ფორმულა. ბენზოლი ადვილმდუღარე, უფერო, თავისებური სუნის მქონე, წყალში უხსნადი სითხეა. გაცივებისას ის ადვილად იყინება თერ კრისტალურ მასად, რომლის ღლობის ტემპერატურაა 5.5°C .

ბენზოლის მოლეკულური ფორმულაა C_6H_6 . როგორც ვხედავთ, ეს მეტად უჩვერი ნაერთია: მის მოლეკულას 6 ატომი წყალბადი აქვს ნაჯერი ნახშირწყალბადების შესაბამისი ფორმულის შედგენილობამდე.

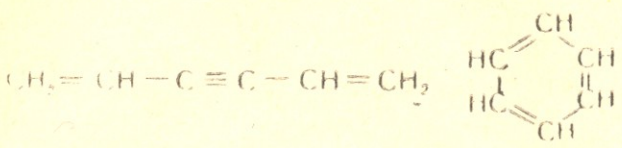
მაგრამ თუ ბენზოლს ბრომიან წყალთან ან კალიუმპერმანგანატის ხსნართან შევანჯღრევთ, უჩვერი ნაერთების დამახასიათებელ რეაქციებს ვერ შევნიშნავთ. ამის ახსნა, ცხადია, ნივთიერების აღნაგობაში უნდა ვეძიოთ.

ბენზოლის აღნაგობის გასარკვევად შეიძლება მივმართოთ მის სინთესს. ბენზოლი შეიძლება მივიღოთ აცეტილენის გატარებით მიღში, რომელშიც 650°C -მდე გახურებული ვაქტივებული ნახშირია მოთავსებული.

აცეტილენისა C_2H_2 და ბენზოლის C_6H_6 მოლეკულების შედგენილობის შედარებისას მივდივართ დასკვნამდე, რომ ამ დროს აცეტილენის ყოველი სამი მოლეკულისაგან წარმოიქმნება ბენზოლის მოლეკულა, ე. ი. მიღის პოლიმერიზაციის რეაქცია (ტრიმერიზაცია):

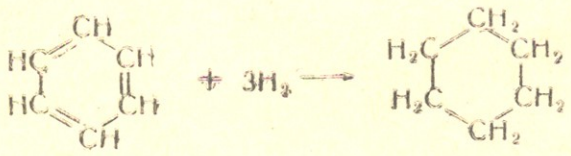


მაგრამ ეს ფაქტი საკმარისი არ არის ბენზოლის აღნაგობის შესახებ მსჯელობისათვის, ვინაიდან არ ვიცით, სახელდობრ, როგორ უერთდება აცეტილენის მოლეკულები ერთმანეთს. შეიძლება წარმოვიდგინოთ C_6H_6 შედგენილობის სხვადასხვა ნივთიერების წარმოქმნის გზა, მაგალითად:



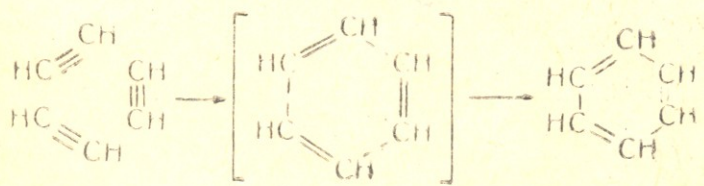
საკითხის შემდგომი გარკვევისათვის უნდა განვიხილოთ ნივთიერების ქიმიური თვისებები. თუ ბენზოლის ორთქლისა და წყალბადის ნარევეს კატალიზატორიან გახურებულ მილში გავატარებთ, აღმოჩნდება, რომ ბენზოლის თითოეულ მოლეკულას სამი მოლეკულა წყალბადი მიუერთდება და რეაქციის შედეგად წარმოიქმნება ციკლოჰექსანი, რომლის აღნაგობა ჩვენთვის კარგად არის ცნობილი.

ბენზოლის მოლეკულასთან სამი მოლეკულა წყალბადის მიერთება და ციკლოჰექსანის წარმოქმნა გასაგებია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ დავუშვებთ, რომ საწყის პროდუქტს ციკლური აღნაგობა აქვს:

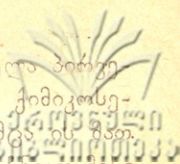


მართლაც ბენზოლს რომ ნახშირბადატომთა ღია ჯაჭვი ჰქონდეს, მაშინ ნაჯერ ნახშირწყალბადად გარდაქმნისათვის მისი მოლეკულა მიიერთებდა არა სამს, არამედ ოთხ მოლეკულა წყალბადს ($C_6H_6 + 4H_2 \rightarrow C_6H_{14}$), რაც ცდას ეწინააღმდეგება.

სამი მოლეკულა აცეტილენისაგან ბენზოლის ციკლური მოლეკულის წარმოქმნა შეიძლება წარმოვიდგინოთ ასე:



ასე მივდივართ დასკვნამდე ბენზოლის ციკლური სტრუქტურული ფორმულის შესახებ.



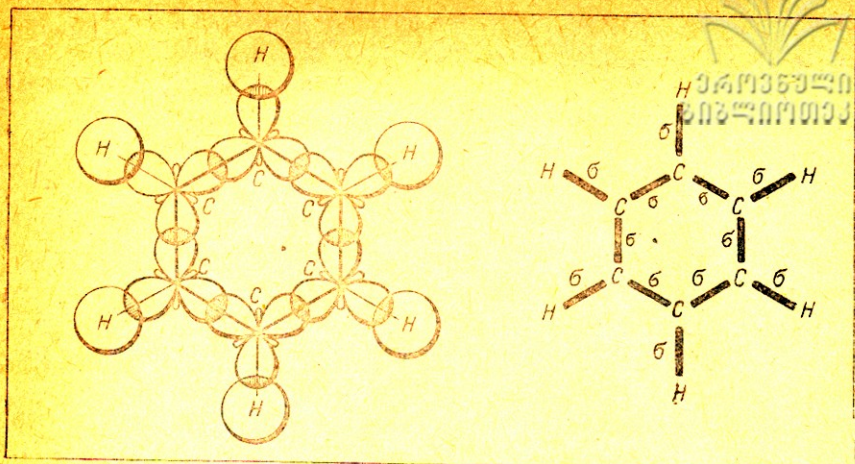
ბენზოლის ზემოთ მოყვანილი სტრუქტურული ფორმულა პირველად შემოიღო გერმანელმა მეცნიერმა კეკულემ (1865 წ.) ქიმიკოსები ამ ფორმულით საუკუნეზე მეტხანს სარგებლობენ, თუმცა ის უკვე ბოლომდე არ აკმაყოფილებთ. ალბათ, თქვენც საეჭვოდ მიგაჩნიათ მისი ჰემმარიტება.

მართლაც, ცდებით დავადგინეთ, რომ ბენზოლი არ მოქმედებს ბრომიან წყალსა და კალიუმპერმანგანატის ხსნართან: ამასთანავე ფორმულის მიხედვით თუ ვიმსჯელებთ, მის მოლეკულაში არის სამი ორმაგი ბმა. ამ წინააღმდეგობის გაგება შესაძლებელი გახდა ნივთიერების აღნაგობის უფრო ღრმად შესწავლისას — მოლეკულაში ატომებს შორის ქიმიური ბმების ხასიათის გარკვევის დროს.

ბენზოლის ელექტრონული აღნაგობა. თანამედროვე ფიზიკური მეთოდებით დაადგინეს, რომ ბენზოლის მოლეკულას აქვს ციკლური აღნაგობა და ნახშირბადის ექვსივე ატომი ერთ სიბრტყეშია მოთავსებული. ამით დადასტურდა, რომ ატომთა შეერთების რიგს კეკულეს ფორმულა სწორად ასახავს. აუცილებელი იყო გარკვევა, მოლეკულაში ატომები ერთმანეთთან როგორ არის შეერთებული.

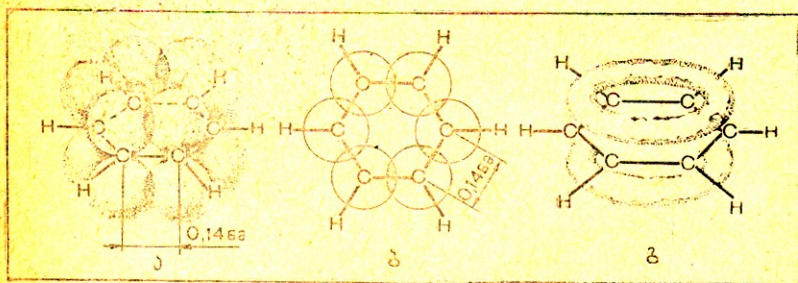
გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ მოლეკულაში ნახშირბადის ატომებს შორის მანძილები ერთნაირია და უდრის 0,140 ნმ. ეს ერთი ფაქტიც ადასტურებს, რომ ბენზოლში მარტივი და ორმაგი ბმები არ არის, ვინაიდან ამ შემთხვევაში ნახშირბადის ატომებს შორის ზოგი მანძილი დაახლოებით 0,154 ნმ იქნებოდა, ხოლო ზოგი — 0,134 ნმ. ელექტრონული თეორია ამ მოვლენას ასე ხსნის:

ნახშირბადის ყველა ატომი ბენზოლის მოლეკულაში sp^2 -ჰიბრიდიზაციის მდგომარეობაშია. სამი ჰიბრიდული ელექტრონული ღრუბელი თითოეული ნახშირბადის ატომისა, რომელთაც გაწეილი მოცულობითი რვიანას ფორმა აქვთ, რგოლის სიბრტყეში წარმოქმნიან. ორ σ -ბმას ნახშირბადის მეზობელ ატომებთან და ერთ σ -ბმას წყალბადის ატომთან; ცხადია, რომ კუთხეები ამ სამ ბმას შორის 120° ტოლია (სურ. 25). მეოთხე ელექტრონების ღრუბლები, რომლებიც არ მონაწილეობს ჰიბრიდიზაციაში და ინარჩუნებს სიმეტრიულ მოცულობითი რვიანების ფორმას, განლაგებულია σ -ბმების სიბრტყის პერპენდიკულარულად. თითოეული ასეთი ღრუბელი ერთნაირად გადაიფარება ნახშირბადის ორივე მეზობელი ატომის ელექტრონული ღრუბლებით (სურ. 26, ა). მოლეკულის სიბრტყეზე დაგეგმილებისას ეს ელექტრონული ღრუბლები მოგვეჩვენება გადაფარულ წრეხაზებად, როგორც 26, ბ სურათზეა ნაჩვენები. მოლეკულაში წარმოიქმნება არა სამი ცალკეული π -ბმა, არამედ ექვსი ელექტრონისაგან შედგენილი ერთიანი π -ელექტრონული სისტემა, რომელიც საერთოა ნახშირბადის ყველა ატომისათვის (სურ. 26, გ). მოლეკულის ამ საერთო



სურ. 25. ბენზოლის მოლეკულაში σ -ბმების წარმოქმნის სქემა.

თო π -ელექტრონული ღრუბლის გავლენითაა სწორედ, რომ ნახშირბადის ატომებს შორის მანძილები მცირდება 0,154-დან 0,140 ნმ-მდე. ბენზოლის მოლეკულის მასშტაბური მოდელი მოცემულია 27-ე სურათზე.



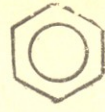
სურ. 26. ბენზოლის მოლეკულაში π -ბმების წარმოქმნის სქემა:

ა და ბ — p -ელექტრონების ღრუბლების გვერდითი გადაფარვა, გ — მოლეკულური π -ელექტრონული სიმკვრივის განაწილება ატომური ბირთვების სიბოტვის ზევით და ქვევით.

ჩამდენადაც ელექტრონული სიმკვრივე მოლეკულაში თანაბრად ნაწილდება, ნახშირბადის ატომებს შორის ყველა ბმა სავსებით ერთნაირი აღმოჩნდება.

ბენზოლის მოლეკულაში ელექტრონული სიმკვრივის თანაბრად

განაწილება რომ აჩვენონ, მის სტრუქტურულ ფორმულას ხშირად გა-
მოსახვენ ექვსკუთხედით, რომელშიც წრეხაზია ჩახაზული

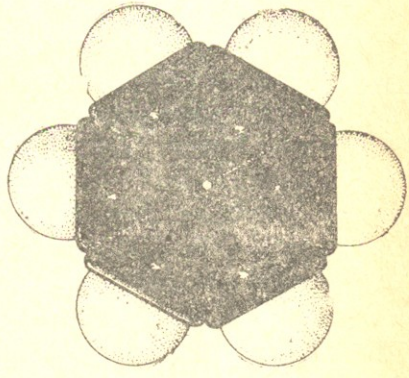


მაგრამ კეკულეს ფორმულით ამჟამადაც ხშირად სარგებლობენ, ამავ დროს მხედველობაში იღებენ, რომ ის მოლეკულის ნამდვილ აღნაგობას მხოლოდ პირობითად ასახავს.

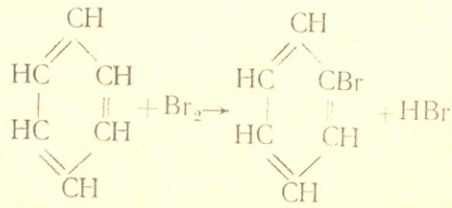
ქიმიური თვისებები. ყველა ნახშირწყალბადის მსგავსად, ბენზოლი იწვის. მისი წვის დროს ძალიან ბევრი მური წარმოიქმნება. ეს ადვილი გასაგებია, ვინაიდან ნახშირბადის მასური წილი მასში (პროცენტულად) ისეთივეა, როგორც აცეტილენში.

ბენზოლი, როგორც დავრწმუნდით, არ რეაგირებს წყალში გახსნილ ბრომთან. მაგრამ სხვა პირობებში ის ბრომთან ურთიერთქმედებს.

კოლბაში, რომელსაც მა-
ცივრად აქვს გრძელი ვერ-
ტიკალური მილი (სურ. 28),
მოვათავსოთ ბენზოლი ცო-
ტოდენი ბრომითა და რკინის
ბურბუშელით (რკინა
აუცილებელია კატალიზა-
ტორის $FeBr_3$ წარმოსაქმ-
ნელად). მალე შევნიშნავთ,
რომ ხელსაწყოს სარინი მი-
ლის ბოლოსთან „კვამლი“
გაჩნდება. გამოყოფილი გა-
ზის წყალში გახსნისას და
ამ ხსნარზე ვერცხლის ნიტ-
რატის ხსნარის დამატები-
სას, შეიძლება დავრწმუნდეთ, რომ ბენზოლთან ბრომის რეაქციის დროს
წარმოიქმნება ბრომწყალბადი HBr . რეაქციის შემდეგ კოლბაში
რჩება მძიმე სითხე — ბრომბენზოლი C_6H_5Br . ბენზოლის ბრომირე-
ბის რეაქცია შეიძლება გამოისახოს ასეთი განტოლებით:



სურ. 27. ბენზოლის მოლეკულის მოდელი.

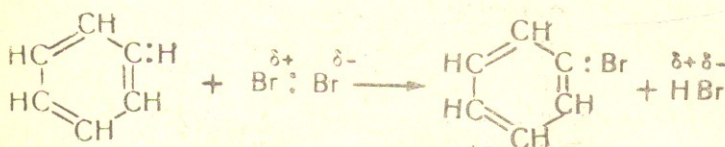


ბრომბენზოლი

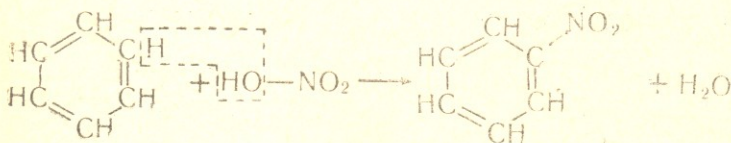
როგორც ვხედავთ, ბრომი ამ პირობებში ბენზოლს უერთდება, არამედ ჩანაცვლების რეაქციაში შედის.



თავისი მექანიზმით მოცემული რეაქცია განსხვავდება ნაჯერ ნახშირწყალბადებში ჩანაცვლების რეაქციებისაგან. იგი არ მიდის თავისუფალი რადიკალების წარმოქმნით და არა აქვს ჯაჭვური ხასიათი. რკინის ბრომიდის $FeBr_3$ გავლენით ბრომის მოლეკულა პოლარიზდება $Br^{\delta+} : Br^{\delta-}$ დადებითად დამუხტული ბრომი მიიზიდება ბენზოლის მოლეკულის ექვსელექტრონიანი ღრუბლით, ამის შედეგად კმნის კოვალენტურ ბმას ნახშირბადის ერთ-ერთ ატომთან და გამოაძევეს წყალბადის პროტონის სახით, რომელიც უარყოფითად დამუხტულ ბრომის იონთან Br^- წარმოქმნის ბრომწყალბადის მოლეკულას:

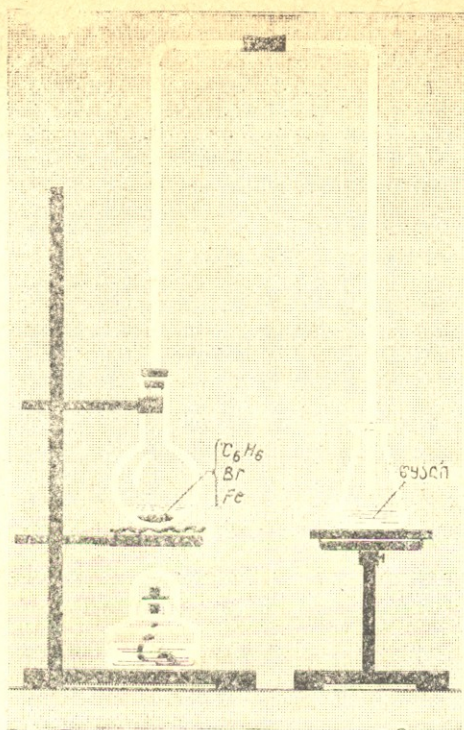


ბენზოლისათვის დამახასიათებელია აზოტმჟავასთან რეაქცია. თუ კონცენტრირებულ აზოტმჟავასა და გოგირდმჟავას ნარევეს დაემატებთ ბენზოლს და ნარევეს ოდნავ შევათბობთ, მიმდინარეობს რეაქცია, რომლის შედეგად წარმოიქმნება მწარე ნუშის სუნის მქონე მოყვითალო ფერის მძიმე სითხე — ნიტრობენზოლი $C_6H_5-NO_2$. აქ ატომთა ჯგუფი — NO_2 , ე. წ. ნიტროჯგუფი, წყალბადის ატომის ადგილს იკავებს, წინა რეაქციაში ბრომის მსგავსად. ნიტრირების რეაქცია შეიძლება გამოისახოს შემდეგი ქიმიური განტოლებით (რომელიც არ ასახავს მის მექანიზმს):



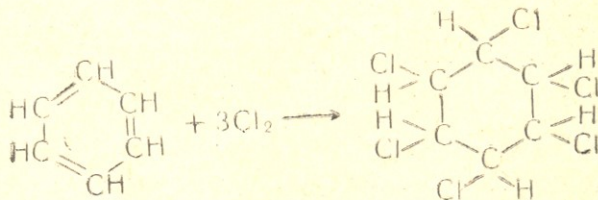
თავისი თავისების — ჩანაცვლების რეაქციებში მონაწილეობის მიხედვით — ბენზოლი უჯერი შედგენილობის მიუხედავად რამდენადმე ემსგავსება ნაჯერ ნახშირწყალბადებს.

გარკვეულ პირობებში ბენზოლი შედის მიერთების რეაქციაშიც. ერთი ასეთი რეაქცია — წყალბადის მიერთება — ჩვენთვის უკვე ცნობილია. შეადგინეთ ამ რეაქციის განტოლება, რისთვისაც გამოიყენეთ ჩვეულებრივი მოლეკულური ფორმულები.



სურ. 28. ბენზოლის პრაირება.

ბენზოლს შეიძლება მიუერთდეს ქლორი, თუ ამ ნივთიერებათა ნარევის სინათლეში მოვათავსებთ. ასე მიიღება ჰექსაქლორიციკლო-ჰექსანი — კრისტალური ნივთიერება, რომელიც ცნობილია ჰექსა-ქლორანის სახელწოდებით:



ქლორისა და წყალბადის მიერთების რეაქციები გვიჩვენებს, რომ ბენზოლი რამდენადმე ემსგავსება უჯერ ნახშირწყალბადებსაც.

ქიმიური თვისებების მიხედვით ბენზოლს თითქოს შუალედური ინდგომარეობა უჭირავს ნაჯერ და უჯერ ნახშირწყალბადებს შორის.

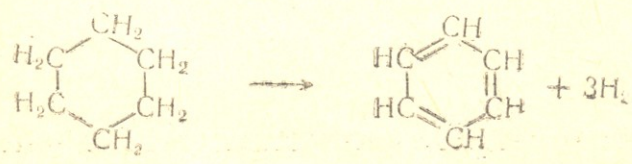
ის შედის რეაქციებში, რომლებიც დამახასიათებელია როგორც ცილი, ისე მეორე ნახშირწყალბადებისათვის, მაგრამ ამავე დროს ჩანაცვლების რეაქციები მასში უფრო ადვილად მიმდინარეობს ნახშირწყალბადებში, ხოლო მიერთების რეაქციები — ვიდრე უჯერ ნაერთებში. ასე ვლინდება ბენზოლის თვისებებში მისი ელექტრონული აღნაგობის თავისებურებები.

ბენზოლის გამოყენება. ბენზოლი საწყისი ნივთიერებაა ძალიან ბევრი ორგანული ნაერთის სინთეზისათვის. ნიტრირების რეაქციით მიიღება ნიტრობენზოლი $C_6H_5NO_2$, ბენზოლის ქლორირებით მიიღება ქლორბენზოლი C_6H_5Cl (გამხსნელი) და სხვა ქლორნაწარმები. ბენზოლი საწყის პროდუქტად გამოიყენება სამკურნალო და სურნელოვანი ნივთიერებების, ნაირგვარი საღებრების, მაღალმოლეკულური ნაერთებისათვის საჭირო მონომერების სინთეზის დროს და ა. შ. ბენზოლი იხმარება გამხსნელად და ძრავას სათბობის დანამატად მისი თვისებების გაუმჯობესების მიზნით.

ბენზოლისა და სხვა ნახშირწყალბადების ქლორნაწარმები გამოიყენება სოფლის მეურნეობაში მცენარეთა დაცვის ქიმიურ საშუალებებად. მაგალითად, ბენზოლში წყალბადის ატომების ქლორით ჩანაცვლების პროდუქტი — ჰექსაქლორბენზოლი C_6Cl_6 გამოიყენება ხორბლისა და ჭვავის მშრალად შეწამვისათვის. სხვა ნახშირწყალბადების პალოგენნაწარმებიდან შეიძლება დავასახელოთ ჰექსაქლორბუტადიენი C_4Cl_6 — ბუტადიენ-1,3-ში წყალბადის ატომების ქლორით ჩანაცვლების პროდუქტი, რომელიც გამოიყენება ვენახებში ფილოქსერასთან საბრძოლველად. გამოსახეთ ჰექსაქლორბენზოლისა და ჰექსაქლორბუტადიენის სტრუქტურული ფორმულები.

ბენზოლის მიღება. ბენზოლის მიღების მნიშვნელოვანი წყაროა ქვანახშირის კოქსვა. კოქსვის პროცესში — ნახშირის ძლიერი გახურებისას ჰაერის შეუღწევად — წარმოიქმნება ბევრი აქროლადი პროდუქტი, რომელთაგან სხვა ნივთიერებებთან ერთად გამოყოფენ ბენზოლს.

საბჭოთა მეცნიერებმა აღმოაჩინეს არაარომატული ნივთიერებებისაგან ბენზოლის მიღების ხერხები. ნ. დ. ზელინსკიმ აჩვენა, რომ ბენზოლი ადვილად წარმოიქმნება ციკლოჰექსანისაგან პლატინის ან პალადიუმის კატალიზური ზემოქმედების დროს $300^{\circ}C$ -მდე ტემპერატურაზე:

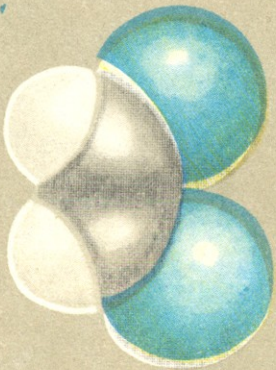




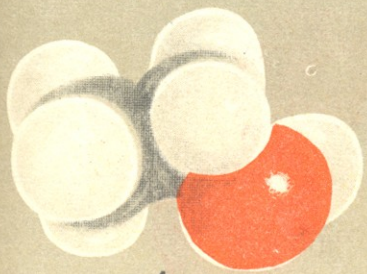
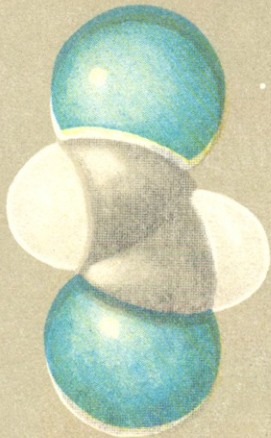
1



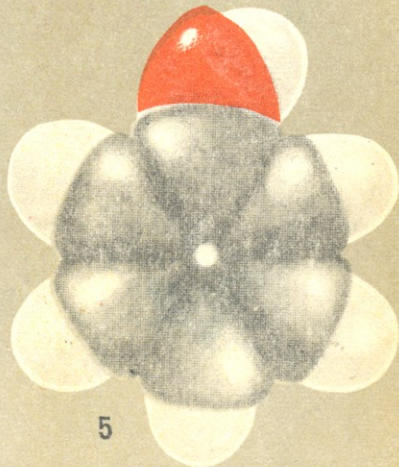
2



3

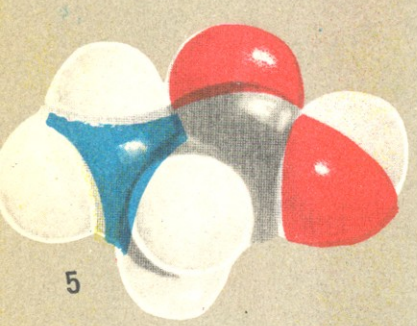
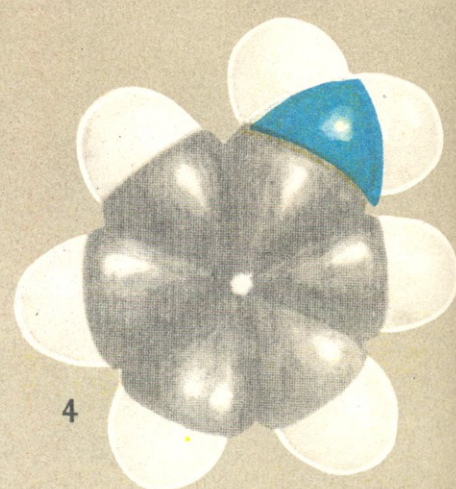
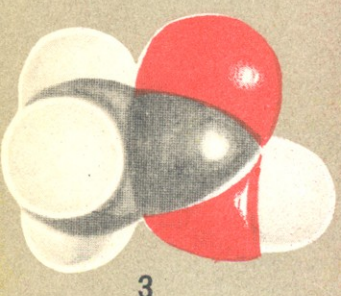
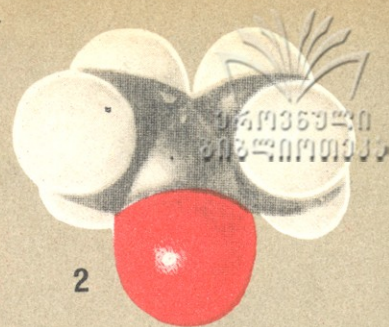
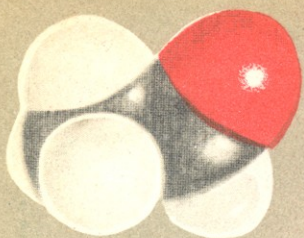


4



5

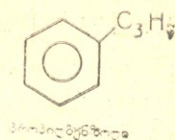
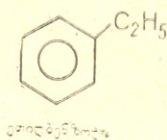
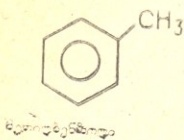
ორგანული ნივთიერებების მოლეკულების მოდელები:
 1 — იზობუტანის; 2 — ქლორეთანის; 3 — დიქლორეთილენის
 ცის- და ტრანს-იზომერების; 4 — ეთილის სპირტის; 5 — აცეტონის;



საქართველო
საზღვროთმცხე

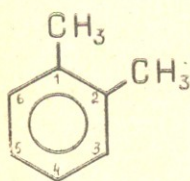
ორგანული ნივთიერებების მოლეკულების მოდელები:
 1—აცეტალდეჰიდის; 2—აცეტონის; 3—ჰმარმეავასი; 4—ანილინის;

დების სხვადასხვა რადიკალით ჩანაცვლების პროდუქტები. ვაიოესახოთ წრეხაზის საშუალებით მოლეკულის საერთო π -ელექტრონული სისტემა და, როგორც მიღებულია, ბენზოლის ბირთვის წყარობად რუმების აღნიშვნის გარეშე მოვიყვანოთ ბენზოლის უახლოესი ჰომოლოგების ფორმულები:

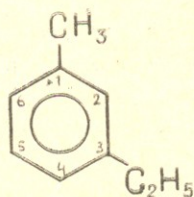


შეადარეთ ამ ნაერთების შედგენილობა. დაცულია თუ არა ამ რიგში ჰომოლოგიური სხვაობა CH_2 ?

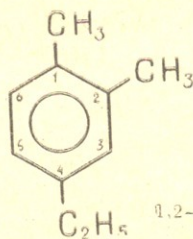
იმ ნივთიერებათა დასახელებისათვის, რომელთა მოლეკულებში ბენზოლის ბირთვთან შეერთებულია რამდენიმე ნახშირწყალბადის რადიკალი, ფორმულებში ნახშირბადის ატომები ინომრება და ნივთიერების სახელწოდებებში ციფრებით აღნიშნება ჩამანაცვლებელი ჯგუფების მდებარეობა, მაგალითად:



1,2-დიმეთილბენზოლი



1-მეთილი-3-ეთილბენზოლი



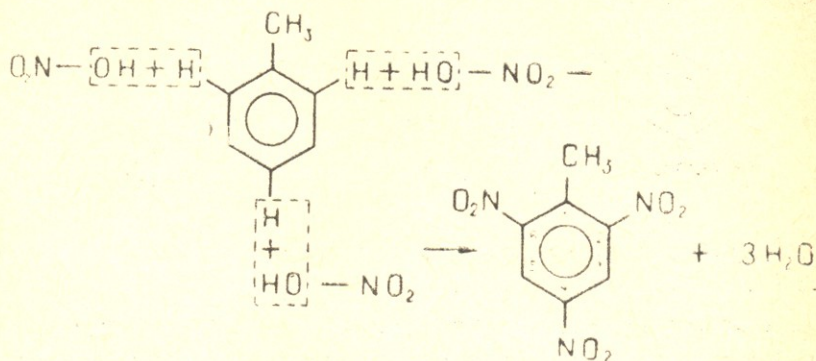
1,2-დიმეთილი-4-ეთილბენზოლი

ბენზოლის ჰომოლოგების ქიმიური თვისებები. ჰომოლოგები ბენზოლს ბევრი თვისებით ემსგავსება, მაგრამ მათ თავისებურებებიც ახასიათებს. ამაში დავარწმუნდებით ზოგიერთი მაგალითით.

განსაკუთრებულ პირობებში ნიტრირებისას ბენზოლისა და ტოლუოლის მოლეკულებში შეიძლება სამი ნიტროჯგუფის შეყვანა, მაგრამ აღმოჩნდა, რომ ტოლუოლი რამდენადმე ადვილად ნიტრირდება, ვიდრე ბენზოლი. ამ დროს წარმოიქმნება 2, 4, 6-ტრინიტროტოლუოლი —

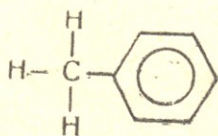
ფეთქებადი ნივთიერება, რომელიც ტოლის ანუ ტროტილის სახელ-
წოდებითაა ცნობილი:

ეროვნული
ბიბლიოთეკა



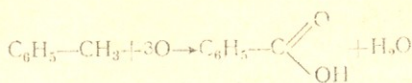
2. 4. 6 მდგომარეობებში უფრო მაღალი რეაქციისუნარიანობა ბენზოლის ბირთვისა აიხსნება მასზე $-\text{CH}_3$ რადიკალის გავლენით. ამ მაგალითზე განსაკუთრებით თვალსაჩინოდ დავრწმუნდებით, რომ ატომთა გავლენა მოლეკულებში ცალმხრივი არ არის, იგი თანაზი-არია.

ტოლუოლი შეიძლება განვიხილოთ არა მარტო როგორც ბენზო-ლი, რომლის მოლეკულაში წყალბადის ატომი ჩანაცვლებულია მეთი-ლის ჯგუფით, არამედ როგორც მეთანიც, რომლის მოლეკულაში წყალბადის ატომი ჩანაცვლებულია არომატული რადიკალით — ფენი-ლით C_6H_5- :



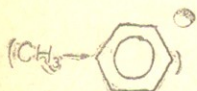
მეთანი, როგორც ვიცით, დამყანგავების მოქმედებისადმი მეტად მდგრადია. თუ ტოლუოლს კალიუმპერმანგანატის ხსნარს დავამატებთ და ნარევეს გავაცხელებთ. შევნიშნავთ, რომ ხსნარის იისფერი შეფერ-ილობა თანდათან გაქრება. ეს იმიტომ ხდება, რომ ჯგუფი $-\text{CH}_3$ იყანგება ტოლუოლში.

ტოლუოლზე კალიუმბერმანგანატის ხსნარის მოქმედებისას მეთილის ჯგუფი იფანგება კარბოქსილის ჯგუფად, წარმოიქმნება ბენზოჰმეჟა. თუ დამენავებს პირობითად შევცვლით ჟანგბადის ატომებით. ეს რეაქცია შეიძლება გამოისახოს შემდეგნაირად:



ამრიგად, ცდებით ვრწმუნდებით, რომ ტოლუოლში მეთილის ჯგუფი გავლენას ახდენს ბენზოლის ბირთვზე და აადვილებს რეაქციას (2, 4 და 6 მდგომარეობაში), ხოლო ბენზოლის ბირთვი გავლენას ახდენს მეთილის ჯგუფზე და განაპირობებს მის ნაკლებ მდგრადობას დამენავების მოქმედებისადმი.

ამ მოვლენის მიზეზი ატომთა ელექტრონული სტრუქტურების ურთიერთგავლენაა. ბენზოლის ბირთვის რეაქციისუნარიანობის გაზრდა ზოგადად შეიძლება შემდეგნაირად აიხსნას. მეთილის ჯგუფი, როგორც ვიცით, ნაერთში ყოფნისას ბმის ელექტრონებს თავისგან გადაანაცვლებს (გაიხსენეთ მარკოვნიკოვის წესის ახსნა). ტოლუოლში იგი ელექტრონულ წყვილს გადაანაცვლებს ბენზოლის ბირთვისაკენ



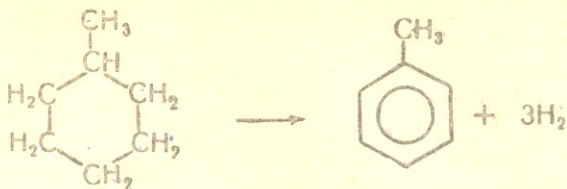
და არღვევს მასში π -ელექტრონული ღრუბლის თანაბარ განაწილებას. 2, 4, 6-მდგომარეობებში იზრდება ელექტრონული სიმკვრივე და სწორედ ამ ადგილების „შეტევა“ წარმოებს ჩამნაცვლებლების მიერ.

ნიტრირების გარდა, არომატული ნახშირწყალბადები ბენზოლის დამახასიათებელ სხვა რეაქციებშიც შედის. მათ შეუძლიათ რეაგირება, მაგალითად, ჰალოგენებთან (ბენზოლის ბირთვისა და გვერდითი ჯაჭვის წყალბადატომებთან), წყალბადის მიერთება და ა. შ.

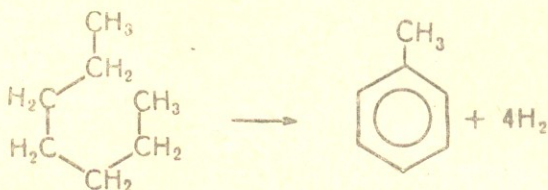
დამოუკიდებლად შეადგინეთ ამ რეაქციების განტოლებები.

გამოყენება და მიღება. ბენზოლის ჰომოლოგები გამოიყენება გამხსნელებად, აგრეთვე სხვადასხვა საღებრის, მედიკამენტის, ფეტქებადი ნივთიერების, სურნელოვანი ნივთიერებისა და სხვ. მისაღებად. მათ ღებულობენ ქვანახშირის კოქსის პროდუქტებისაგან, აგრეთვე ბენზოლის მსგავსად, პარაფინებისა და ციკლოპარაფინებისაგან — ციკლოპექსანის ჰომოლოგებისაგან.

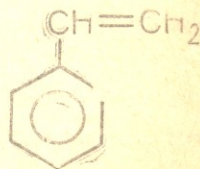
მაგალითად, ტოლუოლის მიღება შეიძლება მეთილციკლოპექსანის დეჰიდრირებით:

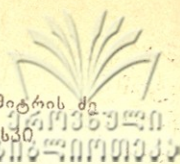


ან ნ-ჰექსანის ციკლიზაციითა და ერთდროული დეჰიდრირებით:



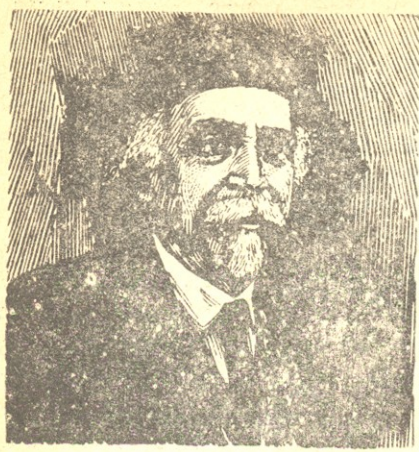
8. შეადგინეთ ბენზოლის რიგის კომპოლგების საერთო ფორმულა.
9. ნახშირწყალბადის ფორმულაა C_7H_8 , ის ბრომიან წყალს არ აუფერულებს, მაგრამ წყალბადს იერთებს და ამ დროს მეთილციკლოპექსანად გარდაიქმნება. დაწერეთ ამ ნახშირწყალბადის სტრუქტურული ფორმულა.
10. შეადგინეთ სტრუქტურული ფორმულები იმ არომატული ნახშირწყალბადებისა, რომლებიც პროპილბენზოლის იზომერებია და დაასახელებთ ისინი.
11. პროპინის $\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$ პოლიმერიზაციისას (ტრიმერიზაციისას) მიიღება ბენზოლის კომპოლგები. შეადგინეთ რეაქციის განტოლება და დაასახელებთ მიღებული ნივთიერება.
12. ბრომთან ტოლუოლის ურთიერთქმედებისას რეაქციის პირობების მიხედვით წყალბადის ჩანაცვლება ხდება ბენზოლის ბირთვში ან მეთილის ჯგუფში. თქვენი აზრით, რა მიმართულებით წარიმართება რეაქცია: ა) კატალიზატორის თანაობისას, ბ) ნივთიერებათა ნარევის განათებისას? როგორ დაასაბუთებთ თქვენს პასუხს?
13. რამდენი ლიტრი წყალბადი წარმოიქმნება (ნ. პ.) 200 გ ჰექსანის ტოლუოლად გარდაქმნის დროს? მეტი თუ ნაკლები წყალბადი გამოიყოფა ასეთივე რაოდენობის ჰექსანის ბენზოლად გარდაქმნის დროს?
14. ეთილციკლოპექსანი დეჰიდრირებით შეიძლება არომატულ ნახშირწყალბადად გარდაიქმნას. სახელობრ რომელ ნაერთად? შეადგინეთ რეაქციის განტოლება.
15. ბენზოლს ნაწარმები აქვს არ მარტო ნაჯერი გვერდითი ჯაჭვებით, არამედ უჯერთადაც. უმარტივესი ამთავანია სტიროლი





ნიკოლოზ დიმიტრის ძე
ქვიციანი
ენციკლოპედია

(1861—1953)



მოსკოვის უნივერსიტეტის პროფესორი. აკადემიკოსი. სოციალისტური შრომის გმირი. საბჭოთა კავშირში ყველაზე დიდი ქიმიკოს-ორგანიკოსთა სკოლის ფუძემდებელი. სინთეზით მიიღო მრავალი ნახშირწყალბადი. აღმოაჩინა ციკლოპარაფინების არომატულ ნახშირწყალბადებად კატალიზური გარდაქმნა. ნავთობის ნახშირწყალბადების კატალიზური კრეკინგი, გააქტივებულ ნახშირზე აცეტილენისაგან ბენზოლის სინთეზი. კატალიზის თანამედროვე თეორიის ერთ-ერთი შემქმნელთაგანი.

ბევრი გამოკვლევა ჩაატარა ცილების ქიმიის დარგში. გამოიგონა უნივერსალური აირჩინალი.

(სითხე). სტიროლი აუფერულებს ბრომიან წყალს და კალიუმპერმანგანატის ხსნარს. შეადგინეთ პირველი რეაქციის განტოლება. არის თუ არა სტიროლი ბენზოლის ჰომოლოგი? კვლევ რომელი ნახშირწყალბადის ნაწარმად შეიძლება იგი ჩაითვალოს?

16. სტიროლმა შეიძლება განიცადოს პოლიმერიზაცია ეთილენის მსგავსად (იხილეთ წინა სავარჯიშო). ამ დროს წარმოიქმნება თერმოპლასტიკური პოლიმერი — ფართოდ ცნობილი პოლისტიროლი. შეადგინეთ სტიროლის პოლიმერიზაციის რეაქციის სქემა.

§ 18. ნახშირწყალბადების მრავალგვარობა. ჰომოლოგიური რიგების ურთიერთკავშირი

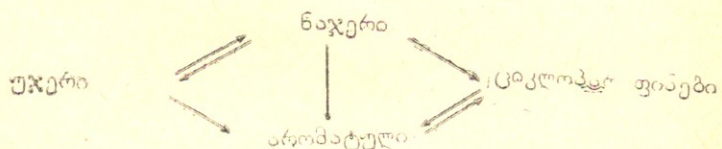
ჩვენ შევისწავლეთ ნახშირწყალბადების რამდენიმე ჯგუფი. ნახშირწყალბადების მრავალგვარობა განხილული მაგალითებით არ ამოიწურება. უკვე ნახშირწყალბადებს შორის შეიძლება იყოს, მაგალითად, რამდენიმე ორმაგი ბმის ან რამდენიმე სამმაგი ბმის შემცველი ნაერთები, აგრეთვე ისეთი ნაერთები, რომელთა მოლეკულებში ერთდროულად ორმაგი და სამმაგი ბმებია. არომატულ ნაერთებს შორის არის დიდი რაოდენობით ნივთიერებები, რომელთა მოლეკულები შეიცავს ბენზოლის არა ერთს, არამედ რამდენიმე ბირთვს.

ნახშირწყალბადების მაგალითზე — ნივთიერებებისა, რომლებიც წარმოქმნილია მხოლოდ ორი ქიმიური ელემენტისაგან — დავრწმუნდეთ, თუ რამდენად განუსაზღვრელი შეიძლება იყოს ორგანული ნაერთების მრავალგვარობა. ჩვენთვის ახლა გასაგებია ამ მოვლენის

მიზეზებიც. უწინარეს ყოვლისა ეს გაპირობებულია ნახშირბადის ატომების უნარზე წარმოქმნას ჯაჭვები: ნორმალური, განშტოებული, წარმოქმნას ციკლები, დაამყაროს განსხვავებული ქიმიური ბმები მარტივი (ორდინარული), ჯერადი (ორმაგი, სამმაგი), გრძელბრუნვითი გავიგეთ, რომ ორგანული ნერთების სხვადასხვაობა ვლინდება ჰომოლოგიური რიგებისა და იზომერიის მოვლენის არსებობის ფორმით.

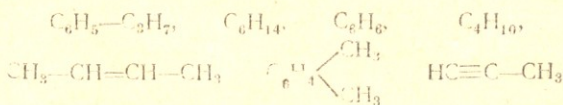
შესწავლილი მასალიდან კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი დასკვნა უნდა გამოვიტანოთ. ჩვენ მიერ განხილული ნახშირწყალბადების ყველა ჰომოლოგიური რიგი ერთმანეთისაგან გათიშული კი არ არის, არამედ ურთერთგადასვლებით ენათესავენ ერთმანეთს. ნაჯერი ნახშირწყალბადებისაგან შეიძლება მივიღოთ უჯერი ნახშირწყალბადები, ციკლოპარაფინებისაგან — არომატული, უჯერი ნახშირწყალბადები შეიძლება გარდაქმნათ ნაჯერ ნახშირწყალბადებად და ა. შ.

ჩვენთვის ცნობილი ურთიერთგადასვლები ნახშირწყალბადების ჰომოლოგიურ რიგებს შორის შეიძლება გამოისახოს შემდეგი სქემით:



ქიმიური ხერხებით შეიძლება განხორციელდეს ერთი რიგიდან მეორეზე სხვა გადასვლებიც, რომლებიც სქემაზე ნაჩვენები არ არის. ნახშირწყალბადების ურთიერთგარდაქმნათა გამოკვლევაში ნ. დ. ზელინსკისა და მისი სკოლის შრომებს ფუძემდებლური მნიშვნელობა აქვს.

7 17. მოითითეთ, რომელ ჰომოლოგიურ რიგებს მიეკუთვნება შემდეგი ნახშირწყალბადები:



▲ 18. დაწერეთ თქვენთვის ცნობილი ჰომოლოგიური რიგების ზოგადი ფორმულები, რომელი ჰომოლოგიური რიგების ნივთიერებებია ერთმანეთის იზომერული?

19. იზომერიის რა სახეებია თქვენთვის ცნობილი? მოიყვანეთ შესაბამისი მაგალითები.

20. ჩამოთვალეთ საელენტო ელექტრონული ღრუბლების ჰიბრიდიზაციის სახეები. მოიყვანეთ შესაბამის ნივთიერებათა მაგალითები, როგორ მოქმედ

დებს ჰიბრიდიზაციის სახე ნახშირბადატომის ქიმიური ბმების მიმართულე-
ბაზე?

21. ოა ქიმიური თვისებებია დამახასიათებელი ნახშირწყალბადებისათვის, რომელთა მოლეკულებში არის: ა) მარტივი, ბ) ჯერადი, გ) არააბრუნადი? პასუხი დაადასტურეთ რეაქციათა განტოლებებით.

22. დაწერეთ ნახშირწყალბადების იმ ურთიერთგარდაქმნების რეაქციათა განტოლებები, რომლებიც სქემაზე ისრებითაა გამოსახული.

23. შეადგინეთ რეაქციათა განტოლებები, რომლებიც ადასტურებს სხვადასხვა ნახშირწყალბადების — პარაფინების, ციკლოპარაფინების, უჯერისა და არომატულის — მიღების შესაძლებლობას, თუ საწყის ნივთიერებებად აღებულია ნახშირბადი და წყალბადი. როგორ პირობებში შეიძლება განხორციელდეს თქვენ მიერ მითითებული თითოეული რეაქცია?

ჩვენს მიერ შესწავლილი ნახშირწყალბადები არამარტო მეცნიერულადაა საინტერესო, როგორც ნაერთები, რომელთა მაგალითზე შეიძლება განხილულ იქნეს ორგანული ქიმიის ძირითადი თეორიული საკითხები. მათ დიდი სახალხო-სამეურნეო მნიშვნელობა აქვთ, ვინაიდან უმნიშვნელოვანესი ნედლეულია ორგანული სინთეზის თანამედროვე მრეწველობის თითქმის ყველა პროდუქციის მისაღებად, და ენერგეტიკული მიზნითაც ფართოდ გამოიყენება.

ნახშირწყალბადების უმნიშვნელოვანესი წყაროებია ბუნებრივი და ნავთობის თანმხლები გაზები, ნავთობი, ქვანახშირი.

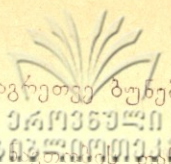
§ 12. ბუნებრივი და ნავთობის თანმხლები გაზები

ბუნებრივი გაზი. ბუნებრივი გაზის შესახებ უკვე ბევრი რამ ვიცით, ვინაიდან დაწვრილებით შევისწავლეთ მეთანი, რომელიც ამ გაზის ძირითადი შემადგენელი ნაწილია. მეთანის გარდა, ბუნებრივ გაზში არის მისი უახლოესი ჰომოლოგები — ეთანი, პროპანი, ბუტანი. რაც უფრო მეტია ნახშირწყალბადის მოლეკულური მასა, ჩვეულებრივ მით უფრო ნაკლები რაოდენობით მოიპოვება ის ბუნებრივ გაზში. მოცულობის მიხედვით ბუნებრივი გაზი საშუალოდ შეიცავს 80—97% CH_4 , 0,5—4,0% C_2H_6 , 0,2—1,5% C_3H_8 , 0,1—1,0% C_4H_{10} , 0—1% C_5H_{12} , 2—13% N_2 და სხვა გაზებს.

როგორც აირად სათბობს, ბუნებრივ გაზს ბევრი უპირატესობა აქვს არა მხოლოდ მყარ და თხევად (რომელ?) სათბობთან შედარებით, არამედ სხვა აირად სათბობთან (ბრძმედის, კოქსის გაზთან) შედარებითაც, ვინაიდან მისი წვის სითბო განსაკუთრებით დიდია.

ბუნებრივი გაზი წარმოებაში მხოლოდ საქვაბე დანადგარებში არ გამოიყენება. ამჟამად მას ფართოდ იყენებენ მინასახარშ, ბრძმედის, მარტენისა და სხვა სამრეწველო ლუმელებში. ბრძმედებში ბუნებრივი გაზის წვა შესაძლებლობას იძლევა შემცირდეს კოქსის ხარჯი, თუჯში გოგირდის შემცველობა და მნიშვნელოვნად ამაღლდეს ლუმელის მწარმოებლურობა.

ბუნებრივი გაზი ქიმიური მრეწველობისათვის ნედლეულის მნიშვნელოვანი წყაროა, ვინაიდან მეთანისაგან იღებენ წყალბადს, აცეტი-



ლენს, მურს, სხვადასხვა ქლორნაწარმს. გამოიყენება აგრეთვე ბუნებრივი გაზის შემადგენელი სხვა ნახშირწყალბადებიც.

ნავთობის თანმხლები გაზი. თავისი წარმოშობით მსხლები გაზიც ბუნებრივი გაზია. მან განსაკუთრებული სახელწოდება იმის გამო მიიღო, რომ ბუღბებში ნავთობთან ერთად მოიბოვება — მასშია გახსნილი ან მის ზევითაა დაკროვილი და წარმოქმნის გაზის „ქუდს“. ამ გაზის წნევის გამო ნავთობი ქაბურღილით ამოდის დელამიწის ზედაპირზე. წნევის მკვეთრად დაცემის შედეგად გაზი ადვილად გამოიყოფა თხევადი ნავთობისაგან.

წინათ თანმხლებ გაზს არ იყენებდნენ და იქვე სარეწში წვაოდნენ. ამჟამად გაზს იჭერენ, ვინაიდან ის ისევე, როგორც ბუნებრივი გაზი, კარგი საწვავი და ძვირფასი ქიმიური ნედლეულია, შედგენილობის სხვადასხვაგვარობის გამო ნავთობის თანმხლები გაზი უფრო ფართოდ გამოიყენების შესაძლებლობას იძლევა, ვიდრე ბუნებრივი გაზი.

თანმხლებ გაზში მეთანი ნაკლებია, ვიდრე ბუნებრივ გაზში, მაგრამ მნიშვნელოვნად მეტია სხვა ნახშირწყალბადები — ეთანი, პროპანი, ბუტანი, პენტანი. ამიტომ თანმხლები გაზების ქიმიური ვალამუშაგებით შეიძლება მეტი რაოდენობის ნივთიერებების მიღება, ვიდრე ბუნებრივი გაზისაგან.

თანმხლები გაზის რაციონალურად გამოყენებისათვის მას უფრო მცირე შედგენილობის ნარევებად ყოფენ.

პენტანის, ჰექსანისა და სხვა ნახშირწყალბადების ნარევი, რომლებიც ჩვეულებრივ პირობებში სითხეებია (ნავთობიდან ისინი ნაწილობრივ გაზებთან ერთად აქროლდება), წარმოქმნის, ე. წ. გაზის ბენზინს. შემდეგ გამოიყოფა პროპანისა და ბუტანის ნარევი. გაზის ბენზინისა და პროპან-ბუტანის ნარევის გამოყოფის შემდეგ რჩება ე. წ. მშრალი გაზი, რომელიც უმთავრესად მეთანისა და ეთანისაგან შედგება.

გაზის ბენზინი, რომელიც მეტად აქროლად თხევად ნახშირწყალბადებს შეიცავს, გამოიყენება ბენზინებზე დასამატებლად ძრავას ამუშავებისას მათი უკეთესად ააღებისათვის. პროპანი და ბუტანი „გათხევადებული გაზის“ სახით გამოიყენება როგორც შალაკალორიული აირადი საწვავი. მშრალი გაზი, რომელიც შედგენილობით ბუნებრივი გაზის მსგავსია, გამოიყენება აცეტილენის, წყალბადისა და სხვა ნივთიერებების მისაღებად და აგრეთვე საწვავად.

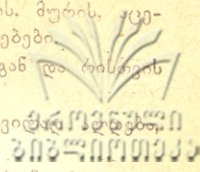
თანმხლები გაზებისაგან ქიმიური ვალამუშაგებისათვის გამოიყოფენ ინდივიდუალურ ნახშირწყალბადებსაც — ეთანს, პროპანს, ნ-ბუტანსა და სხვ. მათგან ლებულობენ უჯერ ნახშირწყალბადებს. გაიხსენეთ, რომელი რეაქციების საშუალებით შეიძლება ამის განხორციელება.

1. შეადგინეთ ბუნებრივი გაზისაგან (მეთანისაგან) წყალბადის, მურის, აცეტილენისა და ქლორნაწარმების მიღების რეაქციების განტოლებები.

2. რა პროდუქტებს გამოყოფენ ნავთობის თანმხლები გაზისაგან და რისთვის იყენებენ მათ?

3. როგორ ახსნით, რომ ძრავაში გაზის ბენზინი უფრო ადვილად ვიდრე ჩვეულებრივი?

4. მოიყვანეთ ქიმიური რეაქციების რამდენიმე განტოლება, რომლებიც გვიჩვენებს ნავთობის თანმხლებ გაზში შემავალი ბუტანის ქიმიური გამოყენების შესაძლო მიმართულებებს.



§ 20. ნავთობი. ნავთობპროდუქტები

ნავთობის ფიზიკური თვისებები და შედგენილობა. ნავთობი ჩვეულებრივ მუქი ფერის ზეთისებრი, თავისებურსუნიანი საწვავი სითხეა. ის წყალზე ცოტათი მსუბუქია და წყალში არ იხსნება.

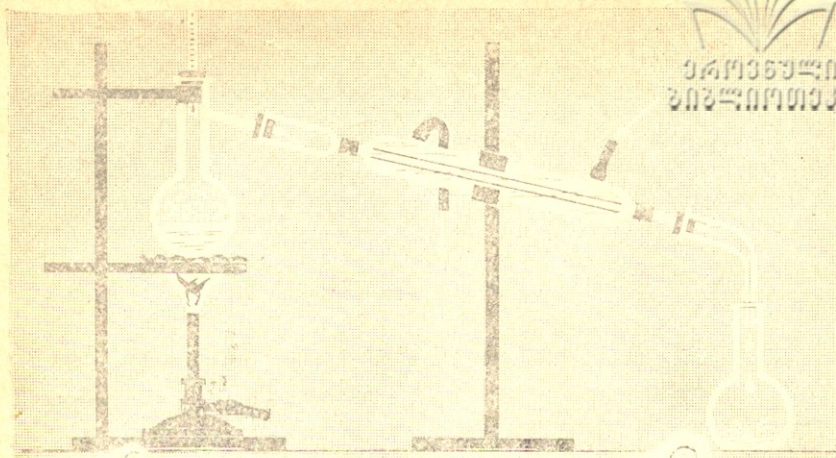
ნავთობი რომ ძირითადად ნახშირწყალბადების ნარევია, ადვილად დასტურდება ცდით. 29-ე სურათზე გამოსახულ ხელსაწყოში ნავთობის გაცხელებისას შეიმჩნევა, რომ ის განსაზღვრულ ტემპერატურაზე კი არ გამოიხდება, რაც ინდივიდუალური ნვთიერებებისათვისაა დამახასიათებელი, არამედ ტემპერატურათა ფართო ინტერვალში. პირველად, ზომიერი გაცხელებისას, გამოიხდება უმთავრესად მცირე მოლეკულური მასის მქონე ნვთიერებები, რომელთაც დუდილის დაბალი ტემპერატურა აქვთ. შემდეგ, უფრო მაღალ ტემპერატურაზე, იწყება დიდი მოლეკულური მასის მქონე ნვთიერებების გამოხდა.

ნავთობების შედგენილობა ერთნაირი არ არის, მაგრამ ყველა ისინი შეიცავენ სამი სახის ნახშირწყალბადს — პარაფინებს (უმთავრესად ნორმალური აღნაგობისას), ციკლოპარაფინებსა (ნაფთენებს) და არომატულს, თუმცა სხვადასხვა საბადოს ნავთობებში ამ ნახშირწყალბადების თანფარდობა სხვადასხვანაირია.

მაგალითად, მანგიშლაყის ნავთობი მდიდარია ნაჯერი ნახშირწყალბადებით, ბაქოს ნავთობი კი — ციკლოპარაფინებით.

ნახშირწყალბადების გარდა ნავთობში უფრო მცირე რაოდენობით მოიპოვება ორგანული ნაერთები, რომელთა შედგენილობაში შედის ქანგბადი, აზოტი, გოგირდი და სხვა ელემენტები. ნავთობში არის მაღალმოლეკულური ნაერთებიც ფისებისა და ასფალტის ნვთიერებების სახით. ნავთობი ასობით სხვადასხვა ნაერთს შეიცავს.

ნავთობპროდუქტები და მათი გამოყენება. ვინაიდან ნავთობი სხვადასხვა მოლეკულური მასის მქონე ნახშირწყალბადების ნარევია, რომლებსაც სხვადასხვა დუდილის ტემპერატურა აქვს, ამიტომ გამოიხდით მას-ყოფენ ცალკეულ ფრაქციებად (დისტილატებად). მათგან იღებენ ბენზინს, რომელიც შეიცავს C_5-C_{11} ნახშირწყალბადებს და



სურ. 29. ნავთობის გამოხდა ლაბორატორიაში.

40°-დან 200°C-მდე ინტერვალში დუღს; ლიგროინს, რომელიც შეიცავს C_8 — C_{14} ნახშირწყალბადებს 150°-დან 250°C-მდე დუღილის ტემპერატურით; ნავთს, რომელიც შეიცავს C_{12} — C_{18} ნახშირწყალბადებს 180°-დან 300°C-მდე დუღილის ტემპერატურით, და შემდეგ გაზოილს. ეს ეგრეთ წოდებული ლია ფერის ნავთობპროდუქტებია.

ბენზინი გამოიყენება საწვავად დგუშიანი ძრავების მქონე ავტომობილებსა და თვითმფრინავებში. ბენზინს იყენებენ აგრეთვე ზეთების, კაუჩუკის გამსხნელად, ქსოვილების გასაწმენდად და ა. შ. ლიგროინი იხმარება საწვავად ტრაქტორებისათვის, ნავთი — საწვავად ტრაქტორების, რეაქტიული თვითმფრინავებისა და რაკეტებისათვის. გაზოილს იყენებენ საწვავად დიზელებისათვის.

ნავთობისაგან ლია ფერის პროდუქტების გამოხდის შემდეგ რჩება ბლანტი სითხე — მახუთო დამატებითი გამოხდით მახუთისაგან მიიღება, საპოხი ზეთები — საავტოტრაქტორო, საავიაციო, დიზელეებისა და სხვ.

საპოხ ზეთებად გადამუშავების გარდა, ქიმიური გადამუშავებით მახუთი გარდაიქმნება ბენზინად (იხ. ქვემოთ) და აგრეთვე გამოიყენება თხევად საწვავად საქვებე დანადგარებში.

ზოგიერთი ხარისხის ნავთობისაგან გამოყოფენ მყარი ნახშირწყალბადების ნარევის — პარაფინს; მყარი და თხევადი ნახშირწყალბადების შერევით ვაზელინი მიიღება. გაიხსენეთ, რაში იყენებენ პარაფინსა და ვაზელინს.

ბენზინის დეტონაციური მედეგობა. ყოველი ბენზინის, როგორც თხევადი საწვავის, ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი დამნაშავე ბელი თვისებაა მისი დეტონაციური მედეგობა.

საქართველო
საბჭოთა კავშირი

დეტონაციის მოვლენა რომ გავიგოთ, გავისწავლოთ, როგორ მუშაობს დეტონაციის წიგნის შიგნით, ძრავას ცილინდრში შეიწოვება ბენზინის ორთქლისა და ჰაერის ნარევი, რომელიც დგუშით შეიკუმშება და ელექტრული ნაპირწყლის საშუალებით ცეცხლი მოეკიდება. ნახშირწყალბადების წვის დროს წარმოქმნილი გაზები ფართოდება და მუშაობას ასრულებს; რაც უფრო ძლიერად შეიკუმშება ბენზინის ორთქლისა და ჰაერის ნარევი, ძრავა, მით უფრო მეტ სიმძლავრეს აეთმარებს და ამის გამო შედარებით ნაკლები საწვავი იხარჯება. აღმოჩნდა, რომ ყველა ხარისხის ბენზინი ვერ უძლებს ძლიერ შეიკუმშვას. ზოგიერთი ნახშირწყალბადი შეიკუმშვისას ნაადრევად ალდება და არაჩვეულებრივი სისწრაფით იწვის ფეთქებით. დგუშზე ფეთქების ტალღის დარტყმისას ცილინდრში შეიმჩნევა მკვეთრი ხმაური, დეტალში ნაადრევად იცეცხება, ძრავას სიმძლავრე ეცემა. ბენზინის ასეთ ფეთქებად წვას დეტონაცია ეწოდება.

დეტონაციისადმი ყველაზე ნაკლები მედეგობა ახასიათებს ნორმალური აღნაგობის პარაფინებს. განსტობებული ნახშირწყალბადები, აგრეთვე უჯერი და არომატული ნახშირწყალბადები დეტონაციისადმი უფრო მდგრადები. ისინი უძლებენ საწვავი ნარევის ძლიერ შეიკუმშვას და, მაშასადამე, უფრო მძლავრი ძრავების კონსტრუირების შესაძლებლობას იძლევიან.

ბენზინების დეტონაციური მედეგობის რაოდენობითი დახასიათებისათვის შემუშავებულია ოქტანური სკალა. თითოეული ნახშირწყალბადი და თითოეული ხარისხის ბენზინი განსაზღვრული ოქტანური რიცხვით ხასიათდება. იზოოქტანის (2, 2, 4-ტრიმეთილპენტანის) ოქტანური რიცხვი, რომელიც ხასიათდება მაღალი დეტონაციური მედეგობით, მიღებულია 100-ად. ნ-პენტანი მეტად ადვილად დეტონირდება, მისი ოქტანური რიცხვი 0-ით აღინიშნება. პენტანისა და იზოოქტანის ნარევეს აქვს ოქტანური რიცხვები, რომლებიც მათში იზოოქტანის შემცველობის ტოლია (პროცენტობით).

ასეთი სკალის გამოყენებით განსაზღვრავენ ბენზინების ოქტანური რიცხვს. თუ ამბობენ, რომ ბენზინს აქვს ოქტანური რიცხვი 76, ეს იმას ნიშნავს, რომ ცილინდრში ის ისეთსავე უდეტონაციო შეიკუმშვის შესაძლებლობას იძლევა, როგორსაც 76% იზოოქტანისა და 24% პენტანის ნარევი.

ნავთობისაგან მიღებულ ბენზინებს შედარებით დაბალი ოქტანური რიცხვები აქვს, განსაკუთრებით, თუ მათში პარაფინები ბევრია. იყენებენ რა გადამუშავების სპეციალურ ხერხებს, რომლებსაც შემდეგ გავცნობით, ლეზულობენ უფრო მაღალი ოქტანური რიცხვების მქონე ბენზინებს.

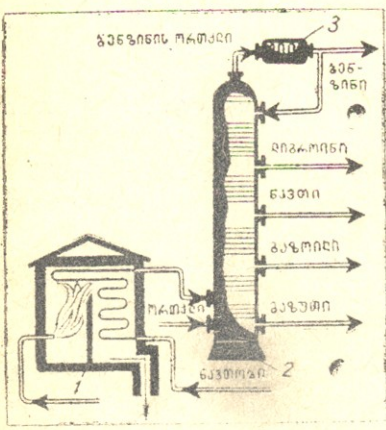
5. შეიძლება თუ არა ნავთობის შედგენილობა გამოისახოს ერთი მოლეკულური ფორმულით? პასუხი განმარტეთ.
6. დაახლოებით მიუთითეთ ტემპერატურული ინტერვალები, რომლებშიც იწყებს დუღილს: ა) ბენზინი, ბ) ნავთი, გ) ლიგროინი.
7. რა არის: ა) დეტონაცია, ბ) ოქტანური რიცხვი?
8. რა გავლენას ახდენს ნახშირწყალბადების აღნაგობა მათ დეტონაციურ მდგომარეობაზე?
9. დასახელეთ უმნიშვნელოვანესი ნავთობპროდუქტები და აღნიშნეთ მათი გამოყენება.

გაიგეთ, რომელი მარკის ბენზინი გამოიყენება თქვენი ქარხნის, კოლმეურნეობის, სკოლის ავტომანქანებში. როგორია მისი ოქტანური რიცხვი?

§ 21. ნავთობის გადამუშავება

ახლა გავეცნოთ, მრეწველობაში როგორ ღებულობენ სახალხო მეურნეობისათვის საჭირო ნავთობპროდუქტებს.

ბუნებრივი ნავთობი ყოველთვის შეიცავს წყალს, მინერალურ მარილებსა და ნაირგვარ მექანიკურ მინარევს. ამიტომ ვიდრე გადაუშავებას შეუდგებთან, ნავთობს გაუწყლოებენ, გაამტკნარებენ და რიგ წინასწარ ოპერაციებს ჩაატარებენ.



სურ. 30. ნავთობის უწყვეტი გამოხდის მილოვანი დანადგარის სქემა: 1 — მილოვანი ლუმელი; 2 — სარექტიფიკაციო სვეტი; 3 — მაკივარი.

ნავთობის გამოხდა. ნავთობპროდუქტების მიღების ხერხი თანამიმდევრობით ფრაქციებად ნავთობის გამოხდის გზით, როგორც ამას ლაბორატორიაში ახორციელებენ (სურ. 30), სამრეწველო პირობებისათვის მიუღებელია. ეს საკმაოდ არამომოგებლურია. დიდ ხარჯს მოითხოვს და ვერ უზრუნველყოფს ნახშირწყალბადების ზუსტ დანაწილებას ფრაქციებად მათი მოლეკულური მასების შესაბამისად. უწყვეტი მოქმედების მილოვანი დანადგარებში ნავთობის გამოხდის ხერხი მოკლებულია ყველა ამ ნაკლოვანებას (სურ. 30).

დანადგარი შედგება ორი ძირითადი აპარატისაგან — ნავთობის გამხურებელი მილოვანი ლუმელისა და სარექტიფიკაციო სვეტისაგან. რომელშიც ნავთობი იყოფა ფრაქციებად (დისტილატებად) — ნახშირწყალბადების ცალკეულ ნარევებად — ბენზინად, ლიგროინად, ნავთად და ა. შ. მათი დუღილის ტემპერატურების შესაბამისად.

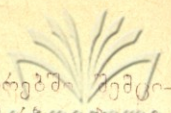
მილოვან ღუმელში მოთავსებულია კლაკნოლი გრძელი მილსადენი. ღუმელს ახურებენ მასუთით ან გაზით. მილსადენში განუწყვეტლად მიეწოდება ნავთობი, რომელიც თბოგადამცემებში ცხელდება გამოხდის პროდუქტების სითბოს ხარჯზე. მილსადენში ნავთობი 320—350°C-მდე ცხელდება და სითბოსა და ორთქლის ნარევის სახით შედის სარექტიფიკაციო სვეტში.

სარექტიფიკაციო სვეტი დაახლოებით 40 მ სიმაღლის ფოლადის ცილინდრული აპარატია. მასში რამდენიმე ათეული ჰორიზონტალურ-ხვრეტილებიანი ტიხარია, ე. წ. თეფშები. ნავთობის ორთქლი შედის სვეტში, ზევით მიემართება და თეფშების ხვრეტილებში გაივლის. ზევით მოძრაობისას ორთქლი თანდათან ცივდება და ამა თუ იმ თეფშეზე თხევადდება დუდილის ტემპერატურის შესაბამისად. ნაკლებად აქროლადი ნახშირწყალბადები პირველივე თეფშებზე თხევადდება და გაზოილის ფრაქციას წარმოქმნის. უფრო აქროლადი ნახშირწყალბადები მალე გროვდება და ნავთის ფრაქციას წარმოქმნის, კიდევ უფრო მალე ლიგროინის ფრაქცია გროვდება, ყველაზე უფრო აქროლადი ნახშირწყალბადები სვეტიდან ორთქლის სახით გამოდის და ბენზინს წარმოქმნის. ბენზინის ნაწილს სვეტში აბრუნებენ მოსარწყავად, რაც ხელს უწყობს ნახშირწყალბადების აღმავალი ორთქლის გაცივებასა და კონდენსაციას.

სვეტში შემავალი ნავთობის თხევადი ნაწილი თეფშებით ქვევით ჩამოედინება და მასუთს წარმოქმნის. მასუთში შეკავებული აქროლადი ნახშირწყალბადების აორთქლების გასაადვილებლად, ქვევიდან მასუთის მოძრაობის შემხვედრი მიმართულებით, გადახურებულ ორთქლს აწოდებენ.

წარმოქმნილი ფრაქციები სვეტიდან გადმოედინება განსაზღვრული დონეებიდან. შემდეგ მიღებულ დისტილატებს (გაონახადებს) მინარეგებისაგან ასუფთავებენ გოგირდმყავათი, ტუტითა და სხვა საშუალებებით. ნავთობსახდელ დანადგარებში ლიგროინსა და ნავთს სწორად ცალ-ცალკე კი არ დებულობენ, არამედ გამოყოფენ ლიგროინ-ნავთის საერთო ფრაქციას — რექტიფილი საწვავის ფრაქციას.

გამოხდის შედეგად დარჩენილი მასუთი დიდი რაოდენობით მძიმე ნახშირწყალბადებს ძვირფასი ნარეგია. როგორც აღვნიშნეთ, მისი დამატებითი გამოხდით მიიღება საპონი ზეთები. გამოხდის პროცესში მასუთი ფრაქციებად რომ დავყოთ, ცხელია, მისი გაცხელება აუცილებელია არა 350°C-მდე, როგორც ნავთობის გამოხდისას, როდესაც ის თხევადი რჩებოდა, არამედ გაცილებით უფრო მაღალ ტემპერატურამდე. მაგრამ აღმოჩნდა, რომ მასუთის შედგენილობაში შემავალი ნახშირწყალბადების მოლეკულები ასეთ ძლიერ გაცხელებას ვერ უძლებს და დაშლას იწყებს.



ამიტომ გამოხდას ატარებენ ე. წ. ვაკუუმ-დანადგარებში შემცირებული წნევის დროს. ამ პირობებში მასუთის ნახშირწყალბადის უფრო დაბალ ტემპერატურაზე დაუშლელად გადადის მდგომარეობაში.

ვაკუუმ-დანადგარი გარეგნულად ნავთობის გამოსახდელ დანადგარს მოგვაგონებს. მასუთი ჯერ მიღოვან ღუმელში ცხელდება, შემდეგ ის სარექტიფიკაციო სვეტში შედის.

ზემოგანხილულის მსგავსი პროცესების შედეგად სვეტში მასუთის ორთქლი ფრაქციებად დაიყოფა. გასუფთავების შემდეგ მათგან სხვადასხვა საპოხი ზეთი მიიღება. სვეტის ფსკერიდან გამოიყოფა მასუთის გამოუხლეელი ნაწილი — გუ დ რ ო ნ ი.

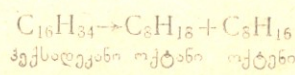
ნავთობისა და მასუთის გამოსახდელ დანადგარებს ჩვეულებრივ ერთად აგებენ ისე, როგორც ატმოსფერულ-ვაკუუმურ დანადგარებს. ატმოსფერულ ნაწილში ხდიან ნავთობს, ვაკუუმურში — მასუთის (სურ. 31).

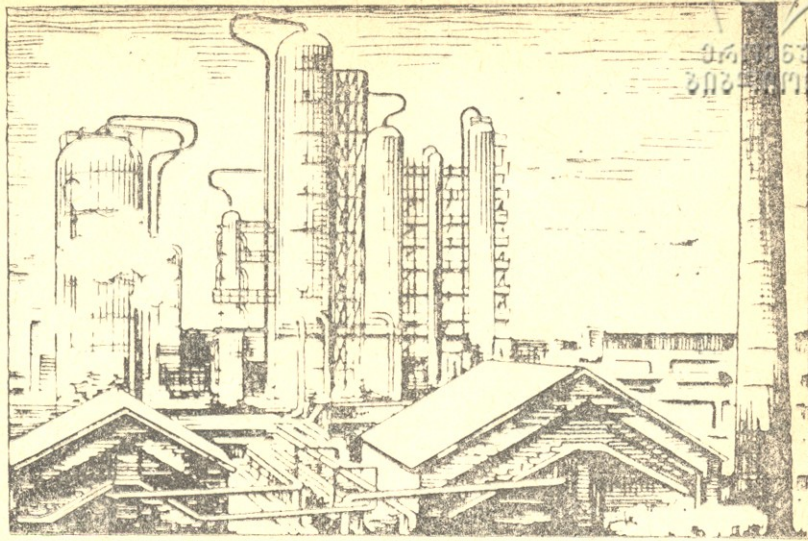
ნავთობპროდუქტების კრეკინგი. ნავთობის გამოხდისას მიღებულ ბენზინს არ შეუძლია დააკმაყოფილოს მასზე მზარდი მოთხოვნები. ნავთობგალამმშეშავებელი მრეწველობის წინაშე დაისახა სერიოზული ამოცანა — ბენზინის მიღების დამატებითი წყაროების გამონახვა. საიდან შეიძლება ბენზინის მიღება, თუ გამოხდის დროს ნავთობის ყველა ადვილმდლულარე ნახშირწყალბადი მისგან გამოიყოფილია?

გავიხსენოთ, რომ ატმოსფერული წნევის პირობებში მასუთის გამოხდა არ შეიძლება. ვინაიდან ძალიან ტემპერატურაზე მისი შემადგენელი ნახშირწყალბადების მოლეკულები დაშლას იწყებენ. სწორედ ამ მოვლენითაა გაპირობებული ბენზინის დამატებითი წყაროს მიღება. თუ ნახშირწყალბადების დიდი მოლეკულები ძლიერი გახურებისას იშლება უფრო მცირე მოლეკულებად, მაშასადამე, ამ გზით შეიძლება მივიღოთ ისეთი მოლეკულები, რომლებიც ბენზინის ფრაქციას შეესაბამება. ამ მოვლენას გავეცნოთ ცლით.

ძლიერ აღზე გახურებულ რკინის მილში ძაბრით წვეთობით ჩავსხათ ნავთი ან საპოხი ზეთი (სურ. 32). შევნიშნავთ, რომ ძალიან მაგვარ მილში სითხე დაკროვდება, ხოლო ცილინდრში, წყლის მილში — გაზი. ეს იმის ნიშანია, რომ მილში ქიმიური რეაქცია მიმდინარეობს. ასეთი დასკვნა შეიძლება მიღებული პროდუქტების შემოწმებითაც დადასტურდეს. სითხეც და გაზიც ბრომიან წყალს აუფერულებს, საწყისი პროდუქტი კი, თუ ის საკმაოდ სუფთა იყო, მას არ გააუფერულებს.

ცდის შედეგები იმით აიხსნება, რომ გახურებისას მოხდა ნახშირწყალბადების დაშლა, მაგალითად:

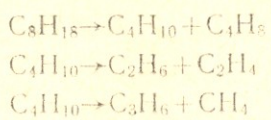




სურ. 31. ატმოსფერულ-ვაკუუმური დანადგარის სერთო ხელი.
წინა პლანზე — მილოვანი ლუმელები.

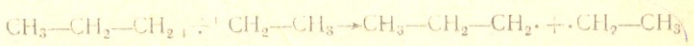
წარმოიქმნა ბენზინის შესატყვისი დაბალი მოლეკულური მასის მქონე ნაჯერი და უჯერი ნახშირწყალბადების ნარევი.

მიღებული ნივთიერებები შეიძლება ნაწილობრივ კიდევ დაიშალოს, მაგალითად:

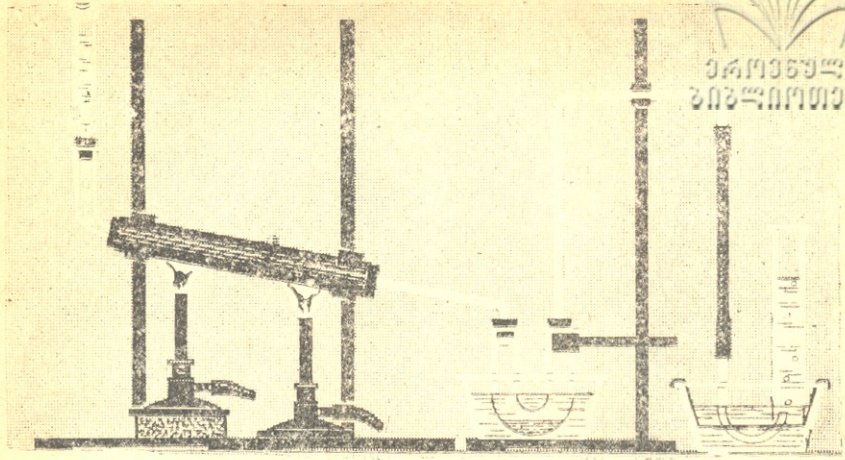


მსგავსი რეაქციების შედეგად წარმოიქმნება აირადი ნივთიერებები, რომლებიც ცაში ჩვენც აღმოვაჩინეთ.

მაღალი ტემპერატურის მოქმედებით ნახშირწყალბადების დაშლა მიმდინარეობს თავისუფალი რადიკალების წარმოქმნით. განვიხილოთ ეს პროცესი პენტანის მაგალითზე. ძლიერი გახურებისას ქიმიური ბმები მოლეკულაში ნაკლებად მტკიცე ხდება, რომელიც მათგანი წყდება თავისუფალი რადიკალების წარმოქმნით:

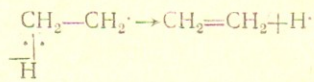


გაუწყვილებელი ელექტრონების მქონე ნაწილაკები, როგორც ვიცით, არახანგამძლეა. მათ უნდა განიცადონ სტაბილიზაცია. ეს შეიძლება სხვადასხვაგვარად მოხდეს.

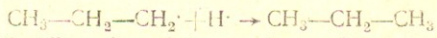


სურ. 32. ხეთის კრეკინგი ლაბორატორიაში

მაგალითად, ზოგ მათგანში დამყარდება ორმაგი ბმა მეზობელი ნახშირბადის ატომისაგან წყალბადის ატომის ჩამოცილების შედეგად:



სხვებში, კ. პირიქით, წყალბადის ატომი მიუერთდება თავისუფალ რადიკალს:



ნეთანის ნახშირწყალბადების უფრო აქროლად ნეთიერებებად დაშლის პროცესს ეწოდება კრეკინგი (სიტყვა „კრეკინგი“ ნიშნავს „გახლეჩას“). კრეკინგი საშუალებას იძლევა მნიშვნელოვნად გააღვიძოთ ბენზინის გამოსავალი ნეთანისაგან.

სამრეწველო კრეკინგ-პროცესი 1891 წ. გამოიგონა რუსმა ინჟინერმა ვ. გ. შუხოვმა. პრაქტიკული გამოყენება რუსეთში შან მხოლოდ დიდი ოქტომბრის რევოლუციის შემდეგ პოვა.

არსებობს კრეკინგის ორი ძირითადი სახე — თერმული, როდესაც ნახშირწყალბადების მოლეკულების გახლეჩა მაღალ ტემპერატურაზე მიმდინარეობს, და კატალიზური, რომელიც უფრო დაბალ ტემპერატურაზე კატალიზატორების გამოყენებით მიმდინარეობს.

თერმულ კრეკინგს მრეწველობაში ახორციელებენ ნეთანბროდუქტების, მაგალითად, მახუთის გატარებით მილოვან ლუმელში. სადაც ის ცხელდება დაახლოებით 470—550°C-მდე რამდენიმე მეგაპასკალი წნევის პირობებში (რომ ნახშირწყალბადები თხევად მდგომარეობაში დარჩეს). ასეთ პირობებში ხდება ნახშირწყალბადების კრეკინგი — მიმდინარეობს ზემოაღნიშნულის მსგავსი რეაქციები. წარმოქმნილი

თხევადი და აირადი ნივთიერებების ნარევის დასაყოფად კრეკინგის პროდუქტებს შეუშვებენ სარეკტიფიკაციო სვეტში.

თერმული კრეკინგის ბენზინი პირდაპირი გამოხდის არსებითად იმით განსხვავდება, რომ შეიცავს უჯერ ნახშირწყალბადებს. ვინაიდან მათ უფრო მაღალი ოქტანური რიცხვი აქვთ, ვიდრე ნაჯერ ნახშირწყალბადებს, კრეკინგ-ბენზინს მეტი დეტონაციური მედეგობა ახასიათებს პირდაპირი გამოხდის ბენზინთან შედარებით. თუმცა ასეთი ბენზინი შენახვისას ნაკლებად მედეგია, ვინაიდან უჯერი ნახშირწყალბადები ქანგვისა და პოლიმერიზაციის შედეგად დროთა განმავლობაში გაიფისება. ეს ფისისებრი პროდუქტები ანაგვიანებენ ბენზინსადენ მიღებს, წარმოქმნიან ნამწვს ცილინდრის კედლებზე, სარკვლებსა და ძრავას სხვა ნაწილებზე. შენახვისას კრეკინგ-ბენზინი რომ უფრო მედეგი გახდეს, მას ამატებენ ნივთიერებებს — ანტიდამქან-გავეებს, რომლებიც ხელს უშლის გაფისებას. თერმული კრეკინგის გაზები მდიდარია უჯერი ნახშირწყალბადებით (სურ. 33).

რაც უფრო მაღალია კრეკინგის ტემპერატურა, მით მეტი რაოდენობით წარმოიქმნება უჯერი ნაერთებით მდიდარი გაზები. ამიტომ ზოგჯერ ნავთობპროდუქტების მაღალტემპერატურულ კრეკინგს (მას პირბოლიზი ეწოდება) ახორციელებენ სპეციალურად აირადი უჯერი ნახშირწყალბადების მისაღებად. ასეთ შემთხვევაში პროცესს ატარებენ $650-750^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე. ასეთი კრეკინგის დროს გაზებთან ერთად წარმოიქმნება თხევადი არომატული ნაერთები, რომლებიც აგრეთვე ძალიან ძვირფასი პროდუქტებია.

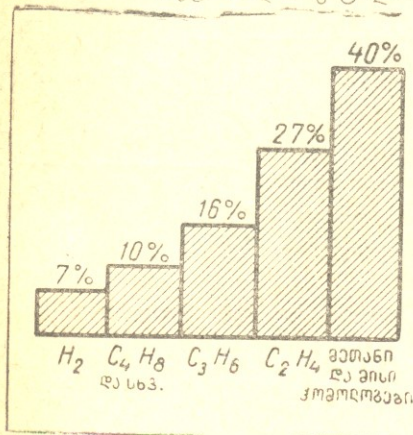
კატალიზური კრეკინგის ატარებენ ბუნებრივი ან სინთეზური ალუმინილიკატების თანაობისას. კატალიზატორების გამოყენების გამო პროცესის ჩატარება შესაძლებელი ხდება რამდენადმე უფრო დაბალ ტემპერატურაზე ($450-500^{\circ}\text{C}$), დიდი სიჩქარით, და უკეთესი ხარისხის ბენზინი მიიღება.

კატალიზური კრეკინგის პირობებში დახლეჩის რეაქციებთან ერთად მიმდინარეობს იზომერიზაციის რეაქციები, ე. ი. ნორმალური აღნაგობის ნახშირწყალბადების განშტოებულ ნახშირწყალბადებად გარდაქმნა. უჯერი ნახშირწყალბადები აქ ნაკლები რაოდენობით წარმოიქმნება, ვიდრე თერმული კრეკინგის დროს. ეს გავლენას ახდენს წარმოქმნილი ბენზინის ხარისხზე. ვინაიდან განშტოებული ნახშირწყალბადების არსებობა ძალიან აღიღებს მის ოქტანურ რიცხვს, ხოლო უჯერი ნაერთების რაოდენობის შემცირება ბენზინს შენახვისას უფრო მდგრადს ხდის.

კატალიზური კრეკინგის ტექნიკური განხორციელება მეტად რთული იყო. კრეკინგის პროცესში კატალიზატორი სწრაფად იფარებოდა ნახშირწყალბადების დაშლის არააქროლადი პროდუქტებით, როგორც

ამბობენ. იკოქსებოდა და რამდენიმე წუთის შემდეგ თავის აქტივობას კარგავდა. საჭირო იყო კრეკინგის შეწყვეტა და კატალიზატორის აქტივობის აღდგენა დალექილი კოქსის გამოწვევით.

კრეკინგ-პროცესს თითქოს განვითარების პერსპექტივა არ აქვს. მაგრამ აქ მას საინჟინრო ხელოვნება დაეხმარა. კონსტრუირებულ იქნა დანადგარები, რომლებიც კატალიზატორის ცირკულაციის პრინციპით მოშაობს (რეაქტორიდან კატალიზატორი განუწყვეტლივ გადადის რეგენერატორში, სადაც აღიდგენს თავის აქტივობას, შემდეგ კი განუწყვეტლად ისევ რეაქტორში გადადის). ამის გარდა განხორციელდა პროცესის ჩატარება „მდულარე შრეში“ (რაც ჩვენთვის გოგირდმჭავას წარმოებიდანაა ცნობილი). აი როგორაა მოწყობილი და მუშაობს ამ ტიპის დანადგარი (სურ. 34).



მილოვანი ღუმელიდან გამოშვებული ნედლეული (გაზოილი) $600^{\circ}C$ -მდე გახურებულ მტვრისებრ კატალიზატორს შეერევა, აორთქლდება და მილსადენებით განუწყვეტლივ შედის რეაქტორში.

სურ. 33. ერთ-ერთი სახის თერმული კრეკინგის გაზის სანიმუშო შედგენილობა.

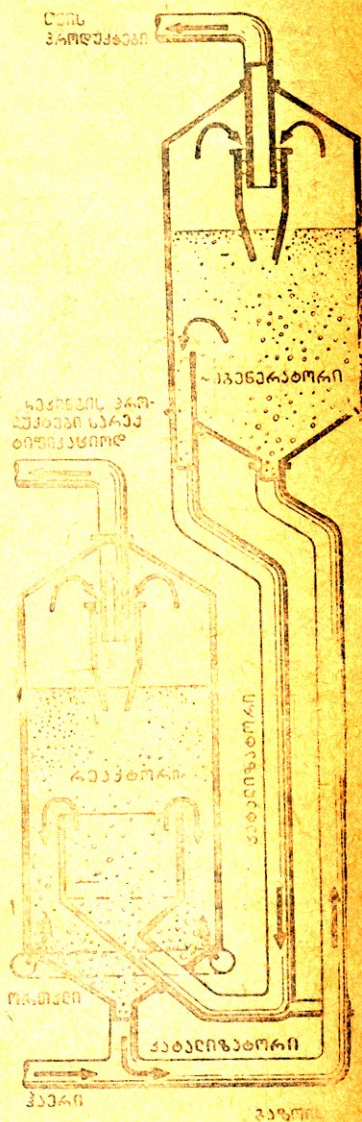
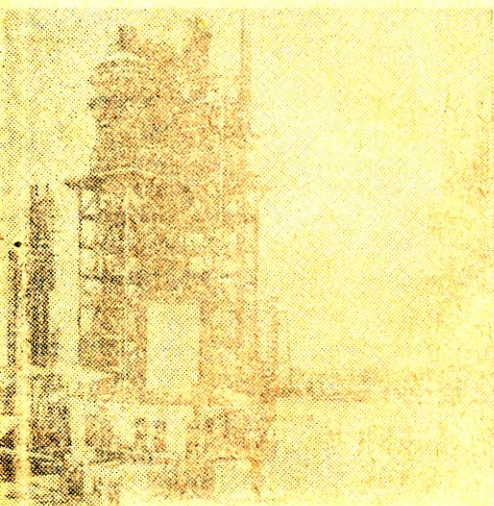
ვინაიდან რეაქტორის ტევადობა დიდია, მასში ნაკადის სიჩქარე მკვეთრად მცირდება და კატალიზატორის ნაწილაკები წარმოქმნის არამკვერივ შრეს, რომელშიც ისინი ინტენსიურად ირევიან როგორც მდულარე სითხეში. კრეკინგის ძირითადი პროცესი სწორედ აქ ხდება.

კრეკინგის პროდუქტები აღის რეაქტორის ზედა ნაწილში, ვაივლის საწმენდებში, სადაც წატაცებული კატალიზატორის ნაწილაკებისაგან თავისუფლდება, და შემდეგ სარექტიფიკაციო მდინება.

კატალიზატორი, რომელიც კრეკინგის პროცესში დაშლის პროდუქტებით იფარება, განუწყვეტლივ გადაის რეაქტორიდან, მას წარიტაცებს ჰაერის ნაკადი და რეგენერატორში გადააქვს.

რეგენერატორში იგივე მდულარე შრის პრინციპით ხდება კატალიზატორიდან მინარევეების გამოწვა. შემდეგ ის კვლავ რეაქტორში შედის და გზადაგზა ნედლეულის ნაკადს შეერევა.

კატალიზური კრეკინგის გარდა, მეტად მნიშვნელოვანი სამრეწველო კატალიზური პროცესია ნახშირწყალბადებზე არომატიზაცია — პარაფინებისა და ციკლოპარაფინების გარდაქმნა არომატულ ნახშირწყალბადებად. მაგალითისათვის გაიხსენეთ, რო-



სურ. 34. „მდულარე შრეში“ კატალიზური კრეკინგის დახატვა.

გორ შეიძლება ჰექსანისა და ციკლოჰექსანის გარდაქმნა ბენზოლად.

არომატიზაციის პროცესი ხდება ბენზინების რაფინირების (გაკეთილშობილების) დროს — მათი გახურებისას პლატინის კატალიზატორის თანაობით. ამ დროს არომატული ნახშირწყალბადების წარმოქმნის გამო საწვავის ოქტანური რიცხვი საგრძნობლად მატულობს.

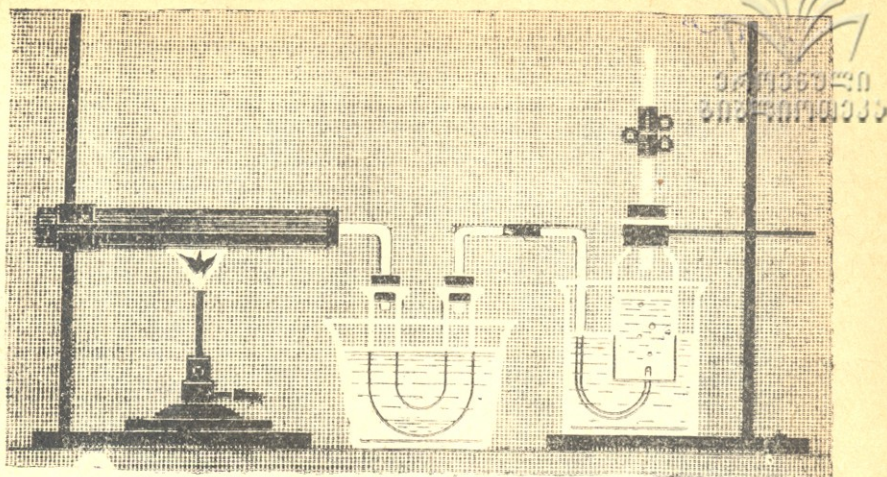
ნავთობპროდუქტების გადამუშავების კატალიზური მეთოდები ახლა სწრაფი ტემპით ვითარდება.

ნავთობის ნახშირწყალბადებისა და გაზის ქიმიური გადამუშავებით ამჟამად ლებულობენ მრავალ ორგანულ ნივთიერებას, რომლებიც საჭიროა სახალხო მეურნეობისათვის. ამით არის დაკავებული წარმოების სპეციალური დარგი — ნავთობქიმიური მრეწველობა. ნავთობქიმიურ პროცესებს ჩვენ ხშირად შევხვდებით ორგანული ნივთიერებების მიღების ხერხების შემდგომი შესწავლისას.

- 7 10. რა ფიზიკური მოვლენები უდევს საფუძვლად ნავთობის დაყოფას ფრაქციებად?
- ▲ 11. რა მსგავსება და რა განსხვავებაა კრეკინგ-პროცესსა და ნავთობის გამოხდას შორის?
12. შეადგინეთ განტოლებები ზოგიერთი რეაქციისა, რომლებიც $C_{12}H_{26}$ ნახშირწყალბადის კრეკინგის დროს მიმდინარეობს.
13. რა პირობებში ხორციელდება: ა) თერმული კრეკინგი, ბ) კატალიზური კრეკინგი?
14. არსებითად რით განსხვავდება თერმული და კატალიზური კრეკინგის გაზების შედგენილობა?
15. რაში მდგომარეობს მალალტემპერატურული კრეკინგის (პირთლიზის) თავისებურებები და რისთვისაა ის განკუთვნილი?
16. შეადარეთ შედგენილობისა და დეტონაციური მედეგობის მიხედვით პირდაპირი გამოხდის ბენზინი და კრეკინგ-ბენზინი. პრაქტიკულად როგორ განსხვავდებიან ამ ორი ზარისხის ბენზინს?
17. სხვა წარმოებებთან რა საერთო ნეცნიერული პრინციპები შეგიძლიათ მოეთითოთ ნავთობპროდუქტების კატალიზური კრეკინგის დანადგარის მუშაობაში?
18. რა არის ნახშირწყალბადების არომატიზაცია? რა მიზნით ხორციელდება ის?

§ 22. კოვალენტური ნარეოვება

ნავთობის გადამუშავებასთან ერთად არომატული ნახშირწყალბადების სამრეწველო მიღების მნიშვნელოვანი წყაროა ქვანახშირის კრეკინგა.



სურ. 35. ქვანახშირის კოქსვა ლაბორატორიაში.

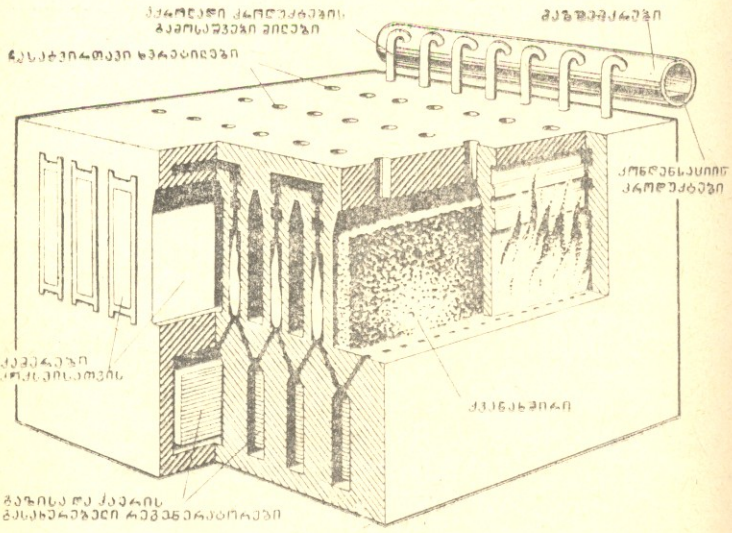
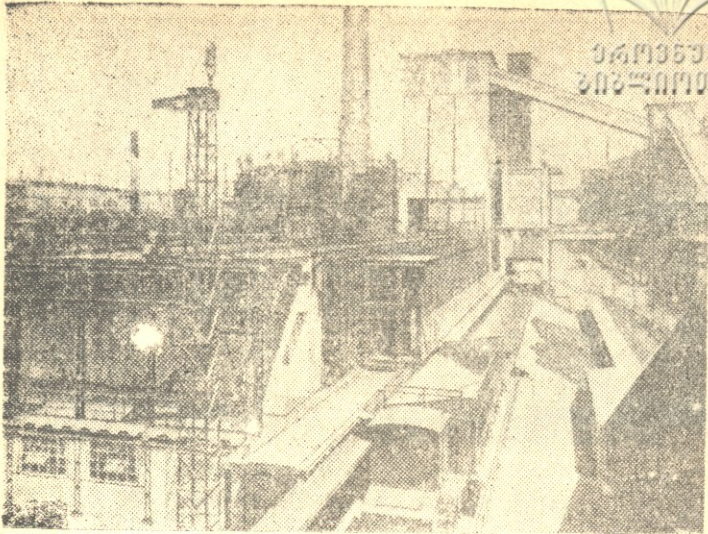
კოქსვის პროცესი შეიძლება ლაბორატორიაში ჩატარდეს (სურ. 35). თუ ქვანახშირის რკინის მილში ჰაერის შეუღწევად ძლიერ გავახურებთ, მაშინ რამდენიმე ხნის შემდეგ შეიძლება შევამჩნიოთ გაზებისა და ორთქლის გამოყოფა. H_2 -მაგვარ მილში კონდენსირდება ფისი, რომელსაც არასასიამოვნო სუნი აქვს, და მის თავზე კი ამიაკის შემცველი წყალია. გამავალი გაზები ჭურჭელში წყლის ზედაპირზე გროვდება. ცდის შემდეგ რკინის მილში კოქსი რჩება. დაგროვილი გაზი კარგად იწვის, მას კოქსის გაზი ეწოდება.

ამრიგად, ჰაერის შეუღწევად ქვანახშირის გახურებისას წარმოიქმნება ოთხი ძირითადი პროდუქტი: კოქსი, ქვანახშირის ფისი, ამიაკიანი წყალი, კოქსის გაზი.

კოქსიმიურ წარმოებას ნახშირის კოქსის ლაბორატორიულ ცდასთან ბევრი საერთო აქვს, ის თითქოს მას დიდი მასშტაბით იმეორებს.

სამრეწველო საკოქსავი ლუმელი (სურ. 36) შედგება გრძელი ვიწრო კამერისაგან; რომელშიც ზევიდან ხვრეტილებში გავლით ქვანახშირი ჩაიტვირთება, და შემთბობი შუაკედლებისაგან, რომელთა არხებშიც იწვის აირადი სათბობი (კოქსის ან ბრძმელის გაზი).

რამდენიმე ათეული ასეთი კამერა შეადგენს საკოქსავი ლუმელების ბატარეას. წვის უფრო მაღალი ტემპერატურის მისაღწევად გაზი და ჰერი წინასწარ ხურდება რეგენერატორებში, რომლებიც განლაგებულია კამერების ქვეშ იმის მსგავსად, როგორც ეს ხორციელდება ფოლადის მარტენული ხერხით წარმოებაში.



სურ. 36. საკოქსავი ღუმელების ბატარეა.

1000°C-მდე გახურებისას რთული ორგანული ნივთიერებები, რომლებიც ქვანახშირის შედეგნილობაში შედის, განიცდის ქიმიურ გარდაქმნებს, რის შედეგად წარმოიქმნება კოქსი და აქროლადი პროდუქტები.

ნივთიერების
ნივთიერების

კოქსის პროცესი დაახლოებით 14 საათს გრძელდება. დამთავრების შემდეგ წარმოქმნილ კოქსს — „კოქსის ცხობილს“ — კამერიდან ვაგონში გადატვირთავენ და შემდეგ წყლით ან ინერტული გაზით აქრობენ. კამერაში ჩაიტვირთება ნახშირის ახალი ულუფა და კოქსის პროცესი ხელახლა იწყება.

გაცივების შემდეგ კოქსს ახარისხებენ და მეტალურგიულ ქარხნებში ბრძმედებისათვის გზავნიან.

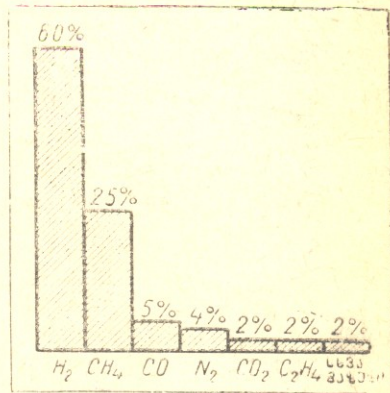
აქროლადი პროდუქტები გამოდის კამერის ზედა ხვრეტებიდან და შედის საერთო გაზშემკრებში, სადაც მათგან ისე, როგორც ჩვენს ცდაში, ფისი და ამიაკიანი წყალი კონდენსირდება.

არაკონდენსირებულ გაზს მოაცილებენ ამიაკსა და მსუბუქ არომატულ ნახშირწყალბადებს (უმთავრესად ბენზოლს). ამიაკის მოცილებისათვის გაზს გოგირდმკვავს ხსნარში ატარებენ: წარმოქმნილ ამონიუმსულფატს აზოტიან სასუქად იყენებენ.

არომატულ ნახშირწყალბადებს გამოყოფენ გამხსნელებში გაზის გატარებითა და წარმოქმნილი ხსნარიდან შემდგომი გამოხლით.

ქვანახშირის ფისისაგან დაღრაქციების გზით მიიღება ბენზოლის პომლოვები, ფენოლი (კარბოლმკვავა), ნაფთალინი და მრავალი სხვა ნივთიერება.

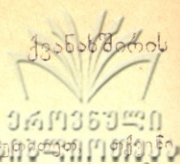
კოქსის გაზი გასუფთავების შემდეგ სათბობად გამოიყენება მრეწველობასა (მინასახარაში, მარტენის ლუმელებში) და ყოფაცხოვრებაში, ვინაიდან იგი მრავალ საწვავ ნივთიერებას შეიცავს (სურ. 37). ის ქიმიურ ნედლეულადაც იხმარება. მაგალითად, სხვადასხვა სინთეზისათვის კოქსის გაზისაგან გამოყოფენ წყალბადს.



სურ. 37. კოქსის გაზის სანიმუშო შედეგნილობა.

კოქსქიმიურ ქარხნებში ნახშირის კოქსის პროცესი კამერებში პერიოდულად ხორციელდება, როგორც ყველა პერიოდულ პროცესს, ნაკლოვანებები მასაც აქვს. ამათგან ძირითადი თქვენ თვითონაც შეგიძლიათ შენიშნოთ.

ამჟამად მეცნიერები და ტექნოლოგები მუშაობენ ქვანახშირის კოქსის განუწყვეტელი პროცესის შექმნაზე.



- 9
19. რაკი იცით კოქსის გაზის შედგენილობა (სურ. 37), აზრით, რომელი ორგანული ნივთიერებების მისაღებად შეიძლება მისი გამოყენება.
20. კოქსქიმიურ ქარხანაში კამერების პერიოდული მუშაობისას რატომ შეიძლება გაზის გადამუშავება განხორციელდეს განუწყვეტელი მეთოდით?
21. ამიაკი მოიპოვება ამიაკიან წყალში, როგორც გახსნილ მდგომარეობაში, ისე მარილების სახით. როგორ ხერხს შეარჩევდით ამიაკიანი წყლისაგან ამიაკის სრულად გამოცლისათვის?
22. რატომ აკეთებენ საკოქსავი ლუმელების კამერებს ვიწროს და არა ფართოს. უკანასკნელ შემთხვევაში ხომ მეტი რაოდენობით ქვანახშირის ჩატვირთვა შეიძლებოდა?
23. რომელი ზოგადი მეცნიერული პრინციპების აღნიშვნა შეიძლება კოქსქიმიურ წარმოებაში?
24. დაახასიათეთ არომატული ნახშირწყალბადების მიღების თქვენთვის ცნობილი სამრეწველო ხერხები.
25. განაზოგადეთ თქვენთვის ცნობილი მონაცემები: ა) ბუნებრივი გაზის, ბ) ნავთობის თანმხლები გაზების, გ) თერმული და კატალიზური კრეკინგის გაზების, დ) პიროლიზის გაზების, ე) კოქსის გაზის შედგენილობისა და შესაძლო გამოყენების შესახებ.



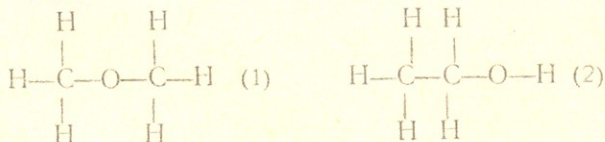
აქამდე ჩვენ ვსწავლობდით ორგანულ ნივთიერებებს, რომლებიც წარმოქმნილია ორი ელემენტის — ნახშირბადისა და წყალბადისაგან. ცნობილია მრავალი ნივთიერება, რომელთა შედგენილობაში ამ ელემენტებთან ერთად შედის ჟანგბადი. მათგან უწინარეს ყოვლისა განვიხილავთ სპირტების კლასს.

§ 23. ნაჯერი ერთბოშიანი სპირტების აღნაგობა

ეთილის სპირტის აღნაგობა. ამ კლასის ნაერთების აღნაგობის თავისებურება გავარკვეოთ მათი მნიშვნელოვანი წარმომადგენლის ეთილის სპირტის მაგალითზე.

ეთილის სპირტი C_2H_6O თავისებური სუნის მქონე უფერო სითხეა, წყალზე მსუბუქია (მისი სიმკვრივე $0,8 \text{ გ/სმ}^3$), $78,3^\circ\text{C}$ ტემპერატურაზე დუღს, წყალში კარგად იხსნება და თვითონაც მრავალი არაორგანული და ორგანული ნივთიერების გამხსნელია.

რაკი ვიცით ეთილის სპირტის მოლეკულური ფორმულა და ელემენტების ვალენტობა, შევეცადოთ გამოვსახოთ მისი აღნაგობა. ჩვენ შეგვიძლია დავწეროთ ორი სტრუქტურული ფორმულა:



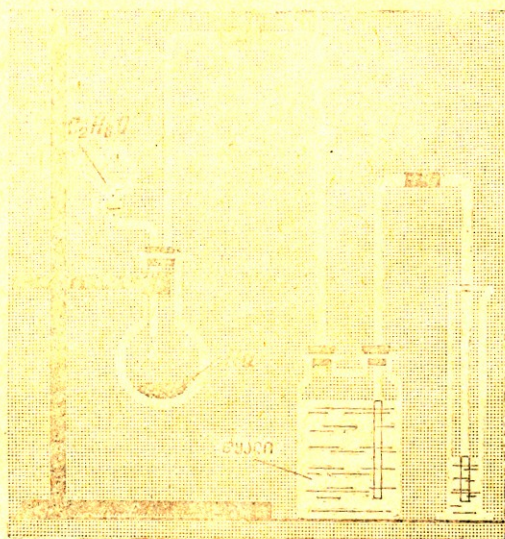
ამ ფორმულებიდან რომელი პასუხობს ეთილის სპირტის მოლეკულის აღნაგობას?

ფორმულების შედარებისას, ვამჩნევთ, რომ თუ მართებულია პირველი ფორმულა, მაშინ სპირტის მოლეკულაში წყალბადის ყველა ატომი შეერთებულია ნახშირბადის ატომებთან და შეიძლება დავუშვათ, რომ მათ ერთნაირი თვისებები აქვთ. თუ მეორე ფორმულაა მართებული, მაშინ მოლეკულაში ერთი წყალბადატომი ნახშირბადის ატომთან ჟანგბადის მეშვეობით არის შეერთებული და ის, ალბათ, განსხვავებული იქნება წყალბადის სხვა ატომებისაგან. აღმოჩნდა, რომ ცდის საშუალებით შესაძლებელია შემოწმდეს, წყალბადის ატომებს სპირტში ერთნაირი თვისებები აქვთ, თუ სხვადასხვა.

სპირტიან სინჯარაში (რომელიც წყალს არ შეიცავს) მოვათავსოთ ნატრიუმის ნაჭერი. შევამჩნევთ, რომ მაშინვე დაიწყება რეაქცია, რო-

მელსაც თან ახლავს გაზის გამოყოფა. ძნელი არ არის იმის დადგენა, რომ ეს გაზი წყალბადია. მეორე, უფრო რთული ცდის მეშვეობით შეიძლება განესაზღვროთ რეაქციის დროს რამდენი წყალბადის ატომი გამოიყოფა სპირტის თითოეული მოლეკულისაგან. ნატრიუმის წვრილ ნაჭრებს კოლბაში (სურ. 38) ძაბრიდან წვეთობით ჩავამატოთ განსაზღვრული რაოდენობის სპირტი, მაგალითად, 0,1 მოლი (4,6 გ). სპირტისაგან გამოყოფილი წყალბადი წყალს ორყელიანი შუშიდან გამოაძევებს ცილინდრში. ცილინდრში გამოძევებული წყლის მოცულობა შეესაბამება გამოყოფილი წყალბადის მოცულობას.

ცდა გვიჩვენებს, რომ 0,1 მოლი სპირტისაგან (ნორმალურ პირობებზე გადახვარისშემთხვევაში) დაახლოებით 1,12 ლ წყალბადი მიიღება. ეს ნიშნავს, რომ ერთი მოლი სპირტისაგან ნატრიუმში აძევებს 11,2 ლ, ე. ი. ნახევარ მოლ წყალბადს, სხვაგვარად რომ ვთქვათ, სპირტის თითოეული მოლეკულისაგან ნატრიუმში გამოაძევებს მხოლოდ ერთ ატომ წყალბადს. ფორმულა (1) ამ ფაქტს ვერ განმარტავს. ამ ფორმულის თანახმად წყალბადის ყველა ატომი ტოლფასია. პირიქით, ფორმულა (2) ასახავს ერთი ატომის არსებობას, რომელიც განსაკუთრებულ მდგომარეობაშია, ის ნახშირბადის ატომთან უანვბადის მეშვეობით არის შეერთებული. შეიძლება დავასკვნათ, რომ სწორედ წყალბადის ეს ატომია ნაკლებად მტკიცედ შეერთებული, ის უფრო მოძრავია და



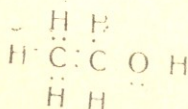
სურ. 38. რაოდენობითი ცდა ეთილის სპირტისაგან წყალბადის მისაღებად.

ნატრიუმი აძეგვებს მას. მაშასადამე, მოყვანილი ფორმულებიდან გეორე იქნება ეთილის სპირტის სტრუქტურული ფორმულა.

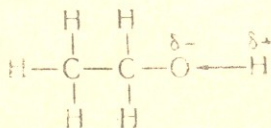
სპირტის მოლეკულაში ნახშირწყალბადის რადიკალთან C_2H_5 დაწყებული ჰიდროქსილის ჯგუფის (ჰიდროქსოჯგუფის) $-\text{OH}$ არსებობა რომ აღნიშნონ, ეთილის სპირტის მოლეკულურ ფორმულას ხშირად ასე წერენ: $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$ ან $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$.

ისმის კითხვა: რატომ აქვს განსაკუთრებული თვისებები სპირტის მოლეკულის იმ წყალბადატომს, რომელიც ნახშირწყალბადურ რადიკალთან ჟანგბადის მეშვეობით არის შეერთებული. ამ გავლენის არსი რომ გავიგოთ, განვიხილოთ მოლეკულის ელექტრონული აღნაგობა.

$\text{C}-\text{C}$ და $\text{C}-\text{H}$ ბმების ხასიათი ჩვენთვის კარგად არის ცნობილი. ესენი კოვალენტური ბმებია. ჟანგბადის ატომი წყალბადის ატომსა და ნახშირწყალბადის რადიკალთან ასეთსავე ბმებს წარმოქმნის, ამასთან მისი გარე ელექტრონული შრე ოქტეტამდე შეივსება. სპირტის ფორმულა ამ შემთხვევაში შეიძლება გამოვსახოთ ასე:



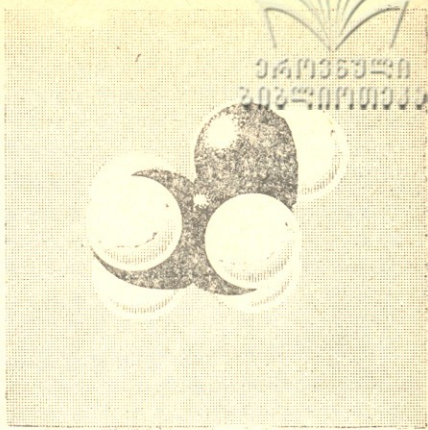
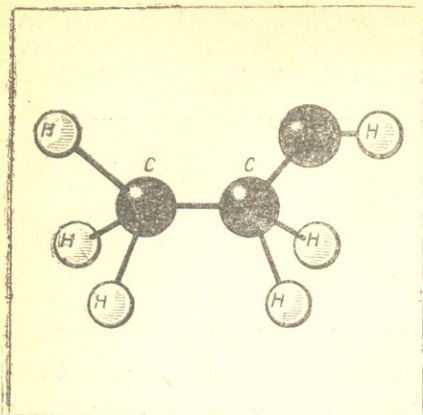
მაგრამ ელექტრონული სიმკვრივის განაწილება სპირტის მოლეკულაში ისე თანაბარი არ არის, როგორც ნახშირწყალბადებში. ბმის $\text{O}-\text{H}$ პოლარულია, ვინაიდან მისი უდიდესი ელექტრონული სიმკვრივე გადაწეულია ჟანგბადის ატომისაკენ, როგორც უფრო ელექტროუარყოფითი ელემენტისაკენ. წყალბადის ატომი ელექტრონებისაგან თითქოს უფრო თავისუფალია, ნაკლებადაა ბმული მოლეკულასთან და ამიტომ ნატრიუმი შედარებით ადვილად გამოაქევებს. ელექტრონული სიმკვრივის გადაწევა ფორმულაში შეიძლება ასე გამოისახოს:



სპირტის მოლეკულაში ატომთა სივრცით განლაგებაზე წარმოდგენას იძლევა 39-ე სურათზე გამოსახული მოდელები.

როგორც ვხედავთ, ჟანგბადის ატომი კოვალენტურ ბმას სხვა ატომების მიმართ წარმოქმნის რაღაც კუთხით და არა სწორ ხაზზე.

ეს ხდება იმის გამო, რომ მის გარე ელექტრონულ შრეში ორ გავსვილებულ s -ელექტრონთან და ორ გავსვილებულ p -ელექტრონთან ერთად არის ორი გაუწვილებელი p -ელექტრონი.

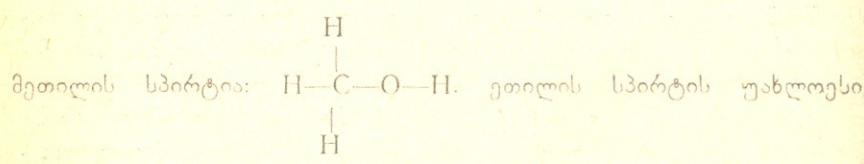


სურ. 39. ეთილის სპირტის მოლეკულის მოდელები.

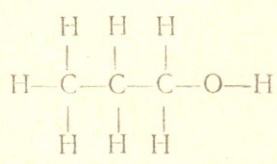
ამ ელექტრონული ღრუბლები ღერძები ურთიერთპერპენდიკულარულია. სწორედ ამ მიმართულებით წარმოიქმნება ენგბადის ატომის კოვალენტური ბმები სხვა ატომებთან (ფაქტიურად ჰიბრიდიზაციისა და სხვა ფაქტორების მოქმედებით სავალენტო კუთხე რამდენადმე გადაიხრება მართი კუთხისაგან).

გაიხსენეთ, რომ წყლის მოლეკულასაც მსგავსი სივრცითი აღნაგობა აქვს.

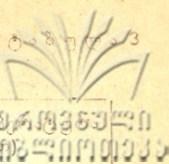
სპირტების ჰომოლოგიური რიგი. ეთილის სპირტი ჰომოლოგიური რიგის ერთ-ერთი წევრია. ამ რიგის სხვა სპირტებს აქვთ ანალოგიური ქიმიური და ელექტრონული აღნაგობა. პირველი წევრი ამ რიგში



მიმდევრო ჰომოლოგია პროპილის სპირტი:



მონაცემები სპირტების ჰომოლოგიური რიგის შესახებ მოტანილია მე-3 ტაბულაში.



სპირტის დასახელება	ფორმულა	დუღილის ტემპერატურა (°C-ში)
მეთილის (მეთანოლი)	CH ₃ OH	64,7
ეთილის (ეთანოლი)	C ₂ H ₅ OH	78,8
პროპილის (პროპანოლ-1)	C ₃ H ₇ OH	97,2
ბუტილის (ბუტანოლ-1)	C ₄ H ₉ OH	117,7
ამილის (პენტანოლ-1)	C ₅ H ₁₁ OH	137,8
ჰექსილის (ჰექსანოლ-1)	C ₆ H ₁₃ OH	157,2
ჰეპტილის (ჰეპტანოლ-1)	C ₇ H ₁₅ OH	176,3
და ა. შ.		

ტაბულიდან ირკვევა, რომ ამ რიგში დაცულია მოლეკულათა შედგენილობის ჰომოლოგიური სხვაობა, რომელიც ატომთა CH₂ ჯგუფის ტოლია.

სპირტის მოლეკულები შეიძლება შეიცავდნენ არა ერთს, არამედ ოთხსა და მეტ ჰიდროქსილის ჯგუფს. ნატრიუმთან რეაქციის მაგალითზე უკვე ვნახეთ და შემდგომაც დავრწმუნდებით, რომ მოლეკულაში ჰიდროქსილის ჯგუფების არსებობა განაპირობებს სპირტების დამახასიათებელ ქიმიურ თვისებებს ე. ი. მათ ქიმიურ ფუნქციას ატომთა ასეთ ჯგუფებს ფუნქციონალური ჯგუფები ეწოდება.

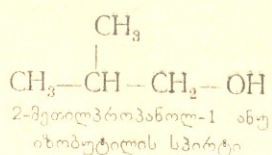
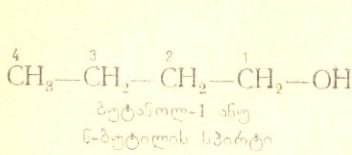
● სპირტები ეწოდება ორგანულ ნივთიერებებს, რომელთა მოლეკულები შეიცავს ნახშირწყალბადის რადიკალთან შეერთებულ ერთ ან რამდენიმე ჰიდროქსილის ჯგუფს.

ამიტომ ისინი შეიძლება განვიხილოთ როგორც ნახშირწყალბადების ნაწარმები, რომელთა მოლეკულებშიც ერთი ან რამდენიმე წყალბადატომი შეცვლილია ჰიდროქსილის ჯგუფებით. ზემოთ მოცემული რიგის სპირტები შეიძლება ჩაითვალოს ნაჯერი ნახშირწყალბადების ნაწარმებად, რომელთა მოლეკულებშიც ერთი წყალბადატომი შეცვლილია ჰიდროქსილის ჯგუფით. ეს არის ნაჯერი ერთატომიანი სპირტების ჰომოლოგიური რიგი. ამ რიგის ნივთიერებების ზოგადი ფორმულაა C_nH_{2n+1}OH ან R—OH, ჯერ განვიხილოთ ერთატომიანი სპირტები.

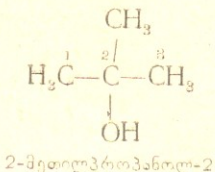
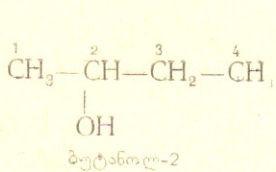
სისტემატური ნომენკლატურის თანახმად, სპირტების სახელწოდება წარმოდგება შესაბამისი ნახშირწყალბადების სახელწოდებაზე ოლ დაბოლოების დამატებით: ციფრით აღნიშნავენ ნახშირბადის ატომს, რომელთანაც არის ჰიდროქსილის ჯგუფი. ნახშირბადის ატომების ნუმერაციას იწყებენ იმ ბოლოდან, რომელთანაც უფრო ახლოს არის ფუნქციონალური ჯგუფი.

სპირტების იზომერია გაპირობებულია როგორც ნახშირბადოვანი ჩონჩხის იზომერიით, ისე ჰიდროქსილის ჯგუფის მდებარეობით. ეს განვიხილოთ ბუტილის სპირტების მაგალითზე.

ნახშირბადოვანი ჩონჩხის აღნაგობის მიხედვით იზომერობა ორი სპირტი — ბუტანისა და იზობუტანის ნაწარმები:



ჰიდროქსილის ჯგუფის მდებარეობის მიხედვით ორივე ნახშირბადოვანი ჩონჩხთან შესაძლებელია იყოს კიდევ ორი იზომერული სპირტი:



წყალბადური ბმა მოლეკულათა შორის. თქვენ, რასაკვირველია, მიაქციეთ ყურადღება, რომ ადრე განხილული ნაჯერი და უჯერი ნახშირწყალბადებისაგან განსხვავებით მოცემულ ჰომოლოგიურ რიგში არ არის აირადი ნივთიერებები. პირველივე წევრი, მეთილის სპირტი — სითხეა.

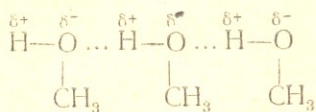
როგორ შეიძლება აიხსნას ნივთიერებათა დუდილის ტემპერატურის ასეთი ამაღლება?

ამის მიზეზი შეიძლება ის არის, რომ მოლეკულაში ჟანგბადის ატომის შესვლის დროს ნივთიერებების მოლეკულური მასა ძლიერ დიდდება? მაგრამ მეთილის სპირტის მოლეკულური მასაა 32, ხოლო პროპანისა — 44. მიუხედავად ამისა, მეთილის სპირტი სითხეა, პროპანი კი — გაზი. ქლორმეთანის CH_3Cl მოლეკულური მასაა 50,5, მაგრამ ისიც აირადი ნივთიერებაა.

მაშ, რა აკავებს თხევად მდგომარეობაში მეთილის სპირტის მოლეკულებს, რომლებიც თავისთავად საკმაოდ მსუბუქია?

სპირტის მოლეკულებში, როგორც ვნახეთ, ნახშირწყალბადის რადიკალი და წყალბადის ატომი ჟანგბადის ატომის მიმართ განლაგებულია არა ერთ სწორ ხაზზე, არამედ რაღაც კუთხით. ჟანგბადის ატომს კიდევ აქვს თავისუფალი ელექტრონების წყვილები. ამიტომ მას შე-

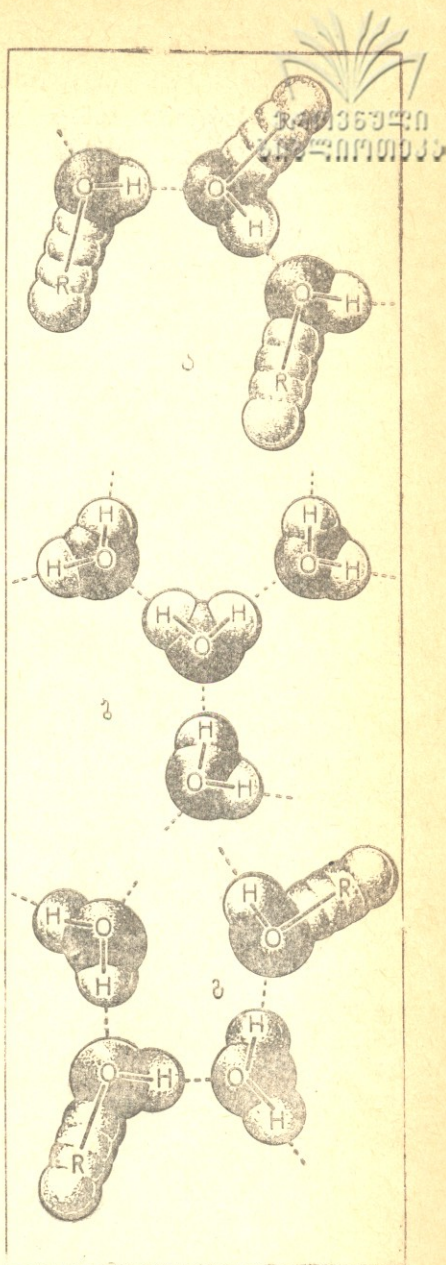
უძლია ურთიერთქმედება მეორე მოლეკულის წყალბადის ატომთან, რომელსაც ეანგბადის ატომისავე ელექტრონების გადაწევის შედეგად რამდენადმე დადებითი მუხტი აქვს (სურ. 40). ამ ურთიერთმოქმედებას წყალბადური ბმა ეწოდება და ფორმულაში წერტილებით აღინიშნება:



წყალბადური ბმის სიმტკიცე გაცილებით ნაკლებია (დაახლოებით 10-ჯერ), ვიდრე ჩვეულებრივი კოვალენტური ბმისა.

წყალბადური ბმის ხარჯზე სპირტის მოლეკულები ასოცირებული. თითქოს ერთმანეთზე მიწებებული აღმოჩნდება. ამიტომ აუცილებელია დამატებითი ენერჯის დახარჯვა ამ ბმების გახლეჩაზე, რომ მოლეკულები გათავისუფლდეს და ნივთიერებამ აქროლაღობა შეიძინოს. სწორედ ეს არის უფრო მაღალ ტემპერატურაზე სპირტების დუღილის მიზეზი შესაბამის ნახშირწყალბადებთან შედარებით.

სპირტებისა და წყლის მოლეკულებს შორის წყალბადური ბმების წარმოქმნით იხსნება სპირტების ხსნადობა წყალში ნახშირწყალბადებისაგან განსხვავებით, რომლებიც წყალთან არ წარმოქმნიან წყალბადურ ბმებს და ამის გამო არ იხსნებიან მასში (ნახშირწყალბადებში C—H ბმები



სურ. 40. წყალბადური ბმების წარმოქმნა მოლეკულათა შორის:
ა — სპირტის; ბ — წყლის.

ძალიან მცირედ არიან პოლარიზებული და დადებითი მუხტი წყალ-
ბადის ატომებზე არასაკმაო ასეთი ბმების წარმოქმნისათვის).

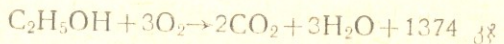
მაგრამ სპირტების ხსნადობა წყალში სხვადასხვაა (გაერხსენოთ,
რომ ჰომოლოგიური რიგების წევრებს თვისებით მსგავსებით ერთ-
თად ახასიათებთ ინდივიდუალური განსხვავებებიც.)

თუ ჭიქებში, რომლებშიც თანაბარი მოცულობების წყალია ჩა-
სხმული, ჩაუშვებთ ერთნაირი რაოდენობით (მაგალითად, 5—5 მლ)
მეთილის, ეთილის, პროპილის, ბუტილის და ამილის სპირტებს და
სითხეებს მოვურევთ, შევამჩნევთ, რომ პირველი სამი სპირტი მოლია-
ნად გაიხსნება, ბუტილის და განსაკუთრებით ამილის სპირტი გა-
იხსნება ნაკლებად. ხსნადობის შემცირება შეიძლება აიხსნას იმით,
რომ რაც უფრო დიდია სპირტის მოლეკულის ნახშირწყალბადური
რადიკალი, მით უფრო უჭირს პიდროქსილის ჯგუფს ასეთი მოლეკუ-
ლის შეკავება ხსნარში წყალბადური ბმების წარმოქმნის ხარჯზე
(ნახშირწყალბადები წყალში უხსნადია).

- 1. შეადგინეთ სტრუქტურული ფორმულები ყველა იზომერული სპირტისა,
რომელიც პასუხობს ფორმულას $C_5H_{11}OH$.
 - 2. შეადგინეთ სტრუქტურული ფორმულები შემდეგი სპირტებისა: ა) 2-მე-
თილბუტანოლ-1; ბ) 3,3-დიმეთილბუტანოლ-2.
 - 3. სპირტების დუილის ტემპერატურები იზრდება მოლეკულაში ნახშირ-
ბადატომთა რიცხვის ზრდისას და მცირდება ნახშირბადოვანი ჩონჩხის გან-
შტოებისას.
- ახსენით ეს კანონზომიერებანი.
- 1. განმარტეთ, რატომ მცირდება ერთატომიანი სპირტების წყალში ხსნადო-
ბა მოლეკულური მასის ზრდისას.

**§ 24. ნაჯარი ერთატომიანი სპირტების ჰიმიური
თვისებები და გამოყენება**

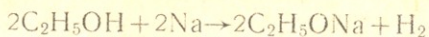
ჰიმიური თვისებები. როგორც ნახშირბადით და წყალბადით მდი-
დარი ნივთიერებები, სპირტები იწვიან და გამოყოფენ სითბოს, მაგა-
ლითად:



მაგრამ წვის დროს ისინი განსხვავებასაც ამჟღავნებენ.

თუ ფაიფურის ჯამებში 1—1 მლ სხვადასხვა სპირტებს ჩავასხამთ
და ავანთებთ, შევამჩნევთ, რომ სპირტების რიგის პირველი წევრები
ადვილად ააღდებიან და იწვიან მოლურჯო, თითქმის არამნათი ალით.
უფრო დიდი მოლეკულების მასის მქონე სპირტები იწვიან მნათი
ალით და მათი დაწვის შედეგად ჯამებში რჩება შავი ნაფიფქი.
ახსენით ეს მოვლენები. იმ თვისებებიდან, რომლებიც გაპირაბებუ-

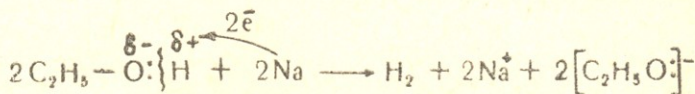
ლია ფუნქციონალური OH ჯგუფით, ჩვენ უკვე ვიცით ეთილის სპირტისა და ნატრიუმის ურთიერთქმედების შესახებ:



ეროვნული
ბიბლიოთეკა

ეთილის სპირტში ნატრიუმით წყალბადის ჩანაცვლების პროდუქტს ეწოდება ნატრიუმის ეთილატი. რეაქციის შემდეგ ის შეიძლება გამოიყოს მყარი სახით. ასევე რეაგირებენ ტუტე ლითონებთან სხვა ხსნადი სპირტებიც და წარმოქმნიან შესაბამის ალკოჰოლატებს. მაგალითისათვის შეადგინეთ ნატრიუმის პროპილატის წარმოქმნის რეაქციის განტოლება.

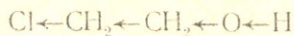
სპირტების ურთიერთქმედება ლითონებთან ხდება პოლარული O—H ბმის იონური დახლეჩით და შეიძლება გამოისახოს შემდეგნაირად:



შეგვიძლია ვთქვათ, რომ მსგავს რეაქციებში სპირტები ამჟღავნებენ მეაქურ თვისებებს და ჩამოიცილებენ წყალბადს პროტონის სახით. მაგრამ სპირტებს არ აკუთვნებენ მკავათა კლასს, რადგან მათი დისოციაციის ხარისხი მეტად მცირეა, უფრო ნაკლებიც, ვიდრე წყლისა და მათი ხსნარები ინდიკატორებს ფერს არ უცვლიან.

სპირტების დისოციაციის ხარისხის შემცირება წყალთან შედარებით შეიძლება აიხსნას ნახშირწყალბადის რადიკალის გავლენით: რადიკალის მიერ C—O ბმის ელექტრონული სიმკვრივის გადანაცვლება უანგბადისაკენ, ამ უკანასკნელზე იწვევს ნაწილობრივი უარყოფითი მუხტის გადიდებას, რის შედეგადაც იგი უფრო მტკიცედ იკავებს წყალბადის ატომს და მისი მოცილება პროტონის სახით ძნელდება.

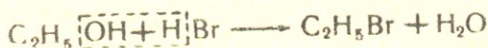
სპირტების დისოციაციის ხარისხი შეიძლება გავაზიფოთ, თუ მოლეკულაში შევიტანთ ჩანაცვლებელს, რომელიც თავისკენ მიიზიდავს ქიმიური ბმის ელექტრონებს. ასე მაგალითად, 2-ქლორეთანოლის $ClCH_2-CH_2OH$ დისოციაციის ხარისხი რამდენჯერმე იზრდება ეთანოლთან (ეთილის სპირტთან) შედარებით. ეს შეიძლება აიხსნას ასე:



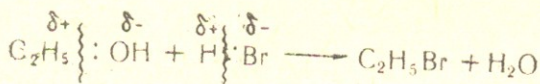
ქლორის ატომი თავისკენ გადაწვეს $Cl-C$ ბმის ელექტრონულ სიმკვრივეს, ხოლო ნახშირბადის ატომი ამის გამო თავის მხარეზე გადა-

წევს C—C ბმის ელექტრონულ სიმკვრივეს. ამავე მიზეზით C—O ბმის ელექტრონული სიმკვრივე რამდენადმე გადაიწევა ატომისაკენ. ხოლო წყალბადის ატომიდან ჟანგბადისაკენ ატომი ნაკლები სიმტკიცით უკავშირდება ჟანგბადს. პროტონის სახით მისი ჩამოცილების შესაძლებლობა იზრდება, რის შედეგადაც ნივთიერების დისოციაციის ხარისხი მატულობს.

სპირტების არა მხოლოდ ჰიდროქსილის წყალბადატომი შეიძლება შევიდეს ქიმიურ რეაქციებში, არამედ მთელი ჰიდროქსილის ჯგუფიც. მაცივართან მიერთებულ კოლბაში (სურ. 41) გავაცხლოთ ეთილის სპირტისა და ჰალოგენწყალბადმჟავას, მაგალითად, ბრომწყალბადმჟავას ნარევი (ბრომწყალბადის წარმოქმნისათვის იღებენ კალიუმბრომიდის ან ნატრიუმბრომიდისა და გოგირდმჟავას ნარევეს). რამდენიმე ხნის შემდეგ შევნიშნავთ, რომ კოლბიდან გამოიხდება ბრომეთანი — მიიმე სითხე, რომელიც მიმღებში წყლის შრის ქვეშ გროვდება:



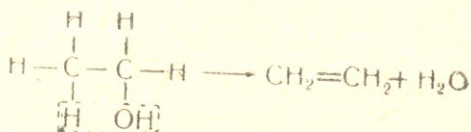
ეს რეაქცია მიმდინარეობს კოვალენტური C—O ბმის იონური დახლეჩით. მისი ჩაწერა შეიძლება ასე:

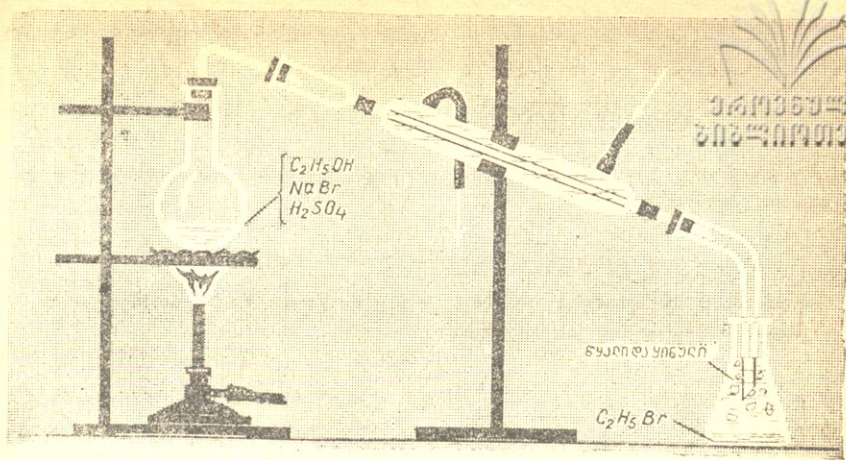


იგი მოგვაგონებს ფუფეების რეაქციებს. მეთილის სპირტიდან ანალოგიურად წარმოიქმნება ბრომმეთანი:



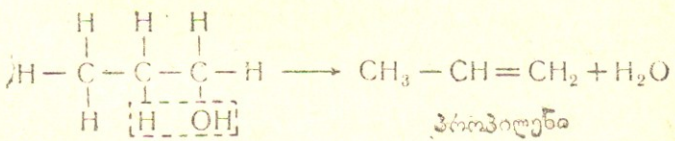
კონცენტრირებულ გოგირდმჟავასთან როგორც კატალიზატორთან გაცხელებისას ადვილად ხდება სპირტის დეჰიდრატაცია. ე. ი. წყლის მოცილება და ეთილენის წარმოქმნა:



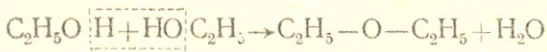


სურ. 41. ეთილის სპირტისაგან ბრომეთანის მიღება.

მომდევნო პომოლოგების დეჰიდრატაციით მივიღებთ სხვა უჯერ ნახშირწყალბადებს:

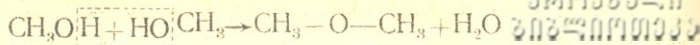


შედარებით განსხვავებულ პირობებში სპირტების დეჰიდრატაცია შეიძლება წარიმართოს წყლის მოლეკულის ჩამოცილებით არა თითოეული მოლეკულა სპირტისაგან, არამედ ორი მოლეკულისაგან. ასე, გოგირდმჟავასთან სპირტის უფრო სუსტი გაცხელებისას (არა უმეტეს 140°C-ისა და საკმაო რაოდენობის სპირტთან) წარმოიქმნება დიეთილეთერი:

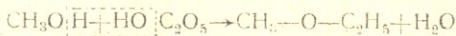


დიეთილეთერი აქროლადი, ადვილად აალებადი სითხეა, ის გამოიყენება გამხსნელად და მედიცინაში ნარკოზისათვის. იგი მიეკუთვნება მარტივი ეთერების კლასს — ორგანულ ნივთიერებებს, რომელთა მოლეკულები შედგება ჟანგბადის ატომებით შეერთებული ნახშირწყალბადის ორი რადიკალისაგან. მარტივი ეთერების ზოგადი ფორმულაა R—O—R.

სხვა მარტივი ეთერები წარმოიქმნება ეთილის სპირტის კონსოლიდაციის მოლეკულათშორისი დეჰიდრატაციით:



თუ მსგავსი რეაქციისათვის სხვადასხვა სპირტს ავიღებთ, მაშინ არასიმეტრიული ალნაგობის ეთერები მიიღება:



გარდა ამისა, აქ შესაძლებელია სხვა ეთერების წარმოქმნაც. დასახელებთ ისინი და შეადგინეთ რეაქციების განტოლებები.

დიეთილეთერს გავეცანით, როცა ვარკვევდით ეთილის სპირტის ალნაგობას. ორი შესაძლებელი სტრუქტურაიდან, რომელიც შეესაბამებოდა ფორმულას $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$, ავარჩიეთ ერთი, ის, რომელიც საშუალებას გვაძლევდა გაგვეგო სპირტის თვისებები. მეორე ფორმულა, რომელიც ჩვენ არ მივიღეთ, ასახავს დიეთილეთერის ალნაგობას. რადგან ამ ნივთიერებებს აქვთ ერთნაირი მოლეკულური ფორმულა, ამიტომ ისინი იზომერებია, თუმცა კი ეკუთვნიან ორგანულ ნივთიერებათა სხვადასხვა კლასებს. ამგვარად, შეიძლება ითქვას, რომ ნაჯერი ერთატომიანი სპირტები და მარტივი ეთერები ნახშირბადატომთა ერთი და იგივე რიცხვით ერთმანეთის იზომერებია. თქვენი აზრით, რომელი ეთერი იქნება პროპანოლის იზომერი?

სპირტებთან მუშაობის დროს დიდი სიფრთხილეა საჭირო. მეთილის სპირტი ძლიერი შხამია. მცირე რაოდენობით მეთილის სპირტით მოწამვლაც კი მხედველობის დაკარგვას და ზოიად სიკვდილსაც იწვევს.

ეთილის სპირტი ნარკოტიკია, დაღვეის დროს სისხლში სწრაფად შეიწოვება და ორგანიზმზე აღმგზნებად მოქმედებს. ეთილის სპირტის ხანგრძლივი ზემოქმედება იწვევს ნერვული სისტემის, საჭმლის მომწელებელი ორგანოების, გულსისხლძარღვთა სისტემის მძიმე დაავადებებს, რაც ორგანიზმის მოწამვლის გამო შეიძლება სიკვდილით დასრულდეს. საწვავად გამოსაყენებელი სპირტი რომ სასამელად გამოუყენდებოდა გახდეს, მას მომწამავ, ცუდის სუნის მჭონე საღებავ ნივთიერებებს ამატებენ. ასეთი სპირტი ცნობილია დენატურატის სახელწოდებით.

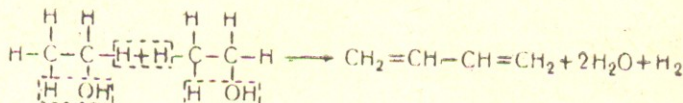
სპირტების გამოყენება. სპირტებს ბევრ წარმოებაში გამსხნელებას სახით იყენებენ. ქიმიურ მრეწველობაში ისინი სხვადასხვაგვარი სინთეზისათვის გამოიყენება.

მეთილის სპირტი დიდი რაოდენობით იხარჯება ფორმალდეჰიდის მისაღებად, რომელსაც იყენებენ პლასტმასების და ზოგიერთი სხვა ორგანული ნივთიერების წარმოებაში. ამჟამად მრავალი ახალი ტექნოლოგიური პროცესი მუშავდება მეთილის სპირტის, როგორც საწყისი ნივთიერების საფუძველზე და ამიტომ სულ უფრო იზრდება მისი

მნიშვნელობა სახალხო მეურნეობისათვის საჭირო ნივთიერებებისა და მასალების სამრეწველო წარმოებაში.

ამჟამად ყველაზე ფართოდ გამოიყენება ეთილის სპირტი, რომელიც როდენობით იხარჯება ბუტადიენის წარმოებაზე, რომელიც აუცილებელია კაუჩუკის სინთეზისათვის.

ბუტადიენის მიღება სპირტის დეჰიდრირებისა და დეჰიდრატაციის რეაქციებს ემყარება. ეს რეაქციები ერთდროულად მიმდინარეობს სპირტის ორთქლის გატარებისას შესაბამისი კატალიზატორების ნარევეზე:



სპირტის დაჟანგვით საკვებ ძმარმჟავას ლებულობენ. სპირტის საფუძველზე ასინთეზებენ „ხილის ესენციებს“ და მრავალ სხვა ორჯანულ ნივთიერებას. ბევრ წარმოებაში ის გამსსნელად გამოიყენება.

ფარმაცევტულ მრეწველობაში სპირტის დეჰიდრატაციით ამზადებენ დიეთილეთერს (სამედიცინო ეთერს), ხოლო ქლორწყალბადთან ურთიერთმოქმედებით — ქლორეთანს, რომელსაც ადგილობრივი ანესთეზიისათვის ხმარობენ. სპირტს იყენებენ მრავალი წამლის დამზადებისას. პარფიუმერიაში მისგან სუნამოებსა და ოდეკოლონებს ამზადებენ.

სპირტის წვის მაღალი სითბოსა და დეტონაციური მედეგობის გამო ზოგიერთ ქვეყანაში მას საწვავად იყენებენ შიგაწვის ძრავებში (ბენზოლთან ნარევის სახით).

- ?
1. გამოიანგარიშეთ, რა რაოდენობით მეთილის სპირტი დაიწვა, თუ ამ დროს გამოიყო 56 ლ ნახშირბად (IV)-ის ოქსიდი (ნორმ. პირ).
 2. რა მოცულობის ჰაერია აუცილებელი 23 გ ეთილის სპირტის დასაწვავად? რამდენი მოლი ნახშირბად(IV)-ის ოქსიდი და წყალი მიიღება ამ დროს?
 3. როგორ აიხსნება სპირტების მიერ შეკვური თვისებების გამოვლენა?
 4. წყალბადის რა მაქსიმალური მოცულობა (ნორმ. პირ.) შეიძლება გამოძევდეს ნატრიუმით 230 გ ეთილის სპირტიდან?
 5. დასახელეთ ლითონი, რომელთანაც სპირტები, აქვენი აზრით, უფრო ენერგიულად შეევა რეაქციაში, ვიდრე ნატრიუმთან. შეადგინეთ რეაქციის განტოლება იონური სახით.
 6. 2,2-დიქლორეთანოლის $\text{Cl}_2\text{CH}-\text{CH}_2\text{OH}$ დისოციაციის ხარისხი მეტია, ვიდრე 2-ქლორეთანოლისა $\text{ClCH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$. მიზეზი განმარტეთ.
 7. მეთილის სპირტში ქლორწყალბადის გატარებისას წარმოიქმნება მეთანის ჰალოგენაწარმი. შეადგინეთ რეაქციის განტოლება და დასახელეთ ეს ნივთიერება.

12. როგორ მიიღება ქლორეთანი ეთილის სპირტისაგან? კიდევ როგორ შეიძლება ამ ნივთიერების მიღება? დაწერეთ რეაქციათა განტოლებები.

13. შეადგინეთ რეაქციის განტოლება იონური მექანიზმის აღწერებით: ა) 1-ბრომპროპანის წარმოქმნისა შესაბამისი სპირტისაგან, ბ) ~~ნაწილობრივი~~ ლატის წარმოქმნისა.

14. ეთილისა და პროპილის სპირტებისა და კონცენტრირებული გოგირდმჟავას ნარევის გაცხელებისას წარმოიქმნება შერეული ეთილპროპილეთერი. შეადგინეთ ამ რეაქციის განტოლება. კიდევ რომელი ეთერები შეიძლება ამ შემთხვევაში წარმოიქმნას?

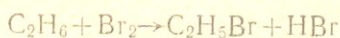
15. როგორი რეაქციებით შეიძლება გარდაქმნათ პროპანოლ-1 პროპანოლ-2-ად?

§ 25. სპირტები როგორც ნახშირწყალბადების ნაწარმები,
ეთანოლის სამრეწველო სინთეზი

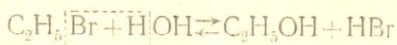
გენეტიკური კავშირი სპირტებსა და ნახშირწყალბადებს შორის. ზემოთ დავინახეთ, რომ სპირტები შეიძლება განხილულ იქნეს როგორც ნახშირწყალბადების ჰიდროქსილნაწარმები. ისინი შეიძლება განხილულ იქნეს აგრეთვე როგორც ნაწილობრივ დაქანებული ნახშირწყალბადები, რადგან ვარდა ნახშირბადისა და წყალბადისა შეიცავენ ქანებადს.

ნახშირწყალბადის მოლეკულაში წყალბადის ატომის უშუალოდ ჰიდროქსილის ჯგუფით შეცვლა ან ქანებადის ატომის შეტანა საკმაოდ ძნელია. ამის განხორციელება უფრო მარტივად ჰალოგენნაწარმების საშუალებით შეიძლება.

მაგალითად, ეთანისაგან ეთილის სპირტის მისაღებად ჯერ შეიძლება მივიღოთ ბრომეთანი:

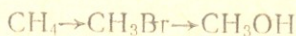


შემდეგ კი ბრომეთანი წყალთან გაცხელებით და ტუტის თანობისას გარდაქმნათ სპირტად:

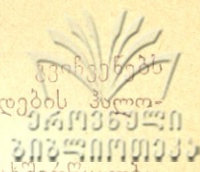


ტუტე აქ საჭიროა ბრომწყალბადის გასანეიტრალებლად და სპირტთან მისი რეაქციის ასაცილებლად, ე. ი. ქიმიური წონასწორობის გადასაწევად საჭირო პროდუქტის წარმოქმნისაკენ.

ამის მსგავსადვე შეიძლება მეთანისაგან მეთილის სპირტის მიღება:



ასეთი ხერხით სპირტების მიღებას სამრეწველო მნიშვნელობა არა აქვს, მას ზოგჯერ მხოლოდ ლაბორატორიებში იყენებენ. მაგრამ იგი



მნიშვნელოვანია თეორიული თვალსაზრისით, ვინაიდან გენეტიკურ კავშირს ნახშირწყალბადებს, ნახშირწყალბადებს და სპირტებს შორის.

სპირტები გენეტიკურად დაკავსიობულია უჯერ ნახშირწყალბადებთანაც. რადგან უჯერი ნახშირწყალბადები თანამედროვე ორგანული სინთეზის ხელმისაწვდომი ნედლეულია, ისინი ხშირად გამოიყენება მრეწველობაში სპირტების მისაღებად. დაწვრილებით განვიხილოთ ეთანოლის მიღების პროცესი.

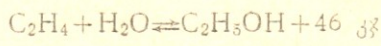
ეთანოლის სამრეწველო სინთეზი. მრეწველობაში ეთილის სპირტს სხვადასხვა ხერხით ღებულობენ.

ყველაზე ძველი ხერხია სპირტის გამოხდა ღვინისაგან, სადაც ის წარმოიქმნება შაქროვანი ნივთიერებების დუღილისას (აქედანაა სახელწოდება — ღვინის სპირტი).

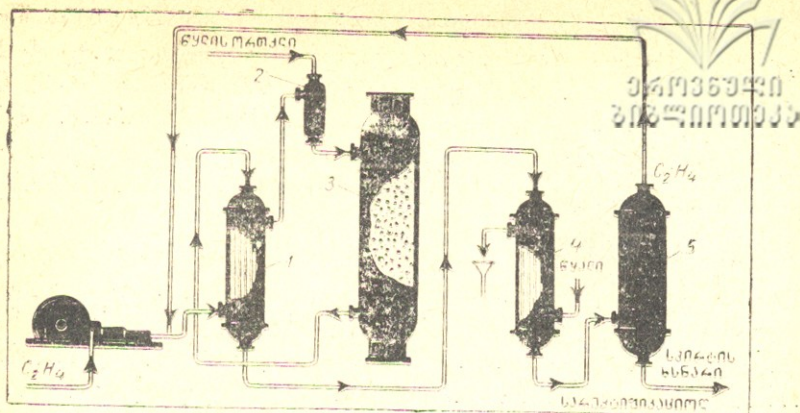
უფრო გვიან დუღილის პროცესი გამოიყენეს სახამებლის შემცველი პროდუქტებისაგან სპირტის სამრეწველო მიღებისათვის. ამ ხერხით კარტოფილის ან მარცვლეულის სახამებელს ჯერ გარდაქმნიან შაქრად (მალტოზად), რომლისაგანაც შემდეგ საფუარის მოქმედებით სპირტს ღებულობენ. საფუარის სოკოები გამოიმუშავენ განსაკუთრებულ ნივთიერებებს — ფერმენტებს, რომლებიც დუღილის პროცესის ორგანული კატალიზატორებია. მაგრამ ამ ხერხით ეთილის სპირტის წარმოება საკვები ნედლეულის დიდ ხარჯს მოითხოვს.

ამჟამად ფართოდაა განვითარებული მერქნისაგან ეთილის სპირტის წარმოება. მერქანს (ცელულოზას), ისევე როგორც სახამებელს, ჯერ შაქრად (გლუკოზად) გარდაქმნიან, შემდეგ კი დუღილის გზით შაქრისაგან სპირტს ღებულობენ.

სპირტის მიღების ყველაზე უფრო სრულყოფილი ხერხია სინთეზური ხერხი. ის მდგომარეობს წყლის ორთქლით ეთილენის კატალიზურ ჰიდრატაციაში. ეს რეაქცია შექცევადია და გამოისახება განტოლებით:



ვინაიდან ეთილენი და წყალი აირად (ორთქლისებრ) მდგომარეობაში ურთიერთქმედებენ და რეაქცია ამ მიმართულებით ნარევეში მოლექულათა რიცხვის შემცირებით მიმდინარეობს, ამიტომ წონასწორობის გადასაწევად სპირტის წარმოქმნისაგან საჭიროა მაღალი წნევა. ამ დროს რეაქცია რომ საკმაო სიჩქარით წავიდეს, აუცილებელია კატალიზატორის გამოყენება და ნივთიერებათა გახურება. მაგრამ ვინაიდან რეაქცია ეგზოთერმულია, ზედმეტი გახურება გამოიწვევს იმ რეაქციის აჩქარებას, რომლის დროსაც სითბო შთაინთქმება. ე. ი. წარმოქმნილი სპირტი დაიშლება, წონასწორობა უკუმიმართულებით გადაიწევა.



სურ. 42. ეთილენის პირდაპირი ჰიდრატაციის სამრეწველო დანადგარის სქემა:
 1 — თბოგადამცემი; 2 — შემზავებელი; 3 — სინთეზის სვეტი; 4 — კონდენსატორი; 5 — გაზგამყოფი.

დადგენილია, რომ ეთილენის ჰიდრატაციის ოპტიმალური პირობებია $280-300^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურა და $70-80$ მზა წნევა. რეაქციაში კატალიზატორად იხმარება. მყარ საჩხულზე დაღეძილი ფოსფორმჟავა.

ამ პირობებში საკონტაქტო აპარატში ერთხელ გავლისას სპირტად გარდაიქმნება დაახლოებით 5%-მდე საწყისი ეთილენი. წარმოება რომ რენტაბელური გახდეს, აუცილებელია რეაქციის პროდუქტებისაგან სპირტის გამოყოფა და ჰიდრატაციისათვის ეთილენის ხელახლა დაბრუნება, ე. წ. ცირკულაციის პროცესის განხორციელება. ცხადია, აგრეთვე, რომ რეაქციის ნარჩენი პროდუქტების გამოყენება შეიძლება საჰიდრატაციოდ შემავალი ნივთიერებების გასახურებლად.

რაკი პროცესის მეცნიერული საფუძვლები გავარკვეით, ახლა შევვიძლია მისი ტექნოლოგიის განხილვა (სურ. 42).

ეთილის სპირტის სინთეზის საკონტაქტო აპარატი დაახლოებით 10 მ სიმაღლის დრუ ცილინდრული ფოლადის სვეტია. კოროზიისაგან დასაცავად ის შეგნიდან ამოგებულია სპილენძის ფურცლებით და ამოვსებულია კატალიზატორის შრით. ეთილენი საჭირო ტემპერატურამდე რეაქციის პროდუქტებით ხურდება თბოგადამცემში, შეერევა გადახურებულ წყლის ორთქლს და შედის საკონტაქტო აპარატის ზედა ნაწილში. რეაქციის პროდუქტები გამოაქვთ აპარატის ქვედა ნაწილიდან. მათ შედგენილობაშია ეთილის სპირტის ორთქლი, რეაქციაში შეუსვლელი ნივთიერებები და თანმხლები პროდუქტები (დიეთილეთერი და სხვ.).

ყველა შემდგომი ოპერაცია მიმართულია ამ ნარევიდან წმინდა ეთილის სპირტის გამოსაყოფად. უწინარეს ყოვლისა, რეაქციის პროდუქტებს ტუტით დაამუშავებენ (სქემაზე ნაჩვენები არ არის). ნაწილობრივ წატაცებული ფოსფორმეაჟას გასაანიტრალებლად. შემდეგ ეს პროდუქტები შედის თბოგადამცემში. სადაც ისინი ცივდება. რაღვან რეაქციის სითბო გადაეცემა ეთილენს, რომელიც საპიდრატაციოდ მიეწოდება.

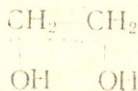
პიდრატაციის პროცესს ხელმძღვანელობს მეაპარატე. საკონტროლო-გამზომი ხელსაწყოების მეშვეობით იგი თვალყურს ადევნებს ტემპერატურას რეაქტორსა და სხვა მოწყობილობებში. ეთილენის წნევას რეაქტორის შესასვლელსა და გამოსასვლელში, საციკულაციო გაზისა და ორთქლის ხარჯს და მრავალ სხვა მაჩვენებელს. თუ პროცესი გადაიხრება მოცემული პარამეტრებიდან, ის იღებს საჭირო ზომებს მისი ნორმალისებისათვის.

- ? 16. დაწერეთ იმ რეაქციათა განტოლებები, რომელთა მეშვეობით შეიძლება მივიღოთ: ა) მეთანოლი მეთანისაგან ბ) ბუტანოლ-1 ბუტანისაგან.
- ▲ 17. დაასახელეთ ეთენისაგან ეთანოლის მიღების ორი ხერხი.
18. როგორ მივიღოთ პროპილის სპირტისაგან პროპანი? მოიტანეთ რეაქციათა განტოლებები.
19. სპირტი პროპანოლ-2 მრეწველობაში მიიღება პროპენის პიდრატაციით. ეთანზება თუ არა ეს მარკოვნიკოვის წესს? განმარტეთ ელექტრონულ წარმოდგენათა საფუძველზე.
20. დაასახელეთ ეთილენის პიდრატაციის სამრეწველო პროცესის ოპტიმალური პირობები და პასუხი დაასაბუთეთ.
21. დაასახელეთ ქიმიური წარმოების ზოგადი მეცნიერული პრინციპები, რომლებიც სამართლიანია ეთილენის პიდრატაციით ეთილის სპირტის მიღებისას.

§ 26. მრავალატომიანი სპირტები

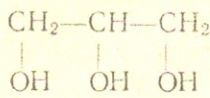
აღნაგობა და ფიზიკური თვისებები. მრავალატომიანი სპირტების მოლეკულები შეიცავს ნახშირწყალბადის რადიკალთან შეერთებულ პიდროქსილის რამდენიმე ჯგუფს.

თუ ნახშირწყალბადის მოლეკულაში წყალბადის ორი ატომი პიდროქსილის ჯგუფებითაა ჩანაცვლებული, ორ ატომიანი სპირტი გვაქვს. ასეთი სპირტების უმარტივესი წარმომადგენელია ეთილენგლიკოლი:





თუ ნახშირწყალბადის მოლეკულაში ჰიდროქსილის ჯგუფებით ჩანაცვლებულია წყალბადის სამი ატომი, მაშინ სამეტიოლს სპირტი წარმოიქმნება. უმარტივესი სამატომიანი სამეტიოლის მომადგენელია გლიცერინი:



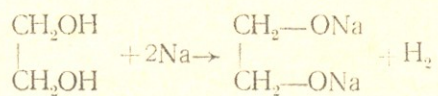
ცნობილია უფრო მეტატომიანი სპირტებიც.

ყველა მრავალატომიან სპირტში ჰიდროქსილის ჯგუფები განლაგებულია ნახშირბადის სხვადასხვა ატომთან. ისეთი სპირტის მიღება, რომელშიც ნახშირბადის ერთ ატომთან თუნდაც ორი ჰიდროქსილის ჯგუფი იქნება შეერთებული, ჩვეულებრივ არ ხერხდება: ასეთი ნაერთი არამდგრადია.

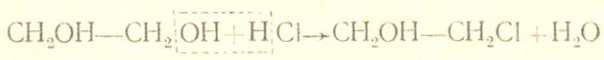
ერთ ნახშირბადატომთან ორი ჰიდროქსილის ჯგუფის შემცველი ნაერთების არამდგრადობას გვეცანით ჯერ კიდევ არაორგანულ ქიმიაში ნახშირმჟავას შესწავლის დროს. ცნობილია, რომ ეს მჟავა $\text{O}=\text{C} \begin{array}{l} \text{OH} \\ \text{OH} \end{array}$ მხოლოდ ხსნარში არსებობს. თუ შევცდებით სუფთა სახით მის გამოყოფას, ის ნახშირბად(IV)-ის ოქსიდად და წყლად დაიშლება.

მრავალატომიანი სპირტების მნიშვნელოვანი წარმომადგენლები — ეთილენგლიკოლი და გლიცერინი უფერო სიროფისებრი, მოტკბო გემოს, წყალში კარგად ხსნადი სითხეებია.

ქიმიური თვისებები. როგორც ჰიდროქსილის ჯგუფების შემცველი ნივთიერებებს, ეთილენგლიკოლსა და გლიცერინს ერთატომიანი სპირტების მსგავსი თვისებები აქვს. მაგალითად, ნატრიუმში მათგან წყალბადს აძევენ:



სპირტებზე ჰალოგენწყალბადმჟავების მოქმედებისას ხდება ჰიდროქსილის ჯგუფის ჩანაცვლება:



მაგრამ მრავალატომიანი სპირტები განსაკუთრებული თვისებებითაც ხასიათდება.

თუ ტუტის ხსნარიან სინჯარაში რამდენიმე წვეთ შაბიამნის ხსნარს დავამატებთ და წარმოქმნილ სპილენძის ჰიდროქსიდს $\text{Cu}(\text{OH})_2$ გლი-

ცერინს დავასხამთ. წარმოიქმნება სპილენძის გლიცერტის კაჟი
ლურჯი ფერის გამჭვირვალე ხსნარი (წარმოქმნილი ნივთიერების
ნაგობის სირთულის გამო მისი ფორმულა არ არის მოტანილი)
სპილენძ(II)-ის ჰიდროქსიდთან ურთიერთქმედების შედეგად
ლურჯი ფერის ხსნარის წარმოქმნა მრავალატომიანი სპირტების დამა-
ხასიათებელი რეაქციაა.

მრავალატომიანი სპირტების მაგალითზე კვლავ ვრწმუნდებით,
რომ რაოდენობრივი ცვლილებები გადადის თვისობრივ ცვლილებებში:
მოლეკულაში ჰიდროქსილის ჯგუფების დაგროვებამ განაპირობა ახალი
თვისებების წარმოქმნა ერთატომიან სპირტებთან შედარებით, რაც
ჰიდროქსილის ჯგუფების ურთიერთგავლენის შედეგია.

მიღება და გამოყენება. ერთატომიანი სპირტების მსგავსად, მრავალატომიანი სპირტები შეიძლება მიღებულ იქნეს შესაბამისი ნახშირწყალბადებისაგან მათი ჰალოგენაწარმების მეშვეობით.

ყველაზე გამოყენებულ მრავალატომიან სპირტს — გლიცერინს — ცხიმების დახლეჩით იღებენ (გაიხსენეთ ზოგადი ბიოლოგიის კურსიდან ცხიმების შედგენილობა). ახლა კი დაიწყეს სინთეზური ხერხით მისი მიღება ნავთობის კრეკინგის გაზებში შემავალი პროპილენისაგან.

ეთილენგლიკოლი იხმარება ზოგიერთი ორგანული ნაერთის სინთეზისათვის, მაგალითად, პოლიმერის, რომელსაც ბოტკო ლავსანის დასამზადებლად იყენებენ. ის მნიშვნელოვანი რაოდენობით გამოიყენება ანტიფრიზების — ნაკლებადციხადი სითხეების დასამზადებლად.

ატოსაქმის ყველა მცოდნემ იცის, თუ რამდენად რთულდება მანქანების ექსპლუატაცია ზამთრის პირობებში, როდესაც ძრავას გამაცივებელი წყალი შეიძლება გაიყინოს და გაფართოების გამო სერიოზულად დააზიანოს იგი. თუ ეთილენგლიკოლს დიდი რაოდენობით გავხსნით წყალში, ასეთი ხსნარის გაყინვის ტემპერატურა სავსებით დაიწვეს. მაგალითად, 25% ეთილენგლიკოლის შემცველი ხსნარი — 12°C-ზე იყინება, ხოლო 55% ეთილენგლიკოლის შემცველი კი — მხოლოდ — 40°C-ზე.

ბევრ შემთხვევაში გლიცერინის გამოყენება მის ჰიგროსკოპულობას ემყარება. მედიცინაში ის იხმარება ხელის კანის დასარბილებლად და მალამოების დასამზადებლად, ტყავის წარმოებაში — ტყავის დასაცავად გაშრობისაგან, საფეიქრო მრეწველობაში — ქსოვილების გამოსაყვანად, მათთვის სირბილისა და ელასტიკურობის მისანიჭებლად და ა. შ. გლიცერინი გამოიყენება სინთეზური ფისებისა და ფეთქებადი ნივთიერებების, მაგალითად, ნიტროგლიცერინის მისაღებად.

22. შეიძლება თუ არა ოთხატომიანი სპირტი ერიტრიტი
 $CH_2OH-CHOH-CHOH-CH_2OH$ ჩაითვალოს გლიცერინის ჰომოლოგად?
გაეცით დასაბუთებული პასუხი.

23. დაწერეთ: ა) ეთილენგლიკოლის, ბ) გლიცერინის უახლოესი პირფორმების სტრუქტურული ფორმულები.

24. როგორ ახსნით, რომ ეთილენგლიკოლი და გლიცერინი: ა) სითხეებია, ბ) შედარებით მაღალმდუღარე სითხეებია, და გ) კარგად იხსნება წყალში?

25. როგორ შეიძლება მივიღოთ გლიცერინი 1, 2, 3-ტრიკლოროეთანის $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CHCl}-\text{CH}_2\text{Cl}$? შეადგინეთ რეაქციათა განტოლებები და უჩვენეთ მისი განხორციელების პირობები.

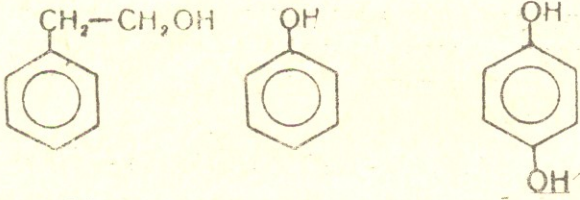
26. რა მაქსიმალური მოცულობის წყალბადი (ნორმ. პირ.) შეიძლება გამოიყოს ნატრიუმით 1 მოლი გლიცერინისაგან?

27. როგორ შეიძლება ქიმიური ზერხით განვასხვაოთ გლიცერინი ეთილის სპირტისაგან?

გაიგეთ, გამოიყენება თუ არა ანტიფრეზები თქვენი რაიონის ავტომანქანებში. გაეცანით მათ შედგენილობას, თვისებებსა და გამოყენების წესებს.

§ 27. ფენოლები

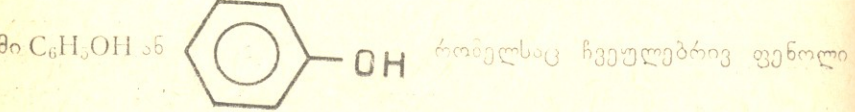
არომატული სპირტები და ფენოლები. ატომთა ღია ჯაჭვის მქონე ნახშირწყალბადების მსგავსად არომატულ ნახშირწყალბადებსაც აქვთ ჰიდროქსილნაწარმები. ამ ნაერთებში ჰიდროქსილის ჯგუფები შეიძლება ბმული იყოს ან გვერდითი ჯაჭვის ნახშირბადატომებთან ანდა უშუალოდ ბენზოლის ბირთვის ნახშირბადის ატომებთან, მაგალითად:



არომატული ნახშირწყალბადების ჰიდროქსილნაწარმებს, რომლებიც ფუნქციონალურ ჯგუფს გვერდით ჯაჭვში შეიცავს, **●** არომატული სპირტები ეწოდება. არომატული სპირტები თავისი თვისებებით ჩვეულებრივი სპირტების ანალოგიურია, და მათ აქ არ განვიხილავთ.

არომატული ნახშირწყალბადების ჰიდროქსილნაწარმებს, რომელთა მოლეკულებში ფუნქციონალური ჯგუფები ბენზოლის ბირთვთანაა ბმული, სპირტებისაგან განსხვავებით, ფენოლები ეწოდება.

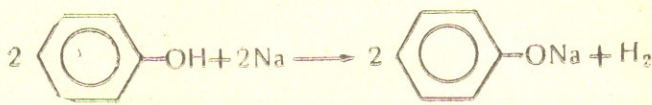
უმარტივესი ფენოლია ბენზოლის ერთატომიანი ჰიდროქსილნაწარ-



ეწოდება. ფენოლის მოლეკულის მოდელი გამოსახულია III ფურცელსურათზე.

ფენოლის თვისებები. ფენოლი კრისტალური, უფერო ბური სუნის მქონე ნივთიერებაა. ჰაერზე ნაწილობრივი დაჯანგვის გამო ხშირად ვარდისფერია. ფენოლი მეტად ადვილლობადია, რაშიც ადვილად დავრწმუნდებით, თუ ამ ნივთიერებიან სინჯარას ცხელ წყალში მოვათავსებთ: ამ დროს ფენოლი სწრაფად ლღვება (ლღობის ტემპერ. 42°C).

ფენოლის მოლეკულაში ნახშირბადოვან რადიკალთან შეერთებული ჰიდროქსილის ჯგუფის არსებობა აპირობებს ქიმიური თვისებებით ფენოლის გარკვეულ მსგავსებას ერთატომიან სპირტებთან. მაგალითად, ფენოლი რომ ოდნავ შევათბოთ (გაღობამდე) და მასში ლითონური ნატრიუმი მოვათავსოთ, წყალბადი გამოიყოფა. ამ დროს ალკოჰოლატების მსგავსად წარმოიქმნება ნატრიუმფენოლატი $\text{C}_6\text{H}_5\text{ONa}$:



ალკოჰოლატებისაგან განსხვავებით ფენოლატი მაშინაც წარმოიქმნება, როდესაც ფენოლზე ტუტის ხსნარით ვიმოქმედებთ. ამ დროს მყარი ნივთიერება სწრაფად ქრება, რადგან ნატრიუმის ფენოლატი ხსნადი ნივთიერებაა:



ან რეაქციის იონური მექანიზმის მიხედვით:



ამ რეაქციებში მეღვანდება ფენოლის მეჯვური თვისებები. ფენოლის დისოციაციის ხარისხი მეტია, ვიდრე წყლისა და ნაჯერი სპირტებისა, და ამიტომ მას კარბოლმეჯავასაც უწოდებენ. ფენოლი მანვ სუსტი მეჯავაა: ნახშირმეჯავაც კი უფრო ძლიერია და შეუძლია ფენოლის გამოქვევება ნატრიუმის ფენოლატიდან.

რით აიხსნება ფენოლის მეჯვური თვისებების მეტება. ე. ი. ფენოლის პროტონის უფრო ადვილად ჩამოცილება, ვიდრე ეს ხდება ერთატომიან სპირტებში. ვინაიდან შედგენილობის მიხედვით ეს ნივთიერებები ერთმანეთისაგან მხოლოდ ნახშირწყალბადების რადიკალებით განსხვავდება, ცხადია, რომ არომატული რადიკალი ფენოლი

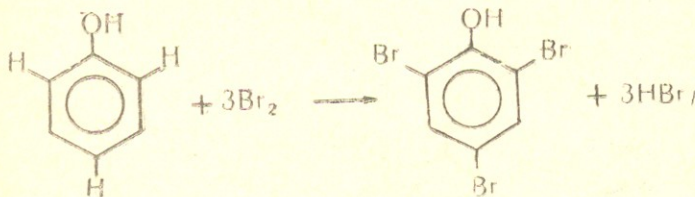
C_6H_5 — ეთილის რადიკალისაგან C_2H_5 — განსხვავებით გავლენას ახდენს ჰიდროქსილის ჯგუფზე და მასში წყალბადისა და ქანგბადის ატომებს შორის ბმას ასუსტებს.

გავლენას
ქანგბადის
ეროვნული
ნივლითი

ამ გავლენის არსი ის არის, რომ ბენზოლის ბირთვს უნარი აქვს რამდენადმე თავისკენ მიიზიდოს ჰიდროქსილის ჯგუფის ქანგბად-ატომის ელექტრონები, რის შედეგადაც $O-H$ ბმის ელექტრონული სიმკვრივე უფრო ძლიერად გადაიწევა წყალბადიდან ქანგბადისაკენ და ბმა უფრო პოლარული ხდება. საბოლოოდ კი მატულობს წყალბადატომის ჩამოცილების შესაძლებლობა პროტონის სახით.

ახლა განვიხილოთ, აქვს თუ არა ისეთივე თვისებები ამ ნაერთებში ბენზოლის ბირთვის წყალბადატომებს, როგორც ბენზოლში.

გავიხსენოთ, რომ ბენზოლი ბრომიან წყალთან არ რეაგირებს, ხოლო თუ ბრომიან წყალს ფენოლის ხსნარს მივუმატებთ, ადვილად წარმოიქმნება ტრიბრომფენოლის თეთრი ნალექი:



ცხადია, ბენზოლის ბირთვის გაზრდილი რეაქციისუნარიანობის მიზეზი მოლეკულაში ჰიდროქსილის ჯგუფის არსებობით უნდა აეხსნათ, ვინაიდან სხვა მხრივ ფენოლისა და ბენზოლის აღნაგობა ერთნაირია.

ქანგბადის ატომის ელექტრონებს იზიდავს ბენზოლის ბირთვი და იზრდება მისი ელექტრონული სიმკვრივე განსაკუთრებით 2, 4, 6 მდგომარეობაში, ამაში დავრწმუნდებით ტოლუოლის მაგალითით. ამავე 2, 4, 6-ადგილებს „უტყვს“ ბრომიც.

მასასადამე, აქ ისევ ვხვდებით ატომთა ურთიერთგავლენას: ფენოლის მოლეკულაში არა მარტო ბენზოლის ბირთვი ახდენს გავლენას ჰიდროქსილის ჯგუფზე და ზრდის მის აქტიურობას, არამედ ჰიდროქსილის ჯგუფიც მოქმედებს ბენზოლის ბირთვზე და განაპირობებს მისი წყალბადატომების უფრო ადვილ ჩანაცვლებას.

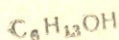
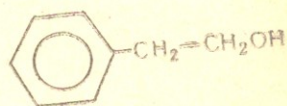
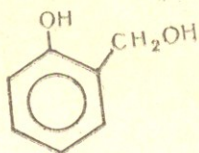
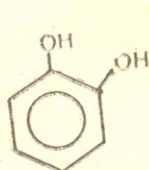
ფენოლის გამოყენება და მიღება. ფენოლი, როგორც მრავალი მიკროორგანიზმის გამანადგურებელი ნივთიერება, წყალხსნარის სახით დიდი ხანია გამოიყენება სადგომების, ავეჯის, ქირურგიული ხელსაწყოებისა და სხვ. სადუზინფექციოდ. მას საღებრებისა და მრავალი მედიკამენტის მისაღებად იყენებენ. ფენოლი განსაკუთრებით

დიდი რაოდენობით იხმარება ფართოდ გავრცელებულ ფენოლურ-მალდეჰიდური პლასტმასების წარმოებაზე.

სამრეწველო საჭიროებისათვის უმთავრესად იყენებენ ქანახშირის ფისისაგან მიღებულ ფენოლს. მაგრამ ეს წყარო ფენოლის მხოლოდ მცირე რაოდენობას სრულად ვერ აკმაყოფილებს. ამის გამო ის დიდი რაოდენობით მიიღება ბენზოლისაგან სინთეზური ხერხებითაც.

ფენოლის წარმოებისა და სამრეწველო გამოყენებისას ძალიან მნიშვნელოვანი პრობლემაა ბუნების დაცვა სამრეწველო ნარჩენებისაგან, რომლებიც ფენოლს შეიცავს და საშიშია ცხოველური და მცენარეული ორგანიზმებისათვის. იმისათვის, რომ არ დაუშვან ფენოლის მოხვედრა გარემოში, იყენებენ სხვადასხვა მეთოდს: გაზებს, რომლებიც ფენოლს შეიცავენ, კატალიზურად ენგავენ, ჩამდინარე წყლებს ოზონით ამუშავებენ, ფენოლს გამხსნელებით გამოყოფენ და ა. შ. მიმდინარეობს გარემოს დაცვის სხვა ეფექტიანი საშუალებების ძიებაც.

28. ნაერთების რომელ კლასებს მიეკუთვნება ნივთიერებები, რომელთა ფორმულები ქვემოთაა მოყვანილი?



29. გვაქვს შემდეგი აღნაგობის ნივთიერება:

როგორ იმოქმედებს ის: ა) ნატრიუმთან, ბ) მწვავე ნატრიუმთან? შეადგინეთ რეაქციათა განტოლებები.



30. ფენოლის კრისტალური მდგომარეობა გაპირობებულია წყალბადური ბმებით. რომლებიც მყარდება მის მოლეკულებს შორის. რისი ექმა შეიძლება ამ ბმათა ფარდობითი სიმტკიცის შესახებ იმ წყალბადურ ბმებთან შედარებით, რომლებიც ერთატომიან სპირტებში არსებობს?

31. რატომ იმღვრევა ნატრიუმფენოლატის წყალხსნარი მასში ნახშირბად (IV)-ის ოქსიდის გატარებისას? დაწერეთ რეაქციის განტოლება.

32. ფენოლი ადვილად შედის აზოტმეყავასთან რეაქციაში. ამ დროს მიიღება 2,4,6-ტრინიტროფენოლი (პიკრინმეყავა). შეადგინეთ რეაქციის განტოლება.

33. ფენოლი შეიძლება მიღებულ იქნეს შემდეგი გარდაქმნებით:



პრაქტიკულად როგორ განახორციელებთ თითოეულ ამ გარდაქმნას? შეადგინეთ რეაქციათა განტოლებები.



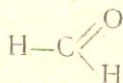
სპირტებს ვიხილავდით როგორც ნახშირწყალბადების დაჟანგვისას წარმოქმნილ ნივთიერებებს.

ალდეჰიდები და კარბონმჟავები სპირტების შემდგომი დაჟანგვის პროდუქტებია.

§ 28. ალდეჰიდები

აღნაგობა და ფიზიკური თვისებები. ალდეჰიდების დამახასიათებელი აღნაგობა რომ გამოვარკვიოთ, განვიხილოთ მათი უმარტივესი წარმომადგენელი — ჭიანჭველის ალდეჰიდი.

ალდეჰიდების შედგენილობის შესწავლა გვიჩვენებს, რომ მისი მოლეკულური ფორმულაა CH_2O . ამის საფუძველზე ადვილად ვადგენთ მის ერთადერთ შესაძლებელ სტრუქტურულ ფორმულას:



ტ ა ბ უ ლ ა 4

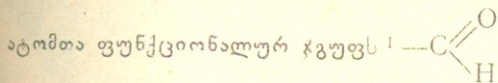
ალდეჰიდების ჰომოლოგიური რიგი

ალდეჰიდების დასახელება	ფორმულა	დუღილის ტემპერატურა (°C-ით)
ჭიანჭველის (ფორმალდეჰიდი)	$ \begin{array}{c} O \\ \parallel \\ H-C \\ \backslash \\ H \end{array} $	-19
ძმრის (აცეტალდეჰიდი)	$ \begin{array}{c} O \\ \parallel \\ CH_3-C \\ \backslash \\ H \end{array} $	+21
პროპიონის	$ \begin{array}{c} O \\ \parallel \\ CH_3-CH_2-C \\ \backslash \\ H \end{array} $	+50
ერბოს	$ \begin{array}{c} O \\ \parallel \\ CH_3-CH_2-CH_2-C \\ \backslash \\ H \end{array} $	+75
ვალერიანის	$ \begin{array}{c} O \\ \parallel \\ CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-C \\ \backslash \\ H \end{array} $	+102

მსგავსი აღნაგობა აქვს ამ რიგის სხვა ნივთიერებებსაც. ცნობები აღდეპიდების უმარტივესი წარმომადგენლების შესახებ მოყვანილია მე-4 ცხრილში.

ეროვნული
ნივთიერება

● აღდეპიდები ეწოდება ორგანულ ნივთიერებებს, რომლებშიც მოლეკულები შეიცავენ ნახშირწყალბადების რადიკალთან შეერთებულ



ამ კლასის ნივთიერებათა ზოგადი ფორმულაა $\text{R—C} \begin{matrix} \text{O} \\ // \\ \text{H} \end{matrix}$.

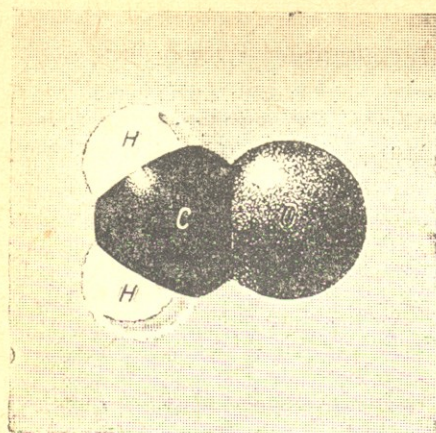
ატომთა $\text{—C} \begin{matrix} \text{O} \\ // \\ \text{H} \end{matrix}$ ჯგუფს კარბონილი ეწოდება. აღდეპიდების მოლეკულათა მოლეკულები გამოსახულია 43-ე სურათზე და IV ფერად სურათზე.

აღდეპიდები შეიძლება განვიხილოთ აგრეთვე როგორც ორგანული ნაერთები, რომელთა მოლეკულაში კარბონილის ჯგუფი $\text{—C} \begin{matrix} \text{O} \\ // \\ \text{H} \end{matrix}$ შეერთებულია ნახშირწყალბადის რადიკალთან და წყალბადის ატომთან. აღდეპიდების კლასი ამით განსხვავდება კეტონების კლასისაგან, რომელშიც კარბონილის ჯგუფი შეერთებულია ნახშირწყალბადის ორ რადიკალთან.

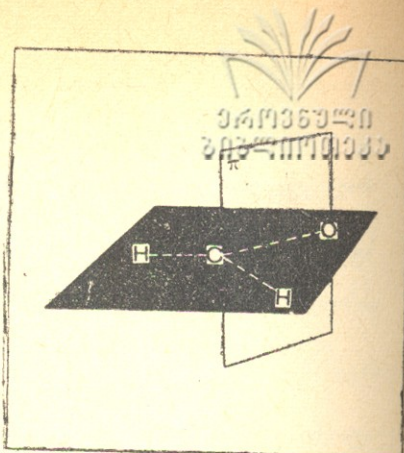
კეტონების ზოგადი ფორმულაა $\text{R—C} \begin{matrix} \text{O} \\ // \\ \text{R} \end{matrix}$. კეტონების მნიშვნელოვანი წარმომადგენელი აცეტონი $\text{CH}_3\text{—C} \begin{matrix} \text{O} \\ // \\ \text{CH}_3 \end{matrix}$ უფრო, თავისებურსენიანი სითხეა, აცეტონს გამსხნელად ფართოდ იყენებენ ყოფა-ცხოვრებასა და წარმოებაში.

განვიხილოთ აღდეპიდების ელექტრონული აღნაგობა. კარბონილის ჯგუფის ნახშირბადის ატომი შეერთებულია სამ სხვა ატომთან, იგი მათთან წარმოქმნის σ -ბმებს და, მაშასადამე, როგორც ეთილენის მოლეკულაში, sp^2 -ჰიბრიდიზაციის მდგომარეობაშია. ასეთი ბმები, როგორც ვიცით, მდებარეობენ ერთ სიბრტყეში და მათ შორის კუთხე 120° -ის ტოლია. ნახშირბადის ატომის p -ელექტრონის არაჰიბრიდული ღრუბელი და ქანგბადის ატომის p -ელექტრონის ღრუბელი (ამ ატომის მეორე ელექტრონი მონაწილეობს C—O σ -ბმის დამყარებაში), გვერდითი გადაფარვის საშუალებით წარმოქმნიან π -ბმას (სურ. 44).

¹ ჰიანჰეელის აღდეპიდში ფუნქციონალური ჯგუფი შეერთებულია წყალბადის ატომთან.

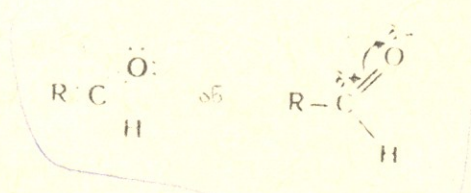


სურ. 43. ფორმალდეჰიდის მოლეკულის მოდელი.



სურ. 44. π-ბმის წარმოქმნა ალდეჰიდების კარბონლის ჯგუფში.

როგორც ჩანს, საერთო ბევრია ალდეჰიდისა და ეთილენის მოლეკულების ორმაგი ბმის ელექტრონულ აღნაგობაში. მაგრამ მათ შორის განსხვავებაც არის. ეთილენისაგან განსხვავებით ალდეჰიდებში ორმაგი ბმა მყარდება სხვადასხვა ელექტროუარყოფითობის მქონე ატომებს შორის, რის გამოც იგი პოლარულია. ელექტრონული სიმკვრივე (უმთავრესად π-ბმისა, როგორც უფრო მოძრავის) გადაწეული აღმოჩნდება ნახშირბადის ატომიდან ქანგბადის ატომისაკენ, რის გამოც ერთი მათგანი იძენს ნაწილობრივ დადებითს, ხოლო მეორე — ნაწილობრივ უარყოფით მუხტს. ამიტომ ალდეჰიდების ელექტრონული აღნაგობა შეიძლება გამოისახოს ფორმულით:



როგორც მე-4 ტაბულაში მოცემული ალდეჰიდების თვისებებიდან ჩანს, ამ რიგის მხოლოდ პირველი წევრი — ჰიანჰჰელის ალდეჰიდი არის გაზი, მას მოყვება სითხეები, უმაღლესი ალდეჰიდები კი მყარი ნივთიერებებია. ამ რიგის საწყისი წევრები წყალში ხსნადია, მოლეკულური მასის ზრდასთან ერთად ალდეჰიდების ხსნადობა მცირდება, უმაღლესი ალდეჰიდები წყალში უხსნადია.

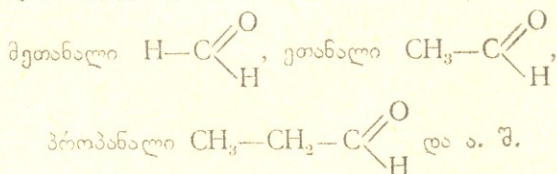
სპირტებისაგან განსხვავებით, ალდეჰიდებში არ წარმოიქმნება მოლეკულათშორისი წყალბადური ბმები, რადგან ალდეჰიდური ჯგუ-

ფის წყალბადატომების დადებითი მუხტი (C—H ბმის მეტად პოლარობის გამო) არ არის საკმარისი, რათა დაამყაროს წყალბადური ბმა მეორე ალდეჰიდური ჯგუფის უარყოფითად დამუხტულ ატომთან. ამის გამო ალდეჰიდების დუღილის ტემპერატურები დაბალია, ვიდრე იმ სპირტების, რომელთაც ნახშირბადატომთა იგივე რიცხვი აქვთ. ჰომოლოგიური რიგის პირველ წევრთა წყალში ხსნადობა შეიძლება აიხსნას იმ წყალბადური ბმებით, რომლებიც მყარდება წყლის მოლეკულების წყალბადატომების მეშვეობით. შეადგინეთ ასეთი ბმების წარმოქმნის სქემა ფორმალდეჰიდსა და წყლის მოლეკულებს შორის.

თავისი სახელწოდებები ალდეჰიდებმა მიიღო იმ მყაეებიდან, რომლებდაც ისინი დაჟანგვით გარდაიქმნება. ასე მაგალითად, ჰიანჰველის ალდეჰიდმა ანუ ფორმალდეჰიდმა სახელწოდება მიიღო ჰიანჰველის მჟავასაგან, რომელიც წარმოიქმნება მისი დაჟანგვისას (ჰიანჰველის ლათინური სახელწოდება — formica); ძმრის ალდეჰიდი, რომელსაც კიდევ აცეტალდეჰიდი ეწოდება, ძმრის მჟავასაგან წარმოდგება და ა. შ.

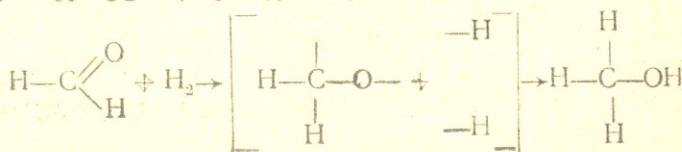
ჰიანჰველის ალდეჰიდს (ფორმალდეჰიდს) აქვს მკვეთრი მხუთავი სუნი და ძალიან უხამიანია. მისი 40%-იანი წყალხსნარი ფორმალინის სახელწოდებითაა ცნობილი.

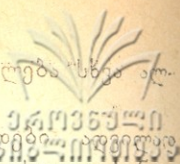
სისტემატური ნომენკლატურის მიხედვით ალდეჰიდების სახელწოდებები წარმოდგება იმ ნაჯერი ნახშირწყალბადების სახელწოდებისათვის დაბოლოება -ალ-ის დამატებით, რომლის ნაწარმდაც შეიძლება ჩაითვალოს ალდეჰიდი:



ქიმიური თვისებები. ალდეჰიდების ქიმიური თვისებები უპირველეს ყოვლისა გაპირობებულა მათ მოლეკულებში კარბონილის ჯგუფის არსებობით. მასში ორმაგი ბმის ადგილზე შეიძლება მიერთების რეაქცია მოხდეს.

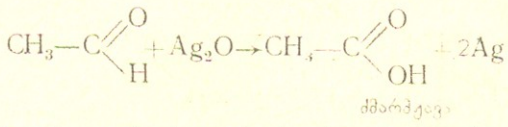
მაგალითად, თუ ფორმალდეჰიდის ორთქლს წყალბადთან ერთად გავატარებთ გახურებული ნიკელის კატალიზატორზე, მოხდება წყალბადის მიერთება და ფორმალდეჰიდი მეთილის სპირტად აღდგება. ეს პროცესი სქემატურად შეიძლება ასე გამოისახოს:





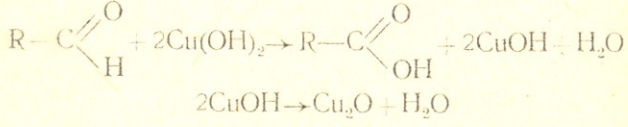
მსგავსი რეაქციების განტოლებების შედგენა შეიძლება სხვა ალდეჰიდებისთვისაც.

კარბონილის ჟანგბადატომის გავლენით ალდეჰიდების რეაქციები იწვევს ალდეჰიდის ჯგუფში C—H ბმის ადგილას. თუ სუფთა სინჯარაში ჩავასხამთ ვერცხლის ოქსიდის Ag₂O¹ ამიაკთან სხნარს, რომელიც დამყანგავია (რატომ?), მას დავამატებთ ალდეჰიდის სხნარს და ნარევეს ფრთხილად გავაცხელებთ, მალე სინჯარის კედლებზე გაჩნდება ვერცხლის ბზინვარე ნაფიფქი. ამ ჟანგვა-აღდგენით რეაქციაში ალდეჰიდი მყავად გარდაიქმნება (ამიაკის სინჯარბის გამო წარმოიქმნება ამონიუმის მარილი), ხოლო ვერცხლი თავისუფალი სახით გამოიყოფა:



ასეთ რეაქციას ვერცხლის სარკის რეაქცია ეწოდება. ალდეჰიდების დამყანგავად შეიძლება გამოყენებული იქნეს აგრეთვე სპილენძის ჰიდროქსიდი Cu(OH)₂. თუ სპილენძ(II)-ის ჰიდროქსიდს ალდეჰიდის სხნარს დავამატებთ და ნარევეს გავაცხელებთ, ჯერ შეიმჩნევა CuOH ყვითელი ნალექის წარმოქმნა, რომელიც შემდგომ სპილენძის წითელ ოქსიდად Cu₂O გარდაიქმნება. აქ სპილენძ(II)-ის ჰიდროქსიდი ალდეჰიდს მყავად ჟანგავს, თვითონ კი სპილენძ(I)-ის ოქსიდად აღდგება.

ამ რეაქციის განტოლებას ზოგადად ასე გამოვსახავთ:

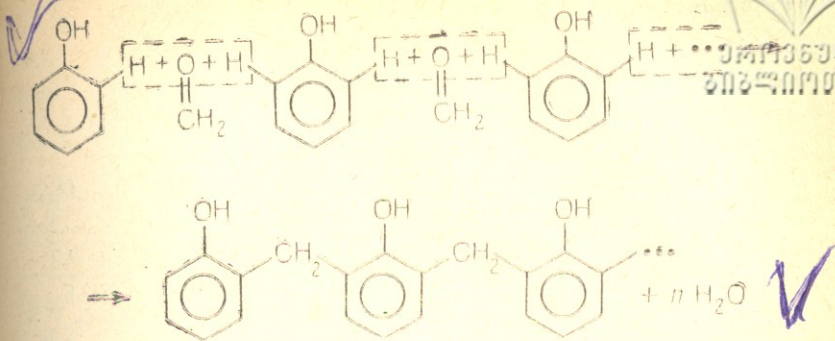
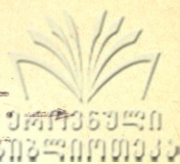


ამიაკის სხნართან ვერცხლი (I)-ის ოქსიდისა და სპილენძ(II)-ის ჰიდროქსიდის რეაქციები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ალდეჰიდების აღმოსაჩენად.

აქ განხილული საერთო რეაქციების გარდა, ცალკეულ ალდეჰიდებს თავისი სპეციფიკური და პრაქტიკულად მნიშვნელოვანი რეაქციები აქვთ. მაგალითისათვის განვიხილოთ ფენოლთან ფორმალდეჰიდის ურთიერთქმედება. თუ ამ ნივთიერებათა ნარევეს გავაცხელებთ მყავას ან ტუტის თანაობისას, მაშინ მაღალმოლეკულური პროდუქტი — ფენოლფორმალდეჰიდური ფისი წარმოიქმნება.

¹ ვერცხლი(I)-ის ოქსიდი წყალში არ იხსნება. ამიაკთან ის ხსნად ნაერთს Ag(NH₃)₂OH წარმოქმნის.

სქემატურად პროცესი შეიძლება ასე გამოისახოს:



მაღალმოლეკულური პროდუქტის წარმოქმნასთან ერთად ამ რეაქციის დროს გამოიყოფა წყალი.

იმ რეაქციებიდან, რომლებიც იძლევა მაღალმოლეკულურ ნივთიერებებს, ჩვენ აქამდე ერთი სახის რეაქციებს — პოლიმერიზაციის რეაქციებს განვიხილავდით. ფენოლის ურთიერთქმედება ფორმალდეჰიდთან ეკუთვნის ასეთი ნივთიერებების მისაღებ რეაქციათა მეორე სახეს — პოლიკონდენსაციის რეაქციებს:

● პოლიკონდენსაციის რეაქცია ეწოდება მაღალმოლეკულურ ნივთიერებათა წარმოქმნის რეაქციას, რომელიც მიმდინარეობს თანაური დაბალმოლეკულური პროდუქტების გამოყოფით.

ალდეჰიდების გამოყენება. ალდეჰიდებიდან ყველაზე დიდი გამოყენება აქვს ფორმალდეჰიდსა და აცეტალდეჰიდს (ძმრის ალდეჰიდს). ფორმალდეჰიდს, როგორც წესი, იყენებენ წყალხსნარის — ფორმალინის სახით. ხშირად მისი გამოყენება დამყარებულია ცილების შედედების უნარზე.

ყოფა-ცხოვრებაში მას საღებზინფექციოდ იყენებენ. სოფლის მეურნეობაში კი აუცილებელია სათესი მასალის შეაწამლად. ფორმალინს ფართო გამოყენება აქვს ტყავის წარმოებაში, ვინაიდან ტყავის ცილებზე იგი „მორთმლავად“ მოქმედებს, და მას უფრო მაგარს, არაღობადს ხდის. ამავე თვისებაზეა დამყარებული ფორმალინის გამოყენება ბიოლოგიური პრეპარატების შესანახად. ამიაკთან ფორმალდეჰიდის ურთიერთმოქმედებით მიიღება ფართოდ ცნობილი სამკურნალო ნივთიერება — უროტროპინი.

მაგრამ ფორმალდეჰიდის ძირითადი რაოდენობა ფენოლფორმალდეჰიდური პლასტმასების მიღებას ხმარდება.

ასეთი პლასტმასა ფენოლფორმალდეჰიდური ფისის, შემავსებლისა (ხის ფქვილი, ბამბის ქსოვილი და ა. შ.) და სხვა ნივთიერებათა ნარევი. ამ ნარევიდან ცხელი ღაწხეხვის ნეთოდით სხვადასხვა სახის

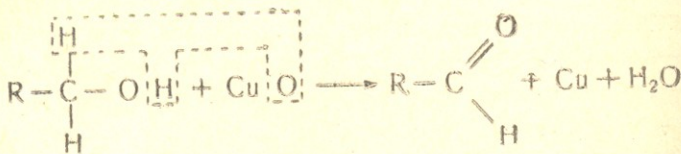
ნაკეთობებს აყალიბებენ. მაღალი ტემპერატურისა და წნევის გავლენით პლასტმასა ყალიბს კარგად ავსებს, ამასთანავე ფისის საჭიფან მოლეკულებს შორის მიმდინარეობს ქიმიური ურთიერთქმედების რის შედეგადაც წარმოიქმნება სივრცითი სტრუქტურის პოლიმერი. ამის გამო მასალა კარგავს თერმოპლასტიკურობას, იძენს დიდ სიმტკიცეს და ხდება უხსნადი.

ფენოლფორმალდეჰიდური პლასტმასებიდან ამზადებენ ელექტროდეტალებს, კბილანებს, საკისრების სადებებს, ბორბლებს, სარექტიფიკაციო სვეტების ნაწილებს, ონკანებსა და სხვა. ფენოლფორმალდეჰიდური პლასტმასებისაგან დამზადებული დეტალები უზრუნველყოფს მანქანების უხმაუროდ მუშაობას და უფრო დიდხანს ძლებს, ვიდრე ლითონის დეტალები.

აცეტალდეჰიდი (ძმრის ალდეჰიდი) დიდი რაოდენობით გამოიყენება ძმარმუყავას მისაღებად. აცეტალდეჰიდის ალდეგენით ზოგიერთ ქვეყანაში ეთილის სპირტს იღებენ.

ალდეჰიდების მიღება. ალდეჰიდების მიღების ზოგადი ხერხია სპირტების დაჟანგვა.

ეს ხერხი რომ გავიგოთ, ჩავატაროთ ასეთი ცდა: სპირტქურის ალზე გავარვარებული სპილენძის მავთულის სპირალი სპირტიან სინჯარაში ჩავუშვათ. შევამჩნევთ, რომ მავთული, რომელიც გახურების დროს სპილენძ (II)-ის ოქსიდის შავი ნაფიფქით დაიფარა, სპირტში ჩაშვებისთანავე ხელახლა ბზინვარე ხდება. ერთდროულად იგრძნობა ალდეჰიდის სუნის:



ასეთი რეაქციით იღებენ ფორმალდეჰიდს მრეწველობაში. რეაქტორში, რომელშიც მოთავსებულია გავარვარებული სპილენძის ან ვერცხლის ბადე, ატარებენ მეთილის სპირტის ორთქლისა და ჰაერის ნარევს.

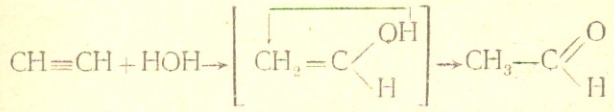
ლაბორატორიული ხერხით ალდეჰიდების მიღებისას სპირტების დასაჟანგად სხვა დამჟანგავების გამოყენებაც შეიძლება, მაგალითად, კალიუმპერმანგანატისა. სიმარტივისათვის დამჟანგავი აღნიშნეთ ჟანგბადის ატომის სახით და შეადგინეთ შესატყვისი სპირტისაგან ძმრის ალდეჰიდის მიღების რეაქციის განტოლება.

არსებითად სპირტების დაჟანგვა იმაში მდგომარეობს, რომ მათ მოლეკულებს სცილდება ორი ატომი წყალბადი (იხ. რეაქციის განტოლება).

ამგვარად, ალდეჰიდის წარმოქმნის დროს სპირტი ანუ ალკოჰოლი დეჰიდროგენიზაციას განიცდის. სწორედ ამ სიტყვების საწყისი ასოებისაგან არის შედგენილი სახელწოდება „ალდეჰიდი“, რაც ნიშნავს წყალბადწარმოქმნულ ალუთკოს.

მრეწველობაში აცეტალდეჰიდს ლებულობენ რუსი მკვლევარნი მ. გ. კუჩეროვის (1881 წ.) მიერ აღმოჩენილი რეაქციით — ვინილის ნისჰიდრატაციით ვერცხლისწყლის მარილების თანაობისას.

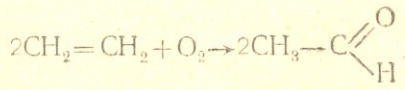
დასაწყისში მიმდინარეობს წყლის მიერთება აცეტილენთან ერთი ა-ბმის ადვილზე, წარმოიქმნება ვინილის სპირტი (გაიხსენეთ ვინილის რადიკალის სტრუქტურული ფორმულა). მაგრამ უჭერი სპირტები, რომლებშიც ჰიდროქსილის ჯგუფი ორმაგბმის ნახშირბადის ატომთან არის დაკავშირებული, არამდგრადია და ადვილად იზომერდება. ამიტომ ვინილის სპირტი გარდაიქმნება ალდეჰიდად:



რეაქცია ადვილად განხორციელდება, თუ აცეტილენს გავატარებთ ცხელ წყალში, რომელიც შეიცავს გოგირდმჟავას და ვერცხლისწყალი (II)-ის ოქსიდს (სურ. 45), რამდენიმე წუთის შემდეგ მიმღებში შეიძლება აღმოვაჩინოთ ალდეჰიდის ხსნარი.

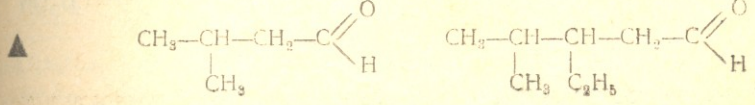
ამ ხერხით აცეტალდეჰიდის სამრეწველო მიღებას ის ნაკლი აქვს, რომ საქმე გვექნება ვერცხლისწყლის ნაერთებთან, რომლებმაც ორგანიზმში მოხვედრისას შეიძლება მოწამვლა გამოიწვიოს.

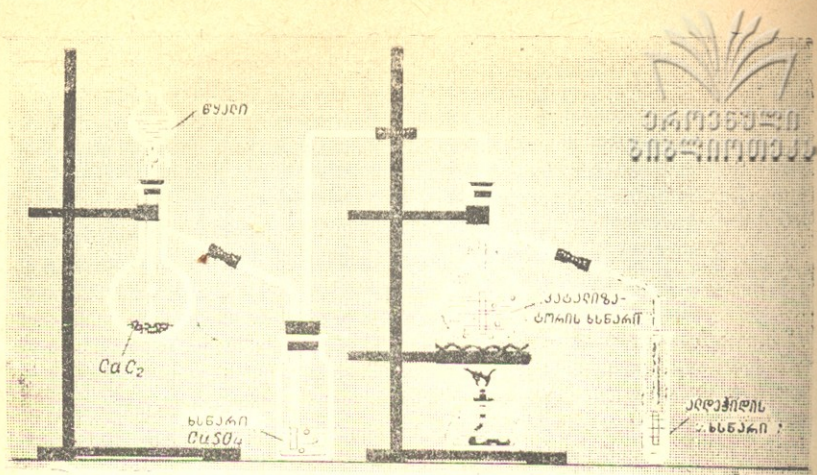
უკანასკნელ წლებში დამუშავდა და გავრცელდა აცეტალდეჰიდის მიღების წესი, რომლის მიხედვითაც ეთილენს ჟანგავენ ჰაერის ჟანგბადით პალადიუმის და სპილენძის ქლორიდების თანაობისას. რეაქციის მექანიზმის გათვალისწინების გარეშე პროცესი შეიძლება ჯამური განტოლებით გამოვსახოთ:



ეს ხერხი ყველაზე პერსპექტიულად ითვლება, ვინაიდან ამჟამად ეთილენი ადვილად მისაწვდომი და გაცილებით იაფი ნედლეულია ორგანული სინთეზისათვის, ვიდრე აცეტილენი (რატომ?).

7 1. დაასახელოთ სისტემატური ნომენკლატურით შემდეგი ალდეჰიდები:



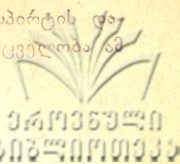


სურ. 45. აცეტილენის ჰიდრატაციით ძმრის ალდეჰიდის მიღება.

2. როგორ შეიძლება ძმრის ალდეჰიდიდან ორ სტადიად იქნეს მიღებული ბრომმეთანი? შეადგინეთ რეაქციათა განტოლებები?
3. რამდენი გ პროპიონის ალდეჰიდი დაიფანგება ვერცხლის სარკის რეაქციაში 0,01 მოლი ვერცხლის ერთდროულად ალდეგენის დროს?
4. როგორ გამოიყენებოდა სპილენძ(II)-ის ჰიდროქსიდის დახმარებით გლიცერინსა და ძმრის ალდეჰიდს?
5. როგორ მიიღება აცეტილენისაგან ეთილის სპირტი ორი ხერხით? მოიყვანეთ რეაქციათა განტოლებები და აღნიშნეთ მათი განხორციელების პირობები.
6. ეთილენის მსგავსად ფორმალდეჰიდს შეუძლია პოლიმერიზაცია ორმაგი ბმის ხარჯზე. ამ დროს წარმოიქმნება პოლიფორმალდეჰიდი, რომლის ჩაქვში მონაცვლეობენ ნახშირბადისა და ჟანგბადის ატომები. პოლიმერი ხასიათდება კარგი მექანიკური თვისებებით და გამოიყენება მანქანათა დეტალების, აფსკების, ბოჭკოების და სხვ. დასამზადებლად შეადგინეთ ფორმალდეჰიდის პოლიმერიზაციის რეაქცია. მიუთითეთ სტრუქტურული რგოლის ფორმულა და წარმოქმნილი პოლიმერის ფორმულა.
7. რა მსგავსება და განსხვავებაა პოლიმერიზაციისა და პოლიკონდენსაციის რეაქციებს შორის?
8. პოლიმერიზაციის რეაქციით მიღებული მაკრომოლეკულის მასა უდრის მისგან წარმოქმნილ მოლეკულების მასათა ჯამს. გავტყუდდება თუ არა ეს დებულება პოლიკონდენსაციით მიღებულ ნივთიერებებზე? პასუხი განმარტეთ.
9. არმატული სპირტები ჩვეულებრივი სპირტების მსგავსად შეიძლება გარ-

დაიქმნას ალდეჰიდებად. შეადგინეთ ბენზილის სპირტის c1ccccc1CO დაიქმნას ალდეჰიდებად. შეადგინეთ ბენზილის სპირტის

ბენზალდეჰიდად დაჟანგვის რეაქციის განტოლება. შეიძლება თუ არა მის მსგავსად ფენოლების გარდაქმნა ალდეჰიდებად? პასუხი განმარტეთ.



10. ფორმალდეჰიდი, რომელიც წარმოიქმნა 2 მოლი მეთილის სპირტის დაჟანგვით, გახსნეს 100 გ წყალში. როგორია ფორმალდეჰიდის შემცველობა ამ ხსნარში?

§ 29. ერთფუძიანი კარბონმჟავები

მჟავების აღნაგობა და ფიზიკური თვისებები. როდესაც ალდეჰიდების თვისებების შესწავლის დროს ვწერდით მჟავების სტრუქტურულ ფორმულებს, რასაკვირველია, შევამჩნევდით, რომ ნივთიერებათა აღნაგობას ახასიათებს ატომთა $-C \begin{matrix} \diagup O \\ \diagdown OH \end{matrix}$ დაჯგუფების არსებობა. ეს არის კარბოქსილის ჯგუფი. მას ასე იმიტომ ეწოდა, რომ ის შედგება ჯარბონილისა $-C \begin{matrix} \diagup O \\ \diagdown \end{matrix}$ და ჰიდროქსილისაგან $-OH$.

● კარბონმჟავები ეწოდება ორგანულ ნივთიერებებს, რომელთა მოლეკულები შეიცავენ ნახშირწყალბადის რადიკალთან შეერთებულ ერთ ან რამდენიმე კარბოქსილის $-C \begin{matrix} \diagup O \\ \diagdown OH \end{matrix}$ ჯგუფს¹.

ღმის მიხედვით, თუ რამდენი კარბოქსილის ჯგუფია მოლეკულაში, არჩევენ ერთფუძიან, ორფუძიან მჟავებს და ა. შ.

ერთფუძიანი კარბონმჟავების რიგი მოყვანილია მე-5 ტაბულაში.

ტაბულა 5

ერთფუძიანი კარბონმჟავების ჰომოლოგიური რიგი

მჟავების დასახელება	ფორმულა	ღუღილის ტემპერატურა (°C-ობით)
ჰიანჰველის	H—COOH	101
ჰმრის	CH ₃ —COOH	118
პროპიონის	CH ₃ —CH ₂ —COOH	141
ერბოს	CH ₃ —CH ₂ —CH ₂ —COOH	163
ვალერიანის	CH ₃ —CH ₂ —CH ₂ —CH ₂ —COOH	186
კაპრონის	CH ₃ —(CH ₂) ₄ —COOH	205
ენანტის	CH ₃ —(CH ₂) ₅ —COOH	223
პალმიტინის	CH ₃ —(CH ₂) ₁₄ —COOH	მყარი ნივთიერებები
მარგარინის	CH ₃ —(CH ₂) ₁₅ —COOH	
სტეარინის	CH ₃ —(CH ₂) ₁₆ —COOH	
და ა. შ.		

¹ ჰომოლოგიური რიგის პირველი წევრის — ჰიანჰველმჟავას — ოდნავულაში კარბოქსილს ჯგუფი შეერთებულია წყალბადის ატომთან.

ერთფუძიანი კარბონმჟავების აღნაგობა შეიძლება გამოისახოს ერთი

ზოგადი ფორმულით $R-C \begin{matrix} \nearrow O \\ \searrow OH \end{matrix}$ ან $R-COOH$. ზოგიერთი მჟავის მოლეკულების მოდელები გამოსახულია IV ფერად სურათზე.

სისტემატური ნომენკლატურის მიხედვით მჟავათა სახელწოდება წარმოიგება შესატყვისი ნახშირწყალბადის სახელწოდებისათვის სიტყვა „მჟავას“ მიმატებით, მაგალითად: მეთანმჟავა $H-C \begin{matrix} \nearrow O \\ \searrow OH \end{matrix}$, პროპან-

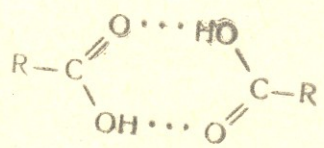
მჟავა $CH_3-CH_2-C \begin{matrix} \nearrow O \\ \searrow OH \end{matrix}$ და ა. შ. მაგრამ ასეთი სახელწოდება პრაქტიკაში იშვიათად გამოიყენება.

აღღებებისაგან განსხვავებით მჟავებში არ არის გაზისებრი ნივთიერებები (იხ. ტაბ. 5). კარბონმჟავების რიგის დაბალი წევრები მკვეთრსუნინი სითხეებია, წყალში კარგად იხსნებიან, მოლეკულური მასის გადიდების მიხედვით მათი წყალში ხსნადობა კლებულობს. უმაღლესი მჟავები მყარი, უსუნო, წყალში უხსნადი ნივთიერებებია.

სპირტების ჰომოლოგიურ რიგში გაზისებრი ნივთიერებები რომ არ არის, ეს ჩვენთვის უკვე ცნობილია. ამ მოვლენის მიზეზიც ვიცით. შეიძლება დავუშვათ, რომ კარბონმჟავებშიც გაზისებრი ნივთიერებათა არარსებობა დაკავშირებულია მოლეკულების ასოციაციასთან წყალბადური ბმების საშუალებით.

მართლაც, თხევადი მჟავების მოლეკულური მასის განსაზღვრა გვიჩვენებს, რომ ისინი შედგებიან გაორმაგებული მოლეკულებისაგან — დიმერებისაგან. ჭიანჭველმჟავა ორთქლისებრი მდგომარეობაშიც კი დიმერებისაგან შედგება. ძმარმჟავას ორთქლი მარტივი და ორმაგი მოლეკულების ნარეგია.

კარბონმჟავების დიმერების აღნაგობა შეიძლება შემდეგნაირად წარმოვიდგინოთ:

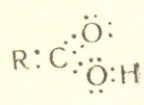


აქ ორ მოლეკულას შორის შეიძლება განხორციელდეს ორი წყალბადური ბმა და ეს განაპირობებს, როგორც ჩანს, დიმერული მოლეკულების შედარებით დიდ მდგრადობას.

ჩვენ წინა მასალაში წყალთან წყალბადური ბმების წარმოქმნით ვხსნიდით სპირტების ხსნადობას წყალში. მსგავს მოვლენას აქვს ადგილი აგრეთვე მოცემულ შემთხვევაშიც.

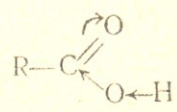
ამასთან აქაც ხსნადობა მცირდება ნივთიერების მოლეკულური მასის გაზრდით, ე. ი. მის მოლეკულებში ნახშირწყალბადის რადიკალის გადიდებით.

რაკი ვიცით ალდეჰიდებისა და სპირტების ელექტრონული აღნაგობა, შეგვიძლია წარმოვიდგინოთ კარბონმჟავების ელექტრონული აღნაგობაც, ვინაიდან მისი ფუნქციონალური ჯგუფი შეიცავს კარბონილისა და ჰიდროქსილის ჯგუფებს:



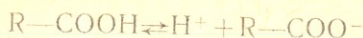
მჟავების ელექტრონულმა აღნაგობამ უნდა გავვიმართოს მათში მჟავური თვისებების წარმოქმნაც, ე. ი. პროტონების უფრო თავისუფლად მოცილება.

მჟავები სპირტებისაგან აღნაგობის მიხედვით იმით განსხვავდებიან, რომ მათში წყალბადის ორი ატომის ნაცვლად ჩნდება ორგანული ატომი. ცხადია, რომ სწორედ კარბონილის ორგანული ატომის გავლენით შეიცვალა წყალბადის ატომის თვისებები ჰიდროქსილის ჯგუფში. როგორც ალდეჰიდის მაგალითზე დავინახეთ, C=O ბმის (განსაკუთრებით π-ბმის) ელექტრონული სიმკვრივე გადანაცვლებულია ორგანული ატომისაკენ. როგორც უფრო ელექტროუარყოფითი ელემენტიცაა. ამის გამო კარბონილის ნახშირბადის ატომი იძენს ნაწილობრივ დადებით მუხტს. მისი კომპენსაციისათვის იგი მიიზიდავს ჰიდროქსილის ჯგუფის ორგანული ატომის ელექტრონებს. იმავე მიზეზით ორგანული ატომი მიიზიდავს O—H ბმის ელექტრონულ სიმკვრივეს. რის შედეგადაც წყალბადის ატომი იძენს დიდ ძვრადობას და შეიძლება ჩამოცილდეს პროტონის სახით. ელექტრონების ამ გადაწევის ფორმულაში გამოსახვენ ისრებით:



ქიმიური თვისებები. წყალში ხსნად მჟავებს, სპირტებისაგან განსხვავებით, დამახასიათებელი მჟავე გემო აქვს, ლაკმუსს აწითლებს,

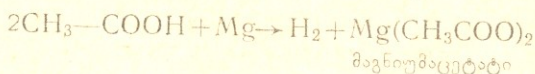
ელექტროდენს ატარებს. წყალხსნარებში მათი დისოციაცია შეიძლება გამოვსახოთ განტოლებით:



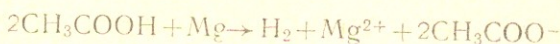
ეროვნული
ბიზლიროთქა

დისოციაციის ხარისხის მიხედვით მხოლოდ ჭიანჭველმეავაა საშუალო ძალის ელექტროლიტი, დანარჩენი მეავები სუსტ ელექტროლიტებს მიეკუთვნება, ამასთანავე მოლეკულური მასის ზრდის მიხედვით მათი დისოციაციის ხარისხი მცირდება.

ზოგიერთ ლითონზე მეავას ხსნარით მოქმედებისას გამოიყოფა წყალბადი და წარმოიქმნება მარილი. მაგალითად:

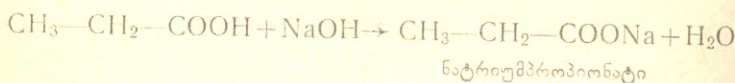


ამ რეაქციის იონური განტოლებაა¹:

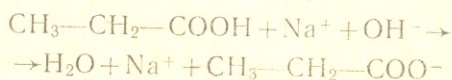


წყალბადის გამოყოფა, ბუნებრივია, აქ უფრო ნელა ხდება, ვიდრე ძლიერ მეავებთან — გოგირდმეავასა და მარილმეავასთან ლითონებსა რეაქციების დროს.

ფუძე ოქსიდებთან და ფუძეებთან მეავების ურთიერთქმედებისას წარმოიქმნება მარილები:



ან იონური სახით:



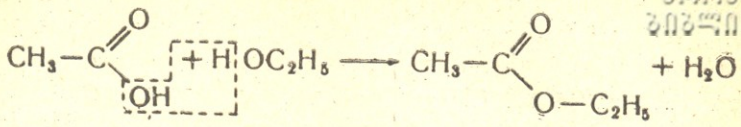
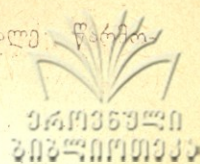
მარილებთან რეაგირებისას, მეავები აძეგებენ უფრო სუსტსა და აქროლად მეავებს. შეადგინეთ რეაქციის განტოლება ძმარმეავას მოქმედებისა კალციუმკარბონატთან, რომლის დროსაც წარმოიქმნება კალციუმაცეტატი და ნახშირბად(IV)-ის ოქსიდი.

კარბონმეავები შედის ისეთ რეაქციებშიც, რომლებიც არაორგანულ მეავებთან არ გავიხილავს.

ძმარმეავიან სინჯარაში ჩავამატოთ ეთილის სპირტი. პირველად ვერ შევამჩნევთ რეაქციის რაიმე ნიშნებს, მაგრამ თუ მცირედენ

¹ კარბონმეავების, როგორც სუსტი ელექტროლიტების, ფორმირებს გამოვსახეთ მოლეკულური სახით, როგორც ეს მიღებულია არაორგანულ ქიმიაში.

გოგირდმჟავას დავამატებთ და ნარევეს შევთბობთ, მაღელ წარმო-
იქმნება ძმარმჟავა ეთილეთერის სასიამოვნო სუნი:



აღრე განხილული მარტივი ეთერებისაგან განსხვავებით, ძმარმჟავა ეთილეთერი რთული ეთერების კლასს მიეკუთვნება.

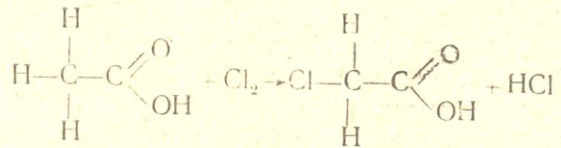
მჟავების ყველა თვისება, რომელსაც ჩვენ გავცევით, მჟავას მოლეკულებში ჰიდროქსილის ჯგუფის არსებობასთანაა დაკავშირებული. საინტერესოა გავარკვიოთ, ინარჩუნებს თუ არა აქ კარბონილის ჯგუფი თავის თვისებებს.

აღდეპილებში, როგორც დავინახეთ, ადვილად მიმდინარეობს ორმაგ C=O ბმასთან მიერთების რეაქციები. ცდები გვიჩვენებს, რომ მჟავათა კარბონილის ჯგუფთან მიერთების რეაქციები გაძნელებულა, ორმაგი ბმა აქ უფრო მდგრადი აღმოჩნდა, მაგალითად, წყალბადის მიერთება აქ შეიძლება მხოლოდ მკაცრ პირობებში მოხდეს.

C=O ბმის თვისებების ასეთი ცვლილება, ცხადია, აიხსნება მოლეკულაში ჰიდროქსილის ჯგუფის არსებობით: მისგან ელექტრონების გადაწევა უნდადის ატომისაკენ ნაწილობრივ აქრობს მის დადებით მუხტს, და ეს გავლენას ახდენს კარბონილის ჯგუფის რეაქციის უნარზე. მაშასადამე, აქაც ვერწმუნდებით, რომ მოლეკულებში არსებობს ატომების არა ცალმხრივი გავლენა, არამედ ურთიერთგავლენა.

კარბონმჟავების მოლეკულაში კიდევ არის ადგილი, სადაც შეიძლება მოხდეს ქიმიური რეაქციები,—ეს ნახშირწყალბადების რადიკალია.

მასში შესაძლებელია ჰალოგენებით წყალბადის ჩანაცვლების რეაქციები. თანაც ჩანაცვლება განსაკუთრებით ადვილად ხდება იმ ნახშირწყალბადის რგოლში, რომელიც უფრო ახლოსაა კარბოქსილთან:

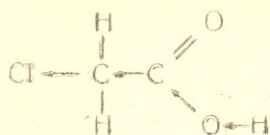


ჰლორმარმჟავა

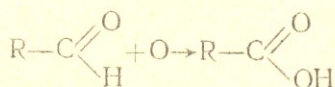
მჟავას მოლეკულაში ჰალოგენის ატომების შესვლა მისთვის განუზრუნველი არ რჩება. მათი გავლენით ძევათა დისოციაციის ხარისხი ძლიერ იზრდება.

მაგალითად, ქლორმმარმევა თითქმის 100-ჯერ ძლიერია მხარმევა-
ვანე. აქ გამოსახული სქემის საფუძველზე შეეცადეთ ახსნათ, თუ რ-
ტომ აძლიერებს მჟავას ჰალოგენის ატომების შეყვანა:

ეროვნული
ბიბლიოთეკა

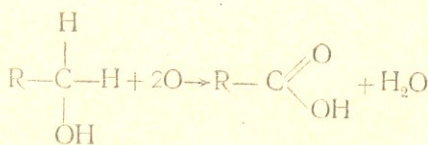


მჟავების მიღება. კარბონმჟავების მიღების ყველაზე ზოგად ხერ-
ხად შეიძლება ჩაითვალოს შესაბამისი ალდეჰიდების დაჟანგვა:



დამჟანგავად აქ შეიძლება გამოყენებულ იქნეს კალიუმპერმანგა-
ნატი KMnO_4 , ქრომის ნარევი (კალიუმდიქრომატისა $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ და
კანცენტრირებული გოგირდმჟავას ნარევი) და უფრო სუსტი დამჟან-
გავები.

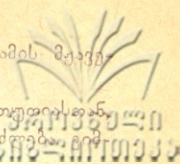
რადგანაც ალდეჰიდები თავის მხრივ სპირტების დაჟანგვისას წარ-
მოიქმნება და შემდეგ ადვილად გარდაიქმნება მჟავებად, ამიტომ
პრაქტიკულად მჟავების მიღება უშუალოდ სპირტების დაჟან-
გვით შეიძლება ალდეჰიდის, როგორც შუალედი პროდუქტის, გამო-
ყოფის გარეშე. ასეთი დაჟანგვა შეიძლება გამოისახოს შემდეგი შეჯა-
მებული განტოლებით:



ამჟამად მჟავების მისაღებად სულ უფრო ფართოდ იყენებენ ნაჭე-
რი ნახშირწყალბადების დაჟანგვას. ვინაიდან ნახშირწყალბადებას
ხედლეული ადვილად ხელმისაწვდომია.

? 11. ორფუძიანი მჟავების უმარტივესი წარმომადგენელია მეთანმჟავა (აღმო-
აჩინეს მეთანში) $\text{HOOC}-\text{COOH}$. შეიძლება თუ არა იგი ქიანველმეყვას
პომოლოგად ჩაეთვალოს? მოგვეცით დასაბუთებული პასუხი.

▲ 12. რის საფუძველზე შეიძლება დავადასტუროთ, რომ კარბოქსილის ჯგუფის
ნახშირბადის ატომი sp^2 -ჰიბრიდიზაციის მდგომარეობაშია? როგორ გლიზდება
ეს კარბოქსილის ჯგუფის სივრცით აღნაგობაზე?



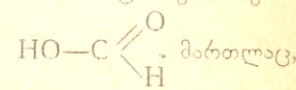
12. დაწერეთ ა) ჰიანჰველის. ბ) პოპიონის ალდეჰიდების შესაბამის მჟავებამდე დაჟანგვის რეაქციების განტოლებები.
14. შეადგინეთ ჰიანჰველმჟავას რეაქციათა განტოლებები: ა) თუთიისა და ბ) მწვანე კალიუმთან, გ) სოდასთან. რა ნიშნების მიხედვით შეიძლება სჯელთ თითოეულ შემთხვევაში რეაქციის მსვლელობის შესახებ?
15. 0,1 მოლი კარბონმჟავას გასანიტრალეზად დაიხარჯა 8 გ მწვანე ნატრიუმი. განსაზღვრეთ მჟავას ფუძიანობა და შეადგინეთ მისი სტრუქტურული ფორმულა, თუ ვიცით, რომ მისი მოლეკულური მასაა 104.
16. როგორი ცდებით შეიძლება ვაჩვენოთ, რომ მჟავათა მოლეკულაში კარბონილისა და ჰიდროქსილის ჯგუფები ერთმანეთზე გავლენას ახდენენ? როგორ შეიძლება აეხსნათ ეს გავლენა ელექტრონული თეორიის საფუძველზე?
17. უჯერ ნახშირწყალბადებთან მიერთების რეაქციის მექანიზმის გაცნობისას ჩვენ აღნიშნეთ, რომ აქ ნახშირწყალბადის რადიკალს შეუძლია ვადანაცვლოს ელექტრონები ორმაგბმნიანი ნახშირბადატომისაკენ. ძმარმჟავას აქვს დისოციაციის ნაკლები ხარისხი, ვიდრე ჰიანჰველმჟავას. შეესაბამება თუ არა ეს ფაქტი მჟავას მოლეკულაში მეთილის რადიკალის გაჩენას? ჰასუხი დაასაბუთეთ.
18. რომელ მჟავას ექნება დისოციაციის უფრო მაღალი ხარისხი: ა) ქლორძმარმჟავას თუ ტრიქლორძმარმჟავას, ბ) ტრიქლორძმარმჟავას თუ ტრიფთორძმარმჟავას? რატომ?
19. მჟავებიდან რომელი იქნება უფრო ძლიერი: ქლორძმარმჟავა ClCH_2COOH , თუ ქლორბრმომჟავა $\text{ClCH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—COOH}$? რატომ?

§ 20. ერთფუძიანი კარბონმჟავების წარმომადგენელი

ჰიანჰველმჟავა. ნაჯერი მჟავების ჰომოლოგიური რიგის პირველი წევრი — ჰიანჰველმჟავა მოიპოვება ჰიანჰველის მწვანე გამონაყოფში, ჰინჰარში, ნაძვის წიწვებში.

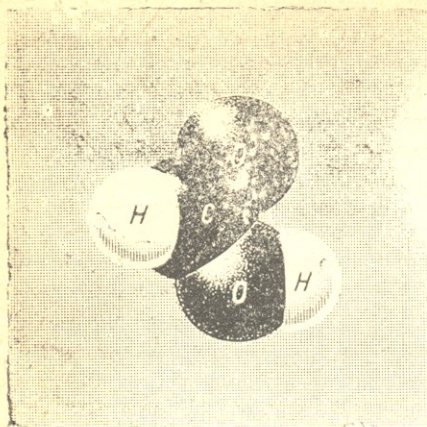
როგორც აღინიშნა, ჰიანჰველმჟავა ყველაზე ძლიერია ერთფუძიანი კარბონმჟავების რიგში. მაგრამ მას სხვა თავისებურებებიც აქვს. დააკვირდით მის აღნაგობას (სურ. 46).

მჟავას მოლეკულაში ადვილად შეამჩნევთ არა მარტო კარბოქსილის ჯგუფს, არამედ ალდეჰიდის ჯგუფსაც



მჟავების ტიპურ თვისებებთან ერთად ჰიანჰველმჟავა ავლენს ალდეჰიდის თვისებებსაც. მაგალითად, ის ადვილად იჟანგება ვერცხლი (1)-ის ოქსიდის ამიაკიანი ხსნარით: შეადგინეთ ამ რეაქციის განტოლება. რა ნივთიერებები წარმოიქმნება ჰიანჰველმჟავას დაჟანგვისას?

ადვილად დაჟანგვის თვისებაზეა დამყარებული ჰიანჰველმჟავას როგორც აღმდგენის, გამოყენება ტექნიკაში. სპირტებთან მჟავას რეაქციით ლებულობენ რთულ ეთერებს, რომლებსაც იყენებენ გამსუნელებად (მაგალითად, ჰიანჰველმჟავა ეთილეთერი) და სურნელო-

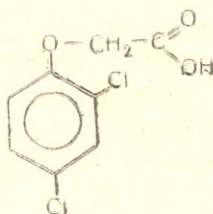


სურ. 46. ქიანჭველმჟავას მოლეკულის მოდელი.

მარილწარმოქმნის სხვადასხვა რეაქციით მიიღება ქმარმჟავას მარილები — ეგრეთ წოდებული აცეტატები. სპირტებთან ჟეაგების ურთიერთმოქმედებით ღებულობენ სხვადასხვაგვარ რთულ ეთერს: ქიანჭველმჟავას ეთერების მსგავსად, ქმარმჟავას ეთერებიც გამოიყენება როგორც გამხსნელები და სურნელოვანი ნივთიერებები. ქმარმჟავა გამოიყენება აცეტატური ბოჭკოს წარმოებაში, საღებრების (მაგალითად, ინდიგოს) და სამკურნალო ნივთიერებების (მაგალითად, ასპირინის) სინთეზის დროს.

მისი ზოგიერთი ნაწარმი გამოიყენება სოფლის მეურნეობაში სარეველა მცენარეებთან საბრძოლველად.

ნივთიერებებს, რომლებიც სარეველებთან საბრძოლველად გამოიყენება, ჰერბიციდები ეწოდება (ლათინურად herba — ბალახი, caedo — ვკლავ). ფართოდ არის ცნობილი ჰერბიციდები, რომლებიც მიიღება 2,4-დიქლორფენოქსიმჟარმჟავას (2,4-D) საფუძველზე და შემდეგი აღნაგობა აქვს:



2,4-დიქლორფენოქსიმჟარმჟავა

ვან ნივთიერებად (მაგალითად, ქიანჭველმჟავა ამილფერით) მარმჟავა გამოიყენება მცენარეებში, ცხოველების გამონაყოფში, წარმოიქმნება ორგანულ ნივთიერებათა დაჟანგვის დროს; მისი მოლეკულის მოდელი გამოსახულია IV ფერადი სურათზე.

კარბონმჟავებიდან ქმარმჟავას ყველაზე ფართო გამოყენება აქვს. ყველასათვის ცნობილია ქმარმჟავას წყალხსნარის — ქმრის გამოყენება როგორც საგემოვნო და დასაკონსერვებელი საშუალება (საქმლის საკაზმი, სოკოების, ბოსტნულის დამწნილება).

ქანგბადთან ფენოლის შეთავსებას C_6H_6O — ფენოქსიჟგული ეწოდება. თუ შევხედოთ ველობაში მივიღებთ, რომ ფენოქსიჟგული შეიცავს ქლორის ორ ატომს, რომლებსაც ხანაცვლეს წყალბადის ატომები 2 და 4 მდებარეობაში, მაშინ ვასაგები ვახლება მისი სახელწოდება 2,4-დიქლორფენოქსიმარმეა.

პერბიციდებზე იყენებენ ამ მკავეს მარილებსა და სხვა ნაწარმებს 2,4-დიქლორფენოქსიმარმეა ნატრიუმის მარილს (შეადგინეთ მისი სტრუქტურული ფორმულა).

ეს ნივთიერებები უფრო ხშირად გამოიყენება მარცვლეული კულტურების ნათესებში ორლებნიანი სარეველების მოსასპობად.

ცნობილი პერბიციდების რიცხვს ეკუთვნის აგრეთვე პრეპარატი 2M-4X. ეს არის 2-მეთილ-4-ქლორფენოქსიმარმეა ნატრიუმის მარილი და აღნაგობით განსხვავდება 2,4-დიქლორფენოქსიმარმეა ნატრიუმის მარილისაგან ფენოლის რადიკალში ქლორის ერთი ატომის ნაცვლად მეთილის ჯგუფის არსებობით. შეადგინეთ ამ ნივთიერების სტრუქტურული ფორმულა.

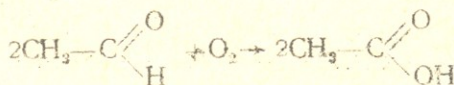
სარეველა მცენარეებთან საბრძოლველად სოფლის მეურნეობაში სხვა პერბიციდებსაც იყენებენ.

პირველი ხერხი, რომლითაც ადამიანმა ისარგებლა მმარმეავას მსალებად, იყო ყურძნის ღვინის დამუყავების ბუნებრივი პროცესი. ბაქტერიების ფერმენტის მოქმედებით სპირტი ჰაერის ჟანგბადით მმარმეავად იქანგება:

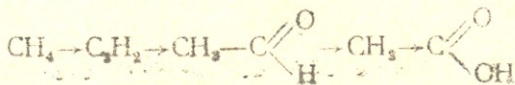


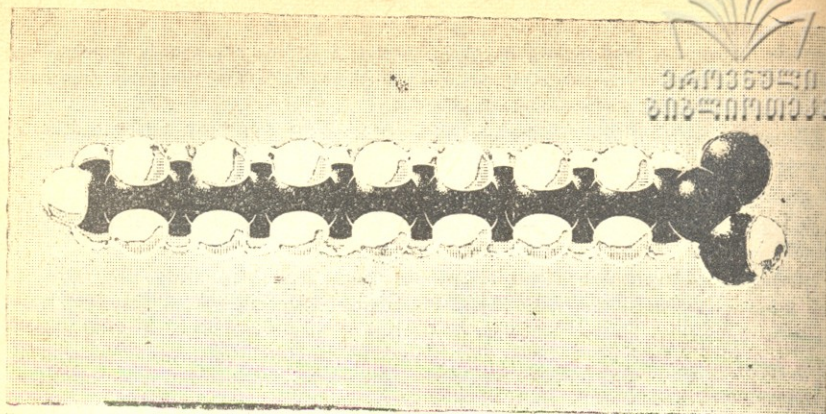
მოგვიანებით, ბუნებრივ ნივთიერებათა გადამუყავების ტექნიკის განვითარებასთან ერთად, აღმოაჩინეს მერქნის თერმული დაშლის დროს მმარმეავას მიღების ხერხი. ამ პროცესის დროს მიღებული თხევადი პროდუქტები შეიცავს მეთილის სპირტს, აცეტონსა და მმარმეავას. ამ ნარევიდან მკავეს გამოყოფა შეიძლება მარილების სახით (მაგალითად, კალციუმის მარილის), რომლდანაც შემდეგ ძნელი არ არის მკავეს ხელახლა მიღება.

მკავეს მიღების სინთეზური ხერხი მდგომარეობს აცეტალდეჰიდის (ძმრის ალდეჰიდის) ჰაერის ჟანგბადით დაჟანგვაში კატალიზატორის თანობისას:



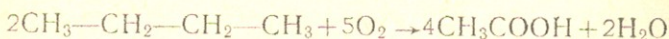
გაიხსენეთ, როგორ ღებულობენ მრეწველობაში ამ რეაქციისათვის აუცილებელ აცეტალდეჰიდს. თუ დაფუყვებთ, რომ აცეტილენს ღებულობენ მეთანისაგან, მაშინ თანმიმდევრობითი გარდაქმნების მთელი ჯაჭვი, რომელსაც ბუნებრივი ხედლეულიდან მმარმეავამდე მიყყავართ, შეიძლება ასეთი სქემით გამოისახოს:





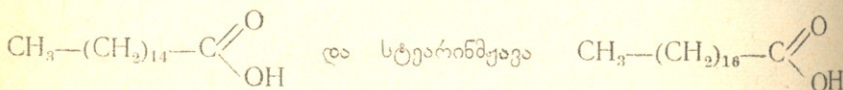
სურ. 47. პალმიტინმჟავას მოლეკულის მოდელი.

ამჟამად უფრო პერსპექტიულად ითვლება ძმარმჟავას მიღება პაერის ჟანგბადით ბუტანის დაჯანგვისას:



რეაქციის დროს წარმოიქმნება ნივთიერებათა ნარევი, რომლისგანაც გამოიყოფა მიზნობრივი პროდუქტი — ძმარმჟავა.

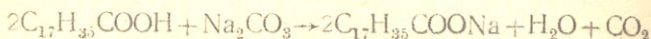
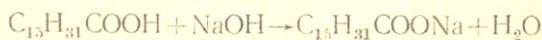
პალმიტინისა და სტეარინის მჟავები. უმაღლესი ერთფუძიანი ნაჯერი კარბონმჟავებიდან ყველაზე მნიშვნელოვანია პალმიტინმჟავა



გლიცერინის რთული ეთერების სახით ისინი შედიან მცენარეული და ცხოველური ცხიმების შედგენილობაში.

პალმიტინისა და სტეარინის მჟავები თეთრი ფერის მყარი, წყალში უხსნადი ნივთიერებებია. ნახშირწყალბადების რადიკალები მოლეკულებში შეიცავს 15 და 17 ნახშირბადის ატომის შემცველ არაგანშტოებულ ჯაჭვს, რომელშიც ატომები ერთმანეთთან σ-ბმებითაა შეერთებული (სურ. 47).

ამ მჟავებს ახასიათებს იგივე რეაქციები, რაც სხვა კარბონმჟავებს; მაგალითად, ტუტეებისა და ნატრიუმკარბონატის ხსნარებთან ურთიერთმოქმედებით ისინი წარმოქმნიან მარილებს:

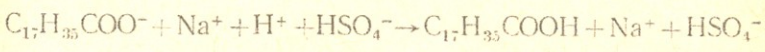


ამ მჟავების ნატრიუმის მარილები (პალმიტები და სტეარატები) წყალში იხსნება. მათ ახასიათებთ რეცხვითი მოქმედება და ჩვეულებრივი მყარი საპნის ძირითად მასას შეადგენენ.

ერქონული
ბეჭდვის

კალიუმის მარილები წარმოქმნის თხევად საპონს, რომელიც რად გამოიყენება მედიცინაში.

საპნის შედგენილობაში არსებული კარბონმარილებიდან შეიძლება მჟავა ხელახლა მივიღოთ, თუ მათ წყალხსნარებზე ძლიერი მჟავათი ვიმოქმედებთ, მაგალითად:



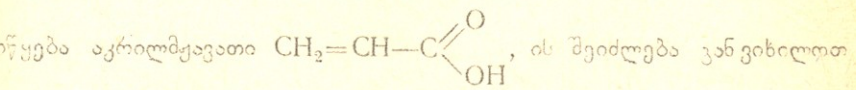
უმაღლესი კარბონმჟავების კალციუმისა და მავნიუმის მარილები წყალში არ იხსნება. ამ ნალექად გამოყოფილი მარილების წარმოქმნით აიხსნება, თუ რატომ კარგავს საპონი რეცხვით მოქმედებას ხისტ წყალში.

შეადგინეთ სტეარინმჟავას უხსნადი მარილების ფორმულები ზემოთ მოყვანილი ფორმულების ანალოგიურად.

ძლიერი რეცხვითი მოქმედების გამო მაღალი კარბონმჟავების ხსნადი მარილები გამოიყენება სხვადასხვა ხარისხის საპნების წარმოებისათვის.

ოლეინმჟავა როგორც უჯერი ერთფუძიანი კარბონმჟავების წარმომადგენელი. არსებობს მჟავები, რომელთა ნახშირწყალბადოვან რადიკალებში ნახშირბადის ატომებს შორის არის ერთი ან რამდენიმე ორმაგი ბმა.

ერთი ორმაგი ბმის მქონე უჯერი მჟავების ჰომოლოგიური რიგი



დაწვრილებით განვიხილოთ ერთ-ერთი უმაღლესი უჯერი მჟავა—ოლეინმჟავა $C_{17}H_{33}COOH$ ანუ



პალმიტინისა და სტეარინის მჟავებთან ერთად იგი გლიცერინის რთული ეთერის სახით შედის ცხიმების შედგენილობაში.

ოლეინმჟავას მოლეკულის ჯაჭვის შუა ნაწილში არის ორმაგი ბმა.. აღნაგობაში ცვლილებები შეიმჩნევა ნივთიერების თვისებებზე: სტეარინის მჟავასაგან განსხვავებით ოლეინმჟავა — სითხეა.

25. როგორ ავამაღლოთ საპნის რეცხვითი მოქმედება ხისტ წყალში? მასზე განმარტეთ.

26. ბრომწყალბადის მიერთება აკრილმჟავასთან $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}(\text{OH})=\text{O}$

ბმის ადვილას მიმდინარეობს მარკოვნიკოვის წესის საპირისპიროდ. შეადგინეთ რეაქციის განტოლება და ახსენით.

27. ახსენით, რატომ არ შეიძლება უჯერი ერთფუძიანი მჟავების რიგის პირველ მოლეკულაში იყოს სამ ატომზე ნაკლები ნახშირბადის ატომი. შეადგინეთ იმ რეაქციათა განტოლებები, რომლებშიც, თქვენი აზრით, შეიძლება შევიდეს ეს მჟავა.

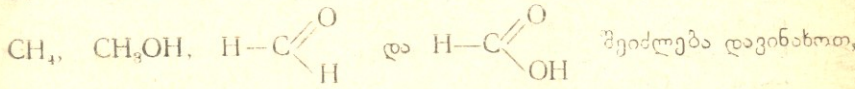
28. ოლეინმჟავა აუფერულებს ბრომიან წყალს. შეადგინეთ ამ რეაქციის განტოლება.

შინ ჩაატარეთ ყველა ხელმისაწვდომი ცდა ძმარმჟავათი, მაგალითად: ა) შეამოწმეთ მისი მოქმედება ცარცზე, სიდაზე, ზოგიერთ ლითონზე, ბ) უცვლის თუ არა ის ზოგიერთ მცენარეულ წვეს შეფერილობას, გ) დაადგინეთ, თუ როგორი განზავების შედეგად შეიგრძნობა კიდევ ძმრის მჟავე გემო.

§ 21. კავშირი ნახშირწყალბადებს, სპირტებს, ალდეჰიდებსა და მჟავებს შორის

ჩვენ უკვე გამოვიცვლიეთ ნახშირწყალბადებსა და სპირტებს შორის გენეტიკური კავშირი. ნახშირწყალბადები შეიძლება ჰალოგენნაწარმებად გარდაქმნას, ხოლო ჰალოგენნაწარმებისაგან შეიძლება სპირტების მიღება. ნაერთების მომდევნო კლასთა შესწავლისას ჩვენ გავიგეთ, რომ სპირტებისაგან შეიძლება მივიღოთ ალდეჰიდები, ხოლო ალდეჰიდებისაგან — კარბონმჟავები. ამრიგად, ჩვენ მიერ განხილული ნაერთების ყველა კლასი — ნახშირწყალბადებიდან მჟავებამდე — ურთიერთშორის მჭიდრო გენეტიკურ კავშირშია და თითქოს ორგანული ნაერთების თანდათანობითი გართულების საფეხურებს წარმოადგენს.

სპირტები, ალდეჰიდები და კარბონმჟავები შეიძლება განვიხილოთ, როგორც ნახშირწყალბადების თანმიმდევრობითი ჟანგვის პროდუქტები. თუ შევადარებთ ამ ნაერთების შედგენილობას, მაგალითად,

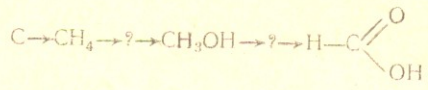


რომ მათში იზრდება (პროცენტობით) ჟანგბადის შემცველობა, ე. ი. ხდება ნივთიერების უფრო და უფრო მეტი ჟანგვა. ეს დასკვნა შეიძლება გამოვიტანოთ ელექტრონული თეორიის საფუძველზეც: მეთანის მოლეკულის სპირტის მოლეკულად გარდაქმნისას ნახშირბადის ერთი სავალენტო ელექტრონი გადაინაცვლებს ჟანგბადის ატომის მიმართულებით, ალდეჰიდის მოლეკულის წარმოქმნისას ჟანგბადის ატომი თა-

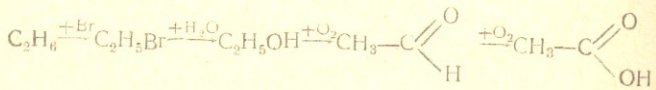
ვისკენ იზიდავს ორ ელექტრონს ნახშირბადის ატომთან. ქრისტელებშია მოლეკულაში უკვე სამი ელექტრონი გადაინაცვლებს. ქრისტელების ატომებისაკენ, ე. ი. ხდება ნახშირბადის ატომის მიმართ ძლიერი დაქანგვა. ადვილად დავინახავთ, რომ შემდგომში ნახშირბად(IV)-ის ოქსიდს, რომლის მოლეკულაში ნახშირბადის ატომის ყველა სავალენტო ელექტრონი გადაიწევა ქანგბადის ატომების მხარეს.

განხილული ნაერთების კლასებით სრულებითაც არ ამოიწურება ორგანულ ნივთიერებათა სახეობები. შეაგებისა და სხვა ნივთიერებათა სხვადასხვაგვარ გარდაქმნებს მიეყვართ სულ ახალ-ახალი კლასების შექმნისაკენ და, ამრიგად, ორგანული ნაერთების მრავალნაირობის შემდგომი განვითარებისაკენ. მაშასადამე, ყველა ეს მრავალრიცხოვანი ნაერთი. შეგვიძლია განვიხილოთ როგორც ორგანული ნაერთების ძირითადი კლასის — ნახშირწყალბადების ნაწარმები. ხოლო რადგან ნახშირწყალბადები თავის მხრივ შეიძლება მიღებული იქნეს ნახშირბადისა და წყალბადისაგან ან არაორგანული ნივთიერებებისაგან, მაშასადამე, ბუნების ყველა — არაორგანულ და ორგანულ — ნივთიერებას შორის არსებობს გენეტიკური კავშირი, ერთიანობა.

29. დაწერეთ რეაქციათა განტოლებები, რომელთა დახმარებით შესაძლებელი იქნება შემდეგი გარდაქმნების განხორციელება:



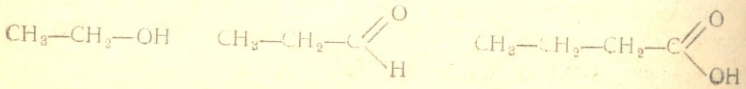
30. დაწერეთ რეაქციათა განტოლებები, რომელთა დახმარებით შესაძლებელი იქნება შემდეგი გარდაქმნების განხორციელება:



31. შეაგებს ლაბორატორიაში ხშირად სპირტების უშუალო დაქანგვით, ალდეჰიდების გამოყოფის სტადიის გარეშე დებულობენ. შეადგინეთ: ა) ამარმეავას, ბ) პროპიონმეავას მიღების რეაქციების განტოლებები შესაბამისი სპირტების დაქანგვით.

32. შეადგინეთ თქვენთვის ცნობილი ყველა არაორგანული და ორგანული შეაგების კლასიფიკაციის სქემა სხვადასხვა ნიშნის მიხედვით. მოიყვანეთ მაგალითები.

33. ნივთიერებებიდან, რომელთა ფორმულები ქვემოთ არის მოყვანილი, ცალ-ცალკე ამოწერეთ: ა) ნივთიერება-ჰომოლოგების ფორმულები, ბ) იზომერულ ნივთიერებათა ფორმულები:

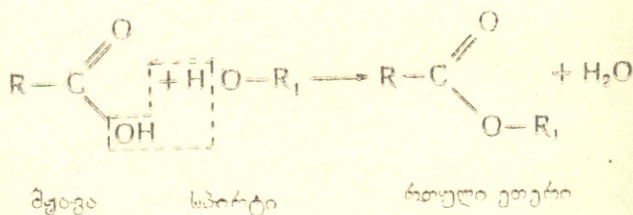




მჟავების შესწავლის დროს ჩვენ არაერთხელ შევხვდით მათ ნაწარმებს — რთულ ეთერებს. ნაერთების ეს კლასი უფრო ღრმად განვიხილოთ და გავეცნოთ ცხივების, როგორც ბიოლოგიურად მნიშვნელოვანი ნივთიერებების ქიმიას, ნივთიერებებისა, რომლებიც ამ კლასს მიეკუთვნება.

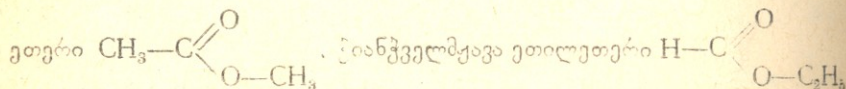
§ 32. რთული ეთერები

რთული ეთერების მიღება და აღნაგობა. ჩვენ უკვე ვიცით, რომ რთული ეთერები სპირტებთან მჟავების ურთიერთქმედებით წარმოიქმნება. ზოგადი სახით რთული ეთერების მიღება შეიძლება შემდეგი განტოლებით გამოვსახოთ:



● სპირტებთან მჟავების რეაქციებს, რომლებიც რთულ ეთერებს წარმოქმნის, ეთერიფიკაციის რეაქციები ეწოდება (aether — ეთერი). ხშირად ისინი ტარდება ძლიერი მინერალური მჟავების თანაობისას, ვინაიდან წყალბადის იონები კატალიზურ მოქმედებას ახდენს.

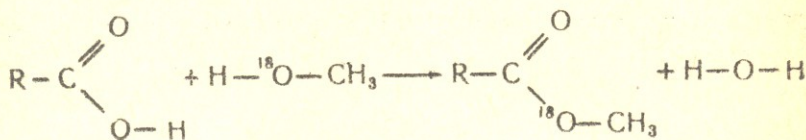
რთული ეთერების სახელწოდება შესაბამისი მჟავებისა და სპირტების სახელწოდებებიდან მიიღება. მაგალითად, ძმარმჟავა მეთილ-



და ა. შ.

ენიდან ფუნქციონალური ჯგუფის წყალბადატომი მყავებში უფრო მოძრავია, ვიდრე სპირტებში, შეიძლება წარმოვიდგინოთ, რომ ეთერიფიკაციის რეაქციის დროს წყალბადი უნდა მოწყდეს მყავას მოლეკულას, ხოლო პიდროქსილის ჯგუფი — სპირტის მოლეკულას და რომ ზემომოყვანილი რეაქციის სქემა მცდარია. სინამდვილეში როგორ მიმდინარეობს რეაქცია, დადგენილია ნიშანდებული ატომების მეშვეობით.

კარბონმყავაზე მოქმედებდნენ სპირტით, რომელიც ჩვეულებრივი ქანგბადის ნაცვლად შეიცავდა მის მძიმე იზოტოპს მასით 18:



რეაქციის ჩატარების შემდეგ ქანგბადის მძიმე იზოტოპი რთულ ეთერში იქნა აღმოჩენილი. ეს ნიშნავს, რომ ეთერიფიკაციის დროს სპირტის მოლეკულას გამოეყოფა არა პიდროქსილის ჯგუფი, არამედ მხოლოდ წყალბადის ატომი, ხოლო მყავას მოლეკულას გამოეყოფა პიდროქსილის ჯგუფი.

ეთერიფიკაციის რეაქცია არ დაიყვანება სპირტსა და მყავას მოლეკულებიდან წყლის ელემენტების ჩამოცილებასა და წარმოქმნილი ნაწილაკების შეერთებაზე. ზემოთ მოცემულია მხოლოდ რეაქციის შედეგი. მისი შექანიზმი გაცილებით რთულია და განიხილება ორგანული ქიმიის უფრო სრულ კურსებში.

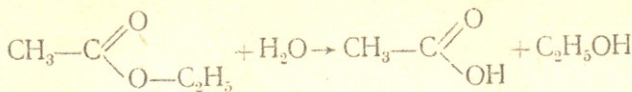
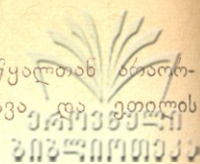
ფიზიკური თვისებები და ბუნებაში არსებობა. ერთფუძიანი კარბონმყავების რთული ეთერები, როგორც წესი, სასიამოვნო სუნის მქონე სითხეებია: ქიანჭველმყავა ეთილეთერს რომის სუნი აქვს, ერბომყავა ბუტილეთერს — ანანასის სუნი და ა. შ.

... მყავილების, ხილისა და კენკროვანთა სასიამოვნო არომატი მეტწილად, გაპირობებულთა მათში ამა თუ იმ რთული ეთერის არსებობით.

ეთერების ამ თვისებას იყენებენ პრაქტიკაში. სინთეზური რთული ეთერები ხილის ესენციების სახით სხვა სურნელოვან ნივთიერებებთან ერთად იხმარება ხილეულის წყლების, საკონდიტრო ნაქეთობების წარმოებაში, სუნამოებისა და ოდეკოლონების დამზადებისას. ზოგიერთ რთულ ეთერს (მაგალითად, ქმარმყავა ეთილეთერს) გამხსნელად იყენებენ.

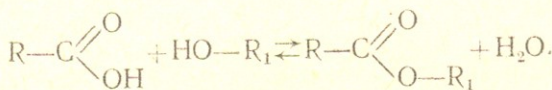
ქიმიური თვისებები. რთული ეთერების მნიშვნელოვანი ქიმიური თვისებაა მათი ურთიერთქმედება წყალთან. თუ რომელიმე ეთერს,

მაგალითად; ძმარმჟავა ეთილეთერს, გავაცხელებთ წყალთან ერთად, განხული მჟავას თანაობით, წარმოიქმნება ძმარმჟავა და ეთილის სპირტი:



ასეთ რეაქციას ჰიდროლიზი ეწოდება. ის რთული ეთერის წარმოქმნის საწინააღმდეგო რეაქციაა. ამიტომ თუ სპირტისა და კარბონმჟავას ნარევეს გავაცხელებთ, მოხდება არა მარტო ეთერიფიკაციის რეაქცია, არამედ წარმოქმნილი ეთერის ჰიდროლიზის რეაქციაც. ეს იმას ნიშნავს, რომ ეთერიფიკაციის რეაქცია შექცევადია. ეთერიფიკაციის დროს შექცეული პროცესის სიჩქარე თანდათანობით იმდენად მატულობს, რამდენადაც ნარევეში ეთერისა და წყლის რაოდენობა დიდდება. ბოლოს ეთერიფიკაციისა და ჰიდროლიზის რეაქციების სიჩქარეები ტოლი გახდება. მყარდება ქიმიური წონასწორობა, და ნარევეში ეთერის რაოდენობა პრაქტიკულად აღარ მატულობს.

ზოგადი სახით განტოლება გამოისახება ასე:



ამ რეაქციის წონასწორობამ რომ რთული ეთერის წარმოქმნის მხარეზე გადაიწიოს, საჭიროა ხელი შევეშალოთ წარმოქმნილ ნივთიერებებს შორის რეაქციას, მაგალითად, გამოვყოთ ეთერი ნივთიერებების ნარევიდან ან შევეუკავშიროთ წარმოქმნილი წყალი წყალწამრომევი ნივთიერებებს.

პირიქით, თუ საჭიროა ეთერის ჰიდროლიზი, ე. ი. წყლით მისი დაშლა მჟავად და სპირტად, შეიძლება რეაქცია ჩატარდეს ტუტეების თანაობით. ის მჟავას გარდაქმნის მარილად და ამით თავიდან ავიცილებთ სპირტთან მისი რეაქციის შესაძლებლობას. შემდეგ მარილისაგან ადვილად შეიძლება საჭირო მჟავას მიღება.

9 1. შეადგინეთ ეთერიფიკაციის რეაქციები შემდეგ ნაერთებს შორის: ა) ძმარმჟავასა და 3-მეთილბუტანოლ-1 შორის, ბ) ერომჟავასა და პროპანოლ-1 შორის. რა შეიძლება ითქვას წარმოქმნილი ეთერების თვისებების შესახებ?

2. სახელი უწოდეთ შემდეგ ეთერებს: ა) $\text{C}_2\text{H}_5-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OC}_2\text{H}_5 \end{array}$, ბ) HCOOC_3H_7 .

3. შეადგინეთ მიღების რეაქციათა განტოლებები: ა) ქიანქველმჟავა მეთილეთერისა მეთანიდან, ბ) ძმარმჟავა ეთილეთერისა ეთილენიდან.



4. მეთილაკრილის (მეტაკრილის) მჟავას $\text{CH}_2=\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\text{COOH}$ მეთილეთერად აღვილად პოლიმერიზდება მაღალმოლეკულურ პროდუქტად, რომელიც ორგანული მინის სახელწოდებითაა ცნობილი. შეადგინეთ: ა) მოცემული ეთერის მიღების რეაქციის განტოლება, მეტაკრილმჟავასა და მეთილის სპირტიდან გამოიმდინარე. ბ) ეთერის პოლიმერიზაციის რეაქციის განტოლება, თუ ვიცით, რომ პოლიმერიზაცია ხდება ნახშირბადის ატომებს შორის ორმაგი ბმების ადგილზე.

5. აღრე ჩვენ ვხვდებოდით იზომერიას სპირტებსა და მარტივ ეთერებს შორის. ამის მსგავსად, იზომერია არსებობს ერთფუძიან კარბონმჟავებსა და რთულ ეთერებს შორის (მოლეკულაში ნახშირბადის ატომების ერთნაირი რიცხვის დროს). შეადგინეთ ყველა იზომერული მჟავასა და რთული ეთერის ფორმულები, რომლებიც უპასუხებს $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$ ფორმულას.

6. გვაქვს ორი იზომერული ნივთიერება, რომელთა ორთქლის სიმკვრივე წყალბადის მიმართ 30 უდრის. ერთი მათგანი ჰიდროლის დროს ფანგბადის შემცველ ორ ნივთიერებას იძლევა, მეორე ადვილად შედის სპირტებთან ეთერიფიკაციის რეაქციაში. დაწერეთ ამ ნივთიერებების სტრუქტურული ფორმულები და იმ რეაქციათა განტოლებები, რომლებზედაც აქ არის ლაპარაკი.

7. ნივთიერება უფერო სითხეა, მისი მოლეკულური ფორმულაა $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$; ლითონურ ნატრიუმთან ის არ რეაგირებს, მაგრამ მწვავე ნატრიუმის ხსნართან გახურებისას იძლევა მარილს — ნატრიუმაცეტატს. ნაერთთა რომელ კლასს მიეკუთვნება ეს ნივთიერება? შეადგინეთ მისი სტრუქტურული ფორმულა და დაწერეთ მისგან ნატრიუმაცეტატის მიღების რეაქციების განტოლებები.

§ 33. ცხიმები

ცხიმები ბუნებაში. ფიზიკური თვისებები. ცხიმები ბუნებაში ფართოდაა გავრცელებული. ნახშირწყლებსა და ცილებთან ერთად ცხიმები შედის მცენარეებისა და ცხოველების ორგანიზმების შედგენილობაში და ჩვენი საკვების ერთ-ერთ ძირითად ნაწილს შეადგენს.

ცხოველური ცხიმები, როგორც წესი, მყარი ნივთიერებებია. მცენარეული ცხიმები ხშირად სითხეებია, მათ ზეთებსაც უწოდებენ¹.

ყველა ცხიმი წყალზე მსუბუქია. ისინი წყალში არ იხსნება, მაგრამ კარგად იხსნება მრავალ ორგანულ გამხსნელში (დიქლორეთანში, ბენზინში და სხვ.).

¹ თუმცა ცნობილია ცხოველური წარმოშობის თხევადი ცხიმებიც (მაგალითად, თევზის ქონი); აგრეთვე მყარი მცენარეული ზეთები (მაგალითად, ქოქოსის ზეთი).

(1827 — 1907)



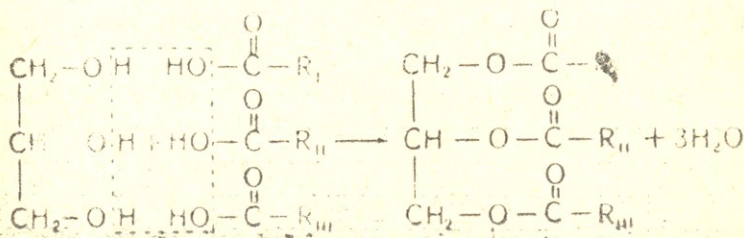
ერთ-ერთი დიდი ფრანგი ქიმიკოს-ორგანიკოსა. მან სინთეზით მიიღო სხვა რაღი ორგანული ნაერთი, მათ შორის მეთანი (გოგირდნახშირბადთან გოგირდ-წყალბადის რეაქციით). აცეტილენი (წყალბადთან ნახშირბადის უშუალო შეერთებით), ბენზოლი (აცეტილენისაგან), ეთილის სპირტი (ეთილენისაგან), ქიანშველმეფეა (მეფავს მარბილი მწვევე კალომთან ნახშირბად(II)-ის ოქსიდის ურთიერთმოქმედებით), ცხიმები (გლიცერინის გაზურებით შესაბამის მკავებთან) და სხვ. აცეტილენთან წყალბადის მიერთებით მიიღო ეთილენი და შემდეგ ეთანი. დიდი მუშაობა ჩაატარა თერმობიმიში, ავროქიმიისა და ქიმიის ისტორიაში.

ცხიმების აღნაგობა. ცხიმების აღნაგობა დაადგინეს ფრანგმა ქიმიკოსებმა შვერელმა და ბერტლომ. წყალთან ერთად ცხიმების გაცხელებით (ტუტის თანახმისას), შვერელმა ჯერ კიდევ XIX საუკუნის დასაწყისში დაადგინა, რომ ცხიმები წყლის მიერთებისას იშლება გლიცერინად და კარბონმეფეებად — სტეარინის, ოლეინის და სხვ. ბერტლომ (1854 წ.) განახორციელა შებრუნებული რეაქცია. ის აცხელებდა გლიცერინისა და მეფეების ნარევეს, რის შედეგად ცხიმების ანალოგიური ნიუთიერებები მიიღო.

ცხადია, რომ შვერელმა ჩაატარა რთული ეთერის პიდროლიზის რეაქცია, ხოლო ბერტლომ განახორციელა ეთერიფიკაციის რეაქცია, ე. ი. რთული ეთერის სინთეზი. ამ მონაცემების საფუძველზე აღვივლია ცხიმების აღნაგობის შესახებ დასკვნის ვაკეთება.

ცხიმები — სამატომიანი სპირტის გლიცერინისა და კარბონმეფეების რთული ეთერებია.

ასეთი ეთერები შეტწილად წარმოიქმნება არა ერთ რომელიმე მეფესთან. არამედ სხვადასხვა მეფესთან, რაც შეიძლება შემდეგი განტოლებით გამოვსახოთ:



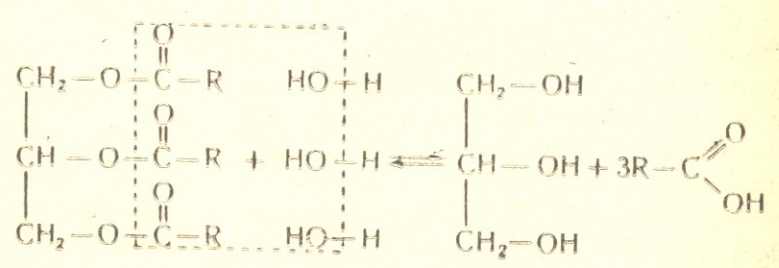
უმრავლეს შემთხვევაში ცხიმები წარმოქმნილია უმაღლესი ნაჯერი და უჯერი კარბონმეკავებისაგან, უმთავრესად პალმიტინის $C_{15}H_{31}-COOH$, სტეარინის $C_{17}H_{35}-COOH$, ოლეინის $C_{17}H_{33}-COOH$, ლინოლის $C_{17}H_{31}-COOH$ და ზოგიერთი სხვა მეკავისაგან. ცხიმების წარმოქმნაში ნაკლებად იღებენ მონაწილეობას დაბალი მეკავები, მაგალითად, ვხვდებით, ერბომეკავს C_3H_7-COOH (ძროხის კარაქში), კაპრონმეკავს $C_5H_{11}-COOH$ და სხვ.

აღსანიშნავია, რომ ბუნებრივი ცხიმები წარმოქმნილია, როგორც წესი, ისეთი მეკავებისაგან, რომელთა მოლეკულაში არის ნახშირბადის ატომების წყვილი რიცხვი და არაგანშტოებული ნახშირწყალბადის ჯაჭვი.

ცხიმები, რომლებიც წარმოქმნილია უმთავრესად ნაჯერი მეკავებით, მყარია (ძროხის ქონი, ცხვრის ქონი). უჯერი მეკავების შემცველობის ზრდასთან ერთად ცხიმების ლღობის ტემპერატურა მცირდება, ისინი უფრო ადვილლლობადი ხდება (ღორის ქონი, კარაქი). თხევადი ცხიმები წარმოქმნილია უმთავრესად უჯერი მეკავებით (სელის, მხესუმშირასი და სხვა ცხიმები).

ქიმიური თვისებები. ცხიმები რთული ეთერების კლასს მიეკუთვნება. ამიტომ მათი ყველაზე დამახასიათებელი რეაქცია ჰიდროლიზია.

ცხიმების ჰიდროლიზის რეაქცია, ისევე როგორც სხვა რთული ეთერებისა, შექცევადია. გამოვსახოთ ეს გამარტივებული განტოლებით:



თქვენი აზრით, როგორი პირობები იქნება საჭირო, რომ წონასწორობამ გლიცერინისა და კარბონმეკავს წარმოქმნის მხარეს გადაინაცვლოს?

როგორც წყალში უხსნადი ნივთიერებები, საქმლის მომწებელი ორგანოებიდან ცხიმები უშუალოდ ვერ შეიწოვება ორგანიზმში. კუჭ-ქვეშა ჯირკვლის ფერმენტებისა და ნაწლავების წვენის მოქმედებით ცხიმები წვრილ ნაწლავებში იშლება გლიცერინად და მეკავებად. ჰიდროლიზის ეს პროდუქტები შეიწოვება ნაწლავების კედლის ბუ-

სუსებით (ნაღვლის მოქმედებით მჟავები წინასწარ ხსნად და რომელ გარდაქმნება), მათში ისინი ხელახლა წარმოქმნიან უკვე მოქმედებელი ორგანიზმის დამახასიათებელ ცხიმს. აქედან ცხიმებში უკვე მოქმედებელი ორგანოებსა და ორგანიზმის ქსოვილებში, სადაც უჯრედებში ნივთიერებათა მუდმივი ცვლის პროცესში ხელახლა ჰიდროლიზდება და შემდეგ თანდათან იყვანება. საბოლოოდ ისინი ნახშირბად(IV)-ის ოქსიდად და წყლად იყვანება. ეს ეგზოთერმული რეაქციები ორგანიზმს აწვდის ცხოველქმედობისათვის აუცილებელ ენერჯიას. ცხიმების დანახარჯი შეივსება ორგანიზმის კვების პროცესში.

ცხიმების ჰიდროლიზი ტექნიკაში. ჰიდროლიზის რეაქცია ტექნიკაში გამოიყენება ცხიმებისაგან გლიცერინის, კარბონმჟავების, საპნის მისაღებად.

გლიცერინსა და მჟავებს ლებულობენ წყალთან ცხიმის გაცხელებით ავტოკლავებში.

საპნის მისაღებად მჟავებს აცხელებენ სოდის ხსნართან (შეადგინეთ ამ დროს მიმდინარე რეაქციის განტოლება). წარმოქმნილი საპნის გამოსაყოფად ხსნარს ამატებენ ნატრიუმქლორიდს. ამ დროს საპონი ზევით ამოტივტივდება მკვრივი შრის — გულას სახით. ამ მასისაგან ამზადებენ ე. წ. გულა საპონს — ჩვეულებრივ საოჯახო საპონს.

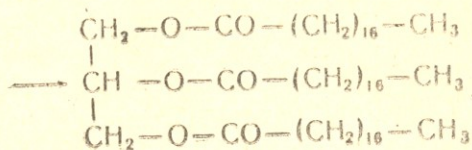
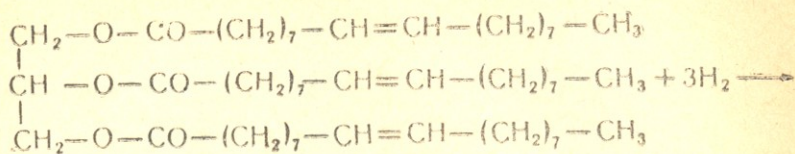
ტუალეტის საპნის მისაღებად გულა საპონს აშრობენ, საღებავსა და სურნელოვან ნივთიერებებს ურევენ, პლასტიკურად დამუშავებენ და ნებისმიერი ფორმის ნაჭრებად ტვირთავენ. არსებობს აგრეთვე მჟავებისაგან ტუალეტის საპნის პირდაპირი მიღების ხერხი.

ცხიმების ჰიდრირება. საპნისა და სხვა ნივთიერებების მისაღებად უმთავრესად მყარი ცხიმებია საჭირო. მაგრამ ასეთი ცხიმები მეტად ძვირფასი კვების პროდუქტებია. ამიტომ დიდი ხანია შეიქმნა აზრი იაფი მცენარეული ზეთების გარდაქმნისა მყარ ცხიმებად, რომ შესაძლებელი გახდეს მათი ამა თუ იმ სახით ტექნიკური გადამუშავება.

გავიხსენოთ, რომ თხევადი ცხიმები მყარი ცხიმებისაგან განსხვავდება შედგენილობის უჯერობით — ნახშირწყალბადების რაღაცა-ლებში ორმაგი ბმების არსებობით. მაშასადამე, იმის მსგავსად, როგორც თხევადი უჯერი მჟავები წყალბადის მიერთებით შეიძლება გარდაიქმნას მყარ ნაერთებად, ასეთივე გზით შეიძლება თხევადი ცხიმების გამყარება.

ამ ხერხის არსი იმაში მდგომარეობს, რომ ზეთისა და წვრილად დაქუცმაცებული კატალიზატორის (ნიკელის ან სპილენძ-ნიკელის) გახურებულ ნარევი რამდენიმე ატმოსფეროს წნევის პირობებში ატარებენ წყალბადს (იხ. II ფერადი სურათი). წყალბადი მიუერთდება

ნახშირწყალბადის რადიკალებს ორმაგი ბმების აღგილზე, მყარ ცხიმად გარდაიქმნება, მაგალითად:

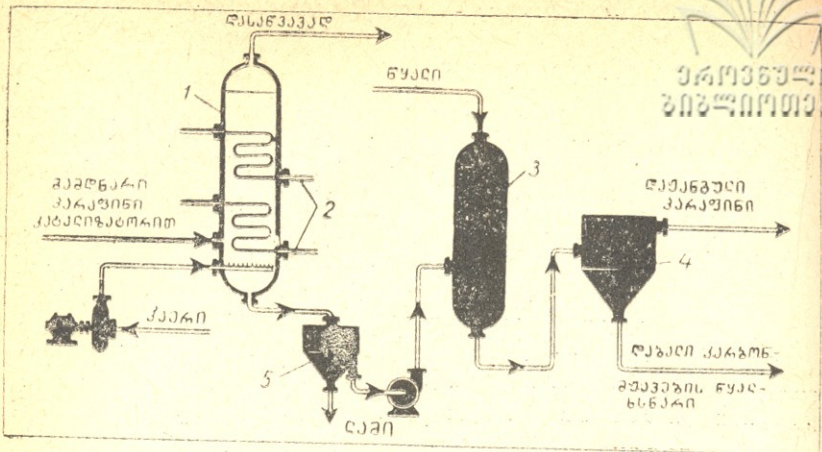


მრეწველობაში ჰიდრირების პროცესს ახორციელებენ თანამიმდევრობით შეერთებულ ავტოკლავეებში უწყვეტი მეთოდით. ავტოკლავეების სისტემაში გავლის დროს ცხიმი თანდათანობით მეტ ჰიდრირებას განიცდის; მიიღება მასა, რომელიც თავისი კონსისტენციით ქონის მსგავსია. ამის გამო ჰიდრირებულ ზეთს ქონ ზეთსაც უწოდებენ. კატალიზატორისაგან ქონ ზეთს გაფილტვრით განაცალკეებენ.

ჰიდრირებული ცხიმი საპნის წარმოებისათვის სრულფასოვანი პროდუქტია, ხოლო გარკვეული ხარისხის ზეთების გამოყენებისას — საკებადაც იხმარება, მაგალითად, მარგარინის შედგენილობაში.

სინთეზური გამრეცხი ნივთიერებები. საპნის წარმოებაში ბევრი ცხიმი იხარჯება. ამასთანავე ცხიმი უძვირფასესი კვების პროდუქტია. სახალხო მოთხოვნილებებისათვის ცხიმების დაზოგვის მიზნით, საპონი უნდა მივიღოთ არასაკეები ნედლეულისაგან. ამის შესაძლებლობას ორგანული ქიმია იძლევა.

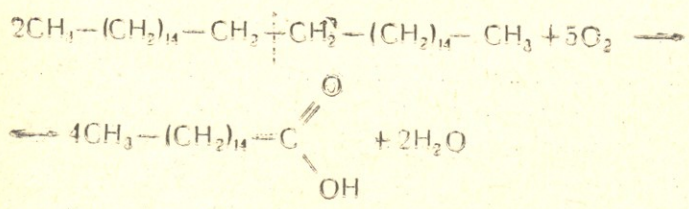
გავიხსენოთ, რომ საპნის შედგენილობაში შედის კარბონმჟავების მარილები. ამჟამად მრეწველობაში ასეთ მჟავეებს ლებულობენ პარაფინის შედგენილობაში შემავალი ნახშირწყალბადების დაყენებით. პროცესს ატარებენ სვეტის ტიპის აპარატებში, სადაც გამდნარი ნახშირწყალბადების ნარევი ჰაერს გაატარებენ დაახლოებით 120°C ტემპერატურის დროს კატალიზატორის — მანგანუმის ნაერთების თანობისას (სურ. 48). ამ პირობებში ხდება ნახშირწყალბადების მო-



სურ. 48. პარაფინის დაქანავით კარბონმეკვების სამრეწველო მიღების სქემა:

- 1 — დაქანავი სვეტი, 2 — კოლენილები, 3 — გამრეცი სვეტი, 4 — სეპარატორი, 5 — საღებარი.

ღებულების გახლეჩა, თითქოს კრეკინგი და წარმოქმნილი კიდურა ჯგუფების კარბოქსილის ჯგუფებად დაქანავა, მაგალითად:

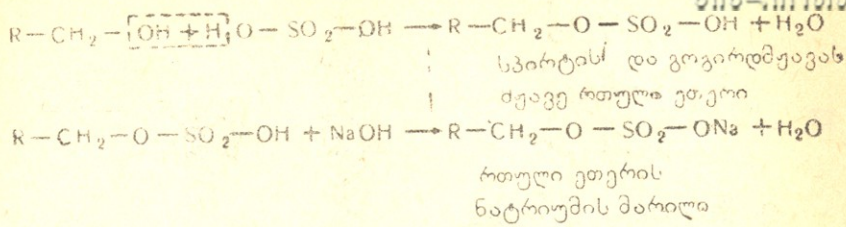


ამის შედეგად წარმოიქმნება სხვადასხვა მკვასა და ყანგბადის შემცველი სხვა ორგანული ნაერთების ნარევი, რომელსაც შემდეგში დყოფენ. მკვების ნეიტრალიზაციით მარილებს ლებულობენ. ეს მარილები (შემავსებელთან შერევიტ) ტუალეტისა და საოჯახო საპნის წარმოებაზე იხარჯება.

სინთეზური მკვებიდან მიღებულ საპონს, რომელიც თავისი ქიმიური ბუნებით ჩვეულებრივი საპნის ანალოგიურია, იგივე ნაკლი აქვს: მაგალითად, ის ცუდად რეცხავს ხისტ წყალში. ამიტომ სულ უფრო ფართოდ ვითარდება სხვა ტიპის გამრეცი საშუალებათა წარმოება.

სინთეზურ გამრეცხ საშუალებათა ერთ-ერთი სახეა უმაღლესი სპირტებისა და გოგირდმჟავას მჟავა რთული ეთერების მარილი. მისი მიღების სქემა ზოგადი სახით შეგვიძლია ასე წარმოვიდგინოთ:

სინთეზური
ნივთიერებები



ასეთი მარილები აღნაგობით ჩვეულებრივი საპნის შემადგენელი მარილების მსგავსია: ისინიც შედგება წყალში უხსნადი ნახშირწყალბადის გრძელი ჯაჭვისა და ატომთა ხსნადი ფუნქციონალური ჯგუფისაგან. ამიტომ ისინიც, როგორც საპნები, ზედაპირულად აქტიურია და კარგი რეცხვის უნარი აქვს. ჩვეულებრივი საპნისაგან განსაკუთრებით ასეთი ნივთიერებები რეცხვით თვისებებს ხისტ წყალშიც არ კარგავს, ვინაიდან ამ დროს წარმოქმნილი კალციუმისა და მაგნიუმის მარილები წყალში ხსნადი ხდება, და მამასადამე, ზედაპირულად აქტიური ნივთიერება წყალში რჩება და ნალექად არ გამოიყოფა.

სინთეზურ გამრეცხ ნივთიერებებს შეიცავს ფართოდ ცნობილი სარეცხი ფხვნილები „ასტრა“, „ლოტოსი“, „ერა“ და სხვ.

სინთეზურ გამრეცხ საშუალებათა წარმოება თანამედროვე ორგანული ქიმიის ერთ-ერთი განსაკუთრებით სწრაფად განვითარებადი მიმართულებაა.

გამრეცხი საშუალებები გამოყენების პროცესში არ იშლებიან. ჩამდინარე წყლებით ხვდებიან რა წყალსატევებში, მათ შეუძლიათ გააჭუჭყიანონ გარემო. ამიტომ ახალი პრეპარატების შექმნისას ცდილობენ არა მარტო კარგი გამრეცხი თვისებების უზრუნველყოფას, არამედ ამ ნივთიერებების ბიოდაშლადობას — მათ, ზემდგომ განადგურებას ბუნებაში ზოგიერთი სახის მიკროორგანიზმების მიერ.

8. როგორ დაადგინეს ცხიმების აღნაგობა? შეადგინეთ რეაქტივთა განტოლებები, რომლებიც განახორციელებს შევსება და ბეტოლბ.
9. რა განსხვავებაა მყარი და თხევადი ცხიმების აღნაგობაში?
10. დაწერეთ სტრუქტურული ფორმულა რთული ეთერისა, რომელიც წარმოქმნილია გლიცერინის, ერბოს, ოლეინისა და სტეარინის მჟავებისაგან.
11. რაჲ იცით, რომ ოლეინმჟავა ციხს აღნაგობისა, განმარტეთ რატომ არის თხევადი ამ მჟავასაგან წარმოქმნილი ცხიმი?
12. როგორ შეიძლება ქიმიური სერით განვასხვავოთ სელის ზეთისაგან, რომელიც შეიძლება გამოხდით მიიღება?

13. შეადგინეთ ტრიაკონტანის $C_{30}H_{62}$ დაჯანგვის რეაქციის განტოლება. რეაქციის წესით, რომ ამ დროს წარმოიქმნება ერთფუძიანი ნაჯერო მჟავა, რომელიც მოლეკულაში 15 ატომ ნახშირბადს შეიცავს.

14. ხისტ წყალში თეთრეულის რეცხვის დროს საპონი იხარჯება. რით აიხსნება ეს?

15. რატომ იძლევა ისევე ბევრ ქაფს ზემოგანხილული ტიპის სინთეზური გამრეცხი ნივთიერებები ხისტ წყალში, როგორც რბილ წყალში გახსნის დროს?

შინ ჩატარეთ შემდეგი ცდები: ა) ტანსაცმლიდან ბენზინით ამოიყვანეთ ცხიმის ლაქები, ბ) ერთმანეთს შეადარეთ ჩვეულებრივი საპონისა და სინთეზური გამრეცხი ფხვნილის გამოყენებისას ქაფის წარმოქმნა ხისტ წყალში, გ) წყალი დაარბილეთ სოდის დამატებითა და დაუღლიეთ და შედეგები შეა-
პოწმეთ.

ნახშირწყლები ფართოდაა გავრცელებული ბუნებაში და მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ადამიანის ცხოვრებაში. ზოგიერთი მათგანი, მაგალითად, სახამებელი, ძირითადი საკვები ნივთიერებაა; სხვები (ცელულოზა ანუ უჯრედისი) კი იხმარება ქსოვილების, ქაღალდის, ხელოვნური ბოჭკოს წარმოებისათვის და ა. შ.

სახელწოდება „ნახშირწყლები“ იმიტომ წარმოიშვა, რომ ამ კლასის პირველად შესწავლილი ნაერთები თითქოს შედგებოდა ნახშირბადისა და წყლისაგან — მათ ჰქონდათ შედგენილობა, რომელიც გამოისახებოდა ზოგადი ფორმულით $C_n(H_2O)_m$. მაგრამ შემდგომ აღმოჩენილ იქნა ნახშირწყლები, რომელთა შედგენილობა ამ ფორმულას არ შეესაბამებოდა, თუმცა სხვა ნიშნებით, უდავოდ, მიეკუთვნებოდა ამავე კლასის ნივთიერებებს.

ერთ-ერთი უმარტივესი ნახშირწყალია გლუკოზა.

§ 2. გლუკოზა

ფიზიკური თვისებები და ბუნებაში არსებობა. გლუკოზა უფერო კრისტალური ნივთიერებაა, კარგად იხსნება წყალში, აქვს ტკბილი გემო („გლუკოს“ — ტკბილი). გლუკოზა მოიპოვება მცენარეთა თითქმის ყველა ორგანოში: ნაყოფებში, ფესვებში, ფოთლებსა და ყვავილებში. ის განსაკუთრებით ბევრია ყურძნის წვენში, მწიფე ხილსა და კენკრაში. გლუკოზა არის ცხოველების ორგანიზმებშიც. ადამიანის სისხლი დაახლოებით 0,1% გლუკოზას შეიცავს.

გლუკოზის აღნაგობა. გლუკოზის შედგენილობა გამოისახება ფორმულით $C_6H_{12}O_6$. გავარკვიოთ ამ ნახშირწყლის აღნაგობა.

ვინაიდან გლუკოზის შედგენილობაში არის ორჯერადი, ისმება კითხვა: შეიცავს თუ არა ის ატომთა ჩვენთვის ცნობილ ფუნქციონალურ ჯგუფებს?

რამდენადაც გლუკოზის მოლეკულაში შედარებით ბევრი ორჯერადი ატომია, შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ის ეკუთვნის მრავალატომიან სპირტებს. თუ გლუკოზის ხსნარს ახლად დალეჭილ სპილენძ- (II) -ის პიდროქსიდს დავამატებთ, წარმოიქმნება მკვეთრი ლურჯი

ფერის ხსნარი, როგორც ეს გლიცერინის შემთხვევაში შევნიშნეთ ამრიგად, ცდა ადასტურებს, რომ გლუკოზა მრავალატომიან სპირტებს მიეკუთვნება.

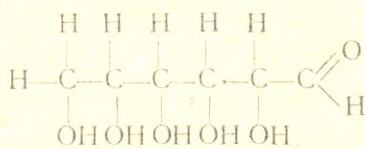
მაგრამ ისმება კითხვა: რამდენ ჰიდროქსილის ჯგუფს შეიცავს გლუკოზის მოლეკულა?

ცნობილია გლუკოზის რთული ეთერი, რომლის მოლეკულა ძმარმეჟავას ხუთ ნაშთს შეიცავს. აქედან ვასკვნით, რომ ნახშირწყლის მოლეკულაში არის ხუთი ჰიდროქსილის ჯგუფი. ეს ფაქტი უკვე განმარტავს, თუ რატომ იხსნება გლუკოზა წყალში კარგად და აქვს ტკბილი გემო.

გასარკვევი დარჩა ერთი უანგბადატომის ხასიათი. თუ გლუკოზის ხსნარს ვერცხლი(1)-ის ოქსიდის ამიაკიან ხსნართან გავაცხლებთ, მივიღებთ დამახასიათებელ „ვერცხლის სარკეს“. მაშასადამე, მოლეკულაში უანგბადის მეექვსე ატომი ალდეჰიდის ჯგუფის შედგენილობაში შედის.

გლუკოზის აღნაგობის შესახებ სრული წარმოდგენა რომ ვიქონიოთ, უნდა ვიცოდეთ, როგორ არის აგებული მოლეკულის ჩონჩხი. ვინაიდან ფუნქციონალური ჯგუფების შედგენილობაში შედის უანგბადის ექვსი ატომი, მაშასადამე, ნახშირბადის ატომები, რომლებიც ქმნიან ჩონჩხს, ერთმანეთთან უშუალოდ არიან შეერთებული. დადგენილია, რომ ნახშირბადის ატომების ჯაჭვი სწორია და არა განშტოებული. დაბოლოს კი გავითვალისწინოთ, რომ ალდეჰიდის ჯგუფი შეიძლება იყოს მხოლოდ ნახშირბადის არაგანშტოებული ჯაჭვის ბოლოს (რატომ?) და რომ ჰიდროქსილის ჯგუფები შეიძლება მდგრადი იყოს მხოლოდ მაშინ, როდესაც იმყოფება ნახშირბადის სხვადასხვა ატომთან.

ამ მონაცემების საფუძველზე გლუკოზის ქიმიური აღნაგობა შეიძლება გამოვსახოთ შემდეგი ფორმულით:

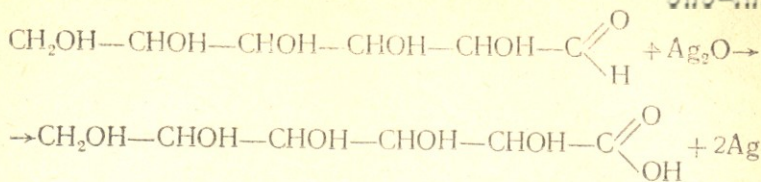


როგორც ჩანს, გლუკოზა ერთდროულად ალდეჰიდისაა და მრავალატომიანი სპირტიც — ის ალდეჰიდ-სპირტია.

ქიმიური თვისებები. აღნაგობა გვიჩვენებს, რომ გლუკოზა არის ორგვარი ქიმიური ფუნქციის მქონე ნივთიერება.

როგორც მრავალატომიანი სპირტი, გლუკოზა წარმოქმნის რთულ ეთერებს.

როგორც აღდებოდა, მის შეუძლია დაიყანგოს. ვერცხლის ოქსიდის ამიაკიანი ხსნარით გლუკოზის დაყანგვის რეაქციას უკვე გავვცანით. ახლა შეგვიძლია დავწეროთ ამ რეაქციის განტოლება:



გლუკოზის მჟავა (სპირტმჟავა)

გლუკოზის აღდებიდური ჯგუფის დამყანგავად შეიძლება გამოვიყენოთ სპილენძ(II)-ის ჰიდროქსიდით. თუ მცირეოდენ ახლად დალექილ სპილენძ(II)-ის ჰიდროქსიდს დავასხმათ გლუკოზის ხსნარს და ნარევს გავაცხელებთ, წარმოიქმნება სპილენძ(1)-ის წითელი ოქსიდი. სპილენძის ჰიდროქსიდით გლუკოზის დაყანგვის რეაქციის განტოლება ანალოგიურია იმისა, რომელსაც აღდებიდებისათვის ვწერდით.

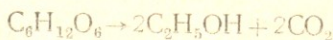
გლუკოზის აღდებიდური ჯგუფი შეიძლება აღვადგინოთ, მაშინ წარმოიქმნება ექსატომიანი სპირტი:

სპირტი

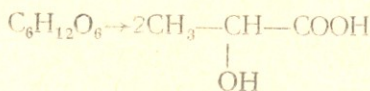


გლუკოზის მნიშვნელოვანი ქიმიური თვისებაა მისი დუღილი ორგანული კატალიზატორების — ფერმენტების მოქმედებით, რომელთაც გამოიმუშავენ მიკროორგანიზმები.

ცნობილია დუღილის რამდენიმე სახე. ერთ-ერთ მათგანს — სპირტულ დუღილს ჩვენ ნაწილობრივ გავვცანით ეთილის სპირტის მიღების ხერხების განხილვისას. საფუარის ფერმენტების მოქმედებით მიმდინარე სპირტული დუღილის ქიმიზმი მეტად რთულია. შეჯამებულად ის გამოისახება განტოლებით:



რძემჟავა ბაქტერიების ფერმენტების მოქმედებით მიმდინარეობს გლუკოზის რძემჟავური დუღილი. ეს შეიძლება გამოისახოს განტოლებით:



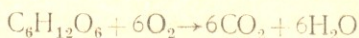
რძემჟავა

1 ამ რეაქციის დროს მიიღება დაყანგვის სხვ. პროდუქტებიც.

წარმოქმნილი რძემჟავა ორგვარი ქიმიური ფუნქციის მქონე ნაერთია, მასში შეთავსებულია სპირტისა და კარბონმჟავას თვისებები. რძემჟავას წარმოქმნის პროცესი მიმდინარეობს რძის ტანსაცმელის (აქროს) დროს. რძეში მჟავას წარმოქმნა შეიძლება დავადებების დროსაც მოხდეს.

რძემჟავურ ღუდელს დიდი მნიშვნელობა აქვს სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტების გადამუშავებაში. ამასთან დაკავშირებულია მთელი რიგი რძის პროდუქტების — მაწვნის, ხაჭოს, არაყისა და ყველის მიღება. რძემჟავა წარმოქმნება კომბოსტოს დამწნილების და საყვების დასილოსების პროცესში; ამ დროს იგი დამკონსერვებლის როლს ასრულებს. მჭიდროდ ჩაწყობილ სასილოსე მასაში დაგროვებისას ის წარმოქმნის მჟავურ არეს, რომელშიც არ ხდება ცილების ლპობა და სხვა მავნე ქიმიური გარდაქმნები, ამის შედეგად მიიღება მაღალხარისხოვანი წვნიანი საყვები ცხოველებისათვის.

გლუკოზის გამოყენება. გლუკოზა ძვირფასი საყვები ნივთიერებაა. როგორც ჩვენთვის ბიოლოგიის კურსიდანაც ცნობილი, საყვები სახამებელი საქმლის მომწოდებელ ორგანიზმებში გარდაიქმნება გლუკოზად, რომელიც სისხლის მეშვეობით ორგანიზმის ყველა ქსოვილსა და უჯრედში მიმოიქცევა. უჯრედებში ხდება გლუკოზის დაჟანგვა. ეს პროცესი თანმიმდევრულად მთელ რიგ სტადიებად მიმდინარეობს და თან ახლავს ენერჯის გამოყოფა. გლუკოზის დაჟანგვის საბოლოო პროდუქტებია ნახშირბად(IV)-ის ოქსიდი და წყალი:



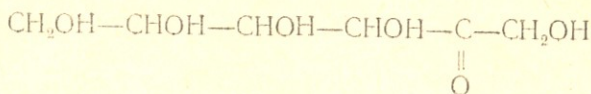
ვინაიდან დაჟანგვის რეაქციები საფეხურებრივად მიმდინარეობს, ამიტომ დამჟანგავ ნივთიერებებში არსებული ენერჯის განთავისუფლებაც თანდათანობით ხდება. ნაწილობრივ ეს ენერჯია სითბოს სახით გამოიყოფა, დიდი ნაწილი კი იხარჯება ე. წ. ადენოზინტრიფოსფორმჟავას (ატფ) სინთეზისათვის, რომელიც ორგანიზმში ენერჯის უნივერსალურ აკუმულატორს წარმოადგენს. შემდგომი დამლისას ატფ-ს მიერ გამოყოფილი ენერჯის ხარჯზე ორგანიზმი ახორციელებს თავის მრავალნაირ ფუნქციას (კუნთების შეკუმშვა, სეკრეცია, ნივთიერებათა სინთეზი და ა. შ.).

გლუკოზა ორგანიზმისათვის ადვილად შესათვისებელი ნივთიერებაა და ენერჯის აძლევს ორგანიზმს, ამიტომ მას უშუალო გამოყენება აქვს როგორც მოსამაგრებელ სამკურნალო საშუალებას. ტკბილმა გემომ განაპირობა საკონდიტრო საქმეში მისი გამოყენება (იგი შედის ბადაგის შედგენილობაში) მარმელადის, კარამელის, ნამცხვრების დამზადებისას და ა. შ. როგორც აღმდგენი, ის გამოიყენება სარკებისა და ნაძვის ხის მოსართავი ნაკეთობების დამზადებისას

(მოვერცხლა). საფეიქრო მრეწველობაში გლუკოზა ქსოვილობის და სამუშავებლად გამოიყენება. გლუკოზის დუღილით შეიძლება ბრლებული იქნეს რძემეყავა და სხვა პროდუქტები.

ტენკიაში გლუკოზას იღებენ უფრო რთული ნახშირწყლებისაგან, უმთავრესად სახამებლისაგან, ამისათვის წყალთან ერთად მისი გათბობით და კატალიზატორების — მინერალური მჟავების თანაობისას.

ფრუქტოზა როგორც გლუკოზის იზომერი. ცნობილია გლუკოზის იზომერული სხვა ნახშირწყლები, რომელთა მოლეკულური ფორმულაა $C_6H_{12}O_6$. მათი წარმომადგენელია, მაგალითად, ფრუქტოზა:



როგორც აღნაგობა გვიჩვენებს, ფრუქტოზა — კეტონსპირტი. ფრუქტოზა მოიპოვება ტკბილ ხილეულში. ფრუქტოზა და გლუკოზა ტოლი რაოდენობებით შეადგენს ფუტკრის თაფლის ძირითად ნაწილს.

ფრუქტოზა გლუკოზასა და ჩვეულებრივ შაქარზე უფრო ტკბილია.

9 1. ერთატომიანი სპირტები და ერთფუძიანი კარბონმჟავები, რომლებიც გლუკოზის მსგავსად მოლეკულაში ნახშირბადის ექვს-ექვს ატომს შეიცავენ, წყალში უხსნადია, ხოლო გლუკოზა წყალში კარგად იხსნება, როგორ ახსნით ამას?

▲ 2. რომელი ცდების საფუძველზე შეიძლება დავასაბუთოთ გლუკოზის აღნაგობა? აღწერეთ ისინი.

3. შეადგინეთ შემდეგ რეაქციათა განტოლებები: ა) სპილენძ(II)-ის ჰიდროქსიდით გლუკოზის დაჟანგვის, ბ) ექვსატომიან სპირტად გლუკოზის აღდგენის.

4. რამდენი გრამი კალციუმკარბონატი მიიღება, თუ 0,1 მოლი გლუკოზის დუღილით წარმოქმნილი ნახშირბად(IV)-ის ოქსიდი კირიანი წყლით შთანთქმება?

5. რა მოცულობის ნახშირბად(IV)-ის ოქსიდი წარმოიქმნება მოლი გლუკოზის სრული დაჟანგვის შედეგად?

6. როგორ გამოიყენოთ ერთი და იმავე რეაქტივით: ა) გლიცერინს, ბ) ალდეჰიდს, გ) ძმარმეყავას, დ) გლუკოზას? პასუხი დაასაბუთეთ რეაქციათა განტოლებებით.

7. რძემეყავას აქვს სპირტისა და მჟავას თვისებები, გაითვალისწინეთ ეს და შეადგინეთ მისი რეაქციის განტოლებები: ა) ნატრიუმთან, ბ) მწვავე ნატრიუმთან.



ფიზიკური თვისებები და ბუნებაში არსებობა. საქაროზი კარგად არის ცნობილი ჩვეულებრივი შაქრის სახით. იგი ტკბილი გემოს, უფრო კრისტალურია. წყალში ძალიან კარგად იხსნება. საქაროზის ლობის ტემპერატურაა 160°C; გამდნარი საქაროზის გამყარებისას წარმოიქმნება ამორფული გამჭვირვალე მასა — კარამელი.

საქაროზას შეიცავს ბევრი მცენარე — არყის ხისა და ნეკერჩხლის წვენი, სტაფილო და ნესვი. ის განსაკუთრებით ბევრია შაქრის ჰარხალსა და შაქრის ლერწამში. სწორედ ამ მცენარეებიდან ღებულობენ საქაროზას.

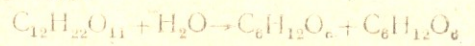
აღნაგობა და ქიმიური თვისებები. საქაროზის მოლეკულური ფორმულაა C₁₂H₂₂O₁₁. საქაროზას უფრო რთული აღნაგობა აქვს, ვიდრე გლუკოზას. უწინარეს ყოვლისა შევამოწმოთ, შეიცავს თუ არა საქაროზა იმ ფუნქციონალურ ჯგუფებს, რომლებიც აღმოვაჩინეთ გლუკოზაში.

საქაროზის მოლეკულაში ჰიდროქსილის ჯგუფების არსებობა ადვილად მტკიცდება ლითონთა ჰიდროქსიდებთან რეაქციით. თუ საქაროზის ხსნარს სპილენძ(II)-ის ჰიდროქსიდს დავამატებთ, წარმოიქმნება სპილენძის საქარატის კაშკაშა ლურჯი ხსნარი (გავიხსენოთ სპილენძის გლიცერატი).

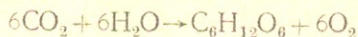
საქაროზაში ალდეჰიდის ჯგუფის არსებობის დადგენა არ ხერხდება: ამიაკის ხსნართან ვერცხლი (I)-ის ოქსიდის გაცხელებისას საქაროზა არ იძლევა ვერცხლის სარკეს, სპილენძ(II)-ის ჰიდროქსიდთან გაცხელებისას არ წარმოქმნის სპილენძ(I)-ის წითელ ოქსიდს. მაშასადამე, საქაროზა გლუკოზისაგან განსხვავებით ალდეჰიდსპირტი არ არის.

საქაროზის აღნაგობაზე მსჯელობისათვის შეიძლება მნიშვნელოვანი მონაცემები მივიღოთ წყალთან მისი რეაქციის შესწავლის საფუძველზე. საქაროზის ხსნარი წამოვიდუღოთ რამდენიმე წვეთ მარილმჟავასთან ან გოგირდმჟავასთან. შემდეგ მჟავა გავანეიტრალოთ ტუტით და ეს ხსნარი სპილენძ(II)-ის ჰიდროქსიდთან ერთად გავაცხელოთ. წარმოიქმნება წითელი ნალექი. ცხადია, რომ საქაროზის ხსნარის დუღილის დროს გაჩნდა ალდეჰიდის ჯგუფის შემცველი მოლეკულები, რომლებმაც სპილენძ(II)-ის ჰიდროქსიდი აღადგინეს სპილენძ(I)-ის ოქსიდამდე.

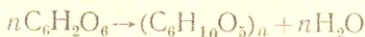
ამ რეაქციის შესწავლა გვიჩვენებს, რომ საქაროზა მჟავას კატალიზური მოქმედებისას ჰიდროლიზდება, რის შედეგადაც წარმოიქმნება გლუკოზა და ფრუქტოზა:



მცენარეებში ფოტოსინთეზის შედეგად მზის ენერჯის შთანთქმის დროს. ჯერ ნახშირორჟანგისა და წყლისაგან რიგი პროცესების შედეგ (გაიხსენეთ მათგან ძირითადები) წარმოიქმნება გლუკოზისა და ზოგადი სახით შეიძლება გამოისახოს შემდეგი განტოლება:



გლუკოზიდან ხდება სახამებლის სინთეზი:



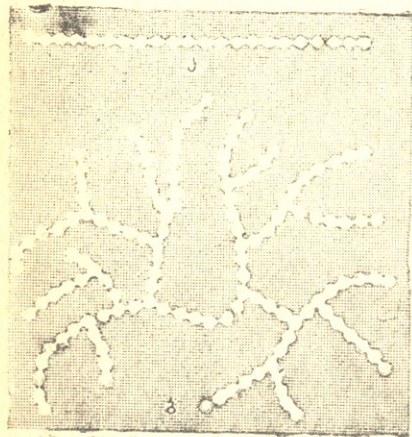
როგორც სხვა მაღალმოლეკულურ ნივთიერებებში, სახამებელშიც არ არის მაკრომოლეკულები ერთნაირი სიდიდის; მათში რგოლების $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ რიცხვი სხვადასხვაა—რამდენიმე ასეულიდან რამდენიმე ათასეულამდე, ამიტომ შეიძლება ვილაპარაკოთ სახამებლის ფორმულაში n -ის რომელიმე საშუალო მნიშვნელობასა და მის საშუალო მოლეკულურ მასაზე.

მრავალი სხვა მაღალმოლეკულური ნაერთისაგან განსხვავებით, სახამებლის მოლეკულები გამოირჩევა არა მარტო რგოლების რიცხვით, არამედ თავისი სტრუქტურითაც. ხაზოვანი სტრუქტურის მქონე მოლეკულებთან ერთად (სურ. 49, ა), რომელთა საშუალო მოლეკულური მასა რამდენიმე ასეული ათასია, არსებობს განშტოებული სტრუქტურის მოლეკულებიც (სურ. 49, ბ), რომელთა მოლეკულური მასა რამდენიმე მილიონს აღწევს.

ქიმიური თვისებები. სახამებლის ერთ-ერთ თვისებას — იოდთან ურთიერთქმედებისას ლურჯი შეფერილობის წარმოქმნას — ჩვენ გავცანით ჰალოგენების შესწავლის დროს. ამ შეფერილობას ადვილად შევამჩნევთ, თუ იოდის ხსნარს დავაწვევებთ კარტოფილის ან თეთრი პურის ნაჭერზე.

აქვს თუ არა სახამებელს ახლახან შესწავლილი ნახშირწყლების თვისებები?

გავაცხელოთ სახამებლის ბუბკოსა და სპილენძ(II)-ის ჰიდროქსიდის ნარევი. ჩვენ ვერ შევნიშნავთ სპილენძ (I)-ის ოქსიდის ნალექის წარმოქმნას. მაშასადამე, სახამებელს გლუკოზისაგან განსხვავებით არა აქვს აღმდგენის თვისებები.



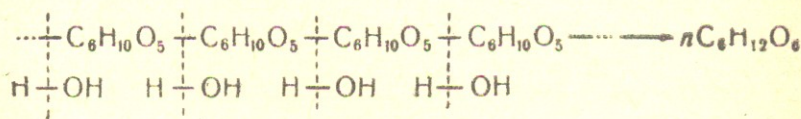
სურ. 49. სახამებლის მოლეკულების აღნაგობა.

ახლა შევამოწმოთ, აქეს თუ არა მას საქაროზის თვისებები. სხელობრ, ჰიდროლიზის უნარი. სახამებლის ბუბკო წამოვადუდოთ მცირედენ გოგირდმჟავასთან. შემდეგ ხსნარი გავანეიტრალოთ შევეცადოთ სპილენძ(II)-ის ჰიდროქსიდთან რეაქციის წარმოიქმნება სპილენძ(I)-ის ოქსიდის დამახასიათებელი ნალევი.

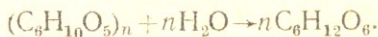
მაშასადამე, წყალთან ერთად გაცხელებისას მჟავას თანხლებით სახამებელი ჰიდროლიზდება, ამ დროს წარმოიქმნება ნივთიერება, რომელიც სპილენძ(II)-ის ჰიდროქსიდს სპილენძ(I)-ის ოქსიდად აღადგენს.

როგორც ცნობილია, სახამებლის მაკრომოლეკულების წყლით დახლეჩის პროცესი თანდათანობით ხდება. ჯერ წარმოიქმნება სახამებელთან შედარებით ნაკლები მოლეკულური მასის მქონე შუალედური პროდუქტები — დექსტრინები, შემდეგ საქაროზის იზომერი — მალტოზა, ხოლო ჰიდროლიზის საბოლოო პროდუქტია გლუკოზა.

გლუკოზის წარმოქმნის პროცესი სქემატურად ასე შეიძლება გამოისახოს:



ან უფრო მოკლედ:



სახამებლის გლუკოზად გარდაქმნის რეაქცია გოგირდმჟავას კატალიზური მოქმედებისას აღმოაჩინა რუსმა მეცნიერმა კ. კირხჰოფმა 1811 წელს. გლუკოზის მიღების ხერხი, რომელიც მან დაამუშავა, ამჟამად გამოიყენება.

სახამებლის გამოყენება და სახამებლის შემცველი პროდუქტებისაგან მისი მიღება. სახამებელი ჩვენი საკვების ძირითადი ნახშირწყალია. ორგანიზმში ცხიმების მსგავსად, ის ჯერ ჰიდროლიზდება. ეს პროცესი უკვე პირის ღრუში იწყება საჭმლის ღეჭვის დროს ფერმენტის მოქმედებით, რომელიც ნერწყვში მოიპოვება, შემდეგ სახამებლის ჰიდროლიზი გრძელდება კუჭსა და ნაწლავებში. წარმოქმნილი გლუკოზა სისხლში შეიწოვება ნაწლავების კედლებით და ღვიძლში შედის, აქედან კი ორგანიზმის ყველა ქსოვილის კვებას ხმარდება.

სახამებლის ჰიდროლიზის შუალედ პროდუქტებს (დექსტრინებს) ორგანიზმში უფრო ადვილად ითვისებს, ვიდრე თვით სახამებელს, ვინაიდან ის უფრო პატარა ზომის მოლეკულებისაგან შედგება და წყალში უკეთესად იხსნება. საჭმლის დამზადება ხშირად დაკავშირებულია სწორედ სახამებლის დექსტრინებად გარდაქმნასთან. სახამებლის ნა-

წილობრივი ჰიდროლიზი ხდება. მაგალითად, კარტოფილის ხარშვის, პურის ცხობის დროს. პურსა და შემწვარ კარტოფილზე ქერქის გიჩენა, კერძოდ, წებოვანი დექსტრინების წარმოქმნით და ხარშვის სახამებელს მარტო კვების პროდუქტად არ იყენებენ. კვების მრეწველობაში მისგან ამზადებენ გლუკოზასა და ბადაგს.

გლუკოზის მისაღებად სახამებელს განზავებულ გოგირდმჟავასთან აცხელებენ რამდენიმე საათის განმავლობაში, როდესაც ჰიდროლიზის პროცესი დამთავრდება, მჟავას ანეიტრალეზენ ცარციტ. წარმოქმნილი კალციუმსულფატის ნალექს ფილტრავენ და ხსნარს აორთქლებენ. ხსნარის გაცივებისას წარმოიქმნება კრისტალური გლუკოზა.

თუ ჰიდროლიზის პროცესს ბოლომდე არ მივიყვანთ, მაშინ მიიღება სქელი ტკბილი მასა—დექსტრინებისა და გლუკოზის ნარევი—ბადავი. მას საკონდიტრო საქმეში იყენებენ ზოგიერთი ხარისხის კამფეტის, მარმელადის, ნამცხვრების დასამზადებლად და ა. შ. ბადავიანი საკონდიტრო ნაწარმი მეტისმეტად ტკბილი არ არის. როგორც სუფთა შაქრით დამზადებული, და დიდხანს რჩება რბილი.

სახამებლისაგან მიღებული დექსტრინები გამოიყენება წებოდ. სახამებელი იხმარება თეთრეულის გასახამებლად. ცხელი უთოს მოქმედებით ის გარდაქმნება დექსტრინებად, რომლებიც ქსოვილის ბოჭკოებს შეაწებებს და მკვრივ აფსკს წარმოქმნის. ასეთი აფსკით დაფარული ქსოვილი კი ჩქარა არ ჭუჭყიანდება.

სახამებელი (მარცვლოვანთა მარცვლებისა და კარტოფილის სახით) გამოიყენება ეთილის სპირტის წარმოებაში. ამ პროცესის დროს ჯერ აწარმოებენ სახამებლის ჰიდროლიზს ფერმენტის მოქმედებით, რომელიც ალაოში მოიპოვება. ხოლო შემდეგ ჰიდროლიზის პროდუქტს საფუკრით დუღილის შედეგად სპირტად გარდაქმნიან. ეთილის სპირტს მრეწველობისათვის (კაუჩუკის სინთეზი) დიდი რაოდენობით იღებენ სინთეზის გზით ეთილენისაგან და ჰიდროლიზით მეორე ნახშირწყლის — ცელულოზისაგან.

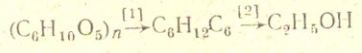
სახამებელს უფრო ხშირად კარტოფილისაგან ღებულობენ. კარტოფილს რეცხავენ, შემდეგ მექანიკურ საფხეკელაზე დააქუცმაცებენ და დაქუცმაცებულ მასას საცრებზე წყლით ჩარეცხავენ. ტუბერების უჯრედებიდან განთავისუფლებული სახამებლის წვრილი მარცვლები საცერში წყალთან ერთად გადის და როფის ფსკერზე ილექება. სახამებელს გულდასმით რეცხავენ, წყალს მოაცილებენ და ამრობენ.

- 9 12. დაახასიათეთ სახამებელი, როგორც მადლმოლეკულური პროდუქტი.
13. ზოგადი ბიოლოგიის კურსის შესწავლისას მიღებული ცოდნის საფუძვლზე დაწვრილებით დაახასიათეთ სახამებლის ფიტოსინთეზის პროცესი მცენარეებში.

14. თუ მსედველობაში მივიღებთ, რომ ჰიდროლიზის დროს სახამებელი მთლიანად გარდაიქმნება გლუკოზად, მაშინ წარმოქმნილი გლუკოზის შაქარი მეტი იქნება, თუ ნაყლები საწყის სახამებელთან შედარებით? პასუხი დაასაბუთეთ.

15. როგორ აიხსნება მოხარშული კარტოფილის წებვადი მთქმელობა?

16. შეადგინეთ სახამებლისაგან ეთილის სპირტის მიღების რეაქციის განტოლებები:



რა ეწოდება (1) და (2) რეაქციებს?

17. მკვახე ვაშლის წვენი რეაგირებს იოდთან. მწიფე ვაშლის წვენი კი ალდეგენს ვერცხლის ოქსიდის ამოკიან ხსნარს. როგორ აიხსნება ეს მოვლენები?

შინ ჩაატარეთ შემდეგი ცდები: ა) ცოტადენი იოდის ნაყენი 10-ჯერად განაზოვეთ წყლით და მიღებული ხსნარით შეამოწმეთ, შეიცავს თუ არა სახამებელს მოხარშული კარტოფილი, თეთრი პური, კარტოფილის ფქვილი, დაფქვილი ბრინჯი, პულრი, კბილის ფხენილი და ა. შ., ბ) დაამზადეთ სახამებლის ბუბუკო და დააკვირდით მისი ფერის შეცვლას იოდთან გაცხელებისა და გაცივების დროს, გ) გაახამეთ ქსოვილის ნაკერი.

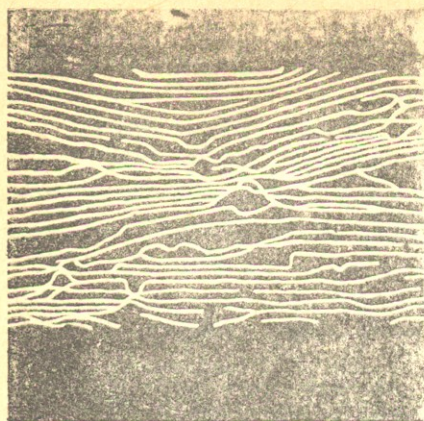
§ 27. ცელულოზა

ბუნებაში არსებობა. ფიზიკური თვისებები. ცელულოზა ანუ უჯრედისი მცენარის შედგენილობაში შედის და მათში უჯრედების გარსს წარმოქმნის. აქედან წარმოიშვა მისი სახელწოდება („ცელულა“ — უჯრედი). ცელულოზა მცენარეებს ანიჭებს საჭირო სიმტკიცესა და ელასტიკურობას და თითქოს მათი ჩონჩხია.

ბამბის ბოჭკო 98%-მდე ცელულოზას შეიცავს; სულისა და კანაფის ბოჭკოები ძირითადად ცელულოზისაგან შედგება; მერქანში ის დაახლოებით 50%-ს შეადგენს. ქალაღი, ბამბეულის ქსოვილები ცელულოზის ნაწარმებია. განსაკუთრებით სუფთა ცელულოზის ნიმუშია ბამბა, რომელიც მიიღება გაწმენდილი ნედლი ბამბისაგან, და ფილტრის (გაუწებავი) ქალაღი.

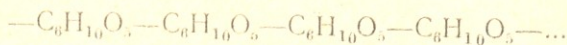
ბუნებრივი მასალებისაგან გამოყოფილი ცელულოზა მყარი ბოჭკოვანი ნივთიერებაა, რომელიც არც წყალში იხსნება და არც ჩვეულებრივ ორგანულ გამსხნელებში.

ცელულოზის აღნაგობა. ცელულოზა ისევე, როგორც სახამებელი ბუნებრივი პოლიმერია. აღმოჩნდა, რომ ამ ნივთიერებებს აქვთ თითქმის ერთნაირი შედგენილობის სტრუქტურული რგოლები და, მაშასადამე, ერთი და იგივე მოლეკულური ფორმულა $(C_6H_{10}O_5)_n$. მაშინ ისმება კითხვა: რაზეა დამოკიდებული ამ ორი უდავოდ სხვადასხვა ნივთიერების თვისებათა განსხვავება?



სურ. 50. ცელულოზის მაკრომოლეკულების ორიენტირებული განლაგება.

ტურები აქვთ, ცელულოზის მოლეკულებს კი — მხოლოდ ხაზოვანი სტრუქტურა¹.



ამით აიხსნება, რომ ცელულოზა წარმოქმნის ისეთ ბოჭკოვან მასალებს, როგორცაა ბამბა, სელი, ქერელი და ა. შ.

ბუნებრივ ბოჭკოებში ცელულოზის მაკრომოლეკულები განლაგებულია ერთი მიმართულებით, როგორც იტყვიან, ისინი ორიენტირებულია ბოჭკოს ღერძის გასწვრივ (სურ. 50). მრავალრიცხოვანი წყალბადური ბმა მაკრომოლეკულების ჰიდროქსიდის ჯგუფებს შორის განაპირობებს ამ ბოჭკოების მაღალმექანიკურ სიმტკიცეს. ბამბის, სელისა და ა. შ. როვის პროცესში ეს ელემენტარული ბოჭკოები უფრო გრძელ ძაფებად დაივრისება. მერქნის ცელულოზაში მოლეკულებს თუმცა ხაზოვანი სტრუქტურა აქვთ, მაგრამ ისინი უწყსრივოდაა განლაგებული და ორიენტირებული არ არის ერთი მიმართულებით. ამიტომ მერქნისაგან ძაფს არ ართავენ.

სახამებლისა და ცელულოზის მოლეკულების აღნაგობაში თითქოს მცირე განსხვავებაა, მაგრამ პოლიმერების თვისებებში ის ძლიერ ვლინდება. საკმარისია აღვნიშნოთ, რომ სახამებელი ადამიანისათვის მნიშვნელოვანი კვების პროდუქტია, ცელულოზა კი ამ მიზნით არ გამოიყენება.

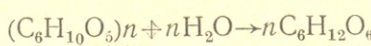
¹ სახამებლისა და ცელულოზის თვისებებს შორის განსხვავება გამოწვეულია იმითაც, რომ მათი მაკრომოლეკულების სტრუქტურული რგოლები აგებულია მხოლოდ ერთი განსხვავებული რგოლიდან.

ქიმიური თვისებები. ყოველდღიური ცხოვრებიდან ცნობილია, რომ ცელულოზა კარგად იწვის.

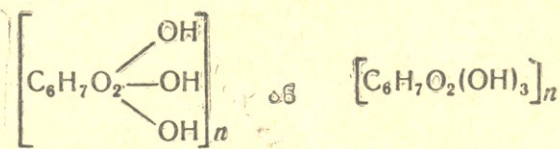
უპაერო სივრცეში მერქნის გახურებისას ხდება ცელულოზის თერმული დაშლა. ამ დროს წარმოიქმნება აქროლადი ორგანული თიერებები, წყალი და ხის ნახშირი. მერქნის დაშლის ორგანული პროდუქტებია აგრეთვე მეთილის სპირტი, ძმარმჟავა და აცეტონი.

რადგანაც ცელულოზის მაკრომოლეკულები სახამებლის წარმოქმნელი მოლეკულების მსგავსი რგოლებისაგან შედგება, შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ის ჰიდროლიზს განიცდის და რომ ჰიდროლიზის პროდუქტი, როგორც სახამებლის შემთხვევაში, გლუკოზა იქნება. კონცენტრირებული გოგირდმჟავათი დასველებული ფილტრის ქაღალდის (ცელულოზის) ნაჭრები დავსრისოთ ფაიფურის როდინში. მიღებული ფაფისებრი მასა წყლით განვაზავოთ, მჟავა ტუტით განვნიტრალოთ და, როგორც სახამებლის შემთხვევაში, ხსნარი შევამოწმოთ სპილენძ(II)-ის ჰიდროქსიდთან რეაქციით. შევამჩნევთ სპილენძ(I)-ის ოქსიდის გაჩენას. მაშასადამე, ჩვენს ცდაში მოხდა ცელულოზის ჰიდროლიზი. ჰიდროლიზის პროცესი, ისევე როგორც სახამებლის შემთხვევაში, საფეხურებრივად მიმდინარეობს, ვიდრე ბოლოს გლუკოზა არ წარმოიქმნება.

ამრიგად, ცელულოზის ჰიდროლიზი შეჯამებულად შეიძლება იმავე განტოლებით გამოისახოს, როგორითაც სახამებლის ჰიდროლიზი:

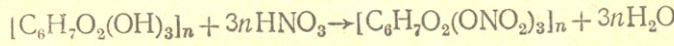


ცელულოზის სტრუქტურული რგოლები $C_6H_{10}O_5$, სახამებლის მსგავსად, სამ ჰიდროქსილის ჯგუფს შეიცავს. ზოგჯერ მათ შემდეგნაირად გამოყოფენ ფორმულაში:



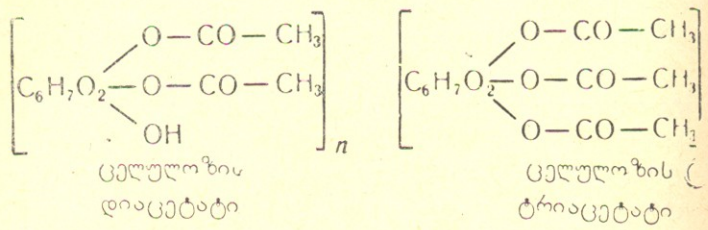
ამ ჯგუფების ხარჯზე ცელულოზას შეუძლია მოგვეცეს მარტივი და რთული ეთერები.

დიდი მნიშვნელობა აქვს ცელულოზის აზოტმჟავა ეთერებს. ისინი მიიღება ცელულოზაზე აზოტმჟავას მოქმედებისას გოგირდმჟავას თანაობით. აზოტმჟავას კონცენტრაციისა და სხვა პირობების მიხედვით ეთერიფიკაციის რეაქციაში შედის ცელულოზის მოლეკულების თითოეული რგოლის ერთი, ორი ან სამი ჰიდროქსილის ჯგუფი, მაგალითად:



ცელულოზის ნიტრატების საერთო თვისებაა — მათი განსაკუთრებული წვისუნარიანობა. ცელულოზის ტრინიტრატი, რომელსაც სხვაგვარად პიროქსილის უწოდებენ, — ძლიერ ფეთქებადანივარსებურებაა, მას იყენებენ უკვამლო დენტის წარმოებისათვის.

მეტად მნიშვნელოვანია აგრეთვე ცელულოზის ძმარმჟავა ეთერები — ცელულოზის დიაცეტატი და ტრიაცეტატი:



ცელულოზის დიაცეტატი და ტრიაცეტატი გარეგნულად ცელულოზის მსგავსია. ისინი გამოიყენება აცეტატური ხელოვნური ბოჭკოს დასამზადებლად.

გამოყენება. ცელულოზას მრავალნაირად იყენებენ. მექანიკური სიმტკიცის გამო ის მერქნის სახით იხმარება მშენებლობაში. მისგან ამზადებენ სხვადასხვა სადურგლო ნაკეთობას, ბოჭკოვანი მასალების სახით (ბამბა, სელი, კანაფი) გამოიყენება ძაფების, ქსოვილების, თოკების დასამზადებლად. მერქნისაგან გამოყოფილი (თანმზღები ნივთიერებებისაგან განთავისუფლებული) ცელულოზისაგან ქაღალდს ამზადებენ, ცელულოზის ჰიდროლიზითა და ამ დროს წარმოქმნილი გლუკოზის დუღილით ღებულობენ ეთილის სპირტს. ცელულოზის ეთერები გამოიყენება ნიტროლაქების, კინოფირების, სამედიცინო კოლოდიუმის, ხელოვნური ბოჭკოს დასამზადებლად.

აცეტატური ბოჭკოს მიღება. ბუნებრივ ბოჭკოვან მასალებს ადამიანი უძველესი დროიდან ფართოდ იყენებს ტანსაცმლისა და სხვადასხვა საოჯახო ნივთების დასამზადებლად. ამ მასალებიდან ზოგი მცენარეული წარმოშობისაა და ცელულოზისაგან შედგება. მაგალითად, სელი, ბამბა; სხვები ცხოველური წარმოშობისაა და შედგება ცილებისაგან — მატყლი, აბრეშუმი.

განვითარებადი ტექნიკისა და ქსოვილებზე მოსახლეობის მზარდ მოთხოვნილებათა გამო მკვეთრად შეიმჩნეოდა ბოჭკოვანი მასალების ნაკლებობა. წამოიჭრა ქიმიური გზით ბოჭკოების მიღების აუცილებლობა.

ამის განხორციელება ორი გზით შეიძლება.

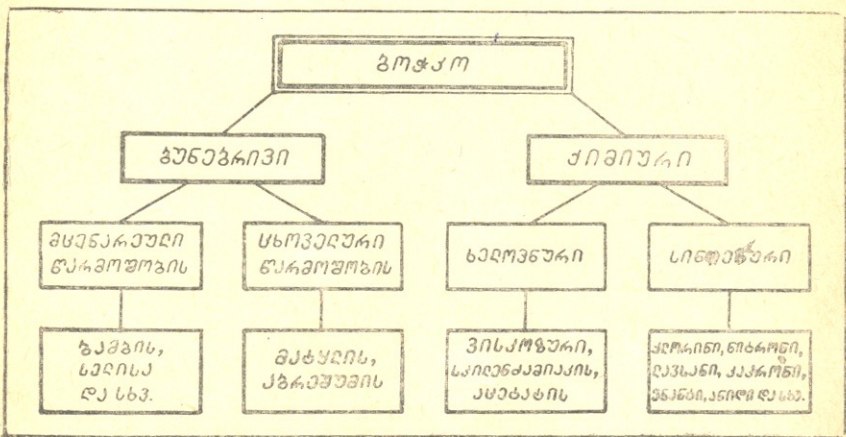
ვინიდან ბოჭკო ხასიათდება მოწესრიგებული, ბოჭკოს ღერძის გასწვრივ ხაზოვანი მაკრომოლეკულების ორიენტირებული განლაგებით, ამიტომ შეიძლება ავიღოთ მოუწესრიგებელი სტრუქტურის ბუნებრივი პოლიმერი და ამა თუ იმ დამუშავების გზით ვაადგილოთ მაკრომოლეკულები და ისინი ერთი მიმართულებით განვალაგოთ.

შესაძლებელია პოლიმერი მივიღოთ მეორე გზითაც — სინთეზურად და შემდეგ მასში განვახორციელოთ მოლეკულების საჭირო წყობა.

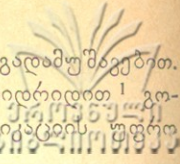
მრეწველობაში ბოჭკოს ღებულობენ როგორც ერთი, ისე მეორე ხერხით. ბოჭკოებს, რომლებიც ბუნებრივი პოლიმერული მასალების გადამუშავებით მიიღება, ხელოვნური ეწოდება, ხოლო სინთეზური პოლიმერებისაგან მიღებულ ბოჭკოებს — სინთეზური. ხელოვნური და სინთეზური ბოჭკოები ქიმიური ბოჭკოების ერთ ჯგუფში ერთიანდება, ვინაიდან მათი მიღების დროს, ბუნებრივი ბოჭკოსაგან განსხვავებით, ქიმიური მეთოდები გამოიყენება (სურ. 51).

ხელოვნური ბოჭკოების მისაღებად საწყის ბუნებრივ პოლიმერად იღებენ მერქნიდან გამოყოფილ ცელულოზას ან ბამბის შეგროვების შემდგომ თესლზე დარჩენილ ბამბის ღინლს.

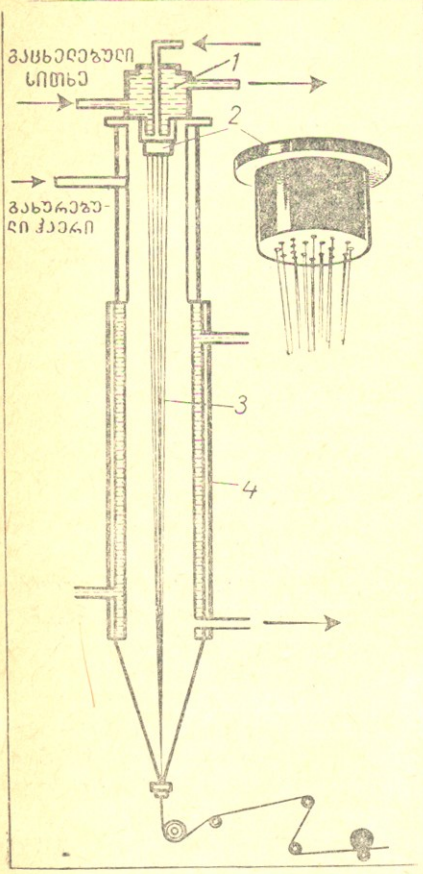
პოლიმერის ხაზოვანი მოლეკულები წარმოქმნილი ბოჭკოს ღერძის გასწვრივ რომ დალაგდეს, ისინი ჯერ უნდა გავაცალკევოთ, გავხადოთ მოძრავი, რომ შეეძლოს გადანაცვლება. ამის მიღწევა პოლიმერის გაღობით ან გახსნით შეიძლება. ცელულოზის გაღობა შეუძლებელია: გახურებისას ის იშლება. მაშასადამე, უნდა მოვძებნოთ მისი გახსნის შესაძლებლობა.



სურ. 51. ბოჭკოების კლასიფიკაცია.



ამის მიღწევა შეიძლება ცელულოზის ქიმიური გადამუშავებით. ამ მიზნით ცელულოზას დაამუშავებენ ძმარმეავას ანჰიდრიდით¹ გოგირდმეავას თანაობით (ძმრის ანჰიდრიდი ეთერიფიკაციის უფრო ძლიერი საშუალებაა, ვიდრე ძმარმეავა).



სურ. 52. აცეტატის ბოჭკოს ფორმირების სქემა:

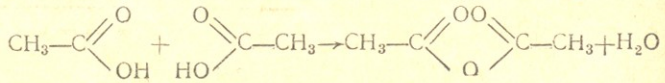
- 1 — საქსოვი თავი, 2 — თვალაკი, 3 — წარმოქმნილი ბოჭკოები, 4 — შახტი.

ეთერიფიკაციის პროდუქტს — ტრიაცეტატს ხსნიან დიქლორმეთანის CH_2Cl_2 და ეთილის სპირტის ნარევეში. წარმოქმნება ბლანტი ხსნარი, რომელშიც პოლიმერის მოლეკულებს უკვე შეუძლიათ გადაადგილება და საჭირო წყობის მიღება.

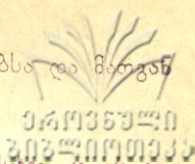
ბოჭკოს მიღების მიზნით პოლიმერის ხსნარს გაატარებენ თვალაკებში (სურ. 52), რომლებიც ლითონის მრავალნასვრეტოანი თალფაქებია. წარმოქმნილი ხსნარის წვრილი ჭავლები ეშვება დაახლოებით 3 მეტრი სიმაღლის ვერტიკალურ შახტში, რომელშიც ცხელი ჰაერი გადის.

სითბოს მოქმედებით გამხსნელი ორთქლდება და ტრიაცეტილცელულოზა ქმნის წვრილ, გრძელ ბოჭკოებს, რომლებიც ძაფებად იგრიხება და შემდგომი გადამუშავებისათვის მიდის. თვალაკის ნასვრეტებში გავლისას მაკრომოლეკულები განლაგდება ხსნარის ჭავლის გასწვრივ ისე, როგორც მორები ვიწრო მდინარეში ჩაცურების დროს. შემდგომი დამუშავების პროცესში ბოჭკოები უფრო მეტად მოწეს-

¹ ძმარმეავას ანჰიდრიდი შეიძლება განვიხილოთ როგორც ნივთიერება, რომელიც წარმოქმნილია ძმარმეავას მოლეკულებისაგან წყლის წართმევით:



რიგებული ხდება. ეს დიდ სიმტკიცეს ანიჭებს ბოჭკოებსა და მათგან წარმოქმნილ ძაფებს.



ზშირად ხელოვნური ბოჭკოები გრძელი ძაფების (აბრეშუმის) სახით გამოიყენება. არამედ შტაპელის — რამდენიმე სმ სიგრძის მქონე დაკრილი დაუგრეხავი ბოჭკოების სახით. შტაპელის გამოყენება შეიძლება სხვა ბოჭკოებთან, მაგალითად, შალთან ერთად სართავად.

აცეტატური ბოჭკო ტენიან მდგომარეობაში სიმტკიცეს ნაკლებად კარგავს. ვიდრე ხელოვნური ვისკოზური ბოჭკო. დაბალი თბოგამტარობის გამო სითბოს ის უკეთ ინარჩუნებს. ამის გარდა, ეს ბოჭკო გამოირჩევა თავისი სინაზით, რეცხვის დროს ძალიან ცოტას იკლებს, სასიამოვნო ბზინვა აქვს. ეს ყველაფერი მას ძვირფას საფეიქრო მასალად ხდის.

მაგრამ ჰიგიენური თვისებებით აცეტატური ბოჭკო ჩამოუყარდება ბამბისას, რადგან მასში ჰიდროქსილის ჯგუფების უმრავლესობა ეთერიფიცირებულია, მას წყალბადური ბმების დამყარების ნაკლები შესაძლებლობები აქვს, ამიტომ ის ნაკლებად ჰიგროსკოპულია და უფრო ცუდად იწოვს ნესტს.

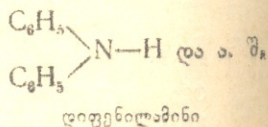
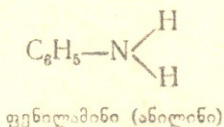
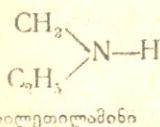
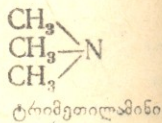
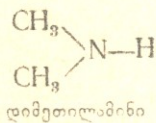
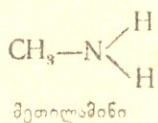
- ?
18. რა მსგავსება და განსხვავებაა აღნაგობის მიხედვით ცელულოზასა და სახამებელს შორის?
19. რამდენი $C_6H_{10}O_5$ -ის რგოლია ცელულოზის მოლეკულაში (რას უდრის n რიცხვი მოლეკულურ ფორმულაში): ა) სელის ბოჭკოში ($M_r = 5900000$), ბ) ბამბის ბოჭკოში ($M_r = 1750000$)?
- ▲ 20. რატომ შეიძლება ცელულოზისაგან ბოჭკოს მიღება, სახამებლისგან კი არა?
21. კაუჩუკისა და ცელულოზის მოლეკულებს ხაზოვანი სტრუქტურა აქვს. მაშ, რატომ არის ასეთი დიდი განსხვავება კაუჩუკისა და ცელულოზის ბოჭკოების თვისებებში (კაუჩუკი არ ხასიათდება ბოჭკოების სიმტკიცით, ხოლო ბოჭკოებს არა აქვს კაუჩუკის ელასტიურობა)?
22. რა საერთო ქიმიური თვისებები აქვს საქაროზას, სახამებელსა და ცელულოზას? პასუხი დაასაბუთეთ რეაქციათა განტოლებებით.
23. შეადგინეთ: ა) ცელულოზის დინიტრატის, ბ) ცელულოზის ტრიაცეტატის მიღების რეაქციათა განტოლებები.
24. შეადგინეთ რეაქციათა განტოლებები, რომელთა საშუალებითაც შეიძლება ეთილის სპირტის მიღება ცელულოზისაგან.
25. რომელი ძირითადი სტადიებისაგან შედგება აცეტატური ბოჭკოს წარმოება? როგორ ხორციელდება ბოჭკოს ფორმირება?



ნახშირწყალბადებისა და ჟანგბადშემცველ ორგანულ ნივთიერებათა შესწავლისას ჩვენ ვხვდებოდით ისეთ ნაერთებს, რომელთა შედგენილობაში შედის აზოტი. აზოტშემცველ ნივთიერებებს დიდი სახალხო-სამეურნეო მნიშვნელობა აქვთ. განსაკუთრებით დიდია მათი როლი ბუნებაში, რადგან მათ მიეკუთვნება ისეთი ბიოლოგიურად მნიშვნელოვანი ნაერთები, როგორცაა ცილები და ნუკლეინმჟავები. ახლა განვიხილოთ აზოტშემცველი ორგანული ნაერთების ზოგიერთი კლასი.

§ 88. აზინები

აღნაგობა და თვისებები. აზოტი ორგანულ ნაერთებში შეიძლება იყოს არა მხოლოდ აზოტმჟავას ნაშთის სახით (გაიხსენეთ ნიტრობენზოლი $C_6H_5NO_2$ და ცელულოზის რთული ეთერი — ტრინიტრატი $[C_6H_7O_2(ONO_2)_3]_n$), არამედ სხვა ფორმითაც. ცნობილია მრავალი ორგანული ნაერთი, რომლებშიც აზოტი ამიაკის ნაშთის სახით შედის, მაგალითად:



ყველა ეს ნაერთი ამინების კლასს ეკუთვნის.

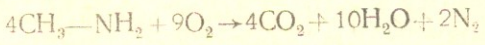
● ამინები შეიძლება განვიხილოთ როგორც ამიაკის ნაწარმები, რომელთა მოლეკულაში წყალბადის ერთი ან რამდენიმე ატომი ჩანაცვლებულია ნახშირწყალბადების რადიკალებით.

საქართველოს
საბჭოთაო
საზოგადოებრივი
საგანმანათლებლო
საქართველოს
საბჭოთაო
საზოგადოებრივი
საგანმანათლებლო

ჩვენ უმთავრესად შევისწავლით ამინებს, რომლებიც ფუნქციონირ-
 ლური ჯგუფის სახით შეიცავენ ამიაკის ერთვალენტთან ნაშთს NH_2 ,
 რასაც ამინოჯგუფი ეწოდება. 53-ე სურათზე გამოხატულია
 უმარტივესი ამინის მოლეკულის მოდელი.

ამინების მსგავსება ამიაკთან არ არის მარტო ფორმალური. მათ
 აქვთ ზოგიერთი საერთო თვისებაც.

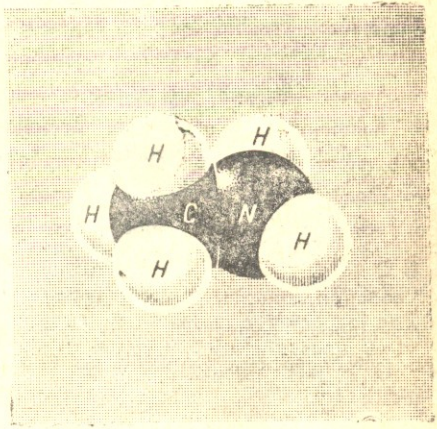
ნაჯერი რიგის ამინების დაბალი წვერები აირადია და ამიაკის სუ-
 ნი აქვთ. თავიდან მათ ამიაკადაც კი თვლიდნენ, ვიდრე არ აღმოჩნდა,
 რომ მისგან განსხვავებით, ისინი ჰაერზე იწვიან (გაიხსენეთ, რა პირო-
 ბებში იწვის ამიაკი):



თუ რომელიმე ამინს წყალში გავხსნით და ხსნარს ლაკმუსით შე-
 ვამოწმებთ, აღმოვაჩენთ ტუტე რეაქციას ისევე. როგორც ამიაკის
 შემთხვევაში. მაშასადამე, ამინებს აქვს ფუძეების თვისებები.

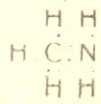
ამინებისა და ამიაკის თვი-
 სებების მსგავსება აიხსნება
 მათი ელექტრონული აღნაგო-
 ბით.

როგორც თქვენთვის ცნო-
 ბილია, ამიაკის მოლეკულაში
 აზოტის ატომის ხუთი სავა-
 ლენტო ელექტრონიდან სამი
 მონაწილეობს წყალბადის ატო-
 მებთან კოვალენტური ბმების
 წარმოქმნაში. ხოლო ერთი
 ელექტრონული წყვილი თავი-
 სუფალი რჩება:

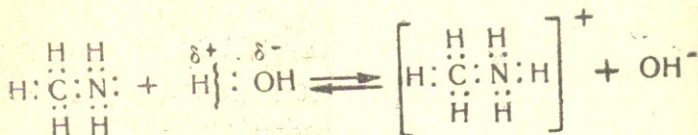
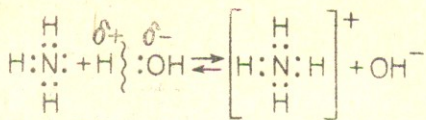


სურ. 53. მეთილამინის მოლეკუ-
 ლის მოდელი.

ამინების ელექტრონული აღნაგობა ამიაკის აღნაგობის ანალოგი-
 ურია. აზოტის ატომსაც მათში არასაზიარო ელექტრონული წყვილი
 აქვს:

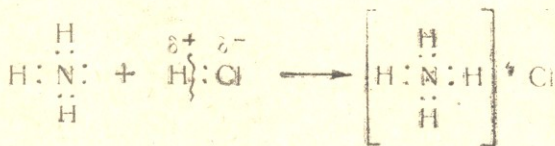


წყალთან ურთიერთქმედებისას ეს ნივთიერებები თავისუფალი ვალენტრონიანი წყვილით პროტონს იერთებენ, რაც ჰიდროქსილ-იონების დაგროვებას იწვევს და ამიტომ ეს ხსნარები ტუტე რეაქციას წმულობენ:

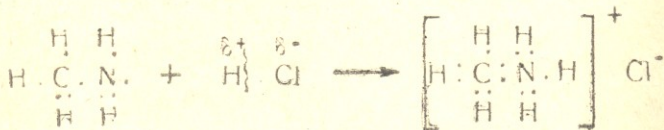


არაორგანულ ქიმიაში ფუძეებს ვუწოდებდით იმ ნივთიერებებს, რომლებშიც ლითონის ატომები ერთ ან რამდენიმე ჰიდროქსილის ჯგუფთანაა შეერთებული, მაგრამ ფუძეები უფრო ფართო ცნებაა. მათი თვისებები, როგორც ცნობილია, მყავათა თვისებების საწინააღმდეგოა. ამიტომ იგი მყავებისათვის დამახასიათებელია პროტონების ჩამოცილება, ფუძეები, პირიქით, ხასიათებიან ქიმიური რეაქციის დროს პროტონების მიერთებით. მაშასადამე, ფუძეებია არა მარტო ამიაკისა და ამინების წყალთან ურთიერთქმედების პროდუქტები, არამედ თვითონ ამიაკი და ამინებიც. ამინებს კიდევ ორგანულ ფუძეებს უწოდებენ.

ამინები, როგორც ფუძეები, ურთიერთქმედებენ მყავებთან და წარმოქმნიან მარილებს. ეს რეაქცია ანალოგიურია ამიაკის თქვენთვის ცნობილი რეაქციებისა და ისიც პროტონის მიერთებაში მდგომარეობს:



ამონიუმის ქლორიდი



მეთილამონიუმის ქლორიდი



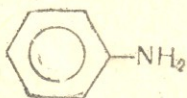
ყაზანის უნივერსიტეტის, შემდეგ პეტერბურგში სამედიცინო-ქირურგიული აკადემიის პროფესორი. აკადემიკოსი. აღმოაჩინა ნიტრობენზოლის ანილინად ალდგენის რეაქცია, დაასინთეზა მრავალი ახალი ორგანული ნივთიერება — ნიტრონაერთების ალდგენის პროდუქტები. „ზინის მგტი რომ არაფერი გაეკეთებინა ნიტრობენზოლის ანილინად გარდაქმნის გარდა, — ამბობდა ერთ-ერთი მისი თანამედროვე, — მაშინაც კი მისი სახელი ოქროს ასოებით ჩაწერილი დარჩებოდა ქიმიის ისტორიაში“. მან დააარსა ქიმიკოს-ორგანიკოსთა ყაზანის სკოლა. მისი მოსწავლე და მემკვიდრე ქიმიის კათედრაზე ყაზანის უნივერსიტეტში იყო ა. მ. ბუტლეროვი.

მაგრამ თუმცა ეს ნივთიერებები, როგორც ფუძეები, ერთმანეთს ემსგავსებიან, მათ შორის განსხვავებებიც არსებობს. ამინები, რომლებიც ნაჯერი ნახშირწყალბადების ნაწარმებია, უფრო ძლიერი ფუძეებია. ვიდრე ამიაკი. რადგან ისინი ამიაკისაგან განსხვავდებიან მხოლოდ ნახშირწყალბადური რადიკალის არსებობით. ცხადია, აქ მკლავდება ამ რადიკალების გავლენა აზოტის ატომზე.

ჩვენთვის ცნობილია მაგალითები, როდესაც ნახშირწყალბადის რადიკალი გავლენას ახდენს კოვალენტური ბმის ელექტრონების გადანაცვლებაზე. — CH_3 რადიკალის გავლენით ამინებში $\text{C}-\text{N}$ ბმის ელექტრონული ღრუბელი რამდენადმე გადაიწვა აზოტისაკენ, ამის შედეგად აზოტზე ელექტრონული სიმკვრივე იზრდება და ის უფრო მტკიცედ იკავშირებს მიერთებულ წყალბად-იონს. ამის გამო კი წყლის პიდროქსილის ჯგუფები უფრო მეტად თავისუფლდება, და ხსნარის ტუტე თვისებები ძლიერდება.

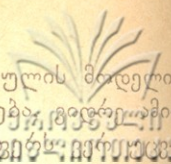
ამინების თვისებებს უფრო ვრცლად გავეცნობით არომატული ამინის — ანილინის მაგალითზე. ანილინს დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს.

ანილინი

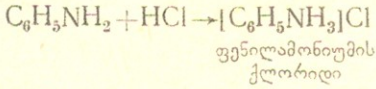


უფრო ზეთისებრი სითხეა, წყალში

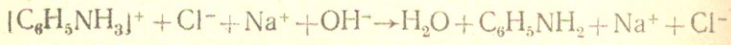
მცირედ იხსნება, ჰაერზე ნაწილობრივი დაჟანგვის გამო ჩვეულებრივ ღია ყავისფერია, ძალიან მზამიანია.



IV ფერად სურათზე მოცემულია ანილინის მოლეკულის მიღელი. ანილინის ფუძე თვისებები უფრო სუსტად ვლინდება, ვიდრე ანილინის აკისა და ნაჯერი რიგის ამინებისა. ანილინი ლაკმუსს წითელი ფერის, მაგრამ მყავებთან ურთიერთმოქმედებისას მარილებს წარმოქმნის. ასე მაგალითად, თუ ანილინს კონცენტრირებულ მარილმყავას დავუმატებთ, ეგზოთერმული რეაქცია მოხდება, და ნარევის გაცივების შემდეგ შეიძლება დავინახოთ მარილის კრისტალების წარმოქმნა:



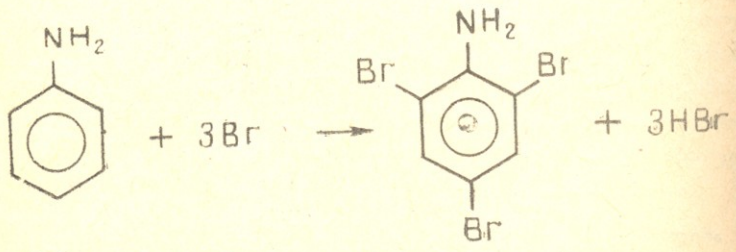
თუ ფენილამონიუმის ქლორიდის ხსნარზე ტუტის ხსნარით ვიმოქმედებთ, ხელახლა გამოიყოფა ანილინი:



რატომ არის ანილინი ნაკლებად ძლიერი ფუძე, ვიდრე ნაჯერი რიგის ამინები?

ცხადია, აქ ვლინდება არომატული რადიკალის ფენილის — C_6H_5 გავლენა. გავიხსენოთ, რომ ფენოლში $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ არომატული რადიკალი თავისკენ მიიზიდავს ჰიდროქსილის ჯგუფის უნაგბადის ატომის ელექტრონებს და აძლიერებს ნივთიერების მყავურ თვისებებს. ამ შემთხვევაში ბენზოლის ბირთვი თავისკენ იზიდავს ამინოჯგუფის აზოტის არასახიარო ელექტრონულ წყვილს. ამის გამო ელექტრონული სიმკვრივე აზოტზე მცირდება და ის უფრო სუსტად იკავშირებს უნაგბადის იონს. ეს კი იმას ნიშნავს, რომ ნივთიერების როგორც ფუძის თვისებები სუსტად მელაგნდება.

ჩვენ შეგვიძლია ვივარაუდოთ, რომ თავის მხრივ ამინოჯგუფიც მოქმედებს ბენზოლის ბირთვზე. ბრომი წყალხსნარში, როგორც იცით, არ რეაგირებს ბენზოლთან, ხოლო თუ ბრომიან წყალს დავამატებთ ანილინის ხსნარს, წარმოიქმნება ტრიბრომანილინის თეთრი ნალექი:

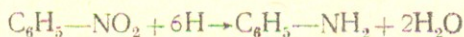


გაიხსენეთ, ატომთა რომელი ჯგუფის გავლენა ზრდის კიდევ ბენზოლის ბირთვის რეაქციის უნარიანობას. ეს ჩვენ მსგავსი ხერხით დავადგინეთ ადრე.

ანილინზე დამყანგავეების (მაგალითად, ქრომის ნარევის) მოქმედებისას თანდათანობით წარმოიქმნება სხვადასხვა შეფერილობის თიერებათა რიგი. საბოლოო პროდუქტად მიიღება შავი ანილინი რომელიც ცნობილია, როგორც მტკიცე საღებარი.

ანილინი ქიმიური მრეწველობის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი პროდუქტია. ის საწყისი ნივთიერებაა მრავალრიცხოვანი ანილინის საღებრების მისაღებად, გამოიყენება მნიშვნელოვანი სამკურნალო ნივთიერებების, მაგალითად, სულფანილამიდური პრეპარატების, ფთქებადი ნივთიერებების, მაღალმოლეკულური ნაერთების მისაღებად და ა. შ. ყაზანის უნივერსიტეტის პროფესორის ნ. ნ. ზინინის აღმოჩენას (1842 წ.) — ხელმისაწვდომი ხერხით ანილინის მიღებას — დიდი მნიშვნელობა აქვს ქიმიისა და ქიმიური მრეწველობის განვითარებისათვის.

ორგანული სინთეზის მრეწველობა დაიწყო საღებრების წარმოებიდან, ხოლო ამ წარმოების ფართოდ განვითარება შესაძლებელი გახდა მხოლოდ ანილინის მიღების რეაქციის გამოყენების საფუძველზე, რომელიც ამჟამად ქიმიის ცნობილია ზინინის რეაქციის სახელწოდებით. ეს არის ნიტრობენზოლის აღდგენის რეაქცია და სქემატურად შეიძლება გამოისახოს განტოლებით:



ანილინის მიღების გავრცელებული სამრეწველო ხერხია ნიტრობენზოლის აღდგენა ლითონებით, მაგალითად, რკინით (თუჯის ნაქლიბით) მყავა არეში.

შესაბამისი აღნაგობის ნიტრონაერთების აღდგენა ამინების მიღების ზოგადი ხერხია.

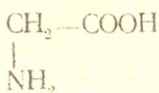
- 7
1. შეადგინეთ პროპილამინის $CH_3-CH_2-CH_2NH_2$ ყველა იზომერის ფორმულა.
 2. შეადგინეთ ეთილამინის წვის რეაქციის განტოლება. ჩათვალეთ, რომ ამ ღრის აზოტი გამოიყოფა თავისუფალი სახით.
 3. რით აიხსნება, რომ დიმეთილამინს ფუძის თვისებები უფრო მეტად აქვს გამოსახული, ვიდრე მეთილამინს?
 4. მოიყვანეთ განტოლებები, რომლებითაც მტკიცდება შემდეგ რეაქციათა მსგავსება: ა) მარილწარმოქმნა ამიაკთან და ამინებთან, ბ) მარილებიდან ამიაკისა და ამინების გამოყოფა ტუტის მოქმედებით.
 5. რით აიხსნება, რომ არომატულ ამინებს უფრო ხსუსტად გამოსახული ფუძე თვისებები აქვთ, ვიდრე ნაჯერი რიგის ამინებს?
 6. თქვენი აზრით, დიფენილამინი $(C_6H_5)_2NH$ უფრო ძლიერი ფუძე იქნება, თუ ფენილამინი (ანილინი)? პასუხი განმარტეთ.

7. ფუჭე თვისებების ზრდის მიხედვით მწკრივად განალაგეთ შემდეგი ნივთიერებები: დიეთილამინი, ანილინი, ამიაკი, ეთილამინი, დიფენილამინი.
8. რამდენი გრამი ანილინი შეიძლება მივიღოთ 246 გ ნიტრობენზოლისაგან, თუ გამოსავალი 80%-ს შეადგენს?
9. როგორ მიიღება ანილინი, თუ საწყის ნივთიერებად გვაქვს კალციუმის ბიდრი? მოიყვანეთ გარდიქმნათა სქემა და აღნიშნეთ რეაქციების პირობები.
10. შეადგინეთ: ა) ნიტროეთანის, ბ) ნიტროტოლუოლის $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{NO}_2$ შესაბამის ამინებად აღდგენის რეაქციების განტოლებები.
11. აღნიშნეთ შემდეგი ნარეგების დაყოფის ქიმიური ხერხები: ა) ეთილის სპირტისა და მმარმჟავასი, ბ) ბუტილის სპირტისა და ფენოლის, გ) ბენზოლისა და ანილინის.
12. ფორტოგრაფიაში გამოყენებული ამინოფენოლის აღნაგობაა $\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NH}_2$. დაახასიათეთ მისი ქიმიური თვისებები. მოიყვანეთ რეაქციების განტოლებები.

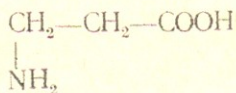
§ 39. ამინომჟავები

აზოტშემცველ ორგანულ ნივთიერებათა შორის არის ორგვარი ფუნქციების მქონე ნაერთები. მათგან განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ამინომჟავებს.

აღნაგობა და ფიზიკური თვისებები. ამინომჟავები ის ნივთიერებებია, რომელთა მოლეკულები ერთდროულად შეიცავენ ამინოჯგუფსა $-\text{NH}_2$ და კარბოქსილის ჯგუფს $-\text{COOH}$. მაგალითად:



ამინომმარმჟავა



ამინოპროპიონმჟავა

IV ფერად სურათზე გამოსახულია ამინომჟავების მოლეკულების მოდელები.

ამინომჟავები უფერო კრისტალური ნივთიერებებია, წყალში კარგად იხსნება, ბევრ მათგანს ტკბილი გემო აქვს.

ამინომჟავები შეიძლება განვიხილოთ როგორც კარბონმჟავები, რომელთა მოლეკულებში რადიკალის წყალბადის ატომი ჩანაცვლებულია ამინოჯგუფით. ამასთან ამინოჯგუფი შეიძლება ნახშირბადის სხვადასხვა ატომთან იყოს, რაც ამინომჟავების იზომერიის ერთ-ერთ სახეს განაპირობებს. მე-6 ტაბულაში მოყვანილია ამინომჟავების რიგი, რომელშიც ამინოჯგუფი არის ნახშირწყალბადური ჯაჭვის ბოლოში.

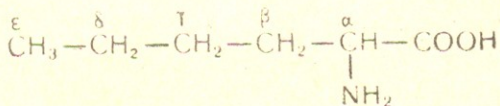
რაც მეტია ნახშირბადის ატომები ამინომჟავას მოლეკულაში, მით მეტი იქნება იზომერები ამინოჯგუფების სხვადასხვა მდებარეობით კარბოქსილის ჯგუფის მიმართ.

ამინომჟავების ზოგიერთი წარმომადგენელი

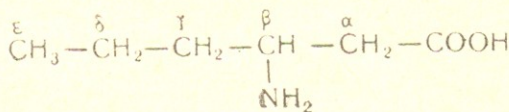
ეროვნული
ნივლითუბა

მჟავების დასახელება	ფორმულები
ამინომარმჟავა	H_2N-CH_2-COOH
ამინოპროპიონის	$H_2N-CH_2-CH_2-COOH$
ამინოერბოს	$H_2N-CH_2-CH_2-CH_2-COOH$
ამინოვალერიანის	$H_2N-(CH_2)_4-COOH$
ამინოკაპრონის	$H_2N-(CH_2)_5-COOH$
ამინონენანტის	$H_2N-(CH_2)_6-COOH$

იზომერის სახელწოდებაში რომ შესაძლებელი იყოს $-NH_2$ ჯგუფის მდებარეობის ჩვენება კარბოქსილის მიმართ, ამინომჟავას მოლეკულაში ნახშირბადის ატომებს აღნიშნავენ ბერძნული ანბანის ასოებით:



α- ამინოკაპრონმჟავა



β- ამინოკაპრონმჟავა

ამინომჟავების იზომერია შეიძლება გაპირობებულ იქნეს აგრეთვე ნახშირბადოვანი ჩონჩხის განშტოებით. გამოსახეთ სტუქტურული ფორმულები რამდენიმე ამინომჟავასი, რომლებიც ზემომოყვანილი ამინოკაპრონმჟავების იზომერულია და რომლებიც მათგან ნახშირბადის ჯაჭვის აღნაგობით განსხვავდება.

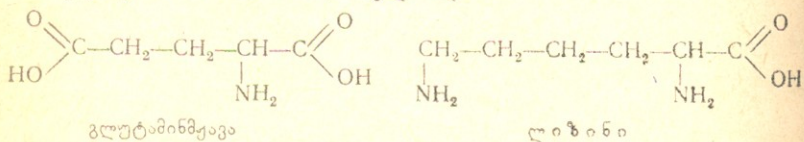
ამინომჟავები ფართოდ არის გავრცელებული ბუნებაში. გლუკოზის მოლეკულის მსგავსად, რომელიც საშენი მასალაა მაღალმოლეკულური ბუნებრივი ნახშირწყლებისათვის — სახამებლისა და ცელულოზისათვის, ამინომჟავების მოლეკულები — ეს იგივე აგურებია, რომლებისგანაც არის აგებული ყველა მცენარეული და ცხოველური ცილა. განსხვავება მხოლოდ ის არის, რომ სახამებლისა და ცელულოზისათვის მონომერია ერთი ნივთიერება — გლუკოზა, თითოეული

ცილის შედგენილობაში კი შედის სხვადასხვა ამინომჟავა. ამინომჟავები ბუნებაში თავისუფალი სახითაც გვხვდება და სხვა ნაერთების შედგენილობაშიც.

ქიმიური თვისებები. როგორ უნდა ვიმსჯელოთ ამინომჟავების თვისებების შესახებ მათი აღნაგობის საფუძველზე? რამდენადაც ამ ნივთიერებების მოლეკულების შედგენილობაში შედის ჩვენთვის ცნობილი ქიმიური ქცევის ფუნქციონალური ჯგუფები, შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ამინომჟავები გამოამჟღავნებენ როგორც მჟავების, ისე ფუძეების თვისებებს.

მაგრამ როგორ იმოქმედებენ ასეთ შემთხვევაში ამინომჟავები ინდიკატორებზე, მაგალითად, ლაკმუსზე? ცდა გვიჩვენებს, რომ მათი ხსნარები ნეიტრალურია. ერთი ფუნქციონალური ჯგუფის მოქმედება, ცხადია, მეორე ჯგუფის საპირისპირო მოქმედებით ნეიტრალდება.

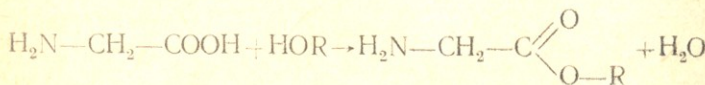
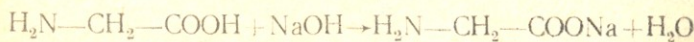
ზოგიერთი ამინომჟავის მოლეკულაში ამინოჯგუფებისა და კარბოქსილის ჯგუფების რიცხვი ერთნაირი არ არის, მაგალითად:



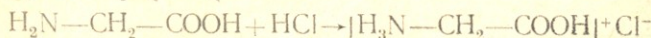
ასეთი ამინომჟავები ინდიკატორებზე იმის შესაბამისად მოქმედებს, თუ რომელი ფუნქციონალური ჯგუფები სჭარბობს მასში.

ამინომჟავების ორგვარი ქიმიური ფუნქციის შესახებ ვარაუდი მტკიცდება სხვა ნივთიერებებთან მათი ურთიერთმოქმედებითაც.

როგორც მჟავები, ისინი რეაგირებენ ფუძეებთან მარილების წარმოქმნით, და სპირტებთან — რთული ეთერების წარმოქმნით. მაგალითად:

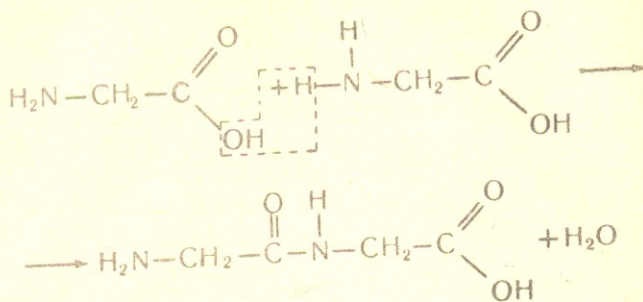


როგორც ფუძეები, ისინი მჟავებთან რეაქციის დროს წარმოქმნიან მარილებს, მაგალითად:



აქ ჩვენ შევხვდით ამფოტერობის მოვლენას ორგანულ ქიმიაში. ამინომჟავები — ეს არის ორგანული ამფოტერული ნაერთები.

ამინომჟავებს, რასაკვირველია, აქვთ არსებითი განსხვავებებიც არაორგანული ამფოტერული ნაერთებისაგან. რამდენადაც ამინომჟავებში მჟავური და ფუძე თვისებები წარმოდგენილია ატომთა სხვადასხვა ჯგუფით, მათ მოლეკულებს შეუძლიათ ერთმანეთთან დაკავშირება, მაგალითად:



წარმოქმნილ მოლეკულას ამის მსგავსად შეუძლია ამინომჟავას მესამე მოლეკულასთან რეაგირება და ა. შ.

ასეთი რეაქციის შედეგად, რომელიც პოლიკონდენსაციის რეაქციების ტიპს მიეკუთვნება (რატომ?), შეიძლება წარმოიქმნას მოლეკულები ამინომჟავას რგოლების დიდი რიცხვით. ატომთა ჯგუფს



რომელიც წარმოიქმნება ამინომჟავების მოლეკულების ურთიერთმოქმედებისას, პეპტიდური ან ამიდური ჯგუფი ეწოდება, ხოლო მასში ნახშირბადისა და აზოტის ატომებს შორის ბმას — პეპტიდური (ამიდური) ბმა.

როგორც შემდეგ გავიგებთ, ცილის მოლეკულებში ამინომჟავების ნაშთები ერთმანეთთან შეერთებულია პეპტიდური ბმების მეშვეობით.

ამინომჟავების გამოყენება. ამინომჟავებს, რომლებიც აუცილებელია ორგანიზმის ცილების ასაგებად, ადამიანი და ცხოველები საკვები ცილებისაგან ღებულობენ. მაგრამ ამინომჟავები შეიძლება უშუალოდაც იქნეს გამოყენებული ამ მიზნით. მას უწერენ ავადმყოფებს ძლიერი სისუსტის დროს, მძიმე ოპერაციის შემდეგ, იყენებენ ავადმყოფების საკვებად საჭმლის მომნელებელი სისტემის გარეშე. ზოგიერთი დაავადების დროს ამინომჟავები გამოიყენება სამკურნალო საშუალებად (მაგალითად, გლუტამინის მჟავა — ნერვული დაავადებისას, ჰისტიდინი — კუჭის წყლულის დროს).

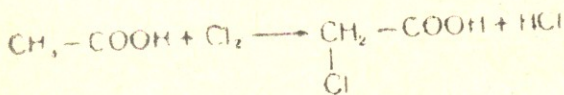
ზოგიერთი ამინომჟავა გამოიყენება სოფლის მეურნეობაში ცხოველების დამატებით საკვებად, რაც დადებითად მოქმედებს მათ ზრდაზე.

არაგანშტოებული აღნაგობის ამინომჟავებს, რომელთა ფუნქციონალური ჯგუფი მოლეკულების ბოლოზეა გალაგებული. ტექნიკური მნიშვნელობა აქვთ: ამინოკაპრონისა და ამინოენანტის (ცნობილია ტაბულა) წარმოქმნიან სინთეზურ ბოჭკოებს, რომლებიც ცნობილია კაპრონისა და ენანტის სახელწოდებით.

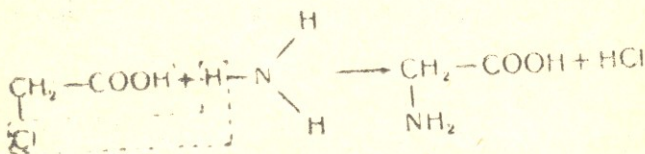
ამინომჟავების მიღება. ბიოლოგიურად მნიშვნელოვანი ამინომჟავები შეიძლება მიღებულ იქნეს ცილების ჰიდროლიზით იმის მსგავსად, როგორც გლუკოზა მიიღება მაღალმოლეკულური ნახშირწყლების ჰიდროლიზის დროს.

ცნობილია ამინომჟავების მიღების სინთეზური ხერხებიც. აქ განვიხილავთ ხერხს, რომელიც საშუალებას მოგვცემს, დავამყაროთ ამინომჟავების გენეტიკური კავშირი ჩვენთვის ცნობილი ნაერთების კლასებთან.

ყველაზე მარტივ საწყის ნივთიერებად, ცხადია, უნდა ავიღოთ კარბონმჟავა და მის ნახშირწყალბადურ რადიკალში წყალბადის ერთი ატომი ჩავანაცვლოთ ამინოჯგუფით. პრაქტიკულად ამის განხორციელება შეიძლება, თუ ჯერ წყალბადის ერთ ატომს ქლორის ერთი ატომით ჩავანაცვლებთ ქლორირების რეაქციით, ხოლო შემდეგ ქლორის ატომს ამინოჯგუფით შევცვლით ამიაკთან რეაქციის შედეგად. მაგალითად:



ქლორმზარმევა

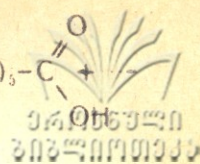
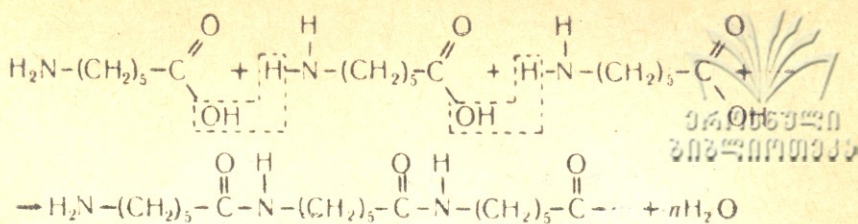


ამინომზარმევა

სინთეზური ბოჭკო კაპრონი. პოლიმერი, რომლიდანაც ბოჭკო კაპრონს ღებულობენ, შეიძლება განვიხილოთ, როგორც ϵ -ამინოკაპრონმჟავას² პოლიკონდენსაციის პროდუქტი:

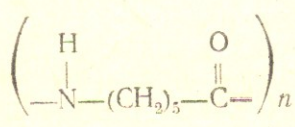
¹ ამიაკის თანობისას ქლორმზარმევა რეაქციაში შედის ამონიუმის მარილის სახით, ხოლო მარილმჟავა ამონიუმის ქლორიდს წარმოქმნის.

² საწარმოო პირობებში კაპრონის მისაღებად ამინოკაპრონმჟავას აღებენ მისი ნაწარმის — კაპროლაქტამის სახით, რომელიც შეიძლება განხილული იქნეს, როგორც ამინომჟავას მოლეკულაში კარბოქსილის ჯგუფისა და ამინოჯგუფის ურთხვართმოქმედების პროდუქტი (იხ. 209 გვ-ზე).

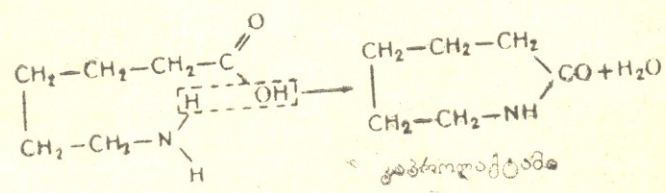


ასეთი პოლიმერის მაკრომოლეკულებს ხაზოვანი სტრუქტურა აქვთ და მრავალჯერ განმეორებული ამინოკაპრონმჟეავას ნაშთებისაგან შედგება.

მისი აღნაგობა შეიძლება გამოისახოს ფორმულით:

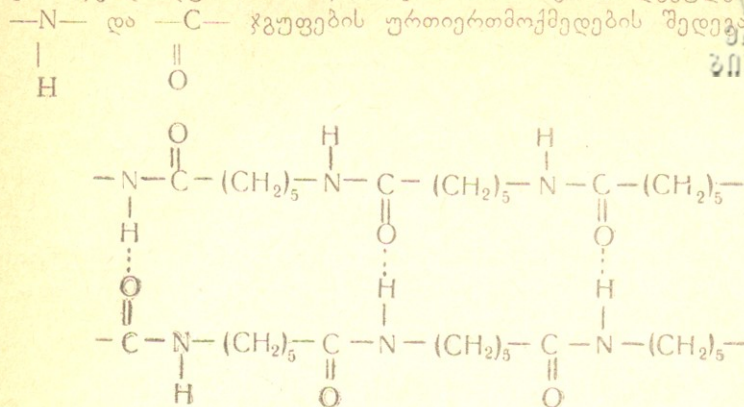


პოლიმერი მიიღება ფისის სახით. მასში მაკრომოლეკულები უწყესრიგოდაა განლაგებული. მაკრომოლეკულების ორიენტირებულად განლაგებული ბოჭკოს მისაღებად ფისს ალღობენ და თვალაკებში ატარებენ. პოლიმერის ნაკადი ეშვება შახტში, სადაც ცივი ჰაერი შედის. მათი გაცივებისას წარმოიქმნება თხელი ბოჭკოები, რომლებიც შემდეგ სხვადასხვა სიჩქარით მბრუნავ დისკოებზე იწელება და ძაფებად იგრიბება. გაწელების პროცესში ბოჭკოს გასწვრივ მოლეკულების ორიენტაცია ძლიერდება, და ბოჭკო საკმაოდ დიდ სიმტკიცეს იძენს.



პოლიმერის სინთეზის პროცესში ხდება ციკლების გახსნა ამიდურ ბზასთან და მათი შეერთება ხაზოვან მაკრომოლეკულებად.

კაპრონის ბოჭკოს მაღალ სიმტკიცეს ხელს უწყობს მრავალრიცხოვანი წყალბადური ბმის წარმოქმნა მის მაკრომოლეკულურ შორის-



საქართველო
ნიჰლიროთეა

პოლიმერის ლღობილის ფორმირებას იყენებენ ზოგიერთი სხვა სინთეზური ბოჭკოს წარმოებაშიც.

კაპრონის ბოჭკო პოლიამიდური ბოჭკოების ჯგუფს მიეკუთვნება: მათ ასე იმიტომ ეწოდა, რომ მათ მაკრომოლეკულებში ამინომჟავური რგოლები შეერთებულია ამიდური (პეპტიდური) ბმებით.

კაპრონის თვისებები საოჯახო პირობებში კარგადაა ცნობილი. კაპრონის ნაკეთობები სინესტეს არ იწოვს, ამიტომ სველ მდგომარეობაში სიმტკიცეს არ კარგავს, არ ლეება და ჩრჩილი არ ჭამს.

ბუნებრივ ბოჭკოებთან შედარებით კაპრონი უფრო მაგარია, ძნელად ცვდება და არც ზედმეტად დეფორმირდება.

მაგრამ კაპრონის ბოჭკოს აქვს ნაკლიც. შეავების მოქმედებისადმი ის ნაკლებად მდგრადია: მათი გავლენით კაპრონის მაკრომოლეკულები ჰიდროლიზს განიცდიან ამიდური ბმების ადგილზე. შედარებით დაბალია კაპრონის ბოჭკოს თერმომედეგობაც. გაცხელებისას მისი სიმტკიცე მცირდება, ხოლო 215°C დროს პოლიმერი ლღვება. აი რატომ არ შეიძლება კაპრონის ქსოვილების ცხელი უთოთი დაუთოება.

მოხდენილი კოფთები, შარტები, წინდები და კაპრონის მრავალი სხვა ნაწარმი უკვე ჩვეულებრივი გახდა ჩვენს ყოფა-ცხოვრებაში. დიდი პოპულარობით სარგებლობს კაპრონის დაგრებილი ბოჭკოსაგან დამზადებული ნაწარმი — ქალისა და მამაკაცის უზომო, ადვილკიმვადი წინდები. კაპრონისაგან ამზადებენ ლამაზ ხელოვნურ ბეწვს.

განსაკუთრებულად მტკიცე (ე. წ. განმტკიცებული) კაპრონისაგან ამზადებენ კორდის ქსოვილს, რომელიც ავტო- და ავიასაბურავების კარკასის დასამზადებლად გამოიყენება.

კაპრონის ფისი პლასტმასის სახით ფართოდ გამოიყენება.

ვე მანქანების დეტალებისა და მექანიზმების — კბილანების, საკონსტრუქციო სადებების, მილისებისა და სხვათა დასამზადებლად, რომლებიც დიდი სიმტკიცითა და ცვეთადგრადობით გამოირჩევა.

ეროვნული
ბიბლიოთეკა

- 9 13. ორგვარი ქიმიური ფუნქციის მქონე რომელ ორგანულ ნაერთებს იტყვით? შეადგინეთ მათი სტრუქტურული ფორმულები და მოკლედ დაახასიათეთ თვისებები.
- ▲ 14. შეადგინეთ სტრუქტურული ფორმულები: ა) ამინოებზოს, ბ) ამინოვალერიანის მჟავების ყველა იზომერისა.
15. როგორ მიიღება ამინოპროპიონმჟავა ეთილეთერი? შეადგინეთ რეაქციის განტოლება.
16. შეადგინეთ ამინოკაბრომმჟავას ორი ტიპის მარილების ფორმულები.
17. როგორ მიიღება ამინომარმჟავა, თუ საწყისი ნივთიერებაა მეთანი? მოიყვანეთ რეაქციათა განტოლებები.
18. როგორ მიიღება α-ამინოპროპიონმჟავა პროპილის სპირტისაგან (პროპანოლ-1)? შეადგინეთ რეაქციათა განტოლებები.
19. კორდის ქსოვილისათვის კაპრონის განმტკიცებულ ბოჭკოს ამზადებენ მისი განსაკუთრებულად ძლიერი გაჭიმვით. როგორ აიხსნება ეს?
20. პოლიამიდური ბოჭკო ენანტი, რომელიც კაპრონისაგან დიდი შექმედებით განსხვავდება, ამინოენანტის მჟავას $H_2N-(CH_2)_6-COOH$ პოლიკონდენსაციის პროდუქტისაგან მიიღება. შეადგინეთ ამინოენანტის მჟავას პოლიკონდენსაციის განტოლება და მოიყვანეთ წარმოქმნილი მაღალმოლეკულური ნივთიერების სტრუქტურული ფორმულა.
21. პოლიამიდური ბოჭკო ანიდი (ნილონი) მიიღება ჰექსამეთილენდიამინისა $H_2N-(C_2H)_6-NH_2$ და ადიპინის მჟავას $HOOC-(CH_2)_4-COOH$ პოლიკონდენსაციის პროდუქტისაგან. შეადგინეთ ამ რეაქციის განტოლება.

■ შინ მიიღეთ ძაფები კაპრონის ღლობილისაგან. ამისათვის ფისის ნაჭრებს ანდა კაპრონის გაცვეთილი ნაკეთობა გაალღვეთ ფაიფურის ჯამში ან თუნუქის ქილაში. წყირის შეხებით და შემდეგ მოცილებით ეცადეთ ძაფი გაქიმოთ. თქვენ მიერ მიღებული ძაფების სიმტკიცე შეადარეთ კაპრონის ნაკეთობიდან აღებულ ძაფის სიმტკიცეს.

§ 40. ცილები

ნახშირწყალბადებისა და ჟანგბადშემცველი ორგანული ნივთიერებების შესწავლის დროს ვეცნობოდით არა მხოლოდ დაბალმოლეკულურ, არამედ მაღალმოლეკულურ ნაერთებსაც. ამასთან ყოველთვის გვაინტერესებდა სინთეზური და ბუნებრივი პოლიმერები. სინთეზური აზოტშემცველი პოლიმერებიდან ჩვენთვის ცნობილია კაპრონი.

ახლა გავეცნოთ ბუნებრივ მაღალმოლეკულურ აზოტშემცველ ნივთიერებებს — ცილებს.

ცილები ბუნებაში. ცილები ორგანიზმის ყველაზე მნიშვნელოვანი შემადგენელი ნაწილია. ის შედის ყველა მცენარეული და ცხოველური უჯრედის პროტოპლაზმასა და ბირთვში და სიცოცხლის მთავარი მატარებელია. იქ, სადაც ცილოვანი ნივთიერებები არ არის, არც სი-

ცოცხლეა. ფ. ენგელსის განმარტებით „სიცოცხლე ცილოვან სხეულთა არსებობის ხერხია“.

ცილების მოლეკულური მასა ათეული და ასეული ათასებით გამოისახება, ხოლო ზოგიერთი ცილისათვის რამდენიმე მილიონს აღწევს.

ცილების ფუნქციები ორგანიზმში მრავალნაირია. ცილები ის პლასტიკური მასალებია, რომლებსგანაც აგებულია საყრდენი, კუნთოვანი და საფარველი ქსოვილები. ცილების საშუალებით ხორციელდება ორგანიზმში ნივთიერებათა გადატანა, მაგალითად, ფილტვებიდან ჟანგბადის მიწოდება ქსოვილებში და წარმოქმნილი ნახშირბად (IV)-ის ოქსიდის გამოყოფა. ცილა-ფერმენტები ორგანიზმში მრავალნაირი ქიმიური რეაქციის კატალიზს ახდენენ. ჰორმონები (მათ შორის არის ცილოვანი ბუნების ნივთიერებები) უზრუნველყოფენ ორგანიზმის შეთანხმებულ მუშაობას. ორგანიზმის მიერ გამოშვებული ანტისხეულების სახით ცილები მას ინფექციისაგან იფარავს.

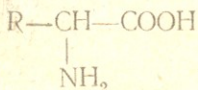
მრავალნაირი ცილოვანი ნივთიერება ათასობით მოიპოვება ორგანიზმში, და ყოველი ცილა მკაცრად განსაზღვრულ ფუნქციას ასრულებს. ორგანიზმში მიმდინარე ყოველი ქიმიური რეაქციისათვის არსებობს ცალკეული ცილა-კატალიზატორი (ფერმენტი).

რაზეა დამოკიდებული ცილების ასეთი მრავალნაირი ფუნქცია და მათი განსაკუთრებული როლი სასიცოცხლო პროცესებში?

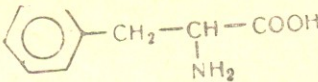
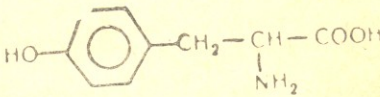
ცილების შედგენილობა და აღნაგობა. ცილების შედგენილობისა და აღნაგობის შესახებ ძირითადი ცნობები მიღებულია მათი ჰიდროლიზის პროდუქტების შესწავლისას. დადგენილია, რომ ნებისმიერი ცილის ჰიდროლიზის შედეგად მიიღება α -ამინომჟავების ნარევი. ამასთან ყველაზე ხშირად ცილების შედგენილობაში გვხვდება 20 ამინომჟავა.

ცილების წარმომქმნელი ზოგიერთი α -ამინომჟავას აღნაგობა მოცემულია მე-7 ტაბულაში.

ადვილად დავინახავთ, რომ ცილების შემადგენელი ამინომჟავების აღნაგობა შეიძლება გამოისახოს ზოგადი სტრუქტურული ფორმულით:



რადიკალის შედგენილობაში შეიძლება იყოს ღია ჯაჭვები, ციკლები და სხვადასხვა ფუნქციონალური ჯგუფი. ზემომოყვანილი ამინომჟავების მოლეკულები, როგორც ვხედავთ, რადიკალში შეიცავს ატომების ჯგუფებს $-\text{SH}$, $-\text{OH}$, $-\text{COOH}$, $-\text{NH}_2$ და ბენზოლის რგოლსაც.

მჟავების დასახელება	ფორმულა
გლიცინი (ამინომჟრის)	$\begin{array}{c} \text{H}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$
ალანინი	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$
ცისტეინი	$\begin{array}{c} \text{HS}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$
სერინი	$\begin{array}{c} \text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$
გლუტამინის	$\begin{array}{c} \text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$
ლიზინი	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$
ფენილალანინი	
თიროზინი	

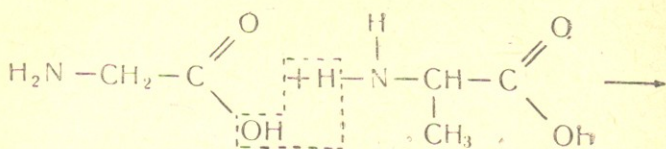
როგორ წარმოქმნიან ამინომჟავები ცილის მოლეკულას?

ჯერ კიდევ გასული საუკუნის 80-იან წლებში რუსმა ბიოქიმიკოსმა ა. ი. დანილევსკიმ მიუთითა ცილის მოლეკულაში პეპტიდური ჯგუფების არსებობაზე. XX საუკუნის დასაწყისში გერმანელმა მეცნიერმა ე. ფიშერმა წამოაყენა პოლიპეპტიდური თეორია: ამ თეორიის თანახმად ცილის მოლეკულები ამინომჟავათა ნაშთების გრძელი ჯაჭვებია, რომლებიც შეერთებულია პეპტიდური (ამიდური) ბმებით.

ე. ფიშერმა და სხვა მეცნიერებმა შეძლეს სინთეზირება პოლიპეპტიდებისა, რომელთა მოლეკულებში შედიოდა პეპტიდური ბმებით

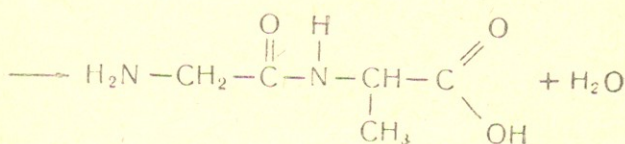
შეერთებული დაახლოებით 20 ამინომჟავას ნაშთი. ეს პოლიპეპტიდები ზოგიერთი თვისებით, მაგალითად, ფერმენტებად დახლეჩის უნარით, ცილებს მოგვავონებს, თუმცა ცხელია, ისინა ჩვენს ცხელ სერვისა ცილებსაგან.

პოლიპეპტიდების სინთეზი მარტივად შეიძლება ასეთი სახით წარმოვიდგინოთ:

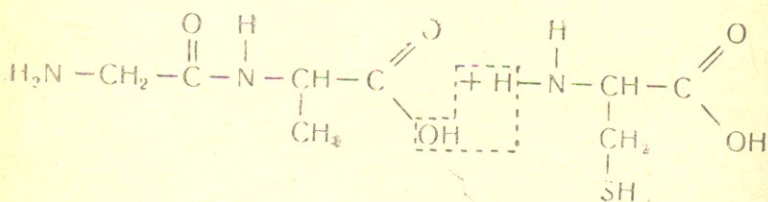


გლიცინი

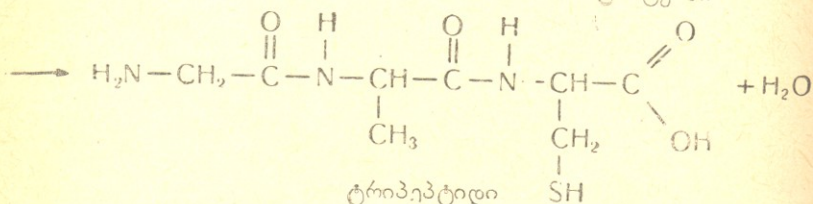
ალანინი



დიპეპტიდი



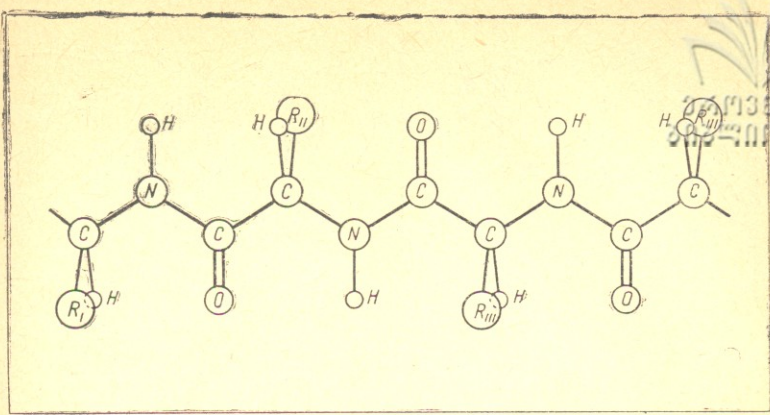
ცისტეინი



ტრიპეპტიდი

ამჟამად საყოველთაოდ აღიარებულია ცილის აღნაგობის პოლიპეპტიდური თეორია. ვინაიდან ბუნებრივი ცილები მაღალმოლეკულური ნაერთებია, მათ პოლიპეპტიდურ ჯაჭვებში ამინომჟავების ნაშთები მრავალჯერ მეორდება. ამჟვე დროს ყოველი ინდივიდუალური ცილა ხასიათდება თავისი ამინომჟავური რგოლების მკაცრი თანმიმდევრობით.

საქართველოს
საბუნებისმეტყველო
მეცნიერებათა
აкадеმიის
გამომცემლობა



სურ. 54. ცილის მოლეკულის პირველადი სტრუქტურა.

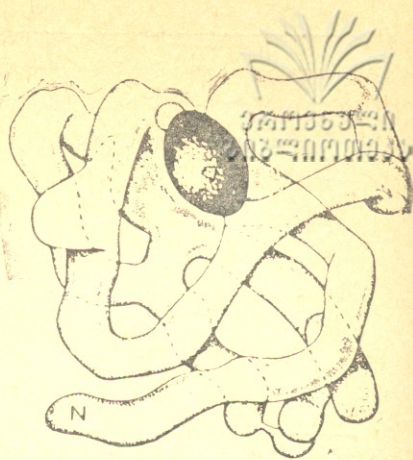
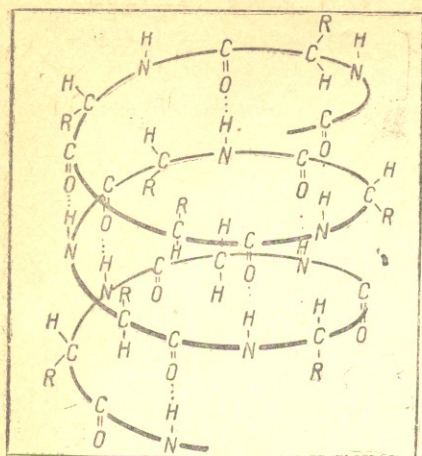
იმის მსგავსად, როგორც ანბანის განსაზღვრული რაოდენობის ასოებისაგან შეიძლება შევადგინოთ სხვადასხვა სიტყვა, ისე ოცი ამინომჟეავისაგან შეიძლება წარმოიქმნას ცილების პრაქტიკულად უსაზღვრო რაოდენობა.

სხვადასხვა ამინომჟეავური რგოლის მონაცვლეობის თანამიმდევრობას პოლიპეპტიდურ ჯაჭვში ცილის მოლეკულის პირველადი სტრუქტურა ეწოდება (სურ. 54).

შედარებით მცირე რაოდენობის ცილებს აქვს გაჭიმული პოლიპეპტიდური ჯაჭვი, როგორც ეს გამოსახულია სურათზე (ასეთია მაგალითად, ნატურალური აბრეშუმის ცილის — ფიბროინის სტრუქტურა). ცილების დიდ უმრავლესობაში პოლიპეპტიდური ჯაჭვების მნიშვნელოვანი ნაწილი სპირალურად არის დახვეული. სივრცით კონფიგურაციას, რომელსაც პოლიპეპტიდური ჯაჭვი იღებს, ცილის მეორეული სტრუქტურა ეწოდება (სურ. 55). ასეთ სტრუქტურას აკავენს მრავალრიცხოვანი წყალბადური ბმები —CO— და —NH— ჯგუფებს შორის, რომლებიც განლაგებულია სპირალის მეზობელ ხვეულებზე.

პოლიპეპტიდური ჯაჭვის სპირალად დახვევის დროს ამინომჟეავების რგოლების რადიკალები გარეთ მიმართული აღმოჩნდება. ამას დიდი მნიშვნელობა აქვს მესამეული სტრუქტურის წარმოქმნაში მესამეული სტრუქტურა — ეს არის კონფიგურაცია, რომელსაც მიიღებს სპირალად დახვეული პოლიპეპტიდური ჯაჭვი სივრცეში (სურ. 56).

მესამეული სტრუქტურა მაგრდება პოლიპეპტიდური ჯაჭვის რადიკალების ფუნქციონალური ჯგუფების ურთიერთქმედებით. მაგალითად, კარბოქსილისა და ამინოჯგუფის მიახლოებისას შეიძლება



სურ. 55. ცილის მოლეკულის მეორეული (სპირალური) სტრუქტურა.

სურ. 56. მიოგლობინის ცილის მოლეკულის მოდელი (მესამეული სტრუქტურა).

წარმოიქმნას მარილის ხიდი, კარბოქსილის ჯგუფი ჰიდროქსილთან ქმნის რთული ეთერის ხიდს, გოგირდის ატომები წარმოქმნის დისულფიდურ ხიდებს ($-S-S-$) და ა. შ.

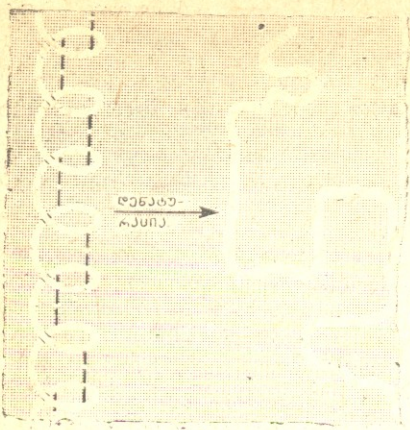
მესამეული სტრუქტურა, რომელსაც აქვს განსაზღვრული სივრცითი კონფიგურაცია შვერილებითა და ღრმულებით, გარეთ მიმართული ფუნქციონალური ჯგუფებით, განაპირობებს ცილების მოლეკულების სპეციფიკურ ბიოლოგიურ აქტიურობას.

მრავალნაირი ფუნქციონალური ჯგუფების არსებობის გამო ცილა არ შეიძლება მივაკუთვნოთ ჩვენთვის ცნობილი ორგანული ნაერთების რომელიმე კლასს; მასში ერთიანდება სხვადასხვა კლასის ნიშნები, და თავისი შერწყმით ისინი სრულიად ახალ თვისებებს იძლევიან. ცილა ორგანულ ნივთიერებების განვითარების უმაღლესი ფორმაა.

ცილების თვისებები. ვინაიდან ცილებს ასეთი რთული აღნაგობა აქვთ, ბუნებრივია, მათ ახასიათებთ მეტად მრავალფეროვანი თვისებაც.

ზოგი ცილა, მაგალითად, ქათმის კვერცხის ცილა, წყალში იხსნება და კოლოიდურ ხსნარებს წარმოქმნის; ზოგი—მარილების განზავებულ ხსნარებში იხსნება; ზოგიერთ ცილას კი სულ არ აქვს ხსნადობის თვისება.

ცილების მოლეკულაში (ამინომჟავათა რგოლების რადიკალებში) $-COOH$ და $-NH_2$ ჯგუფების არსებობის გამო ცილები ამფოტერული ხდება.



სურ. 57. ცილის მოლეკულის კონფიგურაციის დარღვევა დენატურაციის დროს.

რომელთაც დამწვარი ბუმბულის სუნი აქვთ. ეს მოვლენა შეიძლება გამოყენებული იქნეს ცილების აღმოსაჩენად.

ცილები იძლევა რიგ დამახასიათებელ ფერად რეაქციებს, რომელთა მიხედვით შეიძლება მათი გამოცნობა სხვა ნივთიერებათა შორის. მაგალითად, თუ ცილის ხსნარს დავასხამთ აზოტმეყავას კონცენტრირებულ ხსნარს, გაჩნდება ყვითელი შეფერილობა (ხდება ბენზოლის რგოლების ნიტრირება). ამ რეაქციის შემჩნევა შეიძლება ხელის კანზე ლაბორატორიაში აზოტმეყავას გაუფრთხილებლად გამოყენების დროს.

ზოგი ცილა, რომელთაც კვებითი მნიშვნელობა არა აქვთ, გამოიყენება ტექნიკაში. მათ ეკუთვნის, მაგალითად, აბრეშუმის, მატყლის, ტყავის ცილები და ზოგიერთი სხვა. აღნიშნეთ, რა პრაქტიკული გამოყენება აქვთ მათ.

ცილების ქიმიური სინთეზის პრობლემა. ქიმიური სინთეზის გზით ცილების მიღების შესაძლებლობა კარგა ხანია აღელვებს მეცნიერთა გონებას. მაგრამ ამ დარგში მხოლოდ უკანასკნელ ხანებში აღინიშნება მიღწევები.

რატომ აქამდე ვერ ღებულობენ სინთეზურად ცილებს იმის მსგავსად, როგორც ღებულობენ მრავალ სხვა მაღალმოლეკულურ ნივთიერებას? ამის მიზეზია თვით ცილების მოლეკულათა განსაკუთრებული სირთულე. იმისათვის, რომ ესა თუ ის ცილა მივიღოთ, უნდა გამოვიკვლიოთ მისი ამინომეყავური შედგენილობა, დავადგინოთ პირველადი სტრუქტურა, ე. ი. ამინომეყავების რგოლების მონაცვლეობის რიგი, განვსაზღვროთ ცილის მოლეკულის სიგრძითი კონფიგურაცია, შემდგომ კი შევძლოთ ყოველივე ამის ხელოვნურად წარმოება.

ცილების ამინომეყავური შედგენილობის პირობებით დადგენა ყველაზე ადვილი ამოცანაა.

პირველი ცილა, რომლის პირველადი სტრუქტურის გაშიფვრაც მოხერხდა, იყო ინსულინი (1954 წ.). იგი სისხლში შაქრის შემცველობას არეგულირებს. ინსულინში ამინომეყავების მონაცვლეობის რი-

გის დადგენას თითქმის ათი წელიწადი დასჭირდა. აღმოჩნდა, რომ მისი მოლეკულა შედგება ორი პოლიმეპტიდური ჯაჭვისაგან, რომელთაგან ერთი შეიცავს 21 ამინომჟავურ ნაშთს, ხოლო მეორე — 30 ნაშთს; ჯაჭვები ერთმანეთთან შეერთებულია ორი დისულფიდური ხილით.

ამჟამად უკვე გაშიფრულია დიდი რაოდენობით ცილების პირველადი სტრუქტურა. მათ რიცხვში უფრო რთული აღნაგობის ცილებისაა. ზოგადი ბიოლოგიის კურსში თქვენ გაეცანით რიბონუკლეაზის ცილის პირველად სტრუქტურას, რომელიც წარმოქმნილია 124 ამინომჟავური ნაშთისაგან.

ცილოვანი ბუნების მქონე ნივთიერებათა სინთეზი პირველად განახორციელეს ჰიპოფიზის ორი ჰორმონის (ვაზოპრესინისა და ოქსიტოცინის) მაგალითზე. ამ პოლიმეპტიდებს მცირე მოლეკულური მასა აქვს. თითოეული მათგანი სულ 9 ამინომჟავასაგან შედგება.

უკანასკნელი წლების დიდ მიღწევად ითვლება ინსულინის და რიბონუკლეაზის ქიმიური სინთეზი. ასეთი სინთეზის სირთულეს ადასტურებს ის ფაქტი, რომ ინსულინის ერთი პოლიმეპტიდური ჯაჭვის მისაღებად საჭირო გახდა 89 რეაქციის განხორციელება, ხოლო მეორის მისაღებად — 138.

ახლა სულ უფრო ხშირად გამოიყენებენ ცილების მიკრობიოლოგიურ სინთეზს. მიკროორგანიზმებს, რომლებიც ვრცელდება შესაბამის მკვებავ გარემოში, შეუძლიათ უხვი ცილოვანი მასის შექმნა. მაგალითად, მერქნიდან სპირტის ჰიდროლიზური წარმოების ნარჩენებზე გამოყავთ საკვები საფუარი მეცხოველეობისათვის. ცილების მიკრობიოლოგიური სინთეზი სწრაფად ვითარდება ნავთობის პარაფინების გამოყენების საფუძველზე. მიკროორგანიზმების გამოყენებით აწარმოებენ სხვა ნივთიერებებსაც, მაგალითად, სხვადასხვა ამინომჟავებს, ვიტამინებს. მიკრობიოლოგიური სინთეზის პროდუქტების გამოყენება მეცხოველეობაში მნიშვნელოვნად ზრდის მის პროდუქტიულობას.

ცილის ხელოვნურად მიღების გზების გამოძენისას მეცნიერები ამჟამად ინტენსიურად სწავლობენ ორგანიზმში მისი სინთეზის მექანიზმს. აქ ეს პროცესი მიმდინარეობს „რბილ“ პირობებში, და ეს გასაოცარი სიზუსტითა და დიდი სიჩქარით ხდება (უჯრედში ცილის მოლეკულა წარმოიქმნება სულ 2—3 წამში).

შესაძლებელია, მომავალში, როდესაც აღამიანი ღრმად შეიკნობს ბიოსინთეზის მექანიზმს და ჩაწვდება უჯრედებში მიმდინარე პროცესების კანონზომიერებებს, ცილების ხელოვნური მიღება განხორციელდეს იმავე პრინციპების საფუძველზე, რომლებიც ასე სრულ-

29. რატომ არ შეიძლება ცილოვანი საკვების შეცვლა ხანგრძლივი დროის
ისეთი საზრდოთი, რომელიც მხოლოდ ცხიმებსა და ნახშირწყლებს შეიცავს?

1. რძეში არის საკვებ ნივთიერებათა სამი ძირითადი ჯგუფი — ცილები, ცხი-
მები და ნახშირწყლები. გამოიყავით რძისაგან ცხიმი და შემდეგ შეაფასეთ მათი
მედიუმი — ცილა. შეადარეთ, როგორ „იქცევა“ მჟავა რძე სოდის დამატე-
ბისა და სოდის გარეშე გაცხელების დროს, ახსენით ეს მოვლენა.

2. გამოიცანით ყველაზე მარტივი ხერხით: ა) შალის ძაფი და ბამბის ძაფი,
ბ) ვისკოზური აბრეშუმი და ბუნებრივი, გ) ნატურალური და ხელოვნური
ტყაფი.



ორგანული ქიმიის შესწავლისას, ჩვენ ბევრი რამ ახალი გავიგეთ ნივთიერებათა სამყაროს შესახებ: ორგანულ ნაერთთა უმნიშვნელოვანეს კლასებზე, მათი მრავალფეროვნების მიზეზებზე, აღნაგობისა და თვისებების თავისებურებებზე, იმ სულ უფრო მზარდ მნიშვნელობაზე, რომელიც ენიჭებათ მათ ჩვენს ცხოვრებაში.

უპირველეს ყოვლისა გავარკვიოთ, როგორ გაამდიდრა ამ მეცნიერების შესწავლამ ჩვენი თეორიული შეხედულებები და ქიმიის კურსის დამთავრებისას რა ცოდნა შევიძინეთ ამ დარგში.

ორგანულ ნივთიერებათა აღნაგობა და თვისებები. ორგანულ ნაერთთა აღნაგობის შესახებ მოძღვრებას საფუძვლად უდევს ა. მ. ბუტლეროვის ქიმიური აღნაგობის თეორია, რომელიც მოლეკულებში ატომთა შეერთების თანამიმდევრობაზე მსჯელობს. მეცნიერების შემდგომი განვითარების პროცესში იგი შეივსო სტერეოქიმიური თეორიით, რომელიც განიხილავს მოლეკულებში ატომთა სივრცით განლაგებას და შემდგომ კი — ელექტრონული თეორიით, რომელიც არკვევს მოლეკულებში ატომთაშორისი ბმების ხასიათს. სწორედ ამ სამი თეორიის ერთიანობა შეადგენს აღნაგობის თანამედროვე თეორიის არსს. თითოეული მათგანის შინაარსის გარკვევას ახლა უფრო სრულად შევძლებთ.

ქიმიური აღნაგობის თეორია განიხილავს მოლეკულებში ატომთა შეერთების წესს, თანამიმდევრობას და მის გავლენას ნივთიერებათა თვისებებზე. ჩვენ ვიცით, რომ ურთიერთგავლენის არსი გაირკვა უფრო მოგვიანებით, ელექტრონული თეორიის საფუძველზე.

ატომთა შეერთების როგორ წესებს გავცანით?

ორგანულ ნივთიერებათა აღნაგობას საფუძვლად უდევს ნახშირბადის ატომების ერთმანეთთან შეერთების თვისება, რის შედეგადაც წარმოიქმნება ჯაჭვი. ჩვენ ვიცნობთ ნახშირბადის ღია და ციკლებად შეკრულ ჯაჭვებს, ღია ჯაჭვები შეიძლება იყოს სწორი და განშტოებული, ციკლური სტრუქტურები შეიძლება უერთდებოდნენ ღიას და ა. შ. უკვე აქ, ნახშირბადოვანი ჯაჭვების ხასიათის განხილვისას ვხვდებით თვისებების დამოკიდებულებას ატომთა შეერთების წესზე. ნივთიერებებს შეიძლება ჰქონდეთ ერთი და იგივე მოლეკულური

შედგენილობა, მაგრამ სხვადასხვა თვისებები, თუკი ნახშირბადოვან
 ჯაჭვებს სხვადასხვა აღნაგობა ექნებათ. გაიხსენეთ ნაჯერი ნახშირ-
 წყალბადების იზომერთა თვისებების განსხვავება.

გარდა ამისა ჩვენ ვიცით, რომ ატომთშორისი ბმები შეიძლება
 სხვადასხვაგვარი იყოს — ორდინარული (მარტივი), ჯერადი (ორმა-
 გი — სამმაგი) და შეიძლება განსხვავებული იყოს მათი მონაცვლეობა
 მოლეკულებში. ნივთიერებათა თვისებები ყოველივე ამაზეც დამო-
 კიდებულია, რისი დადასტურებაც ადვილია, თუ შევადარებთ ნაჯერი
 და უჯერი ნახშირწყალბადების თვისებებს ან ისეთი უჯერი ნახშირ-
 წყალბადების თვისებებს, რომელთაც ორმაგი ბმების მდებარეობა
 განსხვავებული აქვთ მოლეკულებში.

როდესაც ორგანულ ნივთიერებათა მოლეკულებში ნახშირბადისა
 და წყალბადის გარდა სხვა ქიმიური ელემენტებიც შედიან, მაშინ
 წარმოიქმნება ატომთა შეერთების ახალი წესები. ჩვენ ვიცით ატომ-
 თა ფუნქციონალური ჯგუფები: ჰიდროქსილის —OH,

ალდეჰიდური $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$, კარბოქსილის $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{H}$, ამინოჯგუფი —NH₂,

მარტივი ეთერების ატომთა დაჯგუფებები R—O—R, რთული ეთერე-

ბის ატომთა დაჯგუფებები $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{R}_1$.

ყოველი ეს ფუნქციონალური ჯგუფი ნივთიერებათა თვისებებს
 განაპირობებს და მიაკუთვნებს მათ ნაერთთა ამა თუ იმ კლასს.

კურსის დასაწყისთან შედარებით ჩვენს წინაშე ახლა უფრო
 სრულად იშლება საკითხი მოლეკულებში ატომთა შეერთების წესზე
 და მის გავლენაზე ნივთიერებათა თვისებებზე.

ქიმიური აღნაგობის თეორიაში დიდი მნიშვნელობა აქვს ცნებებს
 ჰომოლოგიისა და იზომერიის შესახებ. ნახშირბად-
 ატომთა ჯაჭვად შეერთების თვისებასთან ერთად ისინი გვიხსნიან
 ორგანულ ნივთიერებათა მრავალგვარობის მიზეზებს. ჩამოაყალიბეთ
 ამ ცნებათა განსაზღვრებები. მოიყვანეთ ნახშირწყალბადებისა და
 ჟანგბადშემცველ ორგანულ ნივთიერებათა ჰომოლოგიური რიგების
 მაგალითები.

კურსის განმავლობაში გეცნობოდით იზომერიის სხვადასხვა სა-
 ხეს. ჩამოვთვალოთ ისინი:

ა) ნახშირბადოვანი ჩონჩხის იზომერია. მას დაწვრილებით ვიხი-
 ლავდით ნაჯერი ნახშირწყალბადების შესწავლისას, აღვნიშნავდით ნახ-
 შირბადოვანი ჩონჩხის აღნაგობის გავლენას ნივთიერებათა ფიზიკურ
 თვისებებზე. მაგალითისათვის შეადგინეთ იზომერული ჰექსანების
 სტრუქტურული ფორმულები: იზომერიის ეს სახე ახასიათებს სხვა

კლასის ნივთიერებებსაც, რომელი იზომერული სპირტები შეესაბამება, მაგალითად, C_3H_7OH ფორმულას?

ბ) ჯერადი ბმის მდებარეობის იზომერია. მას უკერი ნახშირწყალბადების შესწავლისას გავეცანით. მოიყვანეთ ჰექსენ-1-ის, ჰექსენ-2-ისა და ჰექსენ-3-ის სტრუქტურული ფორმულები. ფორმულები წარმოადგინეთ ამ სახის იზომერიის უკერი კარბომეაგების რიგში.

გ) ნახშირბადოვან ჯაჭვში ჩამნაცვლებელთა მდებარეობის იზომერია. გავიხსენოთ ასეთი მაგალითები: 1-ბრომპროპანი და 2-ბრომპროპანი, ბუტანოლ-1 და ბუტანოლ-2.

დ) ფუნქციონალური ჯგუფების ურთიერთმდებარეობის იზომერია. მას შევხვდით ზოგიერთ ქანგბადშემცველ ნივთიერებებში, მაგალითად, კარბონმჟავებში, როდესაც ნახშირწყალბადის რადიკალში ჩამნაცვლებელს (ჰალოგენს) სხვადასხვა მდებარეობა აქვს. უფრო დაწვრილებით მას ამინომჟავების შესწავლისას გავეცანით. მოიყვანეთ იზომერული ამინოკარბონმჟავების სტრუქტურული ფორმულები.

ე) ორგანულ ნაერთთა სხვადასხვა კლასებში შემავალ ნივთიერებათა იზომერია. გაიხსენეთ, რომ იზომერულნი არიან ეთილენური ნახშირწყალბადები და ციკლოპარაფინები (მოლეკულაში ნახშირბადატომების ერთი და იგივე რიცხვის დროს), აცეტილენური და დიენური ნახშირწყალბადები, ერთამტომიანი სპირტები და მარტივი ეთერები, ერთფუძიანი მჟავები და რთული ეთერები. ყველა ეს შეპირისპირება დაადასტურეთ სტრუქტურული ფორმულებით.

ს ტ ე რ ე ო ქ ი მ ი უ რ მ ა თ ე ო რ ი ა მ, რომელიც მოლეკულებში ატომთა სივრცით განლაგებას არკვევს, ახსნა მრავალი ადრე გაუგებარი მოვლენა. აღმოჩნდა, რომ ნახშირბადატომის ოთხი სავალენტო ბმა მიმართულია ტეტრაედრის წვეროებისაკენ, და ეს განსაზღვრავს მეთანის მოლეკულის ტეტრაედრულ აღნაგობასა და ნახშირბადოვანი ჯაჭვის ზიგზაგისებრ აღნაგობას. ნახშირბადოვან ჯაჭვს ორდინარულ ბმათა ირგვლივ ბრუნვის გამო შეუძლია მიიღოს სხვადასხვა სივრცითი ფორმა.

დავადგინეთ იზომერიის ახალი სახე — გეომეტრიული ანუ ცის-ტრანს-იზომერია, რომელიც ორმაგი ბმის მქონე ნაერთებში წარმოიქმნება იმ შემთხვევაში, როცა თითოეული ორმაგბმისიანი ნახშირბადატომი სხვადასხვა ატომთან ან ატომთა ჯგუფთან არის შეერთებული. მაგალითისათვის მოიყვანეთ 1,2-დიქლორეთანისა და ბუტენ-2-ის ცის- და ტრანს-იზომერების აღნაგობა.

გეომეტრიული იზომერიის ცოდნამ საშუალება მოგვცა გავგვეო ნატურალური კაუჩუკის აღნაგობა, დაგვედგინა მისი მაღალი ელასტიკურობის მიზეზი და აგრეთვე ის, თუ რატომ ვერ ახერხებდნენ მეც-

ნიერები დიდხანს ისეთი კაუჩუკის მიღებას, რომელიც თვისებებით ნატურალურის ტოლფასი იქნებოდა. მაკრომოლეკულათა სივრცითი აღნაგობის გარკვევისას გავიგეთ, თუ რატომ განსხვავდნენ ნივთიერებებით კაუჩუკი და ცელულოზა, თუმცა ორივე ნივთიერებას წარმოადგენს ალნაგობისაა. ჩვენ ვნახეთ, რა რთულია ცილოვანი მოლეკულების სივრცითი აღნაგობა და ისიც, თუ როგორ განაპირობებს იგი ცილათა ფუნქციების მრავალგვარობას.

ნივთიერებათა აღნაგობისა და ქიმიურ გარდაქმნათა არსის შესახებ ყველაზე ღრმა ცოდნას ელექტრონული თეორია გვაძლევს. ეს თეორია ემყარება ატომთა ელექტრონულ სტრუქტურებსა და ქიმიურ ბმათა ელექტრონულ ბუნებას და ამის მეშვეობით ხსნის ბევრ ისეთ მოვლენას, რომელიც წინამორბედი თეორიებით ვერ იხსნებოდა. რატომ არის, რომ ატომთა შეერთების წესი ნივთიერებათა თვისებებზე ახდენს გავლენას? რაშია ატომთა ურთიერთგავლენის არსი? რატომ არის, რომ ნახშირბადატომის ვალენტურ ბმებს ტეტრაედრული მიმართულება აქვთ? რატომ არის, რომ ჯერადი ბმები ორდინარულზე უფრო რეაქციისუნარიანია? რატომ არის, რომ მიუხედავად ბენზოლის შედგენილობის მაღალი უჯვრობისა, მასში ერთმანეთს უთავსდება ნაჯერი და უჯერი ნახშირწყალბადების თვისებები?

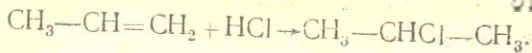
ამ თეორიის საფუძველზე უფრო დაწვრილებით შეგვიძლია განვიხილოთ მოლეკულათა ელექტრონული აღნაგობის გავლენა ნივთიერებათა თვისებებზე. ის, რომ ნივთიერებას უჩნდება ისეთი ახალი თვისებები, რომლებიც მისი შემადგენელი ელემენტების თვისებათა ჯამზე არ დაიყვანება, გამოწვეულია ატომთა ურთიერთგავლენებით. ჩვენ მუდმივად ვრწმუნდებით, რომ ამ გავლენის არსი ატომთა ელექტრონული სტრუქტურების ურთიერთქმედებაში მდგომარეობს.

უმატრევესი ჰალოგენნაწარმების განხილვისთანავე ვნახეთ, თუ როგორი გავლენა იქონია მოლეკულის თვისებებზე, როდესაც მასში ჰალოგენის ატომი იქნა შეტანილი. ქლორმეთანში ქლორის ატომის გავლენით C—Cl ბმის ელექტრონული სიმკვრივე გადანაცვლებულია ქლორის ატომისაკენ, ხოლო ამის გამო C—H ბმის ელექტრონული სიმკვრივე ნახშირბადატომისაკენ ინაცვლებს, საბოლოოდ კი ამის შედეგად გადავიღებულა მოლეკულაში წყალბადატომების ჩანაცვლება. ამავე დროს ქლორის ატომის ბმის ხასიათი ნახშირბადატომთან გავლენას ახდენს ქლორის ატომებზეც — იგი არ შედის იონური მომოცვლის რეაქციებში მსგავსად იმისა, როგორც ეს ხდება HCl-ში ან NaCl-ში.

მოლეკულაში ელექტრონულ გავლენათა გარკვევამ საშუალება მოგვცა მარკოვნიკოვის წესი გავვეგო. თუკი ვიცით, რომ ნახშირწყალბადურ რადიკალს ახასიათებს σ-ბმის ელექტრონული სიმკვრივის

განზიდვის თვისება, ახსენით რატომ ხდება HCl-ის მიერთება პროპილენთან უპირატესად იმ სქემის შესაბამისად, რომელიც აქ არის მოცემული:

პროპილენის
 ერიცხვითი
 ნომერი



ატომთა გავლენა აქაც ურთიერთშიარია: პროპილენის ნახშირწყალბადურ რადიკალში (ამაღლებულ ტემპერატურაზე) შედარებით ადვილად ხდება წყალბადატომების ჩანაცვლება ჰალოგენებით.

ახლა დამოუკიდებლად განიხილეთ (თუ საჭირო იქნა, სახელმძღვანელო გამოიყენეთ), თუ რაში მდგომარეობს ატომთა ურთიერთგავლენა, რომელსაც ადგილი აქვს თქვენთვის ცნობილი ორგანული ნივთიერებების მოლეკულებში. ამისათვის ერთმანეთს შეადარეთ: მაგალითად ბენზოლის, ფენოლისა და ეთილის სპირტის თვისებები; ერთატომიანი სპირტის, ფენოლისა და კარბონწყავას თვისებები; ნაჯერი ამინების, ამიაკისა და არომატული ამინების თვისებები. პასუხი გაეცით შემდეგ კითხვებზე: რატომ ამჟღავნებენ მჟავურ თვისებებს სპირტები? რატომ არის ამის მიუხედავად მათი დისოციაციის ხარისხი წყლის დისოციაციის ხარისხზე უფრო მცირე? რატომ იზრდება იგი, როცა ნახშირწყალბადურ რადიკალში ჰალოგენის ატომი შეაქვთ? რატომ ახასიათებს ფენოლს მჟავური თვისებები უფრო მეტად, ვიდრე სპირტებს, ხოლო კარბონწყავებს ეს თვისებები კიდევ უფრო ძლიერად აქვთ გამოხატული? რატომ არის ჰიანჭველმჟავა ერთფუძიან კარბონწყავებს შორის ყველაზე ძლიერი? როგორ მოქმედებს მჟავას რადიკალში ჰალოგენის ადგილმდებარეობა მჟავას დისოციაციის ხარისხზე? რატომ არის ნაჯერი რიგის ამინები უფრო ძლიერი ფუძეები, ხოლო არომატული ამინები ნაკლებად ძლიერი, ვიდრე ამინები?

ყოველივე თქმულის საფუძველზე ჩვენ შეგვიძლია გავაკეთოთ განმაზოგადებელი დასკვნა, რომ ორგანულ ნივთიერებათა თვისებებზე დამოკიდებულია მათ შედგენილობაზე და მათი მოლეკულების ქიმიური, სივრცით და ელექტრონულ აღნაგობაზე.

ახლა თქვენი ამოცანაა, რათა თეორიული ცოდნის საფუძველზე ზოგადად განიხილოთ ორგანულ ნაერთთა უმნიშვნელოვანესი თვისებები. სახელმძღვანელოს გამოყენებით უნდა დაახასიათოთ და რვეულში ჩაიწეროთ შემდეგი ქიმიური რეაქციების განტოლებები:

ა) ნაჯერი ნახშირწყალბადები — წვის რეაქცია, მარტივ ნივთიერებად დაშლის, ჩანაცვლების, დეჰიდრირების, ეპიდროციკლიზაციის, იზომერიზაციის, კარბონწყავებად დაქანვის რეაქციები;

ბ) უჯერი ნახშირწყალბადები — ჰიდრობის რეაქციების, ჰალოგენწყალბადებისა და წყლის მიერთების რეაქციები, პოლიმერიზაციის რეაქციები;

გ) არომატული ნახშირწყალბადები — ბენზოლში და მიერთების რეაქციები, ტოლუოლის დაჯანგვისა და ჩანაცვლების რეაქციები;

დ) ერთატომიანი სპირტები — რეაქციები ტუტე ლითონებთან, ჰალოგენწყალბადებთან, შიგამოლეკულური და მოლეკულათშორისი დეჰიდრატაციის რეაქციები, დაჯანგვის, რთული ეთერების წარმოქმნის რეაქციები;

ე) ალდეჰიდები — ალდგენისა და დაჯანგვის რეაქციები;

ვ) კარბონმჟავები — რეაქციები ლითონებთან, ლითონთა ოქსიდებთან. ფუძეებთან, ეთერიფიკაციის რეაქციები;

ზ) რთული ეთერები — ჰიდროლიზის რეაქციები.

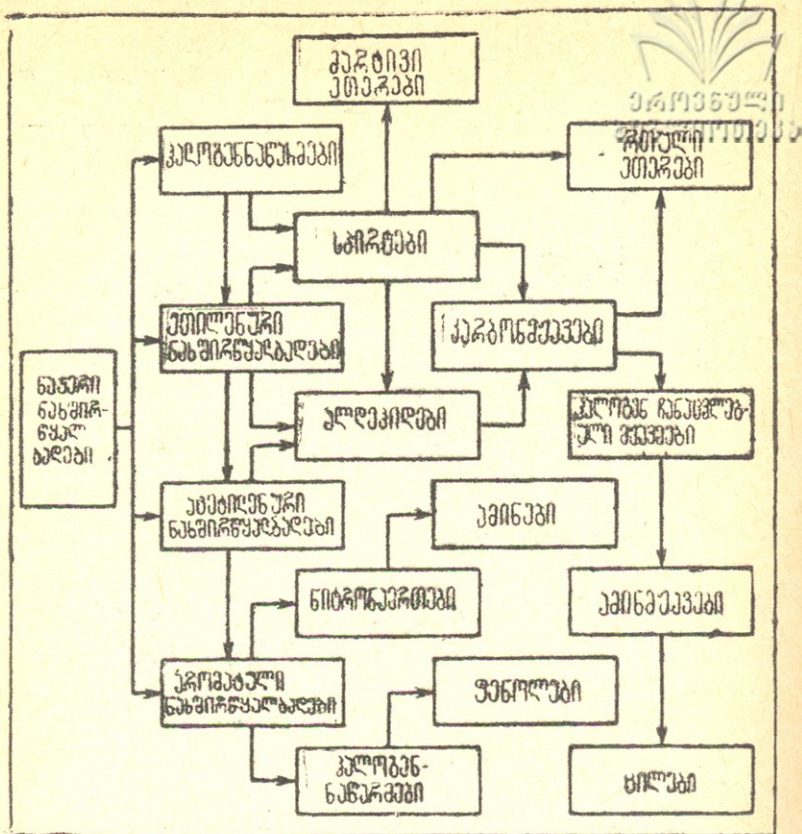
დაახასიათეთ თქვენთვის ცნობილი რეაქციები სხვა კლასების ნივთიერებებთან.

ქიმიური თვისებების განხილვისას არ შეიძლება არ შევამჩნიოთ, თუ რა მჭიდრო კავშირია ორგანულ ნაერთებს შორის, რომელიც ურთიერთგადასვლებითაა გამოწვეული: ერთი კლასის ნივთიერებებიდან თანამიმდევრობითი გადასვლებით შეიძლება მრავალი სხვა კლასის ნივთიერებების მიღება. ამა თუ იმ გზით პრაქტიკულად ყოველი მათგანის მიღება შეიძლება ყველაზე მარტივი ნაერთებიდან — ნახშირწყალბადებიდან. თანამიმდევრულ გარდაქმნათა გენეტიკური ჯაჭვი ნახშირწყალბადებიდან ურთულეს ორგანულ ნივთიერებებამდე ასახულია სქემაზე (ნახ. 58).

რადგან ნახშირწყალბადები შეიძლება თავის მხრივ ნახშირბადისა და წყალბადისაგან დავასინთეზოთ, ამიტომ ორგანული ნივთიერებები გენეტიკურად უკავშირდებიან არაორგანულ ნივთიერებებს.

ორგანული სინთეზის მრეწველობა. ნახშირწყალბადებიდან არა მარტო თეორიულად შეიძლება ყველა სხვა ორგანული ნაერთის მიღება და არა მარტო ლაბორატორიაში შეიძლება შესაბამისი სინთეზების განხორციელება. ნახშირწყალბადების საფუძველზე მრეწველობაში იღებენ ორგანულ ნივთიერებათა და მასალათა უდიდეს რაოდენობას, რომლებიც სახალხო მეურნეობას ესაჭიროება.

ნახშირწყალბადების უმდიდრესი ბუნებრივი წყაროა ნავთობი და ბუნებრივი გაზი. მათი შემადგენელი ნივთიერებების ქიმიური გადაამუშავების საფუძველზე შეიქმნა და სწრაფად ვითარდება სახალხო მეურნეობის ახალი დარგი — ნ ა ვ თ ო ბ ქ ი მ ი უ რ ი მ რ ე წ ვ ე ლ ო ბ ა. სწორედ ნავთობქიმიის აწარმოებს მრავალტონაჟიან სინთეზურ პროდუქტებს, რომლებიც კარგადაა ჩვენთვის ცნობილი ორგანული ნივთიერებების წარმოების რეაქციების რეაქციები.

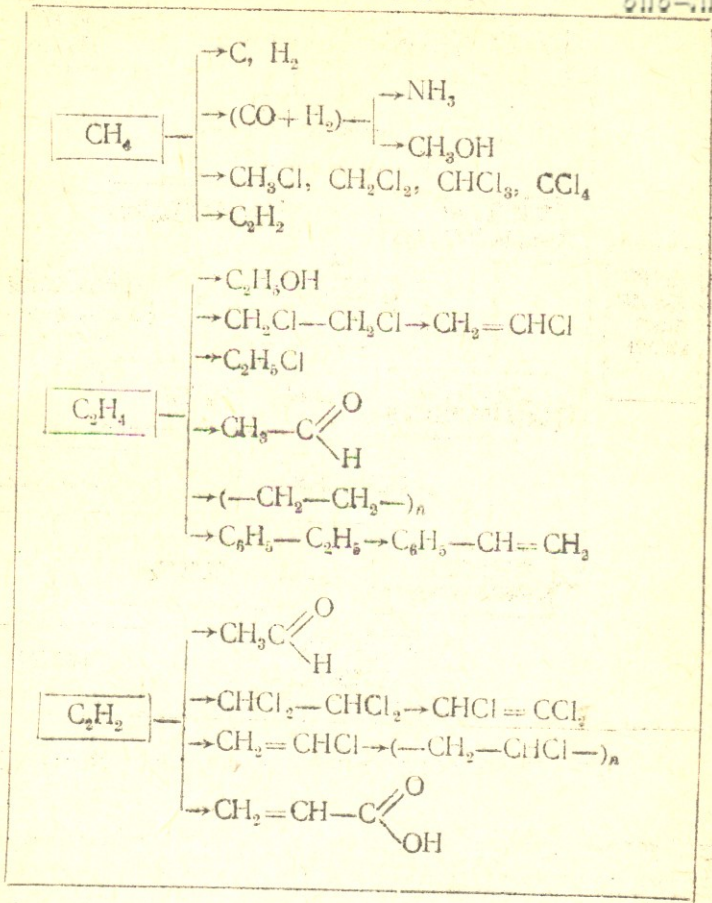


სურ. 58. ორგანულ ნერთთა გენეტიკური კავშირის სქემა.

ნული ქიმიის კურსიდან, ესენია: პელოგენეზის წყალბალები, სპირტები და ფენოლები, ალდეჰიდები და კეტონები, კარბონმეყვები და მათი ნაწარმები, პოლიმერულ ნივთიერებათა სინთეზისათვის საჭირო მონომერები, სინთეზური გამრეცხი საშუალებები, შხამქიმიკატები და სხვ.

იმასთან დაკავშირებით, რომ ნავთობის ბუნებრივი მარაგი შეზღუდულია, ხოლო მოთხოვნილება მასზე, როგორც ქიმიურ ნედლეულზე დიდი, ჩვენს ქვეყანაში აღებულა კურსი ნავთობის როლის შემცირებისა და სხვა წყაროების განვითარების ხარჯზე.

მე-8 ტაბულის მეშვეობით შეიძლება დავრწმუნდეთ ნახშირწყალბალონი, ნედლეულის მნიშვნელობაში, რომელიც მას აქვს ორგანული



სინთეზის თანამედროვე მრეწველობისათვის (აქ ძირითადად ის პროცესებია გამოსახული, რომლებიც განვლილი კურსიდანაა ცნობილი).

ქიმიური და ნავთობქიმიური მრეწველობის მნიშვნელობა სახალხო მეურნეობაში, კომუნიზმის მატერიალურ-ტექნიკური ბაზის შექმნაში სულ უფრო იზრდება. მრეწველობის ქიმიური დარგები მოწოდებული არიან, რათა დიდი წვლილი შეიტანონ 1990 წლამდე განსახლებული სსრკ-ის სასურსათო პროგრამის რეალიზაციაში. ეს ხორციელდება იმით, რომ ქიმიური მრეწველობა სოფლის მეურნეობას აწვ-

დის სასუქებს, მცენარეთა დაცვის საშუალებებს, მეცხოველეობის საკვების დანამატებს, სხვადასხვაგვარ პოლიმერულ მასალებს და აგრეთვე იმით, რომ ახორციელებს სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის სამრეწველო გადამუშავებას.

ორგანული სინთეზის მრეწველობაში წლიდან წლამდე არა მარტო იზრდება გამოშვებული პროდუქციის რაოდენობა, არამედ მუდმივად მნიშვნელოვანი თვისებითი ცვლილებებიც ხდება.

თანამედროვე ტექნიკას მაღალი მოთხოვნები აქვს სხვადასხვაგვარი ნივთიერებებისა და მასალებისადმი.

ამ ამოცანას არაორგანულ ქიმიასთან ერთად ორგანული სინთეზის მრეწველობა წყვეტს. აწარმოებენ, მაგალითად, პლასტმასებს, რომლებიც ხასიათდებიან მხურვალმედვეგობით, მაღალი სიმტკიცით, ქიმიური მოქმედებისადმი მდგრადობით; აწარმოებენ მრავალგვარი თვისების მქონე ხელოვნურ ბოჭკოებს, კაუჩუკებს, რომლებიც ხასიათდებიან ყინვაგამძლეობით, ცვეთამედვეგობით, დიდი აირშეუღწევადობით და ა. შ.

მრავალტადიანი პროცესების ნაცვლად მუშავდება და ინერგება მცირესტადიანი ქიმიურ-ტექნოლოგიური პროცესები, რომლებიც ეკონომიურად უფრო ეფექტიანია. ჩვენც გავეცანით ზოგიერთ მათგანს, მაგალითად მეთანის მიღებას აცეტილენიდან, კარბონმჟავების მიღებას ნახშირწყალბადების უშუალო დაჟანგვით, ძმრის ალდეჰიდის მიღებას ეთილენის დაჟანგვით (ეს პროცესი შეადარეთ კალციუმის კარბიდიდან ალდეჰიდის მიღების პროცესს).

პერიოდული პროცესები იცვლება უწყვეტით, რომლებიც უზრუნველყოფენ გაცილებით მაღალ შრომის ნაყოფიერებას. ნავთობპროდუქტების კრეკინგი ახლა ხორციელდება მხოლოდ უწყვეტი მოქმედების დანადგარებში. პოლიმერიზაციის პროცესები პოლიმერების მიღებისას მიმდინარეობენ უწყვეტი მოქმედების რეაქტორებში. თქვენთვის სხვა უწყვეტი ტექნოლოგიური პროცესებიცაა ცნობილი.

ორგანული პროდუქტების წარმოების თითქმის ყველა პროცესი კატალიზურია. ამიტომ მიმდინარეობს ყველაზე ეფექტიანი კატალიზატორების ინტენსიური ძიება. განსაკუთრებით კი შერჩევითი (სელექციური) მოქმედების კატალიზატორებისა. თქვენ შეგეძლოთ დარწმუნებულიყავით იმაში, რომ ორგანულ ნივთიერებათა რეაქციები ხშირად მიმდინარეობენ სხვადასხვა პროდუქტის წარმოქმნით, ამიტომ საჭიროა ისეთი კატალიზატორები, რომლებიც უპირატესად მიზნობრივი პროდუქტის მიღების რეაქციას აჩქარებენ.

მნიშვნელოვანი ამოცანაა უნარჩენო წარმოებათა დანერგვა. ეს საშუალებას იძლევა უფრო ეკონომიურად ვხარჯოთ მატერიალური რესურსები, უფრო ხტულად გამოვიყენოთ ნედლეული და წარმო-

ების ნარჩენებისაგან დავიცვათ გარემო. ზოგიერთ წარმოებაში თანა-
პროდუქტებს, თუ ისინი ვერ გამოიყენებიან, შლიან ჩამდინარე წყლებ-
ში შესაბამისი დანამატებით ან მიკრობიოლოგიური ხერხით დასუფლავ-
ა, ახლა სულ უფრო ბევრ ქიმიურ წარმოებაში ხორციელდება ბიოლოგიური
რი წყალმომარაგება: წყალი, რომელსაც მიყვება ტექნოლოგიური
პროცესის ნარჩენები, არ ხვდება გარემომცველ ბუნებაში. ის იწმინდე-
ბა და ხელახლა შედის საწარმოო ციკლში. ახალ ქარხნებს აპროექტე-
ბენ და აშენებენ როგორც უპირატესად უნარჩენო წარმოებებს გარე-
მოსათვის მათი მაქსიმალური უვნებლობის გათვალისწინებით.

ქიმიური წარმოებები, რომლებიც უწყვეტობის პრინციპით მუშა-
ობენ, ტექნოლოგიური პროცესების ავტომატიზაციისათვის დიდ შე-
საძლებლობებს ქმნიან. ავტომატიზაციის დონით ამ დარგს ერთ-ერთი
წამყვანი ადგილი უკავია სახალხო მეურნეობაში. ყველა ახალი ქარ-
ხანა მაღალავტომატიზებული წარმოებაა. ეს განსაზღვრავს მუშათა
შრომის ხასიათსაც. ქიმიური პროცესები წარმოებაში დახურულ და-
ნადგარებში მიმდინარეობს. ყველა პარამეტრი, რომლითაც ხასიათდე-
ბა ტექნოლოგიური პროცესი მის სხვადასხვა ეტაპზე (ნაკადების სიჩ-
ქარე, ტემპერატურა, წნევა, ნივთიერებათა ხარჯი და ა. შ.) ავტომა-
ტურად კონტროლდება გამზომი ხელსაწყოებით. ხელსაწყოთა ჩვენე-
ბები გამოყვანილია მართვის პულტზე ცალკე შენობაში. მეაპარატის
ძირითადი ფუნქციაა წარმართოს ტექნოლოგიური პროცესი ინსტრუქ-
ციებისა და საკონტროლო-გამზომი ხელსაწყოების ჩვენებების შესაბა-
მისად, შეძლოს საჭირო ზომების სწრაფად მიღება პროცესის ნორმა-
ლიზაციისათვის, თუკი მოცემული რეჟიმი დაირღვა. ასეთი რთული
და საპასუხისმგებლო ფუნქციების წარმატებით შესრულებისათვის
მეაპარატეს უნდა ჰქონდეს საფუძვლიანი ცოდნა ქიმიის, ქიმიურ
ტექნოლოგიაში და სხვა მეცნიერებებში.

ორგანული ქიმია ბუნების შესახებ მეცნიე-
რებათა შორის. ქიმიას სხვა მეცნიერებებთან ერთად დიდი
წვლილი შეაქვს დიალექტიკურ-მატერიალისტური მსოფლმხედველო-
ბის საფუძვლების ფორმირებაში. მატერიის მოძრაობის ქიმიური
ფორმის შესწავლისას იგი გვაძლევს ცოდნას ნივთიერებათა სამყაროს
შესახებ, ურომლისოდაც შეუძლებელია ბუნების სიცოცხლის გაგება.
ორგანულ ქიმიას ბუნების შემსწავლელ მეცნიერებებში არაორ-
განულ ქიმიასა და ბიოლოგიას შორის უკავია
ადგილი; ნივთიერებათა თანდათანობითი გართულების პროცესისა და
მათი მრავალნაირ გარდაქმნათა გარკვევით იგი გვეხმარება, რათა გა-
ვიკოთ ბუნებაში ნივთიერებათა ევოლუცია და ორგანიზმების ცხო-
ველმოქმედების მატერიალური საფუძვლები, მატერიის მოძრაობის
უფრო მაღალი ფორმის — ბიოლოგიურის — არსი.

ჩვენ ღაპრწმუნდით, რომ არაორგანულ ნივთიერებათა მსგავსად, ყველა ორგანული ნივთიერება ურთიერთდაკავშირებულია. ეს კავშირი იმაში მდგომარეობს, რომ თითოეული მათგანი გარკვეულ ელემენტებს ეკუთვნის, ქიმიურად ურთიერთქმედებს სხვა კლასის ნივთიერებებთან, ნაერთთა ყველა კლასი გენეტიკურად არის ერთმანეთთან დაკავშირებული. ორგანული ნივთიერებები ურთიერთდაკავშირებულია არაორგანულ ნივთიერებებთან: ორგანული ნივთიერებები შეიძლება დასინთეზდეს არაორგანულიდან და პირიქით, არაორგანული შეიძლება გარდაიქმნას ორგანულად.

აღნაგობის თეორიის შესწავლამ დაგვანახა, რომ მეცნიერულ ახალი სულ უფრო მეტად იჭრება ატომებისა და მოლეკულების სამყაროში, წვდება მიკროსამყაროს სულ უფრო ღრმა მოვლენებსა და კანონზომიერებებს. ახლა უკვე ეჭვი აღარავის ეპარება ატომებისა და მოლეკულების რეალურ არსებობაში. ჩვენთვის მეტია ცნობილი: როგორი წესით ერთიანდებიან ატომები მოლეკულებში, როგორ განლაგდებიან ისინი სივრცეში, როგორია ატომთშორისი ბმების ხასიათი. როგორ გავლენას ახდენენ ატომები ერთმანეთზე, როგორია ქიმიურ გარდაქმნათა ელექტრონული ხასიათი და ა. შ. ამ ცოდნის ჰემარიტება, მათი ობიექტური ხასიათი დასტურდება პრაქტიკით, იმ მრავალრიცხოვანი სინთეზებით, რომლებიც იგვემება და ხორციელდება თეორიის საფუძველზე. სულ უფრო მეტს ვიგებთ იმის შესახებ, რომ ქიმიურ გარდაქმნებს საფუძვლად უდევს მიკროსამყაროში მომდინარე მატერიალური პროცესები და რომ ეს პროცესები არამქვეყნიური არამატერიალური ძალების ზემოქმედებით კი არ ხდება, არამედ საკუთარი კანონების მიხედვით, რომლებიც ნივთიერების აღნაგობითაა განპირობებული. ყოველივე ეს ამტკიცებს და ავითარებს სამყაროზე ჩვენს მატერიალისტურ წარმოდგენას.

ამასთანავე ეს გვიჩვენებს, რომ ნივთიერებათა სიღრმისეული სამყარო შეცნობადია და რომ ჩვენი ცოდნა ვითარდება მოვლენიდან სულ უფრო ღრმა არსის მიმართულებით (გაიხსენეთ აღნაგობის თეორიის განვითარების ეტაპები).

როდესაც ვეცნობოდით ქიმიური აღნაგობის თეორიას, ხოლო შემდეგ კი მოძღვრებას ნივთიერებათა სივრცითი და ელექტრონული აღნაგობის შესახებ, შევნიშნეთ ზოგადი კანონზომიერება — თეორიული ცოდნის განვითარება ხდება წინააღმდეგობათა წარმოქმნითა და გადაჭრით, პირველ ყოვლისა იმ წინააღმდეგობებისა, რომლებიც ჩნდება ახალ ფაქტებსა და არსებულ თეორიულ წარმოდგენებს შორის, რადგან ეს წარმოდგენები უკვე არასაკმარისი ხდება ახალი ფაქტების ასახსნელად. თქვენ იცით, რომ წინათ გაუგებარი ბევრი რამ

ახსნა ქიმიური აღნაგობის თეორიამ და ბოლოს — ორგანული ნივთიერებების აღნაგობის ელექტრონულმა თეორიამ.

ორგანული ქიმიის შესწავლამ გაამდიდრა ჩვენი წარმოდგენები, რადენობრივი ცვლილებების გავლენის შესახებ თვისებების ცვლილებაზე. გაიხსენეთ, რომ მოლეკულების შედგენილობის ერთი ან რამდენიმე CH_2 ჩატუვით შეცვლა იწვევს ჰომოლოგების წარმოქმნას, როგორ იცვლება ნივთიერებათა თვისებები ერთნაირი ფუნქციონალური ჩატუვების დაგროვებისას, როგორი ნიშან-თვისებებით ხასიათდება მაღალმოლეკულური ნივთიერებები მონომერებთან შედარებით.

ჩვენ ვიცით, რომ ახალი თვისება, ახალი ნივთიერება წარმოიქმნება ატომთა ჩატუვების არა მექანიკური ზრდით, არამედ წარმოიქმნება მოლეკულის ნაწილების ურთიერთმოქმედების შედეგად, რაც ელექტრონულ გადაანაცვლებებში გამოიხატება და ამრიგად, სასებით მატერიალური ბუნება აქვს. ამიტომ მოლეკულათა თვისებები ატომების თვისებათა ჯამი კი არ არის, არამედ იგი ახალი თვისობრიობაა: აწორედ ასევე, ისეთი დაპირისპირებულობები, როგორიცაა რეაქციონუნარიანი ფუნქციონალური ჩატუვი და შედარებით მდგრადი რადიკალი, ერთმანეთისაგან დამოუკიდებელი არ არის. ჩვენ მუდმივად ვწმუნდებოდით, რომ რადიკალი გავლენას ახდენს ფუნქციონალური ჩატუვის თვისებათა გამოვლენაზე და ჭკითონაც არ რჩება უცვლელი მისი გავლენის შედეგად (მაგალითისათვის შეადარეთ ბენზოლისა და ფენოლის თვისებები, ნაჯერი და არომატული ამინების თვისებები).

მაგრამ ორგანული ქიმიის მიზანი არ არის მხოლოდ ბუნების შესწავლა და ამით სამყაროს თანამედროვე მეცნიერული სურათის შექმნაში თავისი წვლილის შეტანა. იგი ვეაიარალებს ცოდნით ნივთიერებების შესახებ, მათი გარდაქმნების კანონზომიერებების შესახებ და საშუალებას გვაძლევს დავასინთეზოთ ისეთი ნაერთები, რომლებიც ბუნებაში არ არსებობს ან რომლებიც ბუნებაში მცირე რაოდენობით მოიპოვება.

სხვა მეცნიერებებთან ერთად ორგანული ქიმია საზოგადოების სულ უფრო მძლავრი მწარმოებლური ძალა ხდება. განვითარებული სოციალიზმის ქვეყანაში იგი ემსახურება კომუნისტური მატერიალურ-ტექნიკური ბაზის შექმნას, ხალხის კეთილდღეობის ამაღლებას და ეს ხდება იმის მეშვეობით, რომ იგი გვაწვდის სახალხო მეურნეობის განვითარებისა და ადამიანების ცხოვრებისათვის საჭირო ათასობით მრავალფეროვან პროდუქტს.

ჩვენს ქვეყანაში ქიმიისა და ქიმიური წარმოების მაღალი დონე და შემდგომი განვითარების გრანდიოზული პერსპექტივები მოითხოვს კარგად მომზადებულ კადრებს, რომლებმაც იციან ქიმია, არიან ინ-

ციატივიანნი, იდეურად დარწმუნებულნი და კომუნისტური მშენებ-
ლობის საქმის ერთგულნი. იმათ წინაშე, ვინც საშუალო სკოლას და-
თავრებს, ფართო შესაძლებლობები იშლება, რათა მოხდეს დათრავი-
ლის შემდგომი ამაღლება და ქიმიისა და ქიმიური წარმოების განვითა-
რებაში მათი შემოქმედებითი მონაწილეობა. ეს იქნება კეთილშობი-
ლი და სიხარულით აღსავსე შრომა, რათა გადაიჭრას ის დიდი ამო-
ცანები, რომლებსაც ჩვენი ხალხის წინაშე სვამს კომუნისტური პარტია.

1. ნახშირწყალბადების მოლეკულათა მოძლევის დაზოადება

ააგეთ პლასტილინისაგან ან ააწყვეთ დეტალებისაგან შემდგვი მოძლეები:

1. მეთანის მოლეკულის მოძლეი. ღია ფერის პლასტილინისაგან დამზადეთ ოთხი ბურთულა, მუქი ფერის პლასტილინისაგან ერთი ბურთულა, რომლის დიამეტრი 1,5-ჯერ აღემატება დასახელებულ ბურთულებს; ეს დაახლოებით სწორად გადმოგვეცემს ნახშირბადისა და წყალბადის ატომების ზომათა შეფარდებას. „ნახშირბადის“ ბურთულის ზედაპირზე აღნიშნეთ ერთმანეთისაგან თანასწორი მანძილით დაშორებული ოთხი წერტილი. ამ ადგილებში მოათავსეთ ასანთის ღერები და მათი გამოყენებით მიუერთეთ „წყალბადის“ ბურთულები. მოძლეი რომ მტკიცე იყოს, პლასტილინის ბურთულები ოდნავ ჩაამაგრეთ ერთმანეთში. ამ შემთხვევაში ისინი რამდენადმე შებრტყელებიან, რაც გამოსახავს ატომების შემაერთებელ ელექტრონული ღრუბლების გადაფარვას.

2. პროპანის მოლეკულის მოძლეი. მეთანის მოლეკულის მზა მოძლეიდან მოაცილეთ ერთი „წყალბადის“ ბურთულა და მის ადგილზე მსუბუქი დაწოლით მიუერთეთ „ნახშირბადის“ ბურთულა, რომელზეც წინასწარ აღნიშნულია ტეტრაედრულად განლაგებული ოთხი წერტილი სხვა ორი წერტილის ადგილზე მასთან დგრებით შეაერთეთ „წყალბადის ატომები“, ხოლო დარჩენილ მეოთხე ადგილზე „ნახშირბადის“ მესამე ატომი, „წყალბადის ატომების“ შესაბამისი რიცხვით. მიიღებთ პროპანის მოლეკულის მოძელს, რომელზეც ნახშირბადის ატომები ზიგზაგურად არის გამოსახული.

3. ბუტანისა და იზობუტანის მოლეკულების მოძლეები. ეს მოძლეები დაამზადეთ ზემოაღნიშნული ხერხით. შეადარეთ ისინი მე-7 სურათზე გამოსახულ მოძელს. შეეცადეთ უზრუნველყოთ მოძლეების საკმაო სიმტკიცე. შეამოწმეთ ატომების ბრუნვის შესაძლებლობა C—C ბმების გარშემო.

2. პოლიეთილენის თვისებები

1. პოლიეთილენის ნაჭერი ზომიერად გაახურეთ (მაშის გამოყენებით) სპირტიურის ან გაზის სანთურის ალზე. დააკვირდით პოლიმერის თანდათანობით დარბილებას და შემდეგ მის გაღობას. მინის წკირით ან ხის ჩხირით შეუცვალეთ ფორმა დარბილებულ პოლიეთილენს და დააცადეთ გაცივება. შეეცადეთ ნაჭერს შეუცვალოთ ფორმა ჩვეულებრივ ტემპერატურაზე.

პოლიეთილენის რა თვისებები უძვეს საფუძვლად დაკვირვებულ მოვლენებს? რა პირობებში ვლინდება ეს თვისება? რა პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს მას?

2. ცუცხლი მოუკიდეთ პოლიეთილენის ნიმუშს. მიაქციეთ ყურადღება, იწვის თუ არა ის უალოდ? რა ფერისაა ალი, წარმოიქმნება თუ არა კვარტილი? აქვს თუ არა სუნი წვის პროდუქტებს?

3. სინჯარაში ბრომიან წყალსა და კალიუმბრომიანხანატის ხსნარში მოათავსეთ პოლიეთილენის მარცვლები ან მცირე ნაჭრები. დააკვირდით, იცვლება თუ არა ხსნარების შეფერილობა. დააკვირდით, მოქმედებს თუ არა ეს ნივთიერება მათზე.

4. სინჯარაში, რომელშიც მოთავსებულია კონცენტრირებული გოგირდმჟავას და ტუტის ხსნარები, ჩაყარეთ პოლიეთილენის დაქუცმაცებული ნაჭრები.

რა დასკვნა შეიძლება გამოვიტანოთ პოლიეთილენის ქიმიური თვისებების შესახებ ჩატარებული ცდების საფუძველზე.

3. კაუჩუკისა და რეზინის თვისებები

1. გამოტერით არაფულკანიზებული კაუჩუკისა და რეზინისაგან ერთნაირი კმეთისა და სიგრძის თხელი ზოლები, გაკმით და შემდეგ მოუშვით ისინი, რომელი ნიმუში უფრო სწრაფად აღიდგენს პირვანდელ მდგომარეობას და, მაშასადამე, უფრო ელასტიკურია?

ახლა შეეცადეთ გაწვეიტოთ ეს ზოლები. რა უფრო მტკიცეა: კაუჩუკი თუ რეზინი?

2. ორ სინჯარაში ჩაასხით 2—2 ან 3—3 მლ ბენზინი, ერთში მოათავსეთ არაფულკანიზებული კაუჩუკის ნაჭერი. მეორეში კი იმავე სიდიდის რეზინის ნაჭერი, სინჯარებს თავი დაუცეთ ქერქის საცობებით და დატოვეთ შემდეგ მრეცადინებამდე. რა ცვლილებები განიცადა კაუჩუკმა და რეზინმა? რით აიხსნება რეზინისა და კაუჩუკის სხვადასხვა ხსნადობა?

4. გლიცერინის თვისებები

1. სინჯარაში ჩაასხით 1 მლ წყალი. დაამატეთ იმდენივე გლიცერინი და ნარევი შეანჯღრიეთ. შემდეგ კიდევ დაამატეთ იმდენივე გლიცერინი. რა შეიძლება ითქვას წყალში მის ხსნადობაზე?

2. ფილტრის ქაღალდის ფურცელზე მოათავსეთ 2—3 წვეთი გლიცერინი და ცალკე — რამდენიმე წვეთი წყალი. დროგამოშვებით დააკვირდით, რომელი სითხე უფრო სწრაფად აორთქლდება. როგორ ახსნით ცდის შედეგებს?

3. 2 მლ ტუტის ხსნარს სინჯარაში დაამატეთ რამდენიმე წვეთი შაბიამის ხსნარი. წარმოქმნილი სპილენძი(I)-ის პიდროქსიდს დაასხით გლიცერინი და ნარევი შეანჯღრიეთ. რა ცვლილებები მოხდა? გააკეთეთ შესაბამისი დასკვნა.

5. ფორმალდეჰიდის თვისებები

1. სინჯარა გულდასმით გარეცხეთ სოდის ხსნარით, შემდეგ კი სუფთა წყლით. მასში ჩაასხით 2—3 მლ ვერცხლი(I)-ის ოქსიდის ამოკიანი¹ ხსნარი და სინჯარის კედლებზე ჩაშვებით დაამატეთ 4—5 წვეთი ფორმალინი. ამის შემდეგ სინჯარა მო-

¹ ვერცხლი(I)-ის ოქსიდის ამოკიანი ხსნარს ასე ამზადებენ: ვერცხლის ნიტრატის $AgNO_3$ 2-პროცენტიან ხსნარს ამატებენ ამოკიან ხსნარს (25%-იან ხსნარს, გამოხდილი წყლით 10-ჯერ განზავებულს) დასაწყისში წარმოქმნილი ნალექის გახსნამდე.

ათავსეთ წინასწარ გაცხელებულ წყლიან კიბაში. სინჯარის კედლებზე უნდა წარმოქმნას ლითონური ვერცხლის ნალექი. შეადგინეთ რეაქციის განტოლება.

2. სინჯარაში, რომელშიც ჩასხმულია 3—4 წვეთი შაბიამნის ცხენარეცხველტეთ 2—3 მლ მწვავე ნატრიუმის ხსნარი. წარმოქმნილ ნალექს დაფუძვთ მუქ მღორმალინი და ნარევი გააცხელეთ. როგორ იცვლება ნალექის ფერი? შეადგინეთ ტუტესთან სპილენძის სულფატის ურთიერთმოქმედებისა და ამ დროს წარმოქმნილი წიფთიერებების ფორმალდემიდან რეაქციის განტოლებები.

6. სპირტის დაშანვა ალდეჰიდად

1. სპილენძის მავთულის ბოლოზე ვააკეთეთ 5—6 სპირალური ხვეულა.

2. სინჯარაში ჩაასხით რამდენიმე წვეთი ეთილის სპირტი, გაავარვარეთ სპილენძის სპირალი სანთურის ალზე ისე, რომ სპილენძი დაიფაროს თქსილს შავი ნაფიფქით, და სპირალი სწრაფად ჩაუშვით სპირტიან სინჯარაში. გაიმეორეთ ეს ოპერაცია რამდენჯერმე. ყურადღება მიიქციეთ წარმოქმნილი ალდეჰიდის სუნს და ცვლილებებს, რომლებიც სპირალზე ხდება.

3. შეადგინეთ გახურების დროს სპილენძის დაქანგვისა და სპილენძი(II)-ის თქსილთ სპირტის ალდეჰიდად დაქანგვის რეაქციათა განტოლებები.

7. ცხიმების თვისებები

1. სამ სინჯარაში ჩაასხით თითო მლ წყალი, სპირტი და ბენზინი, მათში მოათავსეთ დაახლოებით ტოლი ცხიმის ნაჭრები ან რამდენიმე წვეთი მცენარეული ზეთი. დააკვირდით, რა ხდება სინჯარების შენჯღრევის დროს? რომელ სითხეში უფრო უკეთესად იხსნება ცხიმები?

2. სპირტსა და ბენზინში გახსნილი ცხიმის რამდენიმე წვეთი მოათავსეთ ფილტრის ქაღალდზე. რა შეიმჩნევა გამხსნელის აორთქლების შემდეგ?

8. სპინისა და სინთეზური გამრეცხ საშუალებათა თვისებების შედარება

დაამზადეთ გამოხდილ წყალში ჩვეულებრივი სპინისა და „ლოტოსის“ ან სხვა სინთეზური გამრეცხი საშუალების ფხვნილის 25—30 მლ ერთპროცენტული ხსნარები. ორ სინჯარაში 3—3 ან 4—4 მლ ხისტი წყალი. ერთ სინჯარაში წვეთობით დაუმატეთ სპინის ხსნარი, მეორეში — ფხვნილის ხსნარი. თითოეული წვეთის დამატების შემდეგ სინჯარაში მოათავსებული ხსნარი ანჯღრიეთ. რომელ შემთხვევაში დასჭირდება მეტი ხსნარის დამატება მდგრადი ქაფის წარმოქმნამდე? რომელი პრეპარატი არ კარგავს რეცხვის უნარს ხისტ წყალში?

9. გლუკოზის თვისებები

1. სინჯარაში 3—4 წვეთ შაბიამნის ხსნარს დაამატეთ 2—3 მლ მწვავე ნატრიუმის ხსნარი. წარმოქმნილ სპილენძის პიდროქსიდს დაასხით თანაბარი რაოდენობის გლუკოზის ხსნარი და ნარევი შეაწვლიეთ. როგორ შეიცვალა ხსნარის შეფერილობა? რატომ?

2. სინჯარის შიგთავსი ვააცხელეთ. როგორ ცვლილებებს ამჩნევთ? გლუკოზის მოლეკულაში რომელი ფუნქციონალური ჯგუფის არსებობაზე მტკიცებულა ეს ცდა? შეადგინეთ სპილენძის ჰიდროქსიდით გლუკოზის რეაქციის განტოლებები.

3. სუფთა სინჯარაში ჩასხმულ ვერცხლი(I)-ის ოქსიდის დამატებით მისი მოცულობის ნახევარი გლუკოზის ხსნარი. ნარევი ფრთხილად ვააცხელეთ სპირტქურის ალზე (აცხელეთ თანაზომიერად და ნელა). რას ამჩნევთ? ახსენით მომხდარი მოვლენა.

10. საპაროზის ურთიერთმოქმედება ლითონების ჰიდროქსიდებთან

1. სინჯარაში მიიღეთ მცირეოდენი სპილენძი(II)-ის ჰიდროქსიდი, როგორც ეს ზემოთ იყო აღნიშნული. დამატეთ მას საქაროზის (შაქრის) ხსნარი და ნარევი ანჯღრიეთ. როგორ შეიცვალა ხსნარის შეფერილობა. რას მოწმობს ეს?

2. საქაროზის 20-პროცენტთან ხსნარს ქიქში უმატეთ ძალიან მცირე ულუფებოდ კირის რძე (და არა კირწყალი!) და სიბხუს გამოუდებოთ ურიეთ. ხდება თუ არა კირის გახსნა? რატომ?

11. სახამებლის თვისებები

1. სინჯარაში ჩაყარეთ კარგად გასრეხილი სახამებელი, დაასხით წყალი და კარგად ანჯღრიეთ. ნარევი ნელა გადმოსახით წინასწარ გამოადებული ცხელწყლიან ქიქში და კვლავ წამოადუღეთ. შიღება სახამებლის ბუბუკო.

2. სინჯარაში ჩაასხით 2-3 მლ სახამებლის ბუბუკო, განაზავეთ წყლით და დაუმატეთ იოდის სპირტხსნარის ერთი წვეთი. რას ამჩნევთ?

3. ნარევი ვააცხელეთ. რა ცვლილებებს ამჩნევთ? აღდგება თუ არა წინანდელი შეფერილობა ნარევის გაცივების შემდეგ?

4. სინჯარაში ვააცხელეთ სახამებლის ბუბუკო ახლად დალექილ სპილენძი(II)-ის ჰიდროქსიდთან ერთად. ხდება თუ არა სახამებლით სპილენძის ჰიდროქსიდის აღდგენა?

5. კარგად დალექეთ შავი პურის ნაკერი. ნერწყვით დასველებული პური მოათავსეთ სინჯარაში, შიგ ჩამატეთ რამდენიმე წვეთი სპილენძის სულფატის ხსნარი და ტუტის ხსნარები, რომ მიღებული იქნეს სპილენძის ჰიდროქსიდის ნალექი. ნარევი ვააცხელეთ. რას ამჩნევთ? ახსენით დაკვირვების შედეგი.

12. ცილების თვისებები

1. 2 მლ ცილის ხსნარს სინჯარაში დამატეთ რამდენიმე წვეთი კონცენტრირებული აზოტმჟავა. წარმოიქმნება თეთრი ნალექი. ვააცხელეთ სინჯარის შიგთავსი. ცილის ნალექი ყვითლად შეფერადდება. ვააცივეთ ნალექი და ფრთხილად წვეთობით დამატეთ ამიაკის კონცენტრირებული ხსნარი (ჭარბად), ნალექი ნარინჯისფერი გახდება.

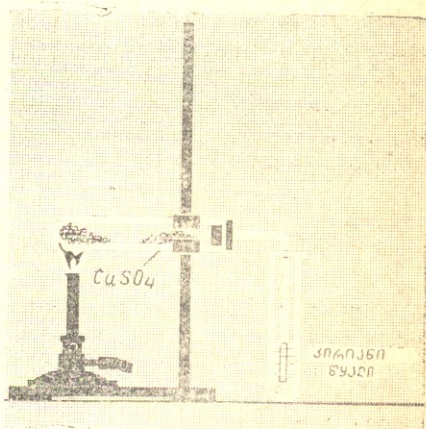
2. კარგად დაქუცმაცებული ცოტაოდენი ხორცი წამოადუღეთ წყალიდან ერთად. სიბხე ვაფილტრეთ ბამბით და შეამოწმეთ ფერადი რეაქციის დახმარებით. მოიპოვება თუ არა ცილა ხსნარში?

3. რომელიმე ქსოვილის რამდენიმე მარცხს მოუვიდეთ ცეცხლად და სუნიან მიხედვით გაარკვიეთ, ბამბისა თუ მატყლის ეს ქსოვილი.

1 ნახშირბადის, წყალბადისა და ქლორის თვისებითი განსაზღვრა
ორგანულ ნივთიერებაებში

1. თხევადი და მყარი ნახშირწყალბადების თვისებითი შედგენილობის დადგენა შეიძლება სპილენძ(II)-ის ოქსიდით მათი დაქანვის გზით.

მშრალ სინჯარაში მოათავსეთ 1 გ სპილენძის ოქსიდის ფხვილი და ძალიან მცირე რაოდენობით (0,2 გ) პარაფინი, ნაეთი ან ვაზელინის ზეთი. სპილენძის ოქსიდი უნდა გაიყვინოს თხევადი ნეთობპროდუქტებით. ამ მიზნით პარაფინიანი სინჯარა უნდა შეთბეს, რომ მყარი ნეთობპროდუქტი გალღვას.



სურ. 59. ნახშირბადისა და წყალბადის თვისებითი განსაზღვრა ნახშირწყალბადებში.

სინჯარა პორიზონტალურად დამაგრეთ შტატივზე. მასში შეიტანეთ მცირეოდენი გაუწყლოებული შაბიამანი და დაახურეთ საცობი გაზსადენი მილით ისე, რომ სპილენძის სულფატის ფხვნილი საცობის ახლოს იყოს. გაზსადენი მილის ბოლო ჩაუშეთ კირწყლიან სინჯარაში (სურ. 59).

ზომიერად გაათბეთ ნარევი. რას ამჩნევთ სინჯარის კედლებზე? რა ცვლილებები ხდება სპილენძის სულფატში და კირიან წყალში?

შეწყვიტეთ ცლა. სინჯარის გაცივების შემდეგ მას მოაცილეთ სპილენძის სულფატი და ამოიღეთ რეაქციის პროდუქტები. რად გარდაიქმნა სპილენძის ოქსიდი ნახშირწყალბადების დაქანვის დროს? რა დასკვნის გამოტანა შეიძლება გამოსაკვლევად აღებული ნეთობპროდუქტების თვისებითი შედგენილობის შესახებ ჩატარებული ცდის საფუძველზე? შეადგინეთ სპილენძის ოქსიდით ნაჯერი ნახშირწყალბადის სრული დაქანვის რეაქციის განტოლება. ნახშირწყალბადისა; რომლის მოლეკულა 14 ატომ ნახშირბადს შეიცავს.

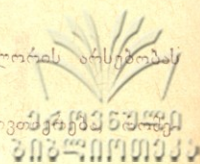
2. ქლორის არსებობა შეიძლება დაადგინოთ ორგანული ნივთიერების სპილენძთან გახურებით. ქლორი სპილენძთან წარმოქმნის აქროლად მარილს, რომელიც ალს დამახასიათებელ მწვანე ფერს აძლევს.

სპილენძის მიფეთქების ბოლო სპირალურად დაახვიეთ და გაავარჯერეთ სანთურის ანუ მანამდე, ვიდრე სპირალისაგან ალი არ შეფერადდება.

შეიტანეთ სპირალი გამოსაკვლევი ნივთიერებებში (მაგალითად, 2—3 წვეთი დიქლორეთანში ან ტეტრაქლორეთანში) და შემდეგ ხელახლა შეუშვირეთ ნათურის ალს.

დააკვირდით ალის მწვანე შეფერვას, რაც აღსტურებს ქლორის არსებობას მოცემულ ორგანულ ნივთიერებაში.

ასეთივე ხერხით შემოწმეთ, შეიცავს თუ არა ქლორს ის ნივთიერება, რომელიც მოგეცა გამოსაკვლევ ნიმუშად.



2. ეთილენის მიღება და ცვლით მასზე

შეადგამეთ განტოლება ეთილენის მიღებისა ეთილის სპირტის გაცხელებით კონცენტრირებულ გოგირდმჟავასთან.

ააწყვეთ ხელსაწყო, როგორც ეს გამოსახულია მე-60 სურათზე, და შემოწმეთ მისი პერმეტულობა. ჩაასხით ფართო სინჯარაში (კოლბაში) 5 მლ მოცემული სპირტის ნარევი გოგირდმჟავასთან (1 მოცულობა სპირტზე 3 მოცულობა გოგირდმჟავა). ნარევი შოთავსეთ ცოთოდენი ქვიშა (იგი წინასწარ უნდა იყოს გამომწვარი) ან პემზა, რათა ავიცილოთ სითხის ბიძგები ადუღებისას. სინჯარას დაუცეთ საცობი გაზგამტარი მილით და დაამაგრეთ შტატივში, როგორც გამოსახულია სურათზე. ნარევი გაცხელეთ (ფრთხილად).

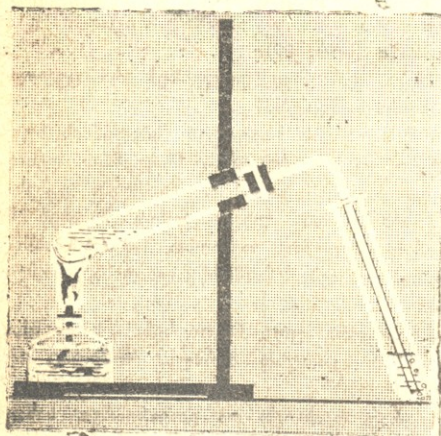
როდესაც დაიწყება რეაქცია, გაზი შეუშვით სინჯარაში, რომელშიც მოთავსებულია 2-3 მლ (მეტე არა) ბრომიანი წყალი, გაზგამტარი მილი მოათავსეთ სინჯარის ძირამდე: ამავე დროს დააკვირდით, რომ ნარევის გაცხელება არ შეწყდეს, წინააღმდეგ შემთხვევაში სითხე სინჯარიდან გადაიღვრება ხელსაწყოში. რა ცვლილებები ხდება ბრომიან წყალში?

ეთილენი გაატარეთ სინჯარაში, რომელშიც მოთავსებულია ასეთივე რაოდენობით კალიუმპერმანგანატის შემყავებული ხსნარი. რა შეინიშნება?

გაზამყვანი მილი ამოიღეთ ხსნარიდან და შეაბრუნეთ ზევით. ანთეთ გამოყოფილი გაზი. მნათი თუ არამნათი ალით იწვის ეთილენი?

ჩააქრეთ სანთურა, ეთილენის გამოყოფა თანდათან შეწყდება.

გამბარტეთ შემჩნეული მოვლენა. შეადგინეთ რეაქციის განტოლება.

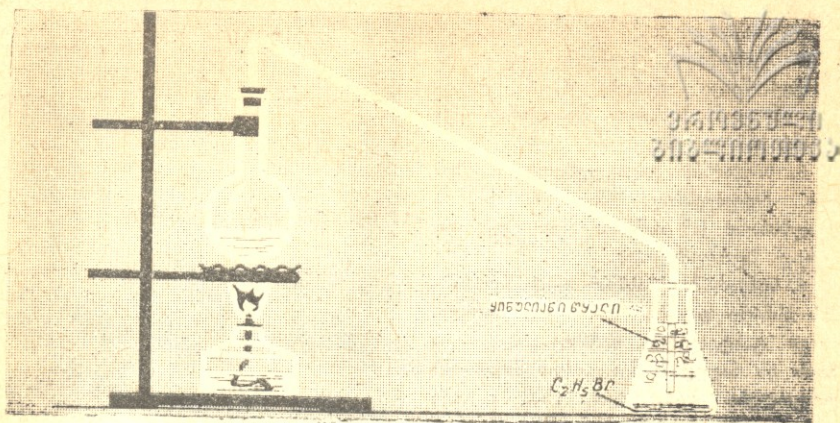


სურ. 60. ეთილენის მიღება.

3. ბრომეთანის მიღება

შეადგინეთ ეთილის სპირტის, გოგირდმჟავასა და ბრომკალიუმის ნარევისაგან ბრომეთანის მიღების რეაქციების განტოლებები.

ცდისათვის მოამზადეთ ხელსაწყო ნ.1-ე სურათის მიხედვით. თუ ლაბორატორიულ მაგიდებთან წყალგაყვანილობა არის, მაშინ უმჯობესია ჰაერმაცივრის ნაცვლად გამოიყენო წყალმაცივარი, ვინაიდან ბრომეთანი აქროლადია (დუღილის ტემპერატურა $38,4^{\circ}\text{C}$) და მისი კონდენსაციისათვის ძლიერ გაცივებაა საჭირო.



სურ. 61. ბრომეთანის მიღება.

50—100 მლ ტევეადობის კოლბაში ჩაასხით ეთილის სპირტისა და კონცენტრირებული გოგირდმჟავას ნარევი (8—10 მლ), წვეთობით თანდათან დაამატეთ 3 მლ წყალი და 5 გ ბრომკალიუმში ან ბრომნატრიუმი.

კოლბას დაუცეთ მაცივარმზრგებული საცობი. მაცივრის ბოლო ჩაუშვით კოლბაში ან სინჯარაში, რომელშიც ყინულისა და წყლის ნარევეა.

ნარევი ფრთხილად გააცხელეთ აზბესტის ბადის გამოყენებით. დააქვირდით ბრომეთანის ორთქლის კონდენსაციას მაცივარში და მძიმე სითხის დაგროვებას მიმღებში წყლის ქვეშ.

როდესაც მიმღებში ზეთისებრი წვეთების გამოყოფა შეწყდება, ის გადადგით და გაცხელება შეწყვიტეთ.

მიმღების შიგთავსი (უყინულოდ!) გადაასხით გამყოფ ძაბრში, დაცადეთ დაწდომა და მოაცილეთ ბრომეთანის ქვედა შრე. მიღებული ნივთიერება ჩააბარეთ მასწავლებელს.

4. კარბონმჟავების მიღება და თვისებები

1. სინჯარაში მოათავსეთ 3—4 გ ნატრიუმის აცეტატი და დაამატეთ დაახლოებით 2—3 მლ კონცენტრირებული გოგირდმჟავა. სინჯარას დაუცეთ საცობი გაზსადენი მილით, რომლის თავისუფალი ბოლო ჩაუშვით ცარიელ სინჯარაში (სურ. 62). ნარევი გაახურეთ სანთურის ალზე იქამდე, ვიდრე სინჯარა-მიმღებში შეგროვდება 1—2 მლ სითხე. მიაქციეთ ყურადღება ძაბრმჟავას სუნს.

2. შეგროვებული მჟავა ორ ნაწილად გაყავით. ერთი ნაწილი შეამოწმეთ ლაქმულის ხსნარით და განეიტრალეთ ტუტით. მეორე ნაწილი ცოთოდენი წყლით განაზავეთ და მიღებულ ხსნარში მოათავსეთ მაგნიუმის ლენტის ნაჭერი ან ფხვნილი. რას ამჩნევთ? შეადგინეთ რეაქციათა განტოლებები.

3. ჩატარეთ ძაბრმჟავას რეაქციები რომელიმე ლითონის ოქსიდთან და მარილთან.

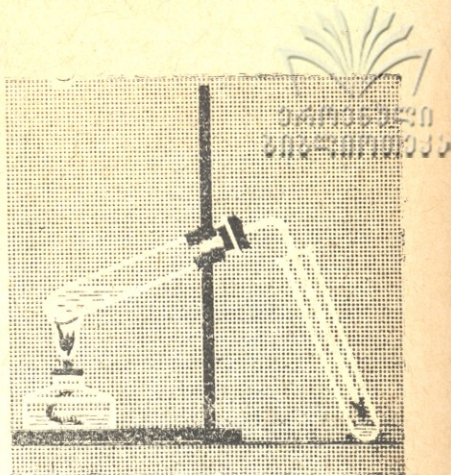
4. შეამოწმეთ, იქანება თუ არა ჰიანჭველმკვავა ვერცხლი(1)-ის ოქსიდის ამიაკიანი ხსნარით. შეადგინეთ რეაქციის განტოლება.

5. სინჯარაში გაცხელებისას დაამზადეთ ჩვეულებრივი საოჯახო სავნის წყალხსნარი (ამ მიზნით იგი დაქვრით წერილ ბურბუშელად).

6. სინჯარაში ჩაასხით 2—3 მლ სავნის ხსნარი და მას დაამატეთ მარილმკვავა ფანტელების წარმოქმნამდე. რა არის ეს ნალექი? შეადგინეთ რეაქციის განტოლება. შეამოწმეთ, იხსნება თუ არა ნალექი ტუტის ხსნარში. ახსენით ეს მოვლენა.

7. 2—3 მლ სავნის ხსნარს სინჯარაში დაამატეთ კალციუმქლორიდის ხსნარი. რას ამჩნევთ? დაწერეთ რეაქციის განტოლება. სავნის როგორი თვისებების ილუსტრირება ხდება ამ რეაქციით?

8. ცდით დაამტკიცეთ, რომ ოლეინმკვავა უჯერი მკვავაა.



სურ. 62. ძმარმკვავის მიღება.

თვისებების ილუსტრირება ხდება ამ რე-

5. მესპერიმენტული ამოცანების ამოხსნა

1. ცდის საშუალებით დაამტკიცეთ, რომ პოლიეთილენის შედგენილობაში შედის ნახშირბადი და წყალბადი.

2. პოლიქლორვინილი (პოლივინილქლორიდი) $(-CH_2-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}-)_n$ გახურებისას იშლება ქლორწყალბადის გამოყოფით. დაამტკიცეთ ეს ცდით.

3. სინჯარაში გააცხელეთ ცოტაოდენი ეთილის სპირტის, კონცენტრირებული გოგირდმკვავას და სუფრის მარილის ნარევი. ანთეთ გამოყოფილი გაზი. უურადლება მიაქციეთ ალის მწვანე შეფერვას. რომელი ნივთიერება იწვის ასეთი ალით?

4. მოცემულია სინჯარები: ა) ეთილის სპირტით, ბ) გლიცერინის ხსნარით, გ) ფენოლის ხსნარით. განსაზღვრეთ თითოეული ნივთიერება ქიმიური ხერხით.

5. სინჯარაში ჩაასხით 1—2 მლ ეთილის სპირტი, დაამატეთ ამდენივე კალიუმპერმანგანატის ხსნარი და რამდენიმე წვეთი გოგირდმკვავა. ნარევი გააცხელეთ რატომ შეიცვალა ხსნარის შეფერილობა? რომელი ნივთიერება შეიგრანობა სუნით?

6. სინჯარებში მოთავსებულია: ა) ჰიანჭველმკვავა, ბ) ძმარმკვავა. ქიმიური ხერხით გარჩევით, რომელ სინჯარაშია ჰიანჭველმკვავა.

7. ცდით დაამტკიცეთ, რომ მოცემული ნივთიერება არის: ა) უჯერი ნახშირწყალბადი, ბ) არომატული ნახშირწყალბადი, გ) მრავალატომიანი სპირტი, დ) ალდეჰიდი, ე) კარბონმკვავა.

8. დაამხასიათებელი რეაქციების დახმარებით მოცემული სამი ნივთიერებიდან განსაზღვრეთ თითოეული: ა) ბენზოლი, ბენზინი (პირდაპირი გამთხდის), კრეკიფ-ბენზინი, ბ) ძმარმკვავა, ფენოლი, ეთილის სპირტი (ხსნარები).



შეადგინეთ ძმარმყავას და ეთილის სპირტისაგან რაჟული ეთერის წარმოქმნის რეაქციის განტოლება.

სამუშაოდ გამოიყენეთ 61-ე სურათზე აღნიშნული ხელსაწყო, რომელიც მოთავსებულია თი დადააკეთებთ ისე, როგორც ქვემოთაა მითითებული.

კოლბაში ჩაასხით ეთილის, ძმარმყავასა და კონცენტრირებული გოგირდმყავას 10 — 12 მლ ნარევი. კოლბას მიუერთეთ წყლის ან ჰაერის მაცივარი, მისი ქვედა ბოლო ჩაუშვით მიმღებში, რომელიც მოთავსებული უნდა იყოს წყლისა და ყინულის ნარევიში. კოლბა ნარევით გააცხელეთ წყლის აბაზანაზე ან აზბესტიან ბადეზე (ფრთხილად!) როდესაც საკმარის რაოდენობით ეთერი დაგროვდება და გამოხდა შენელება, ცდა შეწყვიტეთ.

სპირტისა და მყავას მინარევებისაგან ეთერის გასათავისუფლებლად მიღებულ პროდუქტს დაუმატეთ წყალი და ნარევი შეაწვრიეთ. შემდეგ ის გამოყავით გამოყოფილი ძაბრით.

7. ექსპერიმენტული ამოცანების ამოხსნა

1. მოცემულია სინჯარები: ა) გლიცერინის, ბ) ალდეჰიდის, გ) გლუკოზის ხსნარებით. განსაზღვრეთ თითოეული ნივთიერება ერთი და იგივე რეაქტივებით.
2. ერთ სინჯარაში არის ნეთობისაგან მიღებული მანქანის ზეთი, მეორეში — მცენარეული ზეთი. განსაზღვრეთ ქიმიური ხერხით, რომელში რა ზეთია.
3. ეთილის სპირტისაგან მიიღეთ: ა) მარტივი ეთერი, ბ) ალდეჰიდი, გ) მყავა, დ) რთული ეთერი.
4. ცდით დაამტკიცეთ, რომ ჩვეულებრივი შაქარი ნახშირბადს შეიცავს.
5. ცდით დაამტკიცეთ, რომ: ა) კარტოფილი და თეთრი პური სახამებელს შეიცავს, ბ) მწიფე ვაშლი — გლუკოზას.
6. განსაზღვრეთ დამახასიათებელი რეაქციებით მოცემული სამი ნივთიერებიდან თითოეული: ა) სახამებელი, შაქარი, გლუკოზა, ბ) გლიცერინი, საპონი, სახამებელი (ხსნარება).

8. პლასტმასების გამოცნობა

დანომრილ. პაკეტებში ჩადებულია პლასტმასების ნიმუშები. გამოიყენეთ ქვემოთ მოყვანილი მონაცემები და განსაზღვრეთ რომელ პაკეტში რომელი პლასტმასაა.

პოლიეთილენი. ნახევრადგამჭვირვალე, ელასტიკური, შეხებისას ცხიმოვანი მასალაა. გაცხელებისას რბილდება, ნალღობიდან შეიძლება ძაფების გაჭიმვა. იწვის მოღვრატო ალით და ავრცელებს გამდნარი პარაფინის სუნს. წვას ალის გარეთაც აგრძელებს.

პოლივინილქლორიდი. ელასტიკური ან ხისტი მასალაა. გაცხელებისას სწრაფად რბილდება; იშლება ქლორწყალბადის გამოყოფით. იწვის ჰვარტილიანი ალით; ალის გარეთ არ იწვის.

პოლისტიროლი ($-\text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5)-\text{CH}_2-$)_n შეიძლება იყოს გამჭვირვალე და გაუმ-

ჭვირვალე. ხშირად მსხვრევალია. გაცხელებისას რბილდება. ნალოობიდან შეიძლება იჭიმება ძაფები. ქვარტილიანი ალით იწვის და ავრცელებს სტიროლიან სუნს. ავრცელებს ალის გარეთაც.



პოლიმეთილმეტაკრილატი ($-\text{CH}_2-\text{C}-$)_n. ჩვეულებრივ გამჭვირვალეა, შეი-



ლება სხედასხვა ფერი ჰქონდეს. გაცხელებისას რბილდება, ძაფები არ იჭიმება. იწვის ლურჯი არსიის მქონე ყვითელი ალით და დამახასიათებელი ტკაცუნით, ავრცელებს ეთერის სუნს.

ფენოლფორმალდეჰიდური პლასტმასა. მუქი ტონებისაა (ყავისფერიდან შავამდე). გაცხელებისას იშლება. ძნელად ინთება, ავრცელებს ფენოლის სუნს, ალის გარეთ თანდათან ქრება.

9. ბოჰაკოების გამოცნობა

დანიშნულ პაკეტებში ჩადებულია ბოჰაკოების ნიმუშები. გამოიყენეთ ქეცმოთ-მოყვანილი მონაცემები და განსაზღვრეთ რომელ პაკეტში რომელი ბოჰაკოა.

ბაზა. იწვის სწრაფად და ავრცელებს დამწვარი ქაღალდის სუნს, დაწვის შემდეგ ნატრისფერი ფერული რჩება.

მატული. ნატურალური აბრეშუმი. იწვის ნელა, დამწვარი ბუმბულის სუნით, დაწვის შემდეგ წარმოიქმნება შავი ბურთულა, რომელიც გასრესით ფხვნილად იქცევა.

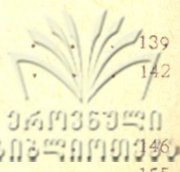
აცეტატური ბოჰაკო. იწვის სწრაფად და წარმოქმნის არამსხვრევად შემლღვალ მუქი მურა ფერის ბურთულას. სხვა ბოჰაკოებისაგან განსხვავებით აცეტონში იხსნება.

კაპრონი. გაცხელებისას რბილდება, შემდეგ დნება, ნალოობიდან შეიძლება ძაფების გაჭიმვა. იწვის და ავრცელებს უსიამოვნო სუნს.

ლავსანი. გაცხელებისას ლღვება, ნალოობიდან შეიძლება ძაფების გაჭიმვა. იწვის ქვარტილიანი ალით და წარმოქმნის მუქ კრიალა ბურთულას.

ს ს რ ჩ ე ვ ი

შესავალი	3
1. ორგანული ნაერთების ქიმიური აღნაგობის თეორია	
§ 1. აღნაგობის თეორიის წინაპირობები	7
§ 2. ქიმიური აღნაგობის თეორია	9
§ 3. იზომერია	13
§ 4. ქიმიური ბმების ელექტრონული ბუნება ორგანულ ნივთიერებებში	16
2. ნაჯერი ნახშირწყალბადები	
§ 5. ნაჯერი ნახშირწყალბადების აღნაგობა	21
§ 6. ნაჯერი ნახშირწყალბადების ქიმიური თვისებები. ჩანაცვლების რეაქციის მექანიზმი	32
§ 7. ნაჯერი ნახშირწყალბადების გამოყენება და მიღება	38
§ 8. ციკლოპარაფინები	41
3. უჯერი ნახშირწყალბადები	
§ 9. ეთილენის რიგის ნახშირწყალბადების აღნაგობა	45
§ 10. ეთილენის რიგის ნახშირწყალბადების ქიმიური თვისებები. მიერთების რეაქციის მექანიზმი	55
§ 11. ეთილენური ნახშირწყალბადების გამოყენება და მიღება	61
§ 12. ცნება მალაქოლექულურ ნაერთებზე	64
§ 13. დიენური ნახშირწყალბადები	70
§ 14. კაჟნიუკი	72
§ 15. აცეტილენი და მისი ჰომოლოგები	80
4. არომატული ნახშირწყალბადები	
§ 16. ბენზოლი	89
§ 17. ბენზოლის ჰომოლოგები	97
§ 18. ნახშირწყალბადების მრავალჯვარობა. ჰომოლოგიური რიგების ურთიერთკავშირი	102
5. ნახშირწყალბადების ბუნებრივი წყაროები	
§ 19. ბუნებრივი და ნავთობის თანხლები გაზები	105
§ 20. ნავთობი. ნავთობპროდუქტები	107
§ 21. ნავთობის გადამუშავება	110
§ 22. კოქსქიმიური წარმოება	118
6. სპირტები და ფენოლები	
§ 23. ნაჯერი ერთატომიანი სპირტების აღნაგობა	123
§ 24. ნაჯერი ერთატომიანი სპირტების ქიმიური თვისებები და გამოყენება	130
§ 25. სპირტები როგორც ნახშირწყალბადების ნაწარმები. ეთანოლის სამრეწველო სინთეზი	136



§ 26. მრავალატომიანი სპირტები	139
§ 27. ფენოლები	142

7. ალდეჰიდები და კარბონმჟავები

§ 28. ალდეჰიდები	155
§ 29. ერთფუძიანი კარბონმჟავები	161
§ 30. ერთფუძიანი კარბონმჟავების წარმომადგენლები	167
§ 31. კვშირი ნახშირწყალბადებს, სპირტებს, ალდეჰიდებსა და მჟავებს შორის	170

8. რთული ეთერები. ცხიმები

§ 32. რთული ეთერები	170
§ 33. ცხიმები	173

9. ნახშირწყლები

§ 34. გლუკოზა	181
§ 35. საქაროზა	186
§ 36. სახამებელი	187
§ 37. ცელულოზა	191

10. ამინები. ამინომჟავები. ცილები

§ 38. ამინები	198
§ 39. ამინომჟავები	204
§ 40. ცილები	211
დასკვნა	222
ლიბორატორიული ცდები	235
პრაქტიკული სამუშაოები	239

მთარგმნელი გ. ჯაფარიძე

რედაქტორი თ. კობერიძე
მხატვრული რედაქტორი ნ. ლაფაჩი
ტექნიკური რედაქტორი ნ. დოგუზაშვილი
უფრ. კორექტორი მ. თდილავეაძე
კორექტორი ქ. ხავთასი
გამომცემი თ. შაქავეარიანი

ИБ № 3020

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 10.02.87. ქაღალდის ზომა $60 \times 90^{1/16}$.
საბეჭდი ქაღალდი № 1. გარნიტურა ვენა. ბეჭდვის სერხი მაღალი.
პირ. საღებავგატარება 16,5. ნაბეჭდი თაბახი $15,5 + 0,25$ ფ. ჩ. $+ 0,25$
ფორზ. სააღრიცხვო-საგამომცემლო თაბახი $13,72 + 0,41$ ფორზ.
ტირაჟი 40.000. შეკვ. № 49

ფასი 90 კპ.

გამომცემლობა «განათლება», თბილისი, ორჯონიკიძის ქ. № 50.
Издательство «Ганатлеба», Тбилиси, ул. Орджоникидзе, 50.

1987

საქართველოს სსრ გამომცემლობათა, პრინტირებისა და წიგნის
ვაჭრობის საქმეთა სახელმწიფო კომიტეტის ბეჭდვითი სიტყვის კომ-
ბინატი, თბილისი, მარჯანიშვილის ქ. № 5.

Комбинат печати Государственного комитета Грузинской ССР
по делам издательства, полиграфии и книжной торговли, Тби-
ლისи, ул. Марджанишвили, 5.

Леонид Александрович Цветков

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Учебник для 10 класса

(на грузинском языке)

ვინ როგორ უვლის სახელმძღვანელოს

№	მოსწავლის სახელი და გვარი	სასწავლო წელი	წიგნის მდგომარეობა	
			წლის დასაწყისში	წლის ბოლოს

30 კბ.

თბილისის
საქართველოს

