

ი. პ. სერია

# საკონკურსო ეგოცანები ქიმიაში

უმაღლეს სასწავლებლებში უმისცვლელთათვის

საკონკურსო ამოცანები ქიმიაში. უმაღლეს სასწავლებლებში შემსვლელთათვის

დამხმარე სახელმძღვანელოში მოცემულია ამოცანები, რომლებიც შეესაბამება მისაღები გამოცდების პროგრამის ძირითად განყოფილებებს. ბევრი ამოცანა ამოხსნილია რ. მ. დენიშე ხერხით, რაც შესაძლებლობას გვაძლევს ამოვიჩიოთ ამოხსნის ყველაზე ხელსაყრელი ხერხი. დამხმარე სახელმძღვანელოში შეტანილია აგრეთვე ამოცანები, რომლებიც ეძლევათ საკონკურსო გამოცდებზე კიევის სახელმწიფო უნივერსიტეტში და რიგ სხვა უმაღლეს სასწავლებლებში. წინამდებარე დამხმარე სახელმძღვანელო შევსებულია მნიშვნელოვანი რაოდენობის ამოცანებით, რომლებიც ეძლევათ უკანასკნელი ათი წლის განმავლობაში ნორჩ ქიმიკოსებს რესპუბლიკურ ოლიმპიადებზე.

დამხმარე სახელმძღვანელო განკუთვნილია უნივერსიტეტების ქიმიისა და ბიოლოგიის ფაკულტეტებზე, პედაგოგიური ინსტიტუტების საბუნებისმეტყველო ფაკულტეტებზე, სამედიცინო და ქიმიურ-ტექნოლოგიურ ინსტიტუტებში შემსვლელთათვის. იგი შეიძლება გამოიყენონ საშუალო სკოლის მასწავლებლებმა, საშუალო სასწავლებლის პედაგოგებმა და აგრეთვე პედაგოგიური ინსტიტუტებისა და უნივერსიტეტების სტუდენტებმა.

С 1802000000 — 331 321—86  
M-102(CB) — 86

© Перевод на русский язык, издательское объединение «Вища школа», 1962, с изменениями

© ქართული თარგმანი, გამომცემლობა „განათლება“, 1986 წ.

ქიმიის თეორიული მასალის დაუფლებისათვის აუცილებელია ვიცოდეთ ამოცანების ამოხსნა, რომლებიც ეხება ქიმიის ყველა დარგს. ამოცანების ამოხსნის ცოდნა შესაძლებლობას აძლევს სკოლების, ტექნიკუმების მოსწავლეებს, აგრეთვე უმაღლესი სასწავლებლების სტუდენტებს ღრმად შეისწავლონ და გაიგონ მრავალი ქიმიური პროცესი და კანონზომიერება.

სამწუხაროდ, ამოცანების ამოხსნას ყოველთვის არ ექცევა საკმაო ყურადღება. უმაღლეს სასწავლებლებში შემსვლელთათვის განკუთვნილ ქიმიის ბევრ დამხმარე სახელმძღვანელოში ამოცანების ამოხსნა განიხილება როგორც მეორეხარისხოვანი საკითხი; ყურადღება არ არის გამახვილებული სხვადასხვა ტიპის ამოცანის თავისებურებებზე და მათი ამოხსნის მეთოდებზე. არასაკმაო ყურადღება ექცევა ამოცანების ამოხსნას უმაღლესი სასწავლებლების პროგრამებშიც. სხვათა შორის ამ საკითხში აბიტურიენტები და ზოგჯერ უმაღლესი სასწავლებლების კურსდამთავრებულებიც მეტად სუსტ მომზადებას ამჟღავნებენ.

წინამდებარე დამხმარე სახელმძღვანელო გვაცნობს სხვადასხვა, ისეთ ამოცანათა ტიპებს და მათი ამოხსნის მეთოდებს, რომლებიც უფრო ხშირად გვხვდება. აქ განხილული ამოცანები მთლიანად მოიკაფენ სასკოლო პროგრამას, ხოლო ზოგიერთი სცილდება ამ პროგრამის საზღვრებს (დამხმარე სახელმძღვანელოში ისინი აღნიშნულია არსკვლავებით).

დამხმარე სახელმძღვანელოს მთელი მასალა გადმოცემულია ცხრა თავში. პირველი ნაწილის თითოეული თავი შეიცავს მცირე თეორიულ რასალას ან პრაქტიკულ დარიგებას, რაც აუცილებელია განსაზღვრული ტიპის ამოცანების ამოხსნისათვის, და ამ ტიპის ამოცანების პირობებს. ამოცანების ამოხსნები მოყვანილია მეორე ნაწილში, მათი პირობებისაგან ცალკე. ეს ამომხსნელს საშუალებას აძლევს შეამოწმოს თავისი შესაძლებლობანი ამოცანების ამოხსნისას, ე. ი. შეუძლია თუ არა მას მიღებული თეორიული ცოდნა გამოიყენოს პრაქტიკულ მოღვაწეობაში. ამომხსნელს შეუძლია მიმართოს ამოხსნილ ამოცანებს აუცილებლობის შემთხვევაში.

უმრავლესი ამოცანისათვის მოყვანილია ამოხსნის რამდენიმე ხერხი. ეს სრულიადაც არ ნიშნავს, რომ ამით ამოიწურება ამა თუ იმ ამოცანის ყველა შესაძლებელი ამოხსნის ხერხი. ამოცანის ამოხსნის ხერხების განლაგების რიგი განპირობებულია მათთან ავტორის

დამოკიდებულებით: პირველად მოცემულია ხერხი, რომელიც, მისი აზრით, საუკეთესოდ ითვლება.

მეათე თავში თავმოყრილია ამოცანებზე დამოუკიდებელი ამოხსნისათვის.

ვიგნის ბოლოს მოთავსებული დანართი ცხრილები შეიცავს მასალას, რომელიც აუცილებელია როგორც განსაზღვრული ტიპის ამოცანების ამოხსნის, ისე ახალი ამოცანების შედგენისათვის, თუ ამომხსნელს დაებადება ასეთი სურვილი.

დამხმარე სახელმძღვანელოში ქიმიური ნაერთების სახელწოდება მოყვანილია საშუალო სკოლაში ამჟამად გამოყენებული ნომენკლატურის შესაბამისად, შეცვლილია მრავალი ამოცანის პირობა, რიტყვები შექლებისამებრ შერჩეულია ისე, რომ მაქსიმალურად შემცირდეს დროის ზარჯი არითმეტიკულ გაანგარიშებაზე. ავტორი ღრმად დაწმუნებულია, რომ დიდი რაოდენობით არითმეტიკული გაანგარიშება სრულიადაც არ უწყობს ხელს ცოდნის გარმავეებას ქიშიაში, აოამედ ამომხსნელის ყურადღებას თითქმის აღუნებს ამოცანის ქიმიური არსის მიმართ.

დამხმარე სახელმძღვანელო შევსებულია რიგი გაძნელებული ამოცანებით, რომლებიც უკანასკნელი ათეული წლის განმავლობაში ნორჩ ქიმიკოსებს ეძლეოდათ რესპუბლიკურ ოლიმპიადებზე, ამ ამოცანების ამოხსნა ურიგდებათ გუნდების მონაწილეებსა და ხელმძღვანელებს, მაგრამ, სამწუხაროდ, ხელმისაწვდომი არ არის ქიმიით დაინტერესებული მოსწავლეებისა და აბიტურიენტების ფართო წრისათვის. ამიტომ ამ ამოცანების დეტალური განხილვა ამოხსნის რამდენიმე ვარიანტის შეთავაზებით, ავტორის აზრით, ძალიან სასარგებლო იქნება.

ავტორი მადლობელია ყველა მკითხველისა, ვინც გამოუგზავნა თავისი შენიშვნები, და მათიც, ვინც გაუგზავნის, მათი თვალსაზრისით, საინტერესო ამოცანებს, რომ შესაძლებელი იყოს მათი გამოყენება შემდგომ გამოცემებში.

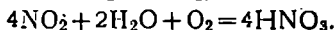
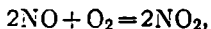
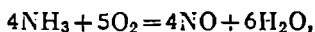
ვიგნის გასაუმჯობესებლად მიმართული ყველა სურვილი, გთხოვთ გამოგზავნოთ მისამართით: 252054, Киев, 54, ул. Гоголевская, 7. Головное издательство издательского объединения «Вища школа».

# ამოცანები

## 1. ქიმიური განტოლებები

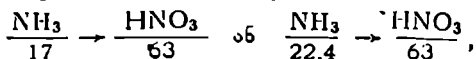
ამოცანების ამოხსნა ქიმიური განტოლებების გამოყენებით ყველაზე გავრცელებულია. ამოცანათა ეს ტიპი გვხვდება ყოველთვის, თუ პირობის მიხედვით მიმდინარეობს ნივთიერებათა ქიმიური გარდაქმნა: ნეიტრალიზაციის, დაშლის, შეერთების, ჩანაცვლების, ორმაგი მიმოცვლის, ჟანგვა-აღდგენითი რეაქციები და ა. შ. ასეთი ტიპის ამოცანების ამოხსნისას საჭიროა სწორად დაიწეროს რეაქციის განტოლება, ნივთიერებათა ფორმულების ქვეშ, რომლებზეც ლაპარაკია ამოცანის პირობაში, მიუწეროთ მოლეკულური მასების სიდიდეები და ამოვხსნათ ამოცანა მოლეკულური სიდიდეების ან პროპორციის მეთოდის გამოყენებით. ამოცანების ამოხსნა მოლეკულური სიდიდეების გამოყენებით ბევრად უფრო იოლი და სასარგებლოა, რადგან ამ დროს ძალიან მცირე დრო იხარჯება არითმეტიკულ სავარჯიშოებზე და ამომხსნელი უფრო სრულ წარმოდგენას ღებულობს განსახილველ რეაქციაში შესაძლებელ გარდაქმნებსა და წარმოქმნილი ნივთიერებების რაოდენობაზე. პროპორციის მეთოდის გამოყენებისას ქიმიური განტოლება, ისევე როგორც მთელი ქიმიური პროცესი, გადაიწვევს მეორე ადგილზე და ამომხსნელის მთელი ყურადღება კონცენტრირებული ხდება მხოლოდ მოლეკულური მასებისა და ამოცანის პირობის მოცემულობათა რიცხობრივ სიდიდეებზე.

თუ ამოცანის პირობით რომელიმე ნივთიერების მიღებას ახლავს რამდენიმე რეაქცია და ამოცანაში მოცემულია მხოლოდ საბოლოო და საწყისი პროდუქტები, მაშინ სრულიად არ არის აუცილებელი რეაქციის ყველა შუალედური სტადიის განტოლების გამოყენება. შეიძლება გამოვიყენოთ საწყისი ნივთიერებების საბოლოო პროდუქტებად გარდაქმნის სქემა. მაგალითად, აზოტმჟავას წარმოებაში ამიაკს წვავენ პლატინის კატალიზატორის თანაობისას. წარმოქმნილი აზოტის მონოქსიდი იჟანგება ჰაერის ჟანგბადით აზოტის დიოქსიდამდე, რომელიც წყალში იხსნება და წარმოქმნის აზოტმჟავას. აზოტმჟავას მიღების მთელი პროცესი ამიაკის კატალიზური დაჟანგვით შეიძლება გამოისახოს შემდეგ რეაქციათა განტოლებებით:



იმისათვის, რომ განვსაზღვროთ აზოტმჟავას რაოდენობა, რომელიც წარმოიქმნა განსაზღვრული რაოდენობით ამიაკის დაწვისას,

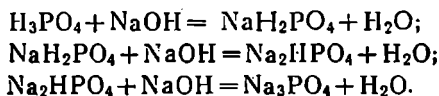
ან ამიაკის რაოდენობა, რომელიც აუცილებელია განსაზღვრული რაოდენობით აზოტმეყავას წარმოებისათვის, სულაც არ არის აუცილებელი ვაწარმოოთ გაანგარიშებანი სამივე განტოლების გამოყენებით. ამისათვის საკმარისია ერთი სქემა:



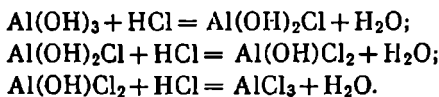
რადგან ამიაკის სრულად გარდაქმნისას აზოტმეყავად 1 მოლი  $\text{NH}_3$ -დან წაოსოიქმნება 1 მოლი  $\text{HNO}_3$ .

მიმოცვლის რეაქციებზე დაფუძნებული ამოცანები უკეთესია ამოიხსნას მოლური სიდიდეების გამოყენებით: თუ ცნობილია მორეაგირე ნივთიერებების მოლების რაოდენობა, მაშინ რეაქციის განტოლებიდან ძალიან ადვილად განისაზღვრება რეაქციაში შესულ ნივთიერებათა მოლების რაოდენობა და რეაქციის პროდუქტთა მოლების რაოდენობა. ამ შემთხვევაში არითმეტიკული მოქმედება შემოიფარგლება ნივთიერების მოლების გარდაქმნით გრამებად.

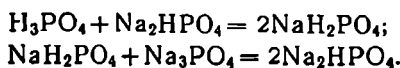
ნეიტრალიზაციის რეაქციებზე დაფუძნებული ამოცანები სხვებისაგან იმით განსხვავდება, რომ ასეთი რეაქციების დროს მორეაგირე ნივთიერებათა რაოდენობაზე დამოკიდებულებით წარმოიქმნება სხვადასხვა პროდუქტი. მაგალითად, ტუტით ფოსფორმეყავას ნეიტრალიზაციისას ტუტისა და მეყავას მოლურ თანფარდობაზე დამოკიდებულებით წარმოიქმნება რეაქციის ასეთი პროდუქტები:



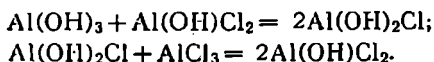
ანალოგიურად მიმდინარეობს მრავალატომიანი ფუძის ნეიტრალიზაციის პროცესი:



საჭიროა გვახსოვდეს, რომ მეყავას ან ფუძის არასრულ ნეიტრალიზაციის დროს წარმოიქმნება ნარევი ორი ნაერთისა, რომლებიც ერთმეორედ გარდაიქმნებიან. მაგალითად, ფოსფორმეყავას ნეიტრალიზაციის დროს შეიძლება წარმოიქმნას ნარევები  $\text{H}_3\text{PO}_4$  და  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  და  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  და  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  და  $\text{NaOH}$ . არ შეიძლება წარმოიქმნას ნარევები  $\text{H}_3\text{PO}_4$  და  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  ან  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  და  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ , რადგან ისინი რეაგირებენ ერთმანეთთან:



სწორედ ასევე მკვავათი ფუძის თანდათანობითი ნეიტრალიზაციის დროს არ წარმოიქმნება ნარევები  $Al(OH)_3$  და  $Al(OH)Cl_2$  ან  $Al(OH)_2Cl$  და  $AlCl_3$ :



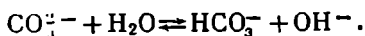
ნეიტრალიზაციის რეაქციებზე დამყარებული ამოცანების ამოხსნისას ნათელი წარმოდგენა უნდა გექონდეს მარილთა ჰიდროლიზზე. მარილები ხსნარებში, როგორც წესი, კარგად დისოცირდებიან. ერთდროულად დისოცირდება წყალიც, თუმცა უმნიშვნელო რაოდენობით. სუსტი მკვავების ანიონები მიიერთებენ წყალბადის იონებს და აღიღებენ ჰიდროქსილ-იონების კონცენტრაციას, ხოლო სუსტი ფუძეების კატიონები იერთებენ ჰიდროქსილ-იონებს და აღიღებენ წყალბადის იონთა კონცენტრაციას.

ჰიდროლიზი არის წყალთან ნივთიერების ურთიერთქმედება, რის შედეგადაც წარმოიქმნება სუსტად დისოცირებული მკვავები ან ფუძეები, ან ისინივე და სხვები. ძლიერი მკვავებისა და ძლიერი ფუძეების მარილები ჰიდროლიზს არ განიცდიან, რადგან ისინი არ წარმოქმნიან სუსტად დისოცირებულ ფუძეებს. სუსტი ფუძისა და ძლიერი მკვავას მარილი ჰიდროლიზდება ასეთი სქემით:



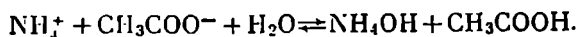
ხსნარს აქვს მკვავე რეაქცია.

სუსტი მკვავასა და ძლიერი ფუძის მარილი ჰიდროლიზს განიცდის შემდეგი სქემით:



ხსნარს აქვს ტუტე რეაქცია.

სუსტი ფუძისა და სუსტი მკვავას მარილი ჰიდროლიზს განიცდის შემდეგი სქემით:



ხსნარს შეიძლება ჰქონდეს მკვავე, ტუტე ან ნეიტრალური რეაქცია მკვავასა და ფუძის ძალაზე დამოკიდებულებით: თუ მკვავა უფრო ძლიერია, მაშინ ხსნარის რეაქცია იქნება მკვავე, თუ ფუძე უფრო ძლიერია — მაშინ ტუტე რეაქცია, მაგრამ თუ მათი ძალა დაახლოებით ერთნაირია, ხსნარის რეაქცია ნეიტრალური იქნება.

ამ ტიპის ამოცანების ამოხსნისას სარგებლობენ განზომილების ერთეულებით, რომლებიც მოცემულია ამოცანის პირობაში. კილოვ-

რამების გრამებში ან მილილიტრების ლიტრებში გარდაქმნას მივყავართ აუცილებლობამდე — ვისარგებლოთ ძალიან დიდი ან ძალიან მცირე რიცხვებით, რაც იწვევს დამატებით სიძნელეებს.

### ამოცანათა პირობები

4.1/ განსაზღვრეთ მადანში დოლომიტის  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$  პროცენტული შემცველობა, თუ მისი 40 გ დაშლით გამოიყოფა 8,96 ლ  $\text{CO}_2$  (ნ. პ.).

4.2/ ხსნარს, რომელიც შეიცავდა 19,32 გ კალიუმის კარბონატს, მიუმატეს ხსნარი, რომელიც შეიცავდა 12,6 გ აზოტმჟავას. განსაზღვრეთ წარმოქმნილი მარილების შედგენილობა.

4.3/ კალიუმის პერმანგანატის თერმული დაშლისას წარმოიქმნება კალიუმის მანგანატი  $\text{K}_2\text{MnO}_4$ , მანგანუმის დიოქსიდი  $\text{MnO}_2$  და ჟანგბადი. განსაზღვრეთ 1,25% მინარევების შემცველი 12,8 გ კალიუმის პერმანგანატის დაშლის დროს გამოყოფილი ჟანგბადის მოცულობა (ნ. პ.).

4.4/ 21% მინერალური მინარევების შემცველი 40 გ კალიუმის პერმანგანატის დაშლის დროს წარმოიქმნა 37,44 გ მყარი ნაშთი განსაზღვრეთ მისი შედგენილობა.

4.5/ ბერთოლეს მარილისა და კალიუმის ქლორიდის 20 გ ნარევის დაშლისას წარმოიქმნა 12,32 გ კალიუმის ქლორიდი. განსაზღვრეთ აღებული ნარევის პროცენტული შედგენილობა.

4.6/ ვერცხლის ნიტრატის ხსნარში ჩაძირეს 80 გ მასის მქონე სპილენძის ფირფიტა. ვერცხლის სრული გამოძევების შემდეგ ფირფიტის მასა გაიზარდა 7,6%-ით. განსაზღვრეთ ხსნარში შემცველი ვერცხლის რაოდენობა.

4.7/  $\text{CO}_2$ -ის გატარებისას წყლიან სუსპენზიაში, რომელიც შეიცავდა 50 გ  $\text{CaCO}_3$ , მისი ნაწილი გადავიდა ხსნარში. განსაზღვრეთ მყარ ფაზაში დარჩენილი კარბონატის რაოდენობა, თუ რეაქციაში შევიდა 8,96 ლ  $\text{CO}_2$  (ნ. პ.).

4.8/ სუსპენზიაში, რომელიც შეიცავს 7,4 გ ჩამქრალ კირს, გაატარეს 8 ლ გაზთა ნარევი, რომელიც შეიცავდა 39,2% ნახშირორჟანგს. განსაზღვრეთ წარმოქმნილი  $\text{CaCO}_3$ -ის რაოდენობა  $\text{CO}_2$ -ის სრული შთანთქმის შემდეგ.

4.9/ ეთილენთან ბენზოლის ურთიერთმოქმედებისას უწყლო ალუმინქლორიდის  $\text{AlCl}_3$  თანაობისას წარმოიქმნება ეთილბენზოლი  $\text{C}_6\text{H}_5\text{—C}_2\text{H}_5$ . განსაზღვრეთ წარმოქმნილი პროდუქტების შედგენილობა, თუ რეაქციისათვის აღებული იყო 776 კგ ბენზოლი და 200 მ ეთილენი (ნ. პ.) და რეაქციაში შევიდა 89,6% ეთილენი.

4.10/ ბერთოლეს მარილის გახურებისას მისი ნაწილი იშლება ჟანგბადის გამოყოფით, ხოლო ნაწილი —  $\text{KCl}$  და  $\text{KClO}_4$  წარმოქმნით. განსაზღვრეთ მარილის შემცველობა, თუ მისი 100 გ დაშლის დროს გამოიყოფა 10,6 გ  $\text{O}_2$  (ნ. პ.).



საზღვრეთ ნაშთის მასა და შედგენილობა, თუ 88,2 გ. ბერთოლეს მარილის გახურებისას წარმოიქმნა 13,44 ლ ჟანგბადი (ნ. პ.).

† 11/5,88 გ ფოსფორმჟავას შემცველ ხსნარს დაუმატეს 8,4 გ მწვავე კალიუმის შემცველი ხსნარი. განსაზღვრეთ ხსნარის მთლიანად აორთქლებისას მიღებული ნალექის შედგენილობა.

† 12/ ხსნარს, რომელიც შეიცავდა 11,9 გ ვერცხლის ნიტრატს, დაუმატეს 2,67 გ ალუმინის ქლორიდის შემცველი ხსნარი. ნალექი გაფილტრეს და ფილტრატი ააორთქლეს. განსაზღვრეთ წარმოქმნილი ვერცხლის ქლორიდის რაოდენობა, მასა და ფილტრატის აორთქლების შემდეგ ნაშთის შედგენილობა, თუ წარმოიქმნება ალუმინის ნიტრატის კრისტალჰიდრატი  $Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ .

† 13/ ხსნარს, რომელიც შეიცავდა 7,84 გ ქრომის სულფატს, დაუმატეს 16,64 გ ბარიუმის ქლორიდის შემცველი ხსნარი, წარმოქმნილი ბარიუმსულფატის ნალექი გაფილტრეს, ხოლო ფილტრატი ააორთქლეს. განსაზღვრეთ ნალექის რაოდენობა, აგრეთვე აორთქლების შემდეგ ნაშთის მასა და შედგენილობა, თუ მარალები კრისტალჰიდრატებია ( $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ ,  $CrCl_3 \cdot 6H_2O$  და  $Cr_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ ).

† 14/ ხსნარს, რომელიც შეიცავდა 9,84 გ კალციუმის ნიტრატს, დაუმატეს 9,84 გ ნატრიუმის ფოსფატის შემცველი ხსნარი. წარმოქმნილი ნალექი გაფილტრეს, ხოლო ფილტრატი ააორთქლეს. განსაზღვრეთ რეაქციის პროდუქტთა რაოდენობა და ფილტრატის აორთქლების შემდეგ მათი შედგენილობა, თუ ჩავთვლით, რომ წარმოიქმნება უწყლო მარილები.

† 15/ ხსნარს, რომელიც შეიცავდა 22,2 გ კალციუმის ქლორიდს, დაუმატეს 12,72 გ ნატრიუმის კარბონატის შემცველი ხსნარი. წარმოქმნილი ნალექი გაფილტრეს და ფილტრატი ააორთქლეს. განსაზღვრეთ წარმოქმნილი მარილების შედგენილობა.

× 16/ განსაზღვრეთ 40% თუთიის შემცველი თუთიის ნაწვეის რაოდენობა და 2N გოგირდმჟავას ხსნარის მოცულობა, რომელიც აუცილებელია 130 გ/ლ თუთიის შემცველი 300 მ<sup>3</sup> ელექტროლიტის დასამზადებლად.

† 17/ ხსნარში, რომელიც შეიცავდა 9,4 გ სპილენძის ნიტრატსა და 9,75 გ ვერცხლისწყლის ნიტრატს, მოათავსეს 50 გ მასის მქონე კადმიუმის ფირფიტა. რამდენი პროცენტით გაიზარდა ფირფიტის მასა კადმიუმით სპილენძისა და ვერცხლისწყლის სრული გამოძევების შემდეგ იმ პირობით, რომ სპილენძი და ვერცხლისწყალი სრულად შეკავდება ფირფიტაზე?

† 18/ მახვიანის ხსნარში კადმიუმის ფირფიტის ჩაშვებისას მისი მასა შემცირდა. 3 გ-ით. განსაზღვრეთ ხსნარში გადასული კადმიუმის რაოდენობა.

† 18/ ხსნარში, რომელიც შეიცავდა 15,4 გ კადმიუმის კრისტალჰიდრატს  $Cd(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ , მოათავსეს თუთიის ფირფიტა. რამდენიმე ხრის შემდეგ ფირფიტა ამოიღეს ხსნარიდან, გარეცხეს, გააშრეს და აწონეს. მისი მასა გაიზარდა 0,94 გ-ით. ხსნარი ფრთხილად ააორთქლეს კადმიუმისა  $Cd(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$  და თუთიის  $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$  კრისტალჰიდრატების წარმოქმნამდე. განსაზღვრეთ კრისტალჰიდრატების ნაშთის შედგენილობა.

‡ 20/ ხსნარში, რომელიც შეიცავდა 8,32 გ კადმიუმის სულფატს, ჩაუშვეს თუთიის ფირფიტა. კადმიუმის მთლიანად გამოყოფის შემდეგ ფირფიტის მასა გაიზარდა 2,35%-ით. განსაზღვრეთ თუთიის ფირფიტის მასა.

‡ 21/ ხსნარში, რომელიც შეიცავდა 3,2 გ უწყლო სპილენძის სულფატსა და 6,24 გ უწყლო კადმიუმის სულფატს, ჩაუშვეს თუთიის ფირფიტა. განსაზღვრეთ, რამდენით გაიზარდება ფირფიტის მასა. თუ ხსნარიდან მთლიანად გამოვაძევებთ სპილენძსა და კადმიუმს.

‡ \*22/ ხსნარს, რომელიც შეიცავდა 19,44 გ კალციუმის ჰიდროკარბონატს, დაუმატეს 20,52 გ ალუმინის სულფატი. განსაზღვრეთ წარმოქმნილი ნალექის შედგენილობა და ხსნარში დარჩენილი მარილების რაოდენობა, თუ ჩავთვლით, რომ კალციუმის სულფატი მთლიანად ილექება.

† 23/ რამდენი ფოსფორმეჯავს განეიტრალება არის აუცილებელი, რომ წარმოიქმნას 2 გ ნატრიუმის დიჰიდროფოსფატი და 4,26 გ ჰიდროფოსფატი?

‡ 24/ რა რაოდენობით უნდა მიუმატოთ მწვავე ნატრიუმი 5,88 გ ფოსფორმეჯავს, რომ წარმოიქმნას 2,84 გ ნატრიუმის ჰიდროფოსფატი და 6,56 გ ფოსფატი?

† 25/ გოგირდმეჯავს ხსნარს მიუმატეს მწვავე ნატრიუმი. წარმოიქმნა 3,6 გ ნატრიუმის ჰიდროსულფატი და 2,84 გ სულფატი. განსაზღვრეთ, ხსნარში რამდენი იყო გოგირდმეჯავა და რამდენი მწვავე ნატრიუმი დაამატეს.

‡ 26/ 15,04 გ სპილენძის ნიტრატის ნაწილობრივი თერმული დაშლით წარმოიქმნა 8,56 გ მყარი ნაშთი. განსაზღვრეთ სპილენძის ნიტრატის დაშლის ხარისხი და მიღებული ნაშთის შედგენილობა.

† 27/ განსაზღვრეთ მარილების შედგენილობა, რომლებიც წარმოიქმნება 3,2 გ მწვავე ნატრიუმის შემცველ ხსნარში 1,568 ლ  $CO_2$ -ის (ს. პ.) გატარებით.

† 28/ ხსნარს, რომელიც შეიცავდა 8 გ სპილენძის სულფატს, მიუმატეს 4,68 გ ნატრიუმის სულფიდის შემცველი ხსნარი. სპილენძის სულფიდის ნალექი გაფილტრეს, ზოლო ფილტრატი ააორთქლეს.

განსაზღვრეთ წარმოქმნილი სპილენძის სულფიდის რაოდენობა და ნაშთის შედგენილობა ფილტრატის აორთქლების შემდეგ.

\*29/ განსაზღვრული რაოდენობით მეაუნმეაევას დაეანგვისათვის გოგირდმეაევას გარემოში დახარჯეს 6,32 გ კალიუმის პერმანგანატი. წარმოქმნილი ნახშირორჟანგი გაატარეს ხსნარში, რომელიც შეიცავდა 8,8 გ მწვავე ნატრიუმს. როგორი მარილები და რა რაოდენობით წარმოიქმნება ხსნარში?

\*30/ ნეიტრალურ გარემოში ტოლუოლის დაეანგვისას კალიუმის პერმანგანატით წარმოიქმნება მანგანუმის დიოქსიდი და ბენზომეაევა. განსაზღვრეთ წარმოქმნილი ბენზომეაევას რაოდენობა, თუ მანგანუმის დიოქსიდის აღდგენისათვის გოგირდმეაევას გარემოში დაიხარჯა 60,8 გ რკინის (II) სულფატი. (ჩათვალეთ, რომ მთელი კალიუმის პერმანგანატი იხარჯება მხოლოდ ტოლუოლის დაეანგვაზე).

+ 31/ მწვავე კალიუმის შემცველ ხსნარში 60 ლ გაზის გატარებისას წარმოიქმნა 2,07 გ კალიუმის კარბონატი და 6 გ ჰიდროკარბონატი. განსაზღვრეთ გაზში ნახშირბადის დიოქსიდის პროცენტული შემცველობა.

+ 32/ რა მოცულობით აირადი პენტანი (ნ. პ.) დაუწვავთ, თუ 22,2 გ ჩამქრალი კირის შემცველი ხსნარით ნახშირბადის დიოქსიდის შთანთქმისას წარმოიქმნა 20 გ კალციუმის კარბონატი და 16,2 გ ჰიდროკარბონატი?

\*33/ ხისტ წყალს, რომელიც შეიცავს კალციუმის ჰიდროკარბონატს, მიუმატეს 30,4 გ რკინის (II) სულფატი და ჩაბერეს ჰაერი. ჰარბი გოგირდმეაევას ნეიტრალიზაციისათვის მიუმატეს ხსნარი, რომელიც შეიცავდა 1,36 გ ამიაკს. წარმოქმნილი ნალექი გაახურეს. განსაზღვრეთ ნალექის მასა და შედგენილობა (ჩათვალეთ, რომ კალციუმის სულფატი მთლიანად ილექება).

\*34/ დაწვეს 5,6 ლ ბუტანი (ნ. პ.) და წარმოქმნილი  $\text{CO}_2$  გაატარეს ხსნარში, რომელიც შეიცავდა 102,6 გ ბარიუმის ჰიდროქსიდს. განსაზღვრეთ, რომელი მარილები წარმოიქმნა და რა რაოდენობით?

\*35/ ხსნარს, რომელიც შეიცავდა 3,17 გ ქრომის (III) ქლორიდს, მიუმატეს 3,4 გ ამონიუმის სულფატის შემცველი ხსნარი. წარმოქმნილი ნალექი გაფილტრეს და გაახურეს. განსაზღვრეთ ნალექის მასა გახურების შემდეგ, და აგრეთვე რომელ მარილებსა და რა რაოდენობით შეიცავდა ფილტრატი.

36/ გამოითვალეთ რკინის ალმადანის სადღელამისო ხარჯი ქარხანაში, რომელიც უშვებს ყოველ დღე-ღამეში 2500 ტ გოგირდმეაევას 70%-იან ხსნარს, თუ ალმადანი შეიცავს 95% რკინის დისულფიდს. ხოლო ნამწვში რჩება ალმადანში არსებული გოგირდის 0,5%.

37/ იონთმიმოცვლის სვეტში, რომელიც გავსებულია  $\text{H}^+$  კატიონ-

ნიტით (წყალბადური ფორმის კათიონიტით), გაატარეს 40 მლ სპილენძის სულფატის ხსნარი. სვეტიდან გამოსული 40 მლ ხსნარის ნეიტრალიზაციაზე დაიხარჯა 32 მლ მწვევე კალიუმის 0,125 M ხსნარი. განსაზღვრეთ სპილენძის სულფატის პირვანდელი ხსნარის მოლური კონცენტრაცია.

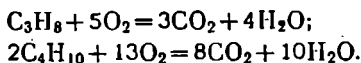
38/ ნატრიუმისა და კალიუმის ბრომიდების ნარევეს იყენებენ მედიცინაში ნერვული სისტემის მოშლის დროს. გამოთვალეთ ბრომის იონების რაოდენობა, რომელიც მიეწოდება ორგანიზმს სადესერტო კოვზით (10 მლ) ხსნარის მიღებისას. მისი 1 ლ შეიცავს 30, გ მთიფებულ მარილებს.

39/ 5,28 გ ამონიუმის სულფატის გახურებით მიღებული გაზი გაატარეს 200 მლ ფოსფორმჟავას 0,25 M ხსნარში. განსაზღვრეთ მიღებული ხსნარის შედგენილობა.

40/ განსაზღვრეთ იზოამილაცეტატის (სიმკვრივე 0,876 გ/სმ<sup>3</sup>) ლიტრების რაოდენობა, რომელიც შეიძლება მივიღოთ 3,03% მინარევების შემცველი 330 კგ კალციუმის კარბიდიდან, და ჭარბი იზოამილის სპირტიდან, თუ ეთერის გამოსავალი 75%-ს შეადგენს.

### 17/ რაქციონი აირად მდგომარეობაში

ამოცანების ამოხსნისას, რომლებშიც ყველა კომპონენტი აირად მდგომარეობაშია, არ ღირს ვისარგებლოთ მოლური მოცულობით (22,4 ლ), ვინაიდან კოეფიციენტები რეაქციის კომპონენტებთან გვიჩვენებს, როგორი მოცულობითი თანაფარდობით შედიან რეაქციაში ისინი. თუ რომელიმე კომპონენტი მყარ ან თხევად მდგომარეობაშია, უნდა გამოვიყენოთ მოლური მოცულობა. მაგალითად, პროპანის ან ბუტანის წვის რეაქციებისათვის.



კოეფიციენტები 1 და 5, 2 და 13 გვიჩვენებენ, როგორი მოცულობითი თანაფარდობით შედიან რეაქციაში ნახშირწყალბადები ჟანგბადთან, ხოლო კოეფიციენტები 3 და 4, 8 და 10 გვიჩვენებენ, როგორი მოცულობითი თანაფარდობით არიან რეაქციის პროდუქტები ორთქლ-აირად ფაზაში. თუ ამოცანაში მოცემულია, რომ წყალი კონდენსირდება (გადადის თხევად მდგომარეობაში), მაშინ ასეთი გაანგარიშებები არ არის ხელსაყრელი, რადგან 1 ლ პროპანის დაწვისას წარმოიქმნება 4 ლ წყლის ორთქლი, და არა წყალი. ამიტომ თხევად მდგომარეობაში წარმოქმნილი წყლის ორთქლის გამოსათვლელად უნდა ვისარგებლოთ მოლური მოცულობით.

თუ პროცესი არ მიმდინარეობს ნორმალური პირობების დროს

(ამას ადგილი აქვს თითქმის ყოველთვის), მაშინ უნდა ვიცოდეთ გაანგარიშების ჩატარება რეაქციის სხვადასხვა პერობისათვის. ამისათვის მიზანშეწონილია ვისარგებლოთ მენდელეევი-კლაპეირონის განტოლებით:

$$Vp = \frac{m}{M} RT,$$

სადაც  $V$  — გაზის მოცულობა, ლ, მლ, სმ<sup>3</sup>;  $p$  — წნევა, Па, ატმ;  $m$  — გაზის მასა, გ;  $M$  — გაზის მოლეკულური მასა;  $T$  — ტემპერატურა, K;  $R$  — გაზის მუდმივა, რომელიც ტოლია 0,082 ლ·ატმ/(მოლი·გრად) ან 8,3143 ჯ/(მოლი·K).

ამ განტოლების გამოყენებით ყოველთვის შეიძლება დავიყვანოთ გაზი ნორმალურ პირობებამდე. ეს განტოლება აუცილებელია მაშინ, როდესაც რეაქცია არ მიმდინარეობს ნორმალური პირობების დროს და ამოცანების ამოხსნისას იყენებენ მოლურ მოცულობას (22,4 ლ), როგორც ერთი მოლი გაზის მოცულობას ნორმალური პირობების დროს, ე. ი. როდესაც რეაქციის კომპონენტები სხვადასხვა აგრეგატულ მდგომარეობაში. თუ ყველა კომპონენტი აირადია, მაშინ სისტემის დაყვანა ნორმალურ პირობებზე არ არის აუცილებელი, რადგან გაზების გაფართოება ან შეკუმშვა მათ ბუნებაზე არ არის დამოკიდებული. სისტემის ტემპერატურის, მოცულობის ან წნევის შეცვლისას პირობები იცვლება ყველა გაზისათვის ერთნაირად.

ამოცანების ამოხსნისას, სადაც კომპონენტად ჰაერია, მისი შედგენილობა უნდა ჩავთვალოთ ასე: 20% ჟანგბადი და 80% აზოტი (მოცულობით).

#### ამოცანათა პირობები

† 41/ განსაზღვრეთ 60% აზოტის, 30% ჟანგბადისა და 10% ნახშირორჟანგის შემცველ გაზთა ნარევის სიმკვრივე წყალბადის მიმართ.

† 42/ განსაზღვრეთ ჟანგბადისა და ჰაერის (ნ. პ.) მოცულობა, რომელიც აუცილებელია 600 გ 85% ოქტანისა და 15% ჰექსანის შემცველი ნახშირწყალბადის ნარევის დასაწვავად.

† 43/ განსაზღვრეთ ჟანგბადის რაოდენობა, რომელიც აუცილებელია 20 ლ CO და H<sub>2</sub> ნარევის დასაწვავად, თუ მისი სიმკვრივე წყალბადის მიმართ 62-ის ტოლია.

† 44/ განსაზღვრეთ CO და CO<sub>2</sub> შემცველ გაზთა ნარევის პროცენტული შედგენილობა, თუ მისი სიმკვრივე წყალბადის მიმართ 18,8-ის ტოლია.

† 45/ განსაზღვრეთ 40% ნახშირორჟანგის, 30% ნახშირბადის მო-

ნოქსიდისა და 30% აზოტის შემცველ გაზთა ნარევის სიმკვრივე წყალბადის მიმართ.

64. 20 მლ აცეტილენისა და აზოტის ნარევს მიუმატებს 60 მლ ჟანგბადი. რეაქციის შემდეგ ნარევის მოცულობა აღმოჩნდა 56 მლ-ის ტოლი. განსაზღვრეთ საწყის გაზთა ნარევის პროცენტული შედგენილობა (მოცულობით).

65. განსაზღვრეთ 70% ნახშირბადის მონოქსიდისა და 30% დი-ოქსიდის შემცველ გაზთა ნარევის სიმკვრივე ჰაერის მიმართ.

48. 2,8 ლ (ნ. პ.) პროპილენის, ბუტილენისა და ბუტანის შემცველი გაზთა ნარევის გატარებისას ბრომიან წყალში, რეაქციაში შევიდა 16 გ ბრომი. განსაზღვრეთ ჟანგბადისა და ჰაერის მოცულობები, რომლებიც აუცილებელია 20 ლ ამ ნარევის დასაწვავად, თუ მისი სიმკვრივე წყალბადის მიმართ 26,1-ის ტოლია.

49. ევლიომეტრში დაწვეს აზოტის, წყალბადისა და ჟანგბადის შემცველი 20 ლ გაზთა ნარევი. ნარევის სიმკვრივე წყალბადის მიმართ 14,0-ის ტოლია. წყლის კონდენსაციისა და გაზთა ნარევის საწყის პირობებზე დაყვანის შემდეგ მისი მოცულობა 17 ლ-ის ტოლი იყო. წარმოქმნილ ნარევს დაუმატეს 50 მლ ჰაერი და კვლავ დაწვეს. ნარევის მოცულობა არ შეიცვალა. განსაზღვრეთ აღებულ გაზთა ნარევის პროცენტული შედგენილობა.

66. განსაზღვრეთ ჟანგბადის (ნ. პ.) მოცულობა, რომელიც საჭიროა  $47^{\circ}\text{C}$  და 4 ატმ. წნევაზე გაზომილი 41 ლ ბუტანის დასაწვავად.

67. განსაზღვრეთ ნახშირბადის მონოქსიდისა და ჰაერის შემცველ გაზთა ნარევის პროცენტული შედგენილობა, თუ მისი 8,683 გ 5 ატმ და  $-47^{\circ}\text{C}$ -ზე იკავებს 1,6 ლ მოცულობას.

68. წყალბადის, მეთანისა და ნახშირბადის მონოქსიდისაგან შედგენილ გაზთა ნარევს აქვს 1,715 გ/ლ სიმკვრივე 2 ატმ წნევისა და  $0^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურაზე. 4 მოცულობა ნარევის სრული წვისათვის აუცილებელია 19 მოცულობა ჰაერი (ნ. პ.). განსაზღვრეთ აღებულ ნარევის პროცენტული შედგენილობა.

69. 40 მლ აზოტისა და აზოტის მონოქსიდის ნარევის 65 მლ ჰაერთან შერევის შემდეგ მიღებული ნარევის მოცულობამ შეადგინა 100 მლ. განსაზღვრეთ აღებული და მიღებული ნარევის პროცენტული შედგენილობა.

70. აზოტწყალბადის ნარევის კონტაქტურ აპარატში გატარებით რეაქციაში შევიდა 10% აზოტი. განსაზღვრეთ კონტაქტური აპარატიდან გამოსულ გაზთა ნარევის პროცენტული შედგენილობა.

71. გოგირდოვანი გაზის დასაქვანგავ საკონტაქტო აპარატს აწვდიან ჰაერის ნარევს 10% გოგირდოვან გაზთან. განსაზღვრეთ საკონტაქტო

აპარატიდან გამოსული გაზების პროცენტული შედგენილობა, თუ გოგირდოვანი გაზი დაიქანა მთლიანად.

† 53/ განსაზღვრეთ ენგბადის მოცულობა, რომელიც აუცილებელია 80 ლ ნახშირბადის მონოქსიდისა და დიოქსიდის ნარევის დასაწვავად, თუ მათი  $7,2$  გ  $27^{\circ}\text{C}$  და  $3$  ატმ წნევის დროს იკავებს  $2,05$  ლ მოცულობას.

† 54/ განსაზღვრეთ  $60$  მლ ნახშირბადის მონოქსიდის,  $40$  მლ აზოტის მონოქსიდისა და  $120$  მლ ჰაერის შერევით გაზთა ნარევის პროცენტული შედგენილობა.

† 55/  $50$  მლ აზოტის მონოქსიდისა და აზოტის ნარევის  $25$  მლ ჰაერთან შერევის შემდეგ გაზთა მოცულობამ შეადგინა  $70$  მლ. მიღებულ ნარევს დაუმატეს კიდევ  $145$  მლ ჰაერი, რის შემდეგ ნარევის მოცულობამ შეადგინა  $200$  მლ. განსაზღვრეთ ნარევიში აზოტის მონოქსიდისა და აზოტის, აგრეთვე გაზთა ნარევის პროცენტული შედგენილობა მათი ჰაერთან პირველი და მეორე შერევის შემდეგ.

† 56/  $4$  ატმ წნევის ქვეშ და  $0^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურაზე აღებული  $2$  ლ მეთანისა და პროპანის ნარევის დასაწვავად დაიხარჯა  $155$  ლ (ნ. პ.) ჰაერი. განსაზღვრეთ ნარევის პროცენტული შედგენილობა.

† 57/ წყალბადის მისაღებ აპარატში გაატარეს ნახშირბადის მონოქსიდისა და წყლის ორთქლის ნარევი  $1:5$  თანაფარდობით. განსაზღვრეთ ნახშირბადის მონოქსიდის გარდაქმნის ხარისხი და წარმოქმნილი ნარევის შედგენილობა, თუ საკონტაქტო აპარატიდან მისი გამოსულის შემდეგ იგი შეიცავს  $5\%$  ნახშირბადის მონოქსიდს.

† 58/  $40$  ლ პროპანისა და მეთანის ნარევის დაწვისათვის დახარჯეს  $170$  ლ ენგბადი. განსაზღვრეთ აღებული ნარევის შედგენილობა.

† 59/ წყალბადის მისაღებ საკონტაქტო აპარატში გაატარეს  $160$  ლ ნახშირბადის მონოქსიდი და  $600$  ლ წყლის ორთქლი (ნ. პ. გადაანგარიშებით). განსაზღვრეთ წარმოქმნილი ნარევის შედგენილობა, თუ მისი  $14$  ლ-ის გატარებისას ტუტის ხსნარში წარმოიქმნა  $4,24$  გ ნატრიუმის კარბონატი და  $3,36$  გ ჰიდროკარბონატი.

† 60/ წყალბადის მისაღებ საკონტაქტო აპარატში გაატარეს ნახშირბადის მონოქსიდისა და წყლის ორთქლის  $600$  მ<sup>3</sup> ნარევი  $1:5$  თანაფარდობით. წყლის კონდენსაციის შემდეგ გაზთა ნარევის მოცულობამ შეადგინა  $160$  მ<sup>3</sup>. განსაზღვრეთ ნახშირბადის მონოქსიდის გარდაქმნის ხარისხი.

† 61/  $900$  მლ ჰაერთან აზოტის მონოქსიდის ნარევი შეიცავდა  $62,23\%$  აზოტს. რეაქციის შემდეგ აზოტის შემცველობა გაიზარდა  $70\%$ -მდე. განსაზღვრეთ ნარევის პროცენტული შედგენილობა რეაქციამდე და რეაქციის შემდეგ.

† 62/ მეთანის წყლის ორთქლთან კონეერსიის (გარდაქმნის) აპარატს

მაწოდეს მათი ნარევი  $\text{CH}_4:\text{H}_2\text{O} = 1:3$  თანაფარდობით. განსაზღვრეთ ლორმალურ პირობებზე დაყვანილი წარმოქმნილ გაზთა ნარევის პროცენტული შედგენილობა, თუ რეაქციაში შევიდა 80% მეთანი.

66. ევლიომეტრში დაწვეს 100 მლ წყალბადის, მეთანისა და ენგბადის ნარევი. წელის ორთქლის კონდენსაციისა და საწყის პირობებზე გაზის დაყვანის შემდეგ წარმოქმნილი ნარევის მოცულობა 35 მლ-ის ტოლი იყო. ნახშირბადის დიოქსიდის ტუტით მთანთქმის შემდეგ საშთის მოცულობა 25 მლ-ის ტოლი გახდა და მასში მბუუტავი კვარი ანთება. განსაზღვრეთ აღებული ნარევის შედგენილობა.

67. 50 ლ მეთანისა და ეთანის ნარევის დაწვისას წარმოიქმნა 60 ლ  $\text{CO}_2$ . განსაზღვრეთ აღებული ნარევის პროცენტული შედგენილობა.

68. 20 ლ პროპანისა და ბუტანის ნარევის დაწვისას დაიხარჯა 124 ლ ენგბადი. განსაზღვრეთ აღებული ნარევის პროცენტული შედგენილობა.

69. 11,2 ლ პროპან-ბუტანის ნარევის (ნ. პ.) დაწვისას წარმოქმნილი ნახშირბადის დიოქსიდი გაატარეს ნატრიუმის ტუტის ხსნარში, რის შედეგადაც წარმოიქმნა 95,4 გ ნატრიუმის კარბონატი და 84 გ ჰიდროკარბონატი. განსაზღვრეთ პროპან-ბუტანის ნარევის პროცენტული შედგენილობა.

70. 20 ლ (ნ. პ.) აზოტის დიოქსიდისა და აზოტის ნარევის გატარებისას ნატრიუმის ტუტის ხსნარში წარმოიქმნა ნატრიუმის ნიტრიტი და ნიტრატი. ნატრიუმის ნიტრიტის ნიტრატამდე დაქანგვაზე გოგირდმკავა გარემოში დაიხარჯა 12,64 გ კალიუმის პერმანგანატი. განსაზღვრეთ აღებული ნარევის პროცენტული შედგენილობა.

71. განსაზღვრეთ 10% ოზონის შემცველი ოზონირებული ენგბადის მოცულობა, რომელიც საჭიროა 42 ლ პროპანის დაწვისათვის.

72. 73,6 გ ქალკობირიტის  $\text{CuFeS}_2$  დაწვისას 400 ლ ჰაერში (ნ. პ.) წარმოიქმნა  $\text{Cu}_2\text{S}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  და  $\text{SO}_2$ . განსაზღვრეთ წარმოქმნილ გაზთა ნარევის პროცენტული შედგენილობა.

73. განსაზღვრეთ გოგირდოვანი ანჰიდრიდის პროცენტული (მოცულობით) შემცველობა გაზში, რომელიც მიღებულია გოგირდის აღმადანის გამოწვისას ერთნახევარჯერ ჰარბ ჰაერში (ნ. პ.).

74. ევლიომეტრში ააფეთქეს 500 მლ ჰაერის ნარევი 20 მლ ეთანისა და ბუტანის ნარევთან, რომლის სიმკვრივე წყალბადის მიმართ 17,8-ის ტოლია. განსაზღვრეთ წარმოქმნილი გაზების ნარევის შედგენილობა. როგორ შეიცვლება წნევა ევლიომეტრში, თუ რეაქციამდე პირობები ნორმალური იყო?



ეკვივალენტი — ეს არის ნივთიერების ისეთი წონითი რაოდენობა, რომელსაც განსაზღვრულ ქიმიურ რეაქციებში შეძლია ჩაინაცვლოს, გამოაძვეოს ან მიიერთოს წყალბადის 1 წ. ნ., ენგბადის 8 წ. ნ., ან სხვა ელემენტის ეკვივალენტური რაოდენობა. ეკვივალენტური მასა — ეს არის ნივთიერების გრამების რაოდენობა, რომელიც რიცხობრივად მისი ეკვივალენტის ტოლია.

ეკვივალენტი  $\mathfrak{Q}$ , ატომური მასა  $A$  და ვალენტობა  $n$  ასეთ თანაფარდობაშია:

$$\mathfrak{Q} = \frac{A}{n}$$

იონის ეკვივალენტი (კატიონის ან ანიონის) მისი მასის მუხტზე განაყოფის ტოლია.

მჟეავას ეკვივალენტი ტოლია მისი მოლეკულური მასის განაყოფისა მჟეავას ფუძიანობაზე ან წყალბადისა და მჟეავური. ნაშთის ეკვივალენტების ჯამისა. მაგალითად, გოგირდმჟეავას მოლეკულური მასა 98-ის ტოლია, ფუძიანობა 2. მისი ეკვივალენტი ტოლი იქნება  $\frac{98}{2} = 49$ , ან  $1+48=49$ , სადაც 1 წყალბადის ეკვივალენტია, ხოლო 48 — მჟეავური ნაშთის ეკვივალენტი.

ფუძის ეკვივალენტი ტოლია. მისი მოლეკულური მასის განაყოფისა ფუძის ჰიდროქსილის ჯგუფების რაოდენობაზე ან ელემენტის ეკვივალენტების, რომლიდანაც წარმოქმნილია ფუძე, და ჰიდროქსილის ჯგუფის ჯამისა. მაგალითად, კალციუმის ჰიდროქსიდის მოლეკულური მასა 74-ის ტოლია, მას აქვს ორი ჰიდროქსილის ჯგუფი, მაშასადამე, მისი ეკვივალენტი ტოლია  $\frac{74}{2} = 37$  ანუ  $20 + 17 = 37$ , სადაც 20 კალციუმის ეკვივალენტია, ხოლო 17 — ჰიდროქსილის ჯგუფის ეკვივალენტი.

მარილის ეკვივალენტი ტოლია მისი მოლეკულური მასის განაყოფისა მარილში ლითონის ატომების რაოდენობასა და მისი ვალენტობის ნამრავლზე, ან ლითონისა და მჟეავური ნაშთის ეკვივალენტების ჯამისა. მაგალითად, ალუმინის სულფატის მოლეკულური მასა 342-ის ტოლია, ერთი მოლეკულა შეიცავს სამეკვივალენტიანი ალუმინის 2 ატომს,

მაშასადამე, ამ მარილის ეკვივალენტი ტოლია  $\frac{342}{6} = 57$  ან  $9 + 48 = 57$ , სადაც 9 ალუმინის ეკვივალენტია, ხოლო 48 — მჟეავური ნაშთის ეკვივალენტი.

ქანგვა-აღდგენით რეაქციებში ნივთიერების ეკვივალენტი ტოლია მისი მოლეკულური მასის განაყოფისა ამ ნივთიერების ერთი მოლეკულის მიმართ რეაქციაში მონაწილე ელექტრონების რიცხვზე. მაგალითად, კალიუმის პერმანგანატით დაქანგვისას შევე გარემოში მანგანუმი აღდგება და მისი დაქანგვლობის ხარისხი იცვლება +7-დან +2-მდე, ე. ი. მისი ერთი ატომი იერთებს 5 ელექტრონს. რამდენადაც კალიუმის პერმანგანატის მოლეკულა შეიცავს მანგანუმის მხოლოდ ერთ ატომს, კალიუმის პერმანგანატის ეკვივალენტი  $\frac{M_{KMnO_4}}{5}$ -ის

ტოლია. კალიუმის პერმანგანატით ნეიტრალურ გარემოში დაქანგვისას მანგანუმის დაქანგვლობის ხარისხი იცვლება +7-დან +4-მდე, ე. ი. მანგანუმის ერთი ატომი იერთებს მხოლოდ 3 ელექტრონს და კალიუმის პერმანგანატის ეკვივალენტი  $\frac{M_{KMnO_4}}{3}$ -ის ტოლია.

თუ რეაქციაში მონაწილეობას ღებულობს აირადი ნივთიერება, აუცრლებელი არ არის მოცულობითი ერთეულები გადავიყვანოთ წონითში: შეიძლება ვისარგებლოთ ე. წ. ეკვივალენტური მოცულობით (ანალოგიურად მოლური მოცულობისა). მოლური მოცულობა — ეს არის მოცულობა, რომელსაც იკავებს 1 მოლი აირადი ნივთიერება ნორმალურ პირობებში. ყველა გაზისათვის იგი 22,4 ლ-ის ტოლია. ეკვივალენტური მოცულობა ეს არის მოცულობა, რომელსაც იკავებს 1 ეკვივალენტი აირადი ნივთიერება. რამდენადაც სხვადასხვა გაზების 1 მოლი შეიცავს ეკვივალენტების სხვადასხვა რიცხვს, ამიტომ სხვადასხვა გაზებისათვის ეკვივალენტური მოცულობა არაერთნაირი იქნება, წყალბადისა და ჰალოგენების ეკვივალენტები მათი ატომური მასების ტოლია. რადგან მათი მოლეკულები შედგება ორი

ატომისაგან, ამიტომ  $\vartheta = \frac{M}{2}$ , ხოლო მათი ეკვივალენტური მოცულობა ტოლია  $\frac{22,4}{2} = 11,2$  ლ მოლისა. ქანგბადისათვის  $\vartheta = \frac{M}{4}$ , ხო-

ლო ეკვივალენტური მოცულობა ტოლი იქნება  $\frac{22,4}{4} = 5,6$  ლ/მოლი. ან სიდიდებით სარგებლობა. ხელსაყრელია ამოცანების ამოხსნის დროს.

ყველა ნივთიერება რეაგირებს ეკვივალენტური რაოდენობებით, რაც საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ რეაქციაში შესული ნივთიერებებისა და რეაქციის პროდუქტთა რაოდენობები. თუ, მაგალითად, შევას ნეიტრალიზაციაზე დაიხარჯა 0,2 ეკვივალენტი ტუტამ, მაშინ შევააც რეაქციაში შესულია აგრეთვე 0,2 ეკვივალენტი, ან თუ

რეაქციაში შევიდა დამყანგავის ეკვივალენტების განსაზღვრული რაოდენობა, მაშინ რეაქციაში შესულა აღმდგენის ეკვივალენტების ასეთივე რაოდენობა. ლაბორატორიაში ამზადებენ ე. წ. ნორმალური კონცენტრაციის ხსნარს, რომლის 1 ლ შეიცავს ეკვივალენტების განსაზღვრულ რაოდენობას. მუავას ნეიტრალიზაციაზე განსაზღვრული ნორმალური კონცენტრაციის ხსნარში იხარჯება ამავე მოცულობის ისეთივე ნორმალური კონცენტრაციის ხსნარი.

აირადი ნივთიერებების მოლეკულური მასის განსაზღვრისათვის უფრო ხშირად სარგებლობენ ერთი აირის სიმკვრივით მეორის მიმართ. აირის სიმკვრივე წყალბადის, ჰაერის ან ჰელიუმის მიმართ — ეს არის მათი მოლეკულური მასების თანფარდობა:

$$d_{H_2} = \frac{M_x}{M_{H_2}}; \quad d_1 = \frac{M_x}{M_1}; \quad d_{He} = \frac{M_x}{M_{He}},$$

საიდანაც

$$M_x = d_{H_2} M_{H_2} = 2d_{H_2}; \quad M_x = d_1 M_1 = 29d_1;$$

$$M_x = d_{He} M_{He} = 4d_{He}.$$

სითხეებისა და აირადი ნივთიერებების მოლეკულური მასა შეიძლება განესაზღვროთ მენდელეევ-კლაპეირონის განტოლების გამოყენებით, თუ გავზომავთ ნივთიერების მოცულობასა და წნევას სხვადასხვა ტემპერატურაზე (თხევადი ნივთიერებებისათვის — მათი დუღილის ტემპერატურაზე უფრო მაღალ ტემპერატურაზე):

$$Vp = \frac{m}{M} RT,$$

საიდანაც

$$M = \frac{mRT}{Vp},$$

სადაც  $m$  ნივთიერების მასაა;  $R$  — აირის მუდმივა;  $T$  — ტემპერატურა;  $V$  — აირის მოცულობა მოცემულ პირობებში;  $p$  — გაზის წნევა.

მოლეკულური ფორმულის განსაზღვრისათვის ხშირად საჭიროა ვიცოდეთ მოლეკულური მასა. ნივთიერების მოლეკულური ფორმულის განსაზღვრა — ეს ნიშნავს მოქმედნით თანფარდობა იმ ელემენტების ატომებს შორის, რომლებსიგანაც შედგება ამ ნივთიერების მოლეკულა.

## ამოცანათა პირობები

75/ წყალში 1,6 გ ლითონის განსნისას გამოიყო 0,896 ლ (ნ. კ.) წყალბადი. განსაზღვრეთ ლითონის ეკვივალენტი.

76/ 1,89 გ მჟავას ნეიტრალიზაციაზე დაიხარჯა 60 მლ 0,5 N მწვავე კალიუმის ხსნარი. განსაზღვრეთ მჟავას ეკვივალენტი.

77/ 21 გ აზოტმჟავას ნეიტრალიზაციაზე დაიხარჯა 50 გ ლითონის ჰიდროქსიდი. განსაზღვრეთ ლითონის ეკვივალენტი.

78/ ხსნარში მწვავე ნატრიუმის ნეიტრალიზაციაზე დაიხარჯა 40 მლ 0,2 N მარილმჟავას ხსნარი. განსაზღვრეთ მწვავე ნატრიუმის შემცველობა ხსნარში.

79/ 5,64 გ ლითონის ნიტრატის დამუშავებისას გოგირდმჟავათი წარმოიქმნა 4,8 გ მისი სულფატი. განსაზღვრეთ ლითონის ეკვივალენტი.

80/ 4,32 გ ლითონის დამუშავებისას ქლორით წარმოიქმნა 21,36 გრამი მისი ქლორიდი. განსაზღვრეთ ლითონის ეკვივალენტი.

† 81/ ლითონის ერთი და იგივე რაოდენობა უერთდება 1,42 გ ქლორს და 1,92 გ მჟავურ ნაშთს. განსაზღვრეთ მჟავას ეკვივალენტი და სახელწოდება.

† 82/ 15 გ ლითონის კარბონატის დაშლისას წარმოიქმნა 8,4 გ მისი ოქსიდი. განსაზღვრეთ ლითონის ეკვივალენტი.

83/ დ. ი. მენდელეევის პერიოდული სისტემის მეექვსე ჯგუფის ელემენტის მიერ წარმოქმნილი 5,8 გ მჟავას ნეიტრალიზაციაზე დაიხარჯა 40 მლ 2N მწვავე ნატრიუმის ხსნარი. განსაზღვრეთ მჟავას ეკვივალენტი და სახელწოდება.

† 84/ ხსნარში, რომელიც შეიცავდა 2,24 გ ლითონს სულფატის სახით, ჩაუშვეს თუთიის ფირფიტა. ლითონის სრული გამოყოფის შემდეგ ფირფიტის მასა გაიზარდა 0,94 გ-ით. განსაზღვრეთ ლითონის ეკვივალენტი.

85/ განსაზღვრეთ კრისტალიზაციური წყლის მოლეკულების რაოდენობა კალციუმის ქლორიდის კრისტალჰიდრატში, თუ 4,44 გ მისი უწყლო მარილი წარმოქმნის 8,76 გ კრისტალჰიდრატს.

86/ ხსნარში, რომელიც შეიცავდა 10,88 გ სულემას, ჩაუშვეს სპილენძის ფირფიტა. მთელი ვერცხლისწყლის გამოძევების შემდეგ ფირფიტის მასა გაიზარდა 13,7%-ით. განსაზღვრეთ ჩაშვებული ფირფიტის მასა.

† 87/ ორმუხტიანი იონების წარმომქმნელი ლითონისაგან დამზადებული და ერთნაირი მასის ორი ფირფიტა მოათავსეს — ერთი სპილენძის სულფატის ხსნარში, მეორე — ვერცხლისწყლის სულფატის ხსნარში. რამდენიმე ხნის შემდეგ სპილენძის სულფატის ხსნარში ჩაშვებული ფირფიტის მასა შემცირდა 3,6%-ით, ხოლო მეორე ფირ-

ფიტის მასა გაიზარდა 6,675%-ით. ორივე ხსნარის მოლური კონცენტრაციის შემცირება ერთნაირი იყო. განსაზღვრეთ ლითონის ეკვივალენტი და სახელწოდება.

88/ 1,02 გ ნივთიერების დასაუენგად გოგირდმეყავა გარემოში დაიხარჯა 1,896 გ კალიუმის პერმანგანატი. განსაზღვრეთ ამ ნივთიერების ეკვივალენტი.

89/ დახურულ ჭურჭელში 0,24 გ ლითონის დაწვისას წარმოიქმნა მისი ოქსიდი და ნორმალურ პირობებზე დაყვანილი გაზის მოცულობა შემცირდა 112 მლ-ით. განსაზღვრეთ ლითონის ეკვივალენტი.

90/ 20 მლ რკინის (II) სულფატის ხსნარის გატიტრებისათვის გოგირდმეყავა გარემოში დაიხარჯა 30 მლ კალიუმის პერმანგანატის 0,1N ხსნარი. განსაზღვრეთ გახსნილი რკინის აქასპის  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  რაოდენობა, თუ წარმოიქმნა 300 მლ ხსნარი, რომლიდანაც 20 მლ დაიხარჯა გატიტვრაზე.

91/ 2,88 გ ნივთიერების დაწვისას წარმოიქმნა 4,88 ლ (ნ. პ.) ნახშირბადის დიოქსიდი და 4,32 გ წყალი. განსაზღვრეთ ნივთიერების მოლეკულური ფორმულა.

92/ განსაზღვრეთ ლითონის ეკვივალენტი, თუ მისი 2 გ-ის გახსნისას გოგირდმეყავაში წარმოიქმნა 6 გ მისი სულფატი.

93/ 1,84 გ ორგანული ნივთიერების დაწვისას წარმოიქმნა 1,344 გ (ნ. პ.)  $CO_2$  და 1,44 გ წყალი. განსაზღვრეთ ნივთიერების მოლეკულური ფორმულა.

94/ 6,62 გ მძიმე ლითონის ნიტრატის თერმული დაშლისას გამოიყო 1,12 ლ (ნ. პ.) აზოტის დიოქსიდისა და ენგბადის ნარევი. განსაზღვრეთ ლითონის ნიტრატის მოლეკულური ფორმულა.

95/ ორგანული ნივთიერება შეიცავს 85,71% ნახშირბადსა და 14,29% წყალბადს. განსაზღვრეთ ნივთიერების მოლეკულური ფორმულა, თუ მისი 42 გ  $127^{\circ}C$  და 5 ატმ წნევისას იკავებს 3,28 ლ მოცულობას.

96/ განსაზღვრეთ ლითონის ეკვივალენტი, თუ ქლორი, რომელიც გამოყოფილია 6,96 გ მანგანუმის დიოქსიდზე კონცენტრირებული მარილმეყავას მოქმედებისას ამ ლითონთან წარმოქმნის 7,6 გ ქლორიდს.

97/ ხსნარი, რომელიც შეიცავდა სტიროლს  $C_6H_5CH=CH_2$ , მიუმატეს 60 მლ ბრომის  $2N$  ხსნარი. რამდენიმე ხნის შემდეგ მას მიუმატეს ჰარბად კალიუმბიოდიდი, ხოლო კალიუმბიოდიდის ჰარბ ბრომთან რეაქციის შედეგად გამოყოფილი იოდი გატიტრეს ნატრიუმის თიოსულფატის ხსნარით. იოდის გატიტვრაზე დაიხარჯა 20 მლ ნატ-

რიუმის თიოსულფატის 0,1N ხსნარი. განსაზღვრეთ სტიროლის შემცველობა ხსნარში.

98/ 48,3 გ ნატრიუმის სულფატის კრისტალჰიდრატის გავარვარებისას წარმოიქმნა 21,3 გ უწყლო მარილი. განსაზღვრეთ ნატრიუმის სულფატის კრისტალჰიდრატის შედგენილობა.

99/ განსაზღვრეთ ლითონის ეკვივალენტი, თუ 6,8 გ მისი ოქსიდის აღდგენისას აუცილებელია იმდენი წყალბადი, რამდენიც წარმოიქმნებოდა მარილმჟავაში 13 გ თუთიის გახსნის დროს.

100/ 1,44 გ ნივთიერების დაწვისას წარმოიქმნა 0,53 გ სოდა, 1,456 ლ  $\text{CO}_2$  (ნ. პ.) და 0,45 გ წყალი. განსაზღვრეთ ნივთიერების მოლეკულური ფორმულა.

101/ 6,3 გ ნივთიერების დაწვისას წარმოიქმნა 1,59 გ სოდა, 2,07 გ პოტაში, 2,016 ლ  $\text{CO}_2$  (ნ. პ.) და 1,08 გ წყალი. განსაზღვრეთ ნივთიერების მოლეკულური ფორმულა.

102/ 0,54 გ ლითონის გახსნისას მარილმჟავაში წარმოიქმნა 200 მლ მისი ქლორიდის 0,1 M ხსნარი. განსაზღვრეთ, რომელი ლითონი იქნა გახსნილი?

103/ 4,8 გ ლითონის ოქსიდის აღდგენაზე დაიხარჯა 2,016 ლ წყალბადი (ნ. პ.). წარმოქმნილი ლითონის გახსნისას მარილმჟავაში გამოიყო 1,344 ლ წყალბადი (ნ. პ.). განსაზღვრეთ უცნობი ლითონი.

104/ ქლორით გავსებულ დახურულ ჭურჭელში დაწვეს უცნობი ლითონის რაღაც რაოდენობა, რის შედეგადაც წარმოიქმნა 32,5 გ მისი ქლორიდი, ხოლო ქლორის მოცულობა შემცირდა 6,72 ლ-ით (ნ. პ.). განსაზღვრეთ, რომელი ლითონი დაწვეს.

105/ 20 გ მასის მქონე სპილენძის ფირფიტა ჩაუშვეს ვერცხლისწყლის ნიტრატის ხსნარში. მისი მასა გაიზარდა 2,74 გ-ით. შემდეგ ფირფიტა გააცხელეს და მან მიიღო საწყისი სახე. განსაზღვრეთ, როგორ იცვლება ამ დროს ფირფიტის მასა.

106/ დ. ი. მენდელეევის პერიოდული სისტემის მეშვიდე ჯგუფის ელემენტის მიერ წარმოქმნილი 8,04 გ მჟავას ნეიტრალიზაციაზე დაიხარჯა 40 მლ მწვავე ნატრიუმის 2 N ხსნარი. განსაზღვრეთ უცნობი მჟავა.

107/ 5,36 გ თუთიის, ალუმინისა და უცნობი ლითონის შენადნობის გახსნისას მარილმჟავას ხსნარში გამოიყო 2,912 ლ წყალბადი (ნ. პ.), ხოლო ამავე რაოდენობით ტუტის ხსნარში გახსნისას გამოიყო 2,24 ლ წყალბადი (ნ. პ.) და წარმოიქმნა 1,68 გ უხსნადი ნაშთი. განსაზღვრეთ უცნობი ლითონი.

ჟანგვა-აღდგენითი ეწოდება რეაქციებს, რომლებსაც თან სდევს ცალკეული ელემენტების ვალენტური მდგომარეობის ცვლილება.

ჟანგვა ეს არის ატომების ან იონების მიერ ელექტრონების გაცემის პროცესი, აღდგენა — ეს არის ატომის ან იონის მიერ ელექტრონების მიერთების პროცესი. რამდენადაც ერთი ელემენტის ატომები ან იონები იერთებენ ელექტრონებს, რომლებსაც გასცემენ სხვა ელემენტის ატომები ან იონები, ამიტომ ჟანგვის პროცესს ყოველთვის თან ახლავს აღდგენის პროცესი.

ჟანგვა-აღდგენითი პროცესის დროს ელექტრონები ყოველთვის არ გადადიან ერთი ელემენტის ატომებიდან მეორის ატომებისაკენ. კოვალენტური ბმების წარმოქმნისას მიმდინარეობს მხოლოდ ელექტრონული სიმკვრივის გადაწევა ერთ-ერთი ატომის მხარეზე; თუ ერთ-ერთი ატომის ელექტრონული სიმკვრივე იზრდება, მაშინ მეორისათვის ის უნდა შემცირდეს.

მჟანგავი — ეს არის ატომი ან იონი, რომელიც იერთებს ელექტრონებს. აღმდგენი — ეს არის ატომი ან იონი, რომელიც გასცემს ელექტრონებს. ამ დროს მჟანგავი აღდება, ხოლო აღმდგენი — იჟანგება.

ელექტრონის უარყოფითი მუხტის გამო დაჟანგვისას ელემენტის ვალენტობა იზრდება (აღგებრულად), ხოლო აღდგენისას — მცირდება.

ვალენტობა — ეს არის ელემენტის ატომში გაუწყვილებელი ელექტრონების რაოდენობა, რომლებიც მონაწილეობენ ქიმიური ბმების წარმოქმნაში. ატომური მასა, ეკვივალენტი და ვალენტობა ასეთ დამოკიდებულებაშია:

$$n = \frac{A}{9}.$$

იონური ბმის მქონე ნაერთებში განსაზღვრავენ არა მარტო ვალენტობას, არამედ მის ნიშანსაც. მაგალითად, კალიუმქლორიდის მოლეკულაში კალიუმის ვალენტობა +1-ის ტოლია, ხოლო ქლორის —1. ასეთ ვალენტობას ელექტროვალენტობას უწოდებენ. იონურ ნაერთებში ელემენტის ელექტროვალენტობა გამოისახება ელექტრონების რაოდენობით, რომლებსაც ატომი გასცემს ან მიიერთებს.

კოვალენტური ბმის მქონე ნაერთების წარმოქმნისას ხშირად უნდა დავუსვათ ვალენტობის ნიშანი. თუმცა ასეთ შემთხვევებში ვალენტობის ნიშნის განსაზღვრა სავსებით პირობითია, მაგრამ ის ძალიან ხელსაყრელია კოეფიციენტების შერჩევისას ჟანგვა-აღდგენით რეაქციებში. კოვალენტური ბმის მქონე ნაერთებში განსაზღვრავენ

არა ვალენტობას, არამედ დაქანგულობის ხარისხს, რომელიც ითვლება უფრო ზოგად ცნებად, ვიდრე ელექტროვალენტობა. მაგალითად, მოლეკულებში  $H_2O$ ,  $CO_2$ ,  $N_2$  იონები არ არის, ამიტომ ამ შემთხვევაში შეიძლება ვილაპარაკოთ არა ელემენტების ელექტროვალენტობაზე, არამედ დაქანგულობის ხარისხზე.

დაქანგულობის ხარისხი გამოისახება ელექტრული მუხტის სიდიდით, თუ დავუშვებთ, რომ ელექტრონები ქიმიური ბმის წარმოქმნისას მთლიანად ეკუთვნიან უფრო ელექტროუარყოფით ატომებს, ე. ი. ატომების დაქანგულობის ხარისხი ნაერთებში იონის მუხტის ტოლია, თუ დავუშვებთ, რომ მოლეკულა მთლიანად შედგება იონებისაგან.

ელემენტის ატომის დაქანგულობის ხარისხის სიდიდე შეიძლება მისი ვალენტობის სიდიდის ტოლი იყოს, ან შეიძლება არც იყოს ტოლი იმიტომ, რომ დაქანგულობის ხარისხი არ ითვალისწინებს ერთი და იგივე ელემენტის ატომებს შორის წარმოქმნილი ელექტრონული წყვილების რაოდენობას.

ქანგვა-აღდგენითი რეაქციების განტოლებების დაწერისას საჭიროა სწორად განისაზღვროს იმ ელემენტების დაქანგულობის ხარისხი, რომლებშიც ის იცვლება. ნაერთში ელემენტების დაქანგულობის ხარისხის განსაზღვრისას აუცილებელია გამოვიყენოთ შემდეგი დებულებები:

1. მოლეკულა ყოველთვის ელექტრონეიტრალურია.
2. ქანგბადს ყველა ნაერთში აქვს დაქანგულობის ხარისხი — 2. გამონაკლისად ითვლებიან ზეჟანგური ნაერთები, რომლებშიც ქანგბადის დაქანგულობის ხარისხი — 1-ის ან სხვა სიდიდის (მაგალითად,  $K_2O_4$ ) ტოლია, და ფთორის ოქსიდი, სადაც ქანგბადის დაქანგულობის ხარისხი +2-ის ტოლია.
3. წყალბადს ყველა ნაერთში აქვს დაქანგულობის ხარისხი +1. გამონაკლისია ჰიდრიდები, სადაც წყალბადის დაქანგულობის ხარისხი — 1-ის ტოლია.
4. ლითონების დაქანგულობის ხარისხი ნაერთებში ყოველთვის დადებითია.
5. მარტივ ნაერთში ელემენტის დაქანგულობის ხარისხი ნულის ტოლია.

ბინარულ ნაერთში ელემენტის დაქანგულობის ხარისხი, თუ ცნობილია ერთ-ერთი ელემენტის დაქანგულობის ხარისხი, ტოლია ცნობილი დაქანგულობის ხარისხის მქონე ელემენტის ატომების რაოდენობისა და ამ დაქანგულობის ხარისხის ნამრავლისა, გაყოფილს უცნობი დაქანგულობის ხარისხის მქონე ელემენტის ატომების რიცხვზე და აღებულს შებრუნებული ნიშნით. მაგალითად, ნაერთში  $MnO_2$  მან-



განუმის დაქანგულობის ხარისხი ტოლია:  $-\frac{2(-2)}{1} = +4$ , ალუმინის ოქსიდში  $Al_2O_3$  ალუმინის დაქანგულობის ხარისხი ტოლია:

$$-\frac{3(-2)}{2} = +3.$$

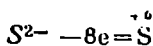
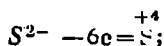
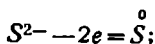
ელემენტის დაქანგულობის ხარისხის განსაზღვრისას ნაერთში, რომლის მოლეკულა შედგება სამი ელემენტის ატომებისაგან და რომლებიდანაც ორს აქვს ცნობილი დაქანგულობის ხარისხი, ითვლიან უარყოფითი მუხტების რაოდენობას და მას აკლებენ ცნობილი დადებითი მუხტების რაოდენობას. საწინააღმდეგო ნიშნით აღებული სხვაობა იქნება სჭორვდ ელემენტის დაქანგულობის ხარისხი. მაგალითად, ბრომის დაქანგულობის ხარისხი კალიუმის ბრომატში  $KBrO_3$  შეიძლება განისაზღვროს ასე: უარყოფითი მუხტი ქანგბადის ატომების ხარჯზე იქნება  $-6$ : ( $-2 \cdot 3 = -6$ ). იმისათვის, რომ მოლეკულა იყოს ელექტრონეიტრალური, დადებითი მუხტი უნდა იყოს  $6$ . მაშასადამე, ბრომის დაქანგულობის ხარისხი ტოლია  $+5(6-1) = 5$ . იმისათვის, რომ დავწეროთ ქანგვა-აღდგენითი რეაქციების განტოლებები, კარგად უნდა ვიცოდეთ ქანგვაეებისა და აღმდგენების თვისებები.

**აღმდგენები.** აღმდგენები შეიძლება იყოს არალითონები თავისუფალ მდგომარეობაში, მათი ბინარული ნაერთები ლითონებთან, ლითონები და მათი იონები, რომელთაც აქვთ უნარი აიმაღლონ თავიანთი დაქანგულობის ხარისხი და აგრეთვე ლითონებისა და არალითონების რთული იონები, რომლებშიც მათ აქვთ შუალედური დაქანგულობის ხარისხი.

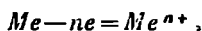
**არალითონები** (წყალბადი, ვოგირდი, ნახშირბადი, სილიციუმი, სელენი და სხვ.) აღმდგენებია, როგორც წესი, მაღალ ან ძალიან მაღალ ტემპერატურაზე. გასცემენ რა ელექტრონებს, არალითონები უმრავლეს შემთხვევაში გარდაიქმნებიან რთულ ნივთიერებად კოვალენტური და უფრო იშვიათად იონური ბმით. ჰალოგენები, როგორც წესი, არ გასცემენ ელექტრონებს, და ჰალოგენების ქანგბადნაერთები წარმოიქმნებიან დისპროპორციონირების რეაქციების დახმარებით ან ელექტროქიმიური დაქანგვის დროს.

**არალითონების ბინარული ნაერთები** ლითონებთან — ეს არის ჰიდრიდები, ბორიდები, ალსენიდები, კარბიდები, სილიციდები, ფოსფიდები, ნიტრიდები, სულფიდები, სელენიდები, ტელურიდები და ჰალოგენიდები. თუ აღმდგენები ეკუთვნიან დ. ი. მენდელეევის პერიოდული სისტემის ერთსა და იმავე ჯგუფს, მაშინ მათი აქტიურობა იზრდება ზევიდან ქვევით. მაგალითად,

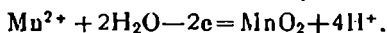
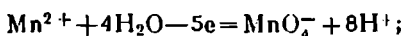
ტელურწყალბადი და ტელურიდები ითვლებიან უფრო ძლიერ აღმდგენებად, ვიდრე სელენწყალბადი და სელენიდები, ხოლო უჯანსიკუნის უფრო ძლიერ აღმდგენებად, ვიდრე გოგირდწყალბადი და სელენიდები. ანალოგიურად იქცევიან ჰალოგენიდებიც. ერთი და იგივე დამჟანგავით ბრომიდები და იოდიდები დაიჟანგებიან უფრო ადვილად, ვიდრე ქლორიდები. უარყოფითად დამუხტულ იონებს შეუძლიათ დაიჟანგონ როგორც თავისუფალ არალითონებამდე, ისე უმალესი დაჟანგულობის ხარისხამდე დამჟანგავის აქტიურობაზე დამოკიდებულებით:



ლითონებს აქტიურობის მიხედვით განლაგებენ დაძაბულობის მწკრივებში. მათი აქტიურობა როგორც აღმდგენებისა მცირდება ან რიგში მარცხნიდან მარჯვნივ. ლითონები იჟანგება ასეთი სქემით:



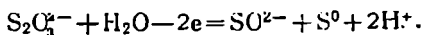
ლითონთა იონებს უნარი აქვთ აიმაღლონ თავისი დაჟანგულობის ხარისხი, მაგალითად, რკინა (II). სპილენძი (I), კალა (II), ვერცხლისწყალი (I), მანგანუმი (II), ქრომი (III) და სხვ., დამჟანგავის ძალასა და გარემოზე დამოკიდებულებით იჟანგებიან ან უმაღლესი დაჟანგულობის ხარისხამდე, ან რომელიმე შუალედურ ხარისხამდე:



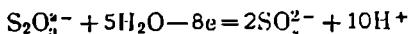
რთული მოლეკულები და იონები. აღმდგენების ამჯერდს მიეკუთვნება ისეთ ნივთიერებათა მოლეკულები, რომლებშიც ელემენტებს—აღმდგენებს აქვთ შუალედური დაჟანგულობის ხარისხი: აზოტის მონოქსიდი, ნახშირბადის მონოქსიდი, რკინისა და ქრომის მონოქსიდები, გოგირდისა და მანგანუმის დიოქსიდები, გოგირდოვანი მჟავა და მისი მარილები, აზოტოვანი მჟავა და მისი მარილები, წყალბადის პეროქსიდი და სხვა. ამ ნაერთების მნიშვნელოვან ნაწილს (გოგირდისა და მანგანუმის დიოქსიდები, გოგირდოვანი და აზოტოვანი მჟავები, წყალბადის პეროქსიდი და სხვ.) ნივთიერებების თვისებებზე დამოკიდებულებით, რომლებთანაც ისინი რეაქციაში შედიან, შეუძლიათ გამოამჟღავნონ როგორც ჟანგვითი, ისე აღდგენითი თვისებები. მაგალითად, გოგირდის დიოქსიდი ან

გოგირდოვანმჟავა დამჟანგავებთან, ურთიერთქმედებისას (ჟანგბადი. ჰალოგენები) ამჟღავნებენ აღდგენით, ხოლო, გოგირდწყალბადთან ურთიერთქმედებისას — ჟანგვით თვისებებს.

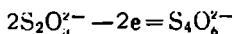
თავისებურ აღმდგენად ითვლება ნატრიუმის თიოსულფატი. დამჟანგავის ძალაზე დამოკიდებულებით შეიძლება წარმოიქმნას და-  
 ჟანგვის სხვადასხვა პროდუქტი. მაგალითად, თიოსულფატის ნელი დაჟანგვისას შეევა ახ ხეიტრალურ ხსნარში ჰაერის ჟანგბადით გო-  
 გირდის ნაწილი იჟანგება თავისუფალ მდგომარეობამდე:



ძლიერი დამჟანგავები თიოსულფატში გოგირდს ჟანგავენ სულფა-  
 ტამდე:



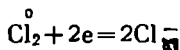
თიოსულფატის ურთიერთქმედებისას იოდთან წარმოიქმნება ტე-  
 ტრათიონატი:



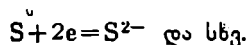
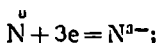
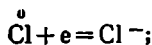
ას სპეციფიკურ რეაქციას იყენებენ ანალიზურ ქიმიაში მრავალი ნივთიერების იოდმეტრიული განსაზღვრისათვის.

**მ ჟ ა ნ გ ა ვ ე ბ ი.** მჟანგავები შეიძლება იყოს არალითონები, ლი-  
 თონები, ლითონთა იონები და რთული იონები ან მოლეკულები.

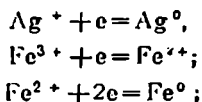
**ა რ ა ლ ი თ ო ნ ე ბ ი.** არალითონების ატომებს გარე ელექტრო-  
 ნულ შრეზე აქვს 4-დან 7-მდე ელექტრონი, ამიტომ მათ შეუძლიათ მიიერთონ ელექტრონული წყვილების შესაბამისი რაოდენობა. არა-  
 ლითონების დაჟანგულობის ხარისხი ამ შემთხვევაში გამოსახება უარყოფითი რიცხვით. უფრო აღვილად იერთებენ ელექტრონებს ან წარმოქმნიან საერთო ელექტრონულ წყვილებს მეშვიდე ჯგუფის ელემენტები, უფრო ძნელად — მეოთხე ჯგუფის ელემენტები. მეხუ-  
 თე და მეექვსე ჯგუფის ელემენტებს უკავიათ შუალედური მდგომარეობა. არალითონების აღდგენის პროცესი სქემატურად შეიძლება გამოისახოს ასე:



ან



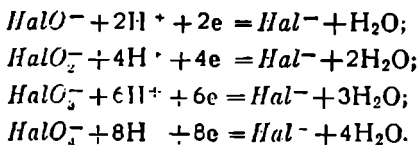
ლითონთა იონებს შეუძლიათ მიიერთონ ელექტრონები, აღდგენ თავისუფალ ლითონებამდე ან უფრო დაბალი დაქანგულობის ხარისხამდე:



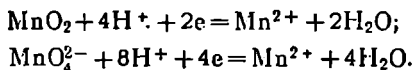
რაც უფრო ნაკლებად აქტიურია ლითონი, მისი იონი მით უფრო ადვილად მიიერთებს ელექტრონებს. მაგალითად, ვერცხლის იონები მიიერთებენ ელექტრონებს უფრო ადვილად, ვიდრე რკინის იონები, ამიტომ ისინი ითვლებიან უფრო ძლიერ აღმდგენებად, ვიდრე რკინის იონები. ტუტე და ტუტემიწა ლითონების იონები ელექტრონებს მიიერთებენ მხოლოდ ელექტროქიმიური აღდგენისას. ხსნარებში მიმდინარე რეაქციებში ისინი მქანგავეებად არ შეიძლება იყოს.

რთულ იონებს ან მოლეკულებს, რომლებიც მქანგავეებად ითვლება, ეკუთვნის:

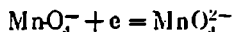
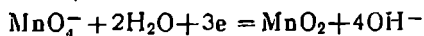
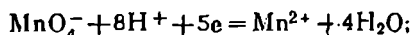
ჰალოგენების მქანგადაღნაერთები  $MeHalO$ ,  $MeHalO_2$ ,  $MeHalO_3$  და  $MeHalO_4$  ტიპისა, სადაც  $Me$  — ერთვალენტური ლითონის ან წყალბადის კატიონია;  $Hal$  — ჰალოგენები. ეს ნაერთები ითვლება აქტიურ მქანგავეებად მქავე გარემოში. ამ დროს ჰალოგენები აღდგებიან ჰალოგენიდებამდე:



მანგანუმის მქანგადაღშემცველი ნაერთები  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{K}_2\text{MnO}_4$  და  $\text{KMnO}_4$ . მანგანუმის დიოქსიდს  $\text{MnO}_2$  და კალიუმის მანგანატს  $\text{K}_2\text{MnO}_4$  აქვს მქანგავი თვისებები მხოლოდ მქავე გარემოში. მათი დაქანგულობის ხარისხი იცვლება +2-მდე:



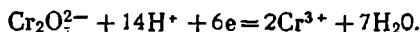
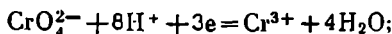
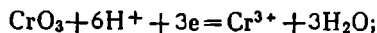
კალიუმის პერმანგანატს აქვს მქანგავი თვისებები როგორც მქავე: ისე ფუძე ან ნეიტრალურ გარემოში. გარემოზე დამოკიდებულებით მანგანუმის დაქანგულობის ხარისხი იცვლება სხვადასხვაგვარად: მქავე გარემოში მანგანუმი აღდგება  $\text{Mn}^{2+}$ -მდე, ნეიტრალურში — დიოქსიდამდე, ხოლო ტუტეში — მანგანატამდე:



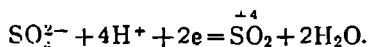
ქრომის უანგბადნაერთები  $\text{CrO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  და  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ . ქრომატ- და დიქრომატ-იონები არსებობს ხსნარში ერთდროულად და მათი კონცენტრაცია დამოკიდებულია გარემოს მუდმიანობაზე:



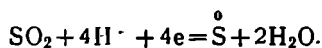
ხსნარში წყალბად-იონების სიჭარბისას (მუდმივ გარემო) ქრომატ-იონები გადადის დიქრომატ-იონებში, ხოლო ჰიდროქსიდ-იონების სიჭარბისას (ტუტე გარემო) შეიმჩნევა უკუ მოვლენა. ქრომის უანგბადშემცველ ნაერთებს აქვს მუდმივი თვისებები, როგორც წესი, მუდმივ გარემოში. ქრომის აღდგენის პროცესი მიმდინარეობს ასეთი სქემებით:



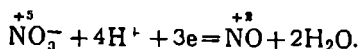
კონცენტრირებულ გოგირდმუდმივას გაცხელებისას აქვს მუდმივი თვისებები. ამ დროს გოგირდის დაუანგულობის ხარისხი კლებულობს +4-მდე:



ძლიერი აღმდგენების თანაობისას გოგირდის დიოქსიდს ასევე შეუძლია გამოამუდმივოს მუდმივი თვისებები:

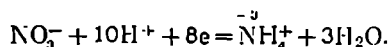
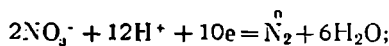
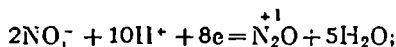


აზოტმუდმივა ითვლება დამუდმივად კონცენტრირებულ და განზავებულ ხსნარებში. აზოტმუდმივაში შეიძლება გაიხსნას როგორც ლითონები, ისე არალითონები. ზოგიერთი ლითონი (რკინა, ქრომი, ალუმინი) კონცენტრირებულ აზოტმუდმივაში გაპასიურდება და ამიტომ მასში არ იხსნება. კონცენტრირებულ აზოტმუდმივაში ლითონებისა და არალითონების გახსნისას აზოტის დაუანგულობის ხარისხი იცვლება +5-დან +4-მდე:

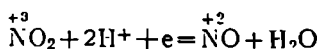


განზავებულ აზოტმუდმივაში აქტიური ლითონების გახსნისას აზო-

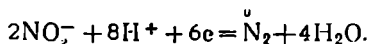
ტის დაჟანგულობის ხარისხი იცვლება +5-დან —3-მდე; ამ დროს წარმოიქმნება ნაერთები შუალედური დაჟანგულობის ხარისხით:



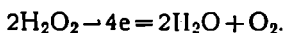
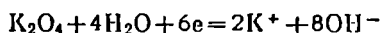
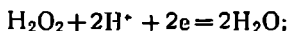
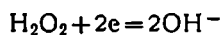
აზოტოვანმჟავა შედგება მხოლოდ დაბალ ტემპერატურაზე (დაახლოებით 0°C-ზე) და ძლიერ განზავებულ ხსნარებში. ეს ძალიან ძლიერი მჟანგავია. განზავებული აზოტმჟავასაგან განსხვავებით აზოტოვანმჟავა ძალიან ადვილად ქანგავს იოდის თავისუფალ იოდამდე. აზოტოვანმჟავაში აზოტის დაჟანგულობის ხარისხი ყოველთვის იცვლება +3-დან +2-მდე:



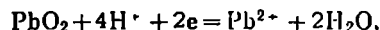
მხოლოდ ამონიუმის ნიტრატის თერმული დაშლისას იცვლება აზოტის დაჟანგულობის ხარისხი +3-დან 0-მდე:



წყალბადის პეროქსიდი და ლითონების პეროქსიდები. პეროქსიდებში, ქანგბადის დაჟანგულობის ხარისხი —1-ის ტოლია ან ნაკლებია ერთზე (მაგალითად,  $\text{K}_2\text{O}_4$ -ში). პეროქსიდებს ტუტე გარემოში აქვს ქანგვითი თვისებები, ხოლო მჟავაში — აღდგენითი. პირველ შემთხვევაში დაჟანგულობის ხარისხი მცირდება —2-მდე, ხოლო მეორეში — იზრდება 0-მდე:

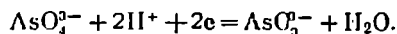
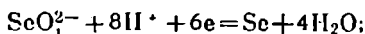
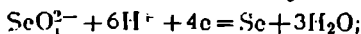
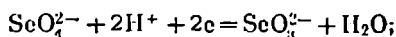


ტყვიის დიოქსიდს მჟავე გარემოში გააჩნია იმდენად ძლიერი მჟანგავი თვისებები, რომ უნარი აქვს დაჟანგოს მანგანუმის ნაერთები ნებისმიერი დაჟანგულობის ხარისხით პერმანგანატამდე. ტყვიის დაჟანგულობის ხარისხი იცვლება ასეთი სქემით:

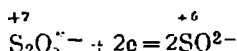


ცვლადი დაჟანგულობის ხარისხის მქონე ელემენტების (სელენი, ტელური, დარიშხანი, გოგირდი და

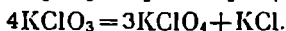
სხვ.) უანგბად შემცველ მჟავებს აქვთ უანგვითი თვისებები მხოლოდ მჟავე გარემოში. მათი დაუანგულობის ხარისხი იცვლება ამ დროს როგორც O-მდე, ისე შუალედურ მნიშვნელობამდე:



ამონიუმის პერსულფატი — ეს არის ზეგოგირდმჟავა ამონიუმის მარილი. ასეთი ტიპის ნაერთებში ელემენტების დაუანგულობის ხარისხი შეიძლება იყოს უფრო მაღალი, ვიდრე დ. ი. მენდელეევის ელემენტთა პერიოდულ სისტემაში ჯგუფის ნომერი, რომელშიც მოცემული ელემენტია. ეს აიხსნება იმით, რომ მოლეკულების შედგენილობაში შედის პეროქსიდული ჯგუფები. ზემოაღნიშნულს და მათ მარტივებს უანგვითი თვისებები აქვთ მჟავე გარემოში. ამონიუმის პერსულფატში გოგირდის დაუანგულობის ხარისხი იცვლება ასეთა სქემით:



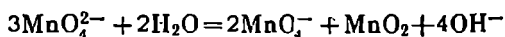
ნაერთები, რომელთა შედგენილობაში შედის ელემენტები შუალედური დაუანგულობის ხარისხით, გარკვეულ პირობებში განიცდიან დისპროპორციონირებას ანუ დისპუტაციას. ერთი ნაერთის ორ სხვა ნაერთად გარდაქმნის ეს რეაქცია, რომელთაგან ერთში ელემენტს უფრო მაღალი დაუანგულობის ხარისხი აქვს, ვიდრე საწყისში, ხოლო მეორეში — უფრო დაბალი. მაგალითად, ტუტე ლითონის სულფატის ან ბერთოლეს მარილის გახურებისას კატალიზატორის გარეშე წარმოიქმნება კალიუმის სულფატი და სულფიდი ან კალიუმის ქლორიდი და პერქლორატი:



კალიუმის მანგანატი ოთახის ტემპერატურაზე თანდათანობით იშლება კალიუმის პერმანგანატისა და მანგანუმის დიოქსიდის წარმოქმნით

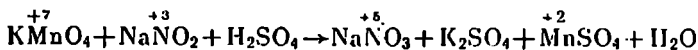


ან

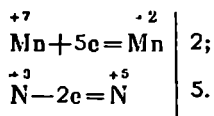


უანგვა-აღდგენითი რეაქციების განტოლებების შედგენა. უანგვა-

აღდგენითი რეაქციების განტოლებების შედგენისას საჭიროა სწორად შეჰარჩიოთ დამჟანგავთან და აღმდგენთან მდგომი კოეფიციენტები. ამ კოეფიციენტებს უწოდებენ ძირითადს. დანარჩენი კოეფიციენტების შერჩევის პროცესში ძირითადი კოეფიციენტები შეიძლება შეიყვალოს, მაგრამ მათ შორის თანაფარდობა მუდმივი უნდა დარჩეს. ძირითადი კოეფიციენტების შერჩევისას სარგებლობენ ელექტრონული ბალანსის სქემით: უნდა გვახსოვდეს, რომ აღმდგენის მიერ გაცემული ელექტრონების რაოდენობა ტოლი უნდა იყოს დამჟანგავის მიერ მიერთებული ელექტრონების რაოდენობისა. მაგალითად, ნატრიუმის ნიტრატის დაჟანგვისას კალიუმის პერმანგანატით გოგირდმჟავას გარემოში:



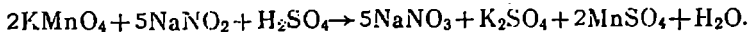
მანგანუმის დაჟანგვის ხარისხი იცვლება +7-დან +2-მდე, ე. ი. მისი ატომი იერთებს 5 ელექტრონს, ხოლო აზოტის დაჟანგულობის ხარისხი იცვლება +3-დან +5-მდე, ე. ი. აზოტის ატომი გასცემს 2 ელექტრონს. ელექტრონული ბალანსის სქემა ჩაიწერება ასე:



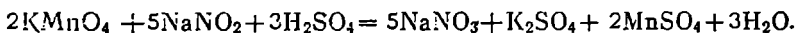
იმისათვის, რომ დამჟანგავის მიერ მიერთებული და აღმდგენის მიერ გაცემული ელექტრონების რაოდენობა ერთნაირი იყოს, უნდა ავიღოთ ორი რიცხვის (5 და 2) საერთო უმცირესი ჯერადი. ამ რიცხვს უწოდებენ ელექტრონების რაოდენობას, რომლებიც მონაწილეობას ღებულობენ რეაქციაში. საერთო უმცირესი ჯერადის გაყოფით ელექტრონების რაოდენობაზე, რომელსაც გასცემს ან ღებულობს ატომი, შეადგენენ რიცხვებს, რომლებიც ითვლებიან ძირითად კოეფიციენტებად დამჟანგავებისა და აღმდგენებისათვის. საერთო უმცირესი ჯერადი 2 და 5 რიცხვებისათვის იქნება 10, ხოლო ძირითადი კოეფიციენტებია კალიუმის პერმანგანატისათვის  $\frac{10}{5} = 2$  ხოლო ნატრიუმის ნიტრატისათვის  $\frac{10}{2} = 5$ . ელექტრონული ბალანსის სქემაში მათ ჩაუწერენ ვერტიკალური ხაზის იქით მარჯვნივ ან მარცხნივ სქემიდან შესაბამისი კომპონენტების საწინააღმდეგოდ.

ძირითადი კოეფიციენტების მოძებნის შემდეგ რეაქციის სქემას აქვს ასეთი სახე:





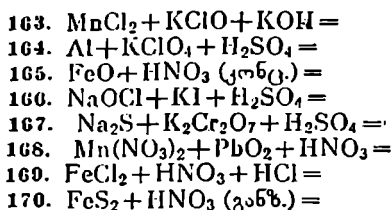
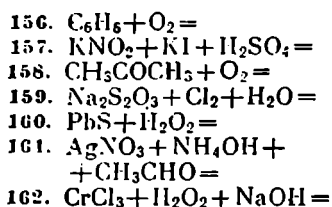
ახლა გავათანაბროთ დასქანგავისა და აღმდგენის შედგენილობაში შემავალი ელემენტებისა და იონების რაოდენობა, ხოლო შემდეგ ყველა დანარჩენი. ჟანგბადის ატომების რაოდენობის მიხედვით განტოლების მარჯვენა და მარცხენა ნაწილში შეიძლება შემოწმდეს, სწორად არის თუ არა ის დაწერილი. მკაფური ნაშთების შედგენილობაში შემავალი ჟანგბადი, რომელიც განტოლების მარცხენა ნაწილიდან გადადის მარჯვენაში, შეიძლება არ მივიღოთ მხედველობაში:



განტოლების მარცხენა ნაწილში ჟანგბადის 18 ატომია (8 კალიუმის პერმანგანატის მოლეკულაში და 10 ნატრიუმის ნიტრიტის მოლეკულაში). განტოლების მარჯვენა ნაწილშიც ასევე ჟანგბადის 18 ატომია (15 ნატრიუმის ნიტრიტის მოლეკულაში და 3 წყლის მოლეკულაში). მაშასადამე, განტოლება სწორად არის დაწერილი.

### ამოცანათა პირობები

- |   |  |
|---|--|
| 108. $\text{Fe} + \text{HCl} =$                                       | 132. $\text{Cu} + \text{HNO}_3$ (კონც.) =  |
| 109. $\text{KI} + \text{Cl}_2 =$                                      | 133. $\text{KMnO}_4 + \text{HCl} =$  |
| 110. $\text{KMnO}_4 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 =$            | 134. $\text{KClO}_3 + \text{HCl} =$  |
| 111. $\text{N}_2\text{O} + \text{H}_2 =$                              | 135. $\text{FeCl}_2 + \text{KClO}_3 + \text{HCl} =$                              |
| 112. $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH} + \text{O}_2 =$                   | 136. $\text{KI} + \text{KClO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 =$                       |
| 113. $\text{MnO}_2 + \text{HCl} =$                                    | 137. $\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 =$  |
| 114. $\text{KMnO}_4 + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O} =$           | 138. $\text{FeSO}_4 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 =$ |
| 115. $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{O}_2 =$         | 139. $\text{Zn} + \text{NaOH} =$   |
| 116. $\text{HClO} + \text{HCl} =$                                     | 140. $\text{P} + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} =$                            |
| 117. $\text{CuS} + \text{HNO}_3$ (კონც.) =                            | 141. $\text{NaI} + \text{H}_2\text{SO}_4$ (კონც.) =                              |
| 118. $\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 =$                                  | 142. $\text{Fe} + \text{Cl}_2 =$   |
| 119. $\text{Al} + \text{CuSO}_4 =$                                    | 143. $\text{Mg} + \text{HNO}_3$ (განზ.) =  |
| 120. $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} =$  | 144. $\text{Na}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{HCl} =$               |
| 121. $\text{KOH} + \text{Cl}_2 =$                                     | 145. $\text{Co} + \text{HNO}_3$ (განზ.) =  |
| 122. $\text{NaBr} + \text{NaBrO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 =$         | 146. $\text{KMnO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O} =$                      |
| 123. $\text{S} + \text{HNO}_3$ (კონც.) =                              | 147. $\text{Zn} + \text{HNO}_3$ (განზ.) =  |
| 124. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{I}_2 =$                 | 148. $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} =$                |
| 125. $\text{HClO}_2 + \text{HCl} =$                                   | 149. $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 =$            |
| 126. $\text{MnO}_2 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 =$             | 150. $\text{Al} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} =$                            |
| 127. $\text{KMnO}_4 + \text{HBr} =$                                   | 151. $\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{HCO}_2\text{H} =$                           |
| 128. $\text{Cu} + \text{HNO}_3$ (განზ.) =                             | 152. $\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4$ (კონც.) =                               |
| 129. $\text{SnCl}_2 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{HCl} =$ | 153. $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{KI} =$  |
| 130. $\text{C}_6\text{H}_{16} + \text{O}_2 =$                         | 154. $\text{SO}_2 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} =$                           |
| 131. $\text{FeSO}_4 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 =$        | 155. $\text{FeS}_2 + \text{O}_2 =$   |



#### ვ. ხ ს ნ ა რ ე ბ ი

ხ ს ნ ა რ ი — ეს არის ერთგვაროვანი სისტემა, რომელშიც გახსნილი ნივთიერების მოლეკულები ან იონები ნაწილდებიან გამხსნელის მოლეკულებს შორის. ხსნარები არის ნაჯერი და უჯერი. ნაჯერი ეწოდება ხსნარს, რომელშიც განსაზღვრულ ტემპერატურაზე ნივთიერება მეტი არ იხსნება. უჯერი ეწოდება ხსნარს, რომელშიც განსაზღვრულ ტემპერატურაზე ნივთიერებას კიდევ შეუძლია გაიხსნას.

ხსნარის მახასიათებლად ითვლება განსაზღვრული წონითი ან მოცულობითი რაოდენობის ხსნარში გახსნილი ნივთიერების რაოდენობა. ამ მახასიათებლებს უწოდებენ კონცენტრაციას. კონცენტრაცია არსებობს წონითი (პროცენტული) და მოცულობითი (მოლური ან ნორმალური). პროცენტული კონცენტრაცია გამოიხატება ნივთიერების გრამების რაოდენობით, რომელსაც შეიცავს 100 გ ხსნარი. მოლური (ნორმალური) კონცენტრაცია გამოიხატება გახსნილი ნივთიერების გრამების (ეკვივალენტების) რაოდენობით, რომელსაც შეიცავს 1 ლ ხსნარი.

ხსნადობა გამოიხატება ნივთიერების რაოდენობით, რომელსაც აქვს უნარი გაიხსნას განსაზღვრული წონითი ან მოცულობითი რაოდენობით გამხსნელში და წარმოქმნას ნაჯერი ხსნარი. ხშირად ხსნადობას გამოსახვენ ნივთიერების გრამების რაოდენობით, რომელიც შეიძლება გაიხსნას 100 გ გამხსნელში განსაზღვრულ ტემპერატურაზე და წარმოქმნას ნაჯერი ხსნარი.

დიდი რაოდენობით მყარი და თხევადი ნივთიერებებისათვის ხსნადობა იზრდება ტემპერატურის გაზრდით. თუ უფრო მაღალ ტემპერატურაზე გაჯერებულ ხსნარს გავაციებთ უფრო დაბალ ტემპერატურაზე, მაშინ გახსნილი ნივთიერება გამოკრისტალდება. გაზების ხსნადობა სითხეებში ტემპერატურის გადიდებით მცირდება. სითხეების გაცხელებისას გაზი გამოიყოფა ხსნარიდან.

ხსნარის კონცენტრაციის განსაზღვრისათვის საჭიროა მოვძებნოთ ხსნარის მასა და გახსნილი ნივთიერების მასა.

ხსნარის კონცენტრაცია შეიძლება გამოვსახოთ როგორც მთელი

ნივთიერების მიმართ, ისე მისი კომპონენტების მიმართაც, თუ მაგალითად, 100 გ ხსნარი შეიცავს 0,01 მოლი ანუ  $0,01 \cdot 152 = 1,52$  გ რკინის სულფატს, მაშინ ხსნარი იქნება 1,52%-იანი რკინის სულფატის მიმართ. იგივე ხსნარი შეიცავს  $0,01 \cdot 55 = 0,55$  გ რკინას და  $0,01 \cdot 96 = 0,96$  გ სულფატ-იონებს. მაშასადამე, იგი იქნება 0,56%-იანი რკინის მიმართ და 0,96%-იანი სულფატ-იონების მიმართ. ზოგჯერ ხსნარის კონცენტრაციას გამოსახავენ ოქსიდების მიმართ, თუმცა ნივთიერება ხსნარში არის მარილის სახით. მაგალითად, ფოსფატის ხსნარის კონცენტრაციას სწორად გამოსახავენ ფოსფორის ოქსიდის  $P_2O_5$ -ის მიმართ.

გამხსნელისა და გასახსნელი ნივთიერების რაოდენობით შეიძლება განვსაზღვროთ ხსნარის რაოდენობა და კონცენტრაცია.

გამხსნელის რაოდენობით შეიძლება მოვქმენოთ მოცემული კონცენტრაციის ხსნარის რაოდენობა და გახსნილი ნივთიერების რაოდენობა, რომელიც უნდა გავხსნათ მოცემული რაოდენობის გამხსნელში, რომ მივიღოთ მოცემული კონცენტრაციის ხსნარი.

გახსნილი ნივთიერების რაოდენობის მიხედვით შეიძლება განვსაზღვროთ მოცემული კონცენტრაციის ხსნარის რაოდენობა და გამხსნელის რაოდენობა, რომელშიც უნდა გავხსნათ მოცემული ნივთიერების რაოდენობა, რომ მივიღოთ მოცემული კონცენტრაციის ხსნარი.

მოცემული კონცენტრაციის ხსნარის რაოდენობით შეიძლება განვსაზღვროთ გამხსნელისა და გახსნილი ნივთიერების რაოდენობა, რომელიც აუცილებელია მოცემული კონცენტრაციის ხსნარის მოსამზადებლად.

რაკი ვიცით ხსნარის სიმკვრივე, პროცენტული კონცენტრაცია შეიძლება გადავიანგარიშოთ მოლურში (ნორმალურში) და პირიქით.

ხსნადობის ცხრილის გამოყენებით (იხ. დანართი, ცხ. 1) შეიძლება განვსაზღვროთ ნივთიერების რაოდენობა, რომელიც გამოკრისტალდება განსაზღვრულ ტემპერატურაზე გაჯერებული ხსნარის გაცივებისას, და ნივთიერების რაოდენობა, რომელიც უნდა გაიხსნას განსაზღვრულ ტემპერატურაზე გაჯერებულ ხსნარში სხვა ტემპერატურამდე გაცხელებით, რომ მივიღოთ ამ ტემპერატურაზე გაჯერებული ხსნარი.

### ამოცანათა პირობები

171. განსაზღვრეთ მარილის პროცენტული კონცენტრაცია ხსნარში, რომელიც წარმოიქმნება 200 გ 40%-იანი ხსნარის შერევით 800 მლ წყალთან.

172. განსაზღვრეთ აზოტმჟავას პროცენტული კონცენტრაცია ხსნარში, რომელიც წარმოიქმნება 400 მლ წყლისა და 200 მლ კონცენტრირებულ აზოტმჟავას ( $d=1,4$  გ/სმ<sup>3</sup>,  $c=63\%$ ) შერევისას.

173. განსაზღვრეთ პროცენტული კონცენტრაცია ხსნარისა, რომელიც წარმოიქმნება 200 გ 10%-იანი და 300 გ 40%-იანი მარილმჟავას ხსნარების შერევისას.

174. განსაზღვრეთ პროცენტული კონცენტრაცია ხსნარისა, რომელიც წარმოიქმნება 80 გ გოგირდის ტრიოქსიდის გახსნით 920 გ წყალში.

175. განსაზღვრეთ მოლური კონცენტრაცია ხსნარისა, რომელიც წარმოიქმნება 150 მლ გოგირდმჟავას 2M და 350 მლ 4M ხსნარების შერევისას.

176. განსაზღვრეთ პროცენტული კონცენტრაცია მარილმჟავას ხსნარისა, რომელიც წარმოიქმნება 178,2 ლ ქლორწყალბადის (ნ. პ.) გახსნით 708 მლ წყალში.

177. განსაზღვრეთ პროცენტული კონცენტრაცია ხსნარისა, რომელიც წარმოიქმნება 200 გ 40%-იანი და 300 გ 20%-იანი მწვავე ნატრიუმის ხსნარების შერევისას.

178. განსაზღვრეთ კონცენტრაცია გოგირდმჟავასი, რომელიც წარმოიქმნება 100 გ გოგირდის ანჰიდრიდის 400 გ 42,876%-იან გოგირდმჟავას ხსნარში გახსნით.

179. განსაზღვრეთ კონცენტრაცია რკინის სულფატის ხსნარისა, რომელიც წარმოიქმნება 139 გ რკინის აჯასპის კრისტალჰიდრატის  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  გახსნით 361 გ წყალში.

180. რა რაოდენობით წყალში უნდა გაიხსნას 27,8 გ რკინის აჯასპის კრისტალჰიდრატი  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , რომ წარმოიქმნას რკინის სულფატის 3,8%-იანი ხსნარი?

181. კალიუმის პეროქსიდის  $\text{K}_2\text{O}_2$  წყალში გახსნისას წარმოიქმნა მწვავე კალიუმი (კალიუმის ჰიდროქსიდი) და გამოიყო უანგბადი. განსაზღვრეთ წყლის რაოდენობა, რომელშიც უნდა გავხსნათ 71 გ კალიუმის პეროქსიდი, რომ წარმოიქმნას მწვავე კალიუმის 22,4%-იანი ხსნარი.

182. განსაზღვრეთ გოგირდმჟავას 50%-იანი ხსნარის რაოდენობა, რომელშიც უნდა გავხსნათ 240 გ გოგირდის ანჰიდრიდი, რომ მივიღოთ გოგირდმჟავას 93,5%-იანი ხსნარი.

183. განსაზღვრეთ სპილენძის სულფატის პროცენტული კონცენტრაცია ხსნარში, რომელიც მიღებულია 50 გ შაბიამნის  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  გახსნით 200 გ სპილენძის სულფატის 4%-იან ხსნარში.

184. განსაზღვრეთ ნატრიუმის ოქსიდის რაოდენობა, რომელიც

უნდა გაიხსნას 1014 გ ხსნარში, რომელიც შეიცავს 240 გ მწვავე ნატრიუმს, რომ წარმოიქმნას მწვავე ნატრიუმის 40%-იანი ხსნარი.

185. განსაზღვრეთ წყლის რაოდენობა, რომელშიც უნდა გავხსნათ 93 გ ნატრიუმის ოქსიდი, რომ მივიღოთ მწვავე ნატრიუმის 20%-იანი ხსნარი.

186. განსაზღვრეთ წყლის რაოდენობა, რომელშიც უნდა გავხსნათ 2,8 ლ გოგირდოვანი გაზი (ნ. პ.), რომ მივიღოთ გოგირდოვანი მჟავას 2,05%-იანი ხსნარი.

187. განსაზღვრეთ სპილენძის ნიტრატის კრისტალჰიდრატის  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  რაოდენობა, რომელიც უნდა გავხსნათ 606,4 გ წყალში, რომ მივიღოთ სპილენძის ნიტრატის 18,8%-იანი ხსნარი.

188. განსაზღვრეთ წყლის რაოდენობა, რომელშიც უნდა გავხსნათ 44,8 ლ ქლორწყალბადი (ნ. პ.), რომ მივიღოთ მარილმჟავას 14,6%-იანი ხსნარი.

189. განსაზღვრეთ წყლის რაოდენობა, რომელშიც შეიძლება გავხსნათ 960 გ მარილი, რომელიც შეიცავს 84,58% მაგნიუმის ქლორიდის კრისტალჰიდრატს  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  80°C-ზე, რომ წარმოიქმნას მაგნიუმის ქლორიდის ნაჭერი ხსნარი ( $\text{MgCl}_2$ -ის ხსნადობა მოყვანილია დანართში, ცხრ. 1).

190. განსაზღვრეთ პროცენტული კონცენტრაცია მარილმჟავასი, რომელიც წარმოიქმნილია 560 ლ ქლორწყალბადის (ნ. პ.) წყალში გახსნით 60°C-ზე ნაჭერი ხსნარის წარმოქმნით ( $\text{HCl}$ -ის ხსნადობა 60°C-ზე 56,1 გ-ის ტოლია).

191. განსაზღვრეთ 4%-იანი სპილენძის სულფატის ხსნარის რაოდენობა, რომელშიც უნდა გავხსნათ 200 გ შაბიჰანი, რომ მივიღოთ სპილენძის სულფატის 16%-იანი ხსნარი.

192. განსაზღვრეთ მაგნიუმის სულფატის კრისტალჰიდრატის  $\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  რაოდენობა, რომელიც საჭიროა გაიხსნას 279 გ წყალში, რომ მივიღოთ მაგნიუმის სულფატის 20%-იანი ხსნარი.

193. განსაზღვრეთ ძმრის ანჰიდრიდისა და წყლის რაოდენობა, რომელშიც საჭიროა 400 გ ძმარმჟავას 54%-იანი ხსნარის მოსამზადებლად.

194. განსაზღვრეთ სპილენძის აცეტატის კრისტალჰიდრატის  $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  რაოდენობა, რომელიც უნდა გაიხსნას 600 გ სპილენძის აცეტატის 9,1%-იან ხსნარში, რომ მივიღოთ მისი 29,575%-იანი ხსნარი.

195. განსაზღვრეთ ტუტის 40%-იანი ხსნარის რაოდენობა, რომელიც აუცილებელია მიეუმართოთ 200 მლ წყალს, რომ წარმოიქმნას ტუტის 24%-იანი ხსნარი.

196. განსაზღვრეთ ძმრის ანჰიდრიდის რაოდენობა, რომელიც უნდა

გავსნათ 400 გ 91%-იან ძმარმეავას ხსნარში, რომ წარმოიქმნას უწყლო ძმარმეავა.

197/ განსაზღვრეთ მოცულობა გოგირდოვანი გაზისა (ნ. პ.), რომელიც უნდა გავსნათ 1009 გ წყალში, რომ წარმოიქმნას გოგირდოვანი მეავას 2%-იანი ხსნარი.

198/ განსაზღვრეთ გოგირდმეავას 98%-იანი ხსნარისა და წყლის რაოდენობა, რომლებიც აუცილებელია 500 გ 25%-იანი ხსნარის მოსამზადებლად.

199/ განსაზღვრეთ სპილენძის ქლორიდის კრისტალჰიდრატისა  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  და წყლის რაოდენობა, რომლებიც აუცილებელია 10 კგ სპილენძის ქლორიდის 6,84%-იანი ხსნარის მოსამზადებლად.

200/ განსაზღვრეთ შაბიამნისა  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  და სპილენძის სულფატის 8%-იანი ხსნარის რაოდენობა, რომლებიც აუცილებელია 420 გ სპილენძის სულფატის 16%-იანი ხსნარის მოსამზადებლად.

201/ რამდენი ძმრის ანჰიდრიდი და ძმარმეავას 25%-იანი ხსნარია საჭირო, რომ დამზადდეს 750 გ ძმარმეავას 88%-იანი ხსნარი?

202/ განსაზღვრეთ სპილენძის აცეტატის კრისტალჰიდრატის  $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  და სპილენძის აცეტატის 5%-იანი ხსნარის რაოდენობა, რომელიც აუცილებელია 430 გ სპილენძის აცეტატის 20%-იანი ხსნარის მოსამზადებლად.

203/ განსაზღვრეთ ძმრის ანჰიდრიდისა და წყლის რაოდენობა, რომლებიც აუცილებელია 300 გ ძმარმეავას 30%-იანი ხსნარის დასამზადებლად.

204/ როგორია ფოსფორმეავას 14,6%-იანი ხსნარის ( $d = 1,08$  გ/სმ<sup>3</sup>) მოლური კონცენტრაცია?

205/ როგორია აზოტმეავას 12,2 M ხსნარის ( $d = 1,35$  გ/სმ<sup>3</sup>) პროცენტული კონცენტრაცია?

206/ განსაზღვრეთ ბარიუმის ნიტრატის კრისტალჰიდრატის  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  რაოდენობა, რომელიც გამოიყოფა 800 გ 100°C-ზე გაკერებულ ხსნარის 20°C-მდე გაცივებისას (ხსნადობა — იხ. დანართი, ცხრ. 1).

207/ როგორია რკინის (II) ქლორიდის ნაჯერი ხსნარის პროცენტული კონცენტრაცია 80°C-ზე (ხსნადობა — იხ. დანართი, ცხრ. 1)?

208/ განსაზღვრეთ კალიუმის ნიტრატის რაოდენობა, რომელიც გამოკრისტალდება 840 გ ნაჯერი ხსნარიდან 60°C-დან 20°C-მდე გაცივებისას (ხსნადობა — დანართი, ცხრ. 1).

209. განსაზღვრეთ 70°C-ზე გაკერებული მავნიუმსულფატის ხსნარის რაოდენობა, რომლიდანაც 20°C-მდე გაცივებისას გამოკრისტალდება 460 გ კრისტალჰიდრატი  $\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (ხსნადობა — იხ. დანართი, ცხრ. 1).

V 210/ განსაზღვრეთ 5 კგ შაბიამნის  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  95%-იანი ხსნარს ~~100-~~ 100-დან  $20^\circ\text{C}$ -მდე ტემპერატურაზე ინტერვალში გადაკრისტალბის შედეგად წარმოქმნილი სუფთა პროდუქტის რაოდენობა (უწყლო მარილის ხსნადობა — იხ. დანართი, ცხრ. 1).

V 211/ განსაზღვრეთ ჯოგირდმჟავას 59,14%-იანი ხსნარის ( $d = 1.49$  გ/სმ<sup>3</sup>) ნორმალური კონცენტრაცია.

X 212/ 29 ლ მოცულობის ჰურტელში ჩაასხეს 300 გ წყალი, რის შემდეგ იგი გაავსეს წყალბადისა და ქლორის (ნ. პ.) ეკვიმოლექულური ნარევით. შემდეგ ჰურტელი ჰერმეტიკულად დახურეს და ნარევი დაწვეს. განსაზღვრეთ წარმოქმნილი მარილმჟავას პროცენტული კონცენტრაცია.

V 213/ ნატრიუმის სულფატის ათწელიანი კრისტალჰიდრატის გახურებისას  $32,4^\circ\text{C}$ -მდე ის იშლება და წარმოქმნის უწყლო მარილსა და მის ნაჭერ ხსნარს. განსაზღვრეთ, რამდენი პროცენტი ნაწყისი ნივთიერებაა გადადის უწყლო მარილში, თუ ნაჭერი ხსნარის კონცენტრაცია 24,8%-ის ტოლია.

V 214/ 10 ლ ჯოგირდმჟავას 5M ხსნარს (სინკევე 1,3 გ/სმ<sup>3</sup>) ელექტროლიზის დროს კათოდზე გამოიყო 560 ლ წყალბადი (ნ. პ.). განსაზღვრეთ ელექტროლიზის შემდეგ ხსნარში არსებულ ნივთიერებათა პროცენტული და მოლური კონცენტრაციები.

## VI. ნარევი

ნარევი — ეს ისეთი სისტემაა, რომლებშიც შემადგენელ კომპონენტებს შორის თანაფარდობა შეიძლება სხვადასხვა იყოს. ამიტომ ნარევის შედგენილობის განსაზღვრაზე ამოცანების ამოხსნისას საჭიროა დაიწეროს რეაქციის არა ჯამური განტოლება, არამედ ნარევის ყოველი კომპონენტისთვის ცალ-ცალკე. ჯამური განტოლების დაწერისათვის საჭიროა, რომ წინდაწინ იყოს განპირობებული თანაფარდობა ნარევის კომპონენტებს შორის, თორემ ამას შეცდომამდე მივყვართ.

ნარევის კომპონენტების განსაზღვრაზე ამოცანები ნაწილობრივ უკვე განვიხილეთ განყოფილებაში „რეაქციები აირად მდგომარეობაში“.

## ამოცანათა პირობები

215/ თუთიის მონოქსიდის თუთიასთან 10,7 გ ნარევის გახსნისათვის დაიხარჯა 100 გ. 10,22%-იანი მარილმჟავას ხსნარი. განსაზღვრეთ ნარევის შედგენილობა.

216/ განზავებულ აზოტმჟავაში ფხვნილისებრი რკინისა და სპილენ-

ძის 3,04 გ ნარევის განსახლვით გამოიყო 0,896 ლ აზოტის მონოქსიდი (ნ. პ.). განსაზღვრეთ ფხვნილების ნარევის შედგენილობა.

217/27,2 გ რკინის მონოქსიდის რკინასთან ნარევის განსახლვით გოვირდმეავეაში და მიღებული ხსნარის აორთქლებისას მშრალ ნაშთამდე წარმოიქმნა 111,2 გ რკინის აქსპი  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ . განსაზღვრეთ ნარევის შედგენილობა.

218/251,2 გ პირიტისა და თუთიის სულფიდის ნარევის დაწვისას წარმოიქმნა 71,68 ლ (ნ. პ.) გოვირდის დიოქსიდი. განსაზღვრეთ ნარევის შედგენილობა.

219/33,3 გ კალციუმის კარბონატისა და ჰიდროკარბონატის ნარევის გოვირდმეავეთი დამუშავებისას წარმოიქმნა 32,64 გ კალციუმის სულფატი. განსაზღვრეთ აღებული ნარევის შედგენილობა.

220/8,3 გ კალიუმისა და ნატრიუმის ქლორიდების მყავათი დამუშავებისას წარმოიქმნა 9,8 გ მათი სულფატები. განსაზღვრეთ აღებული და მიღებული ნარევების შედგენილობა.

221/მარილმეავეაში განსხნეს 1,36 გ მაგნიუმისა და მაგნიუმის მონოქსიდის ნარევი. წარმოქმნილი ხსნარიდან ნატრიუმის ჰიდროფოსფატის დახმარებით ამიაკის ხსნარში დალექეს მაგნიუმი მცირეხსნადი ორნაგი მარილის  $MgNH_4PO_4$ -ის სხნით, რომელიც გავარვარებისას გარდაიქმნება მაგნიუმის პიროფოსფატად  $Mg_2P_2O_7$ . განსაზღვრეთ ნარევის შედგენილობა, თუ წარმოიქმნა 6,66 გ მაგნიუმის პიროფოსფატი.

222/500 მლ ხსნარი შეიცავს 13,7 გ მყავთმეავესა და ჰიანქველმეავეს. 50 მლ ამ ხსნარში მათ დაქანგვაზე გოვირდმეავე გარემოში დაიხარჯა 1,58 გ კალიუმის პერმანგანატი. განსაზღვრეთ მყავების მოლური კონცენტრაცია ხსნარში.

223/8,06 გ კალიუმპერმანგანატისა და ბერთოლეს მარილის ნარევის დაშლისას გამოიყო 1,568 ლ (ნ. პ.) ეანგბადი. განსაზღვრეთ აღებული ნარევის შედგენილობა.

224/ხსნარს, რომელიც შეიცავდა 5,48 გ ნატრიუმის სულფატისა და სილიკატის ნარევს, მიუმატეს ჰარბი ბარიუმის ქლორიდი, რის შედეგადაც წარმოიქმნა ბარიუმის სულფატისა და სილიკატის 9,12 გ ნარევი. განსაზღვრეთ აღებული და წარმოქმნილი ნარევების შედგენილობა.

225/11,14 გ კალიუმისა და თუთიის ქლორიდების ნარევის გოვირდმეავეთი დამუშავების და სიმშრალემდე აორთქლებისას წარმოიქმნა კალიუმისა და თუთიის სულფატების 13,14 გ ნარევი. განსაზღვრეთ აღებული და წარმოქმნილი ნარევების შედგენილობა.

226/7,2 გ კალიუმისა და ნატრიუმის ჰიდრიდების წყლით დამუშავებისას წარმოიქმნა 250 მლ ჰიდროქსიდების ხსნარი. განსაზღვრეთ



ჰიდროიდების ნარევის შედგენილობა, თუ მიღებული 50 მლ ხსნარის ნეიტრალიზაციაზე დაიხარჯა 20 მლ მარილმჟავას 2 N ხსნარი.

227/200 მლ აზოტმჟავას 0,5 M ხსნარის ნეიტრალიზაციაზე დაიხარჯა 6,26 გ კალიუმისა და ნატრიუმის კარბონატების ნარევი. განსაზღვრეთ ნარევის შედგენილობა.

228/1996 გ მეთუნმჟავასა და ქიანჰველმჟავას ნარევის გოგირდმჟავასთან გაცხელებისას წარმოიქმნა 11,2 ლ (ნ. პ.) ნახშირბადის მონოქსიდი და დიოქსიდი. განსაზღვრეთ მჟაჭების ნარევის შედგენილობა.

229/2 გ თუთიასთან ალუმინის შენადნობის ტუტის ხსნარში გახსნისას გამოიყო 1,904 ლ წყალბადი (ნ. პ.). განსაზღვრეთ შენადნობის პროცენტული შედგენილობა.

230/92 გ კალციუმისა და ალუმინის კარბიდების ნარევის მარილმჟავათი დამუშავებისას წარმოიქმნა 4,48 ლ მეთანისა და აცეტილენის (ნ. პ.) ნარევი. განსაზღვრეთ კარბიდების ნარევის შედგენილობა.

231/ ხსნარს, რომელიც შეიცავდა 12,5 გ კალიუმის ქლორიდისა და ბრომიდის ნარევის, დაუმატეს ჰარბი ვერცხლის ნიტრატე, რის შედეგადაც წარმოიქმნა 20,78 გ ვერცხლის ქლორიდისა და ბრომიდის ნარევი. განსაზღვრეთ აღებული და წარმოქმნილი ნარევების შედგენილობა.

232/ წყლის კარბონატული სიბისტე 14 მეკვ/ლ ტოლია. 2 ლ წყლის დუღილისას წარმოიქმნა 1,168 გ ნალექი, რომელიც შეიცავს კალციუმის კარბონატსა და მაგნიუმის ფუფე კარბონატს. განსაზღვრეთ ნალექის შედგენილობა.

233/ 8 გ ალუმინის თუთიასთან შენადნობი ტუტის წყალხსნარში გახსნეს, გამოიყო 6,272 ლ წყალბადი (ნ. პ.). განსაზღვრეთ შენადნობის პროცენტული შედგენილობა.

234/29.8 გ კალიუმისა და ნატრიუმის პეროქსიდების წყლით დამუშავებისას წარმოიქმნა 1 ლ კალიუმისა და ნატრიუმის ჰიდროქსიდების ხსნარი და გამოიყო 5.6 ლ ეანგბადი (ნ. პ.). განსაზღვრეთ პეროქსიდების ნარევის შედგენილობა და ტუტეების მოლური კონცენტრაცია წარმოქმნილ ხსნარში.

235/ მწვავე ნატრიუმის ხსნარში 2,464 ლ ნახშირორჟანგის (ნ. პ.) გატარებისას წარმოიქმნა 11,44 გ ნატრიუმის კარბონატისა და ჰიდროკარბონატის ნარევი. განსაზღვრეთ წარმოქმნილი ნარევის შედგენილობა.

236/ 3 გ სპილენძის ვერცხლთან შენადნობის გახსნისას წარმოიქმნა 7,34 გ სპილენძისა და ვერცხლის ნიტრატების ნარევი. განსაზღვრეთ შენადნობის პროცენტული შედგენილობა.

237/ 100 მლ ხსნარი შეიცავს მარილმჟავასა და გოგირდმჟავას ნარევის. მწვავე ნატრიუმით მათი ნეიტრალიზაციის შედეგად და ხსნარის სიმშრალემდე აორთქლებისას წარმოიქმნა 13,2 გ უწყლო მარილები.

განსაზღვრეთ მჟავების მოლური კონცენტრაცია ხსნარში, თუ 10 მლ ასეთი ხსნარის ნეიტრალიზაციისათვის დაიხარჯა 40 მლ 0,5N ტუტის ხსნარი.

238./8,2 გ კალციუმისა და მაგნიუმის კარბონატების ნარევის გახსნას წყალში დასჭირდა 2,016 ლ ნახშირორჟანგი (ნ. პ.). განსაზღვრეთ კარბონატების ნარევის შედგენილობა.

239./მარილმჟავაში 2,79 გ თუთიისა და რკინის ფხვნილების ნარევის გახსნისას გამოიყო 1,008 ლ წყალბადი (ნ. პ.). განსაზღვრეთ აღებული ნარევის შედგენილობა.

240./განსაზღვრეთ თუთიის, ალუმინისა და სპილენძის ნარევის პროცენტული შედგენილობა, თუ მისი 5 გ ურთიერთქმედებისას ჰარბ ტუტესთან გამოიყო 2,016 ლ წყალბადი (ნ. პ.), ხოლო ნაშთის მასა გარეცხვისა და გამოშრობის შემდეგ 1,5 გ ტოლი აღმოჩნდა.

241./4,72 გ რკინის, რკინის (II) ოქსიდისა და რკინის (III) ოქსიდის ნარევის დამუშავებისას წყალბადით გაცხელების დროს წარმოიქმნა 3,92 გ რკინა. თუ ამავე რაოდენობით ნარევს დავამუშავებთ სპილენძის სულფატის ხსნარით, მაშინ მისი მასა გაიზარდება 4,96 გ-მდე. განსაზღვრეთ საწყისი ნარევის შედგენილობა.

242. ალუმინის, მაგნიუმის, თუთიისა და რკინის ნარევიდან მოამზადეს 7,4 გ მასის მქონე ორი ტაბლეტი. აქედან ერთი მოათავსეს მარილმჟავას ხსნარში, ხოლო მეორე — ტუტის ხსნარში. პირველ შემთხვევაში გამოიყო 3,584 ლ, ხოლო მეორეში — 2,016 ლ წყალბადი (ნ. პ.). განსაზღვრეთ ნარევის შედგენილობა, თუ თუთიისა და ალუმინის ატომების რაოდენობას შორის შეფარდება 3 : 1 ტოლია.

243./32,2 გ კალიუმისა და რუბიდიუმის კარბონატების ნარევის გახსნისას წყალში წარმოიქმნა 500 მლ ხსნარი, რომლიდანაც 50 მლ გაანეიტრალეს 22 მლ 2M მარილმჟავას ხსნარით. განსაზღვრეთ ნარევის შედგენილობა.

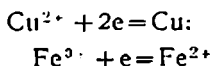
244./ხსნარში, რომელიც შეიცავდა 2,19 გ ეთანოლისა და პროპანოლის და 15 მლ ბენზოლის (სიმკვრივე 0,88 გ/სმ<sup>3</sup>) ნარევს, დაუმატეს ჰარბი ლითონური ნატრიუმი. გამოყოფილი გაზი გაატარეს 1,54 გ ძმრის ალდეჰიდის სპირტხსნარში პლატინის კატალიზატორის თანაობისას. რეაქციის დამთავრების შემდეგ კატალიზატორი გაფილტრეს, ხოლო ფილტრატს დაუმატეს ვერცხლის ოქსიდის ამიაკის ხსნარი. სუსტი გაცხელებისას წარმოიქმნა 3,24 გ ნალექი. განსაზღვრეთ ეთანოლისა და პროპანოლის პროცენტული კონცენტრაცია საწყის ხსნარში.

## VII. ელექტროლიზი

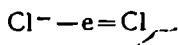
ყველა ნივთიერება იყოფა ელექტროლიტებად და არაელექტროლიტებად. ელექტროლიტები ეწოდება ნივთიერებებს.

ლებიც ხსნარში ან ნალღობში ატარებს ელექტრულ დენს. არაელექტროლიტები ეწოდება ნივთიერებებს, რომელთა ხსნარები ან ნალღობები არ ატარებენ ელექტრულ დენს. ელექტროლიტები ხსნარებში ან ნალღობებში იშლებიან იონებად. ამ მოვლენას უწოდებენ ელექტროლიტურ დისოციაციას. ელექტროლიტებს ეკუთვნის მჟავები, ფუძეები და მარილები. ყველა დანაზრჩენი ნივთიერება ან არაელექტროლიტია, ან ძალიან სუსტი ელექტროლიტი, ე. ი. მათი მოლეკულების უმნიშვნელო ნაწილი იშლება იონებად.

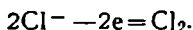
ხსნარში ელექტრული დენის გატარებისას კატიონები (დადებითად დამუხტული) მიემართება უარყოფითად დამუხტული ელექტროდისაკენ, რომელსაც უწოდებენ კათოდს, ხოლო ანიონები (უარყოფითად დამუხტული) მიემართებიან დადებითად დამუხტული ელექტროდისაკენ, რომელსაც უწოდებენ ანოდს. კათოდზე კატიონები იერთებენ ელექტრონებს და გარდაიქმნებიან ნეიტრალურ ატომებად ან იონებად ნაკლები მუხტით:



ანიონები ანოდზე გასცემენ ელექტრონებს და ნეიტრალურ ატომებად გარდაიქმნებიან:



ან



მაშასადამე, ხსნარში ელექტრული დენის გატარებისას ელექტროლიტი იშლება. ელექტროლის ზემოქმედებით ნივთიერების დაშლას ელექტროლიზი ეწოდება.

რაოდენობრივი მხრით ელექტროლიზის პროცესი გამოისახება ფარადეის ორი კანონით.

პირველი კანონი. ელექტროდებზე გამოყოფილი ნივთიერებების რაოდენობა პირდაპირპროპორციულია ელექტროლიტის ხსნარში გატარებული ელექტროლის რაოდენობისა.

მეორე კანონი. სხვადასხვა ელექტროლიტის ხსნარებში ერთხაირი რაოდენობით ელექტროლის გავლისას ელექტროდებზე გამოყო-

ფილი ნივთიერებების რაოდენობა მათი ქიმიური ეკვივალენტების პროპორციულია.

იმისათვის, რომ გამოვყოთ ნივთიერების 1 ეკვივალენტი, ელექტროლიტის ხსნარში უნდა გავატაროთ 96500 კულონი ანუ 26,8 ამპერ-საათი ელექტრობა. ელექტრობის ამ რაოდენობას უწოდებენ ფარადეის რიცხვს (F).

ზოგადი სახით ფარადეის კანონები შეიძლება ჩამოვყალიბოთ ასე: ელექტროლიტის ხსნარში გატარებული ელექტრობის რაოდენობა ელექტროლზე გამოყოფილი ნივთიერების გრამ-ეკვივალენტის პროპორციულია:

$$Q = FN,$$

სადაც Q არის ელექტრობის რაოდენობა K-ბით ან ამპერ-საათებით; F — ფარადეის რიცხვი (96500 K ანუ 26,8 ამპერ-საათი); N — ელექტროლზე გამოყოფილი ნივთიერების ეკვივალენტების რაოდენობა.

თუ ნივთიერების რაოდენობას გამოვსახავთ გრამებით, მაშინ

$$Q = F \frac{A}{\gamma},$$

სადაც A — არის ნივთიერების რაოდენობა, გ;  $\gamma$  — ქიმიური ეკვივალენტი.

პრაქტიკაში ხშირად ხმარობენ ცნებას „ელექტროქიმიური ეკვივალენტი“.

ელექტროქიმიური ეკვივალენტი ეწოდება ნივთიერების ისეთ რაოდენობას, რომელიც გამოიყოფა ელექტროლიტში 1 ამპერ-საათი ელექტრობის გატარებისას. ელექტროქიმიური ეკვივალენტი ქიმიური ეკვივალენტის 26,8-ზე განაყოფის ტოლია.

ელექტროლიზის დროს უმრავლეს შემთხვევაში მთელი დენი არ იხარჯება ნივთიერების გამოყოფაზე. რადგან შესაძლებელია თანაური პროცესები. მაგალითად, ქლორიდების ელექტროლიზის დროს შესაძლებელია არა მარტო ქლორიდის, არამედ ჰიდროქსილ-იონების დაჟანგვა. ასეთ შემთხვევებში ელექტრული დენის გამოყენების კოეფიციენტი 1-ზე ნაკლები ანუ 100%.

ელექტროქიმიურ წარმოებებში ელექტრული დენის გამოყენების კოეფიციენტს პოულობენ როგორც პრაქტიკულად მიღებული ნივთიერებს, ფარადეის კანონების თანახმად გამოყოფილი ნივთიერების რაოდენობაზე ვაყოფით. ამ სიდიდეს უწოდებენ გამოსავალს დენის მიხედვით:

$$\eta = \frac{m_{\text{პრაქტიკული}}}{m_{\text{თეორიულ}}}. 100,$$

სადაც  $a$  — არის ნივთიერების გამოსავალი დენის მიხედვით;  $m_{\text{კატ}}$  ელექტრობის პროცესში წარმოქმნილი ნივთიერების რაოდენობა;  $m_{\text{ანოდ}}$  ნივთიერების რაოდენობა, რომელიც უნდა წარმოიქმნას ფარადის კანონების თანახმად.

ელექტროლიზის კანონების დახმარებით შეიძლება ამოიხსნას ასეთი ტიპის ამოცანები:

1. განსაზღვრა ნივთიერების რაოდენობისა, რომელიც გამოიყოფა ელექტროლიტის ხსნარში განსაზღვრული რაოდენობის ელექტრობის გავლისას.

2. განსაზღვრა ელექტრობის რაოდენობისა, რომელიც უნდა გატარდეს ელექტროლიტის ხსნარში, რომ გამოიყოს განსაზღვრული რაოდენობით ნივთიერება.

3. ელექტრული დენის გამოყენების კოეფიციენტის ანუ დენის მიხედვით ნივთიერების გამოსავლის განსაზღვრა.

4. ქიმიური ეკვივალენტის განსაზღვრა.

ელექტრობის რაოდენობის განსაზღვრისათვის საჭიროა დენის ძალა გავამრავლოთ მისი გავლის დროზე. ზოგჯერ ელექტრობის რაოდენობას საზღვრავენ კულონომეტრით. კულონომეტრი — ეს არის ხელსაწყო, რომელშიც ელექტროლიტად გამოყენებულია ლითონის სულფატის ხსნარი, ლითონისა, რომლიდანაც დამზადებულია ამ ხსნარში ჩაშვებული ელექტროდები. თუ კულონომეტრი სპილენძისაა, მაშინ ელექტროდები დამზადებულია სპილენძისაგან, ხოლო ელექტროლიტად ითვლება სპილენძის სულფატის ხსნარი. ელექტრული დენის გავლისას ანოდი იხსნება, ხოლო კათოდზე გამოიყოფა იმდენი სპილენძი, რამდენიც გადავიდა იგი ხსნარში ანოდიდან. კათოდზე გამოყოფილი სპილენძის რაოდენობის მიხედვით განსაზღვრავენ კულონომეტრსა და ელექტროლიზერში გავლილი ელექტრობის რაოდენობას.

#### ამოცანათა პირობები

245/ ნიკელის სულფატის კრისტალჰიდრატის  $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  წყალში გახსნისას წარმოიქმნა 800 გ ხსნარი. 100 გ ამ ხსნარიდან ნიკელის სრული გამოყოფისათვის გაატარეს 1,072 ამპერი ძალის ელექტრული დენი 2 საათის განმავლობაში. განსაზღვრეთ კრისტალჰიდრატისა და წყლის რაოდენობა, რომელიც საჭიროა 800 გ ხსნარის მოსამზადებლად.

246/ განსაზღვრეთ კათოდზე გამოყოფილი კადმიუმის რაოდენობა, თუ კადმიუმის სულფატის ხსნარში გაატარეს 3,35 ამპერ-საათი ელექტრული დენი.

247/ განსაზღვრეთ კადმიუმის სულფატის ხსნარში 0,402 ამპერი

ძალის ელექტრული დენის გატარების დრო, რომლის დროსაც კათოდზე გამოიყოფა 3,36 გ კადმიუმი.

248/400 მლ წყალში გახსნეს 40 გ მარილი, რომელიც შეიცავდა კადმიუმის სულფატს. განსაზღვრეთ კადმიუმის სულფატის პროცენტული შედგენილობა მარილში, თუ კადმიუმის სრული გამოყოფისათვის ხსნარში გაატარეს 2,144 ამპერი ძალის ელექტრული დენი 4 საათის განმავლობაში.

249/თუთიისა და კადმიუმის სრული გამოყოფისათვის ხსნარიდან, რომელიც მიღებულია 2,65 გ მათი უწყლო სულფატების ნარევის გახსნით, დასჭირდა 0,268 ამპერი ძალის ელექტრული დენის გატარება 3 საათის განმავლობაში. განსაზღვრეთ სულფატების ნარევის შედგენილობა.

250/განსაზღვრეთ ელექტრული დენის ძალა, რომელიც გაატარეს შაბიამნის ხსნარში 2 საათის განმავლობაში, თუ კათოდზე გამოიყო 2.24 გ სპილენძი.

251/განსაზღვრეთ სპილენძის რაოდენობა, რომელიც გამოიყოფა კათოდზე შაბიამნის ხსნარში 5,36 ამპერი ძალის ელექტრული დენის გატარებისას 30 წუთის განმავლობაში.

252/ელექტრული დენის გატარებისას სპილენძის კულონომეტრში და კალიუმქლორიდის ხსნარში, კულონომეტრის კათოდის მასა გაიზარდა 8 გ-ით. განსაზღვრეთ ხსნარში წარმოქმნილი მწვავე კალიუმის რაოდენობა.

253/ელექტრული დენი გაატარეს სპილენძის კულონომეტრში და ორ ელექტროლიზერში. ელექტროლიზის შედეგად კულონომეტრის კათოდის მასა გაიზარდა 2,56 გ-ით, ხოლო ელექტროლიზერის ანოდებზე შესაბამისად გამოიყო 0,64 გ და 2,84 გ გაზი. განსაზღვრეთ, რომელი გაზები გამოიყო.

254/ხსნარი შეიცავდა 5,95 გ ვერცხლის ნიტრატს. განსაზღვრეთ ვერცხლის გამოსავალი დენის მიხედვით, თუ ვერცხლის სრული გამოყოფისათვის გაატარეს 0,5 ამპერი ძალის დენი 2 საათის განმავლობაში.

255/სპილენძის კულონომეტრში და ნატრიუმქლორიდის ხსნარში ელექტრული დენის გატარებისას კულონომეტრის კათოდზე გამოიყო 2,56 გ სპილენძი, ხოლო ხსნარში წარმოიქმნა 3,12 გ მწვავე ნატრიუმი. განსაზღვრეთ მწვავე ნატრიუმის გამოსავალი დენის მიხედვით.

256/ლითონის სულფატის ხსნარის ელექტროლიზის დროს კათოდზე გამოიყო 9,1 გ ლითონი, ხოლო ანოდზე — 1,568 ლ ქანგბადი (ნ. პ.). განსაზღვრეთ ლითონის ეკვივალენტი და სახელწოდება.

257/ელექტროლიზერში, რომლის კათოდური გარემო შეიცავდა 20 ლ 4M კალიუმქლორიდის ხსნარს, გაატარეს 40,2 ამპერი ძალის ელექტრული დენი 40 საათის განმავლობაში. განსაზღვრეთ კალიუმქლორი-

დისა და მწვავე კალიუმის მოლური კონცენტრაცია მიღებულ ხსნარში, თუ მწვავე კალიუმის გამოსავალი ღენის მიხედვით 90%-ის ტოლია და ხსნარის მოცულობა ელექტროლიზის პროცესში არ შეიცვალა.

258/ ელექტრული ღენი გაატარეს სამ კულონომეტრში, რომელთაგან ერთი სპილენძის კაპილარული პროცესში სპილენძის კულონომეტრის მასები განზარდა შესაბამისად 0,84 და 1,62 გ-ით. განსაზღვრეთ რომელი ლითონებისგან არის დამზადებული ელექტროდები მეორე და მესამე კულონომეტრებში.

259/ სპილენძისა და კადმიუმის სრული გამოყოფისათვის 500 მლ ხსნარიდან, რომელიც შეიცავდა 5,76 გ მათ სულფატებს, გაატარეს 0,268 ამპერი ძალის ელექტრული ღენი 6 საათის განმავლობაში. განსაზღვრეთ სპილენძის სულფატისა და კადმიუმის სულფატის მოლური კონცენტრაცია ხსნარში.

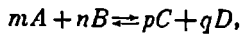
260/ ელექტრული ღენი ერთდროულად გაატარეს გოგირდმჟავასა და ლითონის სულფატის წყალხსნარში. პირველ ელექტროლიზერში კათოდზე გამოიყო 400 მლ წყალბადი, გაზომილი 25°C და 740 მმ ვერცხლს. სვ. დროს, ხოლო მეორე ელექტროლიზერის კათოდზე გამოიყო 1.04 გ ლითონი. განსაზღვრეთ, რომელი ლითონის სულფატი იყო ხსნარში.

### VIII. ქიმიური წონასწორობა

ქიმიური რეაქციები მიმდინარეობს სხვადასხვა სიჩქარით: ერთნი — მყისვე, სხვები — რამდენიმე წუთის განმავლობაში, ხოლო ზოგიერთი — რამდენიმე საათის, დღე-ღამისა და თვეების ან წლების განმავლობაშიც კი. მაგალითად, იონური რეაქციები მიმდინარეობს სწრაფად, რეაქციები მრავალ ორგანულ ნივთიერებას შორის ხშირად გრძელდება რამდენიმე წუთს ან საათს, ხოლო რეაქციები მყარ ნივთიერებებში (წიღაში, მინაში, ქანებში) მიმდინარეობს ძალიან ნელა.

ქიმიური რეაქციების სიჩქარე იზომება მორეაგირე ნივთიერებების კონცენტრაციების ცვლილებით დროის ერთეულში. კონცენტრაციას უფრო ხშირად გამოსახავენ მოლების რიცხვით 1 ლ-ში. ქიმიური რეაქციის სიჩქარე დამოკიდებულია მორეაგირე ნივთიერებათა ბუნებაზე, კონცენტრაციაზე, ტემპერატურასა და კატალიზატორის თანაობაზე. მორეაგირე ნივთიერებების კონცენტრაციის გადიდება მიდის მოლეკულათა დაჯახების ალბათობის გაზრდამდე. მორეაგირე ნივთიერებების მოლეკულების ენერჯის მარაგზე დამოკიდებულებით დაჯახებები შეიძლება დამთავრდეს ახალ ნივთიერებათა მოლეკულების წარმოქმნით.

ქიმიური რეაქციის სიჩქარის რაოდენობრივი დამოკიდებულება გამოიყვანა ნ. ნ. ბეკეტოვმა. ეს დამოკიდებულება ცნობილია სახელწოდებით მოქმედ მასათა კანონი: ქიმიური რეაქციის სიჩქარე მუდმივი ტემპერატურის დროს პირდაპირ პროპორციულია მორეაგირე ნივთიერებათა კონცენტრაციების ნამრავლისა. თუ, მაგალითად, მიმდინარეობს რეაქცია



მაშინ რეაქციის სიჩქარე გამოისახება ასეთი განტოლებით:

$$v = k[A]^m \cdot [B]^n,$$

სადაც  $v$  — არის რეაქციის სიჩქარე;  $[A]$  და  $[B]$  — მორეაგირე ნივთიერებათა კონცენტრაცია;  $m$  და  $n$  — კოეფიციენტები რეაქციის განტოლებაში, რომლებიც რეაქციის სიჩქარის განტოლებაში ითვლება შესაბამისი ნივთიერებების კონცენტრაციების ხარისხის მაჩვენებლებად;  $k$  — პროპორციულობის კოეფიციენტი.

ტემპერატურის გადიდებისას იზრდება მორეაგირე ნაწილაკების მოძრაობის სიჩქარე, ე. ი. იზრდება მოლეკულათა ენერგიის მარაგი, რაც ხელს უწყობს ახალ ნივთიერებათა მოლეკულების წარმოქმნას. ტემპერატურის გაზრდა  $10^{\circ}\text{C}$ -ით რეაქციის სიჩქარეს ზრდის პრაქტიკულად 2—3-ჯერ.

ქიმიური რეაქციები ყოველთვის არ მიმდინარეობს ბოლომდე. ეს აიხსნება იმით, რომ რეაქციის პროცესში იზრდება რეაქციის პროდუქტთა კონცენტრაცია. ეს კი ქმნის პირობებს, რომელთა დროს რეაქცია შესაძლებელია უკუმიმართულებით. ასეთ რეაქციებს ეწოდება შექცევადი. მარცხნიდან მარჯვნივ მიმდინარე რეაქციას (რეაქციის განტოლების ჩაწერის თანახმად) უწოდებენ პირდაპირს, ნალო მარჯვნიდან მარცხნივ მიმდინარე რეაქციას — შექცევადს.

პირდაპირი რეაქციის დროს საწყისი კომპონენტების კონცენტრაცია მცირდება, რასაც მიყვავართ ამ რეაქციის სიჩქარის შემცირებამდე:

$$v = k[A]^m \cdot [B]^n$$

რეაქციის პროდუქტთა კონცენტრაცია ყოველთვის იზრდება, ამიტომ შექცევადი რეაქციის სიჩქარეც ასევე იზრდება:

$$v_1 = k_1[C]^p \cdot [D]^q.$$

რამდენიმე წნის შემდეგ პირდაპირი რეაქციის სიჩქარე შექცევადი რეაქციის სიჩქარის ტოლი იქნება:

$$v = v_1,$$



ე. ი. მყარდება ქიმიური წონასწორობის მდგომარეობა. ეს სრულიად არ ნიშნავს, რომ რეაქცია წყდება. ქიმიური წონასწორობა დინამიურია; ქიმიური წონასწორობის დროს უცვლელია მხოლოდ მორეაგირე ნივთიერებათა კონცენტრაციები, რადგან დროის ერთეულში რამდენი რეაქციის პროდუქტებიც წარმოიქმნება. იმდენივე იშლება.

ქიმიური წონასწორობის დროს პირდაპირი და შექცევადი რეაქციების სიჩქარეები ერთიანობის ტოლია, ე. ი.  $v = v_1$  ანუ

$$k[A]^m \cdot [B]^n = k_1[C]^p \cdot [D]^q;$$

$$k_2 = \frac{k}{k_1} = \frac{[C]^p \cdot [D]^q}{[A]^m \cdot [B]^n},$$

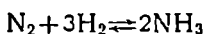
სადაც  $k_2$  — არის ქიმიური წონასწორობის კონსტანტა, რომელიც და მოკიდებულია ტემპერატურაზე და არ არის დამოკიდებული მორეაგირე ნივთიერებების კონცენტრაციაზე.

კატალიზატორის თანაობა ასევე არ ახდენს გავლენას წონასწორობის კონსტანტაზე. კატალიზატორს შეუძლია მხოლოდ დააჩქაროს წონასწორული მდგომარეობის მოახლოება.

ერთი ან რამდენიმე კომპონენტის კონცენტრაციის ცვლილება მიღის სხვა კომპონენტების კონცენტრაციის ცვლილებამდე, მაგრამ წონასწორობის კონსტანტის მნიშვნელობა მუდმივი რჩება. სხვადასხვა ფაქტორის გავლენა ქიმიურ წონასწორობაზე ხასიათდება ლე შატელიეს პრინციპით: თუ შევცვლით წონასწორობის ერთ-ერთ პირობას, მაგალითად, ტემპერატურას, წნევას ან კონცენტრაციას, მაშინ წონასწორობა გადაიხრება რეაქციის მიმართულეებით, რომელიც მოქმედებს ამ ცვლილების ხაზინააღმდეგოდ.

თუ პირდაპირი რეაქცია ეგზოთერმულია (მიმდინარეობს სითბოს გამოყოფით), მაშინ ტემპერატურის გაზრდა წონასწორობას გადაწევს შებრუნებული (ენდოთერმული) რეაქციის მხარეზე, ხოლო ტემპერატურის დაწევა — პირდაპირი რეაქციის მხარეზე.

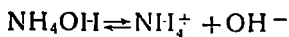
თუ რეაქციას თან ახლავს მოცულობის ცვლილება, მაშინ წნევის გაზრდა წონასწორობას გადაწევს მოცულობის შემცირების მხარეზე, ხოლო წნევის შემცირება — მოცულობის გაზრდის მხარეზე. მაგალითად, ამიაკის სინთეზის დროს რეაქციის თანახმად



სამი მოცულობა წყალბადისა და ერთი მოცულობა აზოტიდან წარმოიქ-

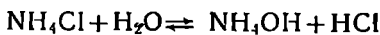
მნება ორი მოცულობა ამიაკი. წნევის გაზრდა ხელს უწყობს ამიაკის განოსავლის გადიდებას, რადგან ამ რეაქციას თან ახლავს მოცულობის შემცირება. წნევის შემცირება ხელს უწყობს მოცულობის გაზრდას, და წონასწორობა გადაიწევა ამიაკის დაშლის მხარეზე.

წონასწორულ სისტემაში ერთ-ერთი კომპონენტის კონცენტრაციის გადიდებით სისტემა გადაიხრება იმ რეაქციის მხარეზე, რომელიც მოდის ამ კომპონენტის კონცენტრაციის შემცირებამდე. თუ სუსტი ელექტროლიტის ხსნარს, მაგალითად, ამონიუმის ჰიდროქსიდს

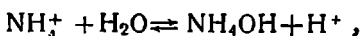


დავამატებთ  $\text{NH}_4^+$  ან  $\text{OH}^-$  იონების შემცველ ნაერთებს, წონასწორობა გადაიხრება  $\text{NH}_4\text{OH}$ -ის წარმოქმნის მხარეზე, რომ შევამციროთ ხსნარში შეყვანილი იონების კონცენტრაცია.

წონასწორობის კონსტანტის განტოლებაში ჩაწერენ მხოლოდ იმ კომპონენტებს, რომელთა კონცენტრაცია იცვლება რეაქციის პროცესში. რომელიმე მარილის ჰიდროლიზის დროს განზავებულ წყალხსნარებში წყლის რაოდენობა ძალიან დიდია მარილის კონცენტრაციასთან შედარებით და მისი კონცენტრაცია პრაქტიკულად არ იცვლება.  $\text{NH}_4\text{Cl}$ -ის მარილის ჰიდროლიზის რეაქციისათვის:



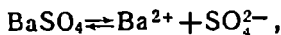
ანუ



$$k_{\text{ფ}} = \frac{[\text{NH}_4\text{OH}] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{NH}_4^+]}$$

წყალბად-იონების კონცენტრაციის გაზრდა ანელებს მარილის ჰიდროლიზს, ხოლო წყალბად-იონების კონცენტრაციის შემცირება ჰიდროლიზს აძლიერებს.

თუ განვიხილავთ ძნელად ხსნადი ნივთიერებების, მაგალითად, ბარიუმსულფატის დისოციაციას



მაშინ მისი წონასწორობის კონსტანტას გააჩნია ასეთი სახე:

$$k_{\text{ფ}} = \frac{[\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}]}{[\text{BaSO}_4]}$$

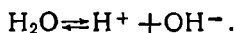
ბარიუმსულფატი იხსნება ძალიან ცუდად (პრაქტიკულად უხსნადა), ამიტომ წონასწორობის კონსტანტის განტოლებაში ფაქტიურად შეყვანილია ბარიუმსულფატის კონცენტრაცია მყარ ფაზაში. ეს სი-

დიდე მუდმივია განსაზღვრული ტემპერატურის დროს და ამიტომ მუდმივი იქნება იონთა ნამრავლიც:

$$[\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}] = \text{const.}$$

ძნელხსნადი ნივთიერების იონთა კონცენტრაციის ნამრავლს უწოდებენ ამ ნივთიერების ხსნადობის ნამრავლს და ითვლება ძალიან მნიშვნელოვან მის მახასიათებლად. ანალიზურ ქიმიაში (წონითი ანალიზი) ხსნადობის ნამრავლის დახმარებით შეიძლება გამოვთვალოთ განსაზღვრული იონების პრაქტიკულად სრული დალექვის პირობები. ხსნადობის ნამრავლს ქართულად აღვნიშნავთ —  $\Pi$ .

მარილების ჰიდროლიზთან დაკავშირებული ამოცანების ამოსახსნელად უნდა ვიცოდეთ წყლის ფუძე-მეფუძური დახასიათება. წყალი ითვლება ძალიან სუსტ ელექტროლიტად. ის დისოცირდება სქემით:



წყლის დისოციაციის კონსტანტა

$$K = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]}$$

ვინაიდან წყალი ითვლება ძალიან სუსტ ელექტროლიტად, წყლის მოლეკულების კონცენტრაცია პრაქტიკულად მუდმივი რჩება და

$\frac{1000}{18} = 55,5$  მოლი/ლ ტოლია. ამიტომ ხელსაყრელია ვისარგებლოთ არა წყლის დისოციაციის კონსტანტით, არამედ მისი იონური ნამრავლით

$$K_{\text{H}_2\text{O}} = [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-].$$

წყლის იონური ნამრავლი დამოკიდებულია ტემპერატურაზე. 24—25°C დროს იგი  $10^{-14}$  ტოლია.

გარემოს ნეიტრალობის ძირითად პირობად ითვლება წყალბადისა და ჰიდროქსილ-იონების კონცენტრაციების ტოლობა:

$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7}.$$

მევაა გარემოში წყალბად-იონების კონცენტრაცია მეტია:

$$[\text{H}^+] > [\text{OH}^-]; \quad [\text{H}^+] > 10^{-7}$$

ტუტე გარემოში ჰიდროქსილ-იონების კონცენტრაცია მეტია:

$$[\text{OH}^-] > [\text{H}^+]; \quad [\text{OH}^-] > 10^{-7};$$

პრაქტიკაში უფრო ხშირად სარგებლობენ ისეთი ცნებით, როგორცაა წყალბადური მაჩვენებელი pH.

წყალბადური მაჩვენებელი არის წყალბად-იონების კონცენტრაციის ათობითი ლოგარითმი, აღებული საპირისპირო ნიშნით:

$$pH = -\lg[H^+],$$

საიდანაც

$$[H^+] = 10^{-pH}.$$

მევა გარემოში  $pH < 7$ , ტუტეში  $pH > 7$ , ხოლო ნეიტრალურში  $pH = 7$ . ჰიდროქსილ-იონების კონცენტრაცია  $[OH^-] = 10^{-(14-pH)}$  მაგალითად,  $pH = 3$ -ის დროს წყალბად-იონების კონცენტრაცია  $[H^+] = 10^{-3}$ , ხოლო ჰიდროქსილ-იონების კონცენტრაცია  $[OH^-] = 10^{-(14-3)}$ , ხოლო წყლის იონური ნამრავლი ტოლია  $10^{-3} \cdot 10^{-11} = 10^{-14}$ .

წონასწორულ პროცესებზე დაფუძნებული ამოცანები შეიძლება პირობითად დავყოთ სამ ჯგუფად:

1. მორეაგირე ნივთიერებების წონასწორობის კონსტანტის განსაზღვრა ცნობილი კონცენტრაციების მიხედვით.

2. მორეაგირე ნივთიერებების კონცენტრაციის განსაზღვრა ცნობილი წონასწორობის კონსტანტის მიხედვით.

3. რეაქციის ერთ-ერთი კომპონენტის შეკავშირების პირობების მოძებნა ცნობილი წონასწორობის კონსტანტის მიხედვით.

#### ამოცანათა პირობები

— 261. განსაზღვრეთ ბენზომჟეავას  $0,02 M$  ხსნარის  $pH$ , თუ მისი დისოციაციის ხარისხი  $0,5\%$ -ის ტოლია, ხოლო დისოციაციის კონსტანტა  $6,6 \cdot 10^{-5}$ -ისა.

✓ 262. განსაზღვრეთ ძმარმჟეავას დისოციაციის კონსტანტა, თუ მისი დისოციაციის ხარისხი  $0,1M$  ხსნარში  $1,3\%$ -ის ტოლია.

— 263. განსაზღვრეთ ტყვიის იონების კონცენტრაცია ნატრიუმის სულფატის  $0,05M$  ხსნარში, თუ ტყვიის სულფატის იონური ნამრავლი  $1,6 \cdot 10^{-8}$  ტოლია.

✓ 264. რაღაც ტემპერატურაზე წონასწორული კონცენტრაცია გოგირდის ანჰიდრიდისა. რომელიც წარმოქმნილია გოგირდის დიოქსიდის ჟანგბადით დაჯანგვის შედეგად,  $0,03$  მოლი/ლ ტოლი იყო. გოგირდის დიოქსიდისა და ჟანგბადის საწყისი კონცენტრაციები შესაბამისად ტოლი იყო  $0,07$  და  $0,06$  მოლი/ლ. გაიანგარიშეთ ამ რეაქციის წონასწორობის კონსტანტა.

- 265. განსაზღვრეთ კალციუმფთორიდის ხსნადობა გრამობით 1 ლ-ში, თუ მისი ხსნადობის ნამრავლი  $4 \cdot 10^{-11}$ -ის ტოლია.
- 266. ელექტრულ რკალში ჰაერის გატარებისას ლებულობენ აზოტის მონოქსიდს. განსაზღვრეთ ამ რეაქციის წონასწორობის კონსტანტა, თუ აზოტის მონოქსიდის წონასწორული გამოსავალი  $1800^{\circ}\text{C}$ -ზე 0,5%-ის ტოლია, ხოლო  $2500^{\circ}\text{C}$ -ზე — 2,5%-ისა.
- 267. განსაზღვრეთ კალიუმციანიდის 0,1M ხსნარის ჰიდროლიზის ხარისხი და pH, თუ კალიუმციანიდის ჰიდროლიზის ~~ნამრავლი~~ <sup>კონსტანტა</sup>  $1,58 \cdot 10^{-2}$ -ის ტოლია.
- 268. განსაზღვრეთ ქიანჭველმკვავას იონების კონცენტრაცია 0,2 M ხსნარში  $\text{pH} = 6$  დროს, თუ მისი დისოციაციის კონსტანტა  $1,8 \cdot 10^{-4}$ -ის ტოლია.
- 269. განსაზღვრეთ სულფატ-იონების კონცენტრაცია, რომლის დროსაც შესაძლებელია ბარიუმის იონების სრული დალექვა, თუ ბარიუმის სულფატის ხსნადობის ნამრავლი  $1,1 \cdot 10^{-10}$ -ის ტოლია.
270. განსაზღვრეთ იოდიდ-იონების კონცენტრაცია, რომლის დროსაც შესაძლებელია ტყვიის იონების პრაქტიკულად სრული დალექვა, თუ ტყვიის იოდიდის ხსნადობის ნამრავლი  $1,1 \cdot 10^{-9}$ -ის ტოლია.
- 271. 400 მლ წყალში იხსნება 0,212 გ მკვნიუმკარბონატი. განსაზღვრეთ მისი ხსნადობის ნამრავლი.
272. ფთორწყალბადმკვავას დისოციაციის კონსტანტა  $6,8 \cdot 10^{-4}$ -ის ტოლია. განსაზღვრეთ ფთორ-იონების დისოციაციის ხარისხი და კონცენტრაცია ფთორწყალბადმკვავას 0,5M ხსნარში.
- 273. 500 მლ წყალში გახსნეს 0,1914 გ ლითიუმფოსფატი. განსაზღვრეთ მისი ხსნადობის ნამრავლი.
- 274. განსაზღვრეთ გოგირდწყალბადის 0,1M ხსნარის pH, თუ გოგირდწყალბადის დისოციაციის კონსტანტები ტოლია:  $K_1 = 8,9 \cdot 10^{-8}$  და  $K_2 = 1,3 \cdot 10^{-13}$
- 275. განსაზღვრეთ ნატრიუმსულფიტის 0,1M ხსნარის pH, თუ გოგირდოვანმკვავას დისოციაციის კონსტანტები ტოლია:  $K_1 = 1,7 \cdot 10^{-2}$  და  $K_2 = 6,2 \cdot 10^{-8}$
- 276. განსაზღვრეთ მკვავას კონცენტრაცია, რომლის დროსაც შესაძლებელია თუთიის იონების პრაქტიკულად სრული დალექვა გოგირდწყალბადით, თუ თუთიის სულფატის ხსნადობის ნამრავლი  $1,6 \cdot 10^{-24}$ -ის ტოლია, ხოლო გოგირდწყალბადის კონცენტრაცია ნაჯერ ხსნარში 0,1 მოლი/ლ ტოლია.
- 277. განსაზღვრეთ წყალბად-იონთა კონცენტრაცია, რომლის დროსაც შესაძლებელია რკინის (II) იონების პრაქტიკულად სრული დალექვა

გოგირწყალბადით, თუ რკინის მონოსულფატის ხსნადობის ნამრავლი  $5 \cdot 10^{-18}$ -ის ტოლია.

— 278. განსაზღვრეთ რკინის (II) იონების კონცენტრაცია გოგირდწყალბადით ნაჯერ ხსნარში, თუ რკინის (II) სულფიდის ხსნადობის ნამრავლი  $5 \cdot 10^{-18}$ -ის ტოლია.

— 279. როგორი კონცენტრაციის უნდა იყოს მევა, რომ მის 1 ლიტრში გაიხსნას 0,0096 გ სპილენძის სულფიდი, რომლის ხსნადობის ნამრავლი  $6,3 \cdot 10^{-10}$ -ის ტოლია.

— 280. პიკრინმევაჰას (ტრინიტროფენოლის) დისოციაციის კონსტანტა  $5 \cdot 10^{-2}$ -ის ტოლია. განსაზღვრეთ პიკრატ-იონების დისოციაციის ხარისხი და კონცენტრაცია მის 0,1M ხსნარში.

— 281. წყალში ნატრიუმის არსენატის გახსნისას წარმოიქმნა 0,1M ხსნარი, რომლის  $pH=12,26$ . განსაზღვრეთ ამ მარილის ჰიდროლიზის ხარისხი და კონსტანტა, თუ დარიშხანმევაჰას დისოციაციის კონსტანტები ტოლია:

$$K_1 = 6,0 \cdot 10^{-3}; \quad K_2 = 1,05 \cdot 10^{-7}; \quad K_3 = 2,95 \cdot 10^{-12}.$$

— 282. განსაზღვრეთ ნიკელის კარბონატის ხსნადობა გრამებით 1 ლიტრზე, თუ მისი ხსნადობის ნამრავლი  $6,6 \cdot 10^{-9}$ -ის ტოლია.

— 283. განსაზღვრეთ 1 ლიტრ წყალში მაგნიუმის არსენატის ხსნადობა გრამებით, თუ მისი ხსნადობის ნამრავლი  $2,1 \cdot 10^{-20}$ -ის ტოლია.

— 284. 1 ლ წყალში გახსნეს 8,2 გ ნატრიუმის აცეტატი, რის შედეგადაც ხსნარის  $pH$  8,9-ის ტოლი აღმოჩნდა. განსაზღვრეთ ამ ხსნარში ნატრიუმის აცეტატის ჰიდროლიზის კონსტანტა და ხარისხი.

✓ → 285. ქლორის საწყისი კონცენტრაცია შეადგენდა 0,04 მოლ/ლ. მოლეკულური ქლორის 5% დისოციირებულია ატომებად. გამოთვალეთ ამ პროცესის წონასწორობის კონსტანტა.

→ 286. განსაზღვრეთ ამონიუმის ჰიდროქსიდის დისოციაციის ხარისხის ცვლილება 1M მისი ხსნარის 10-ჯერ განზავებისას (ამონიუმის ჰიდროქსიდის დისოციაციის კონსტანტა მოყვანილია მე-2 ცხრილში).

## IX. ჭიმიური რეაქციების ენერგეტიკა

ყველა ჭიმიურ რეაქციას თან ახლავს ენერგიის შთანთქმა ან გამოყოფა. ეს ენერგია შეიძლება იყოს სითბური, ელექტრული, ფოტოჭიმიური, სხივური და სხვ. ვინაიდან სხვადასხვა სახის ენერგიას შორის არსებობს ეკვივალენტობა, ამიტომ ჭიმიური რეაქციების ენერგეტიკული ეფექტების რაოდენობრივი შეფარდებისათვის მათ გადაიანგარიშებენ სითბურ ერთეულზე (ჯოულები ან კალორიები). შთანთქმის

ან გამოყოფის ენერგიაზე დამოკიდებულებით რეაქციებს ყოფენ ეგზოთერმულად და ენდოთერმულად.

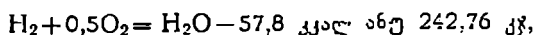
ეგზოთერმული რეაქციები — ეს არის რეაქციები, რომლებსაც თან ახლავს ენერგიის გამოყოფა. ენდოთერმული რეაქციები — ეს არის რეაქციები, რომლებსაც, თან ახლავს ენერგიის შთანთქმა. ენერგიის ჯამურ რაოდენობას, რომელიც შთაინთქმება ან გამოიყოფა ქიმიური რეაქციების დროს, უწოდებენ მის სითბურ ეფექტს.

ქიმიური რეაქციების ენერგეტიკის რაოდენობრივად შემსწავლელ ქიმიის განყოფილებას უწოდებენ თერმოქიმიას. თერმოქიმია აფასებს ქიმიური ნაერთების მედეგობას მათი წარმოქმნის რეაქციის სითბური ეფექტით, და აგრეთვე ქიმიური რეაქციების ენერგეტიკულ ხელსაყრელობას განსაზღვრულ პირობებში.

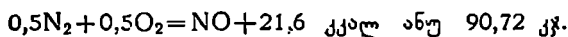
მარტივი ნივთიერებებიდან ქიმიური ნაერთების წარმოქმნის რეაქციების სითბური ეფექტების შედარებისათვის, სითბურ ეფექტებს აკუთვნებენ მათ მოლებს. სიტბო, რომელიც გამოიყოფა ან შთაინთქმება 1 მოლი ქიმიური ნაერთის წარმოქმნისას მარტივი ნივთიერებებიდან, უწოდებენ ამ ნივთიერების წარმოქმნის სითბოს. წარმოქმნის სითბო გამოისახება კილოჯოულებით 1 მოლზე (კჯ/მოლი) ან კილოკალორიებით 1 მოლზე (კკალ/მოლი), 1 კკალ = 4,184 კჯ.

ქიმიური ნაერთების წარმოქმნის სითბო დამოკიდებულია ტემპერატურაზე, ამიტომ სტანდარტინაციისათვის მიღებულია წარმოქმნის სითბო, გაზომილი ან გამოთვლილი  $25^{\circ}\text{C}$ -ზე ( $298\text{ K}$ ), რომელსაც უწოდებენ სტანდარტულს და აღნიშნება  $\Delta H_{298}$ .

წინათ ნაერთების წარმოქმნის სითბოს, მიღებულს ეგზოთერმული რეაქციების დროს, აღნიშნავდნენ დადებითი ნიშნით, ხოლო ნაერთებს, მიღებულს ენდოთერმული რეაქციების დროს — უარყოფითი ნიშნით. თერმოდინამიკაში ამჟამად გამოიყენება ჩაწერის საწინააღმდეგო ფორმა: დადებითი ნიშნით აღნიშნავენ ენდოთერმული რეაქციების სითბურ ეფექტებს. მაგალითად, ქანგბადისა და წყალბადისაგან წყლის წარმოქმნის ეგზოთერმული რეაქციის განტოლება შეიძლება ჩაწეროს:



ხოლო აზოტის მონოქსიდის წარმოქმნის ენდოთერმული რეაქციის განტოლება



ქიმიურ განტოლებას, რომელშიც განსაზღვრულია რეაქციის სითბური ეფექტი, ეწოდება თერმოქიურა. რამდენადაც თერმოქიმიურ განტოლებებში სიმბოლოები და ფორმულები გვიჩვენებენ მორეაგირე ნივთიერებების მოლების რაოდენობას, ამიტომ კოეფი-

ცენტები მათთან შეიძლება იყოს წილადი რიცხვით. ამას აკეთებენ იმიტომ, რომ სითბური ეფექტი დაკავშირებული იყოს 1 მოლი ნივთიერების წარმოქმნასთან ან დაშლასთან. თუ მარტივი ნივთიერებებიდან ქიმიური ნაერთის წარმოქმნისას გამოიყოფა (შთაინჰქმება) სითბოს განსაზღვრული რაოდენობა, მაშინ ამ ნაერთის დაშლისას შთაინჰქმება (გამოიყოფა) სითბოს ასეთივე რაოდენობა. ე. ი. ქიმიური ნაერთის წარმოქმნის სითბო ტოლია ამ ნაერთის დაშლის სითბოსი, მაგრამ გააჩნია საწინააღმდეგო ნიშანი.

თერმოქიმიური განტოლებები, ისევე როგორც ალგებრული, შეიძლება შევცრობოთ და გამოვაკლოთ. განტოლების წევრების გადატანით განტოლების ერთი მხრიდან მეორეზე, მათთან მდგომი ნიშნები იცვლება. ეს შესაძლებლობას გვაძლევს შევარჩიოთ თერმოქიმიური განტოლებების რიგი ცნობილი სითბური ეფექტით, რომ გამოვითვალოთ რეაქციის სითბური ეფექტი, რომელიც არ შეიძლება განისაზღვროს ექსპერიმენტულად (მაგალითად, ნახშირწყალბადების, ნახშირბადის მონოქსიდის, წყალბადის პეროქსიდის და სხვ. წარმოქმნა).

ყველა თერმოქიმიურ განგარიშებას საფუძვლად უდევს თერმოქიმიის მეორე კანონი (პესის კანონი): რეაქციის სითბური ეფექტი დამოკიდებულია მორეაგირე ნივთიერებების საწყის და საბოლოო მდგომარეობაზე და არ არის დამოკიდებული შუალედურ სტადიებზე.

ეს ნიშნავს, რომ თუ რეაქცია მიმდინარეობს ერთბაშად რეაქციის საბოლოო პროდუქტების წარმოქმნით ან განსაზღვრულ სტადიებად შუალედური პროდუქტების წარმოქმნით, მაშინ საბოლოო სითბური ეფექტი ერთნაირი და ყოველ შუალედური რეაქციის სითბური ეფექტების ჯამის ტოლი იქნება.

ამოცანები თერმოქიმიისში შეიძლება პირობითად დაიყოს სამ ჯგუფად.

1. რეაქციის სითბური ეფექტის განსაზღვრა მარტივი ნივთიერებებზეან საბოლოო პროდუქტების წარმოქმნის რეაქციის ცნობილი სითბური ეფექტებ ს დახმარებით.

2. ზოგიერთი ნივთიერების წარმოქმნის სითბოს განსაზღვრა რეაქციის ცნობილი სითბური ეფექტის დახმარებით.

3. განსაზღვრა სითბოს რაოდენობისა, რომელიც გამოიყოფა ან შთაინჰქმება განსაზღვრული რაოდენობით ნივთიერების წარმოქმნისას.

ასეთი ტიპის ამოცანების ამოხსნისას საჭიროა ვისარგებლოთ ზოგიერთი ნაერთის წარმოქმნის სითბოთი, რომლებიც მოყვანილია მე-4 ცხრილში. და ზოგიერთი ნაერთის დაწვის სითბოთი, რომლებიც მოყვანილია მე-5 ცხრილში (იხ. დანართი).



## ამოცანების პირობები

287 განსაზღვრეთ ეთილენის წვის რეაქციის სითბური ეფექტი.

V 288 განსაზღვრეთ  $\text{CO} + \text{H}_2\text{O}_{\text{ორთქლ}} = \text{CO}_2 + \text{H}_2$  რეაქციის სითბური ეფექტი. მ-4 ცხრილის მონაცემების გამოყენებით.

V 289 განსაზღვრეთ სითბოს რაოდენობა, რომელიც გამოიყოფა 56 ლ პენტან-ჰექსანის ნარევის წვისას, რომლის სიძვერევე წყალბადის მიმართ 38,8 ტოლია (6. 3.).

290 განსაზღვრეთ 28 ლ (6. 3.) აცეტილენის წვისას გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა.

291 განსაზღვრეთ სითბოს რაოდენობა, რომელიც გამოიყოფა 515 გ აცეტონისა და მეთანოლის ნარევის დაწვისას და რომელთა ორთქლს გაჩნა სიძვერევე წყალბადის მიმართ 25,75.

292 განსაზღვრეთ მეთანოლის წვის რეაქციის სითბური ეფექტი.

293 გამოთვალეთ სითბოს რაოდენობა, რომელიც გამოიყოფა ფოსფორის ანჰიდრიდიდან 120 გ მეტაფოსფორმეფავას მიღებისას, თუ მეტაფოსფორმეფავა წარმოქმნის სითბო - 226,2 კკალ-ის ტოლია.

294 განსაზღვრეთ გოგირდწყალბადის წვის რეაქციის სითბური ეფექტი. უნდა აღინიშნოს უკმარისობისას.

295 განსაზღვრეთ მეთანის წარმოქმნის სითბო მისი წვის რეაქციის მიხედვით.

296 განსაზღვრეთ 36,48 გ თერმიტის (რკინისა და ალუმინის ფხენილების ნარევი, აღებული სტექიომეტრიული თანაფარდობით) წვისას გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა.

297 ფოსფინის  $\text{PH}_3$  წვის დროს წარმოქმნება ფოსფორის ანჰიდრიდი და წყალი და გამოიყოფა 286,8 კკალ სითბო. განსაზღვრეთ ფოსფორის წარმოქმნის სითბო.

298 7 გ რკინის შეერთებისას გოგირდთან გამოიყოფა 2,9 კკალ სითბო. განსაზღვრეთ რკინის სულფიდის წარმოქმნის სითბო.

299 ლ ქლორის (6. 3.) ურთიერთქმედებით წყალბადთან გამოიყოფა 3,91 კკალ სითბო. განსაზღვრეთ ქლორწყალბადის წარმოქმნის სითბო.

300 განსაზღვრეთ სითბოს რაოდენობა, რომელიც გამოიყოფა 14,4 გ მგრგვინავი გაზის აფეთქებისას და წარმოქმნილი წყლის ორთქლის კონდენსაციის დროს.

## ა. ამოცანები დამოუკიდებელი ამოცანისათვის

1. ხსნარში რომელიც შეიცავდა 7,32 გ კადმიუმის ქლორიდს, ჩაძირეს თუთიის ფირფიტა. მისი მასა გაჩნარდა 1,646 გ-ით. განსაზღვრეთ კადმიუმის გამოქვეყნების ხარისხი და ხსნარში წარმოქმნილი მარილების შედგენილობა.

4. დაწვეს 2 ლ გაზების ნარევი (ნ. პ.), რომელიც შეიცავდა პროპანს. წარმოქმნილი გაზები გაატარეს კალციუმის ჰიდროქსიდის ხსნარში, რის შედეგადაც წარმოიქმნა 8 გ კალციუმის კარბონატი და 12,96 გ ჰიდროკარბონატი. განსაზღვრეთ პროპანის პროცენტული შემცველობა გასთა ნარევეში.

5. ხსნარს, რომელიც შეიცავდა 10,36% ნატრიუმის კარბონატს, დაუმატეს მარილმჟავას შემცველი ხსნარი, და ააორთქლეს, წარმოიქმნა 10,67 გ უწყლო მარილები. განსაზღვრეთ ქლორწყალბადის შემცველობა ხსნარში.

6. განსაზღვრეთ 8% მინარევეების შემცველი დოლომიტის რაოდენობა, რომელიც აუცილებელია 28 მ<sup>3</sup> ნახშირორჟანგის (ნ. პ.) მისაღებად.

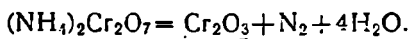
7. ხსნარში, რომელიც შეიცავდა 3,42 გ ბარუუმის ჰიდროქსიდს, გაატარეს 2,5 ლ გაზი (ნ. პ.), რომელიც შეიცავდა 40% NO<sub>2</sub>. ხსნარი ამოაწრეს. განსაზღვრეთ მშრალი ნაშთის შედგენილობა.

8. სპილენძის კონცენტრატი შეიცავს სპილენძის მონოსულფიდსა და რკინის ალმადანს. კონცენტრატის გამოწვისას კოქსის თანაობით რკინის ალმადანი იყენება გოგირდის დიოქსიდამდე და რკინის მონოქსიდამდე, რომელიც წარმოქმნის რკინის (II) სილიკატს და გადადის წიდაში, ხოლო სპილენძის მონოსულფიდი — Cu<sub>2</sub>S-მდე, რომელიც წარმოქმნის ე. წ. შტეინს. 80% სპილენძის მონოსულფიდისა და 20% რკინის ალმადანის შემცველი სპილენძის კონცენტრატის გამოწვისათვის დაიხარჯა 10 000 მ<sup>3</sup> ჰაერი (ნ. პ.). განსაზღვრეთ წარმოქმნილი გაზების ნარევის შედგენილობა.

9. რა მოცულობის ამიაკი (ნ. პ.) უნდა დავწვათ, რომ წარმოიქმნას 350 კგ აზოტმჟავას 99%-იანი ხსნარი, თუ წარმოების პროცესში აზოტმჟავად გარდაიქმნება მხოლოდ 98,56% ამიაკი?

10. 73,5 გ ბერთოლეს მარილის ვახურებისას მისი ნაწილი იშლება ჟანგბადის გამოყოფით, ხოლო ნაწილი — კალიუმის პერქლორატისა და ქლორიდის წარმოქმნით. განსაზღვრეთ მშრალი ნაშთის შედგენილობა, თუ გამოიყო 10,08 ლ ჟანგბადი (ნ. პ.).

11. ამონიუმის დიქრომატის თერმული დაშლა მიმდინარეობს სქემით:



განსაზღვრეთ დიქრომატის პროცენტული შემცველობა მარილში, თუ მისი 32 გ-ის დაშლისას წარმოიქმნა 20 გ. მყარი ნაშთი (მინარევეების ქიმიური შედგენილობა ვახურებისას არ იცვლება).

12. 25 გ კალციუმის კარბონატის თერმული დაშლისას წარმოიქმნა

17,3 გ მყარი ნაშთი. განსაზღვრეთ კალციუმის კარბონატის დაშლის ხარისხი და მყარი ნაშთის შედგენილობა.

11. ხსნარს, რომელიც შეიცავდა 9,12 გ რკინის (II) სულფატს და 9,8 გ გოგირდმჟავას, დაუმატეს ხსნარი, რომელიც შეიცავდა 1,58 გ კალიუმის პერმანგანატს. განსაზღვრეთ მარილებისა და გოგირდმჟავას შედგენილობა წარმოქმნილ ხსნარში.

12. განსაზღვრეთ კირქვის რაოდენობა, რომელიც უნდა გარღავქნათ კალციუმის კარბონატად, რომ მისგან მივიღოთ 418 კგ ძმრის ალდეჰიდი, თუ მისი პრაქტიკული გამოსავალი შეადგენს 95%-ს.

13. 6,06 გ კალიუმის ნიტრატის გახურებისას წარმოიქმნა 5,34 გ მყარი ნაშთი. განსაზღვრეთ კალიუმის ნიტრატის დაშლის ხარისხი.

14. ხსნარს, რომელიც შეიცავდა 10,8 გ სპილენძის ქლორიდს, დაუმატეს ხსნარი, რომელიც შეიცავდა 1,7 გ გოგირდწყალბადს. წყალი ააორთქლეს. განსაზღვრეთ მყარი ნაშთის შედგენილობა.

15. ქლორწყალბადი, რომელიც წარმოიქმნა კალციუმის ქლორიდის შემცველი 1,25 გ მარილის დამუშავებისას ჭარბი გოგირდმჟავათი, შთანთქმეს ვერცხლის ნიტრატის ხსნარით, რის შედეგადაც წარმოიქმნა 2,87 გ ვერცხლის ქლორიდი. განსაზღვრეთ, კალციუმის ქლორიდის პროცენტული შედგენილობა მარილში.

16. ხსნარს, რომელიც შეიცავდა 9,36 გ ნატრიუმის ქლორიდს, მიუმატეს გოგირდმჟავა. ხსნარი ააორთქლეს. მშრალი ნაშთის მასა 10,86 გ-ის ტოლი აღმოჩნდა. განსაზღვრეთ დამატებული გოგირდმჟავას რაოდენობა და წარმოქმნილი მშრალი ნაშთის შედგენილობა.

17. შაბიამნის ხსნარში ჩაძირეს რკინის ფირფიტა. განსაზღვრეთ მასზე გამოყოფილი სპილენძის რაოდენობა, თუ მისი მასა გაიზარდა 1,2 გ-ით.

18. განსაზღვრეთ გოგირდის დიოქსიდის, ნახშირბადის მონოქსიდისა და დიოქსიდისაგან შედგენილი ვაზების ნარევის შედგენილობა, თუ მისი 20 ლ-ის გატარებისას ტუტის ხსნარში მოცულობა შემცირდა 8 ლ-მდე, ხოლო მისი სიმკვრივე ჰელიუმის მიმართ 10,4-ის ტოლია.

19. ამიაკურ ხსნარს, რომელიც შეიცავდა 5,1 გ ვერცხლის ნიტრატს, დაუმატეს ხსნარი, რომელიც შეიცავდა 2,2 გ ძმრის ალდეჰიდს. განსაზღვრეთ ძმრის ალდეჰიდის უანგვიანი რეაქტივების მთლიანად აღდგენის შემდეგ.

20. 3,28 ლ ნახშირბადის მონოქსიდისა და მეთანის ნარევის მასა 27°C და 3,75 ატმ დროს 10,4 გ-ის ტოლია. განსაზღვრეთ ჰაერის რაოდენობა, რომელიც აუცილებელია მოცემული ნარევის დასაწვავად.

21. განსაზღვრეთ უანგვანდისა და ჰაერის მოცულობა, რომელიც აუცილებელია 60% პროპანისა და 40% ბუტანის შემცველი 30 ლ პროპან-ბუტანის ნარევის დასაწვავად.

† 2. განსაზღვრეთ ჟანგბადისა და ჰაერის მოცულობა. რომელიც სა-  
ჭიროა 90% ნახშირბადის, 4% წყალბადის, 4% ჟანგბადისა და  
2% მინერალური მინარეების შემცველი 8 კგ სათბობის დასაწვავად.

2. ხსნარს, რომელიც შეიცავდა მაგნიუმის ჰიდროკარბონატს, დაუ-  
მატეს ხსნარი, რომელიც შეიცავდა 4,44 გ კალციუმის ჰიდროქსიდს,  
რის შედეგადაც წარმოიქმნა 6,45 გ კალციუმის კარბონატისა და მაგ-  
ნიუმის ჰიდროქსიდის ნარევი. განსაზღვრეთ მაგნიუმის ჰიდრო-  
კარბონატის შემცველობა ხსნარში.

3. ბრომის წყალხსნარში გაატარეს 5,6 ლ გაზების ნარევი (ნ. პ.),  
რომელიც შედგებოდა ბუტანისა, პენტანისა და ბუტილენისაგან. რეაქ-  
ციაში შევიდა 12 გ ბრომი. განსაზღვრეთ გაზების ნარევის პროცენ-  
ტული შედგენილობა, თუ მისი სიმკვრივე წყალბადის მიმართ 29,4-ის  
ტოლია.

4. განსაზღვრეთ 20% ჟანგბადისა და 80% აზოტისაგან შედგენი-  
ლი გაზების ნარევის სიმკვრივე ჰელიუმის მიმართ.

5. ხსნარს, რომელიც შეიცავდა 4,8 გ სპილენძის სულფატს, ჰარ-  
ბად დაუმატეს მწვანე ნატრიუმი, ხოლო შემდეგ 0,4 გ კიანჭველმეყავა.  
განსაზღვრეთ სპილენძის (I) ოქსიდის რაოდენობა, რომელიც წარმოიქ-  
მნება კიანჭველმეყავას სრული დაჟანგვის შემდეგ.

6. განსაზღვრეთ 25% ოზონის შემცველი ოზონირებული ჟან-  
გბადის მოცულობა, რომელიც აუცილებელია 90 ლ ნახშირბადის მონო-  
ოქსიდისა და წყალბადის ნარევის დასაწვავად. ნარევის სიმკვრივე  
წყალბადის მიმართ 11,1 ტოლია.

7. ევლიომეტრში დაწვეს 80 მლ ნახშირბადის მონოქსიდიანი  
წყალბადისა და 120 მლ ჟანგბადის ნარევი. ორთქლგაზური ნარევის  
მოცულობა, დაყვანილი საწყის პირობებთან 160 მლ-ის ტოლი იყო,  
ხოლო წყლის ორთქლის კონდენსაციის შემდეგ — 100 მლ. განსაზღ-  
ვრეთ აღებული და წარმოქმნილი ნარევების შედგენილობა.

8. საკონტაქტო აპარატში აზოტწყალბადის ნარევის გატარებისას  
რეაქციაში შევიდა ნარევის 20%. განსაზღვრეთ საკონტაქტო აპარატი-  
დან გამოძვარულ გაზთა ნარევის პროცენტული შედგენილობა.

9. განსაზღვრეთ 20% ნახშირბადის მონოქსიდის, 20% აზოტისა და  
60% წყალბადის შემცველი გაზების ნარევის სიმკვრივე ჰელიუმის  
მიმართ.

10. განსაზღვრეთ, რომელ ტემპერატურაზე აქვს 5 ლ მეთანს მასა  
2,846 გ, თუ წნევა 1 ატმ ტოლია.

11. რას უდრის ოზონირებული ჟანგბადის (შეიცავს 8% ოზონს)  
მოცულობა, რომელიც აუცილებელია 52 ლ მეთანის დაწვისათვის?

12. 6,8 გ ლითონის ნიტრატის თერმული დაშლისას წარმოიქმნა  
5,52 გ ნიტრიტი. განსაზღვრეთ ლითონის ეკვივალენტი.

13. 30 ლ მეთანისა და ნახშირბადის მონოქსიდის დაწვისათვის

დაიხარჯა 24 ლ ქანგბადი. განსაზღვრეთ ნარევის პროცენტული შედეგნილობა.

~~35.~~ მარილმკვავას ხსნარში ჩაძირეს 50 გ მასის მქონე ლითონის ფირფიტა. 33 მლ წყალბადის (ნ. პ.) გამოძევების შემდეგ ფირფიტის მასა შემცირდა 1,68 %-ით. რის ტოლია ლითონის ეკვივალენტი, რომლისგანაც დამზადებულია ფირფიტა?

~~36.~~ ხსნარში, რომელიც შეიცავდა 4 გ სპილენძის სულფატს, ჩაძირეს კადმიუმის ფირფიტა. სპილენძის სრული გამოძევების შემდეგ ფირფიტის მასა შემცირდა 3%-ით. განსაზღვრეთ ხსნარში ჩაძირული ფირფიტის მასა.

~~37.~~ 2,25 გ ნივთიერების დაწვისას წარმოიქმნა 0,45 გ წყალი და 1,12 ლ (ნ. პ.) ნახშირბადის დიოქსიდი. ნივთიერების მოლეკულური მასა 90-ის ტოლია. განსაზღვრეთ ნივთიერების მოლეკულური ფორმულა.

~~38.~~ 5 ლ ტვეადობის კოლბა გაავსეს ქანგბადით (ნ. პ.). მასში 5,8 გ ლითონის დაწვის შემდეგ წნევა შემცირდა 0,588 ატმ-მდე. როგორია ლითონის ეკვივალენტი?

~~39.~~ 4,44 გ ლითონის ქლორიდის გოგირდმკვავათი დამუშავებისას წარმოიქმნა 5,44 გ მისი სულფატი. რას უდრის ლითონის ეკვივალენტი?

~~40.~~ ნახშირბადის მონოქსიდისა და დიოქსიდის 200 მლ ნარევი შეურიეს 800 მლ ჰერს. ნახშირბადის მონოქსიდის დაწვის შემდეგ აბოტის შემცველობა წარმოქმნილ ნარევაში გაიზარდა 3,37%-ით. განსაზღვრეთ ნახშირბადის მონოქსიდისა და დიოქსიდის პროცენტული შემცველობა მათ საწყის ნარევაში.

~~41.~~ ერთნაირი რაოდენობით ლითონი უერთდება 0,40 გ ქანგბადსა და 3,10 გ მეთანურ ნაშთს. განსაზღვრეთ მეთანის ეკვივალენტი.

~~42.~~ ორმუხტიანი იონის წარმომქმნელი ლითონისაგან დამზადებული ტოლი მასის მქონე ორი ფირფიტა ჩაძირეს: ერთი სპილენძის ქლორიდის ხსნარში, მეორე — კადმიუმის ქლორიდის ხსნარში. რამდენიმე წლის შემდეგ სპილენძის ქლორიდის ხსნარში ჩაძირული ფირფიტის მასა გაიზარდა 1,2%-ით, ხოლო მეორის მასა — 8,4%-ით. სპილენძისა და კადმიუმის ქლორიდების მოლური კონცენტრაციები ერთნაირად შემცირდა. განსაზღვრეთ ლითონის ეკვივალენტი და სახელწოდება.

~~43.~~ კადმიუმის სულფატის ხსნარში ჩაძირეს 50 გ მასის მქონე ტუთიან ფირფიტა. რეაქციის შემდეგ, რომლის შედეგადაც მთლიანად გამოძევებული კადმიუმი გამოიყო ფირფიტაზე, მისი მასა გაიზარდა 3,76%-ით. რამდენი კადმიუმი გამოიყო ფირფიტაზე?

~~44.~~ აბოტმეთანში გახსნეს 3,84 გ ლითონი, რის შედეგადაც წარ-

მოიქმნა 11,28 გ ლითონის ნიტრატი. განსაზღვრეთ მისი ეკვივალენტი  
№ 1.2 გ ლითონის ოქსიდის გახსნისათვის დაიხარჯა 30 მლ 1N  
მარ-ლმეკავას ხსნარი. განსაზღვრეთ ლითონის ეკვივალენტი.

46. ნივთიერება შედგება 34,59% ნატრიუმის, 23,31% ფოსფორ-  
სა და 42,10% ქანვბადისაგან. განსაზღვრეთ ნივთიერების მოლეკულუ-  
რი ფორმულა.

47. ნივთიერება, რომლის სიმკვრივე წყალბადის მიმართ 21-ის  
ტოლია, შედგება 85,71% ნახშირბადისა და 14,29% წყალბადისაგან.  
განსაზღვრეთ მისი მოლეკულური ფორმულა.

48. განსაზღვრეთ ნატრიუმის სულფატის პროცენტული კონცენ-  
ტრაცია ხსნარში, რომელიც წარმოქმნილია 644 გ გლაუბერის მარილის  
 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  956 გ წყალში გახსნით.

49. 9,84 გ ნივთიერების დაწვისას წარმოიქმნა 6,36 გ ნატრიუმის  
კარბონატი, 3,24 გ წყალი და 4,032 ლ (ნ. პ.) ნახშირბადის დიოქსიდი.  
განსაზღვრეთ ნივთიერების მოლეკულური ფორმულა.

50. განსაზღვრეთ პროცენტული კონცენტრაცია ხსნარისა, რომე-  
ლიც წარმოქმნილია ვოგირდმეკავას 500 გ 60%-იანი და 300 გ 40%-  
იანი ხსნარების შერევით.

51. განსაზღვრეთ პროცენტული კონცენტრაცია ხსნარისა, რომე-  
ლიც წარმოქმნილია 280 ლ (ნ. პ.) ბრომწყალბადის გახსნით 1 ლ  
წყალში.

52. განსაზღვრეთ მოლური კონცენტრაცია ხსნარისა, რომელიც წარ-  
მოქმნილია ნატრიუმის აცეტატის 200 მლ 0,5M და 600 მლ 1,5M  
ხსნარების შერევით.

53. განსაზღვრეთ პროცენტული კონცენტრაცია ხსნარისა, რომე-  
ლიც წარმოქმნილია 600 მლ წყლის 600 მლ კონცენტრირებულ მარილ-  
მეკავასთან შერევით.

54. განსაზღვრეთ კონცენტრაცია ნატრიუმის იოდიდის ხსნარისა,  
რომელიც წარმოქმნილია 465 გ მისი კრისტალჰიდრატის  $\text{NaI} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$   
1045 გ 35,83%-იანი ნატრიუმის იოდიდის ხსნარში გახსნით.

55. განსაზღვრეთ რაოდენობა ჰიანჰველმეკავას 50%-იანი ხსნარისა,  
რომელიც საჭიროა დაეუმატოთ 400 გ 10%-იან ხსნარს, რომ წარმო-  
იქმნას 30%-იანი ხსნარი.

56. რა რაოდენობით აზოტმეკავას 40%-იანი ხსნარი უნდა დაე-  
მატოთ 120 გ 5%-იან ხსნარს, რომ წარმოიქმნას 20%-იანი ხსნარი?

57. განსაზღვრეთ წყლის რაოდენობა, რომელსაც უნდა დაემატოთ  
400 მლ კონცენტრირებული გოგირდმეკავა ( $d=1,84$  გ/სმ<sup>3</sup>,  $c=98\%$ ),  
რომ წარმოიქმნას გოგირდმეკავას 30%-იანი ხსნარი.

58. განსაზღვრეთ სპილენძის ბრომიდის კრისტალჰიდრატის  $\text{CuBr}_2 \cdot$   
 $4\text{H}_2\text{O}$  რაოდენობა, რომელიც უნდა გავხსნათ 351 გ სპილენძის ბრო-

მიღის 1,61%-იან ხსნარში, რომ წარმოიქმნას 10,68%-იანი ხსნარი.

~~58.~~ განსაზღვრეთ წყლის მინიმალური რაოდენობა, რომელშიც შეიძლება გაიხსნას 250 გ ბარიუმის ქლორიდის კრისტალჰიდრატი  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , რომელიც შეიცავს 2,4% წყალში უხსნად მინარევებს (უწყლო მარილის ხსნადობა იხ. დანართის ცხრ. 1).

~~59.~~ განსაზღვრეთ წყლის რაოდენობა, რომელშიც უნდა გავხსნათ 143 გ კრისტალური სოდა  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , რომ წარმოიქმნას ნატრიუმის კარბონატის 21,2%-იანი ხსნარი.

~~60.~~ განსაზღვრეთ ნატრიუმის კარბონატის 5%-იანი ხსნარის რაოდენობა, რომელშიც უნდა გავხსნათ 100 გ კრისტალური სოდა, რომ წარმოიქმნას ნატრიუმის კარბონატის 15%-იანი ხსნარი.

~~61.~~ განსაზღვრეთ წყლის რაოდენობა, რომელიც უნდა დაემატოს 600 გ მწვავე კალიუმის 20%-იან ხსნარს, რომ წარმოიქმნას 15%-იანი ხსნარი.

~~62.~~ განსაზღვრეთ გოგირდის ტრიოქსიდისა და გოგირდმჟეავას 73,5%-იანი ხსნარის რაოდენობა, რომლებიც აუცილებელია 250 გ გოგირდმჟეავას 83,3%-იანი ხსნარის დასამზადებლად.

~~63.~~ რა რაოდენობით გოგირდმჟეავას 73,5%-იან ხსნარში შეიძლება გაიხსნას 100 გ გოგირდის ანჰიდრიდი, რომ წარმოიქმნას გოგირდმჟეავას 83,3%-იანი ხსნარი?

~~64.~~ რამდენი წყალი და სპილენძის ნიტრატის კრისტალჰიდრატი  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  აუცილებელია 400 გ სპილენძის ნიტრატის 23,5%-იანი ხსნარის დასამზადებლად?

~~65.~~ რა რაოდენობით წყალი და აზოტმჟეავას 63%-იანი ხსნარი არის აუცილებელი 945 გ აზოტმჟეავას 15%-იანი ხსნარის მოსამზადებლად?

~~66.~~ მარილმჟეავაში გახსნეს 4.04 გ რკინისა და რკინის ხენჯის ნარევი. შემდეგ ამიაკით დალექეს რკინის (II) ჰიდროქსიდი, რომელიც ჰაერის ჟანგბადით იფანგება რკინის (III) ჰიდროქსიდამდე. ნალექი გაფილტრეს და გამოწვეს, რის შედეგადაც წარმოიქმნა 4.4 გ რკინის (III) ოქსიდი. განსაზღვრეთ აღებული ნარევის შედგენილობა.

~~67.~~ განსაზღვრეთ ბარიუმის ნიტრატის ნაჯერი ხსნარის პროცენტული კონცენტრაცია  $100^\circ\text{C}$ -ზე, თუ მისი ხსნადობა ამ ტემპერატურაზე 300 გ-ის ტოლია.

~~68.~~ რამდენი სპილენძის ქლორიდის კრისტალჰიდრატი  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  გამოკრისტალდება, თუ 1050 გ  $100^\circ\text{C}$ -ზე ნაჯერ ხსნარს (უწყლო მარილის ხსნადობა 110 გ) გავაციებთ  $20^\circ\text{C}$ -მდე (უწყლო მარილის ხსნადობა 72,7 გ)?

~~69.~~ რამდენი ალუმინის სულფატის კრისტალჰიდრატი  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$  გამოკრისტალდება, თუ 1134 გ  $100^\circ\text{C}$ -ზე ნაჯერ ხსნარს (უწყ-

ლო მარილის ხსნადობა 89 გ) გავაცივებთ 20°C-მდე (უწყლო მარილის ხსნადობა .36,2 გ)?

71. განსაზღვრეთ ამონიუმის ქლორიდის რაოდენობა, რომელიც გამოკრისტალდება 414 გ 80°C-ზე ნაჭერი ხსნარის (ხსნადობა 65,6 გ) გაციებისას 20°C-მდე (ხსნადობა 37,2 გ).

72. 3,12 გ ნატრიუმისა და კალციუმის ჰიდრიდების ნარევის წყალში გახსნისას წარმოიქმნა ტუტეების ხსნარი, რომელთა ნეიტრალიზაციას დაიხარჯა 140 მლ აზოტმქვეას 1N ხსნარი, განსაზღვრეთ ჰიდრიდების ნარევის შედგენილობა.

73. 20 მლ მარილმქვეასა და აზოტმქვეას ხსნარის ნეიტრალიზაციისათვის დაიხარჯა 25 მლ მწვავე კალიუმის 0,4 N ხსნარი. 200 მლ ამ ხსნარის ნეიტრალიზაციისას მწვავე კალიუმით და ხსნარის აორთქლებისას წარმოიქმნა 9,04 გ მშრალი კალიუმის ნიტრატისა და ქლორიდის ნარევი. განსაზღვრეთ ხსნარში მქვეების მოლური კონცენტრაცია.

74. განსაზღვრეთ 10%-იანი ხსნარის რაოდენობა, რომელიც უნდა მიემატოს 200 გ 30%-იან ხსნარს, რომ წარმოიქმნას ტუტის 26%-იანი ხსნარი.

75. განსაზღვრეთ წყლის რაოდენობა, რომელშიც უნდა გავხსნათ 426 გ ფოსფორის ანჰიდრიდი, რომ წარმოიქმნას ფოსფორმქვეას 49%-იანი ხსნარი.

76. განსაზღვრეთ გოგირდმქვეას 49%-იანი ხსნარის რაოდენობა, რომელშიც უნდა გავხსნათ 280 გ გოჯრდის ანჰიდრიდი, რომ წარმოიქმნას გოგირდმქვეას 78,4%-იანი ხსნარი.

77. გოგირდმქვეაში 8,28 გ ალუმინისა და ალუმინის ოქსიდის ნარევის გახსნისას წარმოიქმნა 34,2 გ უწყლო ალუმინის სულფატი. განსაზღვრეთ აღებული ნარევის შედგენილობა.

78. განსაზღვრეთ ვერცხლის რაოდენობა, რომელიც გამოიყოფა კათოდზე, თუ ხსნარში გაათარეს 0,67 ამპ. ძალის ელექტრული დენი 8 საათის განმავლობაში.

79. 6,32 გ ნატრიუმის კარბონატისა და ჰიდროკარბონატის ნარევის გოგირდმქვეათი დამუშავებისას წარმოიქმნა 6,39 გ უწყლო ნატრიუმის სულფატი. განსაზღვრეთ აღებული ნარევის შედგენილობა.

80. ხსნარს, რომელიც შეიცავდა 15,9 გ მავნიუმისა და კალიუმის სულფატების ნარევს, დაუმატეს ჰარბად ბარიუმის ქლორიდი, რის შედეგადაც წარმოიქმნა 25,63 გ ბარიუმსულფატი. განსაზღვრეთ აღებული ნარევის შედგენილობა.

81. ხსნარი სუსპენზიის სახით შეიცავდა 56,1 გ კალციუმისა და მაგნიუმის კარბონატების ნარევს. მათი ჰიდროკარბონატებად გარდაქმნისათვის დაიხარჯა 7 ლ ეთანის (ნ. პ.) დაწვისას წარმოქმნილი ნახშირორჟანგი. განსაზღვრეთ კარბონატების ნარევის შედგენილობა.



~~82.~~ კალიუმქლორიდის ხსნარით გავსებულ ელექტროლიზურში და ვერცხლის კულონომეტრში ელექტრული დენის გატარებისას კულონომეტრის კათოდზე გამოიყო 0,54 გ ვერცხლი. განსაზღვრეთ ხსნარში წარმოქმნილი მწვავე კალიუმის რაოდენობა.

~~83.~~ ტუტე ლითონის ქლორიდის ხსნარის ელექტროლიზის დროს წარმოიქმნა 1,02 გ ტუტე და 112 მლ წყალბადი (ნ. პ.). განსაზღვრეთ ტუტე ლითონის სახელწოდება და ეკვივალენტი.

~~84.~~ ვერცხლის ნიტრატის ხსნარში 0,402 ამპ. ძალის ელექტრული დენის გატარებისას 2 საათის განმავლობაში გამოიყო 3,078 გ ვერცხლი. განსაზღვრეთ ვერცხლის გამოსავალი დენის მიხედვით.

~~85.~~ გახსნეს 3,58 გ ქრომის სულფატის კრისტალჰიდრატი  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ . განსაზღვრეთ, რა დროს განმავლობაში არის საჭირო 2,5 ამპ. ძალის დენის გატარება, რომ ქრომი მთლიანად გამოიყოს. ქრომის გამოსავალი დენის მიხედვით (ელექტრული დენის გამოყენების ხარისხი) 80,4%-ის ტოლია.

~~86.~~ ნატრიუმის სულფატის ხსნარში 67 ამპ. ძალის ელექტრული დენის გატარებისას 20 საათის განმავლობაში გამოიყო 532 ლ წყალბადი (ნ. პ.). განსაზღვრეთ წყალბადის გამოსავალი დენის მიხედვით.

~~87.~~ 300 მლ მარილმჟავას 0,2 N ხსნარის ნეიტრალიზაციისათვის დაიხარჯა 2,68 გ კალციუმისა და მაგნიუმის კარბონატების ნარევი. განსაზღვრეთ კარბონატების ნარევის შედგენილობა.

~~88.~~ გოგირდმჟავაში 5,24 გ სპილენძისა და თუთიის ოქსიდებს ნარევის გახსნისას წარმოიქმნა 10,44 გ სპილენძისა და თუთიის უწყლო სულფატები. განსაზღვრეთ აღებული ოქსიდების ნარევის შედგენილობა.

~~89.~~ ხსნარი შეიცავს 4,65 გ ნიკელის სულფატს. განსაზღვრეთ დენის ძალა, რომლის დროსაც ხსნარიდან მთლიანად შეიძლება გამოიყოს ნიკელი 4 საათის განმავლობაში.

~~90.~~ ლითონის ქლორიდის ნაღნობის ელექტროლიზის დროს წარმოიქმნა 0,44 ლ ქლორი (ნ. პ.) და 1,56 გ ლითონი. განსაზღვრეთ, რომელი ლითონის ქლორიდმა ვანიცადა ელექტროლიზი.

~~91.~~ სამ კულონომეტრში, რომელთაგან ერთი იყო ვერცხლის, ხოლო სხვა ორი უცნობი ლითონისა, გაატარეს განსაზღვრული რაოდენობით ელექტრობა, რის შედეგადაც ვერცხლის კულონომეტრის კათოდის მასა გაიზარდა 4,32 გ-ით, ხოლო ორი სხვა კულონომეტრის კათოდების მასა გაიზარდა შესაბამისად 1,3 და 2,24 გ-ით. განსაზღვრეთ, რომელი ლითონებისაგან არის დამზადებული კულონომეტრები.

~~92.~~ 200 მლ სპილენძისა და ვერცხლის ნიტრატების ხსნარში 0,804 ამპ. ძალის ელექტრული დენის გატარებისას 2 საათის განმავლობაში  
5. ა. სერედა

კათოდზე გამოიყო 3,44 გ ლითონები. განსაზღვრეთ სპილენძისა და ვერცხლის ნიტრატების მოლური კონცენტრაცია ხსნარში.

97. განსაზღვრეთ ბარიუმის კარბონატის წყალში ხსნადობა (გ/ლ), თუ მისი ხსნადობის ნამრავლი  $5,1 \cdot 10^{-3}$ -ის ტოლია.

98. განსაზღვრეთ პროპიონმჟავს  $0,1 N$  ხსნარში წყალბად-იონების კონცენტრაცია და pH, თუ მისი დისოციაციის კონსტანტა  $1,35 \cdot 10^{-5}$ -ის ტოლია.

99. განსაზღვრეთ, წყალბად-იონების როგორი კონცენტრაციის დროს შეიძლება პრაქტიკულად მთლიანად დაველეკოთ ტყვიის იონები გოგირდწყალბადით, თუ გოგირდწყალბადის კონცენტრაცია ნაჯერ ხსნარში  $0,1$  მოლი/ლ ტოლია (ტყვიის სულფიდის ხსნადობის ნამრავლი მოყვანილია დანართის მე-3 ცხრილში, ხოლო გოგირდწყალბადმჟავას დისოციაციის კონსტანტები — მე-2 ცხრილში).

100. ნატრიუმსელენიტის  $0,1 M$  ხსნარში წყალბად-იონების კონცენტრაცია  $2,19 \cdot 10^{-11}$  გ-იონი/ლ-ს ტოლია. სელენოვანმჟავას დისოციაციის კონსტანტები მოყვანილია დანართის მე-2 ცხრ-ში. განსაზღვრეთ ამ ხსნარის ჰიდროლიზის კონსტანტა და ხარისხი.

101. განსაზღვრეთ სითბოს რაოდენობა, რომელიც გამოიყოფა 56 ლ ეთან-პროპანის ნარევის (6. 3.) დაწვისას, რომლის სიმკვრივე წყალბადის მიმართ 17,8 ტოლია (ეთანისა და პროპანის დაწვის სითბოები მოცემულია დანართის მე-5 ცხრილში).

102. განსაზღვრეთ პროპანის წვის რეაქციის სითბური ეფექტი ( $CO_2$ ,  $C_2H_6$  და  $H_2O$ -ს წარმოქმნის სითბო იხ. დანართის მე-4 ცხრილში).

103. განსაზღვრეთ ბუტანის წარმოქმნის სითბო მისი წვის რეაქციის მიხედვით, რომლის სითბური ეფექტი 687,8 კკალ/მოლის ტოლია (იხ. დანართის ცხრ. 4 და 5).

104. განსაზღვრეთ სითბოს რაოდენობა, რომელიც გამოიყოფა 560 ლ ამიაკის (6. 3.) კატალიზური დაწვისას (იხ. დანართის ცხრ. 4 და 5).

105. განსაზღვრეთ ჰარბ ეანგბადში გოგირდწყალბადის წვის რეაქციის სითბური ეფექტი (იხ. დანართის ცხრ. 5).

106. განსაზღვრეთ ბენზოლის წარმოქმნის სითბო მისი წვის რეაქციის მიხედვით, რომლის სითბური ეფექტი 789 კკალ/მოლის ტოლია (იხ. დანართის ცხრ. 4).

107. განსაზღვრეთ ვერცხლის ქლორიდის ხსნადობა (გ/ლ-ით) წყალში, თუ მისი ხსნადობის ნამრავლი  $1,78 \cdot 10^{-10}$  ტოლია.

108. განსაზღვრეთ ნატრიუმტელურიტის  $0,1 M$  ხსნარის ჰიდროლიზის ხარისხი და კონსტანტა (ტელუროვანმჟავას დისოციაციის კონსტანტები მოყვანილია დანართის ცხრ. 2).

~~105.~~ წყალბადის მიღების პროცესში მეთანის კონვერსიის დროს საკონტაქტო აპარატში აწოდებდნენ მეთანისა და ნახშირორჟანგის ტოლი მოცულობების ნარევეს. განსაზღვრეთ წარმოქმნილი ნარევის პროცენტული შედგენილობა, თუ რეაქციაში შევიდა საწყისი ნარევის 80%.

~~106.~~ გოგირდმჟავაში 2,52 გ ლითონის გახსნისას წარმოიქმნა 6,84 გ მისი სულფატი. განსაზღვრეთ ლითონის ეკვივალენტი.

~~107.~~ ხსნარში, რომელიც შეიცავდა სულფატის სახით 4,8 გ ლითონს, ჩაძირეს 50 გ მასის მქონე რკინის ფირფიტა. ლითონის მთლიანად გამოყოფის შემდეგ ფირფიტის მასა გაიზარდა 1,2%-ით. განსაზღვრეთ ლითონის ეკვივალენტი.

~~108.~~ განსაზღვრეთ ნივთიერების ფორმულა, რომელიც შეიცავს 68,85% ნახშირბადს, 4,92% წყალბადსა და 26,23% ენგბადს.

~~109.~~ 3,03 გ ტუტე ლითონის ნიტრატის გახურებისას წარმოიქმნა 2,55 გ ნიტრიტი. განსაზღვრეთ ლითონის ეკვივალენტი.

~~110.~~ განსაზღვრეთ წყალის რაოდენობა, რომელშიც 40°C-ზე შეიძლება გაიხსნას 200 გ კალიუმქლორიდი, და წარმოქმნილი ხსნარის კონცენტრაცია.

~~111.~~ 2,9 გ მჟავას ნეიტრალიზაციას, რომელიც წარმოქმნილია დ. ი. მენდელეევის პერიოდული სისტემის VI ჯგუფის ელემენტის მიერ, დასჭირდა 80 მლ მწვავე ნატრიუმის 0,5M ხსნარი. განსაზღვრეთ მჟავას ფორმულა.

~~112.~~ განსაზღვრეთ ძმრის ანჰიდრიდის რაოდენობა, რომელიც უნდა გავხსნათ 288 გ წყალში, რომ წარმოიქმნას ძმარმჟავას 80%-იანი ხსნარი.

~~113.~~ განსაზღვრეთ გოგირდის ანჰიდრიდის რაოდენობა, რომელიც უნდა გავხსნათ 300 გ გოგირდმჟავას 49%-იან ხსნარში, რომ წარმოიქმნას გოგირდმჟავას 78,4%-იანი ხსნარი.

~~114.~~ 5,35 გ თუთიისა და თუთიის მონოქსიდის ნარევის გასახსნელად დაიხარჯა 100 გ მარილმჟავას 5,11%-იანი ხსნარი. განსაზღვრეთ ნარევის შედგენილობა.

~~115.~~ განსაზღვრეთ მწვავე კალიუმის 10%-იანი და 50%-იანი ხსნარების რაოდენობა 400 გ 25%-იანი ხსნარის მოსამზადებლად.

~~116.~~ ვერცხლის ქლორიდის დალექვას 7,8 გ კალიუმისა და მაგნიუმის ქლორიდების ნარევისაგან დასჭირდა 240 მლ ვერცხლის ნიტრატის 0,5M ხსნარი. განსაზღვრეთ ქლორიდების ნარევის შედგენილობა.

~~117.~~ 3,8 გ ნატრიუმისა და კალიუმის ჰიდრიდების ნარევის წყლით დამუშავებისას გამოიყო 2,8 ლ წყალბადი (ნ. პ). განსაზღვრეთ კალიუმისა და ნატრიუმის ჰიდრიდების შედგენილობა.

~~118.~~ 3,16 გ კალიუმის პერმანგანატზე იმოქმედეს ჰარბი მარილმჟავათი. რეაქციის აირადი პროდუქტი მთლიანად შევიდა რეაქციაში 500 მლ გოგირდოვანწყავას 0,1 M ხსნართან. განსაზღვრეთ წყალბადიონების კონცენტრაცია მიღებულ ხსნარში.

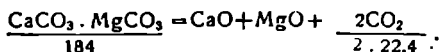
119. ხსნარში, რომელიც შეიცავდა 8,9 გ სპილენძისა და კადმიუმის სულფატების ნარევის, გაატარეს 1,34 ამპ. ძალის ელექტრული დენი. განსაზღვრეთ ნარევის შედგენილობა, თუ სპილენძისა და კადმიუმის სრულ გამოყოფას დასჭირდა 2 საათი.

120. განსაზღვრეთ ამიაკის მოცულობა (ნ. პ.), რომელიც გამოიყოფა 763 გ ნაჭერი ხსნარის 20°C-მდე გაცხელებით.

# აგოცანების ამოხსნა

## I. ქიმიური განტოლებები

1. დოლომიტის თერმული დაშლა მიმდინარეობს განტოლებით:



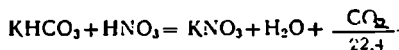
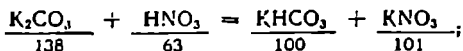
პირველი ხერხი. ამოცანის პირობის მიხედვით გამოიყო 8,96 ლ ანუ  $\frac{8,96}{22,4} = 0,4$  მოლი  $\text{CO}_2$ . რეაქციის განტოლების თანახმად 2 მოლი  $\text{CO}_2$  გამოიყოფა 1 მოლი დოლომიტის დაშლით, ხოლო 0,4 მოლი  $\text{CO}_2$  გამოიყოფა 0,2 მოლი დოლომიტის დაშლით. ამრიგად 40 გ მადანი შეიცავს 0,2 მოლ ანუ  $0,2 \cdot 184 = 36,8$  გ დოლომიტს, რაც შეადგენს  $\frac{36,8 \cdot 100}{40} = 92\%$ .

მეორე ხერხი. დოლომიტის დაშლის რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ 44,8 ლ  $\text{CO}_2$  გამოიყოფა 184 გ დოლომიტის დაშლით, 8,96 ლ  $\text{CO}_2$  " " " " " "

$$x = \frac{8,96 \cdot 184}{44,8} = 36,8 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, 40 გ მადანი შეიცავდა 36,8 გ დოლომიტს, რაც შეადგენს 92%-ს.

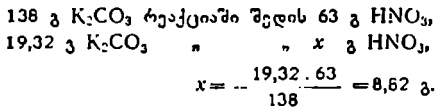
2. კალიუმის კარბონატისა და ჰიდროკარბონატის ურთიერთქმედება აზოტმეავასთან მიმდინარეობს განტოლებებით:



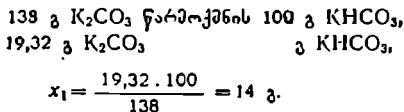
პირველი ხერხი: ამოცანის პირობის მიხედვით  $19,32 \text{ გ ანუ } \frac{19,32}{138} = 0,14$  მო-

ლი კალიუმის კარბონატი რეაქციაში შევიდა  $12,6 \text{ გ ანუ } \frac{12,6}{63} = 0,2$  მოლ აზოტმეავასთან. კალიუმის კარბონატის აზოტმეავასთან რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ 1 მოლი კალიუმის კარბონატი რეაგირებს 1 მოლ აზოტმეავასთან 1 მოლი კალიუმის ჰიდროკარბონატის და 1 მოლი კალიუმის ნიტრატის წარმოქმნით, ხოლო 0,14 მოლი კალიუმის კარბონატი რეაქციაში შევა 0,14 მოლ აზოტმეავასთან 0,14 მოლ კალიუმის ჰიდროკარბონატისა და 0,14 მოლი კალიუმის ნიტრატის წარმოქმნით. დარჩენილი 0,06 მოლი ( $0,2 - 0,14 = 0,06$ ) აზოტმეავა რეაქციაში შევა კალიუმის ჰიდროკარბონატთან. ამ რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ 1 მოლი აზოტმეავა რეაგირებს 1 მოლ კალიუმის ჰიდროკარბონატთან 1 მოლი კალიუმის ნიტრატის, წყლისა და  $\text{CO}_2$ -ის წარმოქმნით, ხოლო 0,06 მოლი აზოტმეავა რეაქციაში შევა 0,06 მოლ კალიუმის ჰიდროკარბონატთან 0,06 მოლი კალიუმის ნიტრატის, 0,06 მოლი ანუ  $22,4 \cdot 0,06 = 1,344$  ლ ნახშირორჟანგის წარმოქმნით. ამრიგად, რეაქციის შედეგად წარმოიქმნება 0,2 მოლი ( $0,14 + 0,06 = 0,20$ ) ანუ  $0,2 \cdot 101 = 20,2$  გ კალიუმის ნიტრატი

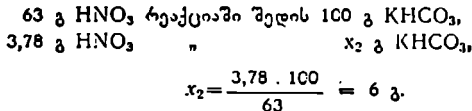
და 0,08 მოლი ( $0,14 - 0,06 = 0,08$ ) ანუ  $0,08 \cdot 100 = 8$  გ კალიუმის ჰიდროკარბონატი.  
 შეორე ხერხი. კალიუმის კარბონატის აზოტმეავასთან რეაქციის განტოლუ-  
 ბიდან ჩანს, რომ



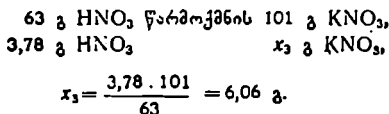
მშასადამე, 8,62 გ აზოტმეავა რეაქციაში შევა კალიუმის კარბონატთან, ხოლო  
 მისი დარჩენილი  $12,6 - 8,62 = 3,78$  გ. რეაქციაში შევა კალიუმის ჰიდროკარბონატ-  
 თან. პირველი განტოლებიდან ჩანს, რომ



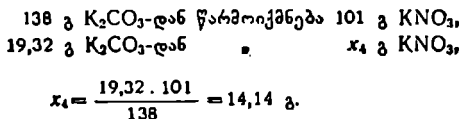
ჰიდროკარბონატის აზოტმეავასთან რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ



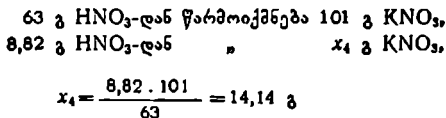
ამავე განტოლებიდან ჩანს, რომ



პირველი განტოლებიდან ჩანს, რომ

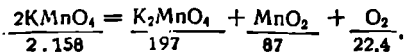


ან



ამრიგად, მიიღება 20,2 გ ( $14,14 + 6,06 = 20,2$ ) კალიუმის ნიტრატი და 8 გ  
 ( $14 - 6 = 8$ ) კალიუმის ჰიდროკარბონატი.

8. კალიუმის პერმანგანატის თერმული დაშლა მიმდინარეობს რეაქციის ასეთი გან-  
 ტოლებით:





316 გ  $KMnO_4$ -ის დაშლის დროს წარმოიქმნება 197 გ  $K_2MnO_4$ ,  
 25,28 გ  $KMnO_4$ -ის " " " "  $x_1$  გ  $K_2MnO_4$ ,

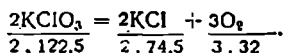
$$x_1 = \frac{197 \cdot 25,28}{316} = 15,76 \text{ გ};$$

316 გ  $KMnO_4$ -ის დაშლის დროს წარმოიქმნება 87 გ  $MnO_2$ ,  
 25,28 გ  $KMnO_4$ -ის " " " "  $x_2$  გ  $MnO_2$ ,

$$x_2 = \frac{87 \cdot 25,28}{316} = 6,96 \text{ გ}.$$

ამრიგად, 37,44 გ მყარი ნაშთი შეიცავდა 8,4 გ მინარევებს, 15,76 გ კალიუმის მანგანატს, 6,96 გ მანგანუმის დიოქსიდს და 6,32 გრამ ( $40 - 8,4 - 15,76 - 6,96 - 2,56 = 6,32$ ) კალიუმის პერმანგანატს.

ნ. ბერთოლეს მარილის თერძული დაშლის რეაქცია კატალიზატორის თანაობისას მიმდინარეობს განტოლების მიხედვით:



პირველი ხერხი. ნარევის მასის შემცირება გამოწვეულია ენგბადის გარდაქმნით. ბერთოლეს მარილის დაშლის დროს გამოიყო 7,68 გ ( $20 - 12,32 = 7,68$ )

ანუ  $\frac{7,68}{32} = 0,24$  მოლი ენგბადი. ბერთოლეს მარილის დაშლის რეაქციის განტოლე-

ბიდან ჩანს, რომ 3 მოლი  $O_2$  გამოიყოფა 2 მოლი  $KClO_3$ -ის დაშლის დროს, ხოლო 0,24 მოლი  $O_2$  წარმოიქმნება 0,16 მოლი ანუ 0,16  $\cdot 122,5 = 19,6$  გ  $KClO_3$ -ის დაშ-

ლის დროს. მაშასადამე, ნარევი უფილა 19,6 გ ანუ  $\frac{19,6 \cdot 100}{20} = 98\%$  ბერთოლეს

მარილი და 0,4 გ ( $20 - 19,6 = 0,4$ ) ანუ  $\frac{0,4 \cdot 100}{20} = 2\%$  კალიუმის ქლორიდი.

მეორე ხერხი. ბერთოლეს მარილის დაშლის დროს წარმოიქმნა 12,32 გ კალიუმის ქლორიდი და გამოიყო 7,68 გ ენგბადი. რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ

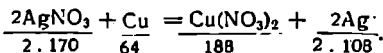
96 გ  $O_2$  გამოიყოფა 245 გ  $KClO_3$ -ის დაშლის დროს,  
 7,68 გ  $O_2$  " "  $x$  გ  $KClO_3$ -ის " "

$$x = \frac{245 \cdot 7,68}{96} = 19,6 \text{ გ}.$$

მაშასადამე, ნარევი უფილა 19,6 გ ანუ  $\frac{19,6 \cdot 100}{20} = 98\%$  ბერთოლეს მარილი

და 0,4 გ ( $20 - 19,6 = 0,4$ ) ანუ  $\frac{0,4 \cdot 100}{20} = 2\%$  კალიუმის ქლორიდი.  $\sqrt$

მ. სპილენძის ურთიერთქმედება ვერცხლის ნიტრატთან მიმდინარეობს შემდეგი განტოლებით:



პირველი ხერხი. რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ 2 მოლი ვერცხლის ნიტრატის ურთიერთქმედებისას 1 მოლი სპილენძთან, სპილენძის ფორფიტაზე უნდა გამოიყოს 2 მოლი ანუ  $2 \cdot 108 = 216$  გ ვერცხლი და 1 მოლი სპილენძი უნდა გადა-



ვიდეს ხსნარში. ფირფიტის მასა უნდა გადიდდეს  $216 - 64 = 152$  გ-ით. ამოცანის პირობის თანახმად ფირფიტის მასა გაიზარდა  $\frac{80 \cdot 7,6}{100} = 6,08$  გ-ით. ეს ნიშნავს, რომ

ხსნარში გადაეიდა  $\frac{6,08}{152} = 0,04$  მოლი სპილენძი, ხოლო რეაქციის განტოლების თანახმად ხსნარი შეიცავდა  $2 \cdot 0,04 = 0,08$  მოლ ანუ  $0,08 \cdot 108 = 8,64$  გ ვერცხლს.

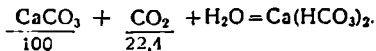
შეორებები. რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ სპილენძის ფირფიტაზე 216 გ ვერცხლის გამოყოფისას 64 გ სპილენძი გადადის ხსნარში და ფირფიტის მასა იზარდება მხოლოდ  $216 - 64 = 152$  გ-ით. ამოცანის პირობის თანახმად ფირფიტის მასა გაიზარდა 6,08 გ-ით. აქედან

152 გ-ით მასის გაზარდისას გამოიყოფა 216 გ ვერცხლი,  
6,08 გ-ით " " " " x გ ვერცხლი,

$$x = \frac{6,08 \cdot 216}{152} = 8,64 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, ხსნარი შეიცავდა 8,64 გ ვერცხლს.

7. კალციუმის კარბონატი რეაქციაში შედის ნახშირორჟანგთან წყლიან გარემოში შემდეგი განტოლების თანახმად:



პირველი ხერხი. ამოცანის პირობის მიხედვით რეაქციაში შევიდა 8,96 ლ ანუ  $\frac{8,96}{22,4} = 0,4$  მოლი ნახშირორჟანგი, ხოლო სუსპენზია შეიცავდა 50 გ ანუ

$\frac{50}{100} = 0,5$  მოლ კალციუმის კარბონატს. რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ 1 მოლი ნახშირორჟანგი რეაქციაში შედის 1 მოლ კალციუმის კარბონატთან, და 0,4 მოლი ნახშირორჟანგი რეაქციაში შედის 0,4 მოლ კალციუმის კარბონატთან, და მისი 0,1 მოლი ( $0,5 - 0,4 = 0,1$ ) ანუ  $0,1 \cdot 100 = 10$  გ რჩება სუსპენზიაში. ამრიგად, მყარ ფაზაში რჩება 10 გ კალციუმის კარბონატი.

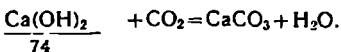
შეორებები. რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ

22,4 ლ  $\text{CO}_2$  რეაქციაში შედის 100 გ  $\text{CaCO}_3$ -თან,  
8,96 ლ  $\text{CO}_2$  " " " x გ  $\text{CaCO}_3$ -თან,

$$x = \frac{8,96 \cdot 100}{22,4} = 40 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, 40 გ კალციუმის კარბონატი გადადის ხსნარში, ხოლო მისი 10 გ ( $50 - 40 = 10$ ) რჩება მყარ ფაზაში.

8. ჩამქრალი კირი რეაქციაში შედის ნახშირორჟანგთან შემდეგი განტოლების თანახმად:



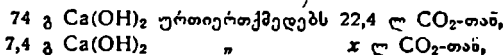
წარმოქმნილი კალციუმის კარბონატი რეაქციაში შედის ჰაერ ნახშირორჟანგთან წინა ამოცანაში მოყვანილი განტოლების თანახმად.

ამოცანის პირობით ნარევი შეცაიდა 39,2% ანუ  $0,392 \cdot 8 = 3,136$  ლ ნახშირორჟანგს.

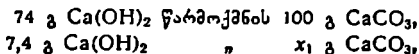
პირველი ხერხი. ამოცანის პირობის მიხედვით  $7,4$  გ ანუ  $\frac{7,4}{74} = 0,1$  მოლი

კალციუმის ჰიდროქსიდი ურთიერთქმედებს  $3,136$  ლ ანუ  $\frac{22,4}{3,136} = 0,14$  მოლ ნახშირორჟანგთან. კალციუმის ჰიდროქსიდის ნახშირორჟანგთან რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ კალციუმის ჰიდროქსიდის  $1$  მოლი ურთიერთქმედებს  $1$  მოლ ნახშირორჟანგთან  $1$  მოლი კალციუმის კარბონატის წარმოქმნით, ხოლო  $0,1$  მოლი კალციუმის ჰიდროქსიდი რეაქციაში შედის  $0,1$  მოლ ნახშირორჟანგთან  $0,1$  მოლ კალციუმის კარბონატის წარმოქმნით. დარჩენილი  $0,04$  მოლი ( $0,14 - 0,1 = 0,04$ ) ნახშირორჟანგი, კალციუმის კარბონატთან ნახშირორჟანგის რეაქციის განტოლების თანახმად, შევა რეაქციაში  $0,04$  მოლ კალციუმის კარბონატთან  $0,04$  მოლი კალციუმის ჰიდროკარბონატის წარმოქმნით. მაშასადამე, ნახშირორჟანგის მთლიანად გახსნის შემდეგ წარმოიქმნება  $0,06$  მოლი ( $0,1 - 0,04 = 0,06$ ) ანუ  $0,06 \cdot 100 = 6$  გ კალციუმის კარბონატი.

მეორე ხერხი. კალციუმის ჰიდროქსიდის ნახშირორჟანგთან რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ

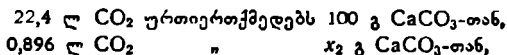


$$x = \frac{7,4 \cdot 22,4}{74} = 2,24 \text{ ლ.}$$



$$x_1 = \frac{7,4 \cdot 100}{74} = 10 \text{ გ.}$$

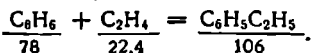
დარჩენილი  $0,896$  ლ ( $3,136 - 2,24 = 0,896$ ) ურთიერთქმედებს კალციუმის კარბონატთან. ამ განტოლების თანახმად



$$x_2 = \frac{0,896 \cdot 100}{22,4} = 4 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, ნახშირორჟანგის მთლიანად შთანქმის შემდეგ წარმოიქმნება  $6$  გ ( $10 - 4 = 6$ ) კალციუმის კარბონატი.

მ. ბენზოლი ეთილენთან ურთიერთქმედებს ასეთი განტოლებით:



პირველი ხერხი. ამოცანის პირობის მიხედვით რეაქციაში შევიდა

$$\frac{200 \cdot 89,6}{100} = 179,2 \text{ გ ანუ } \frac{179,2}{22,4} = 8 \text{ კმოლი ეთილენი. რეაქციის განტოლებიდან}$$

ჩანს, რომ  $8$  კმოლი ეთილენი რეაქციაში შევა  $8$  კმოლ ანუ  $8 \cdot 78 = 624$  კგ ბენზოლთან  $8$  კმოლ ანუ  $8 \cdot 106 = 848$  კგ ეთილბენზოლის წარმოქმნით. მაშასადამე, რეაქციის პროდუქტები შეიცავენ  $848$  კგ ეთილბენზოლსა და  $152$  კგ ( $776 - 624 = 152$ ) ბენზოლს. რეაქციის პროდუქტების მასა  $1000$  კგ-ის ( $152 + 848 = 1000$ ) ტოლი იქნება, იგი შეიცავს  $84,8\%$  ეთილბენზოლს და  $15,2\%$  ბენზოლს.

მეორე ხერხი. ამოცანის პირობით რეაქციაში შევიდა  $\frac{200 \cdot 89,6}{100} = 179,2$  მ<sup>3</sup> ეთილენი. რეაქციის განტოლების თანახმად

22,4 მ<sup>3</sup> ეთილენი ურთიერთქმედებს 78 კგ ბენზოლთან,  
179,2 მ<sup>3</sup> " " " " " " x კგ "

$$x = \frac{78 \cdot 179,2}{22,4} = 624 \text{ კგ.}$$

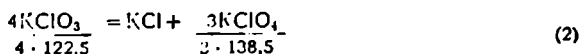
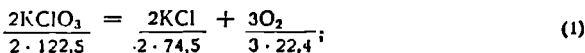
იმავე განტოლების თანახმად

78 კგ ბენზოლი წარმოქმნის 106 კგ ეთილბენზოლს,  
624 კგ " " " " " " x<sub>1</sub> კგ "

$$x_1 = \frac{106 \cdot 624}{78} = 848 \text{ კგ.}$$

მაშასადამე, რეაქციის პროდუქტები შეიცავენ 848 კგ ეთილბენზოლსა და 152 კგ (776 - 624 = 152) ბენზოლს. მათი მასა 1000 კგ-ის (848 + 142 = 1000) ტოლი იქნება; იგი შეიცავს 84,8% ეთილბენზოლს და 15,2% ბენზოლს.

10. ბერთოლეს მარილის დაშლა მიმდინარეობს შემდეგი რეაქციების განტოლებების თანახმად:



პირველი ხერხი. ამოცანის პირობის მიხედვით  $88,2 \text{ გ ანუ } \frac{88,2}{122,5} = 0,72$  მოლი ბერთოლეს მარილის დაშლით გამოიყო 13,44 ლ ანუ  $\frac{13,44}{22,4} = 0,6$

მოლი ეანგბადი. ბერთოლეს მარილის დაშლის პირველი რეაქციიდან ჩანს, რომ 3 მოლი ეანგბადი გამოიყოფა 2 მოლი ბერთოლეს მარილის დაშლის დროს, ხოლო 0,6 მოლი ეანგბადი წარმოიქმნება 0,4 მოლი ბერთოლეს მარილის დაშლის დროს. თანაც აგრეთვე წარმოიქმნება 0,4 მოლი კალიუმის ქლორიდი, მაშასადამე, 0,72 მოლი ბერთოლეს მარილიდან 0,4 მოლი იშლება ეანგბადის გამოყოფით, ხოლო 0,32 მოლი (0,72 - 0,4 = 0,32) იშლება ეანგბადის გამოყოფის გარეშე (2) განტოლების თანახმად. ამ განტოლებიდან ჩანს, რომ 4 მოლი ბერთოლეს მარილიდან წარმოიქმნება 3 მოლი კალიუმის პერქლორატი და 1 მოლი კალიუმის ქლორიდი, ხოლო 0,32 მოლი ბერთოლეს მარილი წარმოქმნის 0,24 მოლ ანუ  $0,24 \cdot 138,5 = 33,24$  გ კალიუმის პერქლორატს და 0,08 მოლ კალიუმის ქლორიდს. სულ კალიუმის ქლორიდი წარმოიქმნება 0,48 მოლი (0,4 + 0,08 = 0,48) ანუ  $0,48 \cdot 74,5 = 35,76$  გ. მთელი ნაშთის მასა 69 გ-ის ტოლი იქნება.

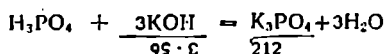
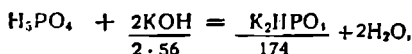
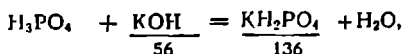
მეორე ხერხი. ბერთოლეს მარილის დაშლის რეაქციის პირველი განტოლებიდან ჩანს, რომ

67,2 ლ O<sub>2</sub> გამოიყოფა 245 გ KClO<sub>3</sub>-ის დაშლისას,  
13,44 ლ O<sub>2</sub> " " " " " " x გ KClO<sub>3</sub>-ის

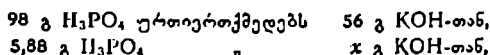
$$x = \frac{13,44 \cdot 245}{67,2} = 49 \text{ გ.}$$



კარგია ვისარგებლოთ ფოსფორმეაყას ნეიტრალიზაციის ასეთი რეაქციების განტოლებებით:

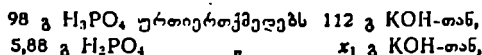


ამოცანის პირობის მიხედვით 5,88 გ ფოსფორმეაყა რეაქციაში შევიდა 8,4 გ მწვავე კალიუმთან. ნეიტრალიზაციის რეაქციის პირველი განტოლებიდან ჩანს, რომ



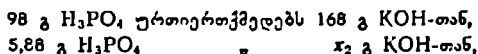
$$x = \frac{56 \cdot 5,88}{98} = 3,36 \text{ გ.}$$

ნეიტრალიზაციის რეაქციის მეორე განტოლებიდან ჩანს, რომ



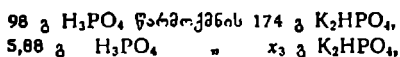
$$x_1 = \frac{112 \cdot 5,88}{98} = 6,72 \text{ გ.}$$

ნეიტრალიზაციის რეაქციის მესამე განტოლებიდან ჩანს, რომ



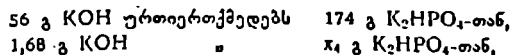
$$x_2 = \frac{168 \cdot 5,88}{98} = 10,08 \text{ გ.}$$

აქედან გამომდინარეობს, რომ ამოცანის პირობის მონაცემებით 8,4 გ მწვავე კალიუმი ჰარბია მთელი ფოსფორმეაყას გარდასაქმნელად კალიუმის ჰიდროფოსფატად (6,72 გ), და არასაქმარისია მისი სრული გარდაქმნისათვის კალიუმის ფოსფატად (10,08 გ). მწვავე კალიუმის 8,4 გ-დან 6,72 გ იხარჯება ფოსფორმეაყას გარდასაქმნელად კალიუმის ჰიდროფოსფატად, ხოლო 1,68 გ (8,4 - 6,72 = 1,68) — კალიუმის ჰიდროფოსფატის გარდასაქმნელად ფოსფატად. ფოსფორმეაყას ნეიტრალიზაციის რეაქციის მეორე განტოლებიდან ჩანს, რომ



$$x_3 = \frac{174 \cdot 5,88}{98} = 10,44 \text{ გ.}$$

კალიუმის ჰიდროფოსფატის მწვავე კალიუმთან რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ



$$x_4 = \frac{174 \cdot 1,68}{56} = 5,22 \text{ გ.}$$

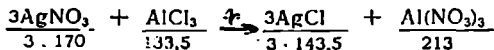
იმავე განტოლებიდან ჩანს, რომ

$$174 \text{ გ } K_2HPO_4 \text{ წარმოქმნის } 212 \text{ გ } K_3PO_4, \\ 5,22 \text{ გ } K_2HPO_4 \quad \quad \quad \text{ " } \quad x_5 \text{ გ } K_3PO_4,$$

$$x_5 = \frac{212 \cdot 5,22}{174} = 6,36 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, ხსნარის აორთქლების შემდეგ ნაშთში იქნება 6,36 გ კალიუმის ფოსფატი და 5,22 გ (10,44 - 5,22 = 5,22) კალიუმის ჰიდროფოსფატი.

12. რეაქცია ვერცხლის ნიტრატსა და ალუმინის ქლორიდს შორის მიმდინარეობს ასეთი განტოლებით:



პირველი ხერხი. ამოცანის პირობის მიხედვით ერთი ხსნარი შეიცავს 11,99 გ ანუ  $\frac{11,9}{170} = 0,07$  მოლ ვერცხლის ნიტრატს, ხოლო მეორე — 2,67 გ ანუ

$\frac{2,67}{133,5} = 0,02$  მოლ ალუმინის ქლორიდს. რეაქციის განტოლებით 3 მოლი  $AgNO_3$  ურ-

თიერთქმედებს 1 მოლ  $AlCl_3$ -თან და წარმოიქმნება 3 მოლი  $AgCl$  და 1 მოლი  $Al(NO_3)_3$ , ხოლო 0,02 მოლი  $AlCl_3$  რეაქციაში შევა 0,06 მოლ  $AgNO_3$ -თან და წარმოქმნის 0,06 მოლ ანუ  $0,06 \cdot 143,5 = 8,61$  გ  $AgCl$  და 0,02 მოლ ანუ  $0,02 \cdot 213 = 4,26$  გ  $Al(NO_3)_3$ , რადგან აორთქლებისას წარმოიქმნება არა უწყლო მარილი, არამედ კრისტალიდრათი  $Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ , რომლის მოლეკულური მასა ტოლია 375, მაშინ ისიც იქნება 0,02 მოლი ანუ  $0,02 \cdot 375 = 7,5$  გ. აორთქლების შემდეგ ნაშთი ასევე შეიცავს 0,01 მოლ ანუ  $0,01 \cdot 170 = 1,7$  გ  $AgNO_3$ . მაშასადამე, რეაქციის დროს წარმოიქმნება 8,61 გ  $AgCl$ , ხოლო ფილტრატის აორთქლების შემდეგ დარჩება 9,2 გ ( $7,5 + 1,7 = 9,2$ ) ნაშთი.

მეორე ხერხი. რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ

$$133,5 \text{ გ } AlCl_3 \text{ ურთიერთქმედებს } 510 \text{ გ } AgNO_3\text{-თან,} \\ 2,67 \text{ გ } AlCl_3 \quad \quad \quad x \text{ გ } AgNO_3\text{-თან,}$$

$$x = \frac{510 \cdot 2,67}{133,5} = 10,2 \text{ გ.}$$

ამრიგად, რეაქციაში მთლიანად შევა ალუმინის ქლორიდი, ხოლო ნაშთი გვექნება 1,7 გ ( $11,9 - 10,2 = 1,7$ ) ვერცხლის ნიტრატი. რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ

$$133,5 \text{ გ } AlCl_3 \text{ წარმოქმნის } 430,5 \text{ გ } AgCl, \\ 2,67 \text{ გ } AlCl_3 \quad \quad \quad x_1 \text{ გ } AgCl, \quad \quad \quad \text{B}$$

$$x_1 = \frac{430,5 \cdot 2,67}{133,5} = 8,61 \text{ გ;}$$

$$133,5 \text{ გ } AlCl_3 \text{ წარმოქმნის } 213 \text{ გ } Al(NO_3)_3 \\ 2,67 \text{ გ } AlCl_3 \quad \quad \quad \text{ " } \quad \quad \quad x_2 \text{ გ } Al(NO_3)_3$$

$$x_2 = \frac{213 \cdot 2,67}{133,5} = 4,26 \text{ გ.}$$

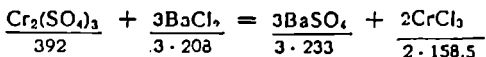
ფილტრატის აორთქლებისას წარმოიქმნება ალუმინის ნიტრატის კრისტალიდრათი:

213 გ  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ -დან წარმოიქმნება 375 გ  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ,  
 4,26 გ  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ -დან " "  $x_3$  გ  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ,

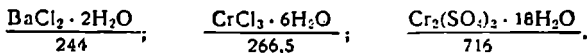
$$x_3 = \frac{375 \cdot 4,26}{213} = 7,5 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, 11,9 გ ვერცხლის ნიტრატის ურთიერთქმედებისას 2,67 გ ალუმინის ქლორიდთან წარმოიქმნება 8,61 გ ვერცხლის ქლორიდი და ფილტრატის აორთქლების შემდეგ წარმოიქმნება 9,2 გ ნაშთი, რომელიც შეიცავს 7,5 გ ალუმინის ნიტრატის კრისტალოჰიდრატს და 1,7 გ ვერცხლის ნიტრატს.

17. ქრომის სულფატის რეაქცია ბარიუმის ქლორიდთან მიმდინარეობს განტოლებით:



აორთქლებისას რეაქციის პროდუქტები და ჰარბად დარჩენილი ნივთიერებები წარმოქმნიან კრისტალოჰიდრატებს:

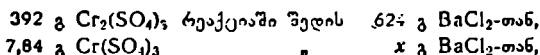


პირველი ხერხი. ამოცანის პირობის მიხედვით ერთი ხსნარი შეიცავდა 7,84 გ ანუ  $\frac{7,84}{392} = 0,02$  მოლ ქრომის სულფატს, ხოლო მეორე — 16,64 გ ანუ

$\frac{16,64}{208} = 0,08$  მოლ ბარიუმის ქლორიდს. რეაქციის განტოლებიან მიხედვით 1 მოლი

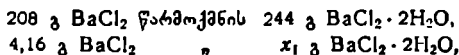
$\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  ურთიერთქმედებს 3 მოლ  $\text{BaCl}_2$ -თან 3 მოლი  $\text{BaSO}_4$ -ისა და 2 მოლი  $\text{CrCl}_3$ -ის წარმოქმნით, ხოლო 0,02 მოლი  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  რეაქციაში შეეა 0,06 მოლ  $\text{BaCl}_2$ -თან და წარმოქმნის 0,06 მოლ ანუ  $0,06 \cdot 233 = 13,98$  გ  $\text{BaSO}_4$  და 0,04 მოლ ანუ  $0,04 \cdot 158,5 = 6,34$  გ  $\text{CrCl}_3$ , რომელიც აორთქლების შემდეგ გარდაიქმნება 0,04 მოლ ანუ  $0,04 \cdot 266,5 = 10,66$  გ ქრომის ქლორიდის კრისტალოჰიდრატად. ჰარბად დარჩება 0,02 მოლი ( $0,08 - 0,06 = 0,02$ ) ანუ  $0,02 \cdot 208 = 4,16$  გ ბარიუმის ქლორიდი, რომელიც აორთქლების შემდეგ გარდაიქმნება 0,02 მოლ ანუ  $0,02 \cdot 244 = 4,88$  გ ბარიუმის ქლორიდის კრისტალოჰიდრატად. ნაშთის მასა ფილტრატის აორთქლების შემდეგ  $10,66 + 4,88 = 15,54$  გ-ის ტოლი იქნება.

მეორე ხერხი. ქრომის სულფატის ბარიუმის ქლორიდთან რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ:



$$x = \frac{624 \cdot 7,84}{392} = 12,48 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, მთლიანად შედის რეაქციაში ქრომის სულფატი, ხოლო ჰარბად გერჩება 4,16 გ ( $16,64 - 12,48 = 4,16$ ) ბარიუმის ქლორიდი. აორთქლების დროს



$$x_1 = \frac{244 \cdot 4,16}{208} = 4,88 \text{ გ.}$$

ამავე განტოლებიდან ჩანს, რომ

392 გ  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  წარმოქმნის 699 გ  $\text{BaSO}_4$ ,  
 7,84 გ  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  " "  $x_2$  გ  $\text{BaSO}_4$ ,

$$x_2 = \frac{699 \cdot 7,84}{392} = 13,98 \text{ გ.}$$

624 გ  $\text{BaCl}_2$  წარმოქმნის 699 გ  $\text{BaSO}_4$ ,  
 12,48 გ  $\text{BaCl}_2$  " "  $x_3$  გ  $\text{BaSO}_4$ ,

$$x_3 = \frac{699 \cdot 12,48}{624} = 13,98 \text{ გ.}$$

392 გ  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  წარმოქმნის 317 გ  $\text{CrCl}_3$ ,  
 7,84 გ  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  " "  $x_4$  გ  $\text{CrCl}_3$ ,

$$x_4 = \frac{317 \cdot 7,84}{392} = 6,34 \text{ გ.}$$

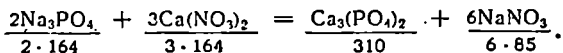
აორთქლებსას

158,5 გ  $\text{CrCl}_3$  წარმოქმნის 266,5 გ  $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  
 6,34 გ  $\text{CrCl}_3$  " "  $x_5$  გ  $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,

$$x_5 = \frac{266,5 \cdot 6,34}{158,5} = 10,66 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, 7,84 გ ქრომის სულფატის 16,64 გ ბარიუმის ქლორიდან ურთი-  
 ერთქმედების შედეგად წარმოიქმნება 13,98 გ ბარიუმის სულფატი და ფილტრატის  
 აორთქლების შემდეგ — 15,54 გ ნაშთი, რომელიც შეიცავს 10,66 გ ქრომის ქლო-  
 რიდის კრისტალოჰიდრატსა და 4,88 გ ბარიუმის ქლორიდის კრისტალოჰიდრატს.

14. ნატრიუმის ფოსფატსა და კალციუმის ნიტრატს შორის რეაქცია მიმდინა-  
 რეობს ასეთი განტოლებით:



პირველი ხერხი. ამოცანის პირობის მიხედვით ერთი ხსნარი შეიცავდა  
 9,84 გ ანუ  $\frac{9,84}{164} = 0,06$  მოლ ნატრიუმის ფოსფატს, ხოლო მეორე — 9,84 გ ანუ

$\frac{9,84}{164} = 0,06$  მოლ კალციუმის ნიტრატს. რეაქციის განტოლების მიხედვით 2 მოლი

$\text{Na}_3\text{PO}_4$  რეაქციაში შედის 3 მოლ  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ -თან 1 მოლი  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ -ის და 6 მოლი  
 $\text{NaNO}_3$ -ის წარმოქმნით, ხოლო 0,06 მოლი  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  რეაქციაში შეევა 0,04 მოლ  
 $\text{Na}_3\text{PO}_4$ -თან და წარმოქმნის 0,02 მოლ ანუ  $0,02 \cdot 130 = 2,6$  გ  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  და  
 0,12 მოლ ანუ  $0,12 \cdot 85 = 10,2$  გ  $\text{NaNO}_3$ . ჰარბად დარჩება 0,02 მოლი ( $0,06 - 0,04 =$   
 $= 0,02$ ) ანუ  $0,02 \cdot 164 = 3,28$  გ ნატრიუმის ფოსფატი.

მეორე ხერხი. ნატრიუმის ფოსფატსა და კალციუმის ნიტრატს შორის რე-  
 აქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ

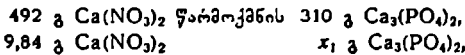
492 გ  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  რეაქციაში შედის 328 გ  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ -თან,  
 9,84 გ  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  " " "  $x$  გ  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ -თან,,

$$x = \frac{328 \cdot 9,84}{492} = 6,56 \text{ გ.}$$

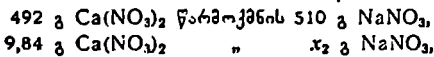


მაშასადამე, რეაქციაში მთლიანად შევა კალციუმის ნიტრატის, ხოლო 3,28 გ (9,84 - 6,56 = 3,28) ნატრიუმის ფოსფატი. რჩება კარბატი.

რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ



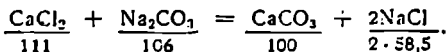
$$x_1 = \frac{310 \cdot 9,84}{492} = 6,2 \text{ გ.}$$



$$x_2 = \frac{510 \cdot 9,84}{492} = 10,2 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, 9,84 გ ნატრიუმის ფოსფატის 9,84 გ კალციუმის ნიტრატთან ურთიერთქმედების დროს წარმოიქმნება 6,2 გ კალციუმის ფოსფატი და ფილტრატის აორთქლების შემდეგ ნაშთში დარჩება 10,2 გ ნატრიუმის ნიტრატი და 3,28 გ ნატრიუმის ფოსფატი.

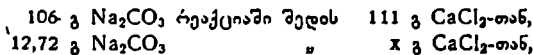
15. კალციუმის ქლორიდის რეაქცია ნატრიუმის კარბონატთან მიმდინარეობს განტოლებით:



პირველი ხერხი. ამოცანის პირობის მიხედვით  $22,2 \text{ გ ანუ } \frac{22,2}{111} = 0,2$

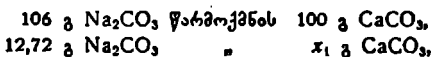
მოლი კალციუმის ქლორიდი შევიდა რეაქციაში  $12,72 \text{ გ ანუ } \frac{12,72}{106} = 0,12$  მოლ ნატრიუმის კარბონატთან. რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ 1 მოლი ნატრიუმის კარბონატი რეაქციაში შედის 1 მოლ კალციუმის ქლორიდთან 1 მოლი კალციუმის კარბონატისა და 2 მოლი ნატრიუმის ქლორიდის წარმოქმნით, ხოლო 0,12 მოლი ნატრიუმის კარბონატი რეაქციაში შევა 0,12 მოლ კალციუმის ქლორიდთან 0,12 მოლ ანუ  $0,12 \cdot 100 = 12 \text{ გ}$  კალციუმის კარბონატისა და 0,24 მოლი ანუ  $0,24 \cdot 58,5 = 14,04 \text{ გ}$  ნატრიუმის ქლორიდის წარმოქმნით. კალციუმის კარბონატის გამოყოფის შემდეგ ფილტრატში დარჩება რეაქციაში შეუსვლედი 0,08 მოლი ( $0,2 - 0,12 = 0,08$ ) ანუ  $0,8 \cdot 111 = 8,88 \text{ გ}$  კალციუმის ქლორიდი.

მეორე ხერხი. ნატრიუმის კარბონატის კალციუმის ქლორიდთან რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ



$$x = \frac{12,72 \cdot 111}{106} = 13,32 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, ნატრიუმის კარბონატთან რეაქციაში შედის 13,32 გ კალციუმის ქლორიდი, ხოლო 8,88 გ რჩება ფილტრატში წარმოქმნილი კალციუმის კარბონატის გამოყოფის შემდეგ. ამავე განტოლებიდან ჩანს, რომ



$$x_1 = \frac{12,72 \cdot 100}{106} = 12 \text{ გ.}$$

111 გ  $\text{CaCl}_2$  წარმოქმნის 100 გ  $\text{CaCO}_3$ ,  
 13,32 გ  $\text{CaCl}_2$  "  $x_1$  გ  $\text{CaCO}_3$ ,  

$$x_1 = \frac{13,32 \cdot 100}{111} = 12 \text{ გ};$$

106 გ  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  წარმოქმნის 117 გ  $\text{NaCl}$ ,  
 12,72 გ  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  "  $x_2$  გ  $\text{NaCl}$ ,  

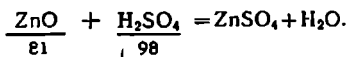
$$x_2 = \frac{12,72 \cdot 117}{106} = 14,04 \text{ გ},$$

111 გ  $\text{CaCl}_2$  წარმოქმნის 117 გ  $\text{NaCl}$ ,  
 13,32 გ  $\text{CaCl}_2$  "  $x_2$  გ  $\text{NaCl}$ ,  

$$x_2 = \frac{13,32 \cdot 117}{111} = 14,04 \text{ გ}.$$

მაშასადამე, 22,2 გ კალციუმის ქლორიდის ურთიერთქმედებით 12,72 გ ნატრიუმის კარბონატთან წარმოიქმნება 12 გ კალციუმის კარბონატი, ხოლო ფილტრატში იქნება 14,04 გ წარმოქმნილი ნატრიუმის ქლორიდი და 8,88 გ რეაქტივაში შეუსყლელი კალციუმის ქლორიდი.

16. თუთიის ნამწვი თუთიას შეიცავს მონოქსიდის სახით. მისი გახსნის რეაქცია მიმდინარეობს ასეთი განტოლებით:



პირველი ხერხი. ამოცანის პირობის მიხედვით საჭიროა მომზადდეს 300 გ ელექტროლიტი, რომელიც შეიცავს 130 გ/ლ ანუ 130 კგ/მ<sup>3</sup> თუთიას. მაშასადამე, 300 გ უნდა შეიცავდეს  $130 \cdot 300 = 39000$  კგ ანუ 39 ტ თუთიას. რაღგან ნამწვი შეიცავდა მხოლოდ 40% თუთიას, ამიტომ ის უნდა ავიღოთ 2,5-ჯერ მეტი, ე. ი.  $39 \cdot 2,5 = 97,5$  ტ. ნამწვეს ხსნიან 2N ანუ 1M გოგირდმკვას ხსნარში. 97,5 ტ ნამწვი შეიცავს  $39000$  კგ ანუ  $\frac{39000}{65} = 600$  კმოლ თუთიას, ე. ი. 600 კმოლ თუთიის ოქსიდს. 600 კმოლი თუთიის ოქსიდის გასახსნელად საჭიროა 600 კმოლი გოგირდმკვა, რომელსაც შეიცავს 600მ<sup>3</sup> 1M ხსნარი.

მეორე ხერხი. 130 გ/ლ ანუ 130 კგ/მ<sup>3</sup> თუთიის შემცველობის 300 მ<sup>3</sup> ელექტროლიტში თუთია უნდა იყოს  $300 \cdot 130 = 39000$  კგ. რაღგან ნამწვი შეიცავს მხოლოდ 40% თუთიას, მაშინ,

40 კგ თუთიას შეიცავს 100 კგ ნამწვი,  
 39000 კგ თუთიას "  $x$  კგ

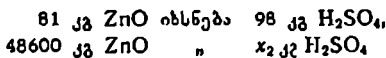
$$x = \frac{100 \cdot 39000}{40} = 97500 \text{ კგ ანუ } 97,5 \text{ ტ}.$$

რაღგან ნამწვეში თუთია არის მონოქსიდის სახით, მაშინ

65 კგ Zn-ს შეიცავს 81 კგ ZnO,  
 39000 კგ Zn-ს "  $x_1$  კგ ZnO,

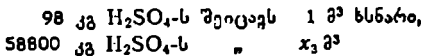
$$x_1 = \frac{81 \cdot 39000}{65} = 48600 \text{ კგ}.$$

თუთიის მონოქსიდის გოგირდმეჯავში გახსნის რეაქციის განტოლების მიხედვით:



$$x_2 = \frac{98 \cdot 48600}{81} = 58800 \text{ კგ.}$$

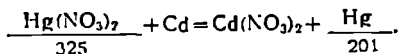
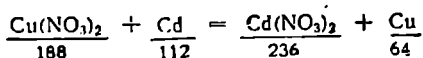
1 მ<sup>3</sup> 1M ხსნარი შეიცავს 98 კგ გოგირდმეჯავს. აქედან



$$x_3 = \frac{58800 \cdot 1}{98} = 600 \text{ მ}^3.$$

ამრიგად, 300 მ<sup>3</sup> ელექტროლიტის დასამზადებლად, რომელიც შეიცავს 139 გ/ლ თუთიას, 97,5 ტ ნაშენი უნდა გავხსნათ 600 მ<sup>3</sup> 2N ანუ 1M გოგირდმეჯავს ხსნარში და კარბი წყალი ავაორტკლოთ.

17. კალმიუმში ურთიერთქმედებს სპილენძისა და ვერცხლისწყლის მარილებთან განტოლებების თანახმად:



პირველი ხერხი. ამოცანის პირობის თანახმად ხსნარში იყო 9,4 გ ანუ  $\frac{9,4}{188} = 0,05$  მოლი სპილენძის ნიტრატი და  $\frac{9,75}{325} = 0,03$  მოლი ვერცხლისწყლის ნიტრატი. სპილენძის ნიტრატთან კალმიუმის რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ კალმიუმის ფირფიტაზე 1 მოლი სპილენძის გამოყოფისას 1 მოლი კალმიუმში გადავა ხსნარში და ფირფიტის მასა შემცირდება 48 გ-ით ( $112 - 64 = 48$ ), ხოლო კალმიუმის ფირფიტაზე 0,05 მოლი სპილენძის გამოყოფისას ხსნარში გადავა 0,05 მოლი კალმიუმში და ფირფიტის მასა შემცირდება  $0,05 \cdot 48 = 2,4$  გ-ით ანუ  $0,05 \cdot 112 - 0,05 \cdot 64 = 2,4$ .

ვერცხლისწყლის ნიტრატთან კალმიუმის რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ კალმიუმის ფირფიტაზე 1 მოლი ვერცხლისწყლის გამოყოფისას 1 მოლი კალმიუმში გადავა ხსნარში და კალმიუმის ფირფიტის მასა გაიზარდება 89 გ-ით ( $201 - 112 = 89$ ), ხოლო ფირფიტაზე 0,03 მოლი ვერცხლისწყლის გამოყოფისას 0,03 მოლი კალმიუმში გადავა ხსნარში და ფირფიტის მასა გაიზარდება  $0,03 \cdot 89 = 2,67$  გ-ით ანუ  $0,03 \cdot 201 - 0,03 \cdot 112 = 2,67$  გ-ით. ამრიგად, სპილენძისა და ვერცხლისწყლის კალმიუმით სრული გამოძეგების შემდეგ კალმიუმის ფირფიტის მასა იზარდება 0,27 გ-ით ( $2,67 - 2,4 = 0,27$ ) ანუ  $\frac{0,27 \cdot 100}{50} = 0,54\%$ -ით.

მეორე ხერხი. სპილენძის ნიტრატთან კალმიუმის რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ კალმიუმის ფირფიტაზე 64 გ სპილენძის გამოყოფისას 112 გ კალმიუმში გადადის ხსნარში და ფირფიტის მასა მცირდება 48 გ-ით ( $112 - 64 = 48$ ). ამავე განტოლებიდან ჩანს, რომ

თუ რეაქციაში შევა 188 გ  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ , ფირფიტის მასა შემცირდება 48 გ-ით.  
                                          9,4 გ  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$     "    "    "    "    x გ-ით,

$$x = \frac{9,4 \cdot 48}{188} = 2,4 \text{ გ.}$$

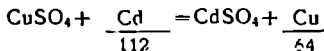
ვერცხლისწყლის ნიტრატთან კადმიუმის რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ კადმიუმის ფირფიტაზე 201 გ ვერცხლისწყლის გამოყოფისას 112 გ კადმიუმი გადადის ხსნარში და ფირფიტის მასა იზრდება 89 გ-ით ( $201 - 112 = 89$ ).

თუ რეაქციაში შევა 325 გ  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$  ფირფიტის მასა გაიზრდება 89 გ-ით,  
                                          9,75 გ  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$     "    "    "    "    x<sub>1</sub> გ-ით,

$$x_1 = \frac{9,75 \cdot 89}{325} = 2,67 \text{ გ.}$$

ამრიგად, მთელი სპილენძის გამოქვევებისას ფირფიტის მასა შემცირდა 2,4 გ-ით, ხოლო ვერცხლისწყლის გამოქვევებისას ფირფიტის მასა გაიზარდა 2,67 გ-ით, ხოლო მთლიანად ფირფიტის მასა გაიზარდა 0,27 გ-ით ( $2,67 - 2,4 = 0,27$ ) ანუ  $\frac{0,27 \cdot 100}{50} = 0,54\%$ -ით.

18. კადმიუმით სპილენძის გამოქვევების რეაქცია მიმდინარეობს განტოლებით:



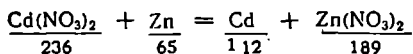
პირველი ხერხი. კადმიუმის ფირფიტაზე 1 მოლი სპილენძის გამოყოფისას 1 მოლი კადმიუმი გადადის ხსნარში და ფირფიტის მასა მცირდება 48 გ-ით, ( $112 - 64 = 48$ ). ამოცანის პირობით ფირფიტის მასა შემცირდა 3 გ-ით, მაშასადამე, კადმიუმის ფირფიტაზე გამოიყო  $\frac{3}{48} = 0,0625$  მოლი სპილენძი და ხსნარში გადავიდა 0,0625 მოლი ანუ  $0,0625 \cdot 112 = 7$  გ კადმიუმი.

მეორე ხერხი. კადმიუმის ფირფიტის მასის შემცირება გამოწვეულია იმით, რომ მასზე 64 გ სპილენძის გამოყოფისას 112 გ კადმიუმი გადადის ხსნარში და ფირფიტის მასა მცირდება 48 გ-ით ( $112 - 64 = 48$ ). მაშასადამე,

48 გ-ით მასის შემცირებისას ხსნარში გადადის 112 გ Cd,  
 3 გ-ით "    "    "    "    x გ Cd,

$$x = \frac{112 \cdot 3}{48} = 7 \text{ გ.}$$

19. თუთიით კადმიუმის გამოქვევების რეაქცია მიმდინარეობს განტოლებით



ფართილი აორთქლებისას, რომ არ მოხდეს თუთიისა და კადმიუმის ნიტრატების თერმული დაშლა, წარმოიქმნება მათი კრისტალჰიდრატები  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  და  $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ .

პირველი ხერხი. ამოცანის პირობის მიხედვით ხსნარში იყო 15,4 გ ანუ  $\frac{15,4}{378} = 0,05$  მოლი კადმიუმის ნიტრატის კრისტალჰიდრატი. მოყვანილი განტოლე-

ბილან ჩანს, რომ თუთიის ფირფიტაზე 1 მოლი კალმიუმის გამოყოფისას 1 მოლი თუთია გადადის ხსნარში და ფირფიტის მასა იზრდება 47 გ-ით. ამოცანის პირობის მიხედვით თუთიის ფირფიტის მასა გაიზარდა 0,94 გ-ით. ეს ნიშნავს, რომ

$$\text{თუთიის ფირფიტაზე გამოიყო } \frac{0,94}{47} = 0,02 \text{ მოლი Cd, ხოლო ხსნარში გადავიდა}$$

0,02 მოლი Zn. ამის შედეგად წარმოიქმნა 0,02 მოლი თუთიის ნიტრატი, ხოლო აორთქლებისას — 0,02 მოლი ანუ  $0,02 \cdot 297 = 5,94$  გ თუთიის ნიტრატის კრისტალჰიდრატი. მაშასადამე, აორთქლების შემდეგ ნაშთში გვექნება 5,94 გ თუთიის ნიტრატის კრისტალჰიდრატი და 0,03 მოლი ( $0,05 - 0,02 = 0,03$ ) ანუ  $0,03 \cdot 308 = 9,24$  გ კალმიუმის ნიტრატის კრისტალჰიდრატი.

შეორე ბერხი. ამოცანის პირობის მიხედვით თუთიის ფირფიტის მასა გაიზარდა 0,94 გ-ით. თუ თუთიის ფირფიტაზე გამოიყო 112 გ კალმიუმი, მაშინ 65 გ თუთია გადავა ხსნარში და ფირფიტის მასა გაიზრდება 47 გ-ით ( $112 - 65 = 47$ ). მაშასადამე,

$$\begin{array}{ll} 47 \text{ გ-ით მასის გაზრდისას გამოიყოფა} & 112 \text{ გ Cd,} \\ 0,94 \text{ გ-ით} & \text{ " } \quad \quad \quad x \text{ გ Cd,} \end{array}$$

$$x = \frac{112 \cdot 0,94}{47} = 2,24 \text{ გ.}$$

კალმიუმის ნიტრატის კრისტალჰიდრატის ფორმულიდან ჩანს, რომ

$$\begin{array}{ll} 112 \text{ გ Cd შედის } 308 \text{ გ } \text{Cd(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} \text{ შედგენილობაში,} & \\ 2,24 \text{ გ Cd " } & x_1 \text{ გ } \text{Cd(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} \quad \text{"} \end{array}$$

$$x_1 = \frac{308 \cdot 2,24}{112} = 6,16 \text{ გ.}$$

თუთით კალმიუმის გამოძევების რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ

$$\begin{array}{ll} 112 \text{ გ Cd-ის გამოძევებისას ხსნარში გადადის } 65 \text{ გ Zn,} & \\ 2,24 \text{ გ Cd-ის " } & \text{ " } \quad \quad \quad x_2 \text{ გ Zn,} \end{array}$$

$$x_2 = \frac{65 \cdot 2,24}{112} = 1,3 \text{ გ.}$$

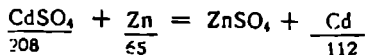
თუთიის ნიტრატის კრისტალჰიდრატის ფორმულიდან ჩანს, რომ

$$\begin{array}{ll} 65 \text{ გ Zn წარმოქმნის } 297 \text{ გ } \text{Zn(NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O,} & \\ 1,3 \text{ გ Zn " } & x_3 \text{ გ } \text{Zn(NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O,} \end{array}$$

$$x_3 = \frac{297 \cdot 1,3}{65} = 5,94 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, ხსნარის აორთქლების შემდეგ ნაშთში გვექნება 5,94 გ თუთიის ნიტრატის კრისტალჰიდრატი და 9,24 გ ( $15,4 - 6,16 = 9,24$ ) დაუშლელი კალმიუმის ნიტრატის! კრისტალჰიდრატი.

შ. სულფატიდან თუთით კალმიუმის გამოძევების რეაქცია მიმდინარეობს განტოლებით:



პირველი ბერხი. ამოცანის პირობის მიხედვით ხსნარში იყო 8,32 გ ანუ

$\frac{8,32}{208} = 0,04$  მოლი კალმიუმის სულფატი, რომელიც შეიცავს 0,04 მოლ ანუ  $0,04 \cdot 112 = 4,48$  გ. კალმიუმს. რადგან მთელი კალმიუმები გამოიყო თუთიის ფირფიტაზე, ამიტომ ხსნარში გადავიდა 0,04 მოლი ანუ 0,04  $\cdot$  65 = 2,6 გ თუთია. თუთიის ფირფიტის მასა გაიზარდა 1,88 გ-ით ( $4,48 - 2,6 = 1,88$ ), ხოლო ამოცანის პირობით — 2,35%-ით. მაშასადამე, ფირფიტის მასა ხსნარში ჩაშვებამდე  $\frac{1,88 \cdot 100}{2,35} = 80$  გ-ის ტოლი იყო

შეორე ხერხი. აღვნიშნოთ თუთიის ფირფიტის მასა ხსნარში ჩაძირვამდე  $x$ -ით. მაშინ მისი მასა გაიზარდება და  $\frac{2,37 \cdot x}{100} = 0,0235x$  გ-ის ტოლი იქნება. ამო-

ცანის პირობის მიხედვით მოცემულია 8,32 გ ანუ  $\frac{8,32}{208} = 0,04$  მოლი კალმიუმის სულფატი, რომელიც შეიცავს 0,04 მოლ კალმიუმს. თუთიის ფირფიტაზე 0,04 მოლი კალმიუმის გამოყოფისას 0,04 მოლი თუთია გადადის ხსნარში. თუთიის ფირფიტის მასა გაიზარდება და ტოლი იქნება:

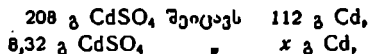
$$0,04 \cdot 112 - 0,04 \cdot 65 = 0,0235x,$$

$$4,48 - 2,6 = 0,0235x.$$

$$x = \frac{1,88}{0,0235} = 80.$$

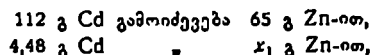
მაშასადამე, თუთიის ფირფიტის მასა ჩაძირვამდე 80 გ-ის ტოლი იყო.

შესამე ხერხი. ამოცანის პირობის მიხედვით ხსნარში იყო 8,32 გ კალმიუმის სულფატი. კალმიუმის სულფატის ფორმულიდან ჩანს, რომ



$$x = \frac{8,32 \cdot 112}{208} = 4,48 \text{ გ.}$$

თუთიით კალმიუმის გამოძვეების რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ

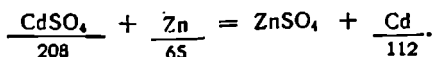
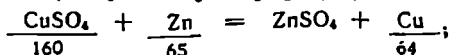


$$x_1 = \frac{65 \cdot 4,48}{112} = 2,6 \text{ გ.}$$

ფირფიტის მასის ცვლილება ტოლია თუთიის ფირფიტაზე გამოყოფილი კალმიუმის რაოდენობასა და ხსნარში გადასული თუთიის რაოდენობას შორის სხვაობისა, ე. ი. 1,88 გ-ისა ( $4,48 - 2,6 = 1,88$ ). რადგან თუთიის ფირფიტის მასა გაიზარდა

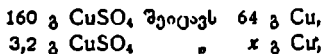
1,88 გ-ით, რაც შეადგენს 2,35%, ამიტომ მისი საწყისი მასა  $\frac{1,88 \cdot 100}{2,35} = 80$ -ის ტოლი იქნება.

1) თუთიით სპილენძისა და კალმიუმის გამოძვეების რეაქცია მათი სულფატებიდან ხსნარში მიმდინარეობს ასეთი განტოლებებით:



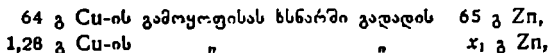
პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით მოცემულია  $3,2$  გ ანუ  $\frac{3,2}{160} = 0,02$  მოლი სპილენძის სულფატი, რომელიც შეიცავს  $0,02$  მოლ სპილენძს და  $6,24$  გ ანუ  $\frac{6,24}{208} = 0,03$  მოლ კადმიუმის სულფატს, რომელიც შეიცავს  $0,03$  მოლ კადმიუმს. თუთიის ფირფიტაზე  $0,02$  მოლი ანუ  $0,02 \cdot 64 = 1,28$  გ სპილენძის გამოყოფისას  $0,02$  მოლი ანუ  $0,02 \cdot 65 = 1,3$  გ თუთია გადავა ხსნარში და თუთიის ფირფიტის მასა შემცირდება  $0,02$  გ-ით ( $1,3 - 1,28 = 0,02$ ). თუთიის ფირფიტაზე  $0,03$  მოლი ანუ  $0,03 \cdot 112 = 3,36$  გ კადმიუმის გამოყოფისას  $0,03$  მოლი ანუ  $0,03 \cdot 65 = 1,95$  გ თუთია გადავა ხსნარში და ფირფიტის მასა გაიზარდება  $1,41$  გ-ით ( $3,36 - 1,95 = 1,41$ ). მთლიანად თუთიის ფირფიტის მასა გაიზარდება  $1,39$  გ-ით ( $1,41 - 0,02 = 1,39$ ).

მეორე ხერხი. ამოცანის პირობის მიხედვით ხსნარი შეიცავდა  $3,2$  გ სპილენძის სულფატს და  $6,24$  გ კადმიუმის სულფატს. სპილენძის სულფატის ფორმულიდან ჩანს, რომ



$$x = \frac{64 \cdot 3,2}{160} = 1,28 \text{ გ.}$$

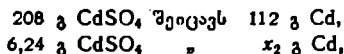
თუთიით სპილენძის გამოქვევების რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ



$$x_1 = \frac{65 \cdot 1,28}{64} = 1,3 \text{ გ.}$$

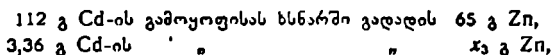
მაშასადამე, სპილენძის გამოქვევებისას თუთიის ფირფიტის მასა მცირდება  $0,02$  გ-ით ( $1,3 - 1,28 = 0,02$ ).

კადმიუმის სულფატის ფორმულიდან ჩანს, რომ



$$x_2 = \frac{112 \cdot 6,24}{208} = 3,36 \text{ გ.}$$

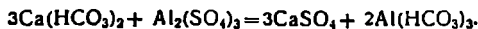
თუთიით კადმიუმის გამოქვევების განტოლებიდან ჩანს, რომ



$$x_3 = \frac{65 \cdot 3,36}{112} = 1,95 \text{ გ.}$$

თუთიის ფირფიტის მასა გაიზარდება  $1,41$  გ-ით ( $3,36 - 1,95 = 1,41$ ). მაშასადამე, თუთიის ფირფიტაზე  $1,28$  გ სპილენძისა და  $3,36$  გ კადმიუმის გამოყოფისას თუთიის ფირფიტის მასა გაიზარდება  $1,39$  გ-ით ( $1,41 - 0,02 = 1,39$ ).

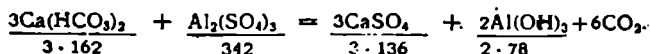
\* 22. ალუმინის სულფატთან კალციუმის ჰიდროკარბონატის რეაქციის განტოლება შეიძლება ჩავეწეროთ ასე:



ალუმინის ჰიდროკარბონატი როგორც სუსტი ფუძისა და სუსტი მჟავის მარილი მთლიანად განიცდის ჰიდროლიზს ალუმინის ჰიდროქსიდის წარმოქმნით:



პრაქტიკულად კალციუმის ჰიდროკარბონატის რეაქცია ალუმინის სულფატთან მიმდინარეობს განტოლებით:



პირველი ხერხი. ამოცანის პირობის მიხედვით ხსნარი შეიცავს 19,44 გ ანუ  $\frac{19,44}{162} = 0,12$  მოლ კალციუმის ჰიდროკარბონატს და 20,52 გ ანუ  $\frac{20,52}{342} = 0,06$  მოლ ალუმინის სულფატს. რეაქციის განტოლების მიხედვით 3 მოლი  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  რეაქციაში შედის 1 მოლ  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ -თან და წარმოქმნის 3 მოლ  $\text{CaSO}_4$  და 2 მოლ  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , ხოლო 0,12 მოლი  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  რეაქციაში შეეა 0,04 მოლ  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ -თან და წარმოქმნის 0,12 მოლ ანუ  $0,12 \cdot 136 = 16,32$  გ  $\text{CaSO}_4$  და 0,03 მოლ ანუ  $0,03 \cdot 78 = 2,34$  გ  $\text{Al}(\text{OH})_3$ . ხსნარში დარჩება 0,02 მოლი ( $0,06 - 0,04 = 0,02$ ), ანუ  $0,02 \cdot 342 = 6,84$  გ ალუმინის სულფატი.

მეორე ხერხი. ამოცანის პირობით ხსნარი შეიცავს 19,44 გ კალციუმის ჰიდროკარბონატს და 20,52 გ ალუმინის სულფატს. კალციუმის ჰიდროკარბონატის ალუმინის სულფატთან რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ

486 გ  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  რეაქციაში შედის 342 გ  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ -თან,  
 19,44 გ  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  " " " " x გ  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ -თან,

$$x = \frac{342 \cdot 19,44}{486} = 13,68 \text{ გ.}$$

486 გ  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  წარმოქმნის 408 გ  $\text{CaSO}_4$ ,  
 19,44 გ  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  " " " " x<sub>1</sub> გ  $\text{CaSO}_4$ ,

$$x_1 = \frac{408 \cdot 19,44}{486} = 16,32 \text{ გ.}$$

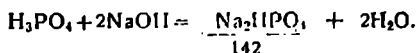
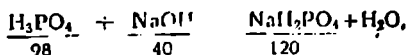
342 გ  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  წარმოქმნის 156 გ  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  
 13,68 გ  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  " " " " x<sub>2</sub> გ  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,

$$x_2 = \frac{156 \cdot 13,68}{342} = 6,24 \text{ გ.}$$

ამრიგად, 19,44 გ კალციუმის ჰიდროკარბონატის ურთიერთქმედებისას 20,52 გ ალუმინის სულფატთან წარმოქმნება 16,32 გ კალციუმის სულფატი, 6,24 გ ალუმინის ჰიდროქსიდი და ხსნარში დარჩება 6,84 გ ( $20,52 - 13,68 = 6,84$ ) ალუმინის სულფატი.

28. მწვავე ნატრიუმით ფოსფორმჟავას ნეიტრალიზაციის რეაქციები ნატრიუმის დიჰიდროფოსფატისა და ჰიდროფოსფატის წარმოქმნით მიმდინარეობენ ასეთი განტოლებების მიხედვით:

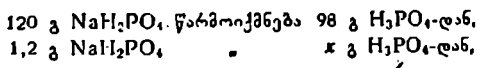




ბირველი ხერხი. ამოცანის პირობით მოცემულია 1,2 გ ანუ  $\frac{1,2}{120} = 0,01$

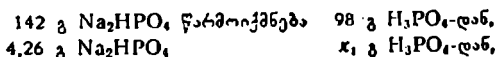
მოლი ნატრიუმის დიჰიდროფოსფატი და 4,26 გ ანუ  $\frac{4,26}{142} = 0,03$  მოლი ნატრიუმის ჰიდროფოსფატი. რეაქციების განტოლებებიდან ჩანს, რომ როგორც დიჰიდროფოსფატის, ისე ჰიდროფოსფატის 1 მოლი წარმოიქმნება 1 მოლი ფოსფორმჟეაიდან, ე. ი. წარმოქმნილი მარილების მოლების რაოდენობა აღებული მჟეაის მოლების რაოდენობის ტოლია. რადგან უნდა წარმოიქმნას 0,01 მოლი დიჰიდროფოსფატი და 0,03 მოლი ჰიდროფოსფატი, ამიტომ ამ მიზნისათვის საჭირო იქნება 0,04 მოლი ( $0,01 + 0,03 = 0,04$ ) ანუ 0,04 · 98 = 3,92 გ ფოსფორმჟეაი.

მეორე ხერხი. ფოსფორმჟეაის ნეიტრალიზაციის რეაქციის პირველი განტოლებიდან ჩანს, რომ



$$x = \frac{98 \cdot 1,2}{120} = 0,98 \text{ გ.}$$

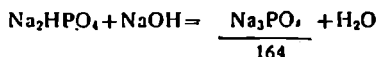
ფოსფორმჟეაის ნეიტრალიზაციის რეაქციის მეორე განტოლებიდან ჩანს, რომ



$$x_1 = \frac{98 \cdot 4,26}{142} = 2,94 \text{ გ.}$$

შეშისადაც, 1,2 გ ნატრიუმის დიჰიდროფოსფატის და 4,26 გ ნატრიუმის ჰიდროფოსფატის წარმოსაქმნელად საჭიროა 3,92 გ ( $0,98 + 2,94 = 3,92$ ) ფოსფორმჟეაი.

ნატრიუმის დიჰიდროფოსფატისა და ჰიდროფოსფატის წარმოქმნის რეაქციის განტოლებებში მოყვანილია 23-ე ამოცანის ამოხსნაში. ნატრიუმის ჰიდროფოსფატის გარდაქმნა ფოსფატად მიმდინარეობს ასეთი განტოლების მიხედვით:



ბირველი ხერხი. ამოცანის პირობით მოცემულია 5,88 გ ანუ  $\frac{5,88}{98} = 0,06$  მოლი ფოსფორმჟეაი, რომლის ნეიტრალიზაციისას მწუავე ნატრიუმით უნდა წარმოიქმნას 2,84 გ ანუ  $\frac{2,84}{142} = 0,02$  მოლი ნატრიუმის ჰიდროფოსფატი და

6,56 გ ანუ  $\frac{6,56}{164} = 0,04$  მოლი ნატრიუმის ფოსფატი. ზემოთ მოყვანილი ფოსფორმჟეაის ნეიტრალიზაციის რეაქციების განტოლებებიდან ჩანს, რომ ფოსფორმჟეაის ნეიტრალიზაცია მიმდინარეობს საფეხურებრივად მისი გარდაქმნით დიჰიდროფოსფატად, ჰიდროფოსფატად და ბოლოს ნატრიუმის ფოსფატად. 0,06 მოლი ფოსფორ-

უკავს ჰიდროფოსფატად გარდაქმნისათვის საჭიროა 0,12 მოლი მწვავე ნატრიუმი. ამოცანის პირობაში მოყვანილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ 0,06 მოლი ფოსფორმჟავადან 0,02 მოლი გარდაიქმნება ჰიდროფოსფატად; ხოლო 0,04 მოლი — ფოსფატად. 0,04 მოლი ჰიდროფოსფატის ფოსფატად გარდაქმნისათვის აუცილებელია 0,04 მოლი მწვავე ნატრიუმი. მაშასადამე, იმისათვის რომ 5,88 გ ფოსფორმჟავადან მივიღოთ 2,84 გ ნატრიუმის ჰიდროფოსფატი და 6,56 გ ნატრიუმის ფოსფატი, უნდა დაიხარქოს 0,16 მოლი (0,12+0,04=0,16) ანუ 0,16·40=6,4 გ მწვავე ნატრიუმი.

მეორე ხერხი. ამოცანის პირობით მოცემულია 5,88 გ ფოსფორმჟავა, რომლიდანაც უნდა წარმოიქმნას 2,84 გ ნატრიუმის ჰიდროფოსფატი და 6,56 გ ნატრიუმის ფოსფატი. ნატრიუმის ჰიდროფოსფატის წარმოქმნით ფოსფორმჟავას ნეიტრალიზაციის განტოლებიდან ჩანს, რომ

$$\begin{array}{ll} 142 \text{ გ } \text{Na}_2\text{HPO}_4 \text{ წარმოიქმნება} & 98 \text{ გ } \text{H}_3\text{PO}_4\text{-დან,} \\ 2,84 \text{ გ } \text{Na}_2\text{HPO}_4 & \text{ } & x \text{ გ } \text{H}_3\text{PO}_4\text{-დან,} \end{array}$$
$$x = \frac{98 \cdot 2,84}{142} = 1,96 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, 5,88 გ ფოსფორმჟავადან მისი 1,96 გ გარდაიქმნება ჰიდროფოსფატად. ხოლო 3,92 გ (5,88-1,96=3,92) გარდაიქმნება ნატრიუმის ფოსფატად. ფოსფორმჟავას სრული ნეიტრალიზაციის რეაქციის განტოლებიდან

$$\begin{array}{ll} 164 \text{ გ } \text{Na}_3\text{PO}_4 \text{ წარმოიქმნება} & 98 \text{ გ } \text{H}_3\text{PO}_4\text{-დან,} \\ 6,56 \text{ გ } \text{Na}_3\text{PO}_4 & \text{ } & x_1 \text{ გ } \text{H}_3\text{PO}_4\text{-დან,} \end{array}$$
$$x_1 = \frac{98 \cdot 6,56}{164} = 3,92 \text{ გ.}$$

აქედან ჩანს, რომ ფოსფორმჟავა მთლიანად გარდაიქმნება მარილებად, რომლებიც მოცემულია ამოცანის პირობაში. ნატრიუმის ჰიდროფოსფატის წარმოქმნით ფოსფორმჟავას ნეიტრალიზაციის რეაქციის განტოლებიდან:

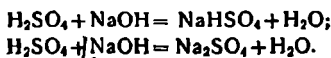
$$\begin{array}{ll} 98 \text{ გ } \text{H}_3\text{PO}_4 \text{ ნეიტრალიზაციაზე იხარჯება} & 80 \text{ გ } \text{NaOH,} \\ 1,96 \text{ გ } \text{H}_3\text{PO}_4 & \text{ } & x_2 \text{ გ } \text{NaOH,} \end{array}$$
$$x_2 = \frac{80 \cdot 1,96}{98} = 1,6 \text{ გ.}$$

ნატრიუმის ფოსფატის წარმოქმნით ფოსფორმჟავას ნეიტრალიზაციის განტოლებიდან ჩანს, რომ

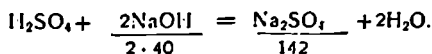
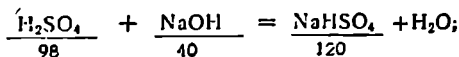
$$\begin{array}{ll} 98 \text{ გ } \text{H}_3\text{PO}_4 \text{ ნეიტრალიზაციაზე იხარჯება} & 120 \text{ გ } \text{NaOH} \\ 3,92 \text{ გ } \text{H}_3\text{PO}_4 & \text{ } & x_3 \text{ გ } \text{NaOH,} \end{array}$$
$$x_3 = \frac{120 \cdot 3,92}{98} = 4,8 \text{ გ.}$$

ამრიგად, 5,88 გ ფოსფორმჟავას ნეიტრალიზაციაზე 2,84 გ ნატრიუმის ჰიდროფოსფატისა და 6,56 გ ნატრიუმის ფოსფატის წარმოქმნით, საჭიროა 6,4 გ (4,8+1,6=6,4) მწვავე ნატრიუმი.

მწვავე ნატრიუმით გოგირდმჟავას ნეიტრალიზაციის რეაქცია მიმდინარეობს ახეთი განტოლებებით:



ანუ



პირველი ხერხი. ამოცანის პირობის მიხედვით წარმოიქმნება 3,6 გ ანუ  $\frac{3,6}{120} = 0,03$  მოლი ნატრიუმის ჰიდროსულფატი და 2,84 გ ანუ  $\frac{2,84}{142} = 0,02$  მოლი

ნატრიუმის სულფატი. გოგირდმეყვას ნეიტრალიზაციის რეაქციების განტოლებებიდან ჩანს, რომ 0,03 მოლი ნატრიუმის ჰიდროსულფატი და 0,02 მოლი ნატრიუმის სულფატი შეიძლება წარმოიქმნას შესაბამისად 0,03 და 0,02 მოლი გოგირდმეყვასაგან. მაშასადამე, ხსნარში ყოფილა 0,05 მოლი ( $0,03 + 0,02 = 0,05$ ) ანუ  $0,05 \cdot 98 = 4,9$  გ გოგირდმეყვა. ნეიტრალიზაციის რეაქციების მოყვანილი განტოლებებიდან ჩანს, რომ 0,05 მოლი გოგირდმეყვა ჯერ წარმოიქმნის 0,05 მოლ ნატრიუმის ჰიდროსულფატს, რაზეც იხარჯება 0,05 მოლი მწვევე ნატრიუმი, ხოლო შემდეგ 0,02 მოლი ჰიდროსულფატი გარდაიქმნება 0,02 მოლ ნატრიუმის სულფატად, რაზეც კიდევ იხარჯება 0,02 მოლი მწვევე ნატრიუმი. მაშასადამე, 4,9 გ გოგირდმეყვას ნეიტრალიზაციაზე, რომელსაც შეიცავს ხსნარი, დაემატეს 0,07 მოლი ( $0,05 + 0,02 = 0,07$ ) ანუ  $0,07 \cdot 40 = 4,8$  გ მწვევე ნატრიუმი, რის შედეგადაც წარმოიქმნა 3,6 გ ნატრიუმის ჰიდროსულფატი და 2,84 გ ნატრიუმის სულფატი.

მეორე ხერხი. ამოცანის პირობით წარმოიქმნა 3,6 გ ნატრიუმის ჰიდროსულფატი და 2,84 გ ნატრიუმის სულფატი. გოგირდმეყვას ნეიტრალიზაციის რეაქციის პირველი განტოლებიდან ჩანს, რომ

120 გ  $NaHSO_4$  წარმოიქმნება 98 გ  $H_2SO_4$ -დან,  
3,6 გ  $NaHSO_4$  " " x გ  $H_2SO_4$ -დან,

$$x = \frac{98 \cdot 3,6}{120} = 2,94 \text{ გ.}$$

120 გ  $NaHSO_4$  წარმოიქმნება 40 გ  $NaOH$ -დან,  
3,6 გ  $NaHSO_4$  " "  $x_1$  გ  $NaOH$ -დან,

$$x_1 = \frac{40 \cdot 3,6}{120} = 1,2 \text{ გ.}$$

ნეიტრალიზაციის რეაქციის მეორე განტოლებიდან ჩანს, რომ

142 გ  $Na_2SO_4$  წარმოიქმნება 98 გ  $H_2SO_4$ -დან,  
2,84 გ  $Na_2SO_4$  " "  $x_2$  გ  $H_2SO_4$ -დან,

$$x_2 = \frac{98 \cdot 2,84}{142} = 1,96 \text{ გ.}$$

142 გ  $Na_2SO_4$  წარმოიქმნება 80 გ  $NaOH$ -დან,  
2,84 გ  $Na_2SO_4$  " "  $x_3$  გ  $NaOH$ -დან,

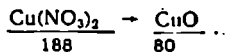
$$x_3 = \frac{80 \cdot 2,84}{142} = 1,6 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, 3,6 გ ნატრიუმის ჰიდროსულფატისა და 2,84 გ ნატრიუმის სულფატის წარმოსაქმნელად საჭიროა 4,9 გ გოგირდმეყვა და 2,8 გ მწვევე ნატრიუმი

20. სპილენძის ნიტრატის თერმული დაშლა მიმდინარეობს განტოლებით:



მასის ცვლილება მიმდინარეობს აზოტმეჯავის ორი შედეგური ნაშთის ენგბადის ერთი ატომით შეცვლის ხარჯზე შემდეგი სქემის მიხედვით:



პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით მოცემულია 15,04 გ ანუ  $\frac{15,04}{188} = 0,08$  მოლი სპილენძის ნიტრატი. გვარგარების შემდეგ მასა შემცირდა 6,48 გ-ით (15,04 - 8,56 = 6,48).

1 მოლი სპილენძის ნიტრატის გარდაქმნისას 1 მოლი სპილენძის მონოქსიდად ნაშთის მასა მცირდება 108 გ-ით (188 - 80 = 108). ამოცანის პირობით ნაშთის მასა შემცირდა მხოლოდ 6,48 გ-ით, მაშასადამე, დაიშალა  $\frac{6,48}{108} = 0,06$  მოლი სპილენძის ნიტრატი 0,08 მოლიდან, რომელსაც ახერხებდნენ. მაშასადამე, სპილენძის ნიტრატის დაშლის ხარისხი  $\frac{0,06 \cdot 100}{0,08} = 75\%$ -ის ტოლია. რეაქციის განტოლების მიხედვით 2 მოლი  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ -ის დაშლისას წარმოიქმნება 2 მოლი  $\text{CuO}$ , 4 მოლი  $\text{NO}_2$  და 1 მოლი  $\text{O}_2$ , ხოლო 0,06 მოლი  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ -ის დაშლისას წარმოიქმნება 0,06 მოლი  $\text{CuO}$ . მაშასადამე, ნაშთში იქნება 0,06 მოლი, ანუ  $0,06 \cdot 80 = 4,8$  გ სპილენძის მონოქსიდი და 0,02 მოლი (0,08 - 0,06 = 0,02) ანუ  $0,02 \cdot 188 = 3,76$  გ სპილენძის ნიტრატი.

მეორე ხერხი. ზემოთ მოყვანილი სქემიდან ჩანს, რომ

108 გ-ით მასის შემცირებისას დაიშალა 188 გ  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ,  
6,48 გ-ით " "  $x$  გ  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ,

$$x = \frac{188 \cdot 6,48}{108} = 11,28 \text{ გ};$$

188 გ  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  დაშლისას წარმოიქმნება 80 გ  $\text{CuO}$ ,  
11,28 გ  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  " " "  $x_1$  გ  $\text{CuO}$ ,

$$x_1 = \frac{80 \cdot 11,28}{188} = 4,8 \text{ გ}.$$

ამრიგად, ნაშთში იქნება 4,8 გ სპილენძის მონოქსიდი და 3,76 გ (15,04 - 11,28 = 3,76) სპილენძის ნიტრატი. სპილენძის ნიტრატის დაშლის ხარისხი  $\frac{11,28 \cdot 100}{15,04} = 75\%$ -ის ტოლია.

მესამე ხერხი. სპილენძის ნიტრატის დაშლის რეაქციის ზემოთ მოყვანილი განტოლებიდან ჩანს, რომ 376 გ  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ -ის დაშლისას გამოიყოფა 184 გ  $\text{NO}_2$  და 32 გ  $\text{O}_2$ , ე. ი. მასა მცირდება 216 გ-ით (184 + 32 = 216). აქედან

216 გ-ით მასის შემცირებისას იშლება 376 გ  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ,  
6,48 გ-ით " "  $x$  გ  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$

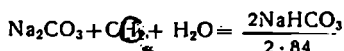
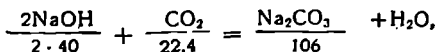
$$x = \frac{376 \cdot 6,48}{216} = 11,28 \text{ გ};$$

376 გ  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  დაშლისას წარმოიქმნება 160 გ  $\text{CuO}$ ,  
 11,28 გ  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  " " "  $x_1$   $\text{CuO}$ ,

$$x_1 = \frac{160 \cdot 11,28}{376} = 4,8 \text{ გ.}$$

ამრიგად, ნაშთში იქნება 4,8 გ სპილენძის მონოქსიდი და 3,76 გ ( $15,04 - 11,28 = 3,76$ ) სპილენძის ნიტრატი. სპილენძის ნიტრატის დაშლის ხარისხი  $\frac{11,28 \cdot 100}{15,04} = 75\%$ -ის ტოლია.

27. რეაქცია ნახშირორჟანგსა და მწვანე ნატრიუმს შორის ხსნარში მიმდინარეობს ასეთი განტოლებებით:



პირველი ხერხით ამოცანის პირობის მიხედვით ხსნარში, რომელიც შეიცავს 3,2 გ ანუ  $\frac{3,2}{40} = 0,08$  მოლ მწვანე ნატრიუმს, გაატარეს 1,568 ლ ანუ

$\frac{1,568}{22,4} = 0,07$  მოლი ნახშირორჟანგი. რეაქციის განტოლებიდან 2 მოლი  $\text{NaOH}$  რეაქ-

ციაში შედის 1 მოლ  $\text{CO}_2$ -თან და წარმოქმნის 1 მოლ  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , ხოლო 0,08 მოლი  $\text{NaOH}$  რეაქციაში შეევა 0,04 მოლ  $\text{CO}_2$ -თან 0,04 მოლი  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -ის წარმოქმნით. დანარჩენი 0,03 მოლი ( $0,07 - 0,04 = 0,03$ )  $\text{CO}_2$  რეაქციაში შეევა წარმოქმნილ ნატრიუმის კარბონატთან. ამ რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ 1 მოლი  $\text{CO}_2$  რეაქციაში შედის 1 მოლ  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -თან და წარმოქმნის 2 მოლ  $\text{NaHCO}_3$ -ს, ხოლო 0,03 მოლი  $\text{CO}_2$  რეაქციაში შეევა 0,03 მოლ  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -თან და წარმოქმნის 0,06 მოლ ანუ  $0,06 \cdot 84 = 5,04$  გ  $\text{NaHCO}_3$ . მაშასადამე, 3,2 გ მწვანე ნატრიუმის ურთიერთქმედებისას 1,568 ლ ნახშირორჟანგთან ხსნარში წარმოიქმნება 5,04 გ ნატრიუმის ჰიდროკარბონატი და 0,01 მოლი ანუ  $0,01 \cdot 106 = 1,06$  გ ნატრიუმის კარბონატი.

მეორე ხერხით ამოცანის პირობის მიხედვით 3,2 გ მწვანე ნატრიუმი რეაქციაში შედის ხსნარში 1,568 ლ ნახშირორჟანგთან. მწვანე ნატრიუმის ნახშირორჟანგთან რეაქციის განტოლების თანახმად

80 გ  $\text{NaOH}$  რეაქციაში შედის 22,4 ლ  $\text{CO}_2$ -თან,  
 3,2 გ  $\text{NaOH}$  " " "  $x$  ლ  $\text{CO}_2$ -თან,

$$x = \frac{22,4 \cdot 3,2}{80} = 0,896 \text{ ლ;}$$

80 გ  $\text{NaOH}$  წარმოქმნის 106 გ  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  
 3,2 გ  $\text{NaOH}$  " "  $x_1$  გ  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,

$$x_1 = \frac{106 \cdot 3,2}{80} = 4,24 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, 0,896 ლ ნახშირორჟანგი რეაქციაში შეევა მწვანე ნატრიუმთან, ხოლო დანარჩენი 0,672 ლ ( $1,568 - 0,896 = 0,672$ ) — ნატრიუმის კარბონატთან. ამ განტოლებიდან ჩანს, რომ

22,4 ლ  $\text{CO}_2$  რეაქციაში შედის 106 გ  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -თან,  
 0,672 ლ  $\text{CO}_2$   $x_2$  გ  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -თან,

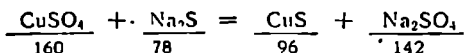
$$x_2 = \frac{106 \cdot 0,672}{22,4} = 3,18 \text{ გ.}$$

22,4 ლ  $\text{CO}_2$  წარმოქმნის 168 გ  $\text{NaHCO}_3$ ,  
 0,672 ლ  $\text{CO}_2$  "  $x_3$  გ  $\text{NaHCO}_3$ ,

$$x_3 = \frac{168 \cdot 0,672}{22,4} = 5,04 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, 3,2 გ მწვავე ნატრიუმის ურთიერთქმედებით 1,568 ლ ნახშირორ-  
 ეანგთან ხსნარში წარმოიქმნება 5,04 გ ნატრიუმის ჰიდროკარბონატი და 1,06 გ  
 (4,24 - 3,18 = 1,06) ნატრიუმის კარბონატი.

28. სპილენძის სულფატსა და ნატრიუმის სულფიდს შორის რეაქცია მიმდინა-  
 რეობს განტოლების მიხედვით:



პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით ხსნარი შეიცავს 8 გ ანუ  $\frac{8}{160} =$   
 $= 0,05$  მოლ სპილენძის სულფატს და 4,68 გ ანუ  $\frac{4,68}{79} = 0,06$  მოლ ნატრიუმის

სულფიდს. რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ 1 მოლი  $\text{CuSO}_4$  რეაქციაში შედის  
 1 მოლ  $\text{Na}_2\text{S}$ -თან 1 მოლი  $\text{CuS}$ -ისა და 1 მოლი  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ -ის წარმოქმნით, ხოლო  
 0,05 მოლი  $\text{CuSO}_4$  რეაქციაში შეეა 0,05 მოლ  $\text{Na}_2\text{S}$ -თან, რის შედეგადაც წარმო-  
 იქმნება 0,05 მოლი  $\text{CuS}$  და 0,05 მოლი  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . ამრიგად, წარმოიქმნება 0,05 · 96 =

= 4,8 გ სპილენძის სულფიდი, ხოლო აორთქლების შემდეგ ხსნარში დარჩება 0,05 ·  
 142 = 7,1 გ ნატრიუმის სულფატი და 0,01 მოლი (0,06 - 0,05 = 0,01) ანუ 0,01 ·  
 78 = 0,78 გ ნატრიუმის სულფიდი.

მეორე ხერხი. რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ

160 გ  $\text{CuSO}_4$  რეაქციაში შედის 78 გ  $\text{Na}_2\text{S}$ -თან,  
 8 გ  $\text{CuSO}_4$  "  $x$  გ  $\text{Na}_2\text{S}$ -თან,

$$x = \frac{78 \cdot 8}{160} = 3,9 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, სპილენძის სულფატი მთლიანად შედის რეაქციაში, ხოლო ფილტ-  
 რატში დარჩება 0,78 გ (4,68 - 3,9 = 0,78) ნატრიუმის სულფატი, რომელიც აორთ-  
 ქლების შემდეგ გადაეა მყარ ნაშთში. რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ

160 გ  $\text{CuSO}_4$  წარმოქმნის 96 გ  $\text{CuS}$ ,  
 8 გ  $\text{CuSO}_4$   $x_1$  გ  $\text{CuS}$ ,

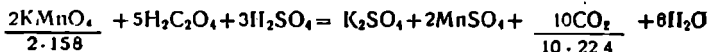
$$x_1 = \frac{96 \cdot 8}{160} = 4,8 \text{ გ.}$$

160 გ  $\text{CuSO}_4$  წარმოქმნის 142 გ  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  
 8 გ  $\text{CuSO}_4$  "  $x_2$  გ  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,

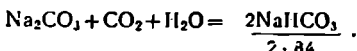
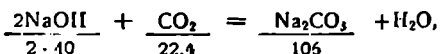
$$x_2 = \frac{142 \cdot 8}{160} = 7,1 \text{ გ.}$$

მასალაში, წარმოიქმნება 4,8 გ სპილენძის, სულფიდის, ხოლო ფილტრატის აორთქლების შემდეგ ნაშთში იქნება 7,1 გ ნატრიუმის სულფატი და 0,78 გ ნატრიუმის სულფიდი.

\*29. მეთუნშეჯავას კალიუმის პერმანგანატით დაქანვის რეაქტოა გოგირდშეჯავას გარემოში მიმდინარეობს ასეთი განტოლებით:



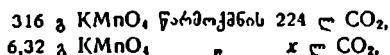
ნახშირორქანგი რეაქტოაში შედის მწვევე ნატრიუმთან რეაქტოათა ასეთი განტოლებების მიხედვით:



პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით მეთუნშეჯავას დაქანვაზე დაიხარჯა 6,32 გ ანუ  $\frac{6,32}{158} = 0,04$  მოლი კალიუმის პერმანგანატი და წარმოქმნილი ნახშირორქანგი რეაქტოაში შევიდა 8,8 გ ანუ  $\frac{8,8}{10} = 0,22$  მოლ მწვევე ნატრიუმთან. კალიუმის პერმანგანატის მეთუნშეჯავასთან რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ მეთუნშეჯავას დაქანვისას 2 მოლი  $KMnO_4$  გამოყოფს 10 მოლ  $CO_2$ , ხოლო თუ რეაქტოაში შევა 0,04 მოლი  $KMnO_4$ , მაშინ გამოიყოფა 0,2 მოლი  $CO_2$ .

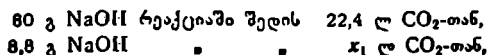
მწვევე ნატრიუმის ნახშირორქანგთან რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ 2 მოლი  $NaOH$  რეაქტოაში შედის 1 მოლ  $CO_2$ -თან და წარმოქმნის 1 მოლ  $Na_2CO_3$ -ს, ხოლო 0,22 მოლი  $NaOH$  რეაქტოაში შევა 0,11 მოლი  $CO_2$ -თან და წარმოქმნის 0,11 მოლ  $Na_2CO_3$ . დანარჩენი 0,09 მოლი  $CO_2$  ( $0,2 - 0,11 = 0,09$ ) რეაქტოაში შევა  $Na_2CO_3$ -თან. ამ რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ 1 მოლი  $CO_2$  რეაქტოაში შედის 1 მოლი  $Na_2CO_3$ -თან და წარმოქმნის 2 მოლ  $NaHCO_3$ , ხოლო 0,09 მოლი  $CO_2$  რეაქტოაში შევა 0,09 მოლ  $Na_2CO_3$ -თან და წარმოქმნის 0,18 მოლ ანუ  $0,18 \cdot 84 = 15,12$  გ  $NaHCO_3$ . მასალაში, ხსნარში წარმოიქმნება 0,02 მოლი ( $0,2 - 0,18 = 0,02$ ) ანუ  $0,02 \cdot 106 = 2,12$  გ ნატრიუმის კარბონატი და 15,12 გ ნატრიუმის ბიდროკარბონატი.

მეორე ხერხი. ამოცანის პირობის მიხედვით 6,32 გ კალიუმის პერმანგანატმა დაქანა მეთუნშეჯავას განსაზღვრული რაოდენობა, ხოლო წარმოქმნილი ნახშირორქანგი რეაქტოაში შევიდა 8,8 გ მწვევე ნატრიუმთან, მეთუნშეჯავას კალიუმის პერმანგანატით დაქანვის რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ



$$x = \frac{224 \cdot 6,32}{316} = 4,48 \text{ ლ.}$$

მწვევე ნატრიუმის ნახშირორქანგთან რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ



$$x_1 = \frac{22,4 \cdot 8,8}{80} = 2,464 \text{ ლ}$$

80 გ NaOH წარმოქმნის 106 გ  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  
8,8 გ NaOH " "  $x_2$  გ  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,

$$x_2 = \frac{106 \cdot 8,8}{80} = 11,66 \text{ გ}$$

მაშასადამე, 4,48 ლ ნახშირორჟანგიდან 2,464 ლ რეაქციაში შედის მწვეივი ნატრიუმთან, ხოლო მისი დანარჩენი 2,016 ლ ( $4,48 - 2,464 = 2,016$ ) რეაქციაში შევა ნატრიუმის კარბონატთან. ამ რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ

22,4 ლ  $\text{CO}_2$  რეაქციაში შევა 106 გ  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -თან,  
2,016 ლ  $\text{CO}_2$  " "  $x_3$  გ  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -თან,

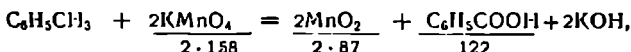
$$x_3 = \frac{106 \cdot 2,016}{22,4} = 9,54 \text{ გ}$$

22,4 ლ  $\text{CO}_2$  წარმოქმნის 168 გ  $\text{NaHCO}_3$ ,  
2,016 ლ  $\text{CO}_2$  " "  $x_4$  გ  $\text{NaHCO}_3$ ,

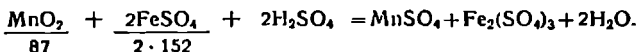
$$x_4 = \frac{168 \cdot 2,016}{22,4} = 15,12 \text{ გ}$$

მაშასადამე, ხსნარში წარმოიქმნება 2,12 გ ( $11,66 - 9,54 = 2,12$ ) ნატრიუმის კარბონატი და 15,12 გ ნატრიუმის ჰიდროკარბონატი.

\*80. ტოლუოლის კალიუმპერმანგანატით დაეანგვის რეაქცია მიმდინარეობს განტოლების მიხედვით:



ამ შემთხვევაში შეიძლება წარმოიქმნას კალიუმის ბენზოატი, მაგრამ გამოთვლები:ათვის ხელსაყრელია ვისარგებლოთ ამ განტოლებით. მანგანუმის დიოქსიდს გოგირდმეავას გარემოში ურთიერთქმედებს რკინის (II) სულფატთან:



პირველი ხერხი. ამოცანის პირობის მიხედვით მანგანუმის დიოქსიდთან რეაქციაში შევიდა 60,8 გ ანუ  $\frac{60,8}{152} = 0,4$  მოლი რკინის (II) სულფატი ამ

რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ 2 მოლი  $\text{FeSO}_4$  ურთიერთქმედებს 1 მოლ  $\text{MnO}_2$ -თან, ხოლო 0,4 მოლი  $\text{FeSO}_4$  რეაქციაში შევიდა 0,2 მოლ  $\text{MnO}_2$ -თან. ტოლუოლის კალიუმპერმანგანატით დაეანგვის რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ 2 მოლი  $\text{MnO}_2$ -ის გამოყოფისას წარმოიქმნება 1 მოლი ბენზომეავა, ხოლო 0,2 მოლი  $\text{MnO}_2$ -ის გამოყოფისას წარმოიქმნება 0,1 მოლი ანუ  $0,1 \cdot 122 = 12,2$  გ ბენზომეავა.

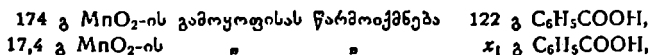
მეორე ხერხი. ამოცანის პირობით მანგანუმის დიოქსიდთან რეაქციაში შევიდა 60,8 გ რკინის (II) სულფატი. ამ რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ

304 გ  $\text{FeSO}_4$  რეაქციაში შედის 87 გ  $\text{MnO}_2$ -თან,  
60,8 გ  $\text{FeSO}_4$  " " "  $x$  გ  $\text{MnO}_2$ -თან,

$$x = \frac{87 \cdot 60,8}{304} = 17,4 \text{ გ}$$

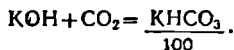
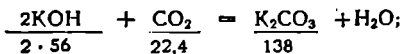


ტოლუოლის კალიუმპერმანგანატით დაუნავის რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ



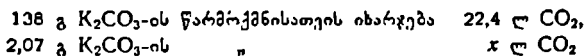
$$x_1 = \frac{122 \cdot 17,4}{174} = 12,2 \text{ გ.}$$

81. მწვევე კალიუმის რეაქცია ნახშირორჟანგთან მიმდინარეობს განტოლების მიხედვით:



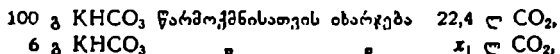
პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით წარმოიქმნა 2,07 გ ანუ  $\frac{2,07}{138} = 0,015$  მოლი კალიუმის კარბონატი და 6 გ ანუ  $\frac{6}{100} = 0,06$  მოლი კალიუმის პარაკარბონატი. რეაქციების განტოლების მიხედვით როგორც 1 მოლი კალიუმის კარბონატის, ისე კალიუმის პიდროკარბონატის წარმოქმნისათვის იხარჯება 1 მოლი ნახშირორჟანგი, მაშასადამე, 60 ლ გაზი შეიცავდა 0,075 მოლ ( $0,015 + 0,06 = 0,075$ ) ნახშირორჟანგს, რაც  $\frac{0,075 \cdot 22,4 \cdot 100}{60} = 2,8\%$ -ს შეადგენს.

მეორე ხერხი. ამოცანის პირობის მიხედვით წარმოიქმნა 2,07 გ კალიუმის კარბონატი და 6 გ კალიუმის პიდროკარბონატი. კალიუმის კარბონატის მიღების რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ



$$x = \frac{22,4 \cdot 2,07}{138} = 0,336 \text{ ლ.}$$

მწვევე კალიუმის ქარბ ნახშირორჟანგთან რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ



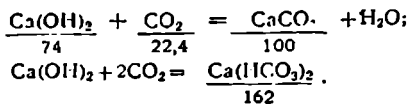
$$x_1 = \frac{22,4 \cdot 6}{100} = 1,344 \text{ ლ.}$$

ამრიგად, 60 ლ გაზთა ნარევი შეიცავდა 1,68 ლ ( $1,344 + 0,336 = 1,68$ ) ნახშირორჟანგს. რაც შეადგენს  $\frac{1,68 \cdot 100}{68} = 2,8\%$ .

82. პენტანის წვის რეაქცია მიმდინარეობს განტოლების მიხედვით:



წარმოქმნილი ნახშირორჟანგი რეაქციაში შედის ჩამქრალ კირთან შემდეგ განტოლებებით:

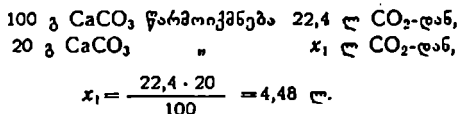
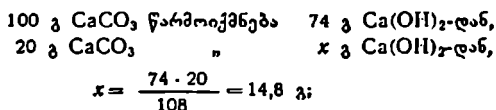


პირველი ხერხი. ამოცანის პირობის მიხედვით  $\frac{22,2}{74}$  გ ანუ  $\frac{22,2}{74} = 0,3$  მოლი ნახშირორჟანგის ჩამქრალ კირთან რეაქციის შედეგად წარმოიქმნა 20 გ ანუ  $\frac{20}{100} = 0,2$  მოლი კალციუმის კარბონატი და 16,2 გ ანუ  $\frac{16,2}{162} = 0,1$  მოლი კალციუმის

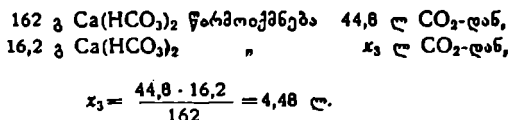
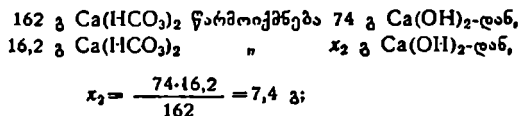
ჰიდროკარბონატი. რეაქციის განტოლებიდან გამომდინარეობს, რომ 1 მოლი  $\text{CaCO}_3$ -ის წარმოქმნისათვის იხარჯება 1 მოლი  $\text{CO}_2$ , ხოლო 1 მოლი  $\text{Ca(HCO}_3)_2$ -ის წარმოქმნისათვის — 2 მოლი  $\text{CO}_2$ . 0,2 მოლი  $\text{CaCO}_3$ -ისა და 0,1 მოლი  $\text{Ca(HCO}_3)_2$ -ის წარმოქმნისათვის იხარჯება შესაბამისად 0,2 და 0,2 მოლი, ე. ი. 0,4 მოლი ( $0,2 + 0,2 = 0,4$ ) ანუ  $0,4 \cdot 22,4 = 8,96$  ლ  $\text{CO}_2$ . ნახშირორჟანგის

ასეთი მოცულობა წარმოიქმნება  $\frac{8,96}{5} = 1,792$  ლ პენტანის წვის დროს, პენტანის წვის რეაქციის განტოლების თანახმად.

მეორე ხერხი. ამოცანის პირობის მიხედვით 22,2 გ ჩამქრალი კირიდან წარმოიქმნა 20 გ კალციუმის კარბონატი და 16,2 გ კალციუმის ჰიდროკარბონატი. ჩამქრალი კირის ნახშირორჟანგთან რეაქციის განტოლების მიხედვით

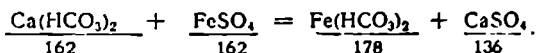


ჩამქრალი კირის ჰარბ ნახშირორჟანგთან რეაქციის განტოლებიდან გამომდინარეობს, რომ

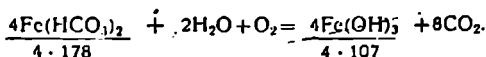


გამოდის, რომ 20 გ კალციუმის კარბონატს და 16,2 გ კალციუმის ჰიდროკარბონატს შეუძლიათ წარმოქმნან 22,2 გ ( $14,8 + 7,4 = 22,2$ ) ჩამქრალი კირიდან და 8,96 ლ ( $4,48 + 4,48 = 8,96$ ) ნახშირორჟანგიდან. ასეთი რაოდენობით ნახშირორჟანგის წარმოსაქმნელად საჭიროა დაიწვას 5-ჯერ ნაკლები პენტანი, ე. ი.  $\frac{8,96}{5} = 1,792$  ლ.

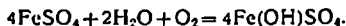
\*33. კალციუმის ჰიდროკარბონატის რეაქცია რკინის (II) სულფატთან მიმდინარეობს განტოლების მიხედვით:



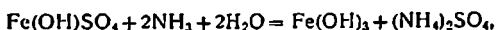
ჰაერის გაქრევით რკინა (II) იფანგება ყანგბადით რკინა (III)-მდე და ჰიდროკარბონატი მთლიანად ჰიდროლიზდება:



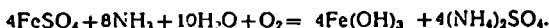
ერთდროულად იფანგება აგრეთვე რკინის (II) სულფატად:



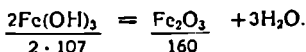
ჰარბი გოგირდმეყვას ნეიტრალიზაციის დროს გამოილეკება რკინის (III) ჰიდროქსიდი:



ან



რკინის (III) ჰიდროქსიდის გავარეარებისას წარმოიქმნება რკინის (III) ოქსიდი:



პირველი ხერხი. ამოცანის პირობის მიხედვით ხისტ წყალს მიუმატეს 30,4 გ ანუ  $\frac{30,4}{152} = 0,2$  მოლი რკინის (II) სულფატი. ჰარბი გოგირდმეყვას ნეიტრალიზაციაზე დაიხარჯა 1,36 გ ანუ  $\frac{1,36}{17} = 0,08$  მოლი ამიაკი. ეს ნიშნავს, რომ კალციუმის ჰიდროკარბონატი რეაქციაში მთლიანად შევიდა, ხოლო ჰარბი რკინა (III) დაილეკა რკინის (III) ჰიდროქსიდის სახით. რკინის (II) სულფატთან ამიაკის რეაქციის განტოლების მიხედვით 8 მოლი  $\text{NH}_3$  რეაქციაში შედის 4 მოლ  $\text{FeSO}_4$ -თან და წარმოქმნის 4 მოლ  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , ხოლო 0,08 მოლ  $\text{NH}_3$  რეაქციაში შეეა 0,04 მოლ  $\text{FeSO}_4$ -თან და წარმოქმნის 0,04 მოლ  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ . მაშასადამე, 0,2 მოლი რკინის (II) სულფატთან 0,04 მოლი რეაქციაში შედის ამიაკთან, ხოლო 0,16 მოლი  $(0,2 - 0,04 = 0,16)$  — კალციუმის ჰიდროკარბონატთან. ამ რეაქციის განტოლების მიხედვით 1 მოლი  $\text{FeSO}_4$  რეაქციაში შედის 1 მოლ  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ -თან თითო მოლი რეაქციის პროდუქტების წარმოქმნით, ხოლო 0,16 მოლი  $\text{FeSO}_4$  რეაქციაში შევიდა 0,16 მოლ  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ -თან და წარმოქმნა 0,16 მოლი ანუ  $0,16 \cdot 136 = 21,76$  გ  $\text{CaSO}_4$  და 0,16 მოლი  $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$ , რომელმაც დაენაგვისას და ჰიდროლიზის შემდეგ წარმოქმნა 0,16 მოლი  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , ამის შედეგად გამოილეკა 21,76 გ კალციუმის სულფატი და 0,7 მოლი  $(0,04 + 0,16 = 0,2)$  რკინის (III) ჰიდროქსიდი, რომლიდანაც გავარეარების შემდეგ წარმოიქმნა 0,1 მოლი ანუ  $0,1 \cdot 160 = 16$  გ  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . გავარეარების შემდეგ ნაღების მასა  $21,76 + 16 = 37,76$  გ-ის ტოლი იყო.

მეორე ხერხი. ამოცანის პირობის მიხედვით ხისტ წყალს დუმატეს 20,4 გ რკინის (II) სულფატი და ჰარბი გოგირდმეყვას ნეიტრალიზაციაზე დაიხარჯა 1,36 გ ამიაკი.

რკინის (II) სულფატის ამიაკთან რეაქციის განტოლებიდან გამომდინარეობს, რომ

136 გ NH<sub>3</sub> რეაქციაში შედის 608 გ FeSO<sub>4</sub>-თან,  
1,36 გ NH<sub>3</sub> " " " x გ FeSO<sub>4</sub>-თან,

$$x = \frac{608 \cdot 1,36}{136} = 6,08 \text{ გ.}$$

136 გ NH<sub>3</sub> წარმოქმნის 428 გ Fe(OH)<sub>3</sub>,  
1,36 გ NH<sub>3</sub> " " x<sub>1</sub> გ Fe(OH)<sub>3</sub>,

$$x_1 = \frac{428 \cdot 1,36}{136} = 4,28 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, 6,08 გ რკინის (II) სულფატი რეაქციაში შედის ამიაკთან, ხოლო მისი 24,32 გ (30,4 - 6,08 = 24,32) ურთიერთქმედებს კალციუმის ჰიდროკარბონატთან. ამ რეაქციის განტოლების მიხედვით

152 გ FeSO<sub>4</sub> რეაქციაში შედის 162 გ Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>-თან,  
24,32 გ FeSO<sub>4</sub> " " x<sub>2</sub> გ Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>-თან,

$$x_2 = \frac{162 \cdot 24,32}{152} = 25,92 \text{ გ.}$$

152 გ FeSO<sub>4</sub> წარმოქმნის 178 გ Fe(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>,  
24,32 გ FeSO<sub>4</sub> " " x<sub>3</sub> გ Fe(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>,

$$x_3 = \frac{178 \cdot 24,32}{152} = 28,48 \text{ გ.}$$

162 გ Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> წარმოქმნის 136 გ CaSO<sub>4</sub>,  
25,92 გ Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> " " x<sub>4</sub> გ CaSO<sub>4</sub>,

$$x_4 = \frac{136 \cdot 25,92}{162} = 21,76 \text{ გ.}$$

რკინის (II) ჰიდროკარბონატის დაეანგეისა და ჰიდროლიზის რეაქციების განტოლებებიდან ჩანს, რომ

712 გ Fe(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> წარმოქმნის 428 გ Fe(OH)<sub>3</sub>,  
28,48 გ Fe(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> " " x<sub>5</sub> გ Fe(OH)<sub>3</sub>,

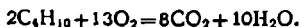
$$x_5 = \frac{428 \cdot 28,48}{712} = 17,12 \text{ გ.}$$

ამრიგად, გამოილეკა 21,76 გ კალციუმის სულფატი და 21,4 გ (17,12 + 4,28 = 21,4) რკინის (III) ჰიდროქსიდი. გვარეკარბების შემდეგ ჰიდროქსიდი გარდაიქმეება რკინის (III) ოქსიდად. ამ რეაქციის განტოლებიდან,

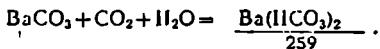
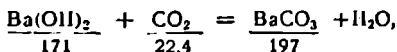
214 გ Fe(OH)<sub>3</sub> წარმოქმნის 160 გ Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,  
21,4 გ Fe(OH)<sub>3</sub> " " x<sub>6</sub> გ Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,

$$x_6 = \frac{160 \cdot 21,4}{214} = 16 \text{ გ.}$$

ნაღების მასა გვარეკარბების შემდეგ 37,76 გ (21,76 + 16 = 37,76) ტოლია.  
84. ბუტანის წვის რეაქცია მიმდინარეობს განტოლების მიხედვით:



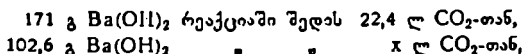
ნახშირორჟანგი რეაქციაში შედის ბარიუმის ჰიდროქსიდთან განტოლებების მიხედვით



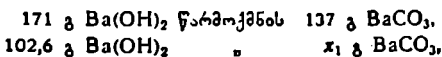
პირველი ხერხი. ამოცანის პირობის მიხედვით დაწვეს 5,6 ლ ბუტანი. ამ დროს წარმოიქმნა  $4,5,6=22,4$  ლ ანუ 1 მოლი ნახშირორჟანგი, რომელიც შთანქქეს 102,6 გ ანუ  $\frac{102,6}{171}=0,6$  მოლი ბარიუმის ჰიდროქსიდის შემცველი ხსნარით.

ბარიუმის ჰიდროქსიდის ნახშირორჟანგთან რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ 1 მოლი  $\text{Ba(OH)}_2$  რეაქციაში შედის 1 მოლ  $\text{CO}_2$ -თან და წარმოქმნის 1 მოლ  $\text{BaCO}_3$ , ხოლო 0,6 მოლი  $\text{Ba(OH)}_2$  რეაქციაში შეეა 0,6 მოლ  $\text{CO}_2$ -თან და წარმოქმნის 0,6 მოლ  $\text{BaCO}_3$ . ნახშირორჟანგის ბარიუმის კარბონატთან რეაქციის განტოლებიდან გამოდისარგობს, რომ 1 მოლი  $\text{Ba(OH)}_2$  შედის რეაქციაში 1 მოლ  $\text{CO}_2$ -თან და წარმოქმნის 1 მოლ  $\text{BaCO}_3$ , ხოლო 0,4 მოლი  $(1-0,6=0,4)$   $\text{CO}_2$  რეაქციაში შევიდა 0,4 მოლ  $\text{BaCO}_3$ -თან და წარმოქმნა 0,4 მოლი  $\text{Ba(HCO}_3)_2$ . ამრიგად, 102,6 გ ბარიუმის ჰიდროქსიდის შემცველ ხსნარში ნახშირორჟანგის გატარებისას, რომელიც წარმოქმნილია 5,6 ლ ბუტანის დაწვისას, წარმოიქმნა 0,2 მოლი  $(0,6-0,4=0,2)$  ანუ  $0,2 \cdot 197=39,4$  გ ბარიუმის კარბონატი და 0,4 მოლი ანუ  $0,4 \cdot 259=103,6$  გ ბარიუმის ჰიდროკარბონატი.

მეორე ხერხი. ამოცანის პირობის მიხედვით დაწვეს 5,6 ლ ბუტანი (ნ. პ.) და რეაქციის განტოლების შესაბამისად წარმოქმნილი 22,4 ლ ნახშირორჟანგი გაატარეს ხსნარში, რომელიც შეიცავდა 102,6 გ ბარიუმის ჰიდროქსიდს. ამ რეაქციის განტოლების მიხედვით

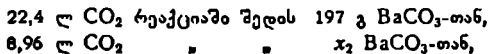


$$x = \frac{22,4 \cdot 102,6}{171} = 13,44 \text{ ლ;}$$

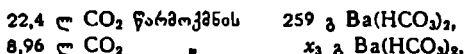


$$x_1 = \frac{197 \cdot 102,6}{171} = 118,2 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, 13,44 ლ ნახშირორჟანგი რეაქციაში შევიდა ბარიუმის ჰიდროქსიდთან 118,2 გ ბარიუმის კარბონატის წარმოქმნით, ხოლო მისი 8,96 ლ  $(22,4-13,44=8,96)$  — წარმოქმნილ ბარიუმის კარბონატთან. ამ რეაქციის განტოლებიდან



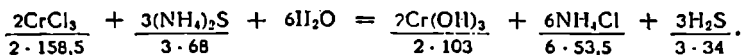
$$x_2 = \frac{197 \cdot 8,96}{22,4} = 78,8 \text{ გ;}$$



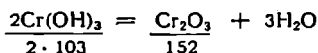
$$x_3 = \frac{259 \cdot 8,96}{22,4} = 103,6 \text{ გ.}$$

ამრიგად, 5,6 ლ ბუტანის დაწვით მიღებული 22,4 ლ ნახშირორთქანის გატარებისას 102,6 გ ბარიუმის ჰიდროქსიდის შემცველ ხსნარში, წარმოიქმნა 39,4 გ ბარიუმის კარბონატი (118,2-78,8=39,4) და 103,6 გ ბარიუმის ჰიდროკარბონატი.

\*88. ქრომის ქლორიდის რეაქცია ამონიუმის სულფიდთან მიმდინარეობს განტოლების მიხედვით:



ქრომის ჰიდროქსიდის გაჯერებულობისას ის გარდაიქმნება  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ -ად.

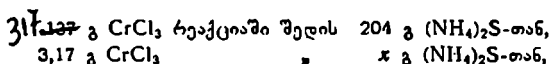


პირველი ხერხი. ამოცანის პირობის მიხედვით ხსნარი შეიცავდა 3,17 გ

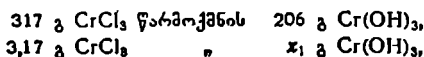
$$\text{ანუ } \frac{3,17}{158,5} = 0,02 \text{ მოლ ქრომის (III) ქლორიდს და } 3,4 \text{ გ ანუ } \frac{3,4}{68} = 0,05 \text{ მოლ}$$

ამონიუმის სულფიდს. ქრომის (III) ქლორიდის ამონიუმის სულფიდთან რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ 2 მოლი  $\text{CrCl}_3$  რეაქციაში შედის 3 მოლი  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ -თან და წარმოქმნის 2 მოლ  $\text{Cr}(\text{OH})_3$ , 6 მოლ  $\text{NH}_4\text{Cl}$  და 3 მოლ  $\text{H}_2\text{S}$ , ხოლო 0,02 მოლი  $\text{CrCl}_3$  რეაქციაში შევიდა 0,03 მოლ  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ -თან და წარმოქმნა 0,02 მოლი  $\text{Cr}(\text{OH})_3$ , 0,06 მოლი ანუ  $0,06 \cdot 53,5 = 3,21$  გ  $\text{NH}_4\text{Cl}$  და 0,03 მოლი ანუ  $0,03 \cdot 34 = 1,02$  გ  $\text{H}_2\text{S}$ . გაჯერებულების დროს 0,02 მოლი ქრომის ჰიდროქსიდიდან წარმოიქმნა 0,01 მოლი ანუ  $0,01 \cdot 152 = 1,52$  გ  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . მაშასადამე, ფილტრატში დარჩება 0,02 მოლი (0,05-0,03=0,02) ანუ  $0,02 \cdot 68 = 1,36$  გ ამონიუმის სულფიდი, 3,21 გ ამონიუმის ქლორიდი და 1,02 გ გოგირდწყალბადი.

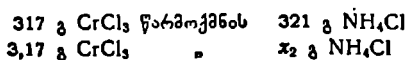
მეორე ხერხი. ამოცანის პირობის მიხედვით ხსნარი შეიცავდა 3,17 გ ქრომის (III) ქლორიდს და 3,4 გ ამონიუმის სულფიდს. მათი რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ



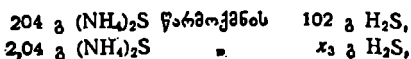
$$x = \frac{204 \cdot 3,17}{317} = 2,04 \text{ გ;}$$



$$x_1 = \frac{206 \cdot 3,17}{317} = 2,06 \text{ გ;}$$

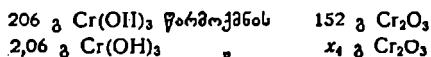


$$x_2 = \frac{321 \cdot 3,17}{317} = 3,21 \text{ გ;}$$



$$x_3 = \frac{102 \cdot 2,04}{204} = 1,02 \text{ გ.}$$

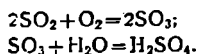
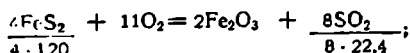
ქრომის (III) ჰიდროქსიდის დაშლის რეაქციის განტოლებიდან გამომდინარეობს, რომ



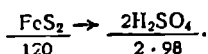
$$x_4 = \frac{152 \cdot 2,06}{206} = 1,52 \text{ გ.}$$

ამრიად, ნალექის გახურებისას წარმოიქმნება 1,52 გ  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . ქრომის (III) ჰიდროქსიდის გამოყოფის შემდეგ ფილტრატში დარჩა 1,36 გ ( $3,4 - 2,02 = 1,36$ ) ამონიუმის სულფიდი, 3,21 გ ამონიუმის ქლორიდი და 1,02 გ გოგირდწყალბადი.

მ. რკინის ალმადანიდან გოგირდმჟეავის მიღება შეიძლება გამოესახოს განტოლებათა შემდეგი სისტემით:



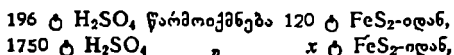
მაგრამ ამ ამოცანის ამოხსნისათვის ხელსაყრელია ვისარგებლოთ სქემით:



პირველი ხერხი. ამოცანის პირობის მიხედვით ქარხანა დღე-ღამეში აწარმოებდა 2500 ტ 70%-იან გოგირდმჟეავას ხსნარს, რომელშიც მისი შემცველობა  $\frac{2500 \cdot 70}{100} = 1750$  ტ ანუ  $\frac{1750}{98} = 17,857$  მოლის ტოლი იყო. გოგირდმჟეავას ეს რაოდენობა შეიძლება მიღებული იქნეს  $\frac{17,857}{2} = 8,929$  მოლი რკინის დისულფიდიდან ამ

პირობით, თუ მისი გოგირდი მთლიანად გარდაიქმნება გოგირდმჟეავად. ამოცანის პირობის მიხედვით ბუნებრივი პირიტი შეიცავდა 95% რკინის დისულფიდს და მხოლოდ მისი გოგირდის 99,5% გარდაიქმნა გოგირდმჟეავად. მაშასადამე, ბუნებრივი პირიტი საქირაა  $\frac{8,929 \cdot 100 \cdot 100}{95 \cdot 99,5} = 9,446$  მოლი ანუ  $9,446 \cdot 120 = 1133,5$  გ.

მეორე ხერხი. ამოცანის პირობის მიხედვით ქარხანამ დღე-ღამეში უნდა აწარმოოს 2500 ტ 70%-იანი ანუ  $\frac{2500 \cdot 70}{100} = 1750$  ტ 100%-იანი გოგირდმჟეავას ხსნარი. რკინის დისულფიდის გოგირდის გოგირდმჟეავად გარდაქმნის მოყვანილი სქემიდან ჩანს, რომ

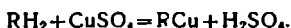


$$x = \frac{120 \cdot 1750}{196} = 1071,4 \text{ ტ.}$$

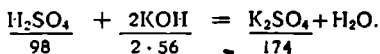
რადგან ალმადანი შეიცავს მხოლოდ 95% რკინის დისულფიდს, ამიტომ საქირაა  $\frac{1071,4 \cdot 100}{95} = 1127,8$  ტ ალმადანი, და თუ მხედველობაში მივიღებთ, რომ დისულ-

ფიდის გოგირდის 99,5% გარდაიქმნება გოგირდმეყად, საკიროა  $\frac{1127,8 \cdot 100}{99,5} = 1133,5$  ტ რკინის ალმადანი.

37. სპილენძის ონების  $H^+$  კატიონით შთანთქმის პროცესი შეიძლება წარმოვიღვინოთ სქემით:



წარმოქმნილი გოგირდმეყას ნეიტრალიზაცია მიმდინარეობს შემდეგი განტოლების თანახმად:



პირველი ხერხი. ამოცანის პირობის მიხედვით წარმოქმნილი გოგირდმეყას ნეიტრალიზაციაზე დაიხარჯა 32 მლ ანუ 0,032 ლ 0,125 M ხსნარი, რომელიც შეიცავდა  $0,032 \cdot 0,125 = 0,004$  მოლ მწვევე კალიუმს. ვოგირდმეყას მწვევე კალიუმით ნეიტრალიზაციის რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ 2 მოლი მწვევე კალიუმი რეაქციაში შევიდა 1 მოლ გოგირდმეყასთან, ხოლო 0,04 მოლი მწვევე კალიუმი რეაქციაში შევიდა 0,002 მოლ გოგირდმეყასთან. რომელიც იონთმოცულის განტოლების თანახმად წარმოიქმნა 0,002 მოლი სპილენძის სულფატისაგან. რადგან 0,002 მოლი სპილენძის სულფატი შეიცავდა 40 მლ ანუ 0,04 ლ ხსნარს, მაშინ

მისი კონცენტრაცია  $\frac{0,002}{0,04} = 0,05$  M ტოლი იქნება.

მეორე ხერხი. ამოცანის პირობის მიხედვით დაიხარჯა 320 მლ მწვევე კალიუმის 0,125 M ხსნარი. 0,125 M კონცენტრაციიდან გამოვინარე,

1000 მლ ხსნარი შეიცავს 0,125 · 56 გ KOH,  
32 მლ " " " x გ KOH,

$$x = \frac{0,125 \cdot 56 \cdot 32}{1000} = 0,224 \text{ გ.}$$

გოგირდმეყას მწვევე კალიუმით ნეიტრალიზაციის რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ

112 გ KOH რეაქციაში შედის 98 გ  $H_2SO_4$ -თან,  
0,224 გ KOH " " "  $x_1$  გ  $H_2SO_4$ -თან,

$$x_1 = \frac{98 \cdot 0,224}{112} = 0,196 \text{ გ.}$$

იონური მომოცულის რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ

98 გ  $H_2SO_4$  წარმოიქმნება 160 გ  $CuSO_4$ -დან,  
0,196 გ  $H_2SO_4$  " " "  $x_2$  გ  $CuSO_4$ -დან,

$$x_2 = \frac{160 \cdot 0,196}{98} = 0,32 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, 40 მლ ხსნარი შეიცავდა 0,32 გ ანუ  $\frac{0,32}{160} = 0,002$  მოლ სპილენძის

სულფატს. აქედან



40 მლ ხსნარი შეიცავდა 0,002 მოლ  $\text{CuSO}_4$ ,  
 1000 მლ " " "  $x_3$  მოლ  $\text{CuSO}_4$

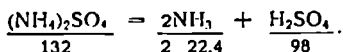
$$x_3 = \frac{0,002 \cdot 1000}{40} = 0,05 \text{ მოლი.}$$

მაშასადამე, ხსნარი ყოფილა 0,05 M.

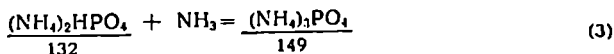
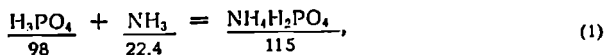
88. ამოცანის პირობის მიხედვით 1 ლ ხსნარი შეიცავდა 30 გ ნატრიუმბრომიდს და 30 გ კალიუმბრომიდს, რაც შეადგენს  $\frac{30}{103} = 0,291$  მოლ ნატრიუმბრომიდს და  $\frac{30}{119} = 0,252$  მოლ კალიუმის ბრომიდს.

სულ 1 ლ ხსნარი შეიცავდა 0,543 მოლ კალიუმისა და ნატრიუმის ბრომიდებს ერთად ( $0,291 + 0,252 = 0,543$ ), ხოლო 1 ღვესერტის კოეზი (10 მლ) შეიცავდა  $0,543 \cdot 0,01 = 0,00543 = 5,43 \cdot 10^{-3}$  მოლ კალიუმისა და ნატრიუმის ბრომიდებს. აუგადროს კანონიდან გამომდინარე, ყოველი ნეთიერების 1 მოლი შეიცავს  $6,02 \cdot 10^{23}$  მოლეკულას. რადგან კალიუმისა და ნატრიუმის ბრომიდები შეიცავენ ბრომის თითო იონს, მაშინ 1 ღვესერტის კოეზი ხსნარი უნდა შეიცავდეს  $5,43 \cdot 10^{-3} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 3,27 \cdot 10^{21}$  ბრომის იონს.

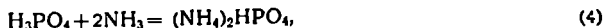
39. ამონიუმის სულფატი გახეუებისას იშლება შემდეგი განტოლებით:



გამოყოფილი ამიაკი ურთიერთქმედებს ფოსფორმეაქთან რეაქციების განტოლებების თანახმად:



ამოხსნის მეორე ხერხისათვის ორი უკანასკნელი განტოლება შეიძლება ასე ჩაწეროს:



პირველი ხერხი. ამოცანის პირობის მიხედვით ამიაკი, რომელიც წარმოიქმნა 5,28 გ ანუ  $\frac{5,28}{132} = 0,04$  მოლი ამონიუმის სულფატის დამლთ, რეაქციაში

შევიდა ფოსფორმეაქსთან, რომელსაც შეიცავს 200 მლ 0,25 M ხსნარი. ამონიუმის სულფატის დაშლის რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ 1 მოლი ამონიუმის სულფატის დაშლისას წარმოიქმნება 2 მოლი ამიაკი, ხოლო 0,04 მოლი ამონიუმის სულფატის დაშლისას წარმოიქმნება 0,08 მოლი ამიაკი. 200 მლ ანუ 0,2 ლ 0,25 M ხსნარი შეიცავდა  $0,25 \cdot 0,2 = 0,05$  მოლ ფოსფორმეაქსს. ამიაკით ფოსფორმეაქსს ნეიტრალიზაციის რეაქციის პირველი სამი განტოლებიდან ჩანს, რომ სახეზე არსებული ამიაკი საკმარისია ფოსფორმეაქსს მთლიანი გარდაქმნისათვის დიჰიდროფოსფატად და ნაწილობრივ ჰიდროფოსფატად. ნეიტრალიზაციის რეაქციის პირვე-

ლი განტოლებიდან ჩანს, რომ 1 მოლი ფოსფორმევა რეაქციაში შედის 1 მოლი ამიაკთან და 1 მოლი ამონიუმის დიჰიდროფოსფატი წარმოიქმნება, ხოლო 0,05 მოლი ფოსფორმევა რეაქციაში შევა 0,05 მოლი ამიაკთან და 0,05 მოლი ამონიუმის დიჰიდროფოსფატი წარმოიქმნება. დარჩენილი 0,03 მოლი (0,08 - 0,05 = 0,03) ამიაკი რეაქციაში შევა ამონიუმის დიჰიდროფოსფატთან და ჰიდროფოსფატი წარმოიქმნება. ფოსფორმევას ნეიტრალიზაციის რეაქციის მეორე განტოლებიდან ჩანს, რომ 1 მოლი ამიაკი რეაქციაში შედის 1 მოლი დიჰიდროფოსფატთან და 1 მოლი ამონიუმის ჰიდროფოსფატი წარმოიქმნება, ხოლო 0,03 მოლი ამიაკი რეაქციაში შევა 0,03 მოლი ამონიუმის დიჰიდროფოსფატთან 0,03 მოლი ანუ  $0,03 \cdot 132 = 3,96$  გ ამონიუმის ჰიდროფოსფატის წარმოქმნით, რომლებიც არის ნარევეში 0,02 მოლი ( $0,05 - 0,03 = 0,02$ ) ანუ  $0,02 \cdot 115 = 2,30$  გ ამონიუმის დიჰიდროფოსფატთან.

მეორე ხერხი. ამოცანის პირობის მიხედვით დაიშალა 5,28 გ ამონიუმის სულფატი. მისი დაშლის რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ

$$\begin{array}{ll} 132 \text{ გ } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4\text{-დან წარმოიქმნება} & 44,8 \text{ ლ } \text{NH}_3, \\ 5,28 \text{ გ } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4\text{-დან} & \text{ " } \quad \quad \quad x \text{ ლ } \text{NH}_3, \end{array}$$

$$x = \frac{44,8 \cdot 5,28}{132} = 1,792 \text{ ლ.}$$

ამოცანის პირობის მიხედვით 1,792 ლ ამიაკი რეაქციაში შევიდა ფოსფორმევა-ვასთან, რომელსაც შეიცავს 200 მლ 0,25 M ხსნარი. აქედან

$$\begin{array}{ll} 1000 \text{ მლ ხსნარი შეიცავს} & 0,25 \cdot 98 \text{ გ } \text{H}_3\text{PO}_4, \\ 200 \text{ მლ} & x_1 \text{ გ } \text{H}_3\text{PO}_4, \end{array}$$

$$x_1 = \frac{0,25 \cdot 98 \cdot 200}{1000} = 4,9 \text{ გ.}$$

ფოსფორმევას ამიაკით ნეიტრალიზაციის რეაქციის პირველი განტოლებიდან ჩანს, რომ

$$\begin{array}{ll} 98 \text{ გ } \text{H}_3\text{PO}_4 \text{ რეაქციაში შედის} & 22,4 \text{ ლ } \text{NH}_3\text{-თან,} \\ 4,9 \text{ გ } \text{H}_3\text{PO}_4 & \text{ " } \quad \quad \quad x_2 \text{ ლ } \text{NH}_3\text{-თან,} \end{array}$$

$$x_2 = \frac{22,4 \cdot 4,9}{98} = 1,12 \text{ ლ.}$$

ნეიტრალიზაციის მეორე განტოლებიდან (4) ჩანს, რომ

$$\begin{array}{ll} 98 \text{ გ } \text{H}_3\text{PO}_4 \text{ რეაქციაში შედის} & 44,8 \text{ ლ } \text{NH}_3\text{-თან,} \\ 4,9 \text{ გ } \text{H}_3\text{PO}_4 & \text{ " } \quad \quad \quad x_3 \text{ ლ } \text{NH}_3\text{-თან,} \end{array}$$

$$x_3 = \frac{44,8 \cdot 4,9}{98} = 2,24 \text{ ლ.}$$

მიღებული მონაცემები გვიჩვენებენ, რომ ამიაკი მეტია, ვიდრე საჭიროა მთელი ფოსფორმევას გარდასაქმნელად ამონიუმის დიჰიდროფოსფატად, ხოლო არასაკმარისია ფოსფორმევას გარდასაქმნელად ამონიუმის ჰიდროფოსფატად. ამიტომ მისი 1,12 ლ ხსარჩება ამონიუმის დიჰიდროფოსფატის წარმოქმნაზე, ხოლო 0,672 ლ ( $1,792 - 1,12 = 0,672$ ) რეაქციაში შედის ამონიუმის დიჰიდროფოსფატთან და ამონიუმის ჰიდროფოსფატს წარმოქმნის. ფოსფორმევას ამიაკით ნეიტრალიზაციის რეაქციის პირველი განტოლებიდან ჩანს, რომ

98 გ  $H_3PO_4$  წარმოქმნის 115 გ  $NH_4H_2PO_4$ ,  
 4,9 გ  $H_3PO_4$  " "  $x_4$  გ  $NH_4H_2PO_4$ ,

$$x_4 = \frac{115 \cdot 4,9}{98} = 5,75 \text{ გ.}$$

ანუ

22,4 ლ  $NH_3$  წარმოქმნის 115 გ  $NH_4H_2PO_4$ ,  
 1,12 ლ  $NH_3$  " "  $x_4$  გ  $NH_4H_2PO_4$ ,

$$x_4 = \frac{115 \cdot 1,12}{22,4} = 5,75 \text{ გ}$$

ნეიტრალიზაციის რეაქციას განტოლებიდან (2) ჩანს, რომ

22,4 ლ  $NH_3$  რეაქციაში შედის 115 გ  $NH_4H_2PO_4$ -თან,  
 0,672 ლ  $NH_3$  " "  $x_5$  გ  $NH_4H_2PO_4$ -თან

$$x_5 = \frac{115 \cdot 0,672}{22,4} = 3,45 \text{ გ.}$$

რეაქციის ამავე განტოლებიდან ჩანს, რომ

22,4 ლ  $NH_3$  წარმოქმნის 132 გ  $(NH_4)_2HPO_4$ ,  
 0,672 ლ  $NH_3$  " "  $x_6$  გ  $(NH_4)_2HPO_4$ ,

$$x_6 = \frac{0,672 \cdot 132}{115} = 3,96 \text{ გ.}$$

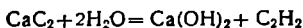
ანუ

115 გ  $NH_4H_2PO_4$  წარმოქმნის 132 გ  $(NH_4)_2HPO_4$ ,  
 3,45 გ  $NH_4H_2PO_4$  " "  $x_6$  გ  $(NH_4)_2HPO_4$ ,

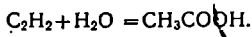
$$x_6 = \frac{3,45 \cdot 132}{115} = 3,96 \text{ გ.}$$

ამრიგად, 5,28 გ ამონიუმის სულფატის დაშლის დროს წარმოქმნილი ამიაკის ურთიერთქმედებით ფოსფორმეცანთან, რომელსაც შეიცავს 200 მლ 0,25 M ხსნარი, წარმოიქმნება 3,96 გ ამონიუმის ჰიდროფოსფატი და 2,3 გ ( $5,75 - 3,45 = 2,3$ ) ამონიუმის დიჰიდროფოსფატი.

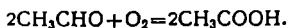
40. კალციუმის კარბიდი ურთიერთქმედებს წყალთან განტოლების თანახმად:



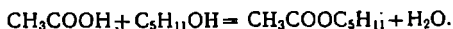
კუჩეროვის რეაქციის მიხედვით აცეტალენი რეაქციაში შედის წყალთან:



ძმრის ალდეჰიდი იუანგება ჰაერის ეანგბადით:

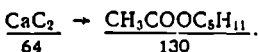


წარმოქმნილი ძმარმეცანა რეაქციაში შედის იზოამილის სპირტთან იზოამილაკეტატის წარმოქმნით განტოლების თანახმად:



ყველა ეს გარდაქმნა გვიჩვენებს, რომ სრული გარდაქმნისას 1 მოლი აცეტი-

ლენიდან წარმოიქმნება 1 მოლი ძმარმეაეა, რომლიდანაც საბოლოოდ წარმოიქმნება 1 მოლი ოზოამილატეტი. ამიტომ ამ ამოცანის ამოსახსნელად აუცილებელი არ არის ვისარგებლოთ ყველა მოყვანილი განტოლებით, არამედ საკმარისია ვისარგებლოთ შემდეგი სქემით:



**პ ი რ ე ლ ი ხ ე რ ხ ი.** ამოცანის პირობის მიხედვით მოცემულია 330 კგ ტექნიკური პროდუქტი, რომელიც შეიცავს 3,03% მინარეევებს და 96,97%

(100-3,03=96,97) ანუ  $\frac{330 \cdot 96,97}{100} = 320$  კგ ანუ  $\frac{320}{64} = 5$  კმოლ კალციუმის

კარბიდს. მისგან ძმარმეაეას სრული გარდაქმნისას მოყვანილი სქემის თანახმად უნდა წარმოიქმნას 5 კმოლი ამილატეტი, მაგრამ ამოცანის პირობის მიხედვით

ამილატეტის გამოსავალი შეადგენს 75%. მაშასადამე, წარმოიქმნება  $\frac{5 \cdot 75}{100} =$

$= 3,75$  კმოლი ანუ  $3,75 \cdot 130 = 487,5$  კგ ანუ  $\frac{487,5}{0,876} = 556,5$  ლ ამილატეტი.

**მ ე ო რ ე ხ ე რ ხ ი.** ამოცანის პირობის მიხედვით 330 კგ ტექნიკური პროდუქტი შეიცავს 3,03% მინარეევებს და 96,97% (100-3,03=96,97) კალციუმის კარბიდს. აქედან

100 კგ პროდუქტი შეიცავს 96,97 კგ CaC<sub>2</sub>,  
330 კგ " " x კგ CaC<sub>2</sub>,

$$x = \frac{96,97 \cdot 330}{100} = 320 \text{ კგ.}$$

ზემოთ მოყვანილი სქემიდან ჩანს, რომ წარმოქმნილი ძმარმეაეას ოზოამილატეტად სრული გარდაქმნისას

64 კგ CaC<sub>2</sub>-დან წარმოიქმნება 130 კგ CH<sub>3</sub>COOC<sub>5</sub>H<sub>11</sub>,  
320 კგ CaC<sub>2</sub>-დან " " x<sub>1</sub> კგ CH<sub>3</sub>COOC<sub>5</sub>H<sub>11</sub>,

$$x_1 = \frac{130 \cdot 320}{64} = 650 \text{ კგ.}$$

ამოცანის პირობის მიხედვით ეთერის გამოსავალი შეადგენდა 75%, მაშასადამე,

100%-იანი გარდაქმნისას წარმოიქმნება 650 კგ CH<sub>3</sub>COOC<sub>5</sub>H<sub>11</sub>  
75%-იანი " " x<sub>2</sub> კგ CH<sub>3</sub>COOC<sub>5</sub>H<sub>11</sub>

$$x_2 = \frac{650 \cdot 75}{100} = 487,5 \text{ კგ.}$$

ამრიგად, მითითებული რაოდენობიდან წარმოიქმნება 487,5 კგ ანუ  $\frac{487,5}{0,876} =$   
 $= 556,5$  ლ ოზოამილატეტი. ✓

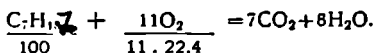
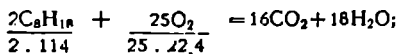
## II. რეაქციები აირად მლკომარეობაში

41. ამოცანის პირობის მიხედვით ნარევი შეიცავს 60% ანუ 0,6 მოლ აზოტს, 30% ანუ 0,3 მოლ ეანგბადს და 10% ანუ 0,1 მოლ ნახშირორჟანგს. ნარევის საშუალო მოლეკულური მასა ტოლია:

$$M_x = 0,6 \cdot 28 + 0,3 \cdot 32 + 0,1 \cdot 44 = 30,8.$$

რამდენდაც წყალბადის მოლეკულური მასა ტოლია 2, ამიტომ ვახთა ნარევის სიმკვრივე წყალბადის მიმართ იქნება  $30,8 : 2 = 15,4$  ტოლი.

42. ოქტანისა და ჰექტანის წვა მიმდინარეობს რეაქციათა განტოლების თანახმად.



პირველი ხერხი. ამოცანის პირობის მიხედვით 600 გ ნარევი შეიცავდა 85% ანუ  $\frac{600 \cdot 85}{100} = 510$  გ ანუ  $\frac{510}{114} = 4,474$  მოლ ოქტანს და 15% ანუ 90 გ

( $600 - 510 = 90$ ) ანუ  $\frac{90}{100} = 0,9$  მოლ ჰექტანს. ოქტანის წვის რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ 2 მოლი ოქტანის დაწვისათვის აუცილებელია 25 მოლი ეანგბადი, ხოლო 474 მოლი ოქტანის დაწვისათვის აუცილებელია  $\frac{4,474 \cdot 25}{2} = 55,921$  მოლი ანუ  $55,921 \cdot 32,4 = 1252,6$  ლ ეანგბადი ანუ  $1252,6 \cdot 5 = 6263$  ლ ჰერი. ჰექტანის წვის რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ 1 მოლი ჰექტანის დაწვისათვის აუცილებელია 11 მოლი ეანგბადი, ხოლო 0,9 მოლი ჰექტანის დაწვისათვის აუცილებელია  $0,9 \cdot 11 = 9,9$  მოლი ანუ  $9,9 \cdot 32,4 = 221,76$  ლ ეანგბადი ანუ  $221,76 \cdot 5 = 1108,8$  ლ ჰერი. მაშასადამე, 600 გ ნარევის დაწვისათვის, რომელიც შეიცავს 85% ოქტანს და 15% ჰექტანს, აუცილებელია 1474,36 ლ ეანგბადი ანუ 7371,8 ლ ჰერი.

მეორე ხერხი. ამოცანის პირობის მიხედვით 600 გ ნარევი შეიცავდა 85% ანუ  $\frac{85 \cdot 600}{100} = 510$  გ ოქტანს და 15% ანუ 90 გ ( $600 - 510 = 90$ ) ჰექტანს. ოქტანის წვის რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ

228 გ  $C_8H_{18}$ -ის დაწვისათვის აუცილებელია 25 · 32,4 ლ  $O_2$ ,  
510 გ  $C_8H_{18}$ -ის " " " x ლ  $O_2$ ,

$$x = \frac{25 \cdot 32,4 \cdot 510}{228} = 1252,6 \text{ ლ.}$$

ჰექტანის წვის რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ

100 გ  $C_7H_{16}$ -ის დაწვისათვის აუცილებელია 11 · 32,4 ლ  $O_2$   
90 გ  $C_7H_{16}$ -ის " " "  $x_1$  ლ  $O_2$ ,

$$x_1 = \frac{11 \cdot 32,4 \cdot 90}{100} = 221,76 \text{ ლ.}$$

ამრიგად, 600 გ ნარევის დაწვისათვის, რომელიც შეიცავს 85% ოქტანს და

15% ჰებტანს, აუცილებელია 1474,36 ლ (1252,6+221,76=1474,36) ეანგბადი ანუ 1474,36 : 5 = 7371,8 ლ ჰაერი.

43. ამოცანის პირობის მიხედვით ნახშირბადის მონოქსიდისა და წყალბადის ნარევის სიმკვრივე წყალბადის მიმართ ტოლია 6,2. საშუალო მოლეკულური მასა ტოლია:  $M_x = 2 \cdot 6,2 = 12,4$ . თუ ნახშირბადის მონოქსიდის მოლეგების რაოდენობას აღვნიშნავთ  $x$ -ით, მაშინ 1 მოლ ნარევიში წყალბადის მოლეგების რაოდენობა  $(1-x)$ -ის ტოლი იქნება. აქედან,

$$28x + 2(1-x) = 12,4,$$

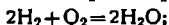
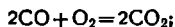
$$28x + 2 - 2x = 12,4,$$

$$26x = 10,4,$$

$$x = 0,4 \text{ ანუ } 40\%.$$

მეშასადაზე, ნარევი შედგებოდა 40% ნახშირბადის მონოქსიდისა და 60% წყალბადისაგან. 20 ლ ნარევი შეიცავდა 0,4 · 20 = 8 ლ ნახშირბადის მონოქსიდს და 12 ლ წყალბადს:

ნახშირბადის მონოქსიდისა და წყალბადის წვის რეაქციები მიმდინარეობენ განტოლებების მიხედვით;



ნახშირბადის მონოქსიდის წვის რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ მისი 2 ლ-ის დაწვისათვის საჭიროა 1 ლ ეანგბადი, ხოლო 8 ლ დაწვისათვის — 4 ლ ეანგბადი. წყალბადის წვის რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ წყალბადი ეანგბადთან ურთიერთქმედებს მოცულობითი თანათარღობით 1:2 ე. ი. 12 ლ წყალბადის დასაწვავად საჭიროა 6 ლ ეანგბადი. მეშასადაზე, 20 ლ ამ ნარევის დასაწვავად საჭიროა 10 ლ (4+6=10) ეანგბადი.

ნახშირბადის მონოქსიდისა და წყალბადის წვის რეაქციების განტოლებებიდან ჩანს, რომ ორივე ისინი რეაქციაში შედიან ეანგბადთან მოცულობითი თანათარღობით 2:1, ამიტომ 20 ლ ნარევის დასაწვავად, რომელიც შედგება ნახშირბადის მონოქსიდისა და წყალბადისაგან ნებისმიერი თანათარღობით, ყოველთვის საჭირო იქნება 10 ლ ეანგბადი.

44. ამოცანის პირობის მიხედვით ნარევი შედგება ნახშირბადის მონოქსიდისა და დიოქსიდისაგან და ნარევის სიმკვრივე წყალბადის მიმართ 18,8-ის ტოლია. ნარევის საშუალო მოლეკულური მასა  $M_x = 2 \cdot 18,8 = 37,6$ -ის ტოლია. თუ ნახშირბადის დიოქსიდის მოლეგების რაოდენობას 1 მოლ .გაზთა ნარევიში აღვნიშნავთ  $x$ -ით, მაშინ ნახშირბადის მონოქსიდის მოლეგების რაოდენობა  $(1-x)$ -ის ტოლი იქნება. ვინაიდან საშუალო მოლეკულური მასა კომპონენტების მასათა ჯამის ტოლია, ამიტომ 1 მოლ გაზში ნახშირბადის დიოქსიდის მასა 44 $x$ -ის ტოლია, ხოლო ნახშირბადის მონოქსიდის მასა 28 · (1-x)-ის ტოლია. აქედან

$$44x + 28(1-x) = 37,6,$$

$$44x + 28 - 28x = 37,6,$$

$$16x = 9,6,$$

$$x = 0,6 \text{ ანუ } 60\%.$$

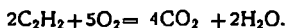
45. გაზთა ნარევის ან ცალკეული გაზის სიმკვრივეს წყალბადის მიმართ გამოასახევენ გაზის მოლეკულური მასის ან გაზთა ნარევის საშუალო მოლეკულური მასის ფარდობით წყალბადის მოლეკულურ მასასთან.

ამოცანის პირობის მიხედვით გაზთა ნარევი შედგება 40% ანუ 0,4 მოლი ნახშირბადის დიოქსიდისაგან, 30% ანუ 0,3 მოლი ნახშირბადის მონოქსიდისა და 30% ანუ 0,3 მოლი, აზოტისაგან, მოცემული გაზთა ნარევის საშუალო მოლეკულური მასა 0,4 მოლი ნახშირბადის დიოქსიდის, 0,3 მოლი ნახშირბადის მონოქსიდისა და 0,3 მოლი აზოტის მასათა ჯამის ტოლია:

$$M_x = 0,4 \cdot 44 + 0,3 \cdot 28 + 0,3 \cdot 28 = 17,6 + 8,4 + 8,4 = 34,4,$$

ამ გაზთა ნარევის სიმკვრივე წყალბადის მიმართ იქნება:  $34,4 : 2 = 17,2$ .

46. აცეტილენის წვა მიმდინარეობს განტოლების თანახმად:



ამოცანის პირობის მიხედვით აცეტილენის დაწვის და წყლის ორთქლის კონდენსაციის შემდეგ 80 მლ ( $20 + 60 = 80$ ) გაზთა ნარევიდან წარმოიქმნება 56 მლ, ე. ო. მოცულობა შემცირდა 24 მლ-ით ( $80 - 56 = 24$ ). რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ 2 მოცულობა აცეტილენის ურთიერთქმედებისას 5 მოცულობა ეანგბადთან წარმოიქმნება 4 მოცულობა ნახშირორჟანგი, ე. ო. ნარევის მოცულობა მცირდება 3-ით. მოცულობა 24 მლ-ით მცირდება იმ შემთხვევაში, თუ რეაქციაში

შევა  $\frac{2 \cdot 24}{3} = 16$  მლ აცეტილენი, მაშასადამე, 20 მლ საწყის ნარევი

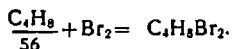
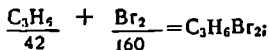
ყოფილა 16 მლ ანუ  $\frac{16 \cdot 100}{29} = 80\%$  აცეტილენი და 20% ( $100 - 80 = 20$ ) აზოტი.

47. ამოცანის პირობით გაზთა ნარევი შედგება 70% ანუ 0,7 მოლი ნახშირბადის მონოქსიდისაგან და 30% ანუ 0,3 მოლი ნახშირბადის დიოქსიდისაგან. გაზთა ნარევის საშუალო მოლეკულური მასა ტოლია:

$$M_x = 0,7 \cdot 28 + 0,3 \cdot 44 = 19,6 + 13,2 = 32,8.$$

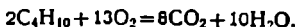
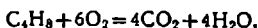
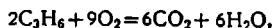
გაზთა ნარევის სიმკვრივე ჰაერის მიმართ, რომლის საშუალო მოლეკულური მასა 29-ის ტოლია, იქნება:  $32,8 : 29 = 1,131$ :

48. გაზთა ნარევი შედგება პროპილენის, ბუტილენისა და ბუტანისაგან. მისი სიმკვრივე წყალბადის მიმართ 26,1-ის ტოლია. ასეთი ნარევის ბრომიან წყალში გატარებისას პროპილენი და ბუტილენი რეაქციაში შედიან ბრომთან:



ბუტანი, როგორც ნაჭერი ნახშირწყალბადი, წყალხსნარში ბრომთან არ ურთიერდება.

პროპილენის, ბუტილენისა და ბუტანის წვის რეაქციები მიმდინარეობენ განტოლებების მიხედვით:



შ ი რ ვ ე ლ ი ხ ე რ ხ ი. ამოცანის პირობის მიხედვით 2,8 ლ ანუ  $\frac{2,8}{22,4} =$

$= 0,125$  მოლი გაზთა ნარევიდან რეაქციაში შევიდა 16 გ ანუ  $\frac{16}{160} = 0,2$  მოლი

ბრომი. ბრომის პროპილენთან ან ბუტილენთან რეაქციების განტოლებიდან ჩანს, რომ 1 მოლი ბრომი რეაქციაში შედის 1 მოლ პროპილენთან ან ბუტილენთან, ხოლო 0,1 მოლი ბრომი რეაქციაში შედის 0,1 პროპილენთან ან ბუტილენთან. მაშასადამე, 0,125 მოლ გაზთა ნარევეში იყო 0,1 მოლი პროპილენი და ბუტილე-

ნი, რაც შეადგენს  $\frac{0,1}{0,125} = 0,8$  ნაწილს ანუ 80% და 0,025 მოლ ანუ  $\frac{0,025}{0,125} = 0,2$  ნაწილს ანუ 20% ბუტანს. გაზთა ნარევის საშუალო მოლეკულური მასა  $2 \cdot 26,1 = 52,2$ -ის ტოლია. თუ გაზთა ნარევეში ბუტილენის მოლების რაოდენობას აღვნიშნავთ  $x$ -ით, მაშინ პროპილენის მოლების რაოდენობა  $(0,8 - x)$ -ის ტოლი იქნება. მაშინ გაზთა ნარევის საშუალო მოლეკულური მასა შეადგენს:

$$0,2 \cdot 58 + x \cdot 56 + (0,8 - x) \cdot 42 = 52,2,$$

$$11,6 + 56x + 33,6 - 42x = 52,2,$$

$$14x = 7,$$

$$x = 0,5 \text{ ანუ } 50\%.$$

მაშასადამე, გაზთა ნარევეში ყოფილა 20% ბუტანი, 50% ბუტილენი და 30%  $(80 - 50 = 30\%)$  პროპილენი. ამ ნარევის 20 ლ შეიცავდა  $\frac{20 \cdot 20}{100} = 4$  ლ

ბუტანს,  $\frac{50 \cdot 20}{100} = 10$  ლ ბუტილენს და  $\frac{30 \cdot 20}{100} = 6$  ლ პროპილენს. პროპილენის,

ბუტილენისა და ბუტანის წვის რეაქციების განტოლებებიდან ჩანს, რომ დაწვისას პროპილენი რეაქციაში შედის ეანგბადთან 1 : 4,5 თანაფარდობით, ბუტილენი — 1 : 6 და ბუტანი — 1 : 6,5. გამოდის, რომ 6 ლ პროპილენის დასაწვავად საჭიროა  $6 \cdot 4,5 = 27$  ლ ეანგბადი, 10 ლ ბუტილენის დასაწვავად —  $10 \cdot 6 = 60$  ლ ეანგბადი და 4 ლ ბუტანისა —  $4 \cdot 6,5 = 26$  ლ ეანგბადი. 20 ლ ნარევის დასაწვავად საჭიროა 113 ლ  $(27 + 60 + 26 = 113)$  ეანგბადი ან 113 · 5 = 565 ლ ჰაერი.

მეორე ხერხი. ამოცანის პირობის მიხედვით 2,8 ლ გაზთა ნარევიდან, რომლის სიმკვრივე წყალბადის მიმართ 26,1-ის ტოლია, რეაქციაში შევიდა 16 გ ბრომი. პროპილენისა და ბუტილენის ბრომთან რეაქციების განტოლებებიდან ჩანს, რომ

160 გ  $\text{Br}_2$  რეაქციაში შედის 22,4 ლ  $\text{C}_3\text{H}_6$  და  $\text{C}_4\text{H}_8$ -თან,

16 გ  $\text{Br}_2$  " " " "  $x$  ლ  $\text{C}_3\text{H}_6$  და  $\text{C}_4\text{H}_8$ -თან,

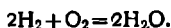
$$x = \frac{22,4 \cdot 16}{160} = 2,24 \text{ ლ.}$$

მაშასადამე, ნარევეში ყოფილა 2,24 ლ ანუ  $\frac{2,24 \cdot 100}{2,8} = 80\%$  პროპილენი

და ბუტილენი და 0,56 ლ  $(2,8 - 2,24 = 0,56)$  ანუ  $\frac{0,56 \cdot 100}{2,8} = 20\%$  ბუტანი. ამო-

ცანის ამოხსნის შემდგომი გზა ისეთივეა, როგორც პირველი ხერხის დროს.

49. ამოცანის პირობის მიხედვით ევლიომეტრში დაწვეს 20 მლ გაზთა ნარევი, რომლის სიმკვრივე წყალბადის მიმართ 14,0-ის ტოლია. დაწვისას მხოლოდ წყალბადი ურთიერთქმედებს ეანგბადთან:



წყლის ორთქლის კონდენსაციისა და გაზთა ნარევის საწყის პირობებთან მიყვანის შემდეგ ნარევის მოცულობა 17 მლ-ის ტოლი იყო, ე. ი. შემცირდა 3 მლ-ით



(20-17=3) წყლის წარმოქმნის ხარჯზე. ეანგბადსა და წყალბადს შორის რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ მოცულობის 3 მლ-ით შემცირებისას რეაქციაში შედის 2 მლ წყალბადი და 1 მლ ეანგბადი. წარმოქმნილი ნარევი შეიძლება შეიცავდეს ან აზოტს და წყალბადს, ან აზოტსა და ეანგბადს; თუ ნარევი შედგებოდა აზოტისა და წყალბადისაგან, მაშინ ჰაერთან მისი შერევისას და დაწვისას მოცულობა უნდა შემცირებულყო, მაგრამ ამოცანის პირობის მიხედვით ის უცვლელი რჩება. მაშასადამე, საწყის ნარევეში ყოფილა 2 მლ ანუ  $\frac{2 \cdot 100}{20} = 10\%$

წყალბადი და 18 მლ (20-2=18) ანუ  $\frac{18 \cdot 100}{20} = 90\%$  აზოტი და ეანგბადი. ნა-

რევის საშუალო მოლეკულური მასა 2.14=28-ის ტოლია. თუ 1 მოლ გაზთა ნარევეში ეანგბადის მოლების რიცხვს აღვნიშნავთ  $x$ -ით, მაშინ აზოტის მოლების რიცხვი (0,9-x)-ის ტოლი იქნება, გაზთა ნარევის საშუალო მოლეკულური მასა ტოლი იქნება

$$0,1 \cdot 2 + x \cdot 32 + (0,9 - x) \cdot 28 = 28.$$

$$0,2 + 32x + 25,2 - 28x = 28,$$

$$4x = 2,6,$$

$$x = 0,65.$$

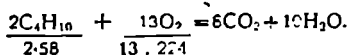
მაშასადამე, ნარევი შედგებოდა 0,65 ნაწილი ანუ 65% ეანგბადისაგან, 0,25 ნაწილ (0,9-0,65=0,25) ანუ 25% აზოტისაგან და 10% წყალბადისაგან.

50. ამოცანის პირობის მიხედვით მოცემულია 41 ლ ბუტანი 47°C (320K) ტემპერატურისა და 4 ატმ წნევისას. მენდელეევი-კლაპეირონის განტოლებით სარგებლობისას შეიძლება განვსაზღვროთ ბუტანის მასა:

$$m = \frac{VpM}{RT} = \frac{41 \cdot 4 \cdot 58}{0,082 \cdot 320} = 362,5 \text{ გ.}$$

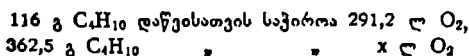
შემდგომ საჭიროა განისაზღვროს ეანგბადის მოცულობა, რომელიც აუცილებელია 362 გ ბუტანის დასაწვავად.

ბუტანის წვის რეაქცია მიმდინარეობს განტოლების მიხედვით:



პ ი რ ვ ე ლ ი ხ ე რ ხ ი: ამოცანის პირობის მიხედვით უნდა დაიწვას 362,5 გ ანუ  $\frac{362,5}{58} = 6,25$  მოლი ანუ 6,25 · 22,4 = 140 ლ ბუტანი. წვის რეაქციის განტოლების მიხედვით 2 ლ ბუტანის დასაწვავად აუცილებელია 13 ლ ეანგბადი, ხოლო 140 ლ ბუტანის დასაწვავად აუცილებელია  $\frac{13 \cdot 140}{2} = 910$  ლ ეანგბადი.

მ ე ო რ ე ხ ე რ ხ ი. ბუტანის წვის რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ



$$x = \frac{291,2 \cdot 362,5}{116} = 910 \text{ ლ.}$$

51: ამოცანის პირობის მიხედვით ნახშირბადის მონოქსიდისა და ჰაერის 1,6 ლ ნარევის 47°C (320K) და 5 ატმ წნევისას აქვს 8,683 გ მასა. მენდელეევი-კლაპეი-

რონის განტოლებიდან შეიძლება განისაზღვროს ნარევის საშუალო მოლეკულური მასა:

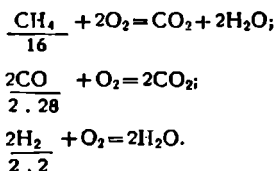
$$M = \frac{mRT}{Vp} = \frac{8,683 \cdot 0,082 \cdot 320}{1,6 \cdot 5} = 28,48.$$

თუ 1 მოლ გაზთა ნარევი ნახშირბადის მონოქსიდის მოლეკულების რიცხვს აღვნიშნავთ  $x$ -ით, მაშინ აზოტის მოლეკულების რაოდენობა  $0,8(1-x)$ -ის ტოლი იქნება, ანუ ენგბადის მოლეკულების რაოდენობა —  $0,2(1-x)$  (80% აზოტი და 20% ენგბადი). ნარევის საშუალო მოლეკულური მასა ტოლი იქნება:

$$\begin{aligned} 28x + 28 \cdot 0,8(1-x) + 32 \cdot 0,2(1-x) &= 28,48, \\ 28x + 22,4 - 22,4x + 6,4 - 6,4x &= 28,48, \\ 0,8x &= 0,32, \\ x &= 0,4. \end{aligned}$$

მაშასადამე, ნარევი ყოფილა 0,4 მოლი ანუ 40% ნახშირბადის მონოქსიდი, 0,48 მოლი ანუ 48% აზოტი და 0,12 მოლი ანუ 12% ენგბადი.

ნ. ამოცანის პირობის მიხედვით სიმკვრივე გაზთა ნარევისა, რომელიც შედგება ნახშირბადის მონოქსიდის, წყალბადისა და მეთანისაგან, 2 ატმ და  $0^{\circ}\text{C}$  დროს 1,715 გ/ლ-ის ტოლია. ნორმალური პირობების დროს ამ ნარევის სიმკვრივე  $\frac{1,715}{2} = 0,8575$  გ/ლ იქნება. გაზთა ნარევის საშუალო მოლეკულური მასა  $0,8575 \cdot 22,4 = 19,2$ -ის ტოლია. მეთანის, ნახშირბადის მონოქსიდისა და წყალბადის წვამიმდინარეობს განტოლებების მიხედვით:



პირველი ხე რ ხ ი. 4 ლ ნარევის დაწვისათვის იხარჯება 19 ლ ჰაერი, რომელიც შეიცავს  $19 \cdot 0,2 = 3,8$  ლ ენგბადს. მეთანის, ნახშირბადის მონოქსიდისა და წყალბადის წვის რეაქტივების განტოლებიდან ჩანს, რომ ნახშირბადის მონოქსიდისა და წყალბადის დაწვისათვის საჭიროა 2-ჯერ ნაკლები ენგბადი, ხოლო მეთანის დაწვისათვის — 2-ჯერ მეტი. თუ 4 ლ ნარევი მეთანის მოცულობას აღვნიშნავთ  $x$ -ით, მაშინ ნახშირბადის მონოქსიდისა და წყალბადის მოცულობა  $(4-x)$  ლ-ის ტოლი იქნება. მაშინ  $x$  ლ მეთანის დაწვისათვის აუცილებელია  $2x$  ლ ენგბადი, ხოლო  $(4-x)$  ლ ნახშირბადის მონოქსიდისა და წყალბადის დაწვისათვის —  $0,5(4-x)$  ლ ენგბადი, ხოლო სულ დაიხარჯა 3,8 ლ ენგბადი, აქედან

$$\begin{aligned} 2x + 0,5(4-x) &= 3,8, \\ 2x + 2 - 0,5x &= 3,8, \\ 1,5x &= 1,8, \\ x &= 1,2 \end{aligned}$$

მაშასადამე, 4 ლ ნარევი ყოფილა 1,2 ლ ანუ  $\frac{1,2 \cdot 100}{4} = 30\%$  მეთანი და 2,8 ლ ანუ 70% ნახშირბადის მონოქსიდი და წყალბადი.

თუ 1 მოლ გაზთა ნარევი ნახშირბადის მონოქსიდის მოლეზის რაოდენობას აღნიშნავთ  $x_1$ -ით, მაშინ წყალბადის მოლეზის რაოდენობა  $(0,7-x)$ -ის ტოლი იქნება, ხოლო მეთანის მოლეზის რაოდენობა — 0,3. ნარევის საშუალო მოლეკულური მასა ტოლია:

$$0,3 \cdot 16x_1 \cdot 28 + (0,7-x_1) \cdot 2 = 19,2.$$

$$4,8 + 28x_1 + 1,4 - 2x_1 = 19,2,$$

$$26x_1 = 13$$

$$x_1 = 0,5 \text{ ანუ } 50\%.$$

ამრიგად, ნარევი ყოფილა 30% მეთანი, 50% ნახშირბადის მონოქსიდი და 20%  $(70-50=20)$  წყალბადი.

მეორე ხერხი. 1 მოლ გაზთა ნარევი მეთანის მოლეზის რაოდენობა აღნიშნოთ  $x$ -ით, ნახშირბადის მონოქსიდის მოლეზის რაოდენობა —  $y$ -ით და წყალბადის მოლეზის რაოდენობა —  $z$ -ით. შევადგინოთ განტოლება:

$$x + y + z = 1; \quad (1)$$

ამოცანის პირობის მიხედვით 4 ლ ნარევის დაწვაზე დაიხარჯა 3,8 ლ ენგბადი. წვის რეაქციების განტოლებებიდან გამომდინარე შეიძლება შევადგინოთ ასეთი განტოლება:

$$8x + 2y + 2z = 3,8 \text{ ანუ } 4x + y + z = 1,9 \quad (2)$$

ნარევის საშუალო მოლეკულური მასა ტოლია:

$$16x + 28y + 2z = 19,2 \quad (3)$$

წარმოიქმნა სამეცნობიანი სამი განტოლების სისტემა:

$$x + y + z = 1;$$

$$4x + y + z = 1,9;$$

$$16x + 28y + 2z = 19,2.$$

თუ მეორე განტოლებას გამოვაკლებთ პირველს, მივიღებთ:

$$4x - x + y - y + z - z = 1,9 - 1,$$

$$3x = 0,9,$$

$$x = 0,3.$$

პირველი განტოლებიდან  $z = 1 - 0,3 - y = 0,7 - y$ .

მესამე განტოლებაში  $x$ -ისა და  $z$ -ის ნაცვლად მათი მნიშვნელობების ჩასმით მივიღებთ:

$$16 \cdot 0,3 + 28y + 2(0,7 - y) = 19,2,$$

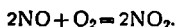
$$4,8 + 28y + 1,4 - 2y = 19,2,$$

$$26y = 13.$$

$$y = 0,5;$$

მაშასადანე, ნარევი უფილა 0,3 მოლი ანუ 30% მეთანი, 0,5 მოლი ანუ 57% ნახშირბადის მონოქსიდი და 0,2 მოლი (0,7-0,5=0,2) ანუ 20% წყალბადი.

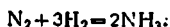
53. ამოცანის პირობის მიხედვით აზოტის მონოქსიდის ნარევი ურევენ 65 მლ ჰაერთან, რომელიც შეიცავს 13 მლ ენგბადს და 52 მლ აზოტს, რეაქცია აზოტის მონოქსიდსა და ენგბადს შორის მიმდინარეობს განტოლების მიხედვით:



რეაქციის შემდეგ 105 მლ ნარევიდან (40+65=105) წარმოიქმნა 100 მლ, ე. ი. ნარევის მოცულობა შემცირდა 5 მლ-ით (105-100=5) ენგბადის აზოტის მონოქსიდთან შეერთების შედეგად. რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ მოცულობის 1 მლ-ით შემცირებისას რეაქციაში შედის 2 მლ აზოტის მონოქსიდი და 1 მლ ენგბადი 2 მლ აზოტის დიოქსიდის წარმოქმნით, ხოლო მოცულობის 5 მლ-ით შემცირებისას რეაქციაში შევიდა 10 მლ აზოტის მონოქსიდი 10 მლ აზოტის დიოქსიდის წარმოქმნით, მაშასადამე, საწყის ნარევი იყო 10 მლ ანუ  $\frac{10 \cdot 100}{40} = 25\%$

აზოტის მონოქსიდი და 30 მლ ანუ  $\frac{30 \cdot 100}{40} = 75\%$  აზოტი. 100 მლ წარმოქმნილი ნარევი შეიცავდა 10 მლ ანუ 10% აზოტის დიოქსიდს, 82 მლ (52+30=82), ანუ 82% აზოტს და 8 მლ (13-5=8) ანუ 8% ენგბადს.

54. ამოცანის მიღებისას აზოტი წყალბადთან რეაქციაში შედის განტოლების მიხედვით:

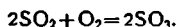


ასეთი ტიპის ამოცანების ამოსახსნელად უნდა ავიღოთ გარკვეული რაოდენობით გაზი, რომელიც შედის საკონტაქტო აპარატში, და დავაყვარდეთ მის გარეაქმნას. მაგალითად, შეიძლება ავიღოთ 100 მოცულობა აზოტი. მაშინ უნდა ავიღოთ 300 მოცულობა წყალბადი. ამოცანის პირობის მიხედვით 10 მოცულობა ანუ 10% აზოტი გარეაქმნება ამოცანად. ამოცანის წარმოქმნის რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ 1 მოცულობა აზოტი რეაქციაში შედის 3 მოცულობა წყალბადთან, ხოლო 10 მოცულობა აზოტი რეაქციაში შედის 30 მოცულობა წყალბადთან და წარმოიქმნება 20 მოცულობა ამიაკი. მაშასადამე, 400 მოცულობა (100+300=400) აზოტწყალბადის ნარევიდან წარმოიქმნება გაზთა ნარევი, რომელიც შედგება 20 მოცულობა ამიაკის, 90 მოცულობა (100-10=90) აზოტისა და 270 მოცულობა (300-30=270) წყალბადისაგან. გაზთა ნარევის საერთო მოცულობა 380 (20+90+270=380) მოცულობის ტოლი იქნება, ხოლო მისი პროცენტული შედგენილება ასეთი იქნება:

აზოტი:  $\frac{20 \cdot 100}{380} = 5,26\%$  ამიაკი,  $\frac{90 \cdot 100}{380} = 23,68\%$  აზოტი და

წყალბადი:  $\frac{270 \cdot 100}{380} = 71,06\%$  წყალბადი.

55. გოგირდოვანი გაზის დეჰანგვის რეაქცია მიმდინარეობს განტოლების მიხედვით:



ამ ამოცანის ამოსახსნელად ავიღოთ განსაზღვრული მოცულობით გაზთა ნარევი. თუ ავიღებთ 100 მოცულობა საკონტაქტო აპარატში შემავალ ნარევი, მაშინ მასში იქნება 10 მოცულობა გოგირდოვანი გაზი და 90 მოცულობა ჰაერი,

რომელიც შეიცავს 18 მოცულობა (20%) ეანგბადს და 72 მოცულობა (80%) აზოტს. გოგირდოვანი გაზის ეანგბადით დაეანგვის რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ 2 მოცულობა გოგირდოვანი გაზი რეაქციაში შედის 1 მოცულობა ეანგბადთან და წარმოქმნის 2 მოცულობა გოგირდის ანჰიდრიდს, ხოლო 10 მოცულობა გოგირდოვანი გაზი რეაქციაში შეევა 5 მოცულობა ეანგბადთან და წარმოქმნის 10 მოცულობა გოგირდის ანჰიდრიდს, 100 მოცულობა გაზთა ნარევიდან, რომელიც შედის საკონტაქტო აპარატში, წარმოიქმნება 95 მოცულობა გაზთა ნარევი, რომელიც შეიცავს 10 მოცულობა ანუ  $\frac{10 \cdot 100}{95} = 10,52\%$  გოგირდის ანჰიდრიდს,

13 მოცულობა (18-5=13) ანუ  $\frac{13 \cdot 100}{95} = 13,68\%$  ეანგბადს და 72 მოცულობა ანუ  $\frac{72 \cdot 100}{95} = 75,80\%$  აზოტს.

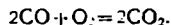
50. ამოცანის პირობის მიხედვით 7,2 გ ნახშირბადის მონოქსიდი და დიოქსიდი  $27^{\circ}\text{C}$  ( $300\text{K}$ ) და 3 ატმ წნევის დროს იკავებს 2,05 ლ მოცულობას. შენდულევე-კლაპეირონის განტოლების გამოყენებით შეიძლება მოენახთო ნარევის საშუალო მოლეკულური მასა:

$$M = \frac{mRT}{Vp} = \frac{7,2 \cdot 0,082 \cdot 300}{2,05 \cdot 3} = 28,8.$$

თუ 1 მოლ გაზთა ნარევი ნახშირბადის დიოქსიდის მოლეგბის რაოდენობას აღვნიშნავთ  $x$ -ით, ხოლო ნახშირბადის მონოქსიდის მოლეგბის რაოდენობას  $(1-x)$ -ით, ნარევის საშუალო მოლეკულური მასა შეიძლება ჩაიწეროს ასე:

$$\begin{aligned} 44x + 28(1-x) &= 28,8, \\ 44x + 28 - 23x &= 28,8, \\ 16x &= 0,8, \\ x &= 0,05. \end{aligned}$$

მაშასადამე, ნარევი შეიცავდა 5% ნახშირბადის დიოქსიდს და 95% მონოქსიდს. 20 ლ ნარევი შეიცავდა  $\frac{80 \cdot 95}{100} = 76$  ლ ნახშირბადის მონოქსიდს. მისი წვის რეაქცია მიმდინარეობს განტოლების მიხედვით:



თუ 2 ლ ნახშირბადის მონოქსიდს დაწვისათვის საჭიროა 1 ლ ეანგბადი, მაშინ მისი 76 ლ-ის დასაწეად საჭირო იქნება 38 ლ ეანგბადი.

57. 60 მლ ნახშირბადის მონოქსიდი, 40 მლ აზოტის მონოქსიდი და 24 მლ (20%) ეანგბადისა და 96 მლ (80%) აზოტის შემცველი 120 მლ ჰერის შერევისას, აზოტის მონოქსიდი რეაქციაში შედის ეანგბადთან. რეაქციის განტოლების მიხედვით (იხ. 53-ე ამოცანის ამონსა) 2 მლ აზოტის მონოქსიდი რეაქციაში შედის 1 მლ ეანგბადთან და წარმოიქმნება 2 მლ აზოტის დიოქსიდი, ხოლო 40 მლ აზოტის მონოქსიდი რეაქციაში შეევა 20 მლ ეანგბადთან და წარმოქმნის 40 მლ აზოტის დიოქსიდს. ნახშირბადის მონოქსიდი და აზოტი ამ პირობებში უცვლელი რჩება. წარმოქმნილი ნარევი შედგება 60 მლ ნახშირბადის მონოქსიდისაგან, 40 მლ აზოტის დიოქსიდის, 96 მლ აზოტისა და 4 მლ ( $24-20=4$ ) ეანგბადისაგან.

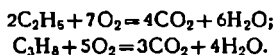
ნარევის საერთო მოცულობა 200 მლ-ის ( $60+40+96+4=200$ ) ტოლია. მაშასადა-  
 მუ, გაზთა ნარევის პროცენტული შედგენილობა ასეთია:  $\frac{60 \cdot 100}{200} = 30\%$  ნახ-  
 შერბადის მონოქსიდი,  $\frac{40 \cdot 100}{200} = 20\%$  აზოტის დი-ოქსიდი,  $\frac{96 \cdot 100}{200} = 48\%$   
 აზოტი და  $\frac{4 \cdot 100}{200} = 2\%$  ეანგბადი.

58. ამოცანის პირობის მიხედვით 50 მლ აზოტის მონოქსიდი და აზოტი შეუ-  
 რებს 25 მლ ჰაერთან, რომელიც შეიცავს 5 მლ ეანგბადსა და 20 მლ აზოტს:  
 აზოტის მონოქსიდის ეანგბადთან რეაქციის შედეგად ნარევის მოცულობა შემცირ-  
 და 5 მლ-ით ( $50+25-70=5$ ). მაშასადამე, 5 მლ ეანგბადთან რეაქციაში შევიდა  
 10 მლ აზოტის მონოქსიდი და 10 მლ აზოტის დიოქსიდი წარმოიქმნა, დარჩენილ 45 მლ  
 გაზში ( $50-10=40$ ) შეიძლება იყოს ან მხოლოდ აზოტი, ან აზოტის ნარევი  
 აზოტის მონოქსიდთან. წარმოიქმნილ გაზთა ნარევი (70 მლ) მიუმატებს 145 მლ ჰა-  
 ერი, რომელიც შეიცავს 29 მლ ეანგბადს და 116 მლ აზოტს. რეაქციის  
 შემდეგ ნარევის მოცულობა კიდევ შემცირდა 15 მლ-ით ( $70+145-  
 -200=15$ ) აზოტის მონოქსიდთან ეანგბადის შეერთების შედეგად. რეაქციის გან-  
 ტოლების მიხედვით 15 მლ ეანგბადი რეაქციაში შედის 30 მლ აზოტის  
 მონოქსიდთან და 30 მლ აზოტის დიოქსიდი წარმოიქმნება. მაშასადამე, საწ-  
 ყისი ნარევი შედგებოდა 40 მლ ( $10+30=40$ ) ანუ  $\frac{40 \cdot 100}{50} = 80\%$  აზოტის

მონოქსიდისაგან და 10 მლ ( $50-40=10$ ) ანუ  $\frac{10 \cdot 100}{50} = 20\%$  აზოტისაგან. ნარევი,  
 რომელიც წარმოიქმნა პირველი შერევის შემდეგ, შედგებოდა 10 მლ ანუ  
 $\frac{10 \cdot 100}{70} = 14,3\%$  აზოტის დიოქსიდისაგან, 30 მლ ანუ  $\frac{30 \cdot 100}{70} = 42,85\%$  აზოტის მონო-  
 ქსიდისა და 30 მლ ( $10+20=30$ ) ანუ  $42,85\%$  აზოტისაგან, ნარევი,  
 რომელიც წარმოიქმნა მეორე შერევის შემდეგ, შედგებოდა 40 მლ  
 $(10+30=40)$  ანუ  $\frac{40 \cdot 100}{200} = 20\%$  აზოტის დიოქსიდისაგან, 14 მლ ( $29-15=14$ ) ანუ  
 $\frac{14 \cdot 100}{200} = 7\%$  ეანგბადისა და 146 მლ ( $30+116=146$ ) ანუ  $\frac{146 \cdot 100}{200} = 73\%$

აზოტისაგან.

59. 4 ატმ და  $0^{\circ}\text{C}$ -ზე აღებული 2 ლ ეთანისა და პროპანის ნარევის დასაწყევად  
 დაიხარჯა 155 ლ ჰაერი, რომელიც შეიცავდა 155,0,2=31 ლ ეანგბადს. ნორმა-  
 ლური პირობების დროს აიროვანი ნარევის მოცულობა  $2 \cdot 4=8$  ლ-ის ტოლია.  
 ეთანისა და პროპანის წვის რეაქციები მიმდინარეობს განტოლებების მიხედვით:



თუ ნარევიში არსებული ეთანის მოცულობა ის აღენიშნავთ  $x$ -ით, მაშინ პრო-  
 პანის მოცულობა  $(8-x)$  ლ-ის ტოლი იქნება. ეთანისა და პროპანის წვის რეაქ-  
 ციათა განტოლებებიდან ჩანს, რომ 1 ლ ეთანის დაწვავთ იხარჯება 3,5 ლ ეანგბად-  
 დი, ხოლო პროპანის დაწვავთ — 5 ლ ეანგბადი. აქედან ეთანის დაწვავთ იხარჯება  
 $3,5x$  ლ, ხოლო პროპანის დაწვავთ —  $5(8-x)$  ლ ეანგბადი. მთლიანად 8 ლ ნარევის  
 დაწვისათვის დაიხარჯა 31 ლ ეანგბადი:

$$3,5x + 5(8-x) = 31,$$

$$3,5x + 40 - 5x = 31,$$

$$1,5x = 9,$$

$$x = 6.$$

მაშასადამე, ნარევი უფილა 6 ლ ანუ  $\frac{6 \cdot 100}{8} = 75\%$  ეთანო და 2 ლ

$(8-6=2)$  ანუ  $\frac{2 \cdot 100}{8} = 25\%$  პროპანი.

60. ნახშირბადის მონოქსიდის რეაქცია წყლის ორთქლთან მიმდინარეობს განტოლების მიხედვით:



როგორც ჩანს, გაზთა მოცულობები რეაქტივამდე და რეაქციის შემდეგ ტოლია.

ამ ამოცანის ამოსასწავლად ავიღოთ განსაზღვრული რაოდენობით ნახშირბადის მონოქსიდი და წყლის ორთქლი თანაფარდობით 1:5. 100 მოცულობა ნახშირბადის მონოქსიდზე უნდა ავიღოთ 500 მოცულობა წყლის ორთქლი. ნარევი, რომელიც გამოვიდა საკონტაქტო აპარატიდან, იყო 5% ნახშირბადის მონოქსიდი. ნარევის საერთო მოცულობა ტოლია  $600(100+500=600)$  და იგი შეიცავს

$\frac{5 \cdot 600}{100} = 30$  მოცულობა ნახშირბადის მონოქსიდს. მაშასადამე, 70 მოცულობა

$(100-30=70)$  ნახშირბადის მონოქსიდი რეაქციაში შევიდა 70 მოცულობა წყლის ორთქლთან და 70 მოცულობა ნახშირორჟანგი და 70 მოცულობა წყალბადი წარმოიქმნა. ნახშირბადის მონოქსიდის გარდაქმნის ხარისხი 70%-ის ტოლია. 600 მო-

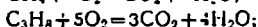
ცულობა წარმოქმნილი ნარევი შეიცავდა 30 მოცულობა ანუ  $\frac{30 \cdot 100}{600} = 5\%$

ნახშირბადის მონოქსიდს, 90 მოცულობა ანუ  $\frac{70 \cdot 100}{600} = 11,67\%$  ნახშირორ-

ჟანგს, 70 მოცულობა ანუ 11,67% წყალბადს და 430 მოცულობა  $(500-70=430)$

ანუ  $\frac{430 \cdot 100}{600} = 71,66\%$  წლის ორთქლს.

61. მეთანისა და პროპანის წვის რეაქციები მიმდინარეობენ განტოლებებით:



პირველი ხერხი. ამოცანის პირობის მიხედვით 40 ლ მეთანისა და პროპანის დაწვისათვის დაიხარჯა 170 ლ ენგბადი. მეთანის წვის რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ მისი 1 ლ დაწვისათვის აუცილებელია 2 ლ ენგბადი, ხოლო 1 ლ პროპანის დასაწვავად აუცილებელია 5 ლ ენგბადი. თუ მეთანის მოცულობას აღვნიშნავთ  $x$  ლ-ით, ხოლო მისი დაწვისათვის აუცილებელი ენგბადის რაოდენობას  $2x$  ლ-ით, პროპანის რაოდენობას  $(40-x)$  ლ-ით, ხოლო მისი დაწვისათვის საჭირო ენგბადს  $(5(40-x))$  ლ-ით. მაშინ

$$2x + 5(40-x) = 170,$$

$$2x + 200 - 5x = 170,$$

$$3x = 30,$$

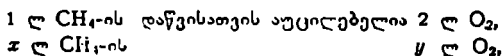
$$x = 10 \text{ ლ.}$$

მაშასადამე, ნარევი ყოფილა 10 ლ მეთანი და 30 ლ (40-10=30) პროპანა.

მეორე ხერხი. მხოლოდ პროპანი რომ ყოფილიყო 40 ლ, მაშინ მისი დაწვისათვის აუცილებელი იქნებოდა 40 · 5 = 200 ლ ენგბადი. ამოცანის პირობის მიხედვით დაიხარჯა 170 ლ, ე. ი. 30 ლ-ით ნაკლები (200-170=30). 1 ლ მეთანის დაწვისათვის იხარჯება 3 ლ-ით ნაკლები ენგბადი, ვიდრე 1 ლ პროპანის დასაწვავად, მაშასადამე, ნარევი ყოფილა  $\frac{30}{3} = 10$  ლ მეთანი და 30 ლ პროპანი.

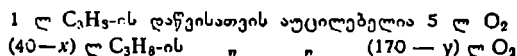
მესამე ხერხი. 40 ლ მეთანის დასაწვავად იხარჯება 2 · 40 = 80 ლ ენგბადი. ამოცანის პირობის მიხედვით დაიხარჯა 170 ლ ენგბადი, ე. ი. 90 ლ-ით მეტი (170-80=90). რადგან 1 ლ პროპანის დაწვისათვის იხარჯება 3 ლ-ით მეტი ენგბადი, ვიდრე 1 ლ მეთანის დაწვისათვის, ამიტომ ნარევი ყოფილა  $\frac{90}{3} = 30$  ლ პროპანი და 10 ლ მეთანი.

მეოთხე ხერხი. თუ მეთანის რაოდენობას ნარევი აღვნიშნავთ  $x$  ლ-ით, ხოლო ენგბადის მოცულობას, რომელიც აუცილებელია მისი დაწვისათვის  $y$  ლ-ით, მაშინ პროპანის მოცულობა (40- $x$ ) ლ-ის ტოლი იქნება, ხოლო ენგბადის მოცულობა, რომელიც აუცილებელია მისი დაწვისათვის, — (170- $y$ ) ლ. მეთანის დაწვის რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ



$$y = 2x.$$

პროპანის დაწვის რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ



$$170 - y = 5(40 - x)$$

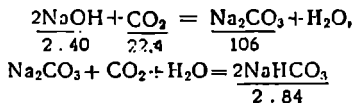
$$170 - 2x = 200 - 5x,$$

$$3x = 30,$$

$$x = 10 \text{ ლ.}$$

მაშასადამე, ნარევი ყოფილა 10 ლ მეთანი და 30 ლ პროპანი.

მ2. რეაქცია ნახშირბადის მონოქსიდსა და წყლის ორთქლის შორის მიმდინარეობს ნახშირორჟანგისა და წყალბადის წარმოქმნით:



პირველი ხერხი. ამოცანის პირობის მიხედვით აიღეს 700 მლ ნახშირბადის მონოქსიდის წყლის ორთქლთან ნარევი. მწუხვე ნატრიუმის ხსნარში გაატარეს მთელი გაზთა ნარევის 14 ლ ანუ  $\frac{14}{700} = 0,02$  ნაწილი: წარმოიქმნა 4,24 გ ანუ

$\frac{4,29}{106} = 0,04$  მოლი ნატრიუმის კარბონატი და 3,36 გრამი ანუ  $\frac{3,36}{84} = 0,04$  მო-

ლი ნატრიუმის ჰიდროკარბონატი. ნატრიუმის კარბონატისა და ჰიდროკარბონატის წარმოქმნის მოყვანილი განტოლებებიდან გამომდინარეობს, რომ როგორც 1 მოლი ნატრიუმის კარბონატის, ისე ჰიდროკარბონატის წარმოქმნაზე იხარჯება 1 მოლი ნახშირორჟანგი. მაშასადამე, 0,04 მოლი ნატრიუმის კარბონატის და 0,04



მოლი ჰიდროკარბონატის წარმოქმნაზე დასარჯულია 0,08 მოლი ნახშირორჟანგი, რომელსაც შეიცავს 14 ლ ნარევი. 700 ლ ასეთი ნარევი შეიცავს 50-ჯერ მეტ ნახშირორჟანგს, ე. ი.  $0,08 \cdot 50 = 4$  მოლს ანუ  $4 \cdot 22,4 = 89,6$  ლ.

ნახშირბადის მონოქსიდის წყლის ორთქლთან რეაქციის განტოლებიდან გამომდინარეობს, რომ 89,6 ლ ნახშირორჟანგი შეიძლება წარმოიქმნას, თუ 89,6 ლ ნახშირბადის მონოქსიდი რეაქციაში შევა 89,6 წყლის ორთქლთან. ამ დროს წარმოიქმნება კიდევ 89,6 ლ წყალბადი. მაშასადამე, 700 ლ წარმოქმნილ ნარევი იყო 89,6 ლ ანუ  $\frac{89,6 \cdot 100}{700} = 12,8\%$  ნახშირორჟანგი, 89,6 ლ ანუ 12,8% წყალბადი,

10,4 ლ  $(100 - 89,6 = 10,4)$  ანუ  $\frac{10,4 \cdot 100}{700} = 1,5\%$  ნახშირბადის მონოქსიდი და

510,4 ლ  $(600 - 89,6 = 510,4)$  ანუ  $\frac{510,4 \cdot 100}{700} = 72,9\%$  წყლის ორთქლი.

მეორე ხერხი. ამოცანის პირობის მიხედვით 14 ლ ნარევი შეიცავდა იმდენ ნახშირორჟანგს, რომ მისგან წარმოიქმნა 4,24 გ ნატრიუმის კარბონატი და 3,36 გ ჰიდროკარბონატი. ნატრიუმის კარბონატის წარმოქმნის რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ

106 გ  $\text{NaCO}_3$ -ის წარმოქმნისათვის იხარჯება 22,4 ლ  $\text{CO}_2$ ,

4,2 გ  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -ის " " " " x ლ  $\text{CO}_2$

$$x = \frac{22,4 \cdot 4,24}{106} = 0,896 \text{ ლ.}$$

ნატრიუმის ჰიდროკარბონატის წარმოქმნის რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ

84 გ  $\text{NaHCO}_3$ -ის წარმოქმნისათვის იხარჯება 22,4 ლ  $\text{CO}_2$ ,

3,36 გ  $\text{NaHCO}_3$ -ის " " " "  $x_1$  ლ  $\text{CO}_2$

$$x_1 = \frac{22,4 \cdot 3,36}{84} = 0,896 \text{ ლ.}$$

მაშასადამე

14 ლ ნარევი შეიცავდა 1,792 ლ  $\text{CO}_2$ ,

700 ლ " " " "  $x_2$  ლ  $\text{CO}_2$

$$x_2 = \frac{1,792 \cdot 700}{14} = 89,6 \text{ ლ.}$$

ამოცანის ამოხსნის შემდგომი მსვლელობა ისეთივეა, როგორც პირველი ხერხის დროს.

iii. ამოცანის პირობის მიხედვით საკონტაქტო აპარატს მიაწოდეს ნახშირბადის მონოქსიდისა და წყლის ორთქლის 600 მ<sup>3</sup> ნარევი 1:5 თანაფარდობით, ე. ი. 600 მ<sup>3</sup> ნარევი შეიცავდა 100 მ<sup>3</sup> ნახშირბადის მონოქსიდს და 500 მ<sup>3</sup> წყალბადს. ორთქლგაზის ნარევის გაციებისას წყლის ორთქლი კონდენსირდება და 600 მ<sup>3</sup> ნარევიდან აიარაღ მდგომარეობაში რჩება მხოლოდ 160 მ<sup>3</sup> გაზები. ნახშირბადის მონოქსიდისა და წყლის ორთქლს შორის რეაქციის დამთავრების შემდეგ ნორმალური პირობების დროს არაკონდენსირებული გაზების მოცულობა გაიზარდა წყალბადის წარმოქმნის ხარჯზე, რადგან ნახშირბადის მონოქსიდი გარდაიქმნა დიოქსიდად. ამოცანის პირობის მიხედვით საკონტაქტო აპარატში გაზის გავლისა და წყლის ორთქლის კონდენსაციის შემდეგ ნარევის მოცულობა შეადგენდა 160 მ<sup>3</sup>, ე. ი. გაიზარდა 60 მ<sup>3</sup>-ით  $(160 - 100 = 60)$  წყალბადის წარმოქმნის ხარჯზე. ნახშირბადის

მონოქსიდის წყლის ორთქლთან რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ 60 მ<sup>3</sup> წყალბადი წარმოიქმნა 60 მ<sup>3</sup> ნახშირბადის მონოქსიდის წყლით დაეანგვისას. გამოდის, რომ რეაქციისათვის აღებული 100 მ<sup>3</sup> ნახშირბადის მონოქსიდიდან რეაქციაში შევიდა 60 მ<sup>3</sup> და ნახშირბადის მონოქსიდის გარდაქმნის ხარისხი შეადგენს 60%.

84. ამოცანის პირობის მიხედვით 900 მლ აზოტის მონოქსიდის ჰაერთან ნარევი შეიცავს 62,23% ანუ  $\frac{62,23 \cdot 900}{100} = 560$  მლ აზოტს. წარმოქმნილ ნარევიში აზოტი შეადგენს 70% და მისი მოცულობა  $\frac{560 \cdot 100}{70} = 800$  მლ-ის ტოლია. მაშასადამე,

ნარევის მოცულობა შემცირდა 100 მლ-ით (900-800=100). მოცულობის შემცირება განპირობებულია წყალბადის ნიერთებით აზოტის მონოქსილთან. აზოტის მონოქსიდის ეანგებალთან რეაქციის განტოლებიდან (იხ. ამოცანა 53-ის ამოხსნა) ჩანს, რომ 2 მოცულობა აზოტის მონოქსიდი რეაქციაში შედის 1 მოცულობა ეანგებალთან და წარმოქმნის 2 მოცულობა აზოტის დიოქსიდს. ამ დროს ნარევის მოცულობა მცირდება ერთეულით. რამდენადაც ამოცანის პირობის მიხედვით მოცულობა შემცირდა 100 მლ-ით, ეს ნიშნავს, რომ 100 მლ ეანგებადი რეაქციაში შევიდა 200 მლ აზოტის მონოქსილთან 200 მლ აზოტის დიოქსიდის წარმოქმნით.

მაშასადამე, აღებულ 900 მლ ნარევიში იყო 560 მლ ანუ  $\frac{560 \cdot 100}{900} = 62,2\%$

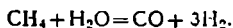
აზოტი, 200 მლ ანუ  $\frac{200 \cdot 100}{900} = 22,2\%$  აზოტის მონოქსიდი და 140 მლ (900-560-

-200=140) ანუ  $\frac{140 \cdot 100}{900} = 15,6\%$  ეანგებადი. წარმოქმნილ 800 მლ ნარევიში იყო

70% აზოტი, 200 მლ ანუ  $\frac{200 \cdot 100}{800} = 25\%$  აზოტის დიოქსიდი და 40 მლ (140-

-100=40) ანუ  $\frac{40 \cdot 100}{800} = 5\%$  ეანგებადი.

85. მეთანის კონცენტრაცია წყლის ორთქლთან მიმდინარეობს რეაქციის ასეთი განტოლების მიხედვით:



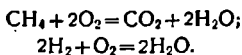
ამოცანის პირობის მიხედვით მეთანსა და წყლის ორთქლს შორის თანაფარდობა ტოლია 1:3. ამ ამოცანის ამოხსნაწესად შეიძლება ავიღოთ მეთანისა და წყლის ორთქლის განსაზღვრული თანაფარდობა, მაგალითად, 100 მოცულობა მეთანზე უნდა ავიღოთ 300 მოცულობა წყლის ორთქლი. ამოცანის პირობის მიხედვით რეაქციაში შევიდა 80% ანუ 80 მოცულობა მეთანი. რეაქციის განტოლებით 1 მოცულობა მეთანი რეაქციაში შედის 1 მოცულობა წყალბადის წარმოქმნით, ხოლო 80 მოცულობა მეთანი რეაქციაში შეეა 80 მოცულობა წყლის ორთქლთან და წარმოქმნება 80 მოცულობა ნახშირბადის მონოქსიდი და 240 მოცულობა (80·3=240) წყალბადი. აიხების ნარევი, რომელიც წარმოიქმნება 400 მოცულობა მეთანისა და წყლის ორთქლისაგან, შედგება 20 მოცულობა (100-80=20) მეთანის, 80 მოცულობა ნახშირბადის მონოქსიდის, 240 მოცულობა წყალბადისა და 220 მოცულობა (300-80=220) წყლის ორთქლისაგან. ნარევის საერთო მოცულობა ტოლი იქნება 560 მოცულობის (20+80+240+220=560) და მისი პრო-

ცენტულო შედგენილობა იქნება:  $\frac{20 \cdot 100}{560} = 3,57\%$  მეთანი,  $\frac{80 \cdot 100}{560} = 14,29\%$

ნახშირბადის მონოქსიდი,  $\frac{240 \cdot 100}{560} = 42,86\%$  წყალბადი და  $\frac{220 \cdot 100}{560} = 39,28\%$

წყლის ორთქლი.

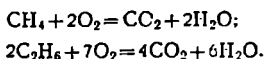
მ. ამოცანის პირობის მიხედვით ნარევი შედგება წყალბადის, მეთანისა და ეთანბადისაგან. ამ ნარევის დაწვისას მეთანი და წყალბადი იწვის:



აირების ნარევის გაციებისას კონდენსირდება წყლის ორთქლი, რომელიც წარმოიქმნება როგორც მეთანის, ისე წყალბადის წვის დროს. ამიტომ წყლის ორთქლის კონდენსაციის შემდეგ აირების ნარევის მოცულობის შემცირების მონაცემებით შეუძლებელია განისაზღვროს წყალბადისა და მეთანის შემცველობა. ნარევის გატარებისას ტუტის ხსნარში შთანთქმდება ნახშირორჟანგი, რომელიც წარმოიქმნება მხოლოდ მეთანის წვის დროს. ამოცანის პირობის მიხედვით ნახშირორჟანგის შთანთქმისას ნარევის მოცულობა შემცირდა 10 მლ-ით ( $35 - 25 = 10$ ).

მეთანის წვის რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ 1 მოცულობა მეთანიდან წარმოიქმნება 1 მოცულობა ნახშირორჟანგი. მაშასადამე, 100 მლ ნარევი შეიცავდა 10 მლ მეთანს. ამავე განტოლებიდან ჩანს, რომ 1 მოცულობა მეთანი რეაქციაში შედის 2 მოცულობა ეთანბადთან და წარმოქმნის 1 მოცულობა ნახშირორჟანგსა და 2 მოცულობა წყლის ორთქლს. წყლის ორთქლის კონდენსაციის დროს მოცულობა შემცირდება 2-ით, რადგან 1 მოცულობა მეთანიდან და 2 მოცულობა ეთანბადიდან ( $1 + 2 = 3$ ) რჩება 1 მოცულობა ნახშირორჟანგი. 10 მლ მეთანის დაწვისა და წყლის ორთქლის კონდენსაციის დროს მოცულობა უნდა შემცირდეს 20 მლ-ით. ამოცანის პირობის მიხედვით წყლის ორთქლის კონდენსაციის დროს მოცულობა შემცირდა 65 მლ-ით ( $100 - 35 = 65$ ). მაშასადამე, მეთანის დაწვისას მოცულობა შემცირდა 20 მლ-ით, ხოლო წყალბადის დაწვისა და წყლის ორთქლის კონდენსაციის დროს — 45 მლ-ით ( $65 - 20 = 45$ ). წყალბადის წვის რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ 2 მოცულობა წყალბადი რეაქციაში შედის 1 მოცულობა ეთანბადთან 2 მოცულობა კონდენსირებული წყლის ორთქლის წარმოქმნით და მოცულობა მთლიანად მცირდება 3-ით. მოცემულ შემთხვევაში მოცულობის 45 მლ-ით შემცირებისას რეაქციაში შევიდა 30 მლ წყალბადი და 15 მლ ეთანბადი. მაშასადამე, 100 მლ ნარევი უფილა 10 მლ ანუ 10% მეთანი, 30 მლ ანუ 30% წყალბადი და 60 მლ ( $100 - 10 - 30 = 60$ ) ანუ 60% ეთანბადი.

მ. მეთანისა და ეთანის წვის რეაქციები მიმდინარეობს განტოლებების მიხედვით;



პ ი რ ვ ე ლ ი ხ ე რ ბ ი. ამოცანის პირობის მიხედვით 50 მლ მეთანისა და ეთანის ნარევის დაწვისას წარმოიქმნა 60 ლ ნახშირბადის დიოქსიდი. მეთანისა და ეთანის წვის რეაქციების განტოლებებიდან ჩანს, რომ 1 მოცულობა მეთანის დაწვისას წარმოიქმნება 1 მოცულობა  $\text{CO}_2$ , ხოლო 1 მოცულობა ეთანის დაწვისას წარმოიქმნება 2 მოცულობა  $\text{CO}_2$  ამოცანის პირობის მიხედვით  $\text{CO}_2$  წარმოიქმნა 10 ლ-ით. მეტი ვიდრე ნარევი იყო, მაშასადამე, ნარევი უფილა 10 ლ ეთანი და 40 ლ ( $50 - 10 = 40$ ) მეთანი.

მეორე ხერხი. თუ მეთანის რაოდენობას აღვნიშნავთ  $x$  ლ-ით, ხოლო ეთანის რაოდენობას  $(50-x)$  ლ-ით, მაშინ ნახშირბადის დიოქსიდის რაოდენობა ტოლი იქნება:

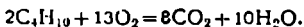
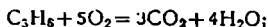
$$x + 2(50 - x) = 60,$$

$$x + 100 - 2x = 60,$$

$$x = 40 \text{ ლ.}$$

მაშასადამე, ნარევი ყოფილა 40 ლ მეთანი და 10 ლ ეთანი.

85. პროპანსა და ბუტანის წვის რეაქციები მიმდინარეობს განტოლებების მიხედვით;



პირველი ხერხი. ამოცანის პირობის მიხედვით 20 ლ პროპანისა და ბუტანის ნარევის დასაწვავად იხარჯება 124 ლ ენგბადი. წვის რეაქციების განტოლებებიდან ჩანს, რომ 1 ლ პროპანის დასაწვავად საჭიროა 5 ლ ენგბადი, ხოლო 1 ლ ბუტანის დასაწვავად საჭიროა 6,5 ლ ენგბადი. თუ ბუტანის მოცულობას ნარევიში აღვნიშნავთ  $x$  ლ-ით, ხოლო პროპანის მოცულობას  $-(20-x)$  ლ-ით, მაშინ ბუტანის დასაწვავად დაიხარჯება  $6,5x$  ლ ენგბადი; ხოლო პროპანის დაწვისათვის  $-5(20-x)$  ლ ენგბადი, ხაიდანაც

$$6,5x + 5(20 - x) = 124,$$

$$6,5x + 100 - 5x = 124,$$

$$1,5x = 24,$$

$$x = 16.$$

მაშასადამე, 20 ლ ნარევიში ყოფილა 16 ლ ანუ  $\frac{16 \cdot 100}{20} = 80\%$  ბუტანი და.

4 ლ  $(20 - 16 = 4)$  ანუ  $\frac{4 \cdot 100}{20} = 20\%$  პროპანი.

მეორე ხერხი. პროპანისა და ბუტანის წვის რეაქციების განტოლებებიდან ჩანს, რომ 1 ლ პროპანის დაწვავად იხარჯება 5 ლ ენგბადი, ხოლო 1 ლ ბუტანის დაწვავად იხარჯება 6,5 ლ ენგბადი, ე. ი. 1,5 ლ-ით მეტი. თუ დაწვადნენ 20 ლ პროპანს, მაშინ დახარჯდნენ 100 ლ ენგბადს, ე. ი. 24 ლ-ით  $(124 - 100 = 24)$  ნაკლებს, ვიდრე ამოცანის პირობით. ეს 24 ლ იხარჯება ბუტანის დაწვავად; თუ 1 ლ ბუტანის დასაწვავად საჭიროა 1,5 ლ-ით მეტი ენგბადი, ვიდრე 1 ლ პრო-

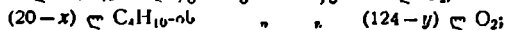
პანის დასაწვავად. მაშინ ნარევიში ყოფილა  $\frac{24}{1,5} = 16$  ლ ბუტანი. პროპანის რაოდენობა შეიძლება განისაზღვროს ნარევის მოცულობასა და ბუტანის მოცულობას შორის სხვაობით  $(20 - 16 = 4)$  ან ანალოგიური განსჯით; 20 ლ ბუტანის დასაწვავად საჭიროა 130 ლ ენგბადი, ხოლო ამოცანის პირობის მიხედვით 20 ლ ნარევის დასაწვავად დახარჯულია 124 ლ ენგბადი, ე. ი. 6 ლ-ით ნაკლები. 1 ლ პროპანის დასაწვავად იხარჯება 1,5 ლ-ით ნაკლები ენგბადი, ვიდრე 1 ლ ბუტანის დაწვავად, მაშასადამე, ნარევიში ყოფილა  $\frac{6}{1,5} = 4$  ლ პროპანი.

მესამე ხერხი. ამოცანის პირობით 20 ლ პროპანისა და ბუტანის ნარევის დაწვავად დაიხარჯა 124 ლ ენგბადი. თუ პროპანის მოცულობას აღვნიშნავთ  $x$  ლ-ით, ხოლო ენგბადის მოცულობას, რომელიც იხარჯება პროპანის დაწვავად,  $y$  ლ-ით, ბუტანის მოცულობა  $(20-x)$  ლ ტოლი იქნება, ხოლო ენგბადის მოცუ-

ლობა, რომელიც იხარჯება, ბუტანის დეწეაზე, (124-y) ლ-ის ტოლი იქნება. პროპანისა და ბუტანის წვის რეაქციათა განტოლებიდან ჩანს, რომ



$$y = 5x;$$



$$2(124-y) = 13(20-x).$$

განტოლებაში ჩავსვათ y-ის მნიშვნელობა;

$$2(124-5x) = 13(20-x),$$

$$248 - 10x = 260 - 13x,$$

$$3x = 12,$$

$$x = 4.$$

მაშასადამე, ნარევი უოფილა 4 ლ ანუ 20% პროპანი და 16 ლ ანუ 80% ბუტანი.

110. პროპანისა და ბუტანის წვის რეაქციები მიმდინარეობს განტოლებების მიხედვით;



ნახშირბადის დიოქსიდი რეაქციაში შედის მწვევე ნატრიუმთან და წარმოიქმნება ნატრიუმის კარბონატი და ჰიდროკარბონატი (იხ. ამოცანა 62).

პირველი ხე რ ხ ი. ამოცანის პირობის მიხედვით წარმოიქმნება 95,4 გ ანუ  $\frac{95,4}{106} = 0,9$  მოლი ნატრიუმის კარბონატი და 84 გ ანუ 1 მოლი ნატრიუმის

ჰიდროკარბონატი. ნახშირბადის დიოქსიდის მწვევე ნატრიუმთან რეაქციების განტოლებიდან გამომდინარეობს, რომ 1 მოლი როგორც ნატრიუმის კარბონატის, ისე ნატრიუმის ჰიდროკარბონატის წარმოსაქმნელად იხარჯება 1 მოლი ნახშირბადის დიოქსიდი. მაშასადამე,  $11,2 \cdot \frac{11,2}{22,4} = 0,5$  მოლი პროპან-ბუტანის

ნარევის დაწვისას წარმოიქმნა 1,9 მოლი (0,9+1=1,9) ნახშირბადის დიოქსიდი.

(1) და (2) რეაქციათა განტოლებების მიხედვით 1 მოლი პროპანის დაწვისას წარმოიქმნება 3 მოლი ნახშირბადის დიოქსიდი, ხოლო 1 მოლი ბუტანის დაწვისას წარმოიქმნება 4 მოლი ნახშირბადის დიოქსიდი. თუ ნარევი პროპანის მოლების რიცხვს აღვნიშნავთ x-ით, ხოლო ბუტანის მოლების რიცხვს (0,5-x)-ით, მაშინ x მოლი პროპანიდან წარმოიქმნება 3x მოლი ნახშირბადის დიოქსიდი, ხოლო (0,5-x) მოლი ბუტანიდან — 4(0,5-x) მოლი ნახშირბადის დიოქსიდი. აქედან.

$$3x + 4(0,5-x) = 1,9,$$

$$3x + 2 - 4x = 1,9,$$

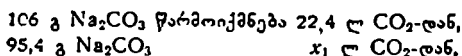
$$x = 0,1.$$

მაშასადამე, ნარევი უოფილა 0,1 მოლი ანუ  $\frac{0,1 \cdot 100}{0,5} = 20\%$  პროპანი და

0,4 მოლი (0,5-0,1=0,4) ანუ  $\frac{0,4 \cdot 100}{0,5} = 80\%$  ბუტანი.

მეთრეხეტი. პირველი ხერხით ამოცანის ამოხსნიდან ცნობილია, რომ 0,5 მოლი პროპანისა და ბუტანის ნარევიდან წარმოიქმნება 1,9 მოლი ნახშირბადის დიოქსიდი. (1) და (2) რეაქციების განტოლებების მიხედვით 0,5 მოლი პროპანის დაწვისას უნდა წარმოიქმნას 1,5 მოლი ნახშირბადის დიოქსიდი, ხოლო 0,5 მოლი ბუტანის დაწვისას უნდა წარმოიქმნას 2 მოლი ნახშირბადის დიოქსიდი. ამოცანის პირობის მიხედვით წარმოიქმნა 1,9 მოლი ნახშირბადის დიოქსიდი. მაშასადამე. დაწვეს 0,4 მოლი  $(1,9 - 1,5 = 0,4)$  ბუტანი და 0,1 მოლი  $(2 - 4,9 = 0,1)$  პროპანი.

მესამე ხერხით. ამოცანის პირობის მიხედვით ნახშირბადის დიოქსიდიდან წარმოიქმნა 95,4 გ ნატრიუმის კარბონატი და 84 გ ნატრიუმის ქლორიდობი. ნახშირბადის დიოქსიდის მწვევე ნატრიუმთან რეაქციის განტოლების მიხედვით



$$x_1 = \frac{22,4 \cdot 95,4}{106} = 20,16 \text{ ლ.}$$

ნატრიუმის ქლორიდობიდან წარმოიქმნის რეაქციის განტოლების მიხედვით მისი 84 გ წარმოიქმნება 22,4 ლ ნახშირბადის დიოქსიდიდან. მაშასადამე, 11,2 ლ პროპან-ბუტანის ნარევის დაწვისას წარმოიქმნა 42,56 ლ  $(20,16 + 22,4 = 42,56)$  ნახშირბადის დიოქსიდი.

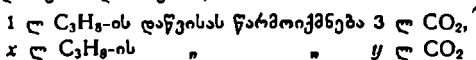
(1) და (2) რეაქციათა განტოლებებიდან ჩანს, რომ 1 მოცულობა პროპანის დაწვისას წარმოიქმნება 3 მოცულობა ნახშირბადის დიოქსიდი, ხოლო 1 მოცულობა ბუტანის დაწვისას წარმოიქმნება 4 მოცულობა ნახშირბადის დიოქსიდი. თუ ნარევი პროპანის მოცულობას აღვნიშნავთ  $x$  ლ-ით, მაშინ ბუტანის მოცულობა  $(11,2 - x)$  ლ-ის ტოლი იქნება.  $x$  ლ პროპანის დაწვისას წარმოიქმნება  $3x$  ლ ნახშირბადის დიოქსიდი, ხოლო  $(11,2 - x)$  ლ ბუტანის დაწვისას წარმოიქმნება  $4(11,2 - x)$  ლ ნახშირბადის დიოქსიდი. აქედან.

$$\begin{array}{l} 3x + 4(11,2 - x) = 42,56, \\ 3x + 44,8 - 4x = 42,56, \\ x = 2,24, \end{array}$$

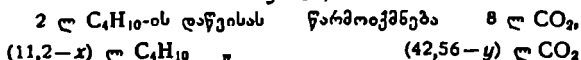
მაშასადამე, 11,2 ლ ნარევი ყოფილა 2,24 ლ ანუ  $\frac{2,24 \cdot 100}{11,2} = 20\%$  პროპანი

და 8,96 ლ  $(11,2 - 2,24 = 8,96)$  ლ ანუ  $\frac{8,96 \cdot 100}{11,2} = 80\%$  ბუტანი.

მეთრეხეტი. მესამე ხერხის ანალოგიურად შეიძლება განვსაზღვროთ, რომ 11,2 ლ პროპან-ბუტანის ნარევის დაწვისას წარმოიქმნება 42,56 ლ ნახშირბადის დიოქსიდი. პროპანის მოცულობა აღვნიშნოთ  $x$  ლ-ით, ხოლო ნახშირბადის დიოქსიდის მოცულობა, რომელიც წარმოიქმნება  $x$  ლ პროპანის დაწვით —  $y$  ლ-ით, ბუტანის მოცულობა  $(11,2 - x)$  ლ-ის ტოლი იქნება, ხოლო ნახშირბადის დიოქსიდის მოცულობა, რომელიც წარმოიქმნება ამავე მოცულობის ბუტანის დაწვისას,  $(42,56 - y)$  ლ-ის ტოლი იქნება, პროპანისა და ბუტანის წვის რეაქციების განტოლებებიდან გამოვდინარეობს, რომ



$$y = 3x;$$



$$2(42,56 - y) = 8(11,2 - x),$$

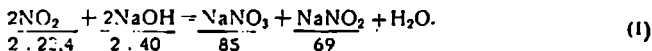
$$42,56 - 3x = 44,8 - 4x,$$

$$x = 2,24.$$

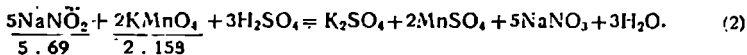
მაშასადამე, 11,2 ლ პროპან-ბუტინის ნარევი ყოფილა 2,24 ლ ანუ 20 % პროპანი და 8,96 ლ ანუ 80% ბუტანი.

მეხუთე ხერხი. მესამე და მეოთხე ხერხის ანალოგიურად შეიძლება განვსაზღვროთ, რომ 11,2 ლ პროპან-ბუტანის ნარევის დაწვისას წარმოიქმნება 42,56 ლ ნახშირბადის დიოქსიდი. პროპანისა და ბუტანის წვის რეაქციების განტოლებებიდან ჩანს, რომ 1 მოცულობა პროპანის დაწვისას წარმოიქმნება 3 მოცულობა CO<sub>2</sub>, ხოლო 1 მოცულობა ბუტანის დაწვისას წარმოიქმნება 4 მოცულობა CO<sub>2</sub>. პროპან-ბუტანის ნარევის დაწვისას წარმოიქმნება იმდენად მეტი CO<sub>2</sub>-ის მოცულობები (პროპანის დაწვისას წარმოქმნილ მოცულობების რაოდენობასთან შედარებით), რამდენი მოცულობა ბუტანიც იყო ნარევი. მაგალითად, 11,2 ლ პროპანის დაწვისას უნდა წარმოიქმნას 11,2 · 3 = 33,6 ლ CO<sub>2</sub>. ამოცანის პირობის მიხედვით წარმოიქმნა 8,96 ლ-ით მეტი (42,56 - 33,6 = 8,96) CO<sub>2</sub>. მაშასადამე, ნარევი ყოფილა 8,96 ლ ბუტანი და 2,24 ლ პროპანი. CO<sub>2</sub>-ის მოცულობების რაოდენობის შემცირება ანალოგიურად, მთელი ნარევის მოცულობის ბუტანზე გადაანგარიშებისას, ნარევი პროპანის შემცველობის ტოლია, მაგალითად, 11,2 ლ ბუტანის დაწვისას უნდა წარმოიქმნას 11,2 · 4 = 44,8 ლ CO<sub>2</sub>. ამოცანის პირობის მიხედვით წარმოიქმნა 42,56 ლ, ე. ი. 2,24 ლ-ით (44,8 - 42,56 = 2,24) ნაკლები, მაშასადამე, ნარევი ყოფილა 2,24 ლ პროპანი და 8,96 ლ ბუტანი.

70. აზოტისა და აზოტის დიოქსიდის ნარევის გატარებისას მწვევე ნატრიუმის ხსნარში რეაქციაში შედის მხოლოდ აზოტის დიოქსიდი:



ნატრიუმის ნიტრათი შეეუა გარემოში კალიუმის პერმანგანატით იქანება ნიტრატამდე ასეთი განტოლების მიხედვით:

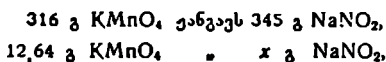


პირველი ხერხი. ამოცანის პირობის მიხედვით NaNO<sub>2</sub>-ის დაქანებაზე დახარჯულია 12,64 გ ანუ  $\frac{12,64}{158} = 0,08$  მოლი KMnO<sub>4</sub>. (2) რეაქციის განტო-

ლების მიხედვით 2 მოლი KMnO<sub>4</sub> რეაქციაში შედის 5 მოლ NaNO<sub>2</sub>-თან, ხოლო 0,08 მოლი KMnO<sub>4</sub> რეაქციაში შევა 0,2 მოლ NaNO<sub>2</sub>. (1) რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ 0,2 მოლი NaNO<sub>2</sub> წარმოიქმნება იმ შემთხვევაში, თუ რეაქციაში შევა 0,4 მოლი NO<sub>2</sub>. მაშასადამე, 20 ლ აზოტისა და აზოტის დიოქსიდის ნარევი ყოფილა 0,4 მოლი ანუ  $0,4 \cdot 22,4 = 8,96$  ლ ანუ  $\frac{8,96 \cdot 100}{20} = 44,8\%$  აზოტის დიო-

ქსიდი და 11,04 ლ (20 - 8,96 = 11,04) ანუ  $\frac{11,04 \cdot 100}{20} = 55,2\%$  აზოტი.

მეორე ხერხი. ამოცანის პირობის მიხედვით NaNO<sub>2</sub>-ის დაქანებაზე დახარჯულია 12,64 გ KMnO<sub>4</sub>. (2) რეაქციის განტოლების მიხედვით



$$x = \frac{345 \cdot 12.64}{316} = 13,8 \text{ გ.}$$

(1) რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ

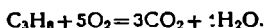
69 გ  $\text{NaNO}_2$  წარმოიქმნება 44,8 ლ  $\text{NO}_2$ -დან,  
13,8 გ  $\text{NaNO}_2$   $x_1$  ლ  $\text{NO}_2$ -დან,

$$x_1 = \frac{44,8 \cdot 13,8}{69} = 8,96 \text{ ლ.}$$

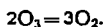
მაშასადამე, 20 ლ ნარევი შეიცავდა 8,96 ლ ანუ  $\frac{8,96 \cdot 100}{20} = 44,8\%$  აზოტის

დიოქსიდსა და 11,04 ლ ანუ  $\frac{11,04 \cdot 100}{20} = 55,2\%$  აზოტს.

71. პროპანის წვის რეაქცია მიმდინარეობს განტოლებით;

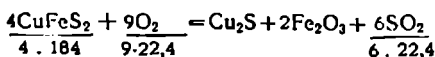


ამ განტოლების მიხედვით 42 ლ პროპანის დასაწვავად საჭიროა  $42 \cdot 5 = 210$  ლ ენგბადი. ოზონი იშლება ენგბადად, რომელიც მონაწილეობას ღებულობს წვის რეაქციაში:



როგორც ჩანს, 2 მოცულობა ოზონიდან წარმოიქმნება 3 მოცულობა ენგბადი. თუ ავიღებთ ოზონირებულ ენგბადს, რომელიც შეიცავს 10% ოზონს, მაშინ მის 100 მოცულობაში იქნება 10 მოცულობა ოზონი და 90 მოცულობა ენგბადი. 10 მოცულობა ოზონის დაშლისას წარმოიქმნება 15 მოცულობა ენგბადი, 100 მოცულობა ნარევიდან წარმოიქმნება 105 მოცულობა (90+15=105) ენგბადი. ამიტომ 10% ოზონის შემცველი ოზონირებული ენგბადი საჭიროა 1,05-ჯერ ნაკლები, ვიდრე სუფთა ენგბადი; თუ 42 ლ პროპანის დასაწვავად საჭიროა 210 ლ სუფთა ენგბადი, 10% ოზონის შემცველობის ოზონირებული ენგბადი საჭიროა  $\frac{210}{1,05} = 200$  ლ.

72. ქალკობირიტის წვის რეაქცია მიმდინარეობს განტოლებით;



პირველი ხეცის. აზოტის პირობის მიხედვით 73,6 გ ანუ  $\frac{73,6}{184} = 0,4$

მოდ ქალკობირიტს წვავენ 400 ლ ჰაერში, რომელიც შეიცავს 80 ლ ენგბდს და 320 ლ აზოტს. რეაქციის განტოლებიდან გამოდინარეობს, რომ 4 მოლი  $\text{CuFeS}_2$  რეაქციაში შედის 9 მოლ  $\text{O}_2$ -თან და გამოიყოფა 6 მოლი  $\text{SO}_2$ , ხოლო 0,4 მოლი  $\text{CuFeS}_2$  რეაქციაში შევა 0,9 მოლ ანუ  $0,9 \cdot 22,4 = 20,16$  ლ  $\text{CO}_2$ -თან და წარმოიქმნება 0,6 მოლი ანუ  $0,6 \cdot 22,4 = 13,44$  ლ  $\text{SO}_2$ .

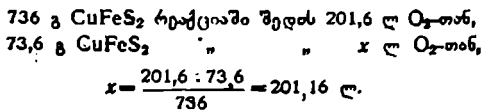
მაშასადამე, აირების ნარევი შეიცავს 320 ლ აზოტს, 13,44 ლ გოგირდის დიოქსიდს და 59,84 ლ ( $80 - 20,16 = 59,84$ ) ენგბადს. აირების ნარევის საერთო



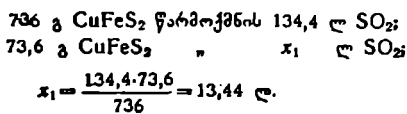
მოცულობა შეადგენს 393,28 ლ-ს, ხოლო მისი პროცენტული შედგენილობა. იქნება ასეთი:

$$\frac{320 \cdot 100}{393,28} = 81,3\% \text{ აზოტი, } \frac{13,44 \cdot 100}{393,28} = 3,4\% \text{ გოგირდის დიოქსიდი და } \frac{59,84 \cdot 100}{393,28} = 15,3\% \text{ ეანგბადი.}$$

მეორე ხერხი. ამოცანის პირობის მიხედვით დაწვეს 73,6 გ ქალკობრითი 400 ლ ჰაერში, რომელიც შეიცავდა 80 ლ ეანგბადს და 320 ლ აზოტს. ქალკობრითის წვის რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ



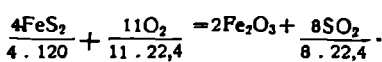
ამავე განტოლების მიხედვით



მაშასადამე, წარმოქმნილ აირების ნარევი იქნება 320 ლ აზოტი, 13,44 ლ გოგირდის დიოქსიდი და 59,84 ლ (80—20,16=59,84) ეანგბადი. აირების ნარევის მოცულობა 393,28 ლ-ის ტოლი იქნება, ხოლო მისი პროცენტული შედგენილობა იქნება ასეთი:

$$\frac{320 \cdot 100}{393,28} = 81,3\% \text{ აზოტი, } \frac{13,44 \cdot 100}{393,28} = 3,4\% \text{ გოგირდის დიოქსიდი და } \frac{59,84 \cdot 100}{393,28} = 15,3\% \text{ ეანგბადი:}$$

78. გოგირდის ალმადანის გამოწვისას რეაქცია მიმდინარეობს განტოლების მიხედვით:



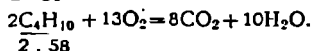
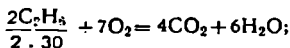
ამ ამოცანის ამოხსნისას უნდა ვისარგებლოთ ჰაერის მოცულობით, რომელიც თუცა უცილებელია განსაზღვრული რაოდენობით გოგირდის ალმადანის დასაწვად. ყველაზე უკეთესია ავიღოთ თანაფარდობები რეაქციის განტოლების მიხედვით. მისგან ჩანს, რომ 480 გ ალმადანის დაწვისათვის აუცილებელია 11.22,4=246,4 ლ ეანგბადი, რომელსაც შეიძლება შეიცავდეს 246,4.5=1232 ლ ჰაერი. ამოცანის პირობის მიხედვით ჰაერი უნდა იყოს ერთნაბევარი რაოდენობით, ე. ი. 1232 : 1,5=1848 ლ.

რეაქციაში 1848 ლ ჰაერი შეიცავდა 1478,4 ლ აზოტს (80%), რომელიც არ მონაწილეობს რეაქციაში, და 369,6 ლ (20%) ეანგბადს, რომლიდანაც 246,4 ლ რეაქციაში შევიდა, ხოლო 123,2 ლ დარჩა წარმოქმნილ ნარევიში. რეაქციის შედეგად წარმოიქმნა აგრეთვე 8.22,4=179,2 ლიტრი გოგირდის დიოქსიდი. ამგვარად, წარმოქმნილი ნარევის საერთო მოცულობა 1780,8 ლ-ის (179,2+123,2+1478,4=1780,8) ტოლი იყო და იგი შეიცავდა 179,2 ლ ანუ  $\frac{179,2 \cdot 100}{1780,8} = 10,06\%$  გო-

გრადის დიოქსიდს, რომელიც წარმოიქმნა რეაქციის შედეგად,  $123,2$  ლ ანუ  $\frac{1478,4 \cdot 100}{1780,8} = 6,92\%$  დარჩენილ ენგბადს და  $1478,4$  ლ ანუ  $\frac{123,2 \cdot 100}{1780,8} = 6,92\%$

აზოტს, რომელიც რეაქციაში მონაწილეობას არ იღებდა.

74. აფეთქების შედეგად ეთანი და ბუტანი რეაქციაში შედიან ჰაერის ენგბადთან განტოლებების თანხმად;



ამოცანის პირობის მიხედვით აფეთქეს  $500$  მლ ჰაერის ნარევი, რომელიც შეიცავდა  $100$  მლ ენგბადსა და  $400$  მლ აზოტს,  $20$  მლ ეთანისა და ბუტანის ნარევთან, რომლის სიმკვრივე წყალბადის მიმართ  $17,8$ -ის ტოლია. ამ ნარევის საშუალო მოლეკულური მასა  $2 \cdot 17,8 = 35,6$ -ის ტოლია. თუ მოლურ მოცულობაში ბუტანის წილს აღვნიშნავთ  $x$ -ით, მაშინ ეთანის წილი  $(1-x)$ -ის ტოლი იქნება. აქედან

$$58x + 30(1-x) = 35,6,$$

$$58x + 30 - 30x = 35,6$$

$$28x = 5,6$$

$$x = 0,2.$$

შეასაღამე, ნარევი უოფილა  $0,2$  ანუ  $20\%$  ანუ  $0,2 \cdot 20 = 4$  მლ ბუტანი და  $16$  მლ ( $20 - 4 = 16$ ) ეთანი.

ეთანისა და ბუტანის წვის რეაქციების განტოლებებიდან ჩანს, რომ  $1$  მლ ეთანის დაწვაზე იხარჯება  $3,5$  მლ ენგბადი, ხოლო  $1$  მლ ბუტანის დაწვაზე იხარჯება  $6,5$  მლ ენგბადი.  $16$  მლ ეთანის დასაწვავად დაიხარჯება  $16 \cdot 3,5 = 56$  მლ ენგბადი, ხოლო  $4$  მლ ბუტანის დაწვისას —  $4 \cdot 6,5 = 26$  მლ ენგბადი. რეაქციამდე არსებულ  $100$  მლ ენგბადიდან  $82$  მლ ( $56 + 26 = 82$ ) რეაქციაში შედის ეთანთან და ბუტანთან, ხოლო  $18$  მლ დარჩება. იმავე განტოლებებიდან ჩანს, რომ  $1$  მლ ეთანიდან წარმოიქმნება  $2$  მლ  $CO_2$ ,  $1$  მლ ბუტანიდან წარმოიქმნება  $4$  მლ  $CO_2$ , ხოლო ნარევი არსებულ  $16$  მლ ეთანიდან წარმოიქმნება  $32$  მლ  $CO_2$  და  $4$  მლ ბუტანიდან —  $16$  მლ  $CO_2$ . სისტემის ნორმალურ პირობებზე დაყვანით წყალი კონდენსირდება და პრაქტიკულად მოცულობასა და წნევაზე გავლენას არ მოახდენს. ამრიგად,  $520$  მლ საწყისი ნარევიდან, რომელიც შეიცავს  $400$  მლ აზოტს,  $100$  მლ ენგბადს,  $16$  მლ ეთანს და  $4$  მლ ბუტანს, წარმოიქმნა აირების ნარევი, რომელიც შეიცავს  $400$  მლ აზოტს,  $16$  მლ ენგბადს და  $48$  მლ ( $32 + 16 = 48$ ) ნახშირორჟანგს. წარმოქმნილი ნარევის საერთო მოცულობაა  $464$  მლ ( $400 + 16 + 48 = 464$ ) და ევლიომეტრში წნევა  $\frac{464 \cdot 760}{520} = 678$  მმ ვერტ. სექტის ტოლი იქნება:

### III. ეკვივალენტი და მოლეკულური მასა

75. პ ი რ ვ ე ლ ი ხ ე რ ხ ი. ამოცანის პირობით გამოიყო  $0,896$  ლ წყალბადი. თუ წყალბადის ეკვივალენტური მოცულობა  $11,2$  ლ-ის ( $\frac{22,4}{2} = 11,2$ )

ტოლია, ეს ნიშნავს, რომ გამოიყო  $\frac{0,896}{11,2} = 0,08$  ეკვივალენტი წყალბადი. ასე-

თი რაოდენობა შეიძლება გამოიყოს მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ რეაქციაში შევა 0,08 ეკვივალენტი ლითონი. მაშასადამე, ლითონის ეკვივალენტი  $\frac{1,6}{0,08} = 20$ -ის ტოლია.

მეორე ხერხი: ამოცანის პირობით 1,6 გ ლითონი წყლიდან აძეებს 0,896 ლ წყალბადს. ლითონის ეკვივალენტის განსაზღვრა ნიშნავს მოექმენოთ ლითონის ისეთი წონითი რაოდენობა, რომელიც გამოაქვებს 1 გ ანუ  $\frac{22,4}{2} = 11,2$  ლ წყალბადს;

0,896 ლ წყალბადს გამოაქვებს 1,6 გ ლითონი,  
11,2 ლ " " " 3 გ

$$\vartheta = \frac{11,2 \cdot 1,6}{0,896} = 20.$$

მაშასადამე, ეკვივალენტი 20-ის ტოლია.

76. ამოცანის პირობით 1,89 გ შევას ნეიტრალიზაციაზე დაიხარჯა 60 მლ მწვავე კალიუმის 0,5 N ხსნარი.

პირველი ხერხი. 1,89 გ შევას ნეიტრალიზაციაზე დაიხარჯა 0,06 ეკვივალენტი 0,5 N ხსნარი ანუ  $0,06 \cdot 0,5 = 0,03$  ეკვივალენტი მწვავე კალიუმში. რადგან ნეიტრალიზაციები რეაქციაში შედიან ეკვივალენტური რაოდენობებით, ამიტომ მწვავე რეაქციაში შევიდა 0,03 ეკვივალენტი. შევას ეკვივალენტი  $\frac{1,89}{0,03} = 63$ -ის ტოლია.

ასეთი ეკვივალენტი აქვს აზოტმწვავეს.

მეორე ხერხი. ამოცანის პირობით 1,89 გ შევას ნეიტრალიზაციაზე დაიხარჯა 60 მლ მწვავე კალიუმის 0,5 N ხსნარი. მისი ეკვივალენტი მოლეკულური მასის ტოლია, ე. ი. 56. ვპოულობთ, რომ

1000 მლ ხსნარი შეიცავს 0,5·56 გ KOH,  
60 მლ " " " x გ KOH.

$$x = \frac{60 \cdot 28}{1000} = 1,68 \text{ გ;}$$

1,68 გ KOH რეაქციაში შედის 1,89 გ შევასთან,  
56 გ KOH " " " 3 გ "

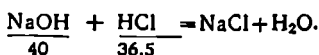
$$\vartheta = \frac{1,89 \cdot 56}{1,68} = 63.$$

ეკვივალენტი 63 აქვს აზოტმწვავეს.

77. ამოცანის პირობით 21 გ აზოტმწვავეს ნეიტრალიზაციაზე, რომლის ეკვივალენტი 63-ის ტოლია, დახარჯეს 50 გ ლითონის ჰიდროქსიდი. აქედან ლითონის

ჰიდროქსიდს აქვს ეკვივალენტი, რომელიც  $\frac{63 \cdot 50}{21} = 150$ -ის ტოლია. ლითონის ჰიდროქსიდის ეკვივალენტი OH ჰიდროქსიდოიდების ეკვივალენტებისა (რომელიც 17-ის ტოლია) და ლითონის ეკვივალენტების ჯამის ტოლია. აქედან ლითონის ეკვივალენტი  $150 - 17 = 133$ -ის ტოლია. ასეთი ეკვივალენტი აქვს ცეზიუმს.

78. მწვავე ნატრიუმის რეაქცია მარილმწვავესთან მიმდინარეობს განტოლებით:



პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით რეაქციაში შევიდა 40 მლ მარილმჟავას 0,2 N ხსნარი, რომელიც შეიცავს ქლორწყალბადის 0,04 · 0,2 = 0,008 ეკვივალენტს. რადგან ნივთიერებები რეაქციაში შედიან ეკვივალენტური რაოდენობებით, ამიტომ მწვავე ნატრიუმის რეაქციაში შევიდა 0,008 · 40 = 0,32 გ.

მეორე ხერხი. მილილიტრებში ხსნარის მოცულობის ნამრავლი მის ნორმალურ კონცენტრაციაზე განსაზღვრავს 1 N ხსნარის მილილიტრების რაოდენობას. თუ რეაქციაში შევიდა 40 მლ 0,2 N ხსნარი, ეს ნიშნავს, რომ რეაქციაში შევიდა 0,2 · 40 = 8 მლ მარილმჟავას 1 N ხსნარი. რადგან ნივთიერებები რეაქციაში შედიან ეკვივალენტური რაოდენობებით, ამიტომ 8 მლ მარილმჟავას 1 N ხსნარი დაიხარჯება 8 მლ მწვავე ნატრიუმის 1 N ხსნარის ნეიტრალიზაციაზე. 1 ლ 1 N ხსნარი შეიცავს 1 ეკვივალენტ ნივთიერებას, ხოლო 1 მლ 1 N ხსნარი — 0,001 ეკვივალენტს. ჩვენს შემთხვევაში 8 მლ 1 N ხსნარი შეიცავს 8 · 0,001 · 40 = 0,32 გ მწვავე ნატრიუმს.

მესამე ხერხი. ამოცანის პირობით მწვავე ნატრიუმის ნეიტრალიზაციაზე იხარჯება 40 მლ მარილმჟავას 0,2 N ხსნარი. 1 ლ 0,2 N ხსნარი შეიცავს 0,2 ეკვივალენტ ანუ 0,2 · 36,5 = 7,3 გ ქლორწყალბადს.

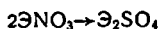
$$\begin{aligned} & 1000 \text{ მლ ხსნარი შეიცავს } 7,3 \text{ გ HCl,} \\ & 40 \text{ მლ } " " \text{ } x \text{ გ HCl,} \\ & x = \frac{7,3 \cdot 40}{1000} = 0,292 \text{ გ.} \end{aligned}$$

მწვავე ნატრიუმის მარილმჟავათი ნეიტრალიზაციის რეაქციის განტოლებიდან, ნანს, რომ

36,5 გ HCl რეაქციაში შედის 40 გ NaOH-თან,  
0,292 გ HCl რეაქციაში შედის  $x_1$  გ NaOH-თან,

$$x_1 = \frac{40 \cdot 0,292}{36,5} = 0,32 \text{ გ.}$$

78. უცნობი ლითონის ნიტრატის რეაქცია გოგირდმჟავასთან მიმდინარეობს სქემით:



პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით ლითონის ნიტრატიდან სულფატამდე გადასვლისას მარილის მასა შემცირდა 0,84 გ-ით (5,64 — 4,8 = 0,84), რადგან მარილის ეკვივალენტში ნიტრატ-იონი (ეკვივალენტი 62) ჩაინაცვლება სულფატ-იონით (ეკვივალენტი 48), 1 ეკვივალენტი ნიტრატის სულფატად გარდაქმნისას მარილის მასა უნდა შემცირდეს 14 გ-ით (62 — 48 = 14). ამოცანის პირობით მარილის მასა შემცირდა 0,84 გ-ით, მაშასადამე, რეაქციაში შევიდა მარილის  $\frac{0,84}{14} =$

$= 0,06$  ეკვივალენტი. მაშინ ნიტრატის ეკვივალენტი  $\frac{5,64}{0,06} = 94$ , ხოლო სულფატის ეკვივალენტი  $\frac{4,8}{0,06} = 80$ .

ლითონის ეკვივალენტი 32-ის (94 — 62 = 32 ანუ 80 — 48 = 32) ტოლია:

მეორე ხერხი. ლითონის ნიტრატის ეკვივალენტი ტოლია (M + 62), ხოლო სულფატის ეკვივალენტი — (M + 48). ამოცანის პირობით 5,64 გ ლითონის ნიტრატიდან წარმოიქმნა 4,8 გ ლითონის სულფატი:

$$\begin{aligned}
 &5,64 \text{ გ ნიტრატი წარმოქმნის } 4,8 \text{ გ სულფატს,} \\
 &(\text{მ}+62) \text{ გ " " } (\text{მ}+48) \text{ გ " } \\
 &5,64(\text{მ}+48)=4,8(\text{მ}+62), \\
 &5,64\text{მ}+270,72=4,8\text{მ}+297,6, \\
 &0,84\text{მ}=26,88, \\
 &\text{მ}=32.
 \end{aligned}$$

80. პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით 4,32 გ ლითონი უერთდება 17,04 გ (21,36-4,32=17,04) ანუ  $\frac{17,04}{35,5}=0,48$  ეკვივალენტ ქლორს: მაშასადამე, ლითონი რეაქციაში შედის 0,48 ეკვივალენტთან და მისი ეკვივალენტი  $\frac{4,32}{0,48}=9$ -ის ტოლია.

მეორე ხერხი. ამოცანის პირობით 4,32 გ ლითონი უერთდება 17,04 გრამ (21,36-4,32=17,04) ქლორს. რამდენადაც ქლორის ეკვივალენტი 35,5-ის ტოლია, ამიტომ საჭიროა განვსაზღვროთ ლითონის რაოდენობა, რომელიც უერთდება 35,5 გ ქლორს:

$$\begin{array}{ccc}
 17,04 \text{ გ ქლორი უერთდება } 4,32 \text{ გ ლითონს,} & & \\
 35,5 \text{ გ} & \text{მ} & \text{გ} \\
 \hline
 \text{მ} = \frac{4,32 \cdot 35,5}{17,04} = 9.
 \end{array}$$

მაშასადამე ლითონის ეკვივალენტი 9-ის ტოლია.

81. პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით განსაზღვრული რაოდენობით ლითონი უერთდება 1,92 გ მჟავურ ნაშთს და 1,42 გ ანუ  $\frac{1,42}{35,5}=0,04$  ეკვივალენტ ქლორს. რადგან ნივთიერებები რეაქციაში შედიან ეკვივალენტური რაოდენობებით და მჟავურ ნაშთთან რეაქციაში შევიდა ლითონის ისეთივე რაოდენობა, როგორც ქლორთან, მაშასადამე, რეაქციაში შევიდა აგრეთვე მჟავური ნაშთის 0,04 ეკვივალენტი, რომლის ეკვივალენტი  $\frac{1,92}{0,04}=48$ -ის ტოლია. მჟავას ეკვივალენტი 49-ის (48+1=49) ტოლია. მაშასადამე, ეს გოგირდმჟავაა.

მეორე ხერხი. ამოცანის პირობით ერთი და იგივე რაოდენობით ლითონი უერთდება 1,92 გ მჟავას და 1,42 გ ქლორს. რადგან ნივთიერებები რეაქციაში შედიან ეკვივალენტური რაოდენობებით, ამიტომ ლითონის რაოდენობა, რომელიც შეერთებულია 1 ეკვივალენტ ქლორთან, უნდა შეუერთდეს 1 ეკვივალენტ მჟავურ ნაშთს. მაშასადამე,

$$\begin{array}{ccc}
 1,42 \text{ გ Cl}_2 \text{ ეკვივალენტურია } 1,92 \text{ გ მჟავური ნაშთისა,} & & \\
 35,5 \text{ გ Cl}_2 & \text{ " } & \text{ x გ " } \\
 \hline
 \text{x} = \frac{35,5 \cdot 1,92}{1,42} = 48
 \end{array}$$

მჟავას ეკვივალენტი 49-ის (48+1=49) ტოლია: მაშასადამე, ეს გოგირდმჟავაა.

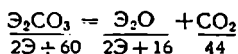
მესამე ხერხი. თუ 1,42 გ ქლორს უერთდება x გ ლითონი, მაშინ ლითონის 1 ეკვივალენტს უერთდება ქლორის (35,5) 1 ეკვივალენტი. აქედან ლითონის ეკვივალენტი მ ლ  $= \frac{35,5 \cdot \text{x}}{1,42}$  ამოცანის პირობით x გ ლითონი უერთ-

ღება 1,92 გ მჟავურ ნაშთს, ხოლო 1 ეკვივალენტი  $\text{O}$  ლ უნდა შეუერთდეს მჟავურ  
 რი ნაშთის 1 ეკვივალენტის  $\text{O}_8$  აქედან  $\text{O}_8 = \frac{\text{O}_8 \cdot x}{1,92}$  რადგან ორივე გან-  
 ტობებაში მხედველობაში გვაქვს ერთი და იგივე ლითონის ეკვივალენტი, ამიტომ

$$\frac{35,5x}{1,42} = \frac{\text{O}_8 \cdot x}{1,92}; \quad \text{O}_8 = \frac{35,5 \cdot 1,92}{1,42} = 48.$$

მჟავას ეკვივალენტი 49-ის ტოლია. მაშასადამე, ეს გოგირდმჟავაა.

82. უცნობი ლითონის კარბონატის თერმული დაშლის პროცესი შეიძლება ჩაე-  
 წეროს ასე:



სადაც  $\text{O}$  ლითონის ეკვივალენტია.

პ ი რ ვ ე ლ ი ხ ე რ ხ ი. ამოცანის პირობით გამოიყო 6,6 გ (15-8,4=6,6)

ანუ  $\frac{6,6}{44} = 0,15$  მოლი  $\text{CO}_2$ . რეაქციის განტოლებით 1 მოლი  $\text{CO}_2$  გამოიყოფა

1 მოლი კარბონატის დაშლის დროს. რადგან გამოიყო 0,15 მოლი  $\text{CO}_2$ , ამიტომ  
 15 გ ლითონის კარბონატი ასევე შეადგენს 0,15 მოლს, ხოლო ლითონის კარბო-  
 ნატის მოლეკულური მასა  $\frac{15}{0,15} = 100$ -ის ტოლია. ამ მარტივის ეკვივალენტი

$\frac{100}{2} = 50$ -ის ტოლია. რამდენადაც მარტივის ეკვივალენტი შედგება ლითონის ეკ-  
 ვივალენტისა და მჟავური ნაშთის ეკვივალენტისაგან, რომელიც  $\frac{60-30}{2}$

ტოლია, ამიტომ ლითონის ეკვივალენტი 20-ის (50-30=20) ტოლია.

მ ე ო რ ე ხ ე რ ხ ი. ამოცანის პირობით 15 გ ლითონის კარბონატის დაშლისას  
 წარმოიქმნება 8,4 გ მისი ოქსიდი და 6,6 გ (15-8,4=6,6)  $\text{CO}_2$ . რეაქციის  
 განტოლებით 1 მოლი  $\text{CO}_2$ -ის გამოყოფისას წარმოიქმნება 1 მოლი ანუ 2 ეკვი-  
 ვალენტი ლითონის ოქსიდი. მაშასადამე,

6,6 გ  $\text{CO}_2$ -ის გამოყოფისას წარმოიქმნება 8,4 გ ოქსიდი,

4,4 გ  $\text{CO}_2$ -ის " " " 20 გ "

$$\text{O} = \frac{44 \cdot 8,4}{2 \cdot 6,6} = 28.$$

ოქსიდის ეკვივალენტი ლითონისა და ეანგბადის (8) ეკვივალენტების ჯამის ტო-  
 ლია, ჩვენს შემთხვევაში იგი შეადგენს 28, ხოლო ლითონის ეკვივალენტი — 20  
 (28-8=20).

მ ე ს ა მ ე ხ ე რ ხ ი. ამოცანის პირობით 15 გ ლითონის კარბონატის დაშლი-  
 სს წარმოიქმნება 8,4 გ ლითონის ოქსიდი. ლითონის კარბონატის ეკვივალენტით  
 კარბონატ-იონისა და ლითონის ეკვივალენტების ჯამის ტოლია (30+ $\text{O}$ ), ხოლო  
 ლითონის ოქსიდის ეკვივალენტი ეანგბადისა და ლითონის ეკვივალენტების ჯა-  
 მის ტოლი, ე. ი. (8+ $\text{O}$ ). აქედან

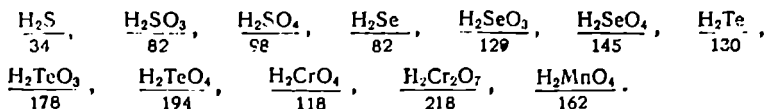
15 გ კარბონატის დაშლისას წარმოიქმნება 8,4 გ ოქსიდი,

(30+ $\text{O}$ ) გ " " " (8+ $\text{O}$ ) გ "

$$8,4(30+\text{O}) = 15(8+\text{O}),$$

$$\begin{aligned} 252 + 8,4\vartheta &= 120 + 15\vartheta, \\ 6,6\vartheta &= 132, \\ \vartheta &= 20. \end{aligned}$$

88. შეეკვსე ჯგუფის ელემენტები წარმოქმნიან ასეთ ორფუძიან მჟავებს:



ამ მჟავების ეკვივალენტები შესაბამისად ტოლი  $\frac{34}{2} = 17$ ;  $\frac{82}{2} = 41$ ;  $\frac{98}{2} = 49$ ;

$$\frac{81}{2} = 40,5; \quad \frac{129}{2} = 64,5; \quad \frac{145}{2} = 72,5; \quad \frac{130}{2} = 65; \quad \frac{178}{2} = 89; \quad \frac{194}{2} = 97; \quad \frac{118}{2} = 59;$$

$$\frac{218}{2} = 109; \quad \frac{162}{2} = 81.$$

პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით 5,8 გ მჟავას ნეიტრალიზაციაზე დაიხარჯა 40 მლ NaOH-ის 2 N ხსნარი ანუ  $2 \cdot 0,04 = 0,08$  ეკვივალენტი. მაშასადამე, მჟავა რეაქციაში შევიდა აგრეთვე 0,08 ეკვივალენტი. მჟავას ეკვივალენტო ტოლია  $\frac{5,8}{0,08} = 72,5$ , ე. ი. ეს არის სელენმჟავას  $H_2SeO_4$  ეკვივალენტი.

მეორე ხერხი. ამოცანის პირობით 5,8 გ მჟავას ნეიტრალიზაციაზე დაიხარჯა 40 მლ NaOH-ის 2 N ხსნარი, რომლის ეკვივალენტი მისი მოლუკულებრივ მასის, ე. ი. 40-ის ტოლია. ვპოულობთ, რომ

$$\begin{aligned} 1000 \text{ მლ ხსნარი შეიცავს } 40 \cdot 2 &= 80 \text{ გ NaOH,} \\ 40 \text{ მლ } & \text{ " } & x \text{ გ NaOH,} \\ x &= \frac{40 \cdot 80}{1000} = 3,2 \text{ გ;} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3,2 \text{ გ NaOH რეაქციაში შედის } 5,8 \text{ გ მჟავასთან,} \\ 40 \text{ გ NaOH } & \text{ " } & \vartheta \text{ გ } & \text{ " } \end{aligned}$$

$$\vartheta = \frac{40 \cdot 5,8}{3,2} = 72,5.$$

ეკვივალენტი 72,5 აქვს სელენმჟავას  $H_2SeO_4$ .

84. პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით 2,24 გ ლითონის გამოქეცებისას თუთიის ფირფიტის მასა გაიზარდა არა 2,24 გ-ით, არამედ მხოლოდ 0,94 გ-ით, რადგან ხსნარში გადავიდა 1,3 გ ანუ  $\frac{1,3}{32,5} = 0,04$  ეკვივალენტი თუთია. რამდენ-

ნადაც ნეთიერებები რეაქციაში შედიან ეკვივალენტური რაოდენობებით, ამიტომ უცნობი ლითონი რეაქციაში შევიდა აგრეთვე 0,04 ეკვივალენტის რაოდენობით. მისი ეკვივალენტია  $\frac{2,24}{0,04} = 56$ .

მეორე ხერხი. ამოცანის პირობით 2,24 გ ლითონის გამოქეცებისას ხსნარში გადავიდა 1,3 გ ( $2,24 - 0,94 = 1,3$ ) თუთია. მაშასადამე,

$$\begin{aligned} 1,3 \text{ გ თუთია გამოაქეცებს } 2,24 \text{ გ ლითონს,} \\ 32,5 \text{ გ } & \text{ " } & \vartheta \text{ გ } & \text{ " } \end{aligned}$$

$$\vartheta = \frac{32,5 \cdot 2,24}{1,3} = 56.$$

85. პირველი ხეობა. ამოცანის პირობით  $4,44 \text{ გ ანუ } \frac{4,44}{111} = 0,04$  მოლი კალციუმის ქლორიდიდან წარმოიქმნა აგრეთვე  $0,04$  მოლი ანუ  $8,76 \text{ გ}$  კრისტალიზირებული კრისტალიზრატის მოლეკულური მასა  $\frac{8,76}{0,04} = 219$ -ის ტოლია. 1 მოლი კრისტალიზრატი შეიცავს  $111 \text{ გ}$  კალციუმის ქლორიდს და  $108 \text{ გ}$  ( $219 - 111 = 108$ ) ანუ  $\frac{108}{18} = 6$  მოლ კრისტალიზაციურ წყალს. მაშასადამე, კალციუმის კრისტალიზრატის ფორმულა იქნება  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ .

მეორე ხეობა. ამოცანის პირობით  $4,44 \text{ გ}$  უწყლო კალციუმის ქლორიდიდან წარმოიქმნა  $8,76 \text{ გ}$  კრისტალიზრატი. აქედან

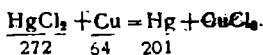
$4,44 \text{ გ CaCl}_2$  წარმოქმნის  $8,76 \text{ გ}$  კრისტალიზრატს,

$111 \text{ გ CaCl}_2$  " " " " " "

$$x = \frac{8,76 \cdot 111}{4,44} = 219 \text{ გ.}$$

$219 \text{ გ}$  კრისტალიზრატი შეიცავს  $111 \text{ გ}$  კალციუმის ქლორიდს და  $108 \text{ გ}$  ( $219 - 111 = 108$ ) ანუ  $\frac{108}{18} = 6$  მოლ კრისტალიზაციურ წყალს. მაშასადამე, კალციუმის ქლორიდის კრისტალიზრატის ფორმულა იქნება  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ .

86. სპილენძით ვერცხლისწყლის გამოძეგების რეაქცია მიმდინარეობს განტოლებით:



პირველი ხეობა. ამოცანის პირობით ვერცხლისწყლის გამოძეგებისას ხსნარიდან, რომელიც შეიცავს  $10,88 \text{ გ}$  ანუ  $\frac{10,88}{272} = 0,04$  მოლ ( $\frac{10,88}{136} = 0,08$

ეკვივალენტ) სულემას, სპილენძის ფირფიტის მასა გაიზარდა  $13,7\%$ -ით. თუ

ფირფიტაზე გამოყოფა  $0,04$  მოლი ( $0,08$  ეკვივალენტი) ანუ  $0,04 \cdot 201 = 8,04 \text{ გ}$  ( $0,08 \cdot 100,5 = 8,04$ ) ვერცხლისწყალი, მიზინ ხსნარში გადავა სპილენძის ეკვივალენტური რაოდენობა  $0,04 \cdot 64 = 2,56 \text{ გ}$  ( $0,08 \cdot 32 = 2,56$ ) და ფირფიტის მასა გაიზარდება  $5,48 \text{ გ}$ -ით ( $8,04 - 2,56 = 5,48$ ). რადგან ფირფიტის მასა გაიზარდა  $13,7\%$ -ით, ამიტომ მისი საწყისი მასა  $\frac{5,48}{0,137} = 40 \text{ გ}$ -ის ტოლი ყოფილა.

მეორე ხეობა. ამოცანის პირობით ხსნარში იყო  $10,88 \text{ გ}$  სულემა. ვერცხლისწყლის გამოძეგების რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ

$272 \text{ გ HgCl}_2$ -დან გამოიძეგება  $201 \text{ გ Hg}$ ,  
 $10,88 \text{ გ HgCl}_2$ -დან " " " "  $x \text{ გ Hg}$ ,

$$x = \frac{10,88 \cdot 201}{272} = 8,04 \text{ გ.}$$

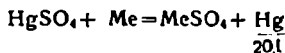
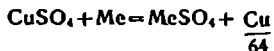
$201 \text{ გ Hg}$  გამოყოფისას ხსნარში გადადის  $64 \text{ გ Cu}$ ,  
 $8,04 \text{ გ Hg}$  გამოყოფისას " " " "  $x_1 \text{ გ Cu}$ ,

$$x_1 = \frac{8,04 \cdot 64}{201} = 2,56 \text{ გ.}$$



მაშასადამე, ფირფიტის მასა გაიზარდა 5,48 გ-ით (8,04—2,56=5,48) ანუ 13,7%-ით. ფირფიტის საწყისი მასა  $\frac{5,48 \cdot 100}{13,7} = 40$  გ-ის ტოლი ყოფილა.

67. სპილენძისა და ვერცხლის გამოქეების რეაქციები მიმდინარეობენ განტოლებებით:



რამდენადაც სპილენძის გამოქეებისას ფირფიტის მასა შემცირდა, ამიტომ ამ ლითონის ატომური მასა მეტია, ეიღრე სპილენძის ატომური მასა, მაგრამ ნაელები, ეიღრე ვერცხლისწყლის ატომური მასა, რადგან ვერცხლისწყლის გამოქეებისას ლითონი გამოიყოფა მეტი, ეიღრე ის გაღადის ხსნარში.

პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით ვერცხლისწყლის გამოქეებისას ფირფიტის მასა გაიზარდა 6,675%-ით. ფირფიტის მასის გაზარდა განპირობებულია ლითონისა და ვერცხლისწყლის ატომური მასების სხვაობით, ე. ი. ფირფიტაზე გამოყოფილი ვერცხლისწყლის მასასა და ხსნარში გადასული ლითონის მასას შორის სხვაობით (201—Me) გ. ფირფიტის მასის შემცირება სპილენძის გამოქეების დროს (Me—64) გ-ის ტოლია. ა ფირფიტის მასა ორივე შემთხვევაში შეადგენს:

$$a = \frac{(Me - 64) \cdot 100}{3,6}; \quad a = \frac{(201 - Me) \cdot 100}{6,675}, \quad \text{საიდანაც}$$

$$\frac{(Me - 64) \cdot 100}{3,6} = \frac{(201 - Me) \cdot 100}{6,675}$$

$$66,75 Me - 4272 = 7236 - 36Me,$$

$$102,75Me = 11508,$$

$$Me = 112.$$

112 — კალმიუმის ატომური მასაა. მისი ეკვივალენტი 56-ის ტოლია.

მეორე ხერხი. დაუშვათ, რომ ფირფიტის მასა 100 გ-ის ტოლი იყო. სპილენძის გამოქეებისას მისი მასა შემცირდა 3,6 გ-ით, ხოლო ვერცხლისწყლის გამოქეებისას გაიზარდა 6,675 გ-ით. ორივე ფირფიტის მასათა სხვაობა 10,275 გ-ის (6,675+3,6=10,275) ტოლია. თუ ფირფიტებზე გამოიყოფა თითო მოლი ვერცხლისწყალი და სპილენძი, მაშინ ერთ-ერთის მასა გაიზარდება (201—Me) გ-ით, ხოლო მეორისა — შემცირდება (Me—64) გ-ით. ფირფიტების მასათა სხვაობა ტოლი იქნება 201—Me+Me—64=137 გ. ამოცანის პირობაში მოცემული ფირფიტების მასების სხვაობის გაყოფით 1 მოლი თითოეული ლითონის გამოყოფისათვის გამოთვლილი მასების სხვაობაზე, შეიძლება განესაზღვროთ, რამდენი მოლი სპილენძი, ვერცხლისწყალი და უცნობი ლითონი შევიდა რეაქციაში:  $\frac{10,275}{137} = 0,075$ . მაშინ ფირფიტების

მასის შემცირება და მომატება შეადგენს:

$$0,075Me - 0,075 \cdot 64 = 3,6;$$

$$0,075 \cdot 201 - 0,075Me = 6,675;$$

$$0,075Me - 4,8 = 3,6;$$

$$15,075 - 0,075Me = 6,675;$$

$$0,075 Me = 8,4;$$

$$0,075 Me = 8,4;$$

$$Me = 112$$

$$Me = 112.$$

ფირფიტა დამზადებული იყო კალმიუმისაგან. მისი ეკვივალენტი 56-ის ტოლია.

86. კალიუმის პერმანგანატში მანგანუმი გოგირდმჟავა გარემოში აღდგენისას იცვლის უანვეის ხარისხს +7-დან +2-მდე, ე. ი. 1 ატომი მანგანუმი იერთებს 5 ელექტრონს. ამიტომ კალიუმის პერმანგანატის ეკვივალენტი ამ რეაქციაში ტოლად მისი მოლეკულური მასა გაყოფილი 5-ზე, ე. ი.  $\frac{158}{5} = 31,6$ . ამოცანის პირობით

რეაქციაში შევიდა 1,896 გ ანუ  $\frac{1,896}{31,6} = 0,06$  ეკვივალენტი კალიუმის პერმანგანატი.

რადგან ნიეთიერებები რეაქციაში შედიან ეკვივალენტური რაოდენობებით, ცხადია, რომ უცნობი ნიეთიერება რეაქციაში შევიდა აგრეთვე 0,06 ეკვივალენტის რაოდენობით, მისი ეკვივალენტი  $\frac{1,02}{0,06} = 17$ -ის ტოლია.

88. გაზის მოცულობა მცირდება ლითონით ჰაერის უანგბადის შეკავშირების შედეგად.

პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით 0,24 გ ლითონი რეაქციაში შევიდა 112 მლ ანუ  $\frac{0,112}{22,4} = 0,005$  მოლ ანუ  $\frac{0,112}{5,6} = 0,02$  ეკვივალენტ უანგბადთან. მაშასადამე,

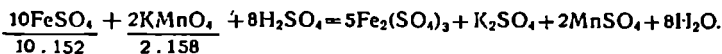
ლითონი იყო აგრეთვე 0,02 ეკვივალენტი და მისი ეკვივალენტი  $\frac{0,24}{0,02} = 12$ -ის ტოლია.

მეორე ხერხი. ამოცანის პირობით 0,24 გ ლითონი რეაქციაში შედის 112 მლ ანუ  $\frac{0,112 \cdot 32}{22,4} = 0,16$  გ უანგბადთან. უანგბადის ეკვივალენტი 8-ის ტოლია. მაშასადამე,

0,16 გ  $O_2$  რეაქციაში შედის 0,24 გ ლითონთან,  
 8 გ  $O_2$  " " " " 24 გ " "

$$\frac{9 = 8 \cdot 0,24}{0,16} = 12.$$

90. რეაქცია  $FeSO_4$ -სა და  $KMnO_4$ -ის შორის გოგირდმჟავა გარემოში მიმდინარეობს განტოლებით:



პირველი ხერხი. 20 მლ  $FeSO_4$ -ის გატიტვრაზე დაიხარჯა 30 მლ (0,03 ლ)  $KMnO_4$ -ის 0,1 N ხსნარი ანუ 0,03 . 0,1 = 0,003 ეკვივალენტი  $KMnO_4$ . რადგან ნიეთიერებები რეაქციაში შედიან ეკვივალენტური რაოდენობებით, მაშასადამე, რეაქციაში შესულა 0,003 ეკვივალენტი  $FeSO_4$ . გატიტვრაზე დაიხარჯა მხოლოდ 20 მლ ხსნარი, მაშასადამე, 300 მლ ხსნარში ყოფილა 15-ჯერ მეტი  $FeSO_4$ , ე. ი. 0,003 . 15 = 0,045 ეკვივალენტი.  $FeSO_4$ -ის ეკვივალენტი ამ რეაქციაში მისი მოლეკულური მასის ტოლია, რადგან დეჟანვეის დროს 1 იონი რკინა გასცემს 1 ელექტრონს, 300 მლ ხსნარი შეიცავდა 0,045 მოლ  $FeSO_4$ -ს. რკინის აქსპის კრისტალჰიდრატის  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  მოლეკულური მასა 278-ის ტოლია. მაშასადამე, გახსნეს 0,045 . 278 = 12,51 გ რკინის აქსპი.

მეორე ხერხი.  $FeSO_4$ -ის გატიტვრაზე, რომელსაც შეიცავდა 20 მლ ხსნარი, დაიხარჯა  $KMnO_4$ -ის 30 . 0,1 = 3 მლ 1 N ხსნარი. რადგან ერთნაირი ნორმალური კონცენტრაციების მქონე ხსნარები რეაქციაში შედიან ერთნაირი მოცულობითი თანაფარდობით, ამიტომ  $FeSO_4$ -ის 1 N ხსნარის ასევე 3 მლ შესულა რეაქციაში. რამდენადაც გატიტვრაზე დაიხარჯა 300 მლ-დან მხოლოდ 20 მლ ხსნარი, ამიტომ მის

300 მლ-ში იქნება 15-ჯერ მეტი  $FeSO_4$ . ე. ი.  $3 \cdot 15 = 45$  მლ 1 N ხსნარი. 1 ლ 1 N ხსნარი შეიცავს  $FeSO_4$ -ის 1 ეკვივალენტს, ხოლო 1 მლ 1 N ხსნარი — 0,001 ეკვივალენტს. ჩვენს შემთხვევაში  $FeSO_4$ -ის ეკვივალენტი მისი მოლის ტოლია. რკინის აქსპის მთლიანი წარმოიქმნება უწყლო მარილის მოლიდან. მაშასადამე, 300 მლ ხსნარში გახსნილი უოფილა  $0,45 \cdot 0,001 \cdot 278 = 12,51$  გ რკინის აქსპი. ეს რაოდენობა შეიძლება განისაზღვროს ფორმულით:

$$B = V \cdot N_{II} \cdot 15 \cdot 0,001 \cdot 278$$

სადაც —  $B$  არის  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ -ის რაოდენობა გ-ობით,  $V_{II}$  —  $KMnO_4$ -ის ხსნარის მოცულობა მლ-ობით,  $N_{II}$  —  $KMnO_4$ -ის ხსნარის ნორმალური კონცენტრაცია; 15 — რიცხვია, რომელიც გვიჩვენებს, ხსნარის რა ნაწილი დაიხარჯა გატიტრებაზე, 278 — რკინის აქსპის ეკვივალენტი.

$$B = 300 \cdot 0,1 \cdot 15 \cdot 0,001 \cdot 278 = 12,51 \text{ გ.}$$

შესაბამებოდა ამოცანის პირობით 20 მლ ხსნარის გატიტრებაზე დაიხარჯა 50 მლ  $KMnO_4$ -ის 0,1 N ხსნარი.  $KMnO_4$ -ის ეკვივალენტი ამ რეაქციაში  $\frac{158}{5} = 31,6$ -ის ტოლია. 1 ლ 0,1 N ხსნარი შეიცავს 0,1 ეკვივალენტს ანუ  $0,1 \cdot 31,6 = 3,16$  გ  $KMnO_4$ :

1000 მლ ხსნარი შეიცავს 3,16 გ  $KMnO_4$ ,

30 მლ " " " "  $x$  გ  $KMnO_4$ ,

$$x = \frac{30 \cdot 3 \cdot 16}{1000} = 0,0948 \text{ გ.}$$

რკინის (II) სულფატის კალიუმის პერმანგანატით დაქანგვეს რეაქციის განტოლებებს მიხედვით

316 გ  $KMnO_4$  რეაქციაში შედის 1520 გ  $FeSO_4$ -თან,  
0,0948 გ  $KMnO_4$  " " "  $x_1$  გ  $FeSO_4$ -თან,

$$x_1 = \frac{0,0948 \cdot 1520}{316} = 0,456 \text{ გ.}$$

300 მლ ხსნარი შეიცავდა 15-ჯერ მეტ რკინის (II) სულფატს, ე. ი.  $15 \cdot 0,456 = 6,84$  გ. რკინის აქსპის კრისტალჰიდრატის ფორმულიდან ჩანს, რომ

152 გ  $FeSO_4$  წარმოქმნის 278 გ  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ,

6,84 გ  $FeSO_4$  " " "  $x_2$  გ  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ,

$$x_2 = \frac{6,84 \cdot 278}{152} = 12,51 \text{ გ.}$$

01. პირველი ხერხი ამოცანის პირობით წარმოიქმნა  $4,48$  ლ ანუ  $\frac{4,48}{22,4} = 0,2$  მოლი  $CO_2$ , რომელიც შეიცავს 0,2 მოლ ანუ  $0,2 \cdot 12 = 2,4$  გ ნახშირბადს და  $4,32$  გ ანუ  $\frac{4,32}{18} = 0,24$  მოლ  $H_2O$ , რომელიც შეიცავს  $0,24 \cdot 2 = 0,48$  გ მოლ ანუ 0,48 გ წყალბადს. ნახშირბადისა და წყალბადის მასა 2,88 გ ტოლია, ე. ი. ნივთიერება შედგება ნახშირბადისა და წყალბადისაგან. ნახშირბადისა და წყალბადის ატომებს შორის თანაფარდობა ტოლია:

$$C : H = 0,2 : 0,48 = 1 : 2,4 = 5 : 12.$$

მაშასადამე, ნაერთის ფორმულაა  $C_5H_{12}$ .

მეორე ხერხი: ნახშირბადის დიოქსიდის ფორმულიდან ჩანს, რომ

$$22,4 \text{ ლ } CO_2 \text{ შეიცავს } 12 \text{ გ } C,$$

$$44,8 \text{ ლ } CO_2 \text{ " } x \text{ გ } C,$$

$$x = \frac{4,84 \cdot 12}{22,4} = 2,4 \text{ გ.}$$

წყლის ფორმულიდან ჩანს, რომ

$$18 \text{ გ } H_2O \text{ შეიცავს } 2 \text{ გ } H_2,$$

$$4,32 \text{ გ } H_2O \text{ " } x_1 \text{ გ } H_2,$$

$$x_1 = \frac{4,32 \cdot 2}{18} = 0,48 \text{ გ.}$$

ნახშირბადისა და წყალბადის მასა ტოლია აღებული ნივთიერების მასისა — 2,88 გ ( $2,4 + 0,48 = 2,88$ ). გამოდის, რომ ნახშირბადისა და წყალბადის გარდა მასში სხვა ელემენტები არ უოფილა. ნახშირბადისა და წყალბადის ატომებს შორის თანაფარდობა ტოლია:

$$C : H = \frac{2,4}{12} : \frac{0,48}{1} = 0,2 : 0,48 = 1 : 2,4 = 5 : 12.$$

ნივთიერების ფორმულაა  $C_5H_{12}$ .

82. ამოცანის პირობით 2 გ ლითონიდან წარმოიქმნა 6 გ მისი სულფატი, რომელიც 2 გ ლითონი შეერთებულია 4 გ გოგირდმჟეავას მჟავეურ ნაშთთან. სულფატის ეკვივალენტი 48-ის ტოლია. აქედან გამოდინარე

2 გ ლითონი შეერთებულია 4 გ მჟავეურ ნაშთთან,

3 გ " " " " 48 გ " " "

$$3 = \frac{48 \cdot 2}{4} = 24.$$

ლითონის ეკვივალენტი 24-ის ტოლია.

88. პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით 1,84 გ ორგანული ნივთიერებიდან წარმოიქმნა 1,344 ლ ანუ  $\frac{1,344}{22,4} = 0,06$  მოლი  $CO_2$ , რომელიც შეიცავს 0,06 მოლ

ანუ  $0,06 \cdot 12 = 0,72$  გ ნახშირბადს, და 1,44 გ ანუ  $\frac{1,44}{18} = 0,08$  მოლ  $H_2O$ , რომელიც

შეიცავს 0,16 მოლ ანუ 0,16 გ წყალბადს. ნახშირბადისა და წყალბადის მასა მხოლოდ 0,88 გ-ის ტოლია, ხოლო ნივთიერების დანარჩენ რაოდენობას შეადგენს ეთანგადა.

მაშასადამე, 1,84 გ ნივთიერება შეიცავს 0,96 გ ანუ  $\frac{0,96}{16} = 0,06$  მოლ ეთანგადას. ნივთიერების მოლეკულაში ნახშირბადის, წყალბადისა და ეთანგადის ატომებს შორის

თანაფარდობა ტოლია:

$$C : H : O = 0,06 : 0,16 : 0,06 = 1 : 2,67 : 1 = 3 : 8 : 3.$$

ნივთიერების ფორმულაა —  $C_3H_8O_3$ .

მეორე ხერხი. ამოცანის პირობით 1,84 გ ნივთიერების დაწვისას წარმოიქმნა 1,344 ლ  $CO_2$  (ნ. პ.) და 1,44 გ  $H_2O$ . ნახშირბადის დიოქსიდის ფორმულიდან ჩანს, რომ

$$22,4 \text{ ლ } \text{CO}_2 \text{ შეიცავს } 12 \text{ გ } \text{C},$$

$$1,344 \text{ ლ } \text{CO}_2 \text{ " } x \text{ გ } \text{C},$$

$$x = \frac{12 \cdot 1,344}{22,4} = 0,72 \text{ გ.}$$

წყლის ფორმულიდან ჩანს, რომ

$$18 \text{ გ } \text{H}_2\text{O} \text{ შეიცავს } 2 \text{ გ } \text{H}_2,$$

$$1,44 \text{ გ } \text{H}_2\text{O} \text{ " } x_1 \text{ გ } \text{H}_2,$$

$$x_1 = \frac{2 \cdot 1,44}{18} = 0,16 \text{ გ.}$$

1,84 გ ნეთიერებაში ნახშირბადისა და წყალბადის მასა 0,88 გ-ის ( $0,72 + 0,16 = 0,88$ ) ტოლია ნეთიერების დანარჩენ რაოდენობას შეადგენს ეანგბადი 0,96 გ ( $1,84 - 0,88 = 0,96$ ). ნეთიერების მოლეკულაში ნახშირბადის, წყალბადისა და ეანგბადის ატომებს შორის თანაფარდობა ტოლია:

$$\text{C} : \text{H} : \text{O} = \frac{0,72}{12} : \frac{0,16}{1} : \frac{0,96}{16} = 0,06 : 0,16 : 0,06 = 1 : 2,67 : 1 = 3 : 8 : 3$$

საწყისი ნეთიერების ფორმულაა  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ .

84. მძიმე ლითონის ნიტრატის დაშლის რეაქცია მიმდინარეობს განტოლებით:



(ანალიტიკური განტოლება შეიძლება დაეწერათ ლითონებისთვისაც სხვა ვალენტურ მდგომარეობაში).

პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით 6,62 გ ლითონის ნიტრატის დაშლის დროს გამოიყო 1,12 ლ ანუ  $\frac{1,12}{22,4} = 0,05$  მოლი გზების ნარევი. რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ 2 მოლი ლითონის ნიტრატის დაშლისას გამოიყოფა 5 მოლი გაზთა ნარევი (4 მოლი  $\text{NO}_2$  და 1 მოლი  $\text{O}_2$ ). რადგან ამოცანის პირობით გამოიყო 0,05 მოლი გაზების ნარევი, ამიტომ დაშლილია  $\frac{0,05 \cdot 2}{5} = 0,02$  მოლი ლითონის ნიტრატი.

ლითონის ნიტრატის მოლეკულური მასა  $\frac{6,62}{0,02} = 331$ -ის ტოლია. ლითონის ატომური მასა 207-ის ( $331 - 2 \cdot 62 = 207$ ) ტოლია. მაშასადამე, დასაშლელი მარილი ტყეის ნიტრატია  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ .

მეორე ხერხი. ამოცანის პირობით 6,62 გ ლითონის ნიტრატის დაშლით გამოიყო 1,12 ლ გაზების ნარევი. რეაქციის განტოლებით 2 მოლი ლითონის ნიტრატის დაშლით გამოიყოფა 22,4 · 5 = 112 ლ გაზების ნარევი. მაშასადამე,

$$1,12 \text{ ლ გაზების ნარევი გამოიყოფა } 6,62 \text{ გ ნიტრატის დაშლისას,}$$

$$112 \text{ ლ " " } (2A_{\text{Me}} + 4 \cdot 62) \text{ გ "}$$

$$2A_{\text{Me}} = \frac{6,62 \cdot 112}{1,12} = 4,62,$$

$$A_{\text{Me}} = \frac{662 - 248}{2} = 207.$$

დასაშლელი მარილია ტყეის ნიტრატი  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ .

85. 100 გ ნეთიერება შეიცავს 85,71 გ ნახშირბადსა და 14,29 გ წყალბადს. ამ

ნიეთიერების მოლეკულაში ნახშირბადისა და წყალბადის ატომებს შორის თანაფარ-  
ლობა შეადგენს

$$C : H = \frac{85,71}{12} : \frac{14,29}{1} = 7,14 : 14,29 = 1 : 2.$$

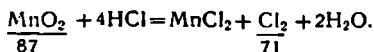
მაშასადამე, ნაერთის უმარტივესი ფორმულა  $CH_2$  (მოლეკულური მასა 14).  
ნაერთის მოლეკულურ მასას ეპოულობთ მენდელეევი-კლაპეირონის განტოლებით.  
ამოცანის პირობით 42 გ ნიეთიერება  $127^{\circ}C$  და 5 ატმ წნევის დროს იკავებს 3,28 ლ  
მოცულობას. მაშინ

$$M = \frac{mRT}{Vp} = \frac{42 \cdot 0,082 \cdot 400}{3,28 \cdot 5} = 84.$$

მაშასადამე, კვშმარტი ფორმულა შედგება ექვსი უმარტივესისაგან  $\left(\frac{84}{14} = 6\right)$

ე. ი.  $C_6H_{12}$ .

96. მანგანუმის დიოქსიდსა და კონცენტრირებულ მარილმჟავას შორის რეაქცია  
მიმდინარეობს განტოლებით:



პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით რეაქციაში შევიდა 6,96 გ მანგანუმის  
დიოქსიდი. მანგანუმის დიოქსიდსა და მარილმჟავას შორის რეაქციის განტოლებიდან  
გამომდინარეობს, რომ მანგანუმის დიოქსიდის ეკვივალენტი მისი მოლეკულური მა-  
სის 2-ზე განყოფის ტოლია, ე. ი.  $\frac{87}{2} = 43,5$ . მაშასადამე, რეაქციაში შევიდა  $\frac{6,96}{43,5} =$   
 $= 0,16$  მანგანუმის დიოქსიდის ეკვივალენტი, რის შედეგადაც გამოიყო 0,16 ეკვი-  
ვალენტი ქლორი, რომლიდანაც წარმოიქმნა 0,16 ეკვივალენტი ქლორადი. ლითონის  
ქლორიდის ეკვივალენტი  $\frac{7,6}{0,16} = 47,5$ -ის ტოლია, ხოლო ლითონის ეკვივალენტია  
 $12(47,5 - 35,5 = 12)$ .

მეორე ხერხი. ამოცანის პირობით რეაქციაში შევიდა 6,96 გ მანგანუმის  
დიოქსიდი. მანგანუმის დიოქსიდსა და მარილმჟავას შორის რეაქციის განტოლებიდან  
ჩანს, რომ

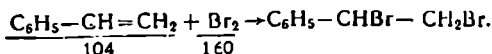
$$\begin{aligned} 87 \text{ გ } MnO_2 & \text{ წარმოქმნის } 71 \text{ გ } Cl_2, \\ 6,96 \text{ გ } MnO_2 & \text{ ,, } x \text{ გ } Cl_2 \\ x & = \frac{71 \cdot 6,96}{87} = 5,68 \text{ გ.} \end{aligned}$$

წარმოქმნილ 7,6 გ ლითონის ქლორიდში 5,68 გ ქლორი შეერთებულია 1,92 გ  
ლითონთან:

$$\begin{aligned} 5,68 \text{ გ } Cl_2 & \text{ შეერთებულია } 1,92 \text{ გ ლითონთან,} \\ 35,5 \text{ გ } Cl_2 & \text{ ,, } 3 \text{ გ ლითონთან,} \end{aligned}$$

$$3 = \frac{1,92 \cdot 35,5}{5,68} = 12.$$

97. სტიროლის შემცველობას განსაზღვრავენ რეაქციების განტოლებებით:





1000 მლ ხსნარი შეიცავს 15,8 გ  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ,  
 20 მლ " " "  $x_1$  გ  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ,

$$x_1 = \frac{15,8 \cdot 20}{1000} = 0,316 \text{ გ.}$$

იოდსა და თიოსულფატს შორის რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ

316 გ  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  რეაქციაში შედის 254 გ  $\text{I}_2$ -თან,  
 0,316 გ  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  " "  $x_2$  გ  $\text{I}_2$ -თან,

$$x_2 = \frac{254 \cdot 0,316}{316} = 0,254 \text{ გ.}$$

ბრომსა და კალიუმის იოდიდს შორის რეაქციის განტოლებიდან გამომდინარეობს, რომ

254 გ  $\text{I}_2$  წარმოიქმნება, თუ რეაქციაში შევა 160 გ  $\text{Br}_2$ ,  
 0,254 გ  $\text{I}_2$  " " "  $x_3$  გ  $\text{Br}_2$ ,

$$x_3 = \frac{160 \cdot 0,254}{254} = 0,16 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, 0,16 გ ბრომი რეაქციაში შევიდა კალიუმის იოდიდთან, ხოლო 0,8 გ (0,96 - 0,16 = 0,8) სტიროლთან. სტიროლსა და ბრომს შორის რეაქციის განტოლებიდან გამომდინარეობს, რომ

160 გ  $\text{Br}_2$  რეაქციაში შედის 104 გ სტიროლთან,  
 0,8 გ  $\text{Br}_2$  " " "  $x_4$  გ " "

$$x_4 = \frac{104 \cdot 0,8}{160} = 0,52 \text{ გ.}$$

ამრიგად, ხსნარში იყო 0,52 გ სტიროლი.

98. პირველი ხერხი. 48,3 გ კრისტალჰიდრატის გავარეარებისას წარმოიქმნა 21,3 გ ანუ  $\frac{21,3}{142} = 0,15$  მოლი უწყლო ნატრიუმის სულფატი. მაშასადამე, გავარეარეს 0,15 მოლი კრისტალჰიდრატი. კრისტალჰიდრატის მოლეკულური მასა  $\frac{48,3}{0,15} = 322$ -ის ტოლია. 1 მოლი კრისტალჰიდრატი შეიცავს 1 მოლ ანუ 142 გ უწყლო ნატრიუმის სულფატს და 180 გ (322 - 142 = 180) ანუ  $\frac{180}{18} = 10$  მოლ წყალს.

კრისტალჰიდრატის ფორმულა  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$   
 მეორე ხერხი. ამოცანის პირობით 48,3 გ კრისტალჰიდრატის გავარეარებისას წარმოიქმნება 21,3 გ უწყლო ნატრიუმის სულფატი:

21,3 გ  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  წარმოიქმნება 48,3 გ კრისტალჰიდრატიდან,  
 142 გ  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  " "  $x$  გ

$$x = \frac{142 \cdot 48,3}{21,3} = 322 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, 322 გ კრისტალჰიდრატი შეიცავს 142 გ უწყლო ნატრიუმის სულფატს და 180 გ ანუ  $\frac{180}{18} = 10$  მოლ კრისტალჰიდრატის წყალს. კრისტალჰიდრატის ფორმულა  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ .

99. პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით 6,8 გ ლითონის ოქსიდი აღდგება ისეთი რაოდენობის წყალბადით, რომელიც გამოიქმნება მარილმჟავადან ან გო-



გირღმეაუდან 13 გ ანუ  $\frac{13}{65}=0,2$  მოლი ანუ  $\frac{13}{32,5}=0,4$  ეკვივალენტი თუთიით. რადგან ნივთიერებები რეაგირებენ ეკვივალენტური შეფარდებებით, ამიტომ წყალბადიც და ლითონის ოქსიდიც უნდა იყოს 0,4 ეკვივალენტი. აქედან ლითონის ოქსიდის ეკვივალენტი  $\frac{6,8}{0,4}=17$ -ის ტოლია, ხოლო ლითონის ეკვივალენტი — 9-ის. (17-8=9) ტოლი.

მეორე ხერხი. ამოცანის პირობით 6,8 გ ლითონის ოქსიდის აღდგენაზე იხარჯება ისეთი რაოდენობით წყალბადი, რომელიც წარმოიქმნება მისი გამოქვეყნებით მარილმეაუდან ან გოგირღმეაუდან 13 გ თუთიით. 1 მოლი ანუ 65 გ თუთია გამოაქვეყნებს 1 მოლ ანუ 2 გ წყალბადს, საიდანაც

$$65 \text{ გ თუთია გამოაქვეყნებს } 2 \text{ გ } H_2,$$

$$13 \text{ გ } " " " x \text{ გ } H_2,$$

$$x = \frac{2 \cdot 13}{65} = 0,4 \text{ გ;}$$

$$0,4 \text{ გ } H_2 \text{ აღადგენს } 6,8 \text{ გ ოქსიდს,}$$

$$1 \text{ გ } H_2 " " 9 \text{ გ } "$$

$$9 = \frac{6,8 \cdot 1}{0,4} = 17.$$

მაშასადამე, ლითონის ოქსიდის ეკვივალენტი 17-ის ტოლია, ხოლო ლითონის ეკვივალენტი 9-ის (17-8=9) ტოლი.

100. პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით 1,44 გ ნივთიერების დაწვისას წარმოიქმნა 0,53 გ ანუ  $\frac{0,53}{106}=0,005$  მოლი სოდა, რომელიც შეიცავს 0,005 მოლ

ნახშირბადსა და 0,01 მოლ ნატრიუმს; 1,456 ლ ანუ  $\frac{1,456}{22,4}=0,065$  მოლი ნახშირბადის

დიოქსიდი, რომელიც შეიცავს 0,065 მოლ ნახშირბადს; 0,45 გ ანუ  $\frac{0,45}{18}=0,025$  მო-

ლი წყალი, რომელიც შეიცავს 0,05 მოლ წყალბადს. მაშასადამე, 1,44 გ ნივთიერებაში იყო 0,07 მოლი (0,005 + 0,065 = 0,07) ანუ  $0,07 \cdot 12 = 0,84$  გ ნახშირბადი, 0,05 მო-

ლი ანუ 0,05 გ წყალბადი და 0,01 მოლი ანუ  $0,01 \cdot 23 = 0,23$  გ ნატრიუმი, დანარჩენ 0,32 გ (1,44 - 0,05 - 0,84 - 0,23 = 0,32) ანუ  $\frac{0,32}{16} = 0,02$  მოლს შეადგენდა ენგბადი.

ნახშირბადის, წყალბადის, ენგბადისა და ნატრიუმის ატომებს შორის თანაფარდობა ტოლია:

$$C : H : O : Na = 0,07 : 0,05 : 0,02 : 0,01 = 7 : 5 : 2 : 1.$$

ნივთიერების ფორმულაა  $C_7H_5O_2Na$  ანუ  $C_6H_5COONa$ .

მეორე ხერხი. ამოცანის პირობით 1,44 გ ნივთიერებიდან წარმოიქმნა 0,53 გ სოდა, 1,456 გ ნახშირბადის დიოქსიდი და 0,45 გ  $H_2O$ . სოდის ფორმულიდან ჩანს, რომ:

$$106 \text{ გ } Na_2CO_3 \text{ შეიცავს } 12 \text{ გ } C,$$

$$0,53 \text{ გ } Na_2CO_3 \text{ შეიცავს } x \text{ გ } C,$$

$$x = \frac{12 \cdot 0,53}{106} = 0,06 \text{ გ;}$$

106 გ  $\text{NaCO}_3$  შეიცავს 46 გ  $\text{Na}$ ,  
 0,53 გ  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  "  $x_1$  გ  $\text{Na}$ ,

$$x_1 = \frac{46 \cdot 0,53}{106} = 0,23 \text{ გ.}$$

ნახშირბადის დიოქსიდის ფორმულიდან ჩანს, რომ

22,4 ლ  $\text{CO}_2$  შეიცავს 12 გ  $\text{C}$ ,  
 1,456 ლ  $\text{CO}_2$  "  $x_2$  გ  $\text{C}$ ,

$$x_2 = \frac{12 \cdot 1,456}{22,4} = 0,78 \text{ გ.}$$

წყლის ფორმულიდან ჩანს, რომ

18 გ  $\text{H}_2\text{O}$  შეიცავს 2 გ  $\text{H}_2$ ,  
 0,45 გ  $\text{H}_2\text{O}$  "  $x_3$  გ  $\text{H}_2$ ,

$$x_3 = \frac{2 \cdot 0,45}{18} = 0,05 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, 1,44 გ ნეთიერება შეიცავდა 0,84 გ ( $0,78 + 0,06 = 0,84$ ) ნახშირბადს, 0,05 გ წყალბადს, 0,23 გ ნატრიუმსა და 0,32 გ ( $1,44 - 0,84 - 0,05 - 0,23 = 0,32$ ) ეანგბადს. ნახშირბადის, წყალბადის, ეანგბადისა და ნატრიუმის ატომებს შორის თანაფარდობა ტოლია:

$$\text{C} : \text{H} : \text{O} : \text{Na} = \frac{0,84}{12} : \frac{0,05}{1} : \frac{0,32}{16} : \frac{0,23}{23} = 0,07 : 0,05 : 0,02 : 0,01 = 7 : 5 : 2 : 1.$$

ნეთიერების ფორმულაა  $\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_2\text{Na}$  ანუ  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa}$ .

101. პ ი რ ვ ე ლ ი ხ ე რ ხ ი. ამოცანის პირობით 6,3 გ ნეთიერების დაწვისას წარმოიქმნა 1,59 გ ანუ  $\frac{1,59}{106} = 0,015$  მოლი სოდა  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , რომელიც შეიცავს

0,015 მოლ ნახშირბადს და 0,03 მოლ ნატრიუმს; 2,07 გ ანუ  $\frac{2,07}{138} = 0,015$  მოლი პოტასიუმის  $\text{K}_2\text{CO}_3$ , რომელიც შეიცავს 0,015 მოლ ნახშირბადს და 0,03 მოლ კალიუმს;

2,016 ლ ანუ  $\frac{2,016}{22,4} = 0,09$  მოლი ნახშირბადის დიოქსიდი, რომელიც შეიცავს 0,09 მოლ

ნახშირბადს; 1,08 გ ანუ  $\frac{1,08}{18} = 0,06$  მოლი წყალი, რომელიც შეიცავს 0,12 მოლ

წყალბადს. მაშასადამე, 6,3 გ ნეთიერება შეიცავდა 0,12 მოლ ( $0,09 + 0,015 + 0,015 = 0,12$ ) ანუ  $0,12 \cdot 12 = 1,44$  გ ნახშირბადს, 0,12 მოლ ანუ 0,12 გ წყალბადს, 0,03 მოლ ანუ  $0,03 \cdot 23 = 0,69$  გ ნატრიუმს, 0,03 მოლ ანუ  $0,03 \cdot 39 = 1,17$  გ კალიუმს და 2,88 გ ( $6,3 - 1,44 - 0,69 - 1,17 = 2,88$ ) ანუ  $\frac{2,88}{16} = 0,18$  მოლ ეანგბადს. ნახშირბადის,

წყალბადის, ეანგბადის, ნატრიუმისა და კალიუმის ატომებს შორის თანაფარდობა ტოლია:

$$\text{C} : \text{H} : \text{O} : \text{Na} : \text{K} = 0,12 : 0,12 : 0,18 : 0,03 : 0,03 = 4 : 4 : 6 : 1 : 1.$$

ნეთიერების ფორმულაა  $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ .

მ ე ო რ ე ხ ე რ ხ ი. ამოცანის პირობით 6,3 გ ნეთიერების დაწვისას წარმოიქმნა 1,59 გ სოდა, 2,07 გ პოტაში, 2,016 ლ ნახშირბადის დიოქსიდი და 1,08 გ წყალი. სოდის მოლეკულის ფორმულიდან ჩანს, რომ

$$\begin{aligned} & 106 \text{ გ } \text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ შეიცავს } 12 \text{ გ } \text{C}, \\ & 1,59 \text{ გ } \text{Na}_2\text{CO}_3 \quad \quad \quad \text{ " } \quad \quad \quad x \text{ გ } \text{C}, \\ & x = \frac{12 \cdot 1,59}{106} = 0,18 \text{ გ;} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 106 \text{ გ } \text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ შეიცავს } 46 \text{ გ } \text{Na}, \\ & 1,59 \text{ გ } \text{Na}_2\text{CO}_3 \quad \quad \quad \text{ " } \quad \quad \quad x_1 \text{ გ } \text{Na}, \\ & x_1 = \frac{46 \cdot 1,59}{106} = 0,69 \text{ გ.} \end{aligned}$$

პოტასიუმის მოლეკულის ფორმულიდან ჩანს, რომ

$$\begin{aligned} & 138 \text{ გ } \text{K}_2\text{CO}_3 \text{ შეიცავს } 12 \text{ გ } \text{C}, \\ & 2,07 \text{ გ } \text{K}_2\text{CO}_3 \quad \quad \quad \text{ " } \quad \quad \quad x_2 \text{ გ } \text{C}, \\ & x_2 = \frac{12 \cdot 2,07}{138} = 0,18 \text{ გ.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 138 \text{ გ } \text{K}_3\text{CO}_3 \text{ შეიცავს } 78 \text{ გ } \text{K}, \\ & 2,07 \text{ გ } \text{K}_2\text{CO}_3 \quad \quad \quad \text{ " } \quad \quad \quad x_3 \text{ გ } \text{K}, \\ & x_3 = \frac{78 \cdot 2,07}{138} = 1,17 \text{ გ.} \end{aligned}$$

ნახშირბადის დიოქსიდის მოლეკულის ფორმულიდან ჩანს, რომ :

$$\begin{aligned} & 22,4 \text{ ლ } \text{CO}_2 \text{ შეიცავს } 12 \text{ გ } \text{C}, \\ & 2,016 \text{ ლ } \text{CO}_2 \quad \quad \quad \text{ " } \quad \quad \quad x_4 \text{ გ } \text{C}, \\ & x_4 = \frac{12 \cdot 2,016}{22,4} = 1,08 \text{ გ.} \end{aligned}$$

წყლის მოლეკულის ფორმულიდან ჩანს, რომ

$$\begin{aligned} & 18 \text{ გ } \text{H}_2\text{O} \text{ შეიცავს } 2 \text{ გ } \text{H}_2, \\ & 1,08 \text{ გ } \text{H}_2\text{O} \quad \quad \quad \text{ " } \quad \quad \quad x_5 \text{ გ } \text{H}_2, \\ & x_5 = \frac{2 \cdot 1,08}{18} = 0,12 \text{ გ.} \end{aligned}$$

ამრიგად, 6,3 გ ნივთიერებაში ყოფილა 1,44 გ ( $1,08 + 0,18 + 0,18 = 1,44$ ) ნახშირბადი, 0,12 გ წყალბადი, 0,69 გ ნატრიუმი, 1,17 გ კალიუმი და 2,88 გ ( $6,3 - 1,44 - 0,12 - 0,69 - 1,17 = 2,88$ ) ეანგბადი. ნივთიერების მოლეკულაში ამ ელემენტების ატომებს შორის თანაფარდობა ტოლია:

$$\begin{aligned} \text{C} : \text{H} : \text{O} : \text{Na} : \text{K} &= \frac{1,44}{12} : \frac{0,12}{1} : \frac{2,88}{16} : \frac{0,69}{23} : \frac{1,17}{39} = \\ &= 0,12 : 0,12 : 0,18 : 0,03 : 0,03 = 4 : 4 : 6 : 1 : 1. \end{aligned}$$

ნივთიერების ფორმულაა  $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ .

102. ამოცანის პირობით მარილმჟავაში 0,54 გ ლითონის გახსნისას წარმოიქმნა 200 მლ ანუ 0,2 ლ 0,1 M ხსნარი, რომელიც შეიცავდა  $0,2 \cdot 0,1 = 0,02$  მოლ ლითონის ქლორიდს, რომელიც შეიცავს 0,02 მოლ ლითონს. ლითონის ატომური მასა  $\frac{0,54}{0,02} = 27$ -ის ტოლია. მაშასადამე გაუხსნათ ალუმინი.

103. პ ი რ ვ ე ლ ი ხ ე რ ხ ი. ამოცანის პირობით ლითონის ოქსიდის აღდგენაზე დახარჯეს 2,016 ლ წყალბადი, ხოლო წარმოქმნილი ლითონის გახსნისას მარილმჟავა-

ში გამოიყო 1,344 ლ წყალბადი. ოქსიდების აღდგენისას წარმოიქმნება წყალი და 1 მოლი წყალბადი უერთდება 0,5 მოლ ეანგბადს. ამოცანის პირობით რეაქციაში შევიდა 2,016 ლ ანუ  $\frac{2,016}{22,4} = 0,09$  მოლი წყალბადი 0,045 მოლ ანუ  $0,045 \cdot 32 = 1,44$  გ ეანგბადთან. მაშასადამე, 4,8 გ ლითონის ოქსიდი შეიცავდა 1,44 გ ეანგბადს და 3,36 გ ლითონს. ამ რაოდენობის გახსნისას მარილმჟავაში გამოიყო 1,344 ლ ანუ  $\frac{1,344}{11,2} = 0,12$  ეკვივალენტი წყალბადი. მაშასადამე, ლითონიც რეაქციაში შევიდა 0,12

ეკვივალენტი. აქედან ლითონის ეკვივალენტი  $\frac{3,36}{0,12} = 28$ -ის ტოლია. ასეთი ეკვივალენტი აქვს რკინას.

მეორე ხერხი. ოქსიდის წყალბადით აღდგენისას წარმოიქმნება წყალი, რომელშიც 22,4 ლ წყალბადი უერთდება 16 გ ეანგბადს. აქედან

$$\begin{array}{l} 22,4 \text{ ლ } H_2 \text{ უერთდება } 16 \text{ გ ეანგბადს,} \\ 2,016 \text{ ლ } H_2 \text{ " " " } x \text{ გ " } \end{array}$$

$$x = \frac{16 \cdot 2,016}{22,4} = 1,44 \text{ გ.}$$

4,8 გ ლითონის ოქსიდში იყო 1,44 გ ეანგბადი და 3,36 გ ( $4,8 - 1,44 = 3,36$ ) ლითონი. ამ რაოდენობით ლითონის გახსნისას მარილმჟავაში გამოიყო 1,344 ლ წყალბადი. აქედან

$$\begin{array}{l} 3,36 \text{ გ ლითონი გამოაძევებს } 1,344 \text{ ლ } H_2, \\ 9 \text{ გ ლითონი " " } 11,2 \text{ ლ } H_2, \end{array}$$

$$9 = \frac{3,36 \cdot 11,2}{1,344} = 28.$$

ეკვივალენტი 28 აქვს რკინას.

104. პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით ქლორში ლითონის დაწვისას წარმოიქმნება 32,5 გ ქლორიდი, რის შედეგადაც რეაქციაში შევიდა 6,72 ლ ანუ

$\frac{6,72}{11,2} = 0,6$  ეკვივალენტი ქლორი. რადგან ნივთიერებები რეაქციაში შედიან ეკვივალენტური რაოდენობებით, ამიტომ ქლორის ეკვივალენტი უერთდება ლითონის ეკვივალენტს ლითონის ქლორიდის ეკვივალენტის წარმოქმნით. მაშასადამე, წარმოიქმნა ლითონის ქლორიდის 0,6 ეკვივალენტი. ლითონის ქლორიდის ეკვივალენტი  $\frac{32,5}{0,6} = 54,17$ -ის ტოლია, ხოლო ლითონის ეკვივალენტი 18,67-ის ტოლი. ასეთი ეკვივალენტი აქვს რკინას (III) ( $18,67 \cdot 3 = 56$ ).

მეორე ხერხი. ამოცანის პირობით 32,5 გ ლითონის ქლორიდის წარმოქმნისას რეაქციაში შევიდა 6,72 ლ ქლორი. ქლორის მოლეკულური მასიდან გამომდინარეობს:

$$\begin{array}{l} 22,4 \text{ ლ ქლორის მასა ტოლია } 71 \text{ გ,} \\ 6,72 \text{ ლ " " " } x \text{ გ,} \end{array}$$

$$x = \frac{71 \cdot 6,72}{22,4} = 21,3 \text{ გ.}$$

ლითონის ქლორიდის წარმოქმნისას 21,3 გ ქლორი შეუერთდა 11,2 გ ლითონს,

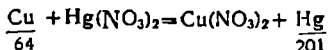
აქედან

21,3 გ ქლორი უერთდება 11,2 გ ლითონს,  
35,5 გ ქლორი " 9 გ "

$$x = \frac{11,2 \cdot 35,5}{21,3} = 18,67.$$

ასეთი ექვივალენტი აქვს რკინას (III), რომლის ატომური მასა 18,67 3 = 56-ის ტოლია.

105. რეაქტია სპილენძისა და ვერცხლისწყლის ნიტრატს შორის მიმდინარეობს განტოლებით:



პირველი ხერხი. სპილენძის ფირფიტაზე 1 მოლი ანუ 201 გ<sup>1</sup> ვერცხლისწყლის გამოყოფისას ხსნარში გადადის 1 მოლი ანუ 64 გ სპილენძი და ფირფიტის მასა უნდა გაიზარდოს მხოლოდ 137 გ-ით. ამოცანის პირობით ფირფიტის მასა გაიზარდა 2,74 გ-ით. მაშასადამე, რეაქტიაში შევიდა  $\frac{2,74}{137} = 0,02$  მოლი სპილენძი და ვერცხლისწყალი, ე. ი. 0,02 მოლი ანუ 0,02 · 201 = 4,02 გ ვერცხლისწყალი გამოიყო ფირფიტაზე, ხოლო 0,02 მოლი ანუ 0,02 · 64 = 1,28 გ სპილენძი გადავიდა ხსნარში. ვერცხლისწყლის გამოყოფის შემდეგ ფირფიტის მასა 22,74 გ-ის ტოლი იყო, ხოლო გავარეარების შემდეგ — 18,72 გ-ის (22,74 - 4,02 = 18,72 ანუ 20 - 1,28 = 18,72).

მეორე ხერხი. პირველი ხერხით ამოცანის ამოხსნისას ნაჩვენებია, რომ ხსნარში 201 გ ვერცხლისწყლის გადასვლისას ფირფიტის მასა გაიზარდება 137 გ-ით, ამოცანის პირობით ფირფიტის მასა გაიზარდა 2,74 გ-ით. აქედან

137 გ-ით მასის გაზარდისას გამოიყოფა 201 გ ვერცხლისწყალი,  
2,74 გ-ით " " " " x გ "

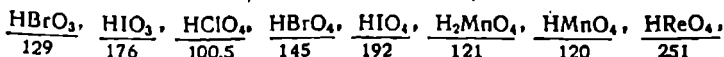
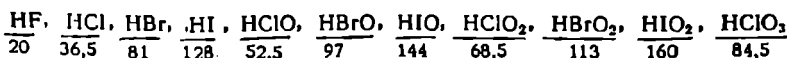
$$x = \frac{201 \cdot 2,74}{137} = 4,02 \text{ გ.}$$

137 გ-ით მასის გაზარდისას ხსნარში გადადის 64 გ სპილენძი,  
2,74 გ-ით " " " " x<sub>1</sub> გ "

$$x_1 = \frac{64 \cdot 2,74}{137} = 1,28 \text{ გ.}$$

ამრიგად, სპილენძის ფირფიტაზე ვერცხლისწყლის გამოყოფის შემდეგ მისი მასა 22,74 გ-ის (20,0 + 2,74 = 22,74) ტოლი იყო, ხოლო გავარეარების შემდეგ — 18,72 გ-ის (22,74 - 4,02 = 18,72 ანუ 20 - 1,28 = 18,72) ტოლია.

108. მეშვიდე ჯგუფის ელემენტები წარმოქმნიან შემდეგ შეავეებს:



ყველა ამ შეავსათვის, მანგანუმოვანი შეავსი გარდა, ექვივალენტები მათი მოლეკულური მასების ტოლია, ხოლო მანგანუმოვანს —  $\frac{121}{2} = 60,5$

პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით 8,04 გ შეავს ნეიტრალიზაციაზე დი-  
ხარჯა 40 მლ ანუ 0,04 ლ 2N ხსნარი, რომელიც შეიცავდა 0,04 · 2 = 0,08 ეკვივალენტ  
მწვავე ნატრიუმს. რადგან ნეუთერებები რეაქციაში შედიან ეკვივალენტური რაოდენობებით,  
ამიტომ შეავს შედიოდა რეაქციაში ასევე 0,08 ეკვივალენტი. აქედან  
შეავს ეკვივალენტი  $\frac{8,04}{0,08} = 100,5$ -ის ტოლია. ასეთი ეკვივალენტი აქვს ქლორშეავს.

მეორე ხერხი. ამოცანის პირობით 8,04 გ შეავს ნეიტრალიზაციაზე დი-  
ხარჯა 40 მლ მწვავე ნატრიუმის 2 N ხსნარი, რომლის ეკვივალენტი მისი მოლეკულუ-  
რი მასის ტოლია, ე. ი. 40-ის. აქედან

1000 მლ ხსნარი შეიცავს 2 · 40 გ ტუტეს,  
40 მლ " " x გ "

$$x = \frac{2 \cdot 40 \cdot 40}{1000} = 3,2 \text{ გ}$$

3,2 გ ტუტე რეაქციაში შედის 8,04 გ შეავსთან,  
40 გ " " " " 9 გ

$$9 = \frac{8,04 \cdot 40}{3,2} = 100,5.$$

ასეთი ეკვივალენტი აქვს ქლორშეავს.

107. თუთიისა და ალუმინის გახსნას მარილშეავსა და ტუტის ხსნარში თან ახლავს  
ერთნაირი რაოდენობით წყალბადის გამოყოფა, ამიტომ შეიძლება დაბეჭიბოთ  
იტყვას, რომ მარილშეავსში 1,68 გ უცნობი ლითონის გახსნისას უნდა გამოიყოფ  
0,672 ლ წყალბადი.

პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით მარილშეავსში 1,68 გ ლითონის გახ-  
სნისას გამოიყოფა 0,672 ლ ანუ  $\frac{0,672}{11,2} = 0,06$  ეკვივალენტი წყალბადი. რადგან ნე-  
თერებები რეაქციაში შედიან ეკვივალენტური რაოდენობით, ამიტომ რეაქციაში  
შევიდა 0,06 ეკვივალენტი ლითონიც, რომლის ეკვივალენტი  $\frac{1,68}{0,06} = 28$ -ის ტო-  
ლია. ასეთი ეკვივალენტი აქვს რკინას (II), რომლის ატომური მასა  $28 \cdot 2 = 56$ -ის  
ტოლია.

მეორე ხერხი. ამოცანის პირობით მარილშეავსში 1,68 გ ლითონის გახსნის-  
ას გამოიყოფა 0,672 ლ წყალბადი. აქედან

1,68 გ ლითონი აძეებს 0,672 ლ  $H_2$ ,  
9 გ " " " 11,2 ლ  $H_2$ ,

$$9 = \frac{11,2 \cdot 1,68}{0,672} = 28.$$

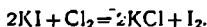
ეკვივალენტი 28 აქვს რკინა (II), რომლის ატომური მასა  $28 \cdot 2 = 56$ -ის ტოლია.

#### IV. უანგვა-ალბენითი რეაქციები

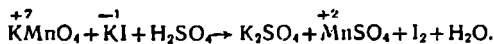
108. მარილშეავსში რკინის გახსნისას გამოიყოფა წყალბადი, ამიტომ წარმოიქ-  
მნება მხოლოდ რკინის (II) ქლორიდი:



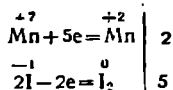
100. ქლორის ურთიერთქმედებისას კალიუმის იოდთან ქლორი გამოაძევეს იოდს:



110. კალიუმპერმანგანატის ურთიერთქმედებისას კალიუმის იოდთან გოგირდ-მევა გარემოში იოდის იჟანგება თავისუფალ იოდამდე, ხოლო მანგანუმი აღდგება ორვალენტის მდგომარეობაში. კალიუმი და მანგანუმი წარმოქმნიან სულფატებს. რეაქცია მიმდინარეობს სქემის მიხედვით:



ელექტრონული ბალანსის სქემა:

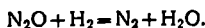


2 და 5 რიცხვების საერთო უმცირესი ჯერადი არის 10, ხოლო ძირითადი კოეფიციენტები — 2 მანგანუმისთვის და 5 იოდისათვის ანუ 10 იოდისათვის:



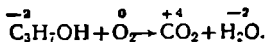
განტოლების მარჯვენა და მარცხენა ნაწილში არის რვა-რვა ატომი ენგბადი, მასთანავე, განტოლება დაწერილია სწორად.

111. აზოტის (I) ოქსიდი თერმულად არამდგრადია და გახურებისას იშლება აზოტად და ენგბადად, რომელიც ურთიერთქმედებს წყალბადთან:

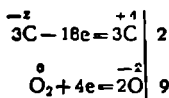


112. ორგანული ნერთების დაწვისას, რომელთა შედგენილობაში შედიან ნახშირბადი, წყალბადი და ენგბადი, წარმოიქმნება ნახშირორჟანგი და წყალი. განტოლებაში კოეფიციენტების შერჩევა შეიძლება ან ელექტრონული ბალანსის სქემის დახმარებით, ან გარეშეების მეთოდით.

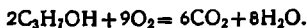
პ ი რ ე ე ლ ი ხ ე რ ს ი.



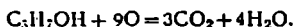
ნახშირბადის ენგვის ხარისხი იცვლება -2-დან +4-მდე, ე. ი. ნახშირბადის ატომი ვასცემს 6 ელექტრონს, ხოლო ენგბადის ენგვის ხარისხი იცვლება 0-დან -2-მდე, ე. ი. ენგბადის 1 ატომი იერთებს 2 ელექტრონს, ხოლო 2 ატომი ენგბადი, რომლებიც შედიან მოლეკულის შედგენილობაში, მიერთებს 4 ელექტრონს. ჩაწერთ ელექტრონული ბალანსის სქემას:



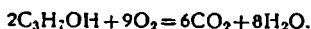
18 და 4 რიცხვებისათვის საერთო უმცირესი ჯერადი არის 36, ხოლო ძირითადი კოეფიციენტები — 2 სპირტის მოლეკულისათვის და 9 ენგბადის მოლეკულისათვის:



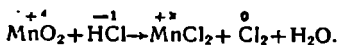
შეორე ხერხი. კოეფიციენტების გათანაბრებისათვის გაორმაგების მეთოდით ვანგბადს წერენ ატომური სახით და სვამენ კოეფიციენტებს:



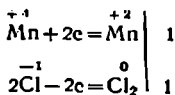
რადგან ვანგბადის ატომების რიცხვი კენტია, ვანგბადს წერენ მოლეკულური სახით და კოეფიციენტებს აორმაგებენ განტოლების დანარჩენ წევრებთან:



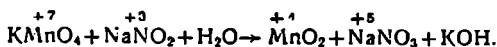
113. კონცენტრირებული მარილმჟავა ურთიერთქმედებს მანგანუმის დიოქსიდთან და წარმოქმნის მანგანუმის ქლორიდსა და თავისუფალ ქლორს:



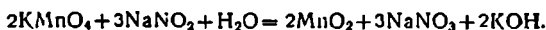
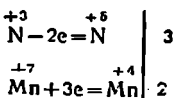
ვადგენთ ელექტრონული ბალანსის სქემას:



114. კალიუმპერმანგანატის ურთიერთქმედებისას ნატრიუმის ნიტრიტთან ნეიტრალურ გარემოში ნიტრიტი იჟანგება ნიტრატამდე, ხოლო მანგანუმი აღდგება დიოქსიდამდე:

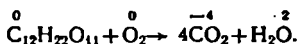


აზოტის ენგვის ხარისხი იცვლება +3-დან +5-მდე, ხოლო მანგანუმისა +7-დან +4-მდე. ვადგენთ ელექტრონული ბალანსის სქემას:

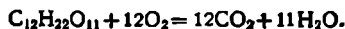
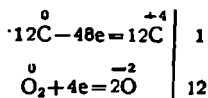


115. დისპერიდის დაწვისას წარმოიქმნება ნახშირორჟანგი და წყალი.

პირველი ხერხი. ეწერთ დისპერიდის წვის რეაქციის განტოლებას:



ნახშირბადის ენგვის ხარისხი იცვლება 0-დან +4-მდე, ხოლო ვანგბადის ენგვის ხარისხი — 0-დან -2-მდე. ვადგენთ ელექტრონული ბალანსის სქემას:

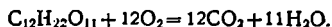




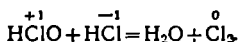
მეორე ხერხი. გარმაგების მეთოდით უნდადს რეაქციის განტოლებაში ვწერთ ატომური სახით და ვსვამთ კოეფიციენტებს:



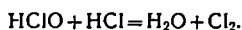
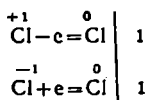
რადგან უნდადის ატომების რიცხვი წყვილია (24), ამიტომ კოეფიციენტი უნდადთან იქნება 12:



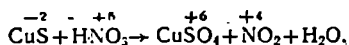
116. ქვექლოროვანმეფას ურთიერთქმედებისას მარილმეფასთან გამოიყოფა ქლორი:



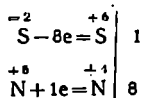
ვადგენთ ელექტრონული ბალანსის სქემას:



117. კონცენტრირებულ აზოტმეფაეაში სპილენძის სულფიდის გახსნისას წარმოიქმნება სპილენძის სულფატი და აზოტის დიოქსიდი:



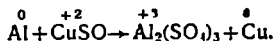
ვადგენთ ელექტრონული ბალანსის სქემას:



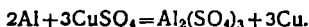
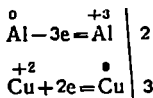
118. რკინის (II) ქლორიდის ურთიერთქმედებისას ქლორთან წარმოიქმნება რკინის (III) ქლორიდი:



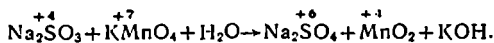
119. როგორც უფრო აქტიური ლითონი, ალუმინი აძეებს სპილენძის მისი ნაერთებიდან ხსნარში:



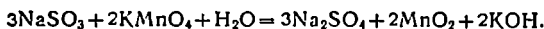
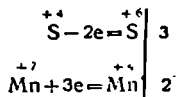
ვადგენთ ელექტრონული ბალანსის სქემას:



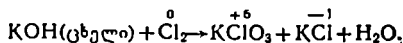
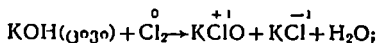
120. ამ რეაქციაში ნატრიუმის სულფიტი იჟანგება სულფატამდე, ხოლო მანგანუმი პერმანგანატში აღდგება მანგანუმის დიოქსიდამდე:



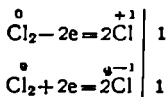
გოგირდის ჟანგვის ხარისხი იცვლება +4-დან +6-მდე, მანგანუმის ჟანგვის ხარისხი კი იცვლება +7-დან +4-მდე. ვადგენთ ელექტრული ბალანსის სქემას:



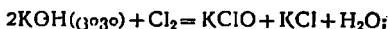
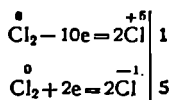
121. ტუტეებში ქლორის გახსნისას წარმოიქმნება სხვადასხვა პროდუქტი ტუტის ტექსტურაზე დასოკიდებულებით: ცივ ტუტე ხსნარში წარმოიქმნება კალიუმის პიპლორიტი და კალიუმის ქლორიდი, ხოლო ცხელ ტუტე ხსნარში — კალიუმის ქლორატი და კალიუმის ქლორიდი:



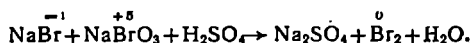
ვადგენთ ელექტრონული ბალანსის სქემას:  
ცივი ტუტისათვის



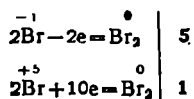
ცხელი ტუტისათვის

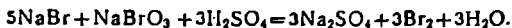


122. ბრომატის ურთიერთქმედებისას ბრომიდან გოგირდმჟავა გარემოში წარმოიქმნება თავისუფალი ბრომი და ნატრიუმის სულფატი:

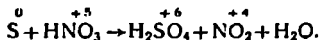


ვადგენთ ელექტრონული ბალანსის სქემას:

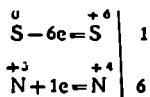




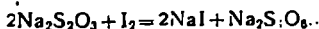
123. გოგირდის გახსნისას კონცენტრირებულ აზოტმეავეში წარმოიქმნება გოგირდმეავე და აზოტის ეანვეის ხარისხი იცვლება +5-დან +4-მდე (გამოიყოფა აზოტის დიოქსიდი):



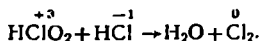
ვადგენთ ელექტრონული ბალანსის სქემას:



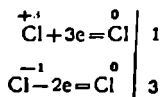
124. იოდის ურთიერთქმედებისას ნატრიუმის თიოსულფატთან წარმოიქმნება ნატრიუმის იოდიდი და ნატრიუმის ტეტრათიონატი:



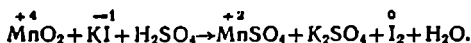
125. ქლოროვანმეავესა და მარილმეავეს ურთიერთქმედებისას წარმოიქმნება თავისუფალი ქლორი:



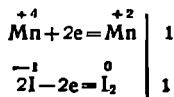
ვადგენთ ელექტრონული ბალანსის სქემას:



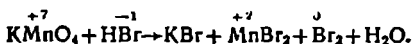
126. მანგანუმის დიოქსიდი მეავე გარემოში იოდიდს ეანვეს თავისუფალ იოდმდე. კალიუმი და მანგანუმი შეეკეშირდებიან სულფატებად:



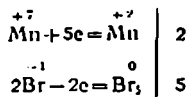
ვადგენთ ელექტრონული ბალანსის სქემას:



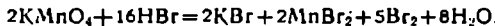
127. კალიუმპერმანგანატის ურთიერთქმედებისას ბრომწყულბადთან ხსნარში გამოიყოფა ბრომი, ხოლო მანგანუმის ეანვეის ხარისხი იცვლება +7-დან +2-მდე. მანგანუმი და კალიუმი წარმოქმნიან ბრომიდებს:



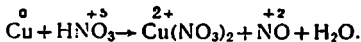
ვადგენთ ელექტრონული ბალანსის სქემას:



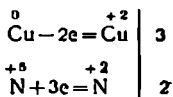
კოეფიციენტი 5 უნდა მიეწეროს ბრომის მოლეკულას, რადგან ბრომწყალბადი ნაწილობრივ იხარჯება ბრომიდების წარმოქმნაზე:



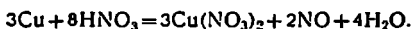
128. სპილენძის გახსნისას განზავებული აზოტმეჯავში აზოტი აღდგება აზოტის მონოქსიდამდე, ხოლო სპილენძი იჟანგება სპილენძის ნიტრატამდე:



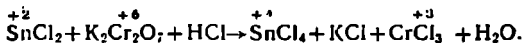
ვადგენთ ელექტრონული ბალანსის სქემას:



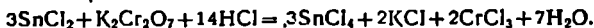
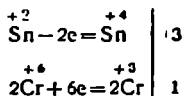
ამ შემთხვევაში კოეფიციენტი 2 უნდა მიეწეროს მხოლოდ აზოტის მონოქსიდს და არა აზოტმეჯავს, რადგან ის იხარჯება არა მარტო სპილენძის დაჟანგვაზე, არამედ სპილენძის ნიტრატის წარმოქმნაზეც:



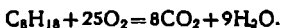
129. კალის (II) ქლორიდის დაჟანგვისას მარილმეჯავა გარემოში წარმოიქმნება კალის (IV) ქლორიდი. ქრომის ეანგვის ხარისხი იცვლება +6-დან +3-მდე. წარმოიქმნებიან კალიუმისა და ქრომის ქლორიდები:



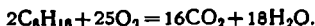
ვადგენთ ელექტრული ბალანსის სქემას:



130. გაორმაგების მეთოდით ვწერთ ატომური ეანგბადით ოქტანის წვის რეაქციის განტოლებას:

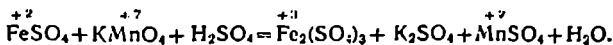


რადგან ატომების რიცხვი კენტია, ამიტომ 25 უნდა დავტოვოთ კოეფიციენტად ეანგბადის მოლეკულასთან, ხოლო დანარჩენი კოეფიციენტები გავაორმაგოთ:

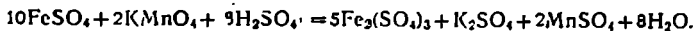
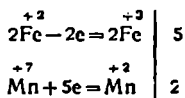


131. რკინის (II) სულფატი გოგირდმეჯავა გარემოში კალიუმის პერმანგანატით

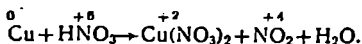
თანგება რკინის (III) სულფატამდე, ხოლო მანგანუმის ეანგვის ხარისხი იცვლება +7-დან +2-მდე. კალიუმი და მანგანუმი წარმოქმნიან სულფატებს:



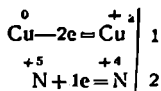
ვადგენთ ელექტრონული ბალანსის სქემას:



182. კონცენტრირებულ აზოტმჟავაში სპილენძის გახსნისას წარმოიქმნება სპილენძის ნიტრატი; აზოტის ეანგვის ხარისხი იცვლება +5-დან +4-მდე, ე. ი. გამოყოფა აზოტის დიოქსიდი:



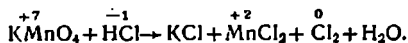
ვადგენთ ელექტრონული ბალანსის სქემას:



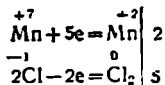
კოეფიციენტი 2 უნდა მიეწერათ აზოტის დიოქსიდის მოლეკულას, რადგან აზოტმჟავა იხარჯება აგრეთვე სპილენძის ნიტრატის მარილის წარმოქმნაზე:



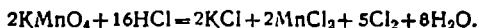
133. კალიუმის პერმანგანატის ურთიერთქმედებისას კონცენტრირებულ მარილმჟავასთან გამოიყოფა ქლორი, ხოლო მანგანუმის ეანგვის რიცხვი იცვლება +7-დან +2-მდე. მანგანუმი და კალიუმი წარმოქმნიან ქლორიდებს:



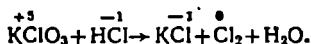
ვადგენთ ელექტრონული ბალანსის სქემას:



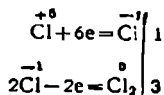
კოეფიციენტი 5 უნდა მიეწერათ ქლორის მოლეკულას, რადგან მარილმჟავა ნაწილობრივ იხარჯება ქლორის წარმოქმნაზე, ხოლო ნაწილობრივ — მანგანუმისა და კალიუმის ქლორიდების წარმოქმნაზე:



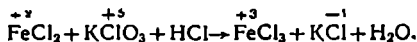
134. კალიუმის ქლორატის ურთიერთქმედებას მარილმჟავასთან სდევს ქლორის გამოყოფა. ქლორის ეანგვის ხარისხი ქლორატის გარდაქმნისას ქლორიდად იცვლება +5-დან -1-მდე:



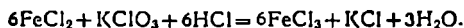
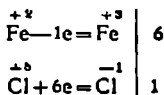
ვადგენთ ელექტრონული ბალანსის სქემას:



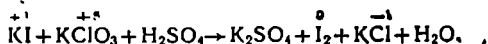
136. მარილმჟავა გარემოში კალიუმის ქლორატი წარმოქმნის ქლორს, რომელიც რკინის (II) ქლორიდს ეანგავს რკინის (III) ქლორიდამდე:



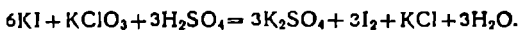
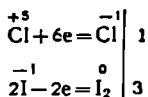
ვადგენთ ელექტრონული ბალანსის სქემას:



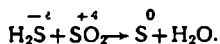
138. გოგირდმჟავა გარემოში იოდისდი ეთანგება კალიუმქლორატით თავისუფალ იოდამდე. კალიუმი წარმოქმნის სულფატს:



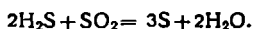
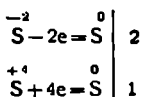
ვადგენთ ელექტრონული ბალანსის სქემას:



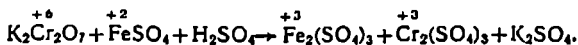
137. ამ რეაქციაში გოგირდწყალბადი აღმდგენია, ხოლო გოგირდოვანი გაზი — დაჰანგავი. გოგირდის ეანგვის ხარისხი ორივე შემთხვევაში იცვლება 0-მდე. გამოიყოფა თავისუფალი გოგირდი:



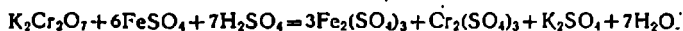
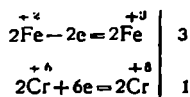
ვადგენთ ელექტრონული ბალანსის სქემას:



138. გოგირდმჟავა გარემოში რკინის (II) სულფატი ეთანგება კალიუმის დიქრომატით რკინის (III) სულფატამდე, ხოლო ქრომის ეანგვის ხარისხი იცვლება +6-დან +3-მდე. კალიუმი და ქრომი წარმოქმნიან სულფატებს:



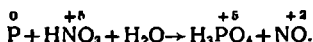
ვადგენთ ელექტრონული ბალანსის სქემას:



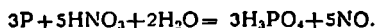
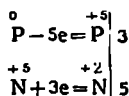
139. მწვევე ნატრიუმის ხსნარში თუთიის გახსნისას გამოიყოფა წყალბადი და წარმოიქმნება ნატრიუმის ტეტრაჰიდროქსიდინკაბა:



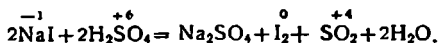
140. ფოსფორის დეჰანგენისას განზავებული აზოტმეათი წარმოიქმნება ორთო-ფოსფორმეათი. აზოტის ენგვის ხარისხი იცვლება +5-დან +2-მდე, ე. ი. გამოიყოფა აზოტის მონოქსიდი:



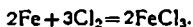
ვადგენთ ელექტრონული ბალანსის სქემას:



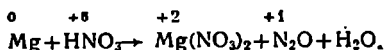
141. იოდიდებზე კონცენტრირებული გოგირდმეათს მოქმედებისას გამოიყოფა თავისუფალი იოდი. გოგირდის ენგვის ხარისხი იცვლება +6-დან +4-მდე. კატიონები, რომლებიც შედიან იოდიდების შედგენილობაში, გადადიან სულფატებში:



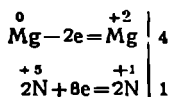
142. რკინა ურთიერთქმედებს ქლორთან მხოლოდ რკინის (III) ქლორიდის წარმოქმნით. რკინის (II) ქლორიდი არ წარმოიქმნება, რადგან ის ადვილად იფანგება ქლორით რკინის (III) ქლორიდამდე:



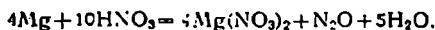
143. განზავებულ აზოტმეათში მაგნიუმის გახსნისას წარმოიქმნება მაგნიუმის ნიტრატი, ხოლო აზოტის ენგვის ხარისხი იცვლება +5-დან +1-მდე, ე. ი. გამოიყოფა აზოტის (I) ოქსიდი:



ვადგენთ ელექტრონული ბალანსის სქემას:



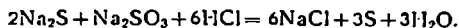
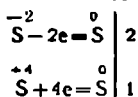
კოეფიციენტი 1 უნდა მიეწეროს აზოტის (I) ოქსიდის მოლეკულას, რადგან აზოტმეათი იხარჯება აგრეთვე მაგნიუმის ნიტრატის წარმოქმნაზე:



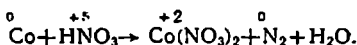
144. თუ ნატრიუმის სულფიდისა და სულფიტის ნარევეზე ვიმოქმედებთ მარილ-მჟავათი, წარმოიქმნება გოგირდწყალბადი და გოგირდოვანი გაზი, რომლებიც ჰეაგირებენ ერთმანეთთან გოგირდის გამოყოფით. ნატრიუმი წარმოქმნის ქლორიდს:



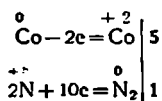
ვადგენთ ელექტრონული ბალანსის სქემას:



145. განზავებულ აზოტმეჯავაში კობალტის გახსნისას წარმოიქმნება კობალტის (II) ნიტრატი; აზოტის ეანგვის ხარისხი იცვლება +5-დან 0-მდე, ე. ი. გამოიყოფა თავისუფალი აზოტი:



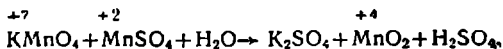
ვადგენთ ელექტრონული ბალანსის სქემას:



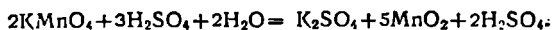
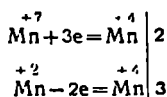
კოეფიციენტი 1 უნდა მივეწეროთ აზოტის მოლეკულას წინ, რადგან აზოტმეჯავა ხსარჯება აგრეთვე კობალტის ნიტრატის წარმოქმნაზე:



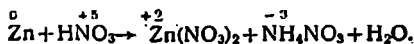
146. კალიუმის პერმანგანატი ეანგავს მანგანუმს (II) ნეიტრალურ გარემოში მანგანუმის დიოქსიდამდე. მანგანუმის ეანგვის ხარისხი იცვლება +7-დან პერმანგანატში და +2-დან სულფატში +4-მდე.



ვადგენთ ელექტრონული ბალანსის სქემას:

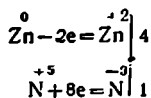


147. განზავებულ აზოტმეჯავაში თუთიის გახსნისას წარმოიქმნება თუთიის ნიტრატი; აზოტის ეანგვის ხარისხი იცვლება +5-დან -3-მდე. წარმოიქმნება ამონიუმის მარილი — ამონიუმის ნიტრატი:





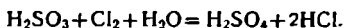
ვადგენთ ელექტრონული ბალანსის სქემას:



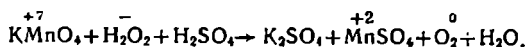
კოეფიციენტი 1 უნდა მიეწეროს ამონიუმის ზარილს, რადგან აზოტზეა არა მარტო აღდგება, არამედ იხარკება თუთიისა და ამონიუმის ნიტრატების წარმოქმნაზეც:



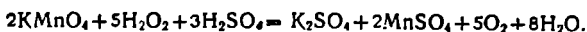
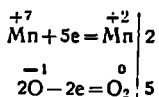
148. გოგირდოვანი ვაზი იჟანგება ქლორით გოგირდმევაკამდე:



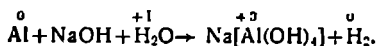
149. შევა გარემოში წყალბადის პეროქსიდი გამოღის აღმდგენის როლში და კალიუმის პერმანგანით იჟანგება თავისუფალ ენგბადამდე. მანგანუმის ენგის ხარისხი იცვლება +7-დან +2-მდე. კალიუმი და მანგანუმი წარმოქმნიან სულფატებს:



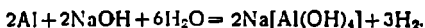
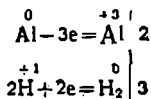
ვადგენთ ელექტრონული ბალანსის სქემას:



150. ილუმინი იხსნება ტუტის ხსნარში ტეტრაჰიდროქსიალუმინატის წარმოქმნით და წყალბადის გამოყოფით:



ვადგენთ ელექტრონული ბალანსის სქემას:



151. ტუტე გარემოში სპილენძის ჰიდროქსიდი აღდგება ალდეჰიდებით სპილენძის (I) ოქსიდამდე შესაბამისი კარბონმეავენს წარმოქმნით. ეს არის ალდეჰიდებისთვის დამახასიათებელი რეაქცია:



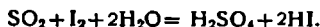
152. კონცენტრირებულ გოგირდმევაკაში სპილენძის გახსნისას წარმოიქმნება სპილენძის სულფატი და გამოიყოფა გოგირდოვანი ვაზი:



153. წყალბადის ზეუბანი თელება ძალიან ძლიერ დამჟანგავად ნეიტრალურ და ტუტე გარემოში და იოდიდს ეანგავს თავისუფალ იოდამდე:

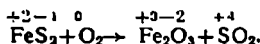


154. გოგირდოვანი გაზი წყალხსნარში ადვილად იჟანგება იოდით გოგირდმჟავამდე:

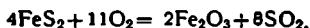
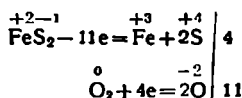


155. პირიტის გამოწვისას წარმოიქმნება გოგირდის დიოქსიდი და რკინის (III) ოქსიდი.

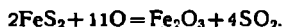
პირველი ხერხი. ვწერთ პირიტის გამოწვის რეაქციის განტოლებას:



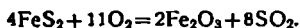
გადგნოთ ელექტრონული ბალანსის სქემას:



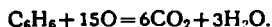
მეორე ხერხი. შეიძლება დავწეროთ რეაქციის განტოლება ატომური ენგბადით და მიუწეროთ კოეფიციენტები:



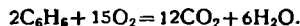
ვინაიდან განტოლებაში ეანგბადის ატომების რიცხვი ენტია (11), მას ვტოვებთ კოეფიციენტად ეანგბადის მოლეკულასთან, ხოლო კოეფიციენტებს განტოლების დანარჩენ წევრებთან ვაორმაგებთ:



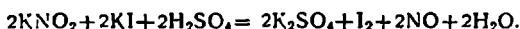
156. გაორმაგების მეთოდით უნდა დავწეროთ ბენზოლის წვის რეაქციის განტოლება ატომური ეანგბადთან და მიუწეროთ კოეფიციენტები:



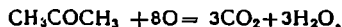
ვინაიდან განტოლებაში ეანგბადის ატომების რიცხვი ენტია (15), იგი უნდა დავტოვოთ კოეფიციენტად ეანგბადის მოლეკულასთან, ხოლო განტოლების დანარჩენ წევრებთან კოეფიციენტები გავაორმაგოთ:



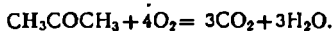
157. კალიუმის ნიტრტი (ნიტრატისაგან განსხვავებით) მჟავა გარემოში იოდიდს ძალიან ადვილად ეანგავს თავისუფალ იოდამდე. აზოტის ეანგვის ხარისხი იცვლება +3-დან +2-მდე. კალიუმის კათიონები წარმოქმნიან სულფატებს:



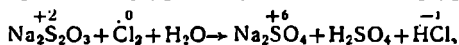
158. გაორმაგების მეთოდით უნდა დავწეროთ ატომური ეანგბადით აცეტონის წვის რეაქციის განტოლება და მიუწეროთ კოეფიციენტები:



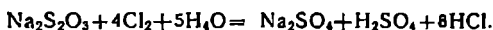
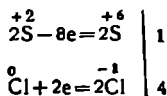
ვინაიდან განტოლებაში ეანგბადის ატომების რიცხვი წყვილია (8), ეანგბადს წერენ მოლეკულური ფორმით, ხოლო ამ რიცხვის ნახევარია (4) ექნება კოეფიციენტი ეანგბადის მოლეკულასთან:



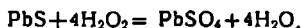
169. ნატრიუმის თიოსულფატი ქლორით ეანგება სულფატამდე:



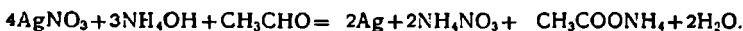
ვადგენთ ელექტრონული ბალანსის სქემას:



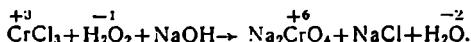
170. წყალბადის პეროქსიდით ტყვიის სულფიდის დაეანგვისას წარმოიქმნება ტყვიის სულფატი:



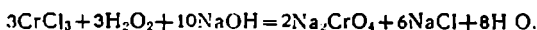
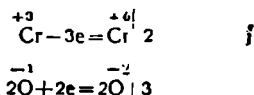
171. ამიაკურ ხსნარში ვერცხლის ნიტრატი აღდგება აღდგომით. ლითონურ ვერცხლამდე (ნვერცხლის სარკის რეაქცია), აღდგომით ამ დროს ეანგებიან:



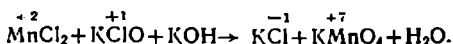
172. ტუტე გარემოში ქრომის (III) მარილები წყალბადის პეროქსიდით ეანგებიან ქრომატებამდე:



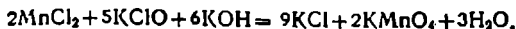
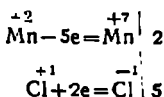
ვადგენთ ელექტრონული ბალანსის სქემას:



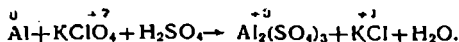
173. ტუტე გარემოში მანგანუმის (II) ქლორიდს ეანგება ქაოქლორიტით პერმანგანატამდე:



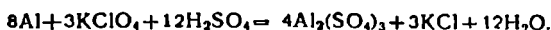
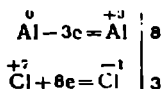
ვადგენთ ელექტრონული ბალანსის სქემას:



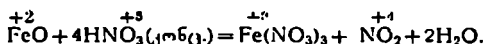
164. ალუმინის ურთიერთქმედებისას კალიუმის პერქლორატთან გოგირდმჟავა გარემოში ალუმინი იჟანგება სამვალენტთან მდგომარეობამდე და წარმოქმნის ალუმინის სულფატს, ხოლო ქლორი აღდგება ქლორიდამდე:



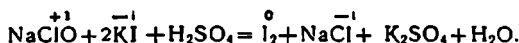
ვადგენთ ელექტრონული ბალანსის სქემას:



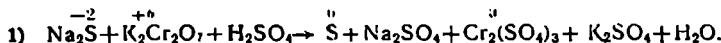
165. კონცენტრირებულ აზოტმჟავასთან რკინის (II) ოქსიდის ურთიერთქმედებისას წარმოიქმნება რკინის (III) ნიტრატი, ხოლო აზოტმჟავა აღდგება აზოტის დიოქსიდამდე:



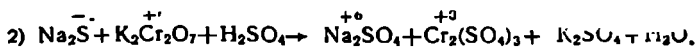
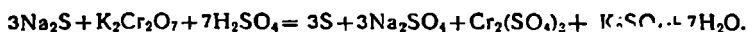
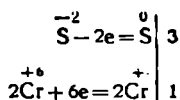
166. კალიუმის იოდიდთან ნატრიუმის ქიოქლორიტის ურთიერთქმედებისას გამოიყოფა თავისუფალი იოდი, კალიუმი შეუკავშირდება სულფატს, ხოლო ქლორი აღდგება ქლორიდამდე:



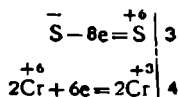
167. დიქრომატისა და გოგირდმჟავას კონცენტრაციაზე დამოკიდებულებით ულფიდი შეიძლება დაიჟანგოს როგორც თავისუფალ გოგირდამდე (განზავებულ გოგირდმჟავაში დიქრომატის მცირე კონცენტრაციის დროს), ისე გოგირდმჟავამდე (კონცენტრირებული გოგირდმჟავა დიქრომატის დიდი კონცენტრაციის დროს):



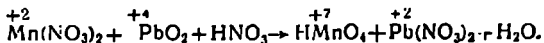
ვადგენთ ელექტრონული ბალანსის სქემას:



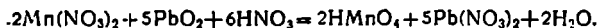
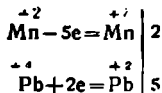
ვადგენთ ელექტრონული ბალანსის სქემას:



168. აზოტმეავა ვარემოში მანგანუმი (II) იფანგება ტყვის დიოქსიდით მანგანუმეავამდე. ტყვია ამ დროს აღდგება და წარმოქმნის ტყვის (II) ნიტრატს:



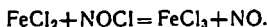
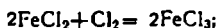
ვადგენთ ელექტრონული ბალანსის სქემას:



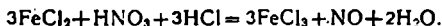
169. მარილმეავასა და აზოტმეავას ნარეკს უწოდებენ სამეფო წყალს. აზოტმეავას კონცენტრაციაზე დამოუკიდებლად ყოველთვის გამოიყოფა აზოტის მონოქსიდი, რადგან აზოტმეავა ურთიერთქმედებს მარილმეავასთან ნიტროზილქლორიდის წარმოქმნით და თავისუფალი ქლორის გამოყოფით:



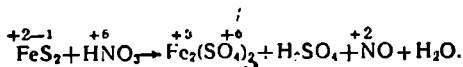
როგორც ქლორი, ისე ნიტროზილქლორიდი გამოდის რკინა (II)-ის დამენგავებად რკინა (III)-მდე:



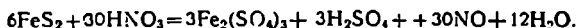
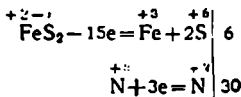
ჯამურ განტოლებას აქვს ასეთი სახე:



170. პირიტის დაენგვისას აზოტმეავათი წარმოიქმნება რკინა (III), გოგირდი იფანგება გოგირდმეავამდე, რომელიც აკეპირებს რკინა (III)-ს სულფატად, ხოლო აზოტმეავა აღდგება აზოტის მონოქსიდამდე. რეაქცია მიმდინარეობს სქემის მიხედვით:



ვადგენთ ელექტრონული ბალანსის სქემას:



#### V. ხ ს ნ ა რ ე ბ ი

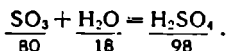
171. 200 გ 40%-იანი ხსნარი შერეავს 200! : 0,4 = 80 გ მარილს. 200 გ ხსნარის შერევისას 800 მლ (ან გრამ) წყალთან (წყლის სიმკვრივე ერთის ტოლია) წარმოიქმნება 1000 გ ხსნარი, მაგრამ მარილის რაოდენობა ხსნარის განზავებისას არ იცვლება. ხსნარის კონცენტრაცია  $\frac{80 \cdot 100}{1000} = 8\%$ -ის ტოლია.

178. 200 მლ კონცენტრირებული აზოტმჟავას  $\text{HNO}_3$  მასა 200  $1,4=280$  გ-ის ტოლია და იგი შეიცავს 63% ანუ  $280 \cdot 0,63=176,4$  გრამ  $\text{HNO}_3$ . 200 მლ  $\text{HNO}_3$ -ის ხსნარის 400 მლ წყალთან შერევის შემდეგ ხსნარის მასა 680 გ-ის ( $400+280=680$ )

ტოლი იქნება, ხოლო კონცენტრაცია  $-\frac{176,4 \cdot 100}{680} = 26\%$ .

178. 200 გ 10%-იანი და 300 გ 40%-იანი მარილმჟავას ხსნარების შერევისას წარმოიქმნება 500 გ ( $200+300=500$ ) ახალი ხსნარი, რომელიც შეიცავს 20 გ ქლორწყალბადს 200 გ 10%-იანი ხსნარიდან ( $200 \cdot 0,1=20$  გ) და 120 გ ქლორწყალბადს 300 გ 40%-იანი ( $300 \cdot 0,4=120$  გ) ხსნარიდან. მაშასადამე, 500 გ ახალი ხსნარი შეიცავს 140 გ ( $20+120=140$ ) ქლორწყალბადს; ხსნარის კონცენტრაცია  $\frac{140 \cdot 100}{500} = 28\%$ -ის ტოლია.

174.  $\text{SO}_3$ -ის წყალში გახსნისას წარმოიქმნება  $\text{H}_2\text{SO}_4$ :



პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით 920 გ წყალში გახსნეს 80 გ ანუ 1 მოლი  $\text{SO}_3$ , რის შედეგადაც წარმოიქმნა 1000 გ ( $920+80=1000$ ) ხსნარი, რომელიც შეიცავს 1 მოლ ანუ 98 გ  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . მაშასადამე, 1000 გ ხსნარი შეიცავდა 98 გ  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; ხსნარის კონცენტრაცია  $\frac{98 \cdot 100}{1000} = 9,8\%$ -ის ტოლია.

მეორე ხერხი. 80 გ  $\text{SO}_3$  გახსნეს 920 გ წყალში. წარმოიქმნა 1000 გ ( $80+920=1000$ ) ხსნარი.  $\text{SO}_3$ -სა და წყალს შორის რეაქციის განტოლების მიხედვით 80 გ  $\text{SO}_3$ -დან წარმოიქმნება 98 გ  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . მაშასადამე, 1000 გ ხსნარი შეიცავდა 98 გ  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; ხსნარის კონცენტრაცია  $\frac{98 \cdot 100}{1000} = 9,8\%$ -ის ტოლია.

175. 150 მლ 2M და 350 მლ 4M  $\text{H}_2\text{SO}_4$ -ის ხსნარების შერევით ვლებულობთ 500 მლ ხსნარს. 150 მლ 2M ხსნარი შეიცავს  $0,15 \cdot 2=0,3$  მოლ, ხოლო 350 მლ 4M ხსნარი შეიცავს  $0,35 \cdot 4=1,4$  მოლ  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . 500 მლ ანუ 0,5 ლ ხსნარი შეიცავს 1,7 მოლ ( $0,3+1,4=1,7$ )  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . ხსნარის მოლური კონცენტრაცია  $\frac{1,7}{0,5} = 3,4$  M-ის ტოლია.

176. 708 მლ (ან გრამ) წყალში გახსნეს 179,2 ლ ანუ  $\frac{179,2}{22,4} = 8$  მოლი ანუ  $8 \cdot 36,5=292$  გ ქლორწყალბადი. წარმოქმნილი ხსნარის 1000 გ ( $708+292=1000$ ) შეიცავს 292 გ ქლორწყალბადს; მაშასადამე, ხსნარი იქნება  $\frac{292 \cdot 100}{1000} = 29,2\%$ -იანი.

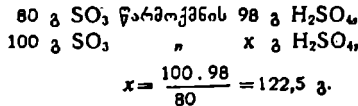
177. 200 გ 40%-იანი და 300 გ 20%-იანი მწვანე ნატრიუმის ხსნარების შერევისას წარმოიქმნება 500 გ ახალი ხსნარი. იგი შეიცავს 80 გ  $\text{NaOH}$  200 გ 40%-იანი ხსნარიდან ( $200 \cdot 0,4=80$ ) და 60 გ  $\text{NaOH}$  300 გ 20%-იანი ხსნარიდან ( $300 \cdot 0,2=60$ ). მაშასადამე, 500 გ ხსნარი შეიცავს 140 გ ( $80+60=140$ )  $\text{NaOH}$ . ხსნარის კონცენტრაცია  $\frac{140 \cdot 100}{500} = 28\%$ -ის ტოლია.

178. პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით 400 გ 42,875%-იან ხსნარში, რომელიც შეიცავს  $400 \cdot 0,42875=171,5$  გ  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , გახსნეს 100 გ ანუ  $\frac{100}{80} = 1,25$  მოლი  $\text{SO}_3$ , რომლიდანაც წარმოიქმნება 1,25 მოლი ანუ  $1,25 \cdot 98=122,5$  გ  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . მა-

შასადაზე, 500 გ (400+100=500) ხსნარი შეიცავს 294 გ (171,5+122,5=294)  $H_2SO_4$ .

ხსნარის კონცენტრაცია  $\frac{294 \cdot 100}{500} = 58,8\%$ -ია.

მეორე ხერხი. 400 გ 42,875%-იან ხსნარში, რომელიც შეიცავს  $400 \cdot 0,42875 = 171,5$  გ  $H_2SO_4$ , გახსნეს 100 გ  $SO_3$ .  $SO_3$ -ის წყალთან რეაქციის განტოლების მიხედვით:



შასადაზე, 500 გ ხსნარი (400+100=500) შეიცავს 294 გ (171,5+122,5=294)

$H_2SO_4$ ); ხსნარის კონცენტრაცია  $\frac{294 \cdot 100}{500} = 58,8\%$ -ია.

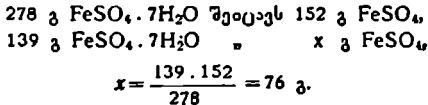
170. 1 მოლი ანუ 278 გ  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  შეიცავს 152 გ  $FeSO_4$  და 126 გ  $H_2O$ .

პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით 361 გ  $H_2O$ -ში გახსნეს 139 გ ანუ

$\frac{139}{278} = 0,5$  მოლი  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ , რომელიც შეიცავს 0,5 მოლ ანუ  $0,5 \cdot 152 = 76$  გ  $FeSO_4$ . შასადაზე, 500 გ (361+139=500) ხსნარი შეიცავს 76 გ  $FeSO_4$ .

ხსნარის კონცენტრაცია  $\frac{76 \cdot 100}{500} = 15,2\%$ -ია.

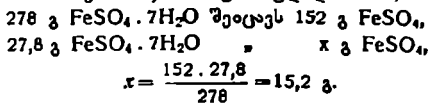
მეორე ხერხი. 361 გ  $H_2O$ -ში 139 გ  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  გახსნისას წარმოიქმნება 500 გ (361+139=500) ხსნარი. კრისტალიზატის ფორმულიდან ჩანს, რომ



შასადაზე, 500 გ ხსნარი შეიცავს 76 გ  $FeSO_4$ . ხსნარის კონცენტრაცია  $\frac{76 \cdot 100}{500} = 15,2\%$ -ის ტოლია.

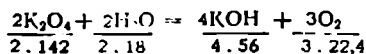
180. პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით სავიროა გაიხსნას 27,8 გ ანუ  $\frac{27,8}{278} = 0,1$  მოლი რკინის აქსპი, რომელიც შეიცავს 0,1 მოლ ანუ  $0,1 \cdot 152 = 15,2$  გ რკინის სულფატს. სავიროა დამზადდეს 3,8%-იანი ხსნარი, რომელიც შეიცავს 15,2 გ  $FeSO_4$ . შასადაზე, ხსნარი უნდა იყოს  $\frac{15,2 \cdot 100}{3,8} = 400$  გ, ხოლო წყალი 372,2 გ (400-27,8=372,2).

მეორე ხერხი. რკინის აქსპის ფორმულიდან ჩანს, რომ



რადგან ხსნარი უნდა იყოს 3,8%-იანი და შეიცავდეს 15,2 გ  $FeSO_4$ , ხსნარი უნდა იყოს  $\frac{15,2 \cdot 100}{3,8} = 400$  გ, ხოლო წყალი უნდა ავიღოთ 372,2 გ (400-27,8=372,2).

181. კალიუმის პეროქსიდის რეაქცია წყალთან მიმდინარეობს განტოლებით:



პირველი ხე რ ხ ი. ამოცანის პირობით 71 გ ანუ  $\frac{71}{142} = 0,5$  მოლი კალიუმის

პეროქსიდიდან უნდა მივიღოთ 22,4%-იანი ხსნარი. რეაქციის განტოლებიდან ვხედავთ, რომ 2 მოლი პეროქსიდიდან წარმოიქმნება 4 მოლი კალიუმის ჰიდროქსიდი, ხოლო 0,5 მოლი პეროქსიდიდან წარმოიქმნება 1 მოლი ანუ 56 გ KOH, რომელიც

წილებულ ხსნარში შეადგენს 22,4%. მაშასადამე, ხსნარი იქნებ  $\frac{56 \cdot 100}{22,4} = 250$  გ. რეაქ-

ციის განტოლებიდან ჩანს, რომ 71 გ პეროქსიდიდან რეაქციაში შედის 0,5 მოლი, ანუ 9 გ წყალი და წარმოიქმნება 56 გ მწვავე კალიუმი. მაშასადამე, გახსნილი პეროქსიდიდან (56-9=47) მხოლოდ 47 გ რჩება ხსნარში, დანარჩენი კი ორთქლდება ენგებადის სახით, და 250 გ 22,4%-იანი ხსნარის მისაღებად 71 გ კალიუმის პეროქსიდი უნდა გავხსნათ 203 გ (250-47=203) წყალში.

მეორე ხე რ ხ ი. ამოცანის პირობით საჭიროა განისაზღვროს წყლის რაოდენობა, რომელშიც აუცილებელია გაიხსნას 71 გ კალიუმის პეროქსიდი, რომ მივიღოთ 22,4%-იანი ხსნარი. რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ

284 გ  $K_2O_4$  წარმოქმნის 224 გ KOH,

71 გ  $K_2O_4$  " " x გ KOH,

$$x = \frac{224 \cdot 71}{284} = 56 \text{ გ.}$$

284 გ  $K_2O_4$  რეაქციაში შედის 36 გ  $H_2O$ -თან  
71 გ  $K_2O_4$  " " x<sub>1</sub> გ  $H_2O$ -თან,

$$x_1 = \frac{36 \cdot 71}{284} = 9 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, 71 გ კალიუმის პეროქსიდიდან წარმოიქმნება 56 გ მწვავე კალიუმი, რომლის შედგენილობაში შედის 9 გ წყალი და რომლებიც მომზადებულ ხსნარში უნდა შეადგენდეს 22,4%. აქედან

22,4 გ KOH შეიცავს 100 გ ხსნარს,

56 გ KOH " " x<sub>2</sub> გ "

$$x_2 = \frac{100 \cdot 56}{22,4} = 250 \text{ გ.}$$

ამრიგად, 250 გ მწვავე კალიუმის 22,4%-იანი ხსნარის მოსამზადებლად 203 გ (ანუ 203) წყალში (250-56+9=203) უნდა გავხსნათ 71 გ კალიუმის პეროქსიდი.

182. გოგირდის ანჰიდრიდი რეაგირებს წყალთან გოგირდმჟავას წარმოქმნით, როგორც ნაჩვენებია № 174 ამოცანის ამოხსნის დროს.

პირველი ხე რ ხ ი. ამოცანის პირობით უნდა ვიპოვოთ გოგირდმჟავას 50%-იანი ხსნარის რაოდენობა, რომელშიც უნდა გაიხსნას 240 გ ანუ  $\frac{240}{80} = 3$  მოლი გოგირდის ანჰიდრიდი, რომ წარმოიქმნას გოგირდმჟავას 93,5%-იანი ხსნარი. გამოვსახოთ ხსნარების კონცენტრაცია გოგირდის ანჰიდრიდის მიმართ:



98 გ მეაეა შეაღვენს 50%, .

80 გ ანჰიდრიდი  $x\%$ .

$$x = \frac{50 \cdot 80}{98} = 40,82\%.$$

96 გ მეაეა შეაღვენს 93,5%.

80 გ ანჰიდრიდი „  $x_1\%$ .

$$x_1 = \frac{93,5 \cdot 80}{98} = 76,33\%.$$

თუ 240 გ გოგირდის ანჰიდრიდს გაეხსნით  $x$  გ გოგირდის ანჰიდრიდის მიმართ 40,82%-იან ხსნარში, მაშინ მივიღებთ  $(240+x)$  გ ხსნარს, რომელიც შეიცავს  $(240+0,4082x)$  გ გოგირდის ანჰიდრიდს. რადგან ხსნარი 76,33%-იანი უნდა იყოს გოგირდის ანჰიდრიდის მიმართ, ამიტომ

100 გ ხსნარი შეიცავს 76,33 გ  $SO_2$ ,

$(240+x)$  გ „ „  $(240+0,4082x)$  გ  $SO_2$ ,

$76,33(240+x) = 100(240+0,4082x)$ ,

$18319,2+76,33x = 24000+40,82x$ ,

$35,51x = 5680,8$

$x = 160$  გ

მაშასადამე, 93,5%-იანი გოგირდმეაეას ხსნარის მისაღებად 240 გ გოგირდის ანჰიდრიდი უნდა გაეხსნათ 160 გ 50%-იანი გოგირდმეაეას ხსნარში.

მეორე ხერხი. ამოცანის პირობით უნდა ვანესაზღვროთ გოგირდმეაეას 80%-იანი ხსნარის რაოდენობა, რომელშიც უნდა გაეხსნათ 240 გრამი გოგირდის ანჰიდრიდი, რომ წარმოიქმნას გოგირდმეაეას 93,5%-იანი ხსნარი. თუ მას გაეხსნით  $x$  გ გოგირდმეაეაში, მაშინ წარმოიქმნება  $(240+x)$  გ ხსნარი. გოგირდმეაეას წარმოქმნის რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ 240 გ გოგირდის ანჰიდრიდასაგან

წარმოიქმნება  $\frac{240 \cdot 98}{80} = 294$  გ გოგირდმეაეა.  $x$  გ 50%-იანი ხსნარიდან შეტანილი მეაეა კიდევ  $0,5x$  გ გოგირდმეაეა. რადგან ხსნარი უნდა იყოს 93,5%-იანი, ამიტომ

100 გ ხსნარი უნდა შეიცავდეს 93,5 გ მეაეას,

$(240+x)$  გ „ „  $(294+0,5x)$  გ „

$100(294+0,5x) = 93,5(240+x)$ ,

$29400+50x = 22400+93,5x$ ,

$43,5x = 6960$ ,

$x = 160$  გ.

მაშასადამე, გოგირდმეაეას 93,5%-იანი ხსნარის მოსამზადებლად 240 გ გოგირდის ანჰიდრიდი უნდა გაეხსნათ 160 გ გოგირდმეაეას 50%-იან ხსნარში.

188. 1 მოლი ანუ 250 გ  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  შეიცავს 160 გ  $CuSO_4$  და 90 გ  $H_2O$ .

პირველი ხერხი. 200 გ 4%-იან ხსნარში, რომელიც შეიცავს  $200 \cdot 0,04 = 8$  გ  $CuSO_4$ , გახსნეს 50 გ ანუ  $\frac{50}{250} = 0,2$  მოლი შაბიამანი, რომელიც შეიცავს 0,2 მოლი ანუ  $0,2 \cdot 160 = 32$  გ  $CuSO_4$ . მაშასადამე, 250 გ  $(200+50=250)$  ხსნარში იყო 40 გ  $(8+32=40)$   $CuSO_4$ , რაც შეაღვენს  $\frac{40 \cdot 100}{250} = 16\%$ .

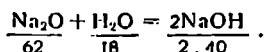
შეორე ხერხი. 200 გ ხსნარი, რომელიც შეიცავს 200 0,04=8 გ  $\text{CuSO}_4$ ,  
გახსნეს 56 გ შაბიამანი. შაბიამნის ფორმულადან ჩანს, რომ

$$\begin{aligned} 250 \text{ გ } \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} & \text{ შეიცავს } 160 \text{ გ } \text{CuSO}_4, \\ 50 \text{ გ } \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} & \text{ " } x \text{ გ } \text{CuSO}_4, \end{aligned}$$

$$x = \frac{50 \cdot 160}{250} = 32 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, 250 გ (200+50=250) ხსნარი შეიცავს 40 გ (8+32=40)  $\text{CuSO}_4$ ,  
რაც შეადგენს  $\frac{50 \cdot 100}{250} = 16\%$ .

184. ნატრიუმის ოქსიდის რეაქცია წყალთან მიმდინარეობს შემდეგი განტოლე-  
ბის თანხმად:



პირველი ხერხი. ამოცანის პირობის მიხედვით უნდა მოექმნოს ნატრი-  
უმის ოქსიდის რაოდენობა, რომელიც უნდა გავხსნათ 1014 გ ხსნარში. ეს ხსნარი  
შეიცავს 240 გ მწვევე ნატრიუმს ანუ  $\frac{240 \cdot 62}{80} = 186$  გ ნატრიუმის ოქსიდს, რომ წარ-

მოიქმნას 40%-იანი ხსნარი მწვევე ნატრიუმის მიმართ ანუ  $\frac{40 \cdot 62}{80} = 31\%$ -იანი ხსნარი  
ნატრიუმის ოქსიდის მიმართ. მიღებულ ხსნარში იქნება იმდენი წყალი, რამდენსაც  
შეიცავს მას 1014 გ ხსნარი, რომელშიც არის 186 გ ნატრიუმის ოქსიდი და 828 გ  
(1014-186=828) მშუღი და არაშუღი წყალი. რადგან ხსნარი 31%-იანი უნდა  
იყოს ნატრიუმის ოქსიდის მიმართ, ამიტომ

$$\begin{aligned} 69 \text{ გ წყალში უნდა იყოს } 31 \text{ გ ნატრიუმის ოქსიდი,} \\ 828 \text{ გ " " } x \text{ გ " " } \end{aligned}$$

$$x = \frac{31 \cdot 828}{69} = 372 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, მიღებულ ხსნარში უნდა იყოს 372 გ ნატრიუმის ოქსიდი. რადგან  
მასში უკვე იყო 186 გ, ამიტომ კიდევ უნდა გავხსნათ 36 გ ნატრიუმის ოქსიდი.

შეორე ხერხი. ამოცანის პირობით  $x$  გ ნატრიუმის ოქსიდი უნდა გავხსნათ  
1014 გ ხსნარში, რომელიც შეიცავს 240 გ მწვევე ნატრიუმს, რომ წარმოიქმნას  
40%-იანი მწვევე ნატრიუმის ხსნარი. რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ

$$\begin{aligned} 62 \text{ გ ნატრიუმის ოქსიდიდან წარმოიქმნება } 80 \text{ გ მწვევე ნატრიუმი} \\ x \text{ გ " " } y \text{ გ " " } \end{aligned}$$

$$y = \frac{80x}{62} \text{ გ.}$$

აღნიშნულ ხსნარში  $x$  გ ნატრიუმის ოქსიდის გახსნისას წარმოიქმნება (1014+x) გ  
ხსნარი, რომელიც შეიცავს  $(240 + \frac{80x}{62})$  გ მწვევე ნატრიუმს. რადგან ხსნარი უნდა  
იყოს 40%-იანი, ამიტომ

$$\begin{aligned} 100 \text{ გ ხსნარი შეიცავს } 40 \text{ გ მწვევე ნატრიუმს,} \\ (1014+x) \text{ გ " } (240 + \frac{80x}{62}) \text{ გ } \end{aligned}$$

$$40(1014+x) = 100\left(240 + \frac{80x}{62}\right),$$

$$40560 + 40x = 24000 + 8000x/62,$$

$$2514720 + 2480x = 1488000 + 8000x,$$

$$5520x = 1026720,$$

$$x = 186 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, მწვავე ნატრიუმის 40%-იანი ხსნარის მოსამზადებლად საჭიროა 1014 გ ხსნარი, რომელიც შეიცავს 240 გ მწვავე ნატრიუმს და რომელშიც უნდა გავხსნათ 186 გ ნატრიუმის ოქსიდი.

185. პ ი რ ე ლ ი ხ ე რ ხ ი. ამოცანის პირობით საჭიროა მოვქმენოთ წყლის ის რაოდენობა, რომელშიც უნდა გავხსნათ 93 გ ნატრიუმის ოქსიდი, რომ მივიღოთ მწვავე ნატრიუმის 20%-იანი ხსნარი. წყალთან ნატრიუმის ოქსიდის რეაქციის განტოლებიდან (იხ. № 184 ამოცანის ამოხსნა) ჩანს, რომ 1 მოლი ნატრიუმის ოქსიდიდან წარმოიქმნება 2 მოლი მწვავე ნატრიუმი, ხოლო  $93 \text{ გ} \text{ ანუ } \frac{93}{62} = 1,5$  მოლი ნატრიუმის ოქსიდიდან წარმოიქმნება 3 მოლი ანუ  $40 \cdot 3 = 120 \text{ გ}$  მწვავე ნატრიუმი. მიღებულ ხსნარში მწვავე ნატრიუმის ეს რაოდენობა უნდა შეადგენდეს 20%, მაშასადამე, ხსნარი უნდა იყოს  $\frac{120 \cdot 100}{20} = 600 \text{ გ}$  და მის მოსამ-

ზადებლად 93 გ ნატრიუმის ოქსიდი უნდა გავხსნათ 507 გ ( $600 - 93 = 507$ ) წყალში.

მ ე ო რ ე ხ ე რ ხ ი. ამოცანის პირობით უნდა მოვქმენოთ წყლის ის რაოდენობა, რომელშიც უნდა გავხსნათ 93 გ ნატრიუმის ოქსიდი, რომ წარმოიქმნას მწვავე ნატრიუმის 20%-იანი ხსნარი. წყალთან ნატრიუმის ოქსიდის რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ

62 გ ნატრიუმის ოქსიდი წარმოქმნის 80 გ მწვავე ნატრიუმს,

93 გ " " " " " " " " " " " "

$$x = \frac{80 \cdot 93}{62} = 120 \text{ გ.}$$

მიღებული ხსნარი 20%-იანი უნდა იყოს, საიდანაც

20 გ მწვავე ნატრიუმს შეიცავს 100 გ ხსნარი,

120 გ " " " " " " " " " " " "

$$x_1 = \frac{100 \cdot 120}{20} = 600 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, 20%-იანი მწვავე ნატრიუმის ხსნარის მოსამზადებლად 93 გ ნატრიუმის ოქსიდი უნდა გავხსნათ 507 გ ( $600 - 93 = 507$ ) წყალში.

მ ე ს ა მ ე ხ ე რ ხ ი. მწვავე ნატრიუმის 100 გ 20%-იანი ხსნარი, შეიცავს

20 გ ანუ  $\frac{20}{40} = 0,5$  მოლ მწვავე ნატრიუმს, რომელიც წარმოიქმნება 0,25

მოლი ანუ  $0,25 \cdot 62 = 15,5 \text{ გ}$  ნატრიუმის ოქსიდიდან.

მაშასადამე,

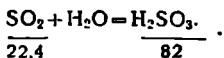
15,5 გ ნატრიუმის ოქსიდს ხსნიან 84,5 გ წყალში

93 გ " " " " " " " " " " " "

$$x = \frac{84,5 \cdot 93}{15,5} = 507 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, მწვევე ნატრიუმის 20 %-იანი ხსნარის მოსამზადებლად 93 გ ნატრიუმის ოქსიდი უნდა გავხსნათ 507 გ წყალში.

180. გოგირდოვანი ანჰიდრიდი წყალთან რეაქციაში შესვლისას წარმოქმნის ლოგირდოვან მჟეას:

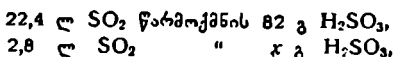


პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით უნდა გავხსნათ 2,8 ლ ანუ  $\frac{2,8}{22,4} = 0,125$  მოლი  $\text{SO}_2$ , რომელიც წარმოქმნის 0,125 მოლ ანუ  $0,125 \cdot 82 = 10,25$  გ  $\text{H}_2\text{SO}_3$ . რადგან ხსნარი 2,05 %-იანი უნდა იყოს, იგი წარმოქმნება

$$\frac{10,25 \cdot 100}{2,05} = 500 \text{ გ. ხსნარში იყო } 0,125 \text{ მოლი ანუ } 0,125 \cdot 64 = 8 \text{ გ } \text{SO}_2,$$

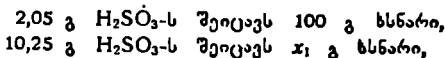
წყალი იყო 492 გ ( $500 - 8 = 492$ ).

მესამე ხერხი. გოგირდოვანი გაზის წყალთან რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ



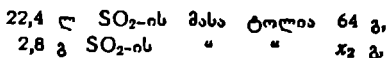
$$x = \frac{2,8 \cdot 82}{22,4} = 10,25 \text{ გ.}$$

რადგან ხსნარი უნდა იყოს 2,05 %-იანი, ამიტომ



$$x_1 = \frac{10,25 \cdot 100}{2,05} = 500 \text{ გ.}$$

გოგირდოვანი გაზის მოლეკულის ფორმულიდან ჩანს, რომ

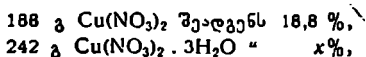


$$x_2 = \frac{2,8 \cdot 64}{22,4} = 8 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, 2,05 %-იანი გოგირდოვანმჟეას ხსნარის მოსამზადებლად 2,8 ლ გოგირდოვანი გაზი უნდა გავხსნათ 492 გ ( $500 - 8 = 492$ ) წყალში.

187. 1 მოლი ანუ 242 გ  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  შეიტაცეს 188 გ  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  და 54 გ წყალს.

პირველი ხერხი. ამ ამოცანის სიძნელე იმაში მდგომარეობს, რომ ხსნარში კრისტალოჰიდრატის შეტანისას იზრდება გამხსნელის რაოდენობა. მაგრამ რადგან უცნობია, რამდენი კრისტალოჰიდრატი უნდა გავხსნათ, ამიტომ უცნობია აგრეთვე როგორ გაიზრდება გამხსნელის რაოდენობა. ხსნარის კონცენტრაციის გამოსახვით კრისტალოჰიდრატის მიმართ, შეიძლება გამოვრიცხოთ ამ უცნობი სიდიდის გავლენა:



$$x = \frac{242 \cdot 18,8}{188} = 24,2 \%$$

ახლა უნდა მოვხაზოთ სპილენძის ნიტრატის კრისტალიდრატის რაოდენობა, რომელიც უნდა გავხსნათ 606,4 გ წყალში, რომ წარმოიქმნას ხსნარი. იგი უნდა შეიცავდეს 24,2% კრისტალიდრატს და 75,8% წყალს, ე. ი.

75,8 გ წყალში უნდა გავხსნათ 24,2 გ  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ,  
 606,4 გ " " "  $x_1$  გ  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ,

$$x_1 = \frac{24,2 \cdot 606,4}{75,8} = 193,6 \text{ გ.}$$

მეორე ხერხი. 606,4 გ წყალში  $x$  გ სპილენძის ნიტრატის კრისტალიდრატის გახსნით ვლებულობთ  $(606,4+x)$  გ ხსნარს. სპილენძის კრისტალიდრატის ფორმულიდან ჩანს, რომ

242 გ  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  შეიცავს 188 გ  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ,  
 $x$  გ  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  "  $y$  გ  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ,

$$y = \frac{188x}{242},$$

რადგან ხსნარი 18,8%-იანი უნდა იყოს, ამიტომ  
 18,8 გ  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ -ს შეიცავს 100 გ ხსნარი,

$\frac{188x}{242}$  გ  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ -ს  $(606,4+x)$  გ ხსნარი,

$$100 \cdot \frac{188x}{242} = 18,8 (606,4+x),$$

$$18800x = 242 \cdot 18,8(606,4+x),$$

$$1000x = 146748,8 + 242x,$$

$$758x = 146748,8,$$

$$x = 193,6.$$

შეშასადამე, სპილენძის ნიტრატის 18,8%-იანი ხსნარის მოსამზადებლად მისი 193,6 გ კრისტალიდრატი უნდა გავხსნათ 606,4 გ წყალში.

188. პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით საჭიროა მოვხაზოთ წყლის რაოდენობა, რომელშიც უნდა გავხსნათ 44,8 ლ ანუ  $\frac{44,8}{22,4} = 2$  მოლი ანუ 36,5.

$-2 = 73$  გ ქლორწყალბადი, რომ წარმოიქმნას მარილმეყავს 14,6%-იანი ხსნარი, ისეთი ხსნარის მოსამზადებლად

14,6 გ HCl უნდა გავხსნათ 85,4 წყალში,

73 გ HCl " "  $x$  გ "

$$x = \frac{85,4 \cdot 73}{14,6} = 427 \text{ გ.}$$

ამრიგად, 14,6%-იანი ხსნარის მოსამზადებლად 44,8 ლ ქლორწყალბადი უნდა გავხსნათ 427 გ წყალში.

მეორე ხერხი. ამოცანის პირობით საჭიროა მოვებნოთ წყლის რაოდენობა, რომელშიც უნდა გავხსნათ 44,8 ლ ქლორწყალბადი, რომ წარმოიქმნას 14,6%-იანი მარილმეყავს ხსნარი. ქლორწყალბადის ფორმულიდან ჩანს, რომ

22,4 ლ HCl-ის მასა ტოლია 36,5 გ,

44,8 ლ HCl-ის " "  $x$  გ,

$$x = \frac{36,5 \cdot 44,8}{22,4} = 73 \text{ გ.}$$

რადგან ხსნარი 14,6%-იანი უნდა იყოს, ამიტომ

14,6 გ HCl-ს უნდა შეიტყუდეს 100 გ ხსნარი,  
73 გ HCl-ს " "  $x_1$  გ ხსნარი

$$x_1 = \frac{100 \cdot 73}{14,6} = 500 \text{ გ.}$$

ამრიგად, 14,6%-იანი ხსნარის მოსამზადებლად 44,8 ლ ქლორწყალბადი უნდა გავხსნათ 427 გ ( $500 - 73 = 427$ ) წყალში.

180. 1 მოლი ანუ 203 გ  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  შეიცავს 95 გ  $MgCl_2$  და 108 გ  $H_2O$ . ამოცანის პირობით უნდა გავხსნათ 960 გ მარილი, რომელიც შეიცავს 84,58% ანუ  $960 \cdot 0,8458 = 812$  გ  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ .

პ ი რ ე ე ლ ი ხ ე რ ხ ი. ამოცანის პირობით უნდა გავხსნათ 812 გ ანუ  $\frac{812}{203} = 4$  მოლი  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ , რომელიც შეიცავს 4 მოლ ანუ  $4 \cdot 95 = 380$  გ  $MgCl_2$ . რადგან  $MgCl_2$  ხსნადობა  $80^\circ C$ -ზე 66 გ-ის ტოლია, ამიტომ მისი 380 გ უნდა გაიხსნას  $\frac{380 \cdot 100}{66} = 576$  გ  $H_2O$ -ში. მაშასადამე, 380 გ  $MgCl_2$ -ს შეიტყუდეს 956 გ ( $576 + 380 = 956$ ) ხსნარი. რამდენადაც 380 გ  $MgCl_2$ -ს შეიტყუდეს 812 გ კრისტალ-პიდრატის, ამიტომ მისი გახსნისათვის საჭიროა 144 გ ( $956 - 812 = 144$ )  $H_2O$ :

შ ე ო რ ე ხ ე რ ხ ი. მაგნიუმქლორიდის კრისტალპიდრატის ფორმულიდან გამომდინარეობს, რომ

203 გ  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  შეიცავს 95 გ  $MgCl_2$ ,  
812 გ  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  " "  $x$  გ  $MgCl_2$ ,

$$x = \frac{812 \cdot 95}{203} = 380 \text{ გ.}$$

რადგან  $MgCl_2$ -ის ხსნადობა  $80^\circ C$ -ზე 66 გ-ის ტოლია, ამიტომ

66 გ  $MgCl_2$  იხსნება 100 გ  $H_2O$ -ში,  
380 გ  $MgCl_2$  " "  $x_1$   $H_2O$ -ში,

$$x_1 = \frac{380 \cdot 100}{66} = 576 \text{ გ.}$$

წარმოიქმნება 956 გ ( $576 + 380 = 956$ ) ხსნარი, რომელიც შეიცავს 380 გ  $MgCl_2$ . რადგან 380  $MgCl_2$ -ს შეიტყუდეს 812 გ კრისტალპიდრატის, ამიტომ ამ რაოდენობით კრისტალპიდრატის გასახსნელად საჭირო იქნება 144 გ ( $956 - 812 = 144$ ) წყალი.

100. პ ი რ ე ე ლ ი ხ ე რ ხ ი. ამოცანის პირობით უნდა გავხსნათ 560 ლ ანუ  $\frac{560}{22,4} = 25$  მოლი ანუ  $25 \cdot 36,5 = 912,5$  გ ქლორწყალბადი. HCl-ის ხსნადობა  $60^\circ$ -ზე შეადგენს 56,1 გ, მაშასადამე, მის 912,5 გ-ს შეუძლია გაიხსნას  $\frac{912,5 \cdot 100}{56,1} = 1626,5$  გ  $H_2O$ -ში. ამ დროს წარმოიქმნება 2539 გ ( $912,5 + 1624,5 = 2539$ ) მარილმუცავს ხსნარი, რომლის კონცენტრაცია არის  $\frac{912,5 \cdot 100}{2539} = 35,9\%$ .

შ ე ო რ ე ხ ე რ ხ ი. როგორც ქლორწყალბადის ფორმულიდან ჩანს

22,4 ლ HCl-ის მასა ტოლია 36,5 გ,  
560 ლ HCl-ის " " "  $x$  გ,

$$x = \frac{560 \cdot 36,5}{22,4} = 912,5 \text{ გ}$$

ქლორწყალბადის ხსნადობა 60°C-ზე 56,1 გ-ის ტოლია, მაშასადამე,

56,1 გ HCl იხსნება 100 გ H<sub>2</sub>O-ში,

912,5 გ HCl " x<sub>1</sub> გ H<sub>2</sub>O-ში,

$$x_1 = \frac{912,5 \cdot 100}{56,1} = 1626,5 \text{ გ.}$$

912,5 გ ქლორწყალბადის გახსნისას 1626,5 გ წყალში წარმოიქმნება 2539 გ მარილმეყვას ხსნარი, რომლის კონცენტრაცია  $\frac{912,5 \cdot 100}{2539} = 35,9\%$ -ის ტოლია.

191. 1 მოლი ანუ 250 გ შაბიამნი შეიცავს 160 გ სპილენძის სულფატსა და 90 გ კრისტალიზაციურ წყალს.

პ ი რ ე ლ ი ხ ე რ ხ ი. შაბიამნის თორმულიდან ჩანს, რომ

250 გ CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O შეიცავს 160 გ CuSO<sub>4</sub>,

200 გ CuSO · 5H<sub>2</sub>O " x გ CuSO<sub>4</sub>,

$$x = \frac{200 \cdot 160}{250} = 128 \text{ გ.}$$

200 გ შაბიამნის გახსნით x გ სპილენძის სულფატის 4%-იან ხსნარში მივიღებთ (200+x) გ ხსნარს, რომელიც შეიცავს (128+0,04x) გ სპილენძის სულფატს. რადგან ხსნარი 16%-იანი უნდა იყოს სპილენძის სულფატის მიმართ, ამიტომ

16 გ CuSO<sub>4</sub>-ს უნდა შეიცაქვდეს 100 გ ხსნარი,

(128+0,04 x) გ CuSO<sub>4</sub>-ს " (200+x) გ

$$16(200+x) = 100(128+0,04x),$$

$$3200 + 16x = 12800 + 4x,$$

$$12x = 9600,$$

$$x = 800.$$

მაშასადამე, 200 გ შაბიამნის გახსნით 800 გ 4%-იან სპილენძის სულფატის ხსნარში მივიღებთ სპილენძის სულფატის 16%-იან ხსნარს.

ი ე რ ე ლ ი ხ ე რ ხ ი. სპილენძის სულფატის ხსნარის კონცენტრაცია შეიძლება გამოვსახოთ შაბიამნის მიმართ;

160 გ CuSO<sub>4</sub> შეადგენს 4%,

250 გ CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O " x%,

$$x = \frac{4 \cdot 250}{160} = 6,25\%;$$

160 გ CuSO<sub>4</sub> შეადგენს 16%,

250 გ CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O " x<sub>1</sub>%.

$$x_1 = \frac{16 \cdot 250}{160} = 25\%.$$

200 გ შაბიამნის გახსნით x გ შაბიამნის მიმართ 6,25%-იან ხსნარში, მივიღებთ (200+x) გ ხსნარს, რომელიც შეიცავს (200+0,0625x) გ შაბიამნს. რადგან ხსნარი უნდა იყოს 25%-იანი შაბიამნის მიმართ, ამიტომ

25 გ CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O-ს შეიცავს 100 გ ხსნარი,

(200+0,0625x) გ CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O-ს " (200+x) გ "

$$25(200+x) = 100(200+0,0625x),$$

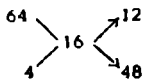
$$5000 + 25x = 20000 + 6,25x,$$

$$18,75x = 15000,$$

$$x = 800.$$

მაშასადამე, 200 გ შაბიამნის გახსნას 800 გ სპილენძის სულფატის 4 %-იან ხსნარში წარმოიქმნება 1000 გ სპილენძის სულფატის 16 %-იანი ხსნარი.

მესამე ხე რხი. თუ შაბიამანს განვიხილავთ როგორც ხსნარს, რომელიც შეიცავს 64% სპილენძის სულფატს, შეიძლება გამოვიყენოთ შერევის წესი:



მაშასადამე,

12 გ  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  უნდა გაიხსნას 48 გ ხსნარში,

200 გ  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  " " " " x გ

$$x = \frac{48 \cdot 200}{12} = 800 \text{ გ.}$$

103. 228 გ მაგნიუმის სულფატის კრისტალოიდრატი შეიცავს 120 გ მაგნიუმის სულფატს და 108 გ კრისტალოიდრატი წყალს.

პირველი ხე რხი. ამოცანის პირობით საჭიროა განვსაზღვროთ მაგნიუმის სულფატის კრისტალოიდრატის რაოდენობა, რომელიც უნდა გავხსნათ 279 გ წყალში, რომ წარმოიქმნას მაგნიუმის სულფატის 20 %-იანი ხსნარი. მიღებულ

ხსნარში კრისტალოიდრატი შეადგენს  $\frac{228 \cdot 20}{120} = 36\%$ . ასეთი ხსნარის მოსამზადებლად

62 გ წყალში უნდა გავხსნათ 38 გ  $\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  
 279 გ " " " " x გ  $\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,

$$x = \frac{38 \cdot 279}{62} = 171 \text{ გ.}$$

მაგნიუმის სულფატის 20 %-იანი ხსნარის მოსამზადებლად 279 გ წყალში უნდა გავხსნათ 171 გ კრისტალოიდრატი  $\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ .

მეორე ხე რხი. ამოცანის პირობით საჭიროა მოვებნოთ მაგნიუმის სულფატის კრისტალოიდრატის რაოდენობა, რომელიც უნდა გაიხსნას 279 გ წყალში, რომ წარმოიქმნას მაგნიუმის სულფატის 20 %-იანი ხსნარი. თუ 279 გ წყალში გავხსნით x გ კრისტალოიდრატს, მაშინ წარმოიქმნება  $(279+x)$  გ ხსნარი, რომელიც შეიცავს  $\frac{120}{228}x$  გ მაგნიუმის სულფატს. რადგან ხსნარი 20 %-იანი უნდა იყოს, ამიტომ

$$\begin{array}{l}
 100 \text{ გ ხსნარი შეიცავს } 20 \text{ გ } \text{MgSO}_4, \\
 (279+x) \text{ გ " " } \frac{120x}{228} \text{ გ } \text{MgSO}_4,
 \end{array}$$

$$20(279+x) = 100 \cdot \frac{120x}{228},$$

$$20 \cdot 279 \cdot 228 + 20 \cdot 228x = 12000x,$$

$$1272240 + 4560x = 12000x,$$

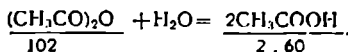
$$7440x = 1272240,$$

$$x = 171 \text{ გ.}$$

მაგნიუმის სულფატის 20 %-იანი ხსნარის მოსამზადებლად 279 გ წყალში უნდა გავხსნათ 171 გ კრისტალოიდრატი  $\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ .



193. ძმრის ანჰიდრიდი წყალთან რეაქციაში შესვლისას წარმოქმნის ძმარმეავას:



პირველი ბერხი. ამოცანის პირობით უნდა მოვძებნოთ ძმრის ანჰიდრიდისა და წყლის რაოდენობა, რომ დაემაზადოთ 400 გ ძმარმეავას ხსნარო. 400 გ 54%-იან ხსნარში უნდა იყოს  $400 \cdot 0,54 = 216$  გ ანუ  $\frac{216}{60} = 3,6$  მოლი ძმარმეავა, რომელიც რეაქციის განტოლების თანახმად შეიძლება წარმოიქმნას 1,8 მოლი ანუ  $1,8 \cdot 102 = 183,6$  გ ძმრის ანჰიდრიდიდან. 400 გ ძმარმეავას 54%-იანი ხსნარის მოსამზადებლად 183,6 გ ძმრის ანჰიდრიდი უნდა გავხსნათ 216,4 გ ( $400 - 183,6 = 216,4$ ) წყალში.

მეორე ბერხი. ამოცანის პირობით უნდა მოვძებნოთ ძმრის ანჰიდრიდისა და წყლის ისეთი რაოდენობა, რომ მოემაზადოთ 400 გ ძმარმეავას 54%-იანი ხსნარი. თუ ხსნარი 54%-იანია, მაშინ

$$\begin{array}{l} 100 \text{ გ ხსნარი შეიცავს } 54 \text{ გ მეავას,} \\ 400 \text{ გ} \qquad \qquad \qquad \text{"} \qquad \qquad \text{"} \qquad \qquad \text{x გ "} \\ x = \frac{54 \cdot 400}{100} = 216 \text{ გ.} \end{array}$$

ძმარმეავას წარმოქმნის რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ

$$\begin{array}{l} 120 \text{ გ მეავა წარმოიქმნება } 102 \text{ გ ანჰიდრიდიდან,} \\ 216 \text{ გ} \qquad \qquad \qquad \text{"} \qquad \qquad \qquad \text{x}_1 \text{ გ} \end{array}$$

$$x_1 = \frac{102 \cdot 216}{120} = 183,6 \text{ გ.}$$

400 გ ძმარმეავას 54%-იანი ხსნარის მოსამზადებლად 183,6 გ ძმრის ანჰიდრიდი უნდა გავხსნათ 216,4 გ ( $400 - 183,6 = 216,4$ ) წყალში.

194. 1 მოლი ანუ 200 გ სპილენძის აცეტატის კრისტალოიდრატი  $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . შეიცავს 182 გ სპილენძის აცეტატსა და 18 გ კრისტალიზაციურ წყალს.

პირველი ბერხი. იმისათვის, რომ გამოვრიცხოთ გამხსნელის რაოდენობის ცვლილება კრისტალიზაციური წყლის შეტანის ხარჯზე, ხსნარის კონცენტრაცია უნდა გამოვსახოთ კრისტალოიდრატის მიმართ:

$$\begin{array}{l} 182 \text{ გ } \text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \text{ შეადგენს } 9,1\%, \\ 200 \text{ გ } \text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O} \text{ " } x\%, \end{array}$$

$$x = \frac{9,1 \cdot 200}{182} = 10\%;$$

$$\begin{array}{l} 182 \text{ გ } \text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \text{ შეადგენს } 29,575\%, \\ 200 \text{ გ } \text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O} \text{ " } x_1\%, \end{array}$$

$$x_1 = \frac{29,575 \cdot 200}{182} = 32,5\%.$$

600 გ ხსნარი შეიცავს  $600 \cdot 0,1 = 60$  გ სპილენძის აცეტატის კრისტალოიდრატს



40%-იან ხსნარს, რომელიც შეიცავს 0,4 x გ ტუტეს, მაშინ ხსნარის მასა ტოლი იქნება (200+x)გ. ხსნარი უნდა იყოს 24%-იანი. ვადგენთ პროპორციას:

$$\begin{array}{l} 24 \text{ გ ტუტეს შეიცავს } 100 \text{ გ ხსნარი,} \\ 0,4 x \text{ გ } \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad (200+x) \text{ გ } \quad , \end{array}$$

$$100 \cdot 0,4x = 24(200+x) \text{ გ,}$$

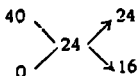
$$40x = 4800 + 24x,$$

$$16x = 4800,$$

$$x = 300.$$

მაშასადამე, 200 გ წყალს უნდა დავუმატოთ 300 გ ტუტის 40%-იანი ხსნარი.

მეორე ხერხი. თუ წყალს ჩავთვლით ხსნარად, რომელიც შეიცავს 0% გახსნილ ნივთიერებას, მაშინ შეიძლება გამოიყენოთ შერევის წესი:



ამ სქემიდან ჩანს, რომ

$$\begin{array}{l} 16 \text{ გ წყალს უნდა დავმატოთ } 24 \text{ გ ტუტის ხსნარი,} \\ 200 \text{ გ } \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad x \text{ გ } \quad \quad \quad , \end{array}$$

$$x = \frac{200 \cdot 24}{16} = 300 \text{ გ.}$$

190. 400 გ 91%-იანი ხსნარი შეიცავს  $400 \cdot 0,91 = 364$  გ მმარმეავასა და 36 გ (400 - 364 = 36) ანუ  $\frac{36}{18} = 2$  მოლ წყალს.

პირველი ხერხი. წყალთან ძმრის ანჰიდრიდის რეაქციის განტოლებიდან (იხ. ამოცანა 193) ჩანს, რომ 1 მოლი წყალი რეაქციაში შედის 1 მოლ ძმრის ანჰიდრიდთან და წარმოქმნის 2 მოლ მმარმეავას, ხოლო 2 მოლი წყალი რეაქციაში შედის 2 მოლ ანუ  $2 \cdot 102 = 204$  გ ძმრის ანჰიდრიდთან. მაშასადამე, უწულო მმარმეავას წარმოსაქმნელად 400 გ მმარმეავას 91 %-იან ხსნარს უნდა დავუმატოთ 204 გ ძმრის ანჰიდრიდი.

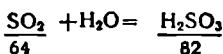
მეორე ხერხი. წყალთან ძმრის ანჰიდრიდის რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ

$$\begin{array}{l} 18 \text{ გ H}_2\text{O შედის რეაქციაში } 102 \text{ გ (CH}_3\text{CO)}_2\text{O-თან,} \\ 36 \text{ გ H}_2\text{O } \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad x \text{ გ (CH}_3\text{CO)}_2\text{O-თან,} \end{array}$$

$$x = \frac{102 \cdot 36}{18} = 204 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, უწულო მმარმეავას მისაღებად მის 400 გ 91%-იან ხსნარს უნდა დავუმატოთ 204 გ ძმრის ანჰიდრიდი.

197. გოგირდოვანი გაზი რეაქციაში შედის წყალთან და წარმოქმნის გოგირდოვან მეთევას:



პირველი ხერხი. იმისათვის, რომ გამოვრიცხოთ წყლის გავლენა, რომელიც უკავშირდება გოგირდოვან ანჰიდრიდს, ხსნარის კონცენტრაცია შეიძლება გამოვსახოთ ანჰიდრიდის მიმართ:

$$82 \text{ გ } \text{H}_2\text{SO}_3 \text{ შეადგენს } 2\%,$$

$$64 \text{ გ } \text{SO}_2 \text{ " } x\%,$$

$$x = \frac{64 \cdot 2}{82} = 1,56\%,$$

იმისათვის, რომ დავამზადოთ 1,56%-იანი ხსნარი, საჭიროა

$$98,44 \text{ გ } \text{H}_2\text{O-ში გავხსნათ } 1,56 \text{ გ } \text{SO}_2,$$

$$1009 \text{ გ } \text{H}_2\text{O-ში " } x_1 \text{ გ } \text{SO}_2,$$

$$x_1 = \frac{1009 \cdot 1,56}{98,44} = 16 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, გოგირდოვანი მჟავას 2%-იანი ხსნარის მოსამზადებლად 1009 გ  $\text{H}_2\text{O}$ -ში უნდა გავხსნათ 16 გ ანუ  $\frac{16}{64} = 0,25$  მოლი ანუ  $0,25 \cdot 22,4 = 5,6$  ლ  $\text{SO}_2$ .

მეორე ხერხი. თუ 1009 გ  $\text{H}_2\text{O}$ -ში გავხსნით  $x$  გ  $\text{SO}_2$ , მაშინ ხსნარის მასა  $(1009+x)$  გ ტოლი იქნება. რეაქციის განტოლებით:

$$64 \text{ გ } \text{SO}_2 \text{ წარმოქმნის } 82 \text{ გ } \text{H}_2\text{SO}_3,$$

$$x \text{ გ } \text{SO}_2 \text{ " } y \text{ გ } \text{H}_2\text{SO}_3,$$

$$y = \frac{82x}{64} \text{ გ.}$$

რადგან გოგირდოვანი მჟავას ხსნარი 2%-იანია, ამიტომ

$$2 \text{ გ } \text{H}_2\text{SO}_3\text{-ს შეიცავს } 100 \text{ გ ხსნარი,}$$

$$\frac{82x}{64} \text{ გ } \text{H}_2\text{SO}_3\text{-ს } (1009+x) \text{ გ "}$$

$$100 \frac{82x}{64} = 2(1009+x),$$

$$8200x = 128(1009+x),$$

$$8200x = 129152 + 128x,$$

$$8072x = 129152,$$

$$x = 16.$$

გოგირდოვანი გაზის ფორმულიდან ჩანს, რომ

$$64 \text{ გ } \text{SO}_2 \text{ იკავებს } 22,4 \text{ ლ მოცულობას,}$$

$$16 \text{ გ } \text{SO}_2 \text{ " } x_1 \text{ ლ "}$$

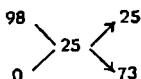
$$x_1 = \frac{16 \cdot 22,4}{64} = 5,6 \text{ ლ.}$$

მაშასადამე, 1009 გ  $\text{H}_2\text{O}$ -ში უნდა გავხსნათ 5,6 ლ  $\text{SO}_2$ .

108. პირველი ხერხი. 500 გ 25%-იან ხსნარში უნდა იყოს  $500 \cdot 0,25 = 125$  გ  $\text{H}_2\text{SO}_4$  და 375 გ  $\text{H}_2\text{O}$ . რადგან გოგირდმჟავას შეიცავს მხოლოდ 98%-იანი ხსნარი, ამიტომ იმდენი ხსნარი უნდა ავიღოთ, რომ მასში იყოს 125 გ მჟავა, ე. ი.

$$\frac{125 \cdot 100}{98} = 127,6 \text{ გ ხოლო წყალი — } 372,4 \text{ გ } (500 - 127,6 = 372,4).$$

მეორე ხერხი. შეიძლება გამოვიყენოთ შერევის წესი:

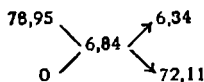


ამ სქემიდან ჩანს, რომ 98 გ ( $25 + 73 = 98$ ) გოგირდმეყვას 25%-იანი ხსნარის მოსამზადებლად უნდა ავიღოთ 25 გ გოგირდმეყვას 98%-იანი და 73 გ წყალი, ხოლო 500 გ ხსნარის მოსამზადებლად  $\frac{25 \cdot 500}{98} = 127,6$  გ გოგირდმეყვას 98%-იანი ხსნარი და  $\frac{73 \cdot 500}{98} = 372,4$  გ წყალი.

199. 1 მოლი ანუ 171 გ სპილენძის ქლორიდის კრისტალოიდრატი  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  შეიცავს 135 გ სპილენძის ქლორიდს და 36 გ კრისტალიზაციურ წყალს.

პირველი ხერხი. 10 კგ 6,84%-იანი ხსნარი უნდა შეიცავდეს  $10 \cdot 0,0684 = 0,684$  კგ ანუ 684 გ სპილენძის ქლორიდს. მას ამავე რაოდენობით შეიძლება შეიცავდეს  $\frac{171 \cdot 684}{135} = 866,4$  გ კრისტალოიდრატი. მაშასადამე, 10 კგ ანუ 10 000 გ სპილენძის ქლორიდის 6,84%-იანი ხსნარის მოსამზადებლად საჭიროა 866,4 გ კრისტალოიდრატი გავხსნათ 9133,6 გ წყალში.

მეორე ხერხი. თუ კრისტალოიდრატს განვიხილავთ როგორც ხსნარს, რომელიც შეიცავს  $\frac{135 \cdot 100}{171} = 78,95\%$  სპილენძის ქლორიდს, შეიძლება გამოვიყენოთ შერევის წესი:



სქემიდან ჩანს, რომ 78,95 გ ( $72,11 + 6,84 = 78,95$ ) სპილენძის ქლორიდის 6,84%-იანი ხსნარის მოსამზადებლად 6,84 გ კრისტალოიდრატი უნდა გავხსნათ 72,11 გ წყალში, ხოლო 10 000 გ ამ ხსნარის მოსამზადებლად  $\frac{6,84 \cdot 10000}{78,95} = 866,4$  გ სპილენძის ქლორიდის კრისტალოიდრატი უნდა გავხსნათ  $\frac{72,11 \cdot 10000}{78,95} = 9133,6$  გ წყალში.

200. 1 მოლი შაბიამანი შეიცავს 160 გ სპილენძის სულფატს და 90 გ კრისტალიზაციურ წყალს.

პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით უნდა მოვძებნოთ შაბიამნისა და სპილენძის სულფატის 8%-იანი ხსნარის რაოდენობა 420 გ სპილენძის სულფატის 16%-იანი ხსნარის მოსამზადებლად. საწყისი და მიღებული ხსნარების კონცენტრაციები შეიძლება გამოვსახოთ შაბიამნის მიმართ:

160 გ  $\text{CuSO}_4$  შეადგენს 8%,

250 გ  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  "  $x\%$ ,

$$x = \frac{8 \cdot 250}{160} = 12,5\%$$

160 გ  $\text{CuSO}_4$  შეადგენს 16%,

250 გ  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  "  $x_1\%$ , „

$$x_1 = \frac{16 \cdot 250}{160} = 25\%$$

მიღებული ხსნარი 25%-იანი უნდა იყოს შაბიამნის მიმართ, მის 420 გ-ში უნდა იყოს  $\frac{25 \cdot 420}{100} = 105$  გ შაბიამანი და  $\frac{75 \cdot 420}{100} = 315$  გ წყალი. წყლის ეს რაოდენობა შეიძლება შეტანილ იქნეს მხოლოდ შაბიამნის მიმართ 12,5%-იანი ხსნარით, აქედან

$$\begin{array}{l} 67,5 \text{ გ წყალს შეიცავს } 100 \text{ გ ხსნარი,} \\ 315 \text{ გ } \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad x_2 \text{ გ } \quad \quad \quad \end{array}$$

$$x_2 = \frac{100 \cdot 315}{67,5} = 360 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, 420 გ სპილენძის სულფატის 16%-იანი ხსნარის მოსამზადებლად 360 გ სპილენძის სულფატის 8%-იან ხსნარში უნდა გავხსნათ 60 გ ( $420 - 360 = 60$ ) შაბიამანი.

მეორე ხერხი. ამოცანის პირობით საჭიროა მოვძებნოთ სპილენძის სულფატის 8%-იანი ხსნარისა და შაბიამნის რაოდენობა, რომლებიც აუცილებელია 420 გ სპილენძის სულფატის 16%-იანი ხსნარის მოსამზადებლად. თუ ავიღებთ 150 გ სპილენძის სულფატის 8%-იან ხსნარს და მასში გავხსნით  $x$  გ შაბიამანს, მივიღებთ  $(150+x)$  გ ხსნარს:

$$\begin{array}{l} 100 \text{ გ ხსნარი შეიცავს } 8 \text{ გ } \text{CuSO}_4, \\ 150 \text{ გ } \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad x_1 \text{ გ } \text{CuSO}_4, \end{array}$$

$$x_1 = \frac{8 \cdot 150}{100} = 12 \text{ გ.}$$

სპილენძის კრისტალიდრატის ფორმულიდან ჩანს, რომ

$$\begin{array}{l} 250 \text{ გ } \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \text{ შეიცავს } 160 \text{ გ } \text{CuSO}_4, \\ x \text{ გ } \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad y \text{ გ } \text{CuSO}_4, \end{array}$$

$$y = \frac{160x}{250}.$$

მაშასადამე,  $(150+x)$  გ მიღებული ხსნარი შეიცავს  $\left(12 + \frac{160x}{250}\right)$  გ სპილენძის სულფატს. რადგან ხსნარი 16%-იანი უნდა იყოს, ამიტომ

$$\begin{array}{l} 100 \text{ გ ხსნარი შეიცავს } 16 \text{ გ } \text{CuSO}_4, \\ (150+x) \text{ გ } \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \left(12 + \frac{160x}{250}\right) \text{ გ } \text{CuSO}_4, \end{array}$$

$$16(150+x) = 100 \left(12 + \frac{160x}{250}\right),$$

$$2400 + 16x = 1200 + 64x,$$

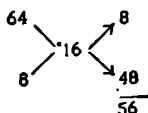
$$48x = 1200,$$

$$x = 25 \text{ გ.}$$

175 გ სპილენძის სულფატის 16%-იანი ხსნარის მოსამზადებლად 25 გ შაბიამანი უნდა გავხსნათ 150 გ სპილენძის სულფატის 8%-იან ხსნარში, ხოლო 420 გ ასეთი ხსნარის მოსამზადებლად  $\frac{25 \cdot 420}{175} = 60$  გ შაბიამანი უნდა გავხსნათ 360 გ

( $420 - 60 = 360$  ანუ  $\frac{150 \cdot 420}{175} = 360$ ) სპილენძის სულფატის 8%-იან ხსნარში.

გესამეხერხო. თუ შაბიამანს მივიღებთ როგორც ხსნარს, მაშინ შეიძლება ვისარგებლოთ შერევის წესით. შაბიამანის ფორმულიდან ჩანს, რომ სპილენძის სულფატი მასში შეადგენს  $\frac{160 \cdot 100}{250} = 64\%$ ;



მოყვანილი სქემიდან ჩანს, რომ

56 გ ხსნარის მისაღებად საჭიროა 8 გ  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  
420 გ " " " " "  $x$  გ  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,

$$x = \frac{8 \cdot 420}{56} = 60 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, 420 გ სპილენძის სულფატის 16%-იანი ხსნარის მოსამზადებლად 60 გ შაბიამანი უნდა გავხსნათ 360 გ:  $(420 - 60 = 360)$  ანუ  $\frac{48 \cdot 420}{56} = 360$  სპილენ-

ძის სულფატის 8%-იან ხსნარში.

201. პირველი ხერხო. იმისათვის, რომ გამოვრიცხოთ გამხსნელის (წყლის) კონცენტრაციის ცვლილება, რომელიც ურთაერთქმედებს ძმრის ანჰიდრიდთან, ყველას სჯობია ხსნარების კონცენტრაცია გამოვსახოთ ძმრის ანჰიდრიდის მიმართ:

120 გ  $\text{CH}_3\text{COOH}$  შეადგენს 25%,  
102 გ  $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$  "  $x\%$ ,

$$x = \frac{102 \cdot 25}{120} = 21,25\%;$$

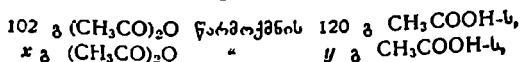
120 გ  $\text{CH}_3\text{COOH}$  შეადგენს 28%,  
102 გ  $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$  "  $x_1\%$ ,

$$x_1 = \frac{102 \cdot 28}{120} = 24,5\%.$$

ამოცანის პირობით უნდა დამზადდეს 750 გ 74,8%-იანი ხსნარი ძმრის ანჰიდრიდის მიმართ, რომელიც შეიცავს  $750 \cdot 0,748 = 561$  გ ძმრის ანჰიდრიდს და 25,2% ანუ  $750 \cdot 0,252 = 189$  გ წყალს. ასეთი რაოდენობით წყალი შეიძლება მიუღებოთ ხსნარს მხოლოდ ძმრის ანჰიდრიდის 21,25%-იანი ხსნარით. მაშასადამე, ის უნდა ავიღოთ იმდენი, რომ იგი შეიცავდეს 189 გ წყალს. თუ ხსნარში არის 21,25% ანჰიდრიდი და 78,75% წყალი, მაშინ 189 გ წყალი შეიცავს  $\frac{189 \cdot 100}{78,75} = 240$  გ 21,25%-იან ხსნარს ძმრის ანჰიდრიდის მიმართ, ანუ 25%-იან ხსნარს ძმარმეუას მიმართ. მაშასადამე, 750 გ ძმარმეუას 88%-იანი ხსნარის მოსამზადებლად მის 240 გ 25%-იან ხსნარში უნდა გავხსნათ 510 გ გრამი  $(750 - 240 = 510)$  ძმრის ანჰიდრიდი.

მეორე ხერხო. თუ 100 გ 25%-იან ხსნარში, რომელიც შეიცავს 25 გ ძმარმეუას, გვხსნით  $x$  გ ძმრის ანჰიდრიდს, წარმოქმნება  $(100 + x)$  გ ხსნარქ;

რეაქციის განტოლებიდან (იხ. ამოცანა 193) ჩანს, რომ



$$y = \frac{120x}{102} \text{ გ.}$$

რამდენადაც წარმოქმნილი ხსნარი 88%-იანია, ამიტომ

$$\begin{array}{l} 88 \text{ გ } \text{CH}_3\text{COOH-ს შეიცავს} \quad 100 \text{ გ } \text{ხსნარი,} \\ \left(25 + \frac{120x}{102}\right) \text{ გ } \text{CH}_3\text{COOH-ს} \quad (100+x) \text{ გ } \text{ხსნარი,} \end{array}$$

$$100 \left(25 + \frac{120x}{102}\right) = 88(100+x),$$

$$100(2550 + 120x) = 102 \cdot 88(100+x),$$

$$255000 + 12000x = 897600 + 8976x,$$

$$3024x = 642600,$$

$$x = 212,5.$$

იმისათვის, რომ მოვაშზადოთ 312,5 გ (100+212,5=312,5) ძმარმეავას 88%-იანი ხსნარი, 100გ: ძმარმეავას 25%-იან ხსნარში უნდა გავხსნათ 212,5 გ ძმრის ანჰიდრიდი, ხოლო 750 გ ასეთი ხსნარი რომ მოვაშზადოთ,  $\frac{100 \cdot 750}{312,5} = 240$  გ ძმარ-

მეავას 25%-იან ხსნარში უნდა გავხსნათ  $\frac{212,5}{312,5} \cdot 750 = 510$  გ ძმრის ანჰიდრიდი.

შპ. 1 მოლი ანუ 200 გ სპილენძის აცეტატის კრისტალჰიდრატე  $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  შეიცავს 182 გ სპილენძის აცეტატს და 18 გ კრისტალიზაციურ წყალს.

ჰირეელი ხერხი. იმისათვის, რომ გამოვრიცხოთ წყლის რაოდენობის ეკვილუბა მის კრისტალჰიდრატთან შეტანის ხარჯზე, შეიძლება გამოვსახოთ სპილენძის აცეტატის ხსნარის კონცენტრაცია კრისტალჰიდრატის მიმართ:

$$182 \text{ გ } \text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \text{ შეადგენს } 5\%,$$

$$200 \text{ გ } \text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \text{ " } x\%,$$

$$x = \frac{5 \cdot 200}{182} = 5,49\%;$$

$$182 \text{ გ } \text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \text{ შეადგენს } 20\%,$$

$$200 \text{ გ } \text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \text{ " } x_1\%,$$

$$x_1 = \frac{200 \cdot 20}{182} = 21,98\%.$$

430 გ 21,98%-იან ხსნარში უნდა იყოს 430 . 0,2198=94,5 გ სპილენძის აცეტატის კრისტალჰიდრატე და 335,5 გ წყალი. რამდენადაც ეს წყალი შეიძლება შეეიტანოთ მხოლოდ კრისტალჰიდრატის 5,49%-იანი ხსნარით, ამიტომ იგი უნდა აეილოთ  $\frac{335,5 \cdot 100}{94,5} = 355$ გ, ხოლო დანარჩენი 75 გ (430-355=75) — სპილენძის აცეტატის კრისტალჰიდრატე.

მეორე ხერხი: თუ 100 გ 5%-იან ხსნარში, რომელიც შეიცავს 5 გ სპილენძის აცეტატს, გავხსნით  $x$  გ სპილენძის აცეტატის კრისტალჰიდრატს, მაშინ



ხსნარის მასა  $(100+x)$  გ ტოლი იქნება. სპილენძის აცეტატის კრისტალჰიდრატის ფორმულიდან ჩანს, რომ

$$\begin{array}{l} 200 \text{ გ } \text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O} \text{ შეიცავს } 182 \text{ გ } \text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2, \\ x \text{ გ } \text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O} \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad y \text{ გ } \text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \end{array}$$

$$y = \frac{128x}{200} = 0,91x \text{ გ.}$$

რადგან ხსნარი 20%-იანი უნდა იყოს, ამიტომ

$$\begin{array}{l} 20 \text{ გ } \text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{-ს შეიცავს } 100 \text{ გ ხსნარი,} \\ (5 + 0,91x) \text{ გ } \text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{-ს } \quad \quad \quad (100+x) \text{ გ } \text{,} \end{array}$$

$$100(5 + 0,91x) = 20(100+x),$$

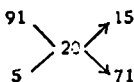
$$500 + 91x = 2000 + 20x,$$

$$71x = 1500,$$

$$x = 21,1.$$

იმისათვის, რომ მოემზადოთ 121,1 გ სპილენძის აცეტატის 20%-იანი ხსნარი, უნდა ავიღოთ 100 გ 5%-იანი ხსნარი და 21,1 გ სპილენძის აცეტატის კრისტალჰიდრატი, ხოლო რომ მოემზადოთ ამ ხსნარის 430 გ  $-\frac{100 \cdot 430}{121,1} = 355$  გ 5%-იანი ხსნარი და 75 გ  $(430 - 355 = 75)$  სპილენძის აცეტატის კრისტალჰიდრატი.

შეესამეხერხოს. თუ კრისტალჰიდრატს განვიხილავთ როგორც სპილენძის აცეტატის 91%-იან ხსნარს, შეიძლება გამოვიყენოთ შერევის წესი:

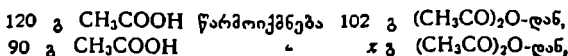


სქემიდან ჩანს, რომ 86 გ  $(71 + 15 = 86)$  სპილენძის აცეტატის 20%-იანი ხსნარის მოსამზადებლად 71 გ 5%-იან ხსნარში უნდა გავხსნათ 15 გ სპილენძის აცეტატის კრისტალჰიდრატი, ხოლო 430 გ ამ ხსნარის მოსამზადებლად  $\frac{71 \cdot 430}{86} =$

$= 355$  გ 5%-იან ხსნარში უნდა გავხსნათ  $\frac{15 \cdot 430}{86} = 75$  გ სპილენძის აცეტატის კრისტალჰიდრატი.

208. პირველი ხერხი. 300 გ 30%-იანი ხსნარი უნდა შეიცავდეს  $300 \cdot 0,3 = 90$  გ ანუ  $\frac{90}{60} = 1,5$  მოლ ძმარმეავას, რომელიც შეიძლება წარმოიქმნას (იხ. ამოცანა 193) 0,75 მოლ ანუ  $0,75 \cdot 102 = 76,5$  გ ძმრის ანჰიდრიდიდან. მაშასადამე, 300 გ ძმარმეავას 30%-იანი ხსნარის მოსამზადებლად 76,5 გ ძმრის ანჰიდრიდი უნდა გავხსნათ 223,5 გ  $(300 - 76,5 = 223,5)$  წყალში.

მეორე ხერხი. 300 გ 30%-იანი ხსნარი უნდა შეიცავდეს  $300 \cdot 0,3 = 90$  გ ძმარმეავას. რეაქტიის განტოლებით.



$$x = \frac{102 \cdot 90}{120} = 76,5 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, ამ ხსნარის მოსაზღაურებლად 76,5 გ ძმრის ანჰიდრიდი უნდა გავხსნათ 223,5 გ (300-76,5=223,5) წყალში.

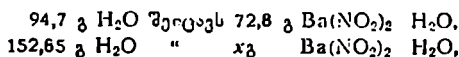
204. 1,08 გ/სმ<sup>3</sup> სიშქრივის შქონე 1 ლ ფოსფორმეავს 14,6%-იანი ხსნარის მასა 1000 · 1,08 = 1080 გ ტოლია. იგი შეიცავს 1080 · 0,146 = 157,68 გ ანუ  $\frac{157,68}{98} = 1,61$  მოლ ფოსფორმეავს; მაშასადამე, ხსნარი 1,61 M-ია.

205. 1 ლ 12,2M აზოტმეავს ხსნარის მასა 1000 · 1,35 = 1350 გ ტოლია, იგი შეიცავს 12,2 · 63 = 768,6 გ აზოტმეავს, და მისი კონცენტრაცია  $\frac{768,6 \cdot 100}{1350} = 56,9\%$  ტოლია.

208. 1 მოლი ანუ 247 გ ბარიუმის ნიტრატის კრისტალოდრატი შეიცავს 229 გ უწყლო ბარიუმის ნიტრატს და 18 გ კრისტალზაყიურ წყალს. უწყლო ბარიუმის ნიტრატის ხსნადობა 100°C-ზე 300 გ-ის ტოლია, ხოლო 20°C-ზე 67,5 გ-ის ტოლი.

პირველი ხერხი. 400 გ (100+300=400) 100°C-ზე გაჭერებული ხსნარი შეიცავს 300 გ ბარიუმის ნიტრატს, ხოლო 800 გ ასეთი ხსნარი შეიცავს ორჯერ მეტს, ე. ი. 2 · 300 = 600 გ, ბარიუმის ნიტრატის კრისტალოდრატის ფორმულის თანახმად 600 გ ბარიუმის ნიტრატიდან შეიძლება წარმოიქმნას  $\frac{247 \cdot 600}{229} = 647,15$  გ

კრისტალოდრატი. მაშასადამე, 800 გ ხსნარში იქნება 647,15 გ კრისტალოდრატი და 152,85 გრამი წყალი, რომელიც მონაწილეობას არ ღებულობს კრისტალოდრატის წარმოქმნაში. 20°C-ზე 167,5 გ (100+67,5=167,5) ხსნარს შეიცავს 67,5 გ უწყლო ბარიუმის ნიტრატს, რომლიდანაც შეიძლება წარმოიქმნას  $\frac{67,5 \cdot 247}{229} = 72,8$  გ კრისტალოდრატი. მაშასადამე, 20°C-ზე 72,8 გ კრისტალოდრატი შეიძლება გაიხსნას 94,7 გ (167,5-72,8=94,7) წყალში. 100°C-ზე გაჭერებული ბარიუმის ნიტრატის ხსნარის გაციებისას ხსნარში დარჩება იმდენი ბარიუმის ნიტრატის კრისტალოდრატი, რამდენიც იგი შეიძლება გაიხსნას 152,85 გ წყალში, რომელიც არ ღებულობს მონაწილეობას კრისტალოდრატის წარმოქმნაში:

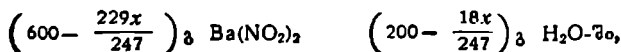


$$x = \frac{72,8 \cdot 152,85}{94,7} = 117,5 \text{ გ.}$$

მაშასადამე. 647,15 გ ბარიუმის ნიტრატის კრისტალოდრატიდან, რომელსაც შეიცავს 100°C-ზე გაჭერებული 800 გ ბარიუმის ნიტრატის ხსნარი, მისი 117,5 გ დარჩება ხსნარში, ხოლო დანარჩენი 529,65 გ (647,15-117,5=529,65) გამოკრისტალდება.

მეორე ხერხი. 100°C-ზე გაჭერებული 800 გ ბარიუმის ნიტრატის ხსნარი შეიცავს 600 გ უწყლო ბარიუმს და 200 გ წყალს. თუ ხსნარის გაციებისას 20°C-ზე გამოკრისტალდება  $x$  გ ბარიუმის ნიტრატის კრისტალოდრატი, მაშინ მასში იქნება  $\frac{229x}{247}$  გ ბარიუმის ნიტრატი და  $\frac{18x}{247}$  გ წყალი. ხსნარში 20°C-ზე დარჩება

$(600 - \frac{229x}{247})$  გ ბარიუმის ნიტრატი და  $(200 - \frac{18x}{247})$  გ წყალი. 20°C-ზე ბარიუმის ნიტრატის ხსნადობიდან გამომდინარე, შეიძლება განვსაზღვროთ, რომ 67,5 გ  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  იხსნება 100 გ  $\text{H}_2\text{O}$ -ში,



$$100(148200 - 229x) = 67,5(49400 - 18x),$$

$$14820000 - 22900x = 3334500 - 1215x,$$

$$21685x = 11485500,$$

$$x = 529,65.$$

მაშასადამე, ხსნარიდან გამოკრისტალდება 529,65 გ ბარიუმის ნიტრატის კრისტალდრატო.

207. რკინის (II) კლორიდის ხსნადობა 80°C-ზე 100გ-ის ტოლია. მაშასადამე, 200 გ (100+100=200) ხსნარი შეიცავს 100 გ გახსნილ ნივთიერებას და მისი კონცენტრაცია 50%-ის ტოლია.

208. კალიუმის ნიტრატის ხსნადობა 60°C-ზე 110 გ-ის ტოლია, ხოლო 20°C-ზე — 31,6 გ-ის. 210 გ (100+110=210) ხსნარი, რომელიც გაჭერებულია 60°C-ზე, შეიცავს 110 გ  $KNO_3$ , ხოლო მოცემული 840 გ ხსნარი ამოცანის პირობით შეი-

ცვდა  $\frac{110 \cdot 840}{210} = 440$  გ  $KNO_3$ -ს და 400 გ (840-440=400) წყალს. ხსნარიდან  $KNO_3$ -ის გამოკრისტალდებისას წყლის რაოდენობა, როგორც გამხსნელია, არ იცვლება, რადგან  $KNO_3$  გამოკრისტალდება უწყლო მარილს სახით. 400 გ წყალში 20°C-ზე შეიძლება გაიხსნას 31,6 · 4 = 126,4 გ  $KNO_3$ , ხოლო დანარჩენი 313,6 გ (440-126,4=313,6)  $KNO_3$  გამოკრისტალდება.

209. 1 მოლი ანუ 228 გ მაგნიუმის სულფატის კრისტალიდრატო შეიცავს 120 გ მაგნიუმის სულფატს და 108 გ კრისტალიზაციურ წყალს. უწყლო მაგნიუმის სულფატის ხსნადობა 70°C-ზე 59 გ-ის ტოლია, ხოლო 20°C-ზე — 44,5 გ-ისა.

პირველი ხერხი. 70°C-ზე გაჭერებული 159 გ (100+59=159) ხსნარი შეიცავს 59 გ უწყლო მაგნიუმის სულფატს და 100 გ წყალს ანუ  $\frac{59 \cdot 228}{120} = 112,1$  გ კრისტალიდრატს, და 46,9 გ (159-112,1=46,9) წყალს, რომელიც მონაწილეობას არღებულობს კრისტალიდრატის წარმოქმნაში.

20°C-ზე 144,5 გ ხსნარი შეიცავს 44,5 გ უწყლო მაგნიუმის სულფატს და 100 გ წყალს ანუ  $\frac{44,5 \cdot 228}{120} = 84,55$  გ კრისტალიდრატს და 59,95 გ (144,5-84,55=59,95) წყალს, რომელიც მონაწილეობას არღებულობს კრისტალიდრატის წარმოქმნაში.

20°C-ზე

$$59,95 \text{ გ } H_2O\text{-ში იხსნება } 84,55 \text{ გ } MgSO_4 \cdot xH_2O,$$

$$46,9 \text{ გ } H_2O\text{-ში } \quad \quad \quad x \text{ გ } MgSO_4 \cdot xH_2O,$$

$$x = \frac{84,55 \cdot 46,9}{59,95} = 66,1 \text{ გ.}$$

112,1 გ კრისტალიდრატისგან, რომელსაც შეიცავს 159 გ ხსნარი, 66,1 გ დარჩება ხსნარში, ხოლო 46 გ (112,1-66,1=46) გამოკრისტალდება. მაშასადამე, 46 გ კრისტალიდრატო გამოკრისტალდება 159 გ 70°C-ზე გაჭერებული ხსნარიდან, ხოლო 460 გ კრისტალიდრატო გამოკრისტალდება 1590 გ ხსნარიდან.

მეორე ხერხი. 70°C-ზე გაჭერებული 159 გ ხსნარი შეიცავს 59 გრამ  $MgSO_4$  და 100 გ წყალს. თუ გამოკრისტალდება  $x$  გ კრისტალიდრატო, მაშინ მარილის რაოდენობა შემცირდება  $\frac{120x}{228}$  გ-ით, ხოლო წყლის რაოდენობა შემცირ-

დება  $\frac{108x}{228}$  გ-ით.  $MgSO_4$ -ის ხსნადობა 20°C-ზე ტოლია 44,5 გ-ისა. მაშასადამე,

44,5 გ  $MgSO_4$  იხსნება 100 გ  $H_2O$ -ში,

$$\left(59 - \frac{120x}{228}\right) \text{ გ } MgSO_4 \quad \left(100 - \frac{108x}{228}\right) \text{ გ } H_2O\text{-ში,}$$

$$44,5 \left(100 - \frac{108x}{228}\right) = 100 \left(59 - \frac{120x}{228}\right).$$

$$1014600 - 4806x = 1345200 - 12000x,$$

$$7194x = 330600,$$

$$x = 46.$$

მაშასადამე, 46 გ კრისტალიზირებული გამოკრისტალდება  $70^\circ C$ -ზე გაქრებულ 159 გ ხსნარიდან, ხოლო 460 გ — 1590 გ ხსნარიდან.

±10. 1 მოლი ანუ 250 გ შაბიამანი  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  შეიცავს 160 გ სპილენძის სულფატს და 90 გ კრისტალიზაციურ წყალს. 5 კგ მარილი შეიცავს 5000, 0,95 = 4750 კგ შაბიამანს, უწყლო სპილენძის სულფატის ხსნადობა  $100^\circ C$ -ზე 75,4 გ-ის ტოლია, ხოლო  $20^\circ C$ -ზე — 20,7 გ-ისა.

პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით უნდა გადაკრისტალდეს 4750 გ ანუ  $\frac{4750}{250} = 19$  მოლი შაბიამანი, რომელიც შეიცავს 19 მოლ ანუ  $19 \cdot 160 = 3040$  გ

უწყლო სპილენძის სულფატს.  $100^\circ C$ -ზე 100 გ წყალში იხსნება 75,4 გ სპილენძის სულფატი, ხოლო 3040 გ სპილენძის სულფატი იხსნება  $\frac{3040 \cdot 100}{75,4} = 4032$  გ წყალში.

მაშასადამე,  $100^\circ C$ -ზე გაქრებულ 7072 გ ( $3040 + 4032 = 7072$ ) ხსნარში იქნება 4750 გ შაბიამანი და 2322 გ ( $7072 - 4750 = 2322$ ) წყალი, რომელიც მონაწილეობას არ ღებულობს შაბიამანის წარმოქმნაში. უწყლო სპილენძის სულფატის ხსნადობა  $20^\circ C$ -ზე 20,7 გ-ის ტოლია. ეს ნიშნავს, რომ 120,7 გ ( $100 + 20,7 = 120,7$ ) ხსნარი

შეიცავს 20,7 გ უწყლო მარილს და 100 გ წყალს ანუ  $\frac{20,7 \cdot 250}{160} = 32,34$  გ კრისტალ-

პირატს და 88,36 გ ( $120,7 - 32,34 = 88,36$ ) წყალს, რომელიც მონაწილეობას არ ღებულობს კრისტალიზირების წარმოქმნაში. მაშინ,

$$88,36 \text{ გ } H_2O\text{-ში იხსნება } 32,34 \text{ გ } CuSO_4 \cdot 5H_2O,$$

$$2322 \text{ გ } H_2O\text{-ში " " } x \text{ გ } CuSO_4 \cdot 5H_2O,$$

$$x = \frac{2322 \cdot 32,34}{88,36} = 850 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, 4750 გ შაბიამანიდან, რომელსაც შეიცავს ხსნარი, 850 გ დარჩება ხსნარში  $20^\circ C$ -ზე, ხოლო დანარჩენი 3900 გ ( $4750 - 850 = 3900$ ) გამოკრისტალდება.

მეორე ხერხი. სპილენძის სულფატის კრისტალიზირების ფორმულადან გამომდინარეობს, რომ

$$250 \text{ გ } CuSO_4 \cdot 5H_2O \text{ შეიცავს } 160 \text{ გ } CuSO_4,$$

$$4750 \text{ გ } CuSO_4 \cdot 5H_2O \text{ " " } x_1 \text{ გ } CuSO_4,$$

$$x_1 = \frac{4750 \cdot 160}{250} = 3040 \text{ გ.}$$

$100^\circ C$ -ზე უწყლო სპილენძის სულფატის ხსნადობიდან ჩანს, რომ

$$75,4 \text{ გ } CuSO_4 \text{ იხსნება } 100 \text{ გ } H_2O\text{-ში,}$$

$$3040 \text{ გ } CuSO_4 \text{ " " } x_2 \text{ გ } H_2O\text{-ში,}$$

$$x_2 = \frac{3040 \cdot 100}{75,4} = 4032 \text{ გ.}$$

7072 გ (3040+4032=7072) ხსნარი შეიცავს 3040 გ სპილენძის სულფატს და 4032 გ წყალს. თუ 20°C-მდე ხსნარის გაციებისას გამოკრისტალდება  $x$  გ კრისტალჰიდრატი, მაშინ სპილენძის სულფატის მასა ხსნარში შემცირდება  $\frac{16x}{25}$  გ-ით, ხოლო წყლის რაოდენობა შემცირდება  $\frac{9x}{25}$  გ-ით.

რადგან უწყლო მარილის ხსნადობა 20°C-ზე 20,7 გ-ის ტოლია, ამიტომ

$$20,7 \text{ გ } \text{CuSO}_4 \text{ იხსნება } 100 \text{ გ } \text{H}_2\text{O-ში,}$$

$$\left(3040 - \frac{16x}{25}\right) \text{ გ } \text{CuSO}_4 \quad \left(4032 - \frac{9x}{25}\right) \text{ გ } \text{H}_2\text{O-ში,}$$

$$100(3040 - 0,64x) = 20,7 (4032 - 0,36x),$$

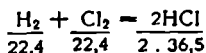
$$304000 - 64x = 83462,4 - 7,452x,$$

$$56,548x = 220537,6,$$

$$x = 3900 \text{ გ.}$$

211. 1 ლ გოგირდმჟეავას 59,24%-იანი ხსნარის მასა  $1000 \cdot 1,49 = 1490$  გ-ის ტოლია. იგი შეიცავს  $1490 \cdot 0,5924 = 882,7$  გ ანუ  $\frac{882,7}{49} = 18$  ეკვივალენტ გოგირდმჟეავას. მაშასადამე, ხსნარი 18N-ია.

212. წყალბადი ქლორთან ურთიერთქმედებს შემდეგი განტოლების თანახმად:

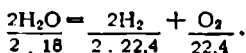


ჭურჭლის პერმეტიულად დახურვის შემდეგ მასში იყო 300 მლ წყალი და 28,7 ლ ( $29 - 0,3 = 28,7$ ) გაზების ნარევი. რადგან ნარევი ეკვივალენტური იყო და ორი მოტულობა ქლორიდან და წყალბადიდან წარმოიქმნება 2 მოტულობა ქლორწყალბადი, ამიტომ ნარევი მთლიანად გარდაიქმნება ქლორწყალბადად. ამოცანის პირობით უნდა განესაზღვროთ კონცენტრაცია მარილმჟეავასი, რომელიც წარმოიქმნება 28,7 ლ ანუ  $\frac{28,7 \cdot 36,5}{22,4} = 46,76$  გ ქლორწყალბადის წყალში გახსნის შედეგად. წარმოიქმნება 346,76 გ მარილმჟეავას ხსნარი, რომლის კონცენტრაცია  $\frac{46,76 \cdot 100}{346,76} = 13,48\%$ -ის ტოლი იქნება.

213. 1 მოლი ნატრიუმის სულფატის 10-წყლიანი კრისტალჰიდრატი შეიცავს 142 გ ნატრიუმის სულფატსა და 180 გ კრისტალიზაციურ წყალს. კრისტალჰიდრატის დაშლისას კრისტალიზაციური წყალი ასრულებს გამხსნელის როლს. ამოცანის პირობით 180 გ კრისტალიზაციური წყალი წარმოქმნის 24,8%-იან ნაჯერ ხსნარს, რომელიც შეიძლება იკავებდეს  $\frac{180 \cdot 24,8}{75,2} = 59,4$  გ ნატრიუმის სულფატს. დანარჩენი 82,6 გ ( $142 - 59,4 = 82,6$ ) ნატრიუმის სულფატი გამოკრისტალდება. ეს შეადგენს  $\frac{82,6 \cdot 100}{142} = 58,2\%$  ნატრიუმის სულფატის საერთო შემცველობიდან.

214. ელექტროლიზი განიცადა გოგირდმჟეავას 10.1,3 = 13 ეგ 5M ხსნარმა, ელექტროლიზის პროცესის დროს კათოდზე გამოიყო წყალბადი, ხოლო ანოდზე —

დანგბადი. გოგირდმეკვას რაოდენობა ამ დროს არ იცვლება, ე. ი. წყალი იშლება ელექტროლიზურად:



პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით კათოდზე გამოიყო 560 ლ ანუ  $\frac{560}{22,4} = 25$  მოლი წყალბადი. წყლის დაშლის მოყვანილი განტოლებიდან ჩანს, რომ 1 მოლი წყლის დაშლისას გამოიყოფა 1 მოლი წყალბადი. მაშასადამე, დაიშალა 25 მოლი ანუ  $25 \cdot 18 = 450$  გ წყალი. ელექტროლიზამდე 10 ლ ანუ 13 კგ ხსნარი შეიცავდა  $5 \cdot 10 = 50$  მოლ ანუ  $50 \cdot 98 = 4900$  გ გოგირდმეკვას და 8100 გ (13000 - 4900 = 8100) წყალს. ელექტროლიზის შემდეგ ხსნარის მოცულობა შემცირდა 450 მლ-ით და 9,55 ლ-ის ტოლი გახდა. ხსნარის მასა შემცირდა 450 გ-ით და 12550 გრამის ტოლი გახდა, ხოლო ხსნარის კონცენტრაცია  $\frac{4900 \cdot 100}{12550} = 39\%$ -ის ანუ  $\frac{50}{9,55} = 5,24\text{M}$ -ის ტოლია.

მეორე ხერხი. რადგან ხსნარი 5M-ია, ამიტომ

$$\begin{aligned} 1 \text{ ლ ხსნარი შეიცავს } & 5 \cdot 98 \text{ გ } \text{H}_2\text{SO}_4, \\ 10 \text{ ლ ხსნარი } & " \quad x \text{ გ } \text{H}_2\text{SO}_4, \\ x & = 5 \cdot 98 \cdot 10 = 4900 \text{ გ}, \end{aligned}$$

13000 გ ხსნარი შეიცავდა 4900 გ გოგირდმეკვას და 8100 გ წყალს. წყლის დაშლის რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ

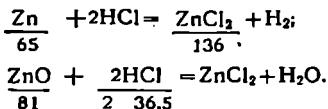
$$\begin{aligned} 22,4 \text{ ლ } \text{H}_2 & \text{ გამოიყოფა } 18 \text{ გ } \text{H}_2\text{O-ს დაშლისას,} \\ 560 \text{ ლ } \text{H}_2 & " \quad x_1 \text{ გ } \text{H}_2\text{O-ს } " , \\ x_1 & = \frac{18 \cdot 560}{22,4} = 450 \text{ გ.} \end{aligned}$$

ელექტროლიზის შემდეგ წარმოიქმნა 12550 გ ხსნარი (13000 - 450 = 12550), რომელიც შეიცავს 4900 გ გოგირდმეკვას ანუ 9,55 ლ ხსნარს, რომელიც შეიცავს 50 მოლ გოგირდმეკვას. მაშასადამე, ხსნარის კონცენტრაცია  $\frac{4900 \cdot 100}{12550} = 39\%$  ანუ

$$\frac{50}{9,55} = 5,24 \text{ M-ის ტოლი იქნება.}$$

## VI. ნარკვევა

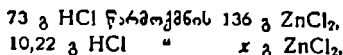
215. თუთია და თუთიის მონოქსიდი იხსნებიან მარილმეკვაში განტოლებით:



პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით თუთიისა და თუთიის მონოქსიდის ნარევის გახსნაზე დაიხარჯა 100 გ მარილმეკვას 10,22%-იანი ხსნარი, რომელიც შეიცავს 10,22 გ ანუ  $\frac{10,22}{36,5} = 0,28$  მოლ ქლორწყალბადს. რეაქციის განტოლებიდან

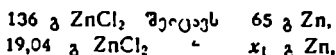
ჩანს, რომ 1 მოლი თუთიის ან 1 მოლი თუთიის მონოქსიდის გახსნაზე იხარჯება 2 მოლი ქლორწყალბადი, რის შედეგადაც წარმოიქმნება 1 მოლი  $ZnCl_2$ , რომელიც შეიცავს 1 მოლ თუთიას, ხოლო 0,28 მოლი ქლორწყალბადი რეაქციაში შევა 0,14 მოლ თუთიასთან და თუთიის მონოქსიდთან და წარმოქმნის 0,14 მოლ  $ZnCl_2$ , რომელიც შეიცავს 0,14 მოლ ანუ 0,14  $65=9,1$  გ თუთიას. მაშასადამე, თუთიისა და თუთიის მონოქსიდის 10,7 გ ნარევი შეიცავდა 9,1 გ თუთიას თავისუფალ მდგომარეობაში და მონოქსიდის სახით და 1,6 გ ( $10,7-9,1=1,6$ ) ანუ  $\frac{1,6}{16} = 0,1$  მოლ ეანგბადს, რომელიც შედის 0,1 მოლ ანუ 0,1  $\cdot 81=8,1$  გ თუთიის მონოქსიდის შედგენილობაში. მაშასადამე, ნარევი უფროა 8,1 გ თუთიის მონოქსიდი და 2,6 გ ( $10,7-8,1=2,6$ ) თუთია.

მეორე ხე რ ხ ი. ამოცანის პირობით რეაქციაში შევიდა თუთიისა და თუთიის მონოქსიდის 10,7 გ ნარევი 100 გ მარილმყავას 10,22%-იან ხსნართან, რომელიც შეიცავს 10,22 გ ქლორწყალბადს. რეაქციის შედეგად წარმოიქმნა მარილი — თუთიის ქლორიდი. რეაქციების განტოლებებიდან ჩანს, რომ



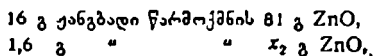
$$x = \frac{136 \cdot 10,22}{73} = 19,04 \text{ გ.}$$

თუთიის ქლორიდის მოლეკულის ფორმულიდან ჩანს, რომ



$$x_1 = \frac{65 \cdot 19,04}{136} = 9,1 \text{ გ.}$$

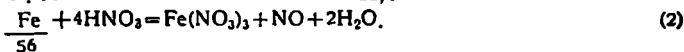
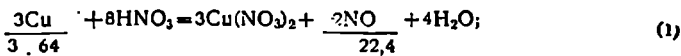
მაშასადამე, 10,7 გ ნარევი შეიცავდა 9,1 გ თუთიას თავისუფალ მდგომარეობაში და მონოქსიდის სახით და 1,6 გ ( $10,7-9,1=1,6$ ) ეანგბადს, რომელიც შედის თუთიის მონოქსიდის შედგენილობაში. თუთიის მონოქსიდის ფორმულიდან ჩანს, რომ



$$x_2 = \frac{81 \cdot 1,6}{16} = 8,1 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, 10,7 გ ნარევი შეიცავდა 8,1 გ თუთიის მონოქსიდსა და 2,6 გ ( $10,7-8,1=2,6$ ) თუთიას.

210. რკინა და სპილენძი განზავებულ აზოტმყავაში იხსნებიან შემდეგი განტოლებებით:



პირველი ხე რ ხ ი. ამოცანის პირობით გამოიყო 0,896 ლ ანუ  $\frac{0,896}{22,4} = 0,04$  მოლი აზოტის მონოქსიდი. თუ აზოტის მონოქსიდის მოლუბას რაოდენობას, რომ

მელიც გამოიყო რკინის გახსნისას, აღენიშნავთ  $x$ -ით, მაშინ აზოტის მონოქსიდის რაოდენობა, რომელიც გამოიყო სპილენძის გახსნისას,  $(0,04-x)$ -ის ტოლი იქნება როგორც (2) რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, 1 მოლი NO გამოიყოფა 1 მოლი Fe-ის გახსნისას, ხოლო  $x$  მოლი NO- $x$  მოლ ანუ  $56x$  გ Fe გახსნისას. (1) რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ 2 მოლი NO გამოიყოფა 3 მოლი Cu-ის გახსნისას, ხოლო  $(0,04-x)$  მოლი NO- $\frac{3}{2}(0,04-x)$  მოლი ანუ  $\frac{64 \cdot 3(0,04-x)}{2}$  გ ანუ  $96(0,04-x)$  გ Cu-ის გახსნისას. მაშასადამე,  $3,04$  გ ნარევეში ყოფილა  $56x$  გ რკინა და  $96(0,04-x)$  გ სპილენძი, საიდანაც

$$\begin{aligned} 56x + 96(0,04-x) &= 3,04, \\ 56x + 3,84 - 96x &= 3,04, \\ 40x &= 0,8, \\ x &= 0,02. \end{aligned}$$

მაშასადამე, ნარევეში ყოფილა  $0,02 \cdot 56 = 1,12$  რკინა და  $1,92$  გ ( $3,04 - 1,12 = 1,92$ ) სპილენძი.

მეორე ხერხი. თუ ნარევეში იყო  $x$  გ ანუ  $\frac{x}{56}$  მოლი Fe, მაშინ მასში ყოფილა აგრეთვე  $(3,04-x)$  გ ანუ  $\frac{3,04-x}{64}$  მოლი Cu. (2) რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ 1 მოლი Fe-ის გახსნისას წარმოიქმნება 1 მოლი NO, ხოლო  $\frac{x}{56}$  მოლი Fe-ის გახსნისას  $\frac{x}{56}$  მოლი ანუ  $\frac{22,4x}{56}$  ლ NO. (1) რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ 3 მოლი Cu-ის გახსნისას წარმოიქმნება 2 მოლი NO, ხოლო  $\frac{3,04-x}{64}$  მოლი Cu-ის გახსნისას  $\frac{2(3,04-x)}{3 \cdot 64}$  მოლი ანუ  $\frac{2 \cdot 22,4(3,04-x)}{3 \cdot 64}$  ლ NO, საიდანაც

$$\begin{aligned} \frac{22,4x}{56} + \frac{22,4(3,04-x)}{96} &= 0,896, \\ 96x + 56(3,04-x) &= 0,04 \cdot 56 \cdot 96, \\ 96x + 170,24 - 56x &= 215,04, \\ 40x &= 44,8, \\ x &= 1,12. \end{aligned}$$

ამრიგად, ნარევეში ყოფილა  $1,12$  გ Fe და  $1,92$  გ ( $3,04 - 1,12 = 1,92$ ) Cu.

მესამე ხერხი. რკინის რაოდენობა ნარევეში აღენიშნათ  $x$ -ით, ხოლო აზოტის მონოქსიდის მოცულობა, რომელიც წარმოიქმნება რკინის გახსნისას,  $y$  გ-ით. სპილენძის რაოდენობა ნარევეში  $(3,04-x)$  გ-ის ტოლი იქნება, ხოლო აზოტის მონოქსიდის მოცულობა, რომელიც წარმოიქმნება სპილენძის გახსნისას,  $(0,896-y)$  ლ-ის ტოლი იქნება. (1) და (2) განტოლებების დახმარებით ვადგენთ ორ პროპორციას, რომლებიც წარმოქმნის ორუცნობიანი ორი განტოლების სისტემას:

$$\begin{aligned} 56 \text{ გ Fe-ის გახსნისას წარმოიქმნება } 22,4 \text{ ლ NO,} \\ x \text{ გ Fe-ის } \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad y \text{ ლ NO,} \\ 56y = 22,4x; \end{aligned}$$



192 გ Cu-ის გახსნისას წარმოიქმნება 44,8 ლ NO,  
 (3,04-x)გ Cu-ის " " (0,896-y) ლ NO,  
 192(0,896-y) = 44,8 (3,04-x),

$$y = \frac{22,4x}{56};$$

$$192 \cdot \left( 0,896 - \frac{22,4x}{56} \right) = 44,8(3,04 - x),$$

$$192(0,896 - 0,4x) = 44,8(3,04 - x),$$

$$172,032 - 76,8x = 136,192 - 44,8x,$$

$$32x = 35,84,$$

$$x = 1,12.$$

ამრიგად, ნარევი უფროა 1,12 გ რკინა და 1,92 გ (3,04-1,12=1,92) სპილენძი.

მ. ე. თ. ხ. ე. რ. ხ. ი. შეიძლება გამოთვალეთ, რამდენი აზოტის მონოქსიდი გამოიყოფოდა, თუ ნარევი შედგებოდა მხოლოდ რკინისაგან ან მხოლოდ სპილენძისაგან. (1) და (2) რეაქტივების განტოლებებიდან ჩანს, რომ

192 გ Cu-ის გახსნისას გამოიყოფა 44,8 ლ NO,  
 3,04 გ Cu-ის " " x ლ NO,

$$x = \frac{44,8 \cdot 3,04}{192} = 0,709 \text{ ლ};$$

56 გ Fe-ის გახსნისას გამოიყოფა 22,4 ლ NO,

3,04 გ Fe-ის " " x<sub>1</sub> ლ NO,

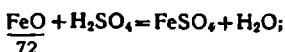
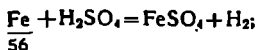
$$x_1 = \frac{22,4 \cdot 3,04}{56} = 1,216 \text{ ლ}$$

პირველ შემთხვევაში აზოტის მონოქსიდი გამოიყოფა 0,187 ლ-ით (0,896-0,709=0,187) ნაკლები, ხოლო მეორე შემთხვევაში 0,320 ლ-ით (1,216-0,896=0,320) მეტი, ვიდრე ამოცანის პირობის მიხედვით. ამ სხვაობათა შეფარდება გეჩვენებს, როგორც წინთი შეფარდებით იყო კომპონენტებზე ნარევი:

$$\frac{a_{Cu}}{a_{Fe}} = \frac{1,216}{0,709} = \frac{1,716}{1}.$$

მაშასადამე, ნარევი 1 წ. ნ. რკინაზე მოდის 1,716 წ. ნ. სპილენძი, ე. ი. ნარევი იყო  $\frac{3,04 \cdot 1}{2,716} = 1,12$  გ რკინა და  $\frac{3,04 \cdot 1,716}{2,716} = 1,92$  გ სპილენძი.

217. რკინა და რკინის მონოქსიდი რეაგირებენ ვოგირდმჟავასთან განტოლებით:



რკინის აქსპის მოლეკულური მასა 278-ის ტოლია.

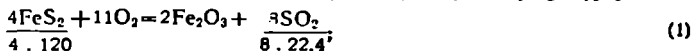
პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით წარმოიქმნა  $111,2$  გ ანუ  $\frac{111,2}{278} = 0,4$  მოლი რკინის აქსპი, რომელიც შეიცავს  $0,4$  მოლ ანუ  $0,4 \cdot 56 = 22,4$  გ რკინას. რკინისა და რკინის მონოქსიდის  $27,2$  გ ნარევეში იყო  $22,4$  გ რკინა თავისუფალ მდგომარეობაში და მონოქსიდის სახით და  $4,8$  გ ( $27,2 - 22,4 = 4,8$ ) ანუ  $\frac{4,8}{16} = 0,3$  მოლე ეანგბადი, რომელიც შედის რკინის მონოქსიდის შედგენილობაში და წარმოიქმნის მას  $0,3 \cdot 72 = 21,6$  გ. მაშასადამე,  $27,2$  გ ნარევი შეიცავდა  $21,6$  გ რკინის მონოქსიდს და  $5,6$  გ ( $27,2 - 21,6 = 5,6$ ) რკინას.

მეორე ხერხი. ამოცანის პირობით წარმოიქმნა  $111,2$  გ რკინის აქსპი, რომელიც შეიცავს  $\frac{111,2 \cdot 56}{278} = 22,4$  გ რკინას მაშასადამე, რკინისა და რკინის მონოქსიდის  $27,2$  გ ნარევეში იყო  $22,4$  გ რკინა და  $4,8$  გ ეანგბადი, რომელიც შედის რკინის მონოქსიდის შედგენილობაში. რკინის მონოქსიდის ფორმულიდან ჩანს, რომ

$$\begin{aligned} 16 \text{ გ ეანგბადი შედის } 72 \text{ გ FeO-ს შედგენილობაში,} \\ 4,8 \text{ გ " " } x \text{ გ FeO-ს შედგენილობაში,} \\ x = \frac{72 \cdot 4,8}{16} = 21,6 \text{ გ.} \end{aligned}$$

ამრიგად, ნარევეში ყოფილა  $21,6$  გ რკინის მონოქსიდი და  $5,6$  გ ( $27,2 - 21,6 = 5,6$ ) რკინა.

218. პირიტისა და თუთიის სულფიდის წვა მიმდინარეობს განტოლებებით:



პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით პირიტისა და თუთიის სულფიდის  $251,2$  გ ნარევის დაწვისას წარმოიქმნა  $71,68$  ლ ანუ  $\frac{71,68}{22,4} = 3,2$  მოლი გოგირდის დიოქსიდი.

თუ გოგირდის დიოქსიდის მოლების რაოდენობას, რომელიც წარმოიქმნა თუთიის სულფიდის დაწვისას, აღვნიშნავთ  $x$ -ით, გოგირდის დიოქსიდის მოლების რაოდენობა, რომელიც წარმოიქმნება პირიტის დაწვისას  $(3,2 - x)$ -ის ტოლი იქნება. (2) რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ  $x$  მოლი  $\text{SO}_2$  წარმოიქმნება  $x$  მოლი ანუ  $97x$  გ  $\text{ZnS}$  დაწვისას. (1) რეაქციის განტოლებით  $(3,2 - x)$  მოლი  $\text{SO}_2$  წარმოიქმნება  $\frac{(3,2 - x)}{2}$  მოლი ანუ  $\frac{120(3,2 - x)}{2}$  გ  $\text{FeS}_2$  დაწვისას. აქედან

$$\begin{aligned} 97x + 60(3,2 - x) &= 251,2, \\ 97x + 192 - 60x &= 251,2, \\ 37x &= 59,2, \\ x &= 1,6. \end{aligned}$$

ამრიგად, ნარევეში ყოფილა  $1,6$  მოლი ანუ  $1,6 \cdot 97 = 155,2$  გ  $\text{ZnS}$  და  $0,8$  მოლი  $\left(\frac{3,2 - 1,6}{2} = 0,8\right)$  ანუ  $0,8 \cdot 120 = 96$  გ  $\text{FeS}_2$ ,

მეორე ხერხი. თუ ნარევეში იყო  $x$  გ ანუ  $\frac{x}{97}$  მოლი თუთიის სულფიდი,

მაშინ პირიტი ყოფილა  $(251,2-x)$  გ ანუ  $\frac{251,2-x}{120}$  მოლი. (2) რეაქციის განტოლ

ლებით  $\frac{x}{97}$  მოლი თუთიის სულფიდის დაწვისას წარმოიქმნება  $\frac{x}{97}$  მოლი ანუ  $\frac{22,4x}{97}$

ლ გოგირდის დიოქსიდი. (1) რეაქციის განტოლებით 4 მოლი  $\text{FeS}_2$ -ის დაწვისას წარმოიქმნება 8 მოლი  $\text{SO}_2$ , ხოლო  $\frac{251,2-x}{120}$  მოლი  $\text{FeS}_2$ -ის დაწვისას წარმოიქმნება

$\frac{2(251,2-x)}{120}$  მოლი ანუ  $\frac{22,4(251-x)}{60}$  ლ  $\text{SO}_2$ . აქედან

$$\frac{22,4x}{97} + \frac{22,4(251,2-x)}{60} = 71,68,$$

$$60x + 97(251,2-x) = 3,2 \cdot 60 \cdot 97,$$

$$60x + 24366,4 - 97x = 18624,$$

$$37x = 5742,4,$$

$$x = 155,2.$$

ამრიგად, ნარევი ყოფილა 155,2 გ  $\text{ZnS}$  და 96 გ  $(251,2 - 155,2 = 96)$   $\text{FeS}_2$ .

შესამე ბერხი. თუ თუთიის სულფიდის რაოდენობას აღვნიშნავთ  $x$  გ-ით, ხოლო გოგირდის დიოქსიდის მოცულობას, რომელიც წარმოიქმნება თუთიის სულფიდის დაწვისას —  $y$  ლ-ით, მაშინ პირიტის რაოდენობა  $(251,2-x)$  გ-ის ტოლს იქნება, გოგირდის დიოქსიდის მოცულობა, რომელიც წარმოიქმნა პირიტის დაწვისას, შეადგენს  $(71,68-y)$  ლ. თუ ვისარგებლებთ (1) და (2) რეაქციების განტოლებით, შეიძლება შევადგინოთ ორი პროპორცია, რომლებიც წარმოქმნიან ორუცნობიან იმ განტოლების სისტემას:

$$194 \text{ გ } \text{ZnS} \text{ წარმოქმნის } 44,8 \text{ ლ } \text{SO}_2,$$

$$x \text{ გ } \text{ZnS} \quad \quad \quad \quad \quad y \text{ ლ } \text{SO}_2,$$

$$194 y = 44,8x;$$

$$480 \text{ გ } \text{FeS}_2 \text{ წარმოქმნის } 179,2 \text{ ლ } \text{SO}_2,$$

$$(251,2-x) \text{ გ } \text{FeS}_2 \quad \quad \quad (71,68-y) \text{ ლ } \text{SO}_2,$$

$$480(71,68-y) = 179,2 (251,2-x),$$

$$y = \frac{44,8x}{194};$$

$$480 \left( 71,68 - \frac{44,8x}{194} \right) = 179,2 (251,2-x),$$

$$120(310,4-x) = 194(251,2-x),$$

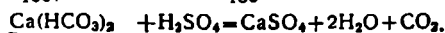
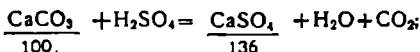
$$37248 - 120x = 48732,8 - 194x,$$

$$74x = 11484,8,$$

$$x = 155,2.$$

შაშასადამე, ნარევი ყოფილა 155,2 გ  $\text{ZnS}$  და 96 გ  $(251,2 - 155,2 = 96)$   $\text{FeS}_2$ .

818. კალციუმის კარბონატი და ჰიდროკარბონატი რეაქციაში შედიან გოგირდ-მეფესთან განტოლებებით:



პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით კარბონატისა და ჰიდროკარბონატის 33,3 გ ნარევიდან წარმოიქმნა 32,64 გ ანუ  $\frac{32,64}{136} = 0,24$  მოლი კალციუმის სულფატი. კალციუმის კარბონატისა და ჰიდროკარბონატის გოგირდმჟავასთან რეაქციის განტოლებებიდან ჩანს, რომ 1 მოლი კარბონატიდან და ჰიდროკარბონატიდან წარმოიქმნება 1 მოლი კალციუმის სულფატი, ხოლო 0,24 მოლი კალციუმის სულფატი შეიძლება წარმოიქმნას 0,24 მოლი კალციუმის კარბონატიდან და ჰიდროკარბონატიდან. თუ კალციუმის კარბონატის მოლების რაოდენობას აღვნიშნავთ  $x$ -ით, კალციუმის ჰიდროკარბონატის მოლების რაოდენობა  $(33,3 - x)$ -ის ტოლი იქნება. მაშინ ნარევი იქნება 100  $x$  გ კალციუმის კარბონატი და 162  $(0,24 - x)$  გ კალციუმის ჰიდროკარბონატი. აქედან

$$100x + 162(0,24 - x) = 33,3,$$

$$100x + 38,88 - 162x = 33,3,$$

$$62x = 5,58,$$

$$x = 0,09.$$

მაშასადამე, ნარევი უფილა 0,09 მოლი ანუ 0,09 100 = 9 გ კალციუმის კარბონატი და 24,3 გ  $(33,3 - 9 = 24,3)$  კალციუმის ჰიდროკარბონატი.

მეორე ხერხი. თუ ნარევი იყო  $x$  გ ანუ  $\frac{x}{100}$  მოლი კალციუმის კარბონატი, მაშინ კალციუმის ჰიდროკარბონატი უფილა  $(33,3 - x)$  გ ანუ  $\frac{33,3 - x}{162}$  მოლი. კალციუმის კარბონატისა და ჰიდროკარბონატის გოგირდმჟავასთან რეაქციების განტოლებებიდან ჩანს, რომ  $\frac{x}{100}$  მოლი კალციუმის კარბონატიდან წარმოიქმნება  $\frac{x}{100}$  მოლი ანუ  $\frac{136x}{100}$  გ კალციუმის სულფატი, ხოლო  $\frac{33,3 - x}{162}$  მოლი კალციუმის ჰიდროკარბონატიდან წარმოიქმნება  $\frac{33,3 - x}{162}$  მოლი ანუ  $\frac{136(33,3 - x)}{162}$  გ კალციუმის სულფატი. აქედან

$$\frac{136x}{100} + \frac{136(33,3 - x)}{162} = 32,64,$$

$$162x + 100(33,3 - x) = 0,24 \cdot 100 \cdot 162,$$

$$162x + 3330 - 100x = 3888,$$

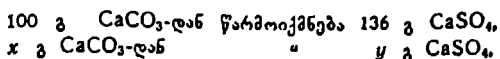
$$62x = 558,$$

$$x = 9\text{გ.}$$

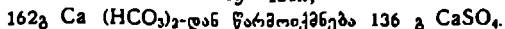
მაშასადამე, ნარევი უფილა 9 გ კალციუმის კარბონატი და 24,3 გ  $(33,3 - 9 = 24,3)$  კალციუმის ჰიდროკარბონატი.

მესამე ხერხი. თუ კალციუმის კარბონატის რაოდენობას ნარევი აღვნიშნავთ  $x$  გ-ით, ხოლო მისგან წარმოქმნილ კალციუმის სულფატის რაოდენობას  $y$  გ-ით, მაშინ კალციუმის ჰიდროკარბონატის რაოდენობა  $(33,3 - x)$  გ-ის ტოლი იქნება, ხოლო მისგან წარმოქმნილი კალციუმის სულფატის რაოდენობა —  $(32,64 - y)$  გ. ვისარგებლოთ კალციუმის კარბონატისა და ჰიდროკარბონატის გოგირდმჟავასთან

თან რეაქციების განტოლებებით და შეედგინოთ ორუცნობიანი ორი განტოლების სისტემა:



$$100y = 136x;$$



$$162(32,64-y) = 136(33,3-x),$$

$$y = 1,36x,$$

$$162(32,64-1,36x) = 136(33,3-x),$$

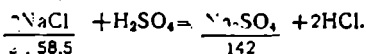
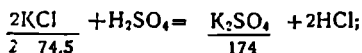
$$5287,68 - 220,32x = 4528,8 - 136x,$$

$$84,32x = 758,88,$$

$$x = 9 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, ნარევი უფილა 9 გ კალიუმის კარბონატი და 24,3 გ (33,3-9 = 24,3) კალიუმის ჰიდროკარბონატი.

ზ. კალიუმისა და ნატრიუმის ქლორიდების რეაქცია გოგირდმეფასთან ძიმ-ღინარგობს შემდეგი განტოლებების თანახმად:



ბირველი ხერხი. ამოცანის პირობით 8,3 გ კალიუმისა და ნატრიუმის ქლორიდებიდან წარმოიქმნა 9,8 გ მათი სულფატები, ე. ი. მასა გაიზარდა 1,5 გ (9,8-8,3=1,5). მასის გაზრდა განპირობებულია ორი მოლი ქლორის შეცვლით ერთი მოლი სულფატით. ასეთი შეცვლისას მასა უნდა გაიზარდოს 25 გ-ით (96-71 = 25). ამოცანის პირობით მასა გაიზარდა 1,5 გ-ით, მაშასადამე, რეაქციაში შევიდა

$$\frac{2 \cdot 1,5}{25} = 0,12 \text{ მოლი კალიუმისა და ნატრიუმის ქლორიდები } \frac{1,5}{5} = 0,06 \text{ მოლი კალიუმი-}$$

სა და ნატრიუმის სულფატების წარმოქმნით. თუ კალიუმის ქლორიდის მოლების რაოდენობას ნარევიში აღვნიშნავთ  $x$ -ით, მაშინ ნატრიუმის ქლორიდის მოლების რაოდენობა (0,12- $x$ )-ის ტოლი იქნება. ნარევი იყო 74,5  $x$  გ კალიუმის ქლორიდი და 58,5 (0,12- $x$ ) გ ნატრიუმის ქლორიდი. აქედან

$$74,5x + 58,5(0,12-x) = 8,3,$$

$$74,5x + 7,02 - 58,5x = 8,3,$$

$$16x = 1,28,$$

$$x = 0,08.$$

მაშასადამე, ნარევი უფილა 0,08 მოლი ანუ 0,08 · 74,5 = 5,96 გ კალიუმის ქლორიდი და 0,04 მოლი (0,12-0,08=0,04) ანუ 0,04 · 58,5 = 2,34 გ ნატრიუმის ქლორიდი. კალიუმისა და ნატრიუმის ქლორიდების გოგირდმეფასთან რეაქციების განტოლებების თანახმად 0,08 მოლი კალიუმის ქლორიდიდან წარმოიქმნა 0,04 მ-ლი ანუ 0,04 · 174 = 6,96 გ კალიუმის სულფატი. ხოლო 0,04 მოლი ნატრიუმის ქლორიდიდან წარმოიქმნება 0,02 მოლი ანუ 0,02 · 142 = 2,84 გრამი ნატრიუ-მის სულფატი.

მეორე ხეობი. თუ ნარევი იყო  $x$  გ ანუ  $\frac{x}{74,5}$  მოლი კალიუმის ქლორიდი, მაშინ ნატრიუმის ქლორიდი ყოფილა  $(8,3-x)$  გ ანუ  $\frac{8,3-x}{38,5}$  მოლი. კალიუმისა და ნატრიუმის ქლორიდების გოგირდმეავასთან რეაქციების განტოლებებიდან ჩანს, რომ  $\frac{x}{74,5}$  მოლი კალიუმის ქლორიდიდან წარმოიქმნება  $\frac{x}{2 \cdot 74,5}$  მოლი ანუ  $\frac{174x}{149}$  გ კალიუმის სულფატი, ხოლო  $\frac{8,3-x}{58,5}$  მოლი ნატრიუმის ქლორიდიდან წარმოიქმნება  $\frac{8,3-x}{2 \cdot 58,5}$  მოლი ანუ  $\frac{142(8,3-x)}{117}$  გ ნატრიუმის სულფატი. აქედან

$$\frac{174x}{149} + \frac{142(8,3-x)}{117} = 9,8,$$

$$117 \cdot 174x + 149 \cdot 142(8,3-x) = 9,8 \cdot 149 \cdot 117.$$

$$20358x + 175611,4 - 21158x = 170843,4,$$

$$800x = 4768,$$

$$x = 5,96 \text{ გ.}$$

შეშასადამე, ნარევი ყოფილა 5,96 გ კალიუმის ქლორიდი და 2,34 გ  $(8,3-5,96 = 2,34)$  ნატრიუმის ქლორიდი. 5,96 გ კალიუმის ქლორიდიდან წარმოიქმნება  $\frac{174 \cdot 5,96}{149} = 6,96$  გ კალიუმის სულფატი, ხოლო 2,34 გ ნატრიუმის ქლორიდიდან

წარმოიქმნება  $\frac{142 \cdot 2,34}{117} = 2,84$  გ ნატრიუმის სულფატი.

მესამე ხეობი. თუ კალიუმის ქლორიდის რაოდენობას აღვნიშნავთ  $x$  გ-ით, ხოლო კალიუმის სულფატის რაოდენობას  $y$  გ-ით, მაშინ ნატრიუმის ქლორიდის რაოდენობა  $(8,3-x)$  გ-ის ტოლი იქნება, ხოლო ნატრიუმის სულფატის რაოდენობა —  $(9,8-y)$  გ-ისა. თუ ვისარგებლებთ კალიუმის და ნატრიუმის ქლორიდების გოგირდმეავასთან რეაქციების განტოლებებით, შეიძლება შევადგინოთ ორუცნობიანი ორი განტოლების სისტემა:

$$149 \text{ გ KCl-დან წარმოიქმნება } 174 \text{ გ K}_2\text{SO}_4,$$

$$x \text{ გ KCl-დან } y \text{ გ K}_2\text{SO}_4,$$

$$149y = 174x;$$

$$117 \text{ გ NaCl-დან წარმოიქმნება } 142 \text{ გ Na}_2\text{SO}_4,$$

$$(8,3-x) \text{ გ NaCl-დან } (9,8-y) \text{ გ Na}_2\text{SO}_4$$

$$117(9,8-y) = 142(8,3-x),$$

$$y = \frac{174x}{149},$$

$$117 \left( 9,8 - \frac{174x}{149} \right) = 142(8,3-x),$$

$$117(1460,2 - 174x) = 142 \cdot 149(8,3-x),$$

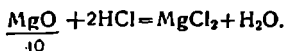
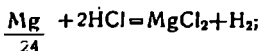
$$170843,4 - 20358x = 175611,4 - 21158x,$$

$$800x = 4768,$$

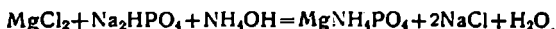
$$x = 5,96 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, ნარევი უფილა 5,96 გ კალუმის ქლორიდი, რომლიდანაც წარმოიქმნება  $\frac{174 \cdot 5,96}{149} = 6,96$  გ კალუმის სულფატი, და 2,34 გ (8,3-5,96=2,34) ნატრიუმის ქლორიდი, რომლიდანაც წარმოიქმნება 2,84 გ (9,8-6,96=2,84) ნატრიუმის სულფატი.

21. მაგნიუმისა და მაგნიუმის მონოქსიდის გახსნა მარილმჟეაეაში მიმდინარეობს განტოლებებით:



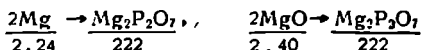
მაგნიუმის დალეკვა ნატრიუმის ჰიდროფოსფატით ამიაკის გარემოში მიმდინარეობს განტოლებით:



გაყარვარებისას მაგნიუმისა და ამონიუმის ფოსფატი იშლება განტოლებით:



იმ ამოცანის ამოსახსნელად მიზანშეწონილია ვისარგებლოთ არა ზემოთ მოყვანილი განტოლებებით, არამედ ასეთი ორი სქემით:



პირველი ხერხი ამოცანის პირობით წარმოიქმნა 6,66 გ ანუ  $\frac{6,66}{222} = 0,03$  მოლი მაგნიუმის პიროფოსფატი, რომელიც შეიცავს 0,06 მოლ ანუ  $0,06 \cdot 24 = 1,44$  გ მაგნიუმს. მაშასადამე, 1,76 გ ნარევი შეიცავდა 1,44 გ მაგნიუმს თავისუფალ მდგომარეობაში და მონოქსიდის სახით და 0,32 გ ( $1,76 - 1,44 = 0,32$ ) ანუ  $\frac{0,32}{16} = 0,02$  მოლ ეანგბადს, რომელიც შედის 0,02 მოლ ანუ  $0,02 \cdot 40 = 0,8$  გ მაგნიუმის მონოქსიდის შედგენილობაში. ამრიგად, ნარევი უფილა 0,8 გ მაგნიუმის მონოქსიდი და 0,96 გ ( $1,76 - 0,8 = 0,96$ ) მაგნიუმს.

მეორე ხერხი ამოცანის პირობით წარმოიქმნა 6,66 გ მაგნიუმის პიროფოსფატი მაგნიუმის პიროფოსფატის ფორმულიდან გამომდინარეობს, რომ

$$\begin{aligned} 222 \text{ გ } \text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7 \text{ შეიცავს } & 48 \text{ გ } \text{Mg}, \\ 6,66 \text{ გ } \text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7 & \text{ " } x \text{ გ } \text{Mg}, \\ x = \frac{48 \cdot 6,66}{222} & = 1,44 \text{ გ.} \end{aligned}$$

მაშასადამე, 1,76 გ ნარევი იყო 1,44 გ მაგნიუმს თავისუფალ მდგომარეობაში და მონოქსიდის შედგენილობაში და 0,32 გ ( $1,76 - 1,44 = 0,32$ ) ეანგბადი, რომელიც შედის მაგნიუმის მონოქსიდის შედგენილობაში. მაგნიუმის მონოქსიდის ფორმულიდან ჩანს, რომ

$$\begin{aligned} 16 \text{ გ } \text{O}_2 \text{ შედის } & 40 \text{ გ } \text{MgO-ის შედგენილობაში}, \\ 0,32 \text{ გ } \text{O}_2 & \text{ " } x_1 \text{ გ } \text{MgO-ის} \\ x_1 = \frac{40 \cdot 0,32}{16} & = 0,8 \text{ გ.} \end{aligned}$$

ამრიგად, 1,76 გ ნარევეში იყო 0,8 გ მავნიუმის მონოქსიდი და 0,96 გ (1,76 - 0,8 = 0,96) მავნიუმი.

შესაძებნება ხერხი. თუ მავნიუმის რაოდენობას ნარევეში აღვნიშნავთ  $x$  გ-ით, ხოლო მავნიუმიდან წარმოქმნილი მავნიუმის პიროფოსფატის რაოდენობას  $y$  გ-ით, მაშინ მავნიუმის მონოქსიდის რაოდენობა (1,76 -  $x$ ) გ-ის ტოლი იქნება, ხოლო მისგან წარმოქმნილი მავნიუმის პიროფოსფატის რაოდენობა (6,66 -  $y$ ) გ-ის ტოლი. მოყვანილი სქემების გამოყენებით შეიძლება შევადგინოთ ორი პროპორცია, რომლებიდანაც მიიღება ორუცნობიანი ორი განტოლების სისტემა:

$$\begin{aligned} 48x \text{ Mg-დან წარმოიქმნება } 222 \text{ გ } \text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7, \\ x \text{ გ Mg-დან } \quad \quad \quad y \text{ გ } \text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7, \\ 48y = 222x; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 80 \text{ გ MgO-დან წარმოიქმნება } 222 \text{ გ } \text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7, \\ (1,76 - x) \text{ გ MgO-დან } \quad (6,66 - y) \text{ გ } \text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7, \\ 80(6,66 - y) = 222(1,76 - x), \end{aligned}$$

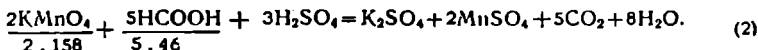
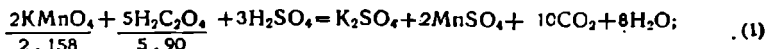
$$y = \frac{222x}{48};$$

$$80 \left( 6,66 - \frac{222x}{48} \right) = 222(1,76 - x),$$

$$\begin{aligned} 80(319,68 - 222x) &= 10656(1,76 - x), \\ 25574,4 - 1760x &= 18754,56 - 10656x, \\ 7104x &= 6819,84, \\ x &= 0,96. \end{aligned}$$

მაშასადამე, 1,76 გ ნარევეში ყოფილა 0,96 გ მავნიუმი და 0,8 გ (1,76 - 0,96 = 0,8) მავნიუმის მონოქსიდი.

ფშ. კალიუმპერმანგანატი მუაუნმუაჲასა და ჭიანჭველმუაჲასთან გოგირდმუაჲეჲა გარემოში ურთიერტქმედებს განტოლებებით:



პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით 500 მლ ხსნარი შეიცავდა მუაუნ-მუაჲასა და ჭიანჭველმუაჲას 13,7 გ ნარევეს, ხოლო 50 მლ, რომელიც აღებული იყო გასატიტრად, — 1,37 გ ამ ნარევეს. მუაჲეჲების ნარევის დაჲანგვაზე დაიხარჯა 1,59 გ აწუ

$\frac{1,58}{158} = 0,01$  მოლი კალიუმპერმანგანატი. (1) და (2) რეაქციების განტოლებებიდან ხანს, რომ ორივე შემთხეჲევაში 2 მოლი კალიუმპერმანგანატი რეაგირებს 5 მოლ მუაუნმუაჲასა და ჭიანჭველმუაჲასთან; 0,01 მოლი კალიუმპერმანგანატი რეაქციაში შევიდა 0,025 მოლ მუაუნმუაჲასა და ჭიანჭველმუაჲასთან. თუ მუაუნმუაჲას მოლეების რაოდენობას აღვნიშნავთ  $x$ -ით, ხოლო ჭიანჭველმუაჲასას — (0,825 -  $x$ ), მაშინ 1,37 გ ნარევი შეიცავს 90  $x$  გ მუაუნმუაჲას და 46(0,825 -  $x$ ) გ ჭიანჭველმუაჲას, აქედან

$$90x + 46(0,825 - x) = 1,37,$$

$$90x + 1,15 - 46x = 1,37,$$

$$44x = 0,22,$$

$$x = 0,005.$$



მაშასადამე, 50 მლ ხსნარი შეიტყუდა 0,005 მოლ მეთუნმეაქს და 0,02 მოლ (0,025 - 0,005 = 0,02) კიანჭველმეაქს, ხოლო ამ ხსნარის 500 მლ — შესაბამისად 0,05 მოლ მეთუნმეაქს და 0,2 მოლ კიანჭველმეაქს; ხსნარი იქნება 0,1M მეთუნმეაქს მიმართ და 0,4M კიანჭველმეაქს მიმართ.

შეორე ხერხი. თუ მეთუნმეაქსა და კიანჭველმეაქს დაეინგვაზე 50 მლ ხსნარში იხარჩება 1,58 გ კალიუმპერმანგანატი, მაშინ მთელი ნარევის დაეინგვაზე 500 მლ-ში უნდა დაიხარჩოს მისი 15,8 გ. 13,7-გ ნარევი იყო  $x$  გ ანუ  $\frac{x}{90}$  მოლი მეთუნმეაქს და  $(13,7-x)$  გ ანუ  $\frac{13,7-x}{46}$  მოლი კიანჭველმეაქს. (1) და (2) რეაქციების განტოლებების თანახმად, 5 მოლი მეთუნმეაქს დაეინგვაზე იხარჩება 2 მოლი კალიუმპერმანგანატი.  $\frac{x}{90}$  მოლი მეთუნმეაქს დაეინგვაზე დაიხარჩება  $\frac{2x}{5 \cdot 90}$  მოლი

ანუ  $\frac{158 \cdot 2x}{5 \cdot 90}$  გ კალიუმპერმანგანატი,  $\frac{13,7-x}{46}$  მოლი კიანჭველმეაქს დაეინგვაზე —  $\frac{2(13,7-x)}{5 \cdot 46}$  მოლი ანუ  $\frac{158 \cdot 2(13,7-x)}{5 \cdot 46}$  გ კალიუმპერმანგანატი. აქედან

$$\begin{aligned} \frac{316x}{450} + \frac{316(13,7-x)}{230} &= 15,8, \\ 460x + 900(13,7-x) &= 450 \cdot 230 \cdot 0,1, \\ 460x + 12330 - 900x &= 10350, \\ 440x &= 1780, \\ x &= 4,5. \end{aligned}$$

მაშასადამე, 500 მლ ხსნარში ყოფილა 4,5 გ ანუ  $\frac{4,5}{90} = 0,05$  მოლი მეთუნმეაქს და 9,2 გ (13,7 - 4,5 = 9,2) ანუ  $\frac{9,2}{45} = 0,2$  მოლი კიანჭველმეაქს; ხსნარი იქნება 0,1M მეთუნმეაქს მიმართ და 0,4M კიანჭველმეაქს მიმართ.

შესამე ხერხი. 500 მლ ხსნარი შეიტყუეს მეთუნმეაქსა და კიანჭველმეაქს 13,7 გ ნარევის, რომლის დასაეინგვად უნდა დაიხარჩოს 15,8 გ კალიუმპერმანგანატი. თუ მეთუნმეაქს რაოდენობა, რომელსაც ხსნარი შეიტყუეს,  $x$  გ-ის ტოლია, ხოლო კიანჭველმეაქს რაოდენობა, რაც აუცილებელია ნარევის დასაეინგვად —  $y$  გ-ისა, მაშინ კიანჭველმეაქს რაოდენობა ნარევი (13,7 -  $x$ ) გ-ის ტოლი იქნება. ხოლო პერმანგანატის რაოდენობა — (15,8 -  $y$ ) გ-ისა. (1) და (2) რეაქციების განტოლებების გამოყენებით შეიძლება შეედგინოთ ორი პროპორცია, რომლებიდანაც მიიღება ორტოტობიანი ორი განტოლების სისტემა:

$$\begin{aligned} 450 \text{ გ } H_2C_2O_4\text{-ის დასაეინგვად საჭიროა } 316 \text{ გ } KMnO_4 \\ x \text{ „ } H_2C_2O_4\text{-ის „ „ } y \text{ გ } KMnO_4 \\ 450y = 316x; \\ 230 \text{ გ } HCOOH\text{-ის დასაეინგვად საჭიროა } 316 \text{ გ } KMnO_4 \\ (13,7-x) \text{ გ } HCOOH\text{-ის „ „ } (15,8-y) \text{ გ } KMnO_4 \\ 230(15,8-y) = 316(13,7-x), \\ y = \frac{316x}{450}; \\ 230 \left( 15,8 - \frac{316x}{450} \right) = 316(13,7-x), \end{aligned}$$

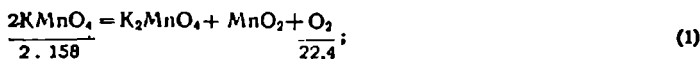
$$163530 - 7268x = 194814 - 14220x,$$

$$6952x = 31284,$$

$$x = 4,5$$

მაშასადამე, 500 მლ ხსნარში უფილა 4,5 გ ანუ  $\frac{4,5}{90} = 0,05$  მოლი მეთუნეა და 9,2 გ (13,7 - 4,5 = 9,2) ანუ  $\frac{9,2}{46} = 0,2$  მოლი კიანჭველმეთეა; ხსნარი იქნება 0,1 M მეთუნეა და 0,4 M კიანჭველმეთეა მიმართ.

**228.** კალიუმპერმანგანატი და ბერთოლეს მარლი გახულებისას იშლებაან განტოლებებით:



კალიუმპერმანგანატის დაშლისას წარმოიქმნება მანგანუმის დიოქსიდი, რომელიც აქტალიზებს ბერთოლეს მარილის დაშლის რეაქციას. ამიტომ დაშლა წარმართება მხოლოდ ზემოთ მოყვანილი განტოლებებით. კალიუმის პერქლორატი არ წარმოიქმნება.

**ბ ი რ ვ ე ლ ი ხ ე რ ხ ი.** ამოცანის პირობით კალიუმპერმანგანატისა და ბერთოლეს მარილის 8,06 გ ნარევის დაშლისას გამოიყო 1,568 ლ ანუ  $\frac{1,568}{22,4} = 0,07$  მოლი ენგბადი. (1) რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ 1 მოლი  $\text{O}_2$  გამოიყოფა 2 მოლი  $\text{KMnO}_4$ -ის დაშლისას, ხოლო (2) რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ 3 მოლი  $\text{O}_2$  გამოიყოფა 2 მოლი  $\text{KClO}_3$ -ის დაშლისას. თუ  $x$ -ით აღვნიშნავთ ენგბადის მოლების რაოდენობას, რომელიც გამოიყოფა კალიუმპერმანგანატის დაშლისას, მაშინ დაიშლება  $2x$  მოლი პერმანგანატი. ენგბადის რაოდენობა, რომელიც გამოიყოფა ბერთოლეს მარილის დაშლისას,  $(0,07 - x)$  მოლის ტოლია. ენგბადის ასეთი რაოდენობა შეიძლება გამოიყოს  $\frac{2(0,07 - x)}{3}$  მოლი ბერთოლეს მარილის დაშლისას. მაშასადამე, 8,06 გ ნარევი შეიცავდა  $2x$  მოლ ანუ  $2x \cdot 158$  გ კალიუმპერმანგანატს და  $\frac{2(0,07 - x)}{3}$  მოლ ანუ  $\frac{2(0,07 - x) \cdot 122,5}{3}$  გ ბერთოლეს მარილს. აქედან

$$3 \cdot 158 \cdot 2x + 245(0,07 - x) = 3 \cdot 8,06,$$

$$948x + 17,15 - 245x = 24,18,$$

$$703x = 7,03,$$

$$x = 0,01.$$

მაშასადამე, ნარევი უფილა 0,02 მოლი ანუ  $0,02 \cdot 158 = 3,16$  გ კალიუმპერმანგანატი და  $\frac{2}{3} (0,07 - 0,01) = 0,04$  მოლი ანუ  $0,04 \cdot 122,5 = 4,9$  გ ბერთოლეს მარილს.

**მ ე ო რ ე ხ ე რ ხ ი.** თუ ნარევი იყო  $x$  გ ანუ  $\frac{x}{158}$  მოლი კალიუმპერმანგანატი,

მაშინ ბერთოლეს მარილი იქნებოდა  $(8,06-x)$  გ ანუ  $\frac{8,06-x}{122,5}$  მოლი. (1) რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ 2 მოლი  $KMnO_4$ -ის დაშლისას გამოიყოფა 1 მოლი  $O_2$ , ხოლო  $\frac{x}{158}$  მოლი  $KMnO_4$ -ის დაშლისას გამოიყოფა  $\frac{x}{2 \cdot 158}$  მოლი ანუ  $\frac{22,4x}{316}$  ლ  $O_2$ . (2) განტოლებიდან გამომდინარეობს, რომ 2 მოლი  $KClO_3$ -ის დაშლისას გამოიყოფა 3 მოლი  $O_2$ , ხოლო  $\frac{8,06-x}{122,5}$  მოლი  $KClO_3$ -ის დაშლისას გამოიყოფა  $\frac{3(8,06-x)}{2 \cdot 122,5}$  მოლი ანუ  $\frac{3 \cdot 22,4(8,06-x)}{2 \cdot 122,5}$  ლ  $O_2$ .

აქედან

$$\frac{22,4x}{316} + \frac{3 \cdot 22,4(8,06-x)}{245} = 1,568,$$

$$\frac{x}{316} + \frac{24,18-3x}{245} = 0,07,$$

$$245x + 7640,88 - 948x = 5419,4,$$

$$703x = 2221,48,$$

$$x = 3,16.$$

მაშასადამე, ნარევი უფილა 3,16 გ კალიუმპერმანგანატი და 4,9 გ  $(8,06 - 3,16 = 4,9)$  ბერთოლეს მარილი.

მესამე ხერხი. თუ ნარევი კალიუმპერმანგანატის რაოდენობას აღვნიშნავთ  $x$  გ-ით, ხოლო ვანგბადის მოცულობას, რომელიც გამოიყოფა კალიუმპერმანგანატის დაშლისას,  $y$  ლ-ით, მაშინ ბერთოლეს მარილის რაოდენობა ნარევიში  $(8,06-x)$  გ-ის ტოლი იქნება, ხოლო ვანგბადის მოცულობა, რომელიც გამოიყოფა ბერთოლეს მარილის დაშლისას,  $(1,568-y)$  ლ-ის ტოლია. (1) და (2) განტოლებების გამოყენებით შეიძლება შევადგინოთ ორი პროპორცია, რომლებიდანაც წარმოიქმნება ორუცნობიანი ორი განტოლების სისტემა;

316 გ  $KMnO_4$ -ის დაშლისას გამოიყოფა 22,4 ლ  $O_2$ ,

$x$  გ  $KMnO_4$ -ის " " " "  $y$  ლ  $O_2$ ,

$$316y = 22,4x;$$

245 გ  $KClO_3$ -ის დაშლისას გამოიყოფა 67,2 ლ  $O_2$ ,

$(8,06-x)$  გ  $KClO_3$ -ის " "  $(1,568-y)$  ლ  $O_2$

$$245(1,568-y) = 67,2(8,06-x),$$

$$y = \frac{22,4x}{316}$$

$$384,16 - \frac{245 \cdot 22,4x}{316} = 541,632 - 67,2x,$$

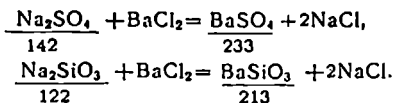
$$121394,56 - 5488x = 171155,712 - 21235,2x,$$

$$15747,2x = 49761,152,$$

$$x = 3,16.$$

მაშასადამე, 8,06 გ ნარევი უფილა 3,16 გ კალიუმპერმანგანატი და 4,9 გ  $(8,06 - 3,16 = 4,9)$  ბერთოლეს მარილი.

224. ნატრიუმის სულფატი და სილიკატი რეაქციაში შედიან ბარიუმის ქლორიდან განტოლებებით:



პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით ნარევის მასა ნატრიუმის ორი იონის შეცვლას ბარიუმის ერთი იონით გაიზარდა 3,64 გ-ით ( $9,12 - 5,48 = 3,64$ ) თუ 1 მოლ ნატრიუმს (46 გ) შევცვლით 1 მოლი ბარიუმით (137 გ), მაშინ ნარევის მასა უნდა გაიზარდოს 91 გ-ით ( $137 - 46 = 91$ ). ამოცანის პირობით ნარევის მასა გაი-

ზარდა 3,64 გ-ით, მაშასადამე, რეაქციაში შევიდა  $\frac{3,64}{91} = 0,04$  მოლი ბარიუმი, ე. ი. ნარევეში ყოფილა 0,04 მოლი ნატრიუმის ან ბარიუმის სულფატები და სილიკატები. თუ ბარიუმის სულფატის მოლების რაოდენობას აღვნიშნავთ  $x$ -ით, მაშინ ბარიუმის სილიკატის მოლების რაოდენობა ( $0,04 - x$ )-ის ტოლი იქნება. მაშინ ნარევეში იქნება  $233x$  გ ბარიუმის სულფატი და  $213(0,04 - x)$  გ ბარიუმის სილიკატი. აქედან

$$\begin{aligned} 233x + 213(0,04 - x) &= 9,12, \\ 233x + 8,52 - 213x &= 9,12, \\ 20x &= 0,06, \\ x &= 0,03. \end{aligned}$$

მაშასადამე, მიღებულ ნარევეში ყოფილა 0,03 მოლი ანუ  $0,03 \cdot 233 = 6,99$  გ ბარიუმის სილიკატი და 0,01 მოლი ( $0,04 - 0,03 = 0,01$ ) ანუ  $0,01 \cdot 213 = 2,13$  გ ბარიუმის სილიკატი საწყის ნარევეში იყო 0,03  $\cdot 142 = 4,26$  გ ნატრიუმის სულფატი და 0,01 მოლი ( $0,04 - 0,03 = 0,01$ ) ანუ  $0,01 \cdot 122 = 1,22$  გ ნატრიუმის სილიკატი.

მეორე ხერხი. თუ ნატრიუმის სულფატის რაოდენობას აღვნიშნავთ  $x$  გ-ით ანუ  $\frac{x}{142}$  მოლით, მაშინ ნატრიუმის სილიკატი ნარევეში ყოფილა  $(5,48 -$

$-x)$  გ ანუ  $\frac{5,48 - x}{122}$  მოლი. ნატრიუმის სულფატისა და ნატრიუმის სილიკატის

ბარიუმის ქლორიდან რეაქციების განტოლებების თანახმად  $\frac{x}{142}$  მოლი ნატრიუმის სულფატიდან წარმოიქმნება  $\frac{x}{142}$  მოლი ანუ  $\frac{233x}{142}$  გ ბარიუმის სულფატი,

ხოლო  $\frac{5,48 - x}{122}$  მოლი ნატრიუმის სილიკატიდან წარმოიქმნება  $\frac{5,48 - x}{122}$  მოლი ანუ  $\frac{213(5,48 - x)}{122}$  გ ბარიუმის სილიკატი. აქედან

$$\begin{aligned} \frac{233x}{142} + \frac{213(5,48 - x)}{122} &= 9,12, \\ 233 \cdot 122x + 213 \cdot 142(5,48 - x) &= 9,12 \cdot 142 \cdot 122, \\ 28426x + 165748,08 - 30246x &= 157994,88, \\ 1820x &= 7753,2, \\ x &= 4,26 \text{ გ.} \end{aligned}$$

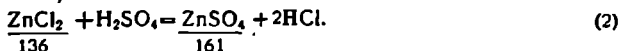
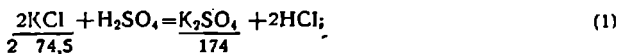
მაშასადამე, საწყის ნარევეში ყოფილა 4,26 გ ნატრიუმის სულფატი და 1,22 გ (5,48-4,26=1,22) ნატრიუმის სილიკატი, რომლებიდანაც წარმოიქმნა  $\frac{233 \cdot 4,26}{142} = 6,99$  გ ბარიუმის სულფატი და  $\frac{213 \cdot 1,22}{122} = 2,13$  გ ბარიუმის სილიკატი.

მესამე ხერხი. თუ ნატრიუმის სულფატის რაოდენობას აღვნიშნავთ  $x$  გ-ით, ხოლო ბარიუმის სულფატის რაოდენობას —  $y$  გ-ით, მაშინ, ნატრიუმის სილიკატის რაოდენობა (5,48- $x$ ) გ-ის ტოლი იქნება, ხოლო ბარიუმის სილიკატის რაოდენობა — (9,12- $y$ ) გ-ისა. ნატრიუმის სულფატისა და სილიკატის ბარიუმის ქლორიდთან რეაქციების განტოლებების გამოყენებით შეიძლება შევადგინოთ ორუცნობიანი ორი განტოლების სისტემა:

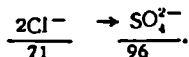
$$\begin{aligned} 142 \text{ გ } \text{Na}_2\text{SO}_4\text{-დან წარმოიქმნება } 233 \text{ გ } \text{BaSO}_4, \\ x \text{ გ } \text{Na}_2\text{SO}_4\text{-დან } \quad \quad \quad y \text{ გ } \text{BaSO}_4, \\ 142y = 233x; \\ 122 \text{ გ } \text{Na}_2\text{SiO}_3\text{-დან წარმოიქმნება } 219 \text{ გ } \text{BaSiO}_3, \\ (5,48-x) \text{ გ } \text{Na}_2\text{SiO}_3\text{-დან } \quad \quad (9,12-y) \text{ გ } \text{BaSiO}_3, \\ 122(9,12-y) = 213(5,48-x), \\ y = \frac{233x}{142} \\ 122 \left( 9,12 - \frac{233x}{142} \right) = 213(5,48-x), \\ 122(1295,04 - 233x) = 30246(5,48-x), \\ 157994,88 - 28426x = 165748,08 - 30246x, \\ 1820x = 7753,2, \\ x = 4,26 \text{ გ.} \end{aligned}$$

მაშასადამე, ნარევეში ყოფილა 4,26 გ ნატრიუმის სულფატი და 1,22 გ (5,48-4,26=1,22) ნატრიუმის სილიკატი, რომლებიდანაც წარმოიქმნება  $\frac{233 \cdot 4,26}{142} = 6,96$  გ ბარიუმის სულფატი და 213 გ (9,12-5,99=2,13) ბარიუმის სილიკატი.

225. კალეუმისა და თუთიის ქლორიდები რეაქციაში შედიან გოგირდმჟავასთან რეაქციების განტოლებებით:



მირველი ხერხი. ამოცანის პირობით 11,14 გ კალეუმისა და თუთიის ქლორიდებიდან წარმოიქმნა 13,14 გ კალეუმისა და თუთიის სულფატები, რის შედეგადაც ნარევის მასა გაიზარდა 2 გ-ით. მასის გაზრდა განპირობებულია ორი ქლორიდ-იონის შეცვლით ერთი სულფატ-იონით შემდეგი სქემის მიხედვით:



2 მოლი ქლორიდის შეცვლისას 1 მოლი სულფატით ნარევის მასა უნდა

გაიზარდოს 25 გ-ით (96-71=25). ამოცანის პირობით ნარევის მასა გაიზარდა

2 გ-ით, მაშასადამე, ნარევი უფროა  $\frac{2}{25} = 0,08$  მოლი კალიუმისა და თუთიის სულფატები. თუ კალიუმის სულფატის მოლუბის რაოდენობას აღვნიშნავთ  $x$ -ით, ხოლო თუთიის სულფატის რაოდენობას —  $(0,08-x)$ -ით, მაშინ სულფატების ნარევი იქნება 174 გ კალიუმის სულფატი და 161  $(0,08-x)$  გ თუთიის სულფატი, საიდანაც

$$\begin{aligned} 174x + 161(0,08-x) &= 13,14, \\ 174x + 12,88 - 161x &= 13,14, \\ 13x &= 0,26, \\ x &= 0,02. \end{aligned}$$

მაშასადამე, სულფატების ნარევი იქნება 0,02 მოლი ანუ  $0,02 \cdot 174 = 3,48$  გ კალიუმის სულფატი და 0,06 მოლი  $(0,08-0,02=0,06)$  ანუ  $0,06 \cdot 161 = 9,66$  გ თუთიის სულფატი. (1) და (2) რეაქტივების განტოლებებიდან ჩანს, რომ 1 მოლი  $ZnSO_4$  წარმოიქმნება 1 მოლი  $ZnCl_2$ -დან, ხოლო 1 მოლი  $K_2SO_4$  წარმოიქმნება 2 მოლი  $KCl$ -დან. მაშასადამე, ქლორიდების ნარევი უფროა 0,06 მოლი ანუ  $0,06 \cdot 136 = 8,16$  გ თუთიის ქლორიდი და 0,04 მოლი ანუ  $0,04 \cdot 74,5 = 2,98$  გ კალიუმის ქლორიდი.

მეორე ხერხი: თუ ნარევი იყო  $x$  გ ანუ  $\frac{x}{74,5}$  მოლი  $KCl$ , მაშინ მასში უფროა  $(11,14-x)$  გ ანუ  $\frac{11,14-x}{136}$  მოლი  $ZnCl_2$ . (1) და (2) რეაქტივების განტოლებების თანხმად  $\frac{x}{74,5}$  მოლი  $KCl$ -დან შეიძლება წარმოიქმნას  $\frac{x}{2 \cdot 74,5}$  მოლი ანუ  $\frac{174x}{149}$  გ  $K_2SO_4$ , ხოლო  $\frac{11,14-x}{136}$  მოლი  $ZnCl_2$ -დან წარმოიქმნება  $\frac{11,14-x}{136}$  მოლი ანუ  $\frac{161(11,14-x)}{136}$  გ  $ZnSO_4$ . აქედან

$$\begin{aligned} \frac{174x}{149} + \frac{161(11,14-x)}{136} &= 13,14, \\ 174 \cdot 136x + 149 \cdot 161(11,14-x) &= 13,14 \cdot 149 \cdot 136, \\ 23664x + 267237,46 - 23989x &= 266268,96, \\ 325x &= 968,5, \\ x &= 2,98. \end{aligned}$$

მაშასადამე, ნარევი უფროა 2,98 გ ანუ  $\frac{2,98}{74,5} = 0,04$  მოლი  $KCl$  და 8,16 გ  $(11,14-2,98=8,16)$  ანუ  $\frac{8 \cdot 16}{136} = 0,06$  მოლი  $ZnCl_2$ . (1) და (2) რეაქტივების

განტოლებებიდან ჩანს, რომ 0,04 მოლი  $KCl$ -ს შეუძლია წარმოქმნას 0,02 მოლი ანუ  $0,02 \cdot 174 = 3,48$  გ  $K_2SO_4$ , ხოლო 0,06 მოლი  $ZnCl_2$ -ს შეუძლია წარმოქმნას 0,06 მოლი ანუ  $0,06 \cdot 161 = 9,66$  გ  $ZnSO_4$ .

მესამე ხერხი. თუ კალიუმის ქლორიდის რაოდენობას აღვნიშნავთ  $x$  გ-ით, ხოლო კალიუმის სულფატის რაოდენობას —  $y$  გ-ით, მაშინ თუთიის ქლორი-

დის რაოდენობა  $(11,14-x)$  გ-ის ტოლი იქნება, ხოლო თუთიის სულფატის რაოდენობა —  $(13,14-y)$  გ-ისა. (1) და (2) რეაქციების განტოლებების გამოყენებით, შეიძლება შევადგინოთ ორი პროპორცია, რომლებიც წარმოქმნის ორეცნობიან ორი განტოლების სისტემას:

$$\begin{aligned} 149 \text{ გ } \text{KCl} \text{ წარმოქმნის } 174 \text{ გ } \text{K}_2\text{SO}_4, \\ x \text{ გ } \text{KCl} \quad \quad \quad y \text{ გ } \text{K}_2\text{SO}_4, \\ 149y = 174 x; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 136 \text{ გ } \text{ZnCl}_2 \text{ წარმოქმნის } 161 \text{ გ } \text{ZnSO}_4, \\ (11,14-x) \text{ გ } \text{ZnCl}_2 \quad \quad (13,14-y) \text{ გ } \text{ZnSO}_4, \\ 136(13,14-y) = 161(11,14-x), \end{aligned}$$

$$y = \frac{174 x}{149};$$

$$136 \left( 13,14 - \frac{174 x}{149} \right) = 161(11,14-x),$$

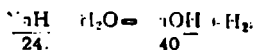
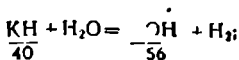
$$266268,96 - 23664x = 267237,46 - 23989x,$$

$$325x = 968,5,$$

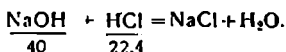
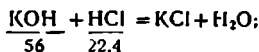
$$x = 2,98.$$

მაშასადამე, ნარევი უფილა 2,98 გ  $\text{KCl}$ ; მისგან წარმოიქმნა  $\frac{174 \cdot 2,98}{149} = 3,48$  გ  $\text{K}_2\text{SO}_4$  და 8,16 გ  $(11,14 - 2,98 = 8,16)$   $\text{ZnCl}_2$ , რომლიდანაც წარმოიქმნა 9,66 გ  $(13,14 - 3,48 = 9,66)$   $\text{ZnSO}_4$ .

220. კალიუმისა და ნატრიუმის ჰიდრიდები რეაქციაში შედიან წყალთან ჰიდროქსიდების წარმოქმნით შემდეგი განტოლებებით.



კალიუმისა და ნატრიუმის ჰიდროქსიდების ნეიტრალიზაცია მიმდინარეობს რეაქციათა განტოლებების მიხედვით:



პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით აღებული 250 მლ ჰიდროქსიდების ხსნარიდან 50 მლ-ის ნეიტრალიზაციაზე დაიხარჯა 20 მლ მარილმჟავას 2N ხსნარი, რომელიც შეიცავს 0,02 · 2 = 0,04 ეკვივალენტ ანუ 0,04 მოლ ქლორწყალბადს. რადგან 1 მოლი ჰიდროქსიდი რეაქციაში შედის 1 მოლ ქლორწყალბადთან, ამიტომ 50 მლ ხსნარში უფილა 0,04 მოლი ჰიდროქსიდები, ხოლო 250 მლ ამ ხსნარში უფილა 0,04 · 5 = 0,2 მოლი ჰიდროქსიდები. ჰიდრიდების წყალთან რეაქციების განტოლებებიდან ჩანს, რომ 1 მოლი კალიუმის ან ნატრიუმის ჰიდროქსიდი წარმოიქმნება 1 მოლი ჰიდრიდიდან. მაშასადამე, 7,2 გ ნარევი უფილა 0,2 მოლი ჰიდრიდები. თუ კალიუმის ჰიდრიდის მოლების რაოდენობას აღვნიშნავთ  $x$ -ით.

ბოლო ნატრიუმის ჰიდრიდის მოლების რაოდენობას —  $(0,2-x)$ -ით, მაშინ ნარევი ყოფილა 40 x გ კალიუმის ჰიდრიდი და 24  $(0,2-x)$  გ ნატრიუმის ჰიდრიდი. აქედან

$$\begin{aligned} 40x + 24(0,2-x) &= 7,2, \\ 40x + 4,8 - 24x &= 7,2, \\ 16x &= 2,4, \\ x &= 0,15. \end{aligned}$$

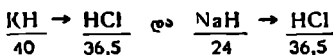
მაშასადამე, ნარევი ყოფილა 0,15 მოლი ანუ  $0,15 \cdot 40 = 6$  გ კალიუმის ჰიდრიდი და 0,05 მოლი  $(0,2 - 0,15 = 0,05)$  ანუ  $0,05 \cdot 24 = 1,2$  გ ნატრიუმის ჰიდრიდი.

მეორე ხერხი. თუ ნარევი იყო x გ ანუ  $\frac{x}{40}$  მოლი კალიუმის ჰიდრიდი, მაშინ ნატრიუმის ჰიდრიდი ყოფილა  $(7,2-x)$  გ ანუ  $\frac{7,2-x}{24}$  მოლი. 50 მლ ჰიდრიდის ხსნარის ნეიტრალიზაციაზე დახარჯეს 20 მლ მარილმჟავას 2 N ხსნარი, ხოლო 250 მლ ჰიდროქსიდების ხსნარის ნეიტრალიზაციაზე უნდა დაიხარჯოს  $20:5=100$  მლ მარილმჟავას 2 N ხსნარი, რომელიც შეიცავს  $0,1 \cdot 2 = 0,2$  ეკვივალენტს ანუ 0,2 მოლ ქლორწყალბადს. ჰიდროქსიდის ნეიტრალიზაციაზე, რომელიც წარმოიქმნა  $\frac{x}{40}$  მოლი კალიუმის ჰიდრიდიდან და  $\frac{7,2-x}{24}$  მოლი ნატრიუმის ჰიდრიდიდან, საჭიროა შესაბამისად  $\frac{x}{40}$  მოლი და  $\frac{7,2-x}{24}$  მოლი ქლორწყალბადი. აქედან:

$$\begin{aligned} \frac{x}{40} + \frac{7,2-x}{24} &= 0,2, \\ 24x + 40(7,2-x) &= 0,2 \cdot 40 \cdot 24, \\ 24x + 288 - 40x &= 192, \\ 16x &= 96, \\ x &= 6. \end{aligned}$$

მაშასადამე, ნარევი ყოფილა 6 გ KH და 1,2 გ  $(7,2 - 6 = 1,2)$  NaH.

მესამე ხერხი. ყველა ჰიდროქსიდის ნეიტრალიზაციისათვის, რომლებიც წარმოიქმნენ ჰიდროიდების წყლით დამუშავებისას, საჭიროა 0,2 მოლი ანუ  $0,2 \cdot 36,5 = 7,3$  გ ქლორწყალბადი. ნარევი კალიუმის ჰიდრიდის რაოდენობა აღვნიშნოთ x გ-ით, ხოლო ქლორწყალბადის რაოდენობა, რომელიც აუცილებელია კალიუმის ჰიდროქსიდის ნეიტრალიზაციისათვის, y გ-ით. მაშინ ნატრიუმის ჰიდრიდი იქნება  $(7,2-x)$  გ, ხოლო ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ნეიტრალიზაციისათვის საჭიროა  $(7,3-y)$  გ ქლორწყალბადი. გარდაქმნის სქემების გამოყენებით;



შეიძლება შევადგინოთ ორი პროპორცია, რომლებიდანაც მიიღება ორუცნობიანი ორი განტოლების სისტემა:

$$\begin{array}{rcccl} 40 \text{ გ KH} & \text{რეაქციაში შედის} & 36,5 \text{ გ HCl-თან,} & & \\ x \text{ გ KH} & \cdot & \cdot & \cdot & y \text{ გ HCl-თან} \end{array}$$



$$40y = 36,5x;$$

$$24 \text{ გ NaH რეაქციაში შედის } 36,5 \text{ გ HCl-თან,} \\ (7,2-x) \text{ გ NaH} \quad (7,3-y) \text{ გ HCl-თან,}$$

$$24(7,3-y) = 36,5(7,2-x),$$

$$y = \frac{36,5x}{40};$$

$$24\left(7,3 - \frac{36,5x}{40}\right) = 36,5(7,2-x),$$

$$24(292 - 36,5x) = 1460(7,2-x),$$

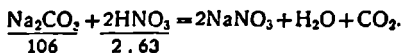
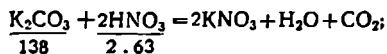
$$7008 - 876x = 10512 - 1460x,$$

$$584x = 3504,$$

$$x = 6.$$

ამრიგად, ნარევეში ყოფილა 6 გ KH და 1,2 გ ( $7,2-6=1,2$ ) NaH:

27. კალიუმისა და ნატრიუმის კარბონატები რეაქციაში შედიან აზოტმჟავასთან განტოლებების მიხედვით;



პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით კალიუმისა და ნატრიუმის კარბონატების 6,26 გ ნარევეს ანეიტრალუბენ 200 მლ 0,5 M ხსნარით, რომელიც შეიცავს  $0,2 \cdot 0,5 = 0,1$  მოლ აზოტმჟავას. როგორც რეაქციების განტოლებებიდან ჩანს, 1 მოლი სოდა ან პოტასიუმი რეაქციაში შედის 2 მოლ აზოტმჟავასთან, ხოლო 0,1 მოლი აზოტმჟავა რეაქციაში შეევა 0,05 მოლ სოდასა და პოტასიუმთან: თუ პოტასიუმის მოლების რაოდენობას აღვნიშნავთ  $x$ -ით, ხოლო სოდისას —  $(0,05-x)$ -ით, მაშინ ნარევეში ყოფილა  $138x$  გ პოტასიუმი და  $106(0,05-x)$  გ სოდა, საიდანაც

$$138x + 106(0,05-x) = 6,26,$$

$$138x + 5,3 - 106x = 6,26,$$

$$32x = 0,96,$$

$$x = 0,03.$$

მაშასადამე, ნარევეში იყო 0,03 მოლი ანუ  $0,03 \cdot 138 = 4,14$  გ პოტასიუმი და 0,02 მოლი ( $0,05 - 0,03 = 0,02$ ) ანუ  $0,02 \cdot 106 = 2,12$  გ სოდა.

მეორე ხერხი. თუ ნარევეში იყო  $x$  გ ანუ  $\frac{x}{138}$  მოლი პოტასიუმი, მაშინ სოდა იქნება  $(6,26-x)$  გ ანუ  $\frac{6,26-x}{106}$  მოლი. აზოტმჟავასთან ურთიერთქმედებისას, რომელიც  $0,2 \cdot 0,5 = 0,1$  მოლი იყო,  $\frac{x}{138}$  მოლ პოტასიუმს გაანეიტრალუბენ  $\frac{2x}{138}$  მოლი აზოტმჟავათი, ხოლო  $\frac{6,26-x}{106}$  მოლ სოდას —  $\frac{2(6,26-x)}{106}$  მოლ აზოტმჟავათი, აქედან

$$\frac{2x}{138} + \frac{2(6,26-x)}{106} = 0,1.$$

$$212x + 276(6,26-x) = 0,1 \cdot 138 \cdot 106,$$

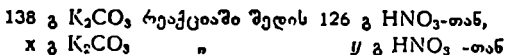
$$212x + 1727,76 - 276x = 1462,8,$$

$$64x = 264,96$$

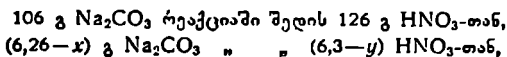
$$x = 4,14.$$

მაშასადამე, ნარევი ყოფილა 4,14 გ პოტასიუმი და 2,12 გ ( $6,26 - 4,14 = 2,12$ ) სოდა.

შესამე ხერხი. 200 მლ 0,5M ხსნარი, შეიცავდა  $0,2 \cdot 0,5 = 0,1$  მოლ ანუ 0,1  $\cdot 63 = 6,3$  გ აზოტმეავას. თუ პოტასიუმის რაოდენობას აღვნიშნავთ  $x$ -ით, ხოლო აზოტმეავას რაოდენობას, რომელიც რეაქციაში შევიდა პოტასიუმთან —  $y$  გ-ით, მაშინ სოდა ნარევი იქნება  $(6,26-x)$ გ, ხოლო აზოტმეავას რაოდენობა, რომელიც რეაქციაში შევიდა სოდასთან,  $(6,3-y)$  გ-ის ტოლია. რეაქციათა განტოლებების გამოყენებით შეიძლება შევადგინოთ ორი პროპორცია, რომლებიდანაც მიიღება ორუცნობიანი ორი განტოლების სისტემა:



$$138y = 126x,$$



$$106(6,3-y) = 126(6,26-x),$$

$$y = \frac{126x}{138}$$

$$106 \left( 6,3 - \frac{126x}{138} \right) = 126(6,26-x),$$

$$106(6,3-y) = 126(6,26-x),$$

$$731,4 - 106x = 863,88 - 138x,$$

$$32x = 132,48,$$

$$x = 4,14:$$

მაშასადამე, ნარევი ყოფილა 4,14 გ პოტასიუმი და 2,12 გ ( $6,26 - 4,14 = 2,12$ ) სოდა.

228. შეაუნმეავა და კიანჭველმეავა კონცენტრირებული გოგირდმეავას ზემოქმედებით იშლებიან განტოლებებით;



პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით შეაუნმეავასა და კიანჭველმეავას 22,6 გ ნარევის დაშლისას გამოიყო 11,2 ლ ანუ  $\frac{11,2}{22,4} = 0,5$  მოლი გაზების ნა-

რევი. როგორც (1) და (2) რეაქციების განტოლებებიდან ჩანს, 1 მოლი შეაუნმეავას დაშლისას გამოიყოფა 2 მოლი გაზთა ნარევი, ხოლო 1 მოლი კიანჭველმეავას დაშლისას — 1 მოლი ნახშირბადის მონოქსიდი. თუ გაზთა ნარევის მოლების რაოდენობას, რომელიც შეაუნმეავას დაშლისას გამოიყო, აღვნიშნავთ  $x$ -ით,

მაშინ მისი ასეთი რაოდენობა შეიძლება გამოიყოს  $\frac{x}{2}$  მოლი ანუ  $\frac{90x}{2}$  გ

მეაუნმეავას დაშლისას, ხოლო  $(0,5-x)$  მოლი ნახშირბადის მონოქსიდო გამოიყოფა  $(0,5-x)$  მოლი ანუ  $46(0,5-x)$  გ კიანჭველმეავას დაშლისას, საიდანაც

$$45x + 46(0,5-x) = 22,6,$$

$$45x + 23 - 46x = 22,6.$$

$$x = 0,4.$$

მაშასადამე, ნარევეში ყოფილა  $0,4 \cdot 45 = 18$  გ მეაუნმეავა და  $46(0,5-0,4) = 4,6$  გ კიანჭველმეავა.

მეორე ხერხი. თუ ნარევეში იყო  $x$  გ ანუ  $\frac{x}{90}$  მოლი მეაუნმეავა და  $(22,6-x)$  გ ანუ  $\frac{22,6-x}{46}$  მოლი კიანჭველმეავა, მაშინ  $\frac{x}{90}$  მოლი მეაუნმეავას დაშლისას წარმოიქმნება  $\frac{2x}{90}$  მოლი ანუ  $\frac{22,4}{45}$  ლ ნახშირბადის მონოქსიდისა და დიოქსიდის ნარევი, ხოლო  $\frac{22,6-x}{46}$  მოლი კიანჭველმეავას დაშლისას გამოიყოფა  $\frac{22,6-x}{46}$  მოლი ანუ  $\frac{22,4(22,6-x)}{46}$  ლ ნახშირბადის მონოქსიდი. ამოცანის პირობით გამოიყო  $11,2$  ლ გაზების ნარევი, აქედან

$$\frac{22,4x}{45} + \frac{22,4(22,6-x)}{46} = 11,2,$$

$$46x + 45(22,6-x) = 0,5 \cdot 45 \cdot 46,$$

$$46x + 1017 - 45x = 1035,$$

$$x = 18.$$

მაშასადამე, ნარევეში ყოფილა  $18$  გ მეაუნმეავა და  $4,6$  გ  $(22,6-18=4,6)$  კიანჭველმეავა.

მესამე ხერხი. თუ მეაუნმეავას რაოდენობას ნარევეში აღვნიშნავთ  $x$ -ით, ხოლო გაზების რაოდენობას, რომელიც გამოიყოფა მისი დაშლისას —  $y$  ლ-ით, მაშინ კიანჭველმეავას რაოდენობა  $(22,6-x)$  გ-ის ტოლი ექნება, ხოლო ნახშირბადის მონოქსიდის მოცულობა, რომელიც გამოიყოფა მისი დაშლისას, —  $(11,2-y)$  ლ-ის ტოლი. (1) და (2) განტოლებების გამოყენებით შეიძლება შევადგინოთ ორი პროპორცია, რომლებიდანაც მიიღება ორუცნობიანი ორი განტოლების სისტემა:

$90$  გ  $H_2C_2O_4$ -ის დაშლისას გამოიყოფა  $44,8$  ლ გაზი,

$x$  გ  $H_2C_2O_4$ -ის " " " "  $y$  ლ გაზი,

$$90y = 44,8x;$$

$46$  გ  $HCOOH$ -ის დაშლისას გამოიყოფა  $22,4$  ლ  $CO$ ,

$(22,6-x)$  გ  $HCOOH$ -ის " " " "  $(11,2-y)$  ლ  $CO$ ,

$$y = \frac{44,8x}{90};$$

$$46 \left( 11,2 - \frac{44,8x}{90} \right) = 22,4(22,6-x),$$

$$46(1008 - 44,8x) = 2016(22,6-x),$$

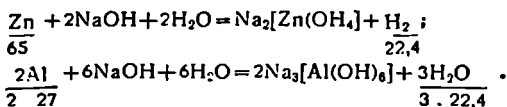
$$46368 - 2060,8x = 45561,6 - 2016x,$$

$$44,8x = 806,4$$

$$x = 18.$$

მაშასადამე, ნარევეში ყოფილა 18 გ მეთუნმეაეა და 4,6 გ (22,6 - 18 = 4,6) კიანკველმეაეა.

229. თუთიისა და ალუმინის გახსნა ტუტის ხსნარში მიმდინარეობს რეაქციების განტოლებების თანახმად:



პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით თუთიისა და ალუმინის გახსნისას გამოიყო 1,904 ლ ანუ  $\frac{1,904}{11,2} = 0,17$  ეკვივალენტი წყალბადი. თუ შენადნობში თუთიის ეკვივალენტების რიცხვს აღვნიშნავთ  $x$ -ით, ხოლო ალუმინის ეკვივალენტების რიცხვს  $(0,17 - x)$ , მაშინ ნაღნობში ყოფილა  $32,5x$  გ თუთია და  $9(0,17 - x)$  გ ალუმინი. აქედან

$$32,5x + 9(0,17 - x) = 2,$$

$$32,5x + 1,53 - 9x = 2,$$

$$23,5x = 0,47,$$

$$x = 0,02.$$

მაშასადამე, შენადნობში ყოფილა 0,02 ეკვივალენტი ანუ  $0,02 \cdot 32,5 = 0,65$  გ ანუ  $\frac{0,65 \cdot 100}{2} = 32,5$  % თუთია და 67,5 % (100 - 32,5 = 67,5) ალუმინი.

მეორე ხერხი. თუ შენადნობში იყო  $x$  გ ანუ  $\frac{x}{27}$  მოლი ალუმინი, მაშინ თუთია იქნებოდა  $(2 - x)$  გ ანუ  $\frac{2 - x}{65}$  მოლი. თუთიისა და ალუმინის ტუტის ხსნარში გახსნის რეაქციების განტოლებებიდან ჩანს, რომ  $\frac{x}{27}$  მოლი ალუმინიდან წარმოიქმნება  $\frac{3x}{2 \cdot 27}$  მოლი ანუ  $\frac{3 \cdot 22,4x}{54}$  ლ წყალბადი, ხოლო  $\frac{2 - x}{65}$  მოლი თუთიიდან წარმოიქმნება  $\frac{2 - x}{65}$  მოლი ანუ  $\frac{22,4(2 - x)}{65}$  ლ წყალბადი. აქედან

$$\frac{67,2x}{54} + \frac{22,4(2 - x)}{65} = 1,904,$$

$$3 \cdot 65x + 54(2 - x) = 0,085 \cdot 65 \cdot 54,$$

$$195x + 108 - 54x = 298,35,$$

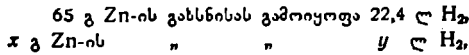
$$141x = 190,35,$$

$$x = 1,35 \text{ გ.}$$

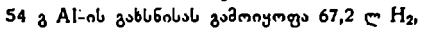
მაშასადამე, შენადნობში ყოფილა 1,35 გ ანუ  $\frac{1,35 \cdot 100}{2} = 67,5$  % ალუმინი და

0,65 გ ანუ  $\frac{0,65 \cdot 100}{2} = 32,5$  % თუთია.

მესამე ხერხი. თუ შენადნობში იყო  $x$  გ თუთია, ხოლო მისი გახსნისას გამოიყო  $y$  ლ წყალბადი, მაშინ შენადნობში იქნებოდა  $(2-x)$  გ ალუმინი, ხოლო მისი გახსნისას გამოიყო  $(1,904-y)$  ლ წყალბადი. თუთიისა და ალუმინის ტუტის ხსნარში გახსნის რეაქციების განტოლებების გამოყენებით შეიძლება შევადგინოთ ორუცნობიანი ორი განტოლების სისტემა:



$$65y = 22,4x;$$



$$54(1,904-y) = 67,2(2-x),$$

$$y = \frac{22,4x}{65},$$

$$54 \left( 1,904 - \frac{22,4x}{65} \right) = 67,2(2-x).$$

$$54(5,525-x) = 3 \cdot 65(2-x),$$

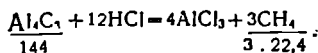
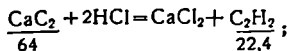
$$298,35 - 54x = 390 - 195x,$$

$$141x = 91,65,$$

$$x = 0,65 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, შენადნობში ყოფილა 0,65 გ ანუ  $\frac{0,65 \cdot 100}{7} = 32,5\%$  თუთია იმ 67,5%  $(100 - 32,5 = 67,5)$  ალუმინი.

230. კალციუმისა და ალუმინის კარბიდები რეაქციაში შედიან შემდეგნაირად გახსნობით:



პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით კალციუმისა და ალუმინის კარბიდების 9,92 გ ნარევის შეჯავთი დამუშავებისას გამოიყო 4,48 ლიტრი ანუ

$\frac{4,48}{22,4} = 0,2$  მოლი აცეტილენისა და მეთანის გაზების ნარევი. თუ აცეტილენის

მოლების რაოდენობას აღვნიშნავთ  $x$ -ით, ხოლო მეთანის მოლების რაოდენობას

$(0,2-x)$ -ით, მაშინ  $x$  მოლი აცეტილენი წარმოიქმნება  $x$  მოლი ანუ  $64x$  გ

კალციუმის კარბიდიდან, ხოლო  $(0,2-x)$  მოლი მეთანი  $= \frac{0,2-x}{3}$  მოლი ანუ

$\frac{144(0,2-x)}{3}$  გ ალუმინის კარბიდიდან. აქედან

$$64x + 48(0,2-x) = 9,92,$$

$$64x + 9,6 - 48x = 9,92,$$

$$16x = 0,32,$$

$$x = 0,02.$$

მაშასადამე, ნარევი ყოფილა 0,02 მოლი ანუ  $0,02 \cdot 64 = 1,28$  გ

კალციუმის კარბიდი და 0,06 მოლი  $\left( \frac{0,2 - 0,02}{3} = 0,06 \right)$  ანუ  $0,06 \cdot 144 = 8,64$  გ ალ-

უმინის კარბიდი.

მეორე ხერხი. თუ ნარევი იყო  $x$  გ ანუ  $\frac{x}{64}$  მოლი კალციუმის კარბიდი და  $(9,92-x)$  გ ანუ  $\frac{9,92-x}{144}$  მოლი ალუმინის კარბიდი, მაშინ  $\frac{x}{64}$  მოლი კალციუმის კარბიდიდან წარმოიქმნება  $\frac{x}{64}$  მოლი ანუ  $\frac{22,4x}{64}$  ლ აცეტილენი, ხოლო  $\frac{9,92-x}{144}$  მოლი ალუმინის კარბიდიდან წარმოიქმნება  $\frac{3(9,92-x)}{44}$  მოლი ანუ  $\frac{22,4(9,92-x)}{48}$  ლ მეთანი. აქედან

$$\frac{22,4x}{64} + \frac{22,4(9,92-x)}{48} = 4,48,$$

$$48x + 64(9,92-x) = 0,2 \cdot 48 \cdot 64,$$

$$48x + 634,88 - 64x = 614,4,$$

$$16x = 20,48,$$

$$x = 1,28.$$

მაშასადამე, ნარევი ყოფილა 1,28 გ კალციუმის კარბიდი და 8,64 გ  $(9,92 - 1,28 = 8,64)$  ალუმინის კარბიდი.

მესამე ხერხი. თუ კალციუმის კარბიდის რაოდენობას აღვნიშნავთ  $x$  გ-ით, ხოლო აცეტილენის მოცულობას —  $y$  ლ-ით, ალუმინის კარბიდის რაოდენობა  $(9,92-x)$  გ-ის ტოლი იქნება, ხოლო მეთანის მოცულობა —  $(4,48-y)$  ლ-ისა. რეაქციის განტოლებების გაიოყენებით შეიძლება შევადგინოთ ორი პროპორცია, რომლებიც წარმოქმნის ორუცნობიანი ორი განტოლების სისტემას:

$$64 \text{ გ } \text{CaC}_2 \text{ წარმოქმნის } 22,4 \text{ ლ } \text{C}_2\text{H}_2,$$

$$x \text{ გ } \text{CaC}_2 \quad \text{ " } \quad y \text{ ლ } \text{C}_2\text{H}_2$$

$$64y = 22,4x;$$

$$144 \text{ გ } \text{Al}_4\text{C}_3 \text{ წარმოქმნის } 67,2 \text{ ლ } \text{CH}_4,$$

$$(9,92-x) \text{ გ } \text{Al}_4\text{C}_3 \quad \text{ " } \quad (4,48-y) \text{ ლ } \text{CH}_4,$$

$$144(4,48-y) = 67,2(9,92-x),$$

$$y = \frac{22,4x}{64};$$

$$144 \left( 4,48 - \frac{22,4x}{64} \right) = 67,2(9,92-x),$$

$$144(12,8-x) = 192(9,92-x),$$

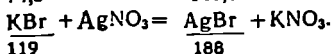
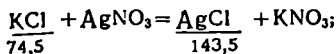
$$1843,2 - 144x = 1904,64 - 192x,$$

$$48x = 61,44,$$

$$x = 1,28.$$

მაშასადამე, ნარევი ყოფილა 1,28 გ კალციუმის კარბიდი და 8,64 გ  $(9,92 - 1,28 = 8,64)$  ალუმინის კარბიდი.

221. კალციუმის ქლორიდი და ბრომიდი ვერცხლის ნიტრატთან შედიან რეაქციაში განტოლებებით:



ბირველი ხერხი. ამოცანის პირობით კალიუმის ქლორიდისა და ბრომიდის 12,5 გ ნარევის დამუშავებისას წარმოიქმნა ვერცხლის ქლორიდისა და ბრომიდის 20,78 გ ნარევი. ნარევის მასა გაიზარდა 8,28 გ-ით ( $20,78 - 12,5 = 8,28$ ), ნარევის ნაერთებში კალიუმის იონის ვერცხლის იონით შეცვლის შედეგად. 1 მოლი კალიუმის იონების შეცვლისას 1 მოლი ვერცხლის იონებით ნარევის მასა უნდა გაიზარდოს 69 გ-ით ( $108 - 39 = 69$ ). ამოცანის პირობით ნარევის მასა გაი-

ზარდა 8,28 გ-ით, მამასადამე, ნარევი უფილა  $\frac{8,28}{69} = 0,12$  მოლი კალიუმის ქლორიდი და ბრომიდი, რომლებიდანაც წარმოიქმნა 0,12 მოლი ვერცხლის ქლორიდი და ბრომიდი. თუ კალიუმის ქლორიდის მოლების რაოდენობას აღვნიშნავთ  $x$ -ით, ხოლო კალიუმის ბრომიდის მოლების რაოდენობას —  $(0,12 - x)$ -ით, მაშინ ნარევი უფილა 74,5x გ კალიუმის ქლორიდი და  $119(0,12 - x)$  გ კალიუმის ბრომიდი, საიდანაც

$$74,5x + 119(0,12 - x) = 12,5,$$

$$74,5x + 14,28 - 119x = 12,5,$$

$$44,5x = 1,78,$$

$$x = 0,04$$

მამასადამე, ნარევი უფილა 0,04 მოლი ანუ  $0,04 \cdot 74,5 = 2,98$  გ კალიუმის ქლორიდი და 0,08 მოლი ( $0,12 - 0,04 = 0,08$ ) ანუ  $0,08 \cdot 119 = 9,52$  გ კალიუმის ბრომიდი, რომლებიდანაც წარმოიქმნა 0,04 მოლი ანუ  $0,04 \cdot 143,5 = 5,74$  გ ვერცხლის ქლორიდი და 0,08 მოლი ანუ  $0,08 \cdot 188 = 15,04$  გ ვერცხლის ბრომიდი.

მეორე ხერხი. თუ ნარევი იყო  $x$  გ ანუ  $\frac{x}{74,5}$  მოლი კალიუმის ქლორიდი, მაშინ კალიუმის ბრომიდი იქნებოდა  $(12,5 - x)$  გ ანუ  $\frac{12,5 - x}{119}$  მოლი.  $\frac{x}{74,5}$  მოლი კალიუმის ქლორიდიდან წარმოიქმნა  $\frac{x}{74,5}$  მოლი ანუ  $\frac{143,5x}{74,5}$  გ

ვერცხლის ქლორიდი, ხოლო  $\frac{12,5 - x}{119}$  მოლი კალიუმის ბრომიდიდან წარმოიქმნა

$\frac{12,5 - x}{119}$  მოლი ანუ  $\frac{188(12,5 - x)}{119}$  გ ვერცხლის ბრომიდი. აქედან

$$\frac{143,5x}{74,5} + \frac{188(12,5 - x)}{119} = 20,78,$$

$$119 \cdot 143,5x + 74,5 \cdot 188(12,5 - x) = 74,5 \cdot 119 \cdot 20,78,$$

$$17076,5x + 175075 - 14006x = 184225,09,$$

$$3070,5x = 9150,09,$$

$$x = 2,98.$$

მზრავად, ნარევი უფილა 2,98 გ კალიუმის ქლორიდი და 9,52 გ ( $12,5 - 2,98 = 9,52$ ) კალიუმის ბრომიდი. მიმოცვლის რეაქციის შედეგად წარმოიქმნა

ნარევი, რომელიც შეიცავს  $\frac{2,98 \cdot 143,5}{74,5} = 5,74$  გ ვერცხლის ქლორიდს და

$\frac{188 \cdot 9,52}{119} = 15,04$  გ ვერცხლის ბრომიდს.

მესამე ხერხი. აღვნიშნოთ კალიუმის ქლორიდის რაოდენობა  $x$  გ-ით, ხოლო ვერცხლის ქლორიდის რაოდენობა —  $y$  გ-ით; კალიუმის ბრომიდის რაოდენობა იქნება  $(12,1 - x)$  გ, ხოლო ვერცხლის ბრომიდის რაოდენობა —  $(20,78 - y)$  გ.

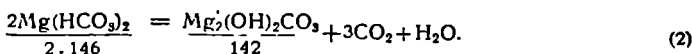
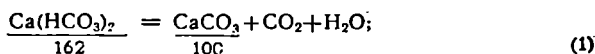
რეაქციების განტოლებების გამოყენებით შეიძლება შევადგინოთ ორი პროპორცია, რომლებიც წარმოქმნის ორუცნობიანი ორი განტოლების სისტემას:

$$\begin{aligned} 74,5 \text{ გ } \text{KCl} \text{ წარმოქმნის } 143,5 \text{ გ } \text{AgCl}, \\ x \text{ გ } \text{KCl} \quad \quad \quad y \text{ გ } \text{AgCl}, \\ 74,5y = 143,5x; \\ 119 \text{ გ } \text{KBr} \text{ წარმოქმნის } 188 \text{ გ } \text{AgBr}, \\ (12,5-x) \text{ გ } \text{KBr} \quad \quad (20,78-y) \text{ გ } \text{AgBr}, \\ 119(20,78-y) = 188(12,5-x), \\ y = \frac{143,5x}{74,5}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 119 \left( 20,78 - \frac{143,5x}{74,5} \right) &= 188(12,5-x), \\ 184225,09 - 17076,5x &= 175075 - 14006x, \\ 3070,5x &= 9150,09, \\ x &= 2,98. \end{aligned}$$

მაშასადამე, ნარევი უოფილა 2,98 გ კალიუმის ქლორიდი და 9,52 გ (12,5 - 2,98 = 9,52) კალიუმის ბრომიდი; კალიუმის ქლორიდა და ბრომიდს და ვერცხლის ნიტრატს შორის მიმოცვლის რეაქციის შედეგად წარმოიქმნა  $\frac{143,5 \cdot 2,98}{74,5} = 5,74$  გ ვერცხლის ქლორიდი და 15,04 გ (20,78 - 5,74 = 15,04) გ ბრომიდი.

232. კალიუმისა და მაგნიუმის ჰიდროკარბონატების ხსნარების დუდილისს გამოილელება კალიუმის კარბონატი და მაგნიუმის ფუძე კარბონატი:



პირველი ხეობი. 2 ლ ხსნარი შეიცავს 2 · 14 = 28 მილიეკვივალენტ ანუ 0,014 მოლ კალიუმისა და მაგნიუმის ჰიდროკარბონატებს. (1) და (2) რეაქციების განტოლებებიდან ჩანს, რომ 1 მოლი  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  დაშლისას წარმოიქმნება 1 მოლი  $\text{CaCO}_3$ , ხოლო 2 მოლი  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$  დაშლისას — 1 მოლი  $\text{Mg}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ . კალიუმის ჰიდროკარბონატის მოლების რაოდენობა აღვნიშნოთ  $x$ -ით, ხოლო მაგნიუმის ჰიდროკარბონატის მოლების რაოდენობა —  $(0,014-x)$ ; ნარევი, რომელიც წარმოიქმნება ჰიდროკარბონატების დუდილის შემდეგ, იქნება  $100x$  გ კალიუმის კარბონატი და  $\frac{0,014-x}{2} \cdot 142$  გ მაგნიუმის ფუძე კარბონატი. აქედან

$$\begin{aligned} 100x + 71(0,014-x) &= 1,168, \\ 100x + 0,994 - 71x &= 1,168, \\ 29x &= 0,174, \\ x &= 0,006. \end{aligned}$$

მაშასადამე, ნარევი უოფილა 0,006 მოლი ანუ  $0,006 \cdot 100 = 0,6$  გ კალიუმის კარბონატი და  $\frac{0,014-0,006}{2} = 0,004$  მოლი ანუ  $0,004 \cdot 142 = 0,568$  გ მაგნიუმის ფუძე კარბონატი.



მეორე ხერხი. თუ ნარევეში იყო  $x$  გ ანუ  $\frac{x}{100}$  მოლი კალციუმის კარბონატი და  $(1,168-x)$  გ ანუ  $\frac{1,168-x}{142}$  მოლი მაგნიუმის ფუძე კარბონატი, მაშინ ისინი შესაბამისად წარმოიქმნებიან  $\frac{x}{100}$  მოლი კალციუმის ჰიდროკარბონატიდან და  $\frac{2(1,168-x)}{142}$  მოლი მაგნიუმის ჰიდროკარბონატიდან. აქედან

$$\begin{aligned} \frac{x}{100} + \frac{1,168-x}{71} &= 0,014, \\ 71x + 116,8 - 100x &= 99,4, \\ 29x &= 17,4, \\ x &= 0,6. \end{aligned}$$

მაშასადამე, ნარევეში ყოფილა 0,6 გ კალციუმის კარბონატი და 0,568 გ  $(1,168 - 0,6 = 0,568)$  მაგნიუმის ფუძე კარბონატი.

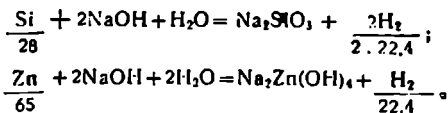
მესამე ხერხი. 2 ლ წყალში იყო 0,014 მოლი კალციუმისა და მაგნიუმის ჰიდროკარბონატი. კალციუმის ჰიდროკარბონატის მოლელების რაოდენობა აღენიშნოთ  $x$ -ით და კალციუმის კარბონატის მოლელების რაოდენობა ნალექში  $y$  გ-ით. მაგნიუმის ჰიდროკარბონატის მოლელების რაოდენობა  $(0,014-x)$ -ის ტოლი იქნება, ხოლო მაგნიუმის ფუძე კარბონატის რაოდენობა  $-(1,168-y)$  გ. (1) და (2) რეაქციების განტოლებების გამოყენებით შეიძლება შევადგინოთ ორი პროპორცია, რომლებიც წარმოქმნის ორუცნობიან ორი განტოლების სისტემას:

$$\begin{aligned} 1 \text{ მოლი } \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \text{ წარმოქმნის } 100 \text{ გ } \text{CaCO}_3, \\ x \text{ მოლი } \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \quad \quad \quad y \text{ გ } \text{CaCO}_3, \\ y = 100x; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2 \text{ მოლი } \text{Mg}(\text{HCO}_3)_2 \text{ წარმოქმნის } 142 \text{ გ } \text{Mg}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3, \\ (0,014-x) \text{ მოლი } \text{Mg}(\text{HCO}_3)_2 \quad \quad \quad (1,168-y) \text{ გ } \text{Mg}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3, \\ 2(1,168-y) = 142(0,014-x), \\ 1,168 - 100x = 71(0,014-x), \\ 1,168 - 100x = 0,994 - 71x, \\ 29x = 0,174, \\ x = 0,006. \end{aligned}$$

მაშასადამე, ნარევეში ყოფილა 0,006 მოლი ანუ  $0,006 \cdot 100 = 0,6$  გ კალციუმის კარბონატი და 0,568 გ  $(1,168 - 0,6 = 0,568)$  მაგნიუმის ფუძე კარბონატი.

288. სილიციუმში და თუთია იხსნებიან ტუტის ხსნარში განტოლებებით:



მორველი ხერხი. ამოცანის პირობით 8 გ შენადნობის გახსნისას გამოიყო 6,272 გ ანუ  $\frac{6,272}{22,4} = 0,28$  მოლი წყალბადი. როგორც რეაქტივების განტოლებებიდან

ჩანს, 1 მოლი Zn-ის გახსნისას გამოიყოფა 1 მოლი  $\text{H}_2$ , ხოლო 1 მოლი Si-ის გახსნისას—2 მოლი  $\text{H}_2$ . აღენიშნოთ წყალბადის მოლელების რაოდენობა, რომელიც გამოიყო თუთიის გახსნის დროს  $x$ -ით, ხოლო წყალბადის მოლელების რაოდენობა, რომელიც



$$28 \left( 6,272 - \frac{22,4x}{65} \right) = 44,8(8-x),$$

$$28 \left( 0,28 - \frac{x}{65} \right) = 2(8-x);$$

$$28(18,2-x) = 130(8-x),$$

$$509,6 - 28x = 1040 - 130x,$$

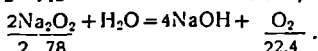
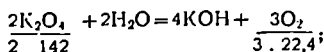
$$102x = 530,4$$

$$x = 5,2.$$

მაშასადამე, 8 გ შენადნობში ყოფილა 5,2 გ ანუ  $\frac{5,2 \cdot 100}{8} = 65\%$  Zn და 2,3 გ

(8-5,2=2,8) ანუ  $\frac{2,8 \cdot 100}{8} = 35\%$  Si.

234. კალიუმისა და ნატრიუმის პეროქსიდები რეაქციაში შედიან წყალთან განტოლებებით;



პ ი რ ვ ე ლ ი ხ ე რ ს ი. კალიუმისა და ნატრიუმის პეროქსიდების 29,8 გ ნა-  
რევის წყლით დამუშავებისას გამოიყო 5,6 ლ ანუ  $\frac{5,6}{22,4} = 0,25$  მოლი ეანგბადი.  
ეანგბადის მოლების რაოდენობა, რომელიც გამოიყო კალიუმისა და ნატრიუმის  
პეროქსიდების დაშლისას, აღვნიშნოთ შესაბამისად  $x$ -ით და  $(0,25-x)$ -ით;  $x$  მო-  
ლი ეანგბადი წარმოიქმნება  $\frac{2x}{3}$  მოლი ანუ  $\frac{2x \cdot 142}{3}$  გ კალიუმის პეროქსიდის დაშ-  
ლისას, ხოლო  $(0,25-x)$  მოლი ეანგბადი —  $2(0,25-x)$  მოლი ანუ  $2(0,25-x)$   
78 გ ნატრიუმის პეროქსიდის დაშლისას. აქედან

$$\frac{2x \cdot 142}{3} + 78 \cdot 2(0,25-x) = 29,8,$$

$$284x + 117 - 468x = 89,4,$$

$$184x = 276,$$

$$x = 0,15.$$

ამრიგად, 0,15 მოლი ეანგბადი წარმოიქმნება  $\frac{0,15 \cdot 2}{3} = 0,1$  მოლი კალიუმის  
პეროქსიდის დაშლისას, რის შედეგადაც მიიღება 0,2 მოლი კალიუმის ჰიდროქ-  
სიდი, ხოლო  $0,25 - 0,15 = 0,1$  მოლი ეანგბადი წარმოიქმნება  $2 \cdot 0,1 = 0,2$  ნატრი-  
უმის პეროქსიდის დაშლისას. რის შედეგადაც მიიღება 0,4 მოლი ნატრიუმის ჰიდ-  
როქსიდი.

მაშასადამე, ხსნარი იქნება 0,2 M მწვევე კალიუმისა და 0,4 M მწვევე ნატრი-  
უმის მიმართ.

მ ე ო რ ე ხ ე რ ს ი. თუ ნარევი იყო  $x$  გ ანუ  $\frac{x}{142}$  მოლი კალიუმის პეროქ-  
სიდი, მაშინ ნატრიუმის პეროქსიდი ყოფილა  $(29,8-x)$  გ ანუ  $\frac{29,8-x}{78}$  მოლი.

$\frac{x}{142}$  მოლი კალიუმის პეროქსიდის დაშლისას გამოიყოფა  $\frac{3x}{2 \cdot 142}$  მოლი ანუ

$\frac{22,4 \cdot 3x}{2 \cdot 142}$  ლ ეანგბადი, ხოლო  $\frac{29,8-x}{2 \cdot 78}$  მოლი ნატრიუმის პეროქსიდის დაშლისას

გამოიყოფა  $\frac{29,8-x}{2 \cdot 78}$  მოლი ანუ  $\frac{22,4(29,8-x)}{78}$  ლ ეანგბადი. აქედან

$$\frac{22,4 \cdot 3x}{2 \cdot 142} + \frac{22,4 \cdot (29,8-x)}{2 \cdot 78} = 5,6,$$

$$78 \cdot 3x + 142(29,8-x) = 0,25 \cdot 2 \cdot 142 \cdot 78,$$

$$234x + 4231,6 - 142x = 5538,$$

$$92x = 1306,4,$$

$$x = 14,2.$$

ანრიგად, ნარევეში ყოფილა 142,2 გ ანუ  $\frac{14,2}{142} = 0,1$  მოლი კალიუმის პეროქსიდი, რომლიდანაც წარმოიქმნა 0,2 მოლი კალიუმის ჰიდროქსიდი და 15,6 გ

( $29,8 - 14,2 = 15,6$ ) ანუ  $\frac{15,6}{78} = 0,2$  მოლი ნატრიუმის პეროქსიდი, რომლიდანაც წარმოიქმნა 0,4 მოლი ნატრიუმის ჰიდროქსიდი. ხსნარი ყოფილა 0,2M მწვევე კალიუმის მიმართ და 0,4 M მწვევე ნატრიუმის მიმართ.

მესამე ხერხი. კალიუმის პეროქსიდის რაოდენობა ნარევეში აღვნიშნოთ  $x$  გ-ით, ხოლო ეანგბადის რაოდენობა, რომელიც გამოიყო მისი დაშლისას,  $y$  ლ-ით. მაშინ ნატრიუმის პეროქსიდი ნარევეში ყოფილა  $(29,8-x)$  გ, ხოლო ეანგბადის მოცულობა, რომელიც გამოიყო მისი დაშლისას,  $(5,6-y)$  ლ-ის ტოლი. რეაქციების განტოლებების გამოყენებით შევადგინოთ ორი პროპორცია, რომლებიც წარმოქმნის ორუცნობიანი ორი განტოლების სისტემას:

284 გ  $K_2O_4$  წარმოქმნის 67,2 ლ  $O_2$ ,

$x$  გ  $K_2O_4$  " "  $y$  ლ  $O_2$ ,

$$284y = 67,2x;$$

156 გ  $Na_2O_2$  წარმოქმნის 22,4 ლ  $O_2$ ,

( $29,8-x$ ) გ  $Na_2O_2$  " "  $(5,6-y)$  ლ  $O_2$ ,

$$156(5,6-y) = 22,4(29,8-x),$$

$$y = \frac{67,2x}{284};$$

$$156 \left( 5,6 - \frac{67,2x}{284} \right) = 22,4(29,8-x),$$

$$248102,4 - 10483,2x = 189575,68 - 6361,6x,$$

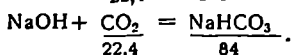
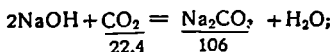
$$4121,6x = 58526,72.$$

$$x = 14,2.$$

29,8 გ ნარევეში ყოფილა 14,2 გ ანუ  $\frac{14,2}{142} = 0,1$  მოლი კალიუმის პეროქსიდი, რომელიც წარმოქმნის 0,2 მოლ კალიუმის ჰიდროქსიდს, და 15,6 გ ( $29,8 - 14,2 =$

$= 15,6$ ) ანუ  $\frac{15,6}{78} = 0,2$  მოლ  $Na_2O_2$ , რომელიც წარმოქმნის 0,4 მოლ ნატრიუმის ჰიდროქსიდს. მაშასადამე, ხსნარი იქნება 0,2 M მწვევე კალიუმის მიმართ და 0,4 M მწვევე ნატრიუმის მიმართ.

285. ნახშირბადის დიოქსიდის რეაქცია მწვევე ნატრიუმთან მიმდინარეობს როგორც ნატრიუმის კარბონატის, ისე ჰიდროკარბონატის წარმოქმნით:



პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით 11,44 გ ნატრიუმის კარბონატი და ჰიდროკარბონატი წარმოიქმნა მწვევე ნატრიუმის ხსნარში 2,464 ლ ანუ  $\frac{2,464}{22,4} = 0,11$  მოლი ნახშირბადის დიოქსიდის გატარებისას. რადგან რეაქციების განტოლებებით 1 მოლი  $\text{CO}_2$  წარმოქმნის 1 მოლ როგორც კარბონატს, ისე ჰიდროკარბონატს, ამიტომ წარმოქმნილი ნარევი შეიცავს 0,11 მოლ ნატრიუმის კარბონატს და ჰიდროკარბონატს. თუ ნატრიუმის კარბონატის მოლების რაოდენობას აღვნიშნავთ  $x$ -ით, ხოლო ჰიდროკარბონატის რაოდენობას —  $(0,11 - x)$ -ით, მაშინ ნარევეში ყოფილა 106  $x$  გ ნატრიუმის კარბონატი და 84(0,11 -  $x$ ) გ ჰიდროკარბონატი, საიდანაც

$$106x + 84(0,11 - x) = 11,44,$$

$$106x + 9,24 - 84x = 11,44,$$

$$22x = 2,2,$$

$$x = 0,1.$$

მაშასადამე, ნარევეში ყოფილა 0,1 მოლი ანუ  $0,1 \cdot 106 = 10,6$  გ ნატრიუმის კარბონატი და 0,01 მოლი  $(0,11 - 0,1 = 0,01)$  ანუ  $0,01 \cdot 84 = 0,84$  გ ნატრიუმის ჰიდროკარბონატი.

მეორე ხერხი. თუ ნარევეში იყო  $x$  გ ანუ  $\frac{x}{106}$  მოლი ნატრიუმის კარბონატი, მაშინ ნატრიუმის ჰიდროკარბონატი ყოფილა  $(11,44 - x)$  გ ანუ  $\frac{11,44 - x}{84}$  მოლი.  $\frac{x}{106}$  მოლი ნატრიუმის კარბონატის წარმოქმნაზე იხარჯება  $\frac{x}{106}$  მოლი ანუ  $\frac{22,4x}{106}$  ლ ნახშირბადის დიოქსიდი, ხოლო  $\frac{11,44 - x}{84}$  მოლი ნატრიუმის ჰიდროკარბონატის წარმოქმნაზე იხარჯება  $\frac{11,44 - x}{84}$  მოლი ანუ  $\frac{22,4(11,44 - x)}{84}$  ლ ნახშირბადის დიოქსიდი. აქედან

$$\frac{22,4x}{106} + \frac{22,4(11,44 - x)}{84} = 2,464,$$

$$84x + 106(11,44 - x) = 0,11 \cdot 106 \cdot 84,$$

$$84x + 1212,64 - 106x = 979,44,$$

$$22x = 233,2,$$

$$x = 10,6.$$

მაშასადამე, ნარევეში ყოფილა 10,6 გ ნატრიუმის კარბონატი და 0,84 გ  $(11,44 - 10,6 = 0,84)$  ჰიდროკარბონატი.

მესამე ხერხი. თუ ნარევეში ნატრიუმის კარბონატის რაოდენობას აღვნიშნავთ  $x$ -ით, ხოლო ნახშირბადის დიოქსიდის რაოდენობას, რომელიც აუ-



მეორე ხერხი. თუ ნარევი იყო  $x$  გ ანუ  $\frac{x}{64}$  მოლი სპილენძი, მაშინ მასში ყოფილა  $(3-x)$  გ ანუ  $\frac{3-x}{108}$  მოლი ვერცხლი.  $\frac{x}{64}$  მოლი სპილენძიდან წარმოიქმნება  $\frac{x}{64}$  მოლი ანუ  $\frac{188x}{64}$  გ სპილენძის ნიტრატი; ხოლო  $\frac{3-x}{108}$  მოლი ვერცხლიდან —  $\frac{3-x}{108}$  მოლი ანუ  $\frac{170(3-x)}{108}$  გ სპილენძის ნიტრატი. აქედან

$$\begin{aligned} \frac{188x}{64} + \frac{170(3-x)}{108} &= 7,34, \\ 108 \cdot 188x + 64 \cdot 170(3-x) &= 7,34 \cdot 108 \cdot 64, \\ 20304x + 32640 - 10880x &= 50734,08, \\ 9424x &= 18094,08, \\ x &= 1,92. \end{aligned}$$

მაშასადამე, 3 გ შენაღობში ყოფილა 1,92 გ ანუ  $\frac{1,92 \cdot 100}{3} = 64\%$  სპილენძი და 1,08 გ  $(3-1,92=1,08)$  ანუ  $\frac{1,08 \cdot 100}{3} = 36\%$  ვერცხლი.

მესამე ხერხი. თუ სპილენძის რაოდენობას შენაღობში აღვნიშნავთ  $x$  გ-ით, ხოლო სპილენძის ნიტრატის რაოდენობას —  $y$  გ-ით, მაშინ ვერცხლის რაოდენობა შენაღობში  $(3-x)$  გ-ის ტოლი იქნება, ხოლო ვერცხლის ნიტრატის რაოდენობა —  $(7,34-y)$  გ. რეაქციების განტოლებების გამოყენებით შეიძლება შევადგინოთ ორი პროპორცია, რომლებიც წარმოქმნის ორუცნობიანი ორი განტოლების სისტემას:

$$\begin{aligned} 64 \text{ გ Cu წარმოქმნის } 188 \text{ გ Cu(NO}_3)_2, \\ x \text{ გ Cu } \quad \quad \quad y \text{ გ Cu(NO}_3)_2, \\ 64y = 188x, \\ 108 \text{ გ Ag წარმოქმნის } 170 \text{ გ AgNO}_3, \\ (3-x) \text{ გ Ag } \quad \quad \quad (7,34-y) \text{ გ AgNO}_3, \\ 108(7,34-y) = 170(3-x), \end{aligned}$$

$$y = \frac{188x}{64};$$

$$108 \left( 7,34 - \frac{188x}{64} \right) = 170(3-x),$$

$$108 \cdot 64 \cdot 7,34 - 108 \cdot 188x = 64 \cdot 170 \cdot 3 - 64 \cdot 170x,$$

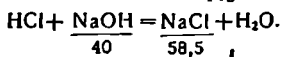
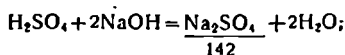
$$50734,08 - 20304x = 32640 - 10880x,$$

$$9424x = 18094,08,$$

$$x = 1,92.$$

მაშასადამე, 3 გ შენაღობში ყოფილა 1,92 გ ანუ 64% Cu და 1,08 გ ანუ 36% Ag.

37. გოგირდმეფასა და მარილმეფას ნეიტრალიზაციის რეაქციები მწვავე ხატრით მთი მიმდინარეობს ასეთი განტოლებებით:



პირველი ზე რ ხ ი. ამოცანის პირობით მარილმჟავასა და გოგირდმჟავას ნეიტრალიზაციაზე, რომლებსაც შეიცავს 10 მლ ხსნარი, დასაჩა 40 მლ 0,5 N მწვევე ნატრიუმის ხსნარი. შევეცდებით, რომლებსაც შეიცავს მწვევე ნატრიუმის ხსნარის 100 მლ, საჭირო იქნება 10-ჯერ მეტი ტუტის ხსნარი, ე. ი.  $40 \cdot 10 = 400$  მლ 0,5N ხსნარი, რომელიც შეიცავს  $0,4 \cdot 0,5 = 0,2$  ეკვივალენტ მწვევე ნატრიუმს. რადგან ნეიტრირებები რეაგირებენ ეკვივალენტური რაოდენობებით, მაშასადამე, ხსნარში ყოფილა 0,2 ეკვივალენტი მჟავები, ხოლო მარილების ნარევეში 0,2 ეკვივალენტი ნატრიუმის ქლორიდი და სულფატი. თუ ნატრიუმის ქლორიდის ეკვივალენტების რაოდენობას აღვნიშნავთ  $x$ -ით, ხოლო ნატრიუმის სულფატის ეკვივალენტების რაოდენობას —  $(0,2-x)$ ; მარილების ნარევეში იქნება  $x$  ეკვივალენტი ანუ 58,5x გ ნატრიუმის ქლორიდი და  $(0,2-x)$  ეკვივალენტი ანუ  $71(0,2-x)$  გ ნატრიუმის სულფატი. აქედან

$$58,5x + 71(0,2-x) = 13,2,$$

$$58,5x + 14,2 - 71x = 13,2,$$

$$12,5x = 1,0,$$

$$x = 0,08.$$

მაშასადამე, ნარევეში ყოფილა 0,08 ეკვივალენტი NaCl, რომელიც წარმოიქმნა 0,08 მოლი HCl-დან და 0,12 ეკვივალენტი  $(0,2 - 0,08 = 0,12)$   $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , რომელიც წარმოიქმნა 0,12 ეკვივალენტი ანუ 0,06 მოლი  $\text{H}_2\text{SO}_4$ -დან. ხსნარი ყოფილა 0,8M მარილმჟავას მიმართ და 0,6 M გოგირდმჟავას მიმართ.

მეორე ზე რ ხ ი. მარილმჟავასა და გოგირდმჟავას ნეიტრალიზაციაზე დაი-ახარჯა 0,2 ეკვივალენტი მწვევე ნატრიუმი, რის შედეგადაც წარმოიქმნა ნატრიუმის ქლორიდისა და სულფატის 13,2 გ ნარევი. თუ ნარევეში იყო  $x$  გ ანუ

$\frac{x}{58,5}$  ეკვივალენტი ნატრიუმის ქლორიდი, მაშასადამე, ნატრიუმის სულფატი ყო-

ფილა  $(13,2-x)$  გ ანუ  $\frac{13,2-x}{71}$  ეკვივალენტი. რეაქციების განტოლებებით  $\frac{x}{58,5}$

ეკვივალენტი ნატრიუმის ქლორიდი და  $\frac{13,2-x}{71}$  ეკვივალენტი ნატრიუმის, სულ-

ფატი წარმოიქმნება შესაბამისად  $\frac{x}{58,5}$  და  $\frac{13,2-x}{71}$  მწვევე ნატრიუმის ეკვივალენ-

ტებიდან, აქედან

$$\frac{x}{58,5} + \frac{13,2-x}{71} = 0,2,$$

$$71x + 58,5(13,2-x) = 58,5 \cdot 71 \cdot 0,2,$$

$$71x + 772,2 - 58,5x = 830,7,$$

$$12,5x = 58,5,$$

$$x = 4,68.$$

მაშასადამე, მარილების ნარევეში ყოფილა 4,68 გ ანუ  $\frac{4,68}{58,5} = 0,08$  მოლი NaCl, რომელიც წარმოიქმნება 0,08 მოლი HCl-დან, და 8,52 გ  $(13,2 - 4,68 = 8,52)$  ანუ

$\frac{8,52}{142} = 0,06$  მოლი  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , რომელიც წარმოიქმნება 0,06 მოლი  $\text{H}_2\text{SO}_4$ -დან.

ხსნარი იქნება 0,8M მარილმჟავას მიმართ და 0,6M გოგირდმჟავას მიმართ.

მესამე ზე რ ხ ი. მარილმჟავასა და გოგირდმჟავას ნეიტრალიზაციაზე დაი-ახარჯა 0,2 ეკვივალენტი ანუ  $0,2 \cdot 40 = 8$  გ მწვევე ნატრიუმი. ნატრიუმის ქლორიდის

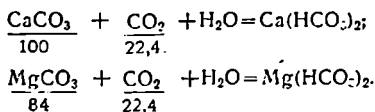


ჩაოდენობა ნარევი ალენიშნით  $x$  გ-ით, ხოლო მწევე ნატრიუმის ჩაოდენობა, რომელიც აუტილებელია  $x$  გ ქლორიდის წარმოქმნისათვის —  $y$  გ ით. ნარევი სულფატი იქნება  $(13,2-x)$  გ, ხოლო მწევე ნატრიუმის ჩაოდენობა, რომელიც ნაც წარმოქმნება სულფატი,  $(8-y)$  გ-ის ტოლი იქნება. ნეიტრალიზაციის რე-აქციების განტოლებების გამოყენებით შევადგინოთ ორი პროპორცია, რომლებიც წარმოქმნის ორუტნობიანი ორი განტოლების სისტემას:

$$\begin{aligned} 58,5 \text{ გ NaCl წარმოქმნება } 40 \text{ გ NaOH-დან,} \\ x \text{ გ NaCl } \quad \quad \quad y \text{ გ NaOH-დან,} \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad 58,5 y = 40x; \\ 142 \text{ გ Na}_2\text{SO}_4 \text{ წარმოქმნება } 80 \text{ გ NaOH-დან} \\ (13,2-x) \text{ გ Na}_2\text{SO}_4 \quad \quad \quad (8-y) \text{ გ NaOH-დან} \\ 142(8-y) = 80(13,2-x), \\ y = \frac{40x}{58,5}; \\ 142 \left( 8 - \frac{40x}{58,5} \right) = 80(13,2-x), \\ 66456 - 5680x = 61776 - 4680x, \\ 1000x = 4680, \\ x = 4,68. \end{aligned}$$

მაშასადამე, ნარევი ყოფილა 4,68 გ ანუ  $\frac{4,68}{58,5} = 0,08$  მოლი NaCl, რომელიც წარმოქმნება 0,08 მოლი HCl-დან და 8,52 გ  $(13,2 - 4,68 = 8,52)$  ანუ  $\frac{8,52}{142} = 0,06$  მოლი  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , რომელიც წარმოქმნება 0,06 მოლი  $\text{H}_2\text{SO}_4$ -დან. ხსნარი იქნება 0,8M მარილმეუას მიმართ და 0,6M გოგირდმეუას მიმართ.

238. კალციუმისა და მაგნიუმის კარბონატები რეაქციაში შედთან ნახშირბადის დიოქსიდთან წყლიან გარემოში განტოლებებით:



ბ ი რ ვ ე ლ ი ხ ე რ ბ ი. ამოცანის პირობით კალციუმისა და მაგნიუმის კარბონატების 8,2 გ ნარევი რეაქციაში შევიდა 2,016 ლ ანუ  $\frac{2,016}{22,4} = 0,09$  მოლ ნახშირბადის დიოქსიდთან. რეაქციების განტოლებებიდან ჩანს, რომ 1 მოლი კარბონატები რეაქციაში შედის 1 მოლ  $\text{CO}_2$ -თან. მაშასადამე, ნარევი ყოფილა 0,09 მოლი კალციუმისა და მაგნიუმის კარბონატები. თუ კალციუმის კარბონატის მოლების ჩაოდენობას აღვნიშნავთ  $x$ -ით, ხოლო მაგნიუმის კარბონატის მოლების ჩაოდენობას  $(0,09-x)$ -ით, მაშინ ნარევი იქნება  $x$  მოლი ანუ  $100x$  გ კალციუმის კარბონატე და  $(0,09-x)$  მოლი ანუ 84  $(0,09-x)$  გ მაგნიუმის კარბონატე, აქედან

$$\begin{aligned} 100x + 84(0,09-x) &= 8,2, \\ 100x + 7,56 - 84x &= 8,2, \end{aligned}$$

$$16x = 0,64,$$

$$x = 0,04.$$

მაშასადამე, ნარევეში ყოფილა 0,04 მოლი ანუ  $0,04 \cdot 100 = 4$  გ კალციუმის კარბონატი და 0,05 მოლი ( $0,09 - 0,04 = 0,05$ ) ანუ  $0,05 \cdot 84 = 4,2$  გ მაგნიუმის კარბონატი.

მ ე ო რ ე ხ ე რ ხ ი. თუ ნარევეში იყო  $x$  გ ანუ  $\frac{x}{100}$  მოლი კალციუმის კარბონატი, მაშინ მაგნიუმის კარბონატი ყოფილა  $(8,2 - x)$  გ ანუ  $\frac{8,2 - x}{84}$  მოლი. რეაქციების განტოლებებით  $\frac{x}{100}$  მოლ კალციუმის კარბონატი რეაქციაში შევიდა  $\frac{x}{100}$  მოლი ანუ  $\frac{22,4x}{100}$  ლ  $\text{CO}_2$ -თან, ხოლო  $\frac{8,2 - x}{84}$  მოლი მაგნიუმის კარბონატი რეაქციაში შევიდა  $\frac{8,2 - x}{84}$  მოლ ანუ  $\frac{22,4(8,2 - x)}{84}$  ლ  $\text{CO}_2$ -თან. აქედან

$$\frac{22,4x}{100} + \frac{22,4(8,2 - x)}{84} = 2,016,$$

$$84x + 100(8,2 - x) = 0,09 \cdot 100 \cdot 84,$$

$$84x + 820 - 100x = 756,$$

$$16x = 64,$$

$$x = 4.$$

მაშასადამე, ნარევეში ყოფილა 4 გ კალციუმის კარბონატი და 4,2 გ ( $8,2 - 4 = 4,2$ ) მაგნიუმის კარბონატი.

მ ე ს ა მ ე ხ ე რ ხ ი. თუ კალციუმის კარბონატის რაოდენობას აღვნიშნავთ  $x$  გ-ით, ხოლო ნახშირბადის დიოქსიდის მოცულობას, რომელიც რეაქციაში შევიდა კალციუმის კარბონატთან,  $y$  ლ-ით, მაშინ მაგნიუმის კარბონატის რაოდენობა  $(8,2 - x)$  გ-ის ტოლი იქნება, ხოლო მასთან რეაქციაში შესული დიოქსიდის მოცულობა  $(2,016 - y)$  ლ-ის ტოლია. რეაქციების განტოლებების გამოყენებით შეიძლება შევადგინოთ ორი პროპორცია, რომლებიც წარმოქმნის ორუცნობიან ორი განტოლების სისტემას:

$$100 \text{ გ } \text{CaCO}_3 \text{ რეაქციაში შედის } 22,4 \text{ ლ } \text{CO}_2\text{-თან,}$$

$$x \text{ გ } \text{CaCO}_3 \quad " \quad " \quad y \text{ ლ } \text{CO}_2\text{-თან,}$$

$$100y = 22,4x;$$

$$84 \text{ გ } \text{MgCO}_3 \text{ რეაქციაში შედის } 22,4 \text{ ლ } \text{CO}_2\text{-თან,}$$

$$(8,2 - x) \text{ გ } \text{MgCO}_3 \quad " \quad " \quad (2,016 - y) \text{ ლ } \text{CO}_2\text{-თან,}$$

$$84(2,016 - y) = 22,4(8,2 - x),$$

$$y = 0,224x;$$

$$84(8,016 - 0,224x) = 22,4(8,2 - x),$$

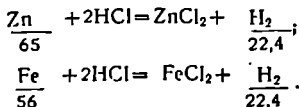
$$169,344 - 18,816x = 183,68 - 22,4x,$$

$$3,584x = 14,336,$$

$$x = 4.$$

მაშასადამე, ნარევეში ყოფილა 4 გ კალციუმის კარბონატი და 4,2 გ ( $8,2 - 4 = 4,2$ ) მაგნიუმის კარბონატი.

230. თუთიისა და რკინის გახსნისას მარილმჟავაში რეაქციები მიმდინარეობს შემდეგი განტოლებების თანახმად:



პირველი ხე რხ ი. ამოცანის პირობით თუთიისა და რკინის 2,79 გ ნარევის გახსნისას გამოიყო 1,008 ლ ანუ  $\frac{1,008}{22,4} = 0,045$  მოლი წყალბადი. მარილმჟავაში თუთიისა და რკინის გახსნის რეაქციების განტოლებებიდან ჩანს, რომ 1 მოლი თუთიის ან რკინის გახსნისას გამოიყოფა 1 მოლი წყალბადი, მაშასადამე, ნარევეში ყოფილა 0,045 მოლი თუთია და რკინა. თუ თუთიის მოლების რაოდენობას აღვნიშნავთ  $x$ -ით, ხოლო რკინის მოლების რაოდენობას —  $(0,045-x)$ -ით, მაშინ ნარევეში ყოფილა  $65x$  გ თუთია და  $56(0,045-x)$  გ რკინა. აქედან

$$\begin{aligned} 65x + 56(0,045 - x) &= 2,79, \\ 65x + 2,52 - 56x &= 2,79, \\ 9x &= 0,27, \\ x &= 0,03. \end{aligned}$$

მაშასადამე, ნარევეში ყოფილა 0,03 მოლი ანუ  $0,03 \cdot 65 = 1,95$  გ თუთია და 0,015 მოლი  $(0,045 - 0,03 = 0,015)$  ანუ  $0,015 \cdot 56 = 0,84$  გ რკინა.

მეორე ხე რხ ი. თუ ნარევეში იყო  $x$  გ ანუ  $\frac{x}{65}$  მოლი თუთია, მაშინ რკინა ყოფილა  $(2,79-x)$  გ ანუ  $\frac{2,79-x}{56}$  მოლი. მარილმჟავაში თუთიისა და რკინის გახსნის რეაქციების განტოლებებიდან ჩანს, რომ  $\frac{x}{65}$  მოლი თუთიიდან წარმოიქმნება  $\frac{x}{65}$  მოლი ანუ  $\frac{22,4x}{65}$  ლ წყალბადი, ხოლო  $\frac{2,79-x}{56}$  მოლი რკინის გახსნისას წარმოიქმნება  $\frac{2,79-x}{56}$  მოლი ანუ  $\frac{22,4(2,79-x)}{56}$  ლ წყალბადი, აქედან

$$\begin{aligned} \frac{22,4x}{65} + \frac{22,4(2,79-x)}{56} &= 1,008, \\ 56x + 65(2,79-x) &= 0,045 \cdot 56 \cdot 65, \\ 56x + 181,35 - 65x &= 163,8, \\ 9x &= 17,55, \\ x &= 1,95 \text{ გ.} \end{aligned}$$

მაშასადამე, ნარევეში ყოფილა 1,95 გ თუთია და 0,84 გ  $(2,79 - 1,95 = 0,84)$  რკინა.

მესამე ხე რხ ი. თუ ნარევეში თუთიის რაოდენობას აღვნიშნავთ  $x$ -ით, ხოლო წყალბადის მოცულობას, რომელიც გამოიყო მისი გახსნისას —  $y$  ლ-ით, მაშინ რკინის რაოდენობა ნარევეში  $(2,79-x)$  გ-ის ტოლი იქნება, ხოლო მისი გახსნისას გამოყოფილი წყალბადის მოცულობა —  $(1,008 - y)$  ლ-ისა. მარილმჟავაში

ლოთისა და რკინის გახსნის რეაქციების განტოლებების გამოყენებით შეიძლება შეკადგინოთ ორტუნობიანი ორი განტოლების სისტემა:

$$\begin{aligned} 65 \text{ გ თუთიის გახსნისას გამოიყოფა } 22,4 \text{ ლ } H_2, \\ x \text{ გ } \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad y \text{ ლ } H_2, \\ 65y = 22,4x, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 56 \text{ გ რკინის გახსნისას გამოიყოფა } 22,4 \text{ ლ } H_2, \\ (2,79 - x) \text{ გ } \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad (1,008 - y) \text{ ლ } H_2, \\ 56(2,925 - x) = 65(2,79 - x), \end{aligned}$$

$$y = \frac{22,4x}{65},$$

$$56 \left( 1,008 - \frac{22,4x}{65} \right) = 22,4(2,79 - x),$$

$$\begin{aligned} 56(2,925 - x) &= 65(2,79 - x), \\ 163,8 - 56x &= 181,35 - 65x, \\ 9x &= 17,55, \\ x &= 1,95 \text{ გ.} \end{aligned}$$

მაშასადამე, ნარევეში ყოფილა 1,95 გ თუთია და 0,84 გ (2,79 - 1,95 = 0,84) რკინა.

240. ტუტის ხსნარში მითითებული ნარევის გახსნის დროს ტუტესთან ურთიერაქედებს მხოლოდ თუთია და ალუმინი, როგორც ნაჩვენებია №229 ამოცანის ამოხსნისას, ხოლო სპილენძი უცვლელი რჩება. აქედან გამომდინარეობს, რომ

ნარევეში ყოფილა 1,5 გ ანუ  $\frac{1,5 \cdot 100}{5} = 30\%$  სპილენძი და 3,5 გ (5 - 1,5 = 3,5)

ალუმინი და თუთია.

პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით 3,5 გ თუთიისა და ალუმინის გახსნისას გამოიყო 2,016 ლ ანუ  $\frac{2,016}{22,4} = 0,09$  მოლი ანუ  $\frac{2,016}{11,2} = 0,18$  ეკვივალენტი

წყალბადი. რადგან ნივთიერებები რეაქციაში შედიან ეკვივალენტური რაოდენობებით, (მაშინ ნარევეში ყოფილა 0,18 ეკვივალენტი თუთია და ალუმინი. თუ თუთიის ეკვივალენტების რაოდენობას აღვნიშნავთ  $x$ -ით, ხოლო ალუმინის ეკვივალენტების რაოდენობას  $0,18 - x$ -ით), მაშინ ნარევეში ყოფილა 32,5x გ თუთია და 9(0,18 -  $x$ ) გ ალუმინი. აქედან

$$\begin{aligned} 32,5x + 9(0,18 - x) &= 3,5, \\ 32,5x + 1,62 - 9x &= 3,5, \\ 23,5x &= 1,88, \\ x &= 0,08. \end{aligned}$$

მაშასადამე, ნარევეში ყოფილა 30% სპილენძი, 0,08 ეკვივალენტი ანუ 0,08 გ, 32,5 = 2,6 გ ანუ  $\frac{2,6 \cdot 100}{5} = 52\%$  თუთია და 0,9 გ (3,5 - 2,6 = 0,9) ანუ  $\frac{0,9 \cdot 100}{5} = 18\%$  ალუმინი.

მეორე ხერხი. თუ თუთიის რაოდენობას ნარევეში აღვნიშნავთ  $x$ -ით ანუ  $\frac{x}{65}$  მოლით, მაშინ ნარევეში ყოფილა (3,5 -  $x$ ) გ ანუ  $\frac{3,5 - x}{27}$  მოლი ალუმინი.





$$x = \frac{56 \cdot 0,24}{8} = 1,68 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, ნარევეში ყოფილა 1,68 გ რკინა და 3,04 გ ( $4,72 - 1,68 = 3,04$ ) რკინის ოქსიდები. თუ ნარევეში იყო  $x$  გ ანუ  $\frac{x}{72}$  მოლი რკინის (II) ოქსიდი, მაშინ რკინის (III) ოქსიდი ყოფილა  $(3,04 - x)$  გ ანუ  $\frac{3,04 - x}{160}$  მოლი. წყალბადით რკინის ოქსიდების აღდგენის რეაქციების განტოლებიდან ჩანს, რომ  $\frac{x}{72}$  მოლი რკინის (II) ოქსიდიდან წარმოიქმნება  $\frac{x}{72}$  მოლი ანუ  $\frac{56x}{72}$  გ რკინა, ხოლო  $\frac{3,04 - x}{160}$  მოლი რკინის (III) ოქსიდიდან წარმოიქმნება  $\frac{(3,04 - x) \cdot 2}{160}$  მოლი ანუ  $\frac{56(3,04 - x)}{80}$  გ. რკინა. აქედან

$$\frac{56x}{72} + \frac{56(3,04 - x)}{80} = 2,24,$$

$$80x + 72(3,04 - x) = 0,04 \cdot 72 \cdot 80,$$

$$80x + 218,88 - 72x = 230,4,$$

$$8x = 11,52,$$

$$x = 1,44 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, ნარევეში ყოფილა 1,68 გ რკინა, 1,44 გ რკინის (II) ოქსიდი და 1,6 გ ( $3,04 - 1,44 = 1,6$ ) რკინის (III) ოქსიდი.

ესე ს ა მ ე ხ ე რ ხ ი. ამოცანის ამოხსნისას პირველი ორი ხერხის დროს ნარევენებია, რომ ნარევეში იყო 1,68 გ რკინა და 3,04 გ რკინის ოქსიდები. წყალბადით რკინის ოქსიდების აღდგენისას ნარევის მასა შემცირდა 0,8 გ-ით ( $4,72 - 3,92 = 0,8$ ). ეს ნიშნავს, რომ 3,04 გ ოქსიდებში იყო 0,8 გ შეკავშირებული ენგბადი და 2,24 გ ( $3,08 - 0,8 = 2,24$ ) რკინა სხვადასხვა ოქსიდის სახით. თუ რკინის (II) ოქსიდის რაოდენობას აღვნიშნავთ  $x$  გ-ით, ხოლო მისგან წარმოქმნილი რკინის რაოდენობას  $y$  გ-ით; მაშინ რკინის (III) ოქსიდის რაოდენობა  $(3,04 - x)$  გ-ის ტოლი იქნება, ხოლო მისგან წარმოქმნილი რკინის რაოდენობა  $(2,24 - y)$  გ-ის ტოლია. რკინის ოქსიდების აღდგენის რეაქციების განტოლებების გამოყენებით შეიძლება შევადგინოთ ორუცნობიანი ორი განტოლების სისტემა:

$$72 \text{ გ FeO-დან წარმოიქმნება } 56 \text{ გ Fe,}$$

$$x \text{ გ FeO-დან } \quad \quad \quad y \text{ გ Fe,}$$

$$72y = 56x;$$

$$160 \text{ გ Fe}_2\text{O}_3\text{-დან წარმოიქმნება } 112 \text{ გ Fe,}$$

$$(3,04 - x) \text{ გ Fe}_2\text{O}_3\text{-დან } \quad \quad \quad (2,24 - y) \text{ გ Fe,}$$

$$160(2,24 - y) = 112(3,04 - x),$$

$$y = \frac{56x}{72},$$

$$160 \left( 2,24 - \frac{56x}{72} \right) = 112(3,04 - x),$$

$$160(2,88 - x) = 72 \cdot 2(3,04 - x),$$

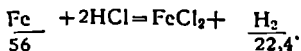
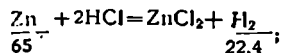
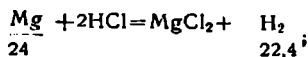
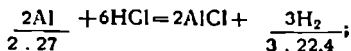
$$460,8 - 160x = 437,76 - 144x,$$

$$16x = 23,04,$$

$$x = 1,44 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, ნარევეში ყოფილა 1,44 გ რკინის (II) ოქსიდი, 1,6 გ  $(3,04 - 1,44 = 1,6)$  რკინის (III) ოქსიდი და 1,68 გ რკინა.

242. ალუმინი, მაგნიუმი, თუთია და რკინა რეაქციაში შედიან მარილმჟავასთან შემდეგი განტოლებების თანახმად:



ტუტის ხსნარში შენადნობის გახსნისას რეაქციაში შედიან მხოლოდ თუთია და ალუმინი თანახმად განტოლებებისა, რომლებიც მოყვანილია № 229 ამოცანის ამოხსნის დროს. მაშასადამე, ალუმინისა და თუთიის გახსნის დროს გამოიყოფა 2,016 ლ  $H_2$  და რადგან მჟავასა და ტუტეში ალუმინისა და თუთიის გახსნისას გამოიყოფა წყალბადის ერთნაირი მოცულობა, ამიტომ მარილმჟავაში მაგნიუმისა და რკინის გახსნისას გამოიყოფა 1,568 ლ  $(3,584 - 2,016 = 1,568)$  წყალბადი.

პირველი ხე რხი. ამოცანის პირობით 1 მოლ ალუმინზე მორდიოდა 3 მოლი თუთია ანუ 3 ეკვივალენტ ალუმინზე —  $2 \cdot 3 = 6$  ეკვივალენტი თუთია. თუ ალუმინის ეკვივალენტების რაოდენობას აღვნიშნავთ  $x$ -ით, მაშინ თუთიის ეკვივალენტების რაოდენობა  $2x$ -ის ტოლი იქნება. ამოცანის პირობით ტუტის ხსნარში შენადნობის გახსნისას გამოიყო 2,016 ლ ანუ  $\frac{2,016}{11,2} = 0,18$  ეკვივალენტი წყალბადი, მაშასადამე, გაიხსნა 0,18 ეკვივალენტი თუთია და ალუმინი. აქედან

$$x + 2x = 0,18,$$

$$3x = 0,18,$$

$$x = 0,06.$$

მაშასადამე, შენადნობში ყოფილა 0,06 ეკვივალენტი. ანუ  $0,06 \cdot 9 = 0,54$  გ ალუმინი, 0,12 ეკვივალენტი  $(0,18 - 0,06 = 0,12)$  ანუ  $0,12 \cdot 32,5 = 3,9$  გ თუთია და 2,96 გ  $(7,4 - 0,54 - 3,9 = 2,96)$  რკინა და მაგნიუმი. ამოცანის პირობით მათი გახსნისას გამოიყო 1,568 ლ ანუ  $\frac{1,568}{22,4} = 0,07$  მოლი წყალბადი. მაშასადამე, რეაქციაში შევიდა 0,07 მოლი რკინა და მაგნიუმი. თუ რკინის მოლების რაოდენობას აღვნიშნავთ  $x$ -ით, ხოლო მაგნიუმის მოლების რაოდენობას —  $(0,07 - x)$ -ით, მაშინ შენადნობში ყოფილა  $56x$  გ რკინა და  $24(0,07 - x)$  გ მაგნიუმი. აქედან

$$56x + 24(0,07 - x) = 2,96,$$

$$56x + 1,68 - 24x = 2,96,$$



$$32x = 1,28,$$

$$x = 0,04.$$

მაშასადამე, შენაღნობში ყოფილა 0,54 გ ალუმინი, 3,9 გ თუთია, 0,04 მოლი, ანუ  $0,04 \cdot 56 = 2,24$  გ რკინა და 0,72 გ ( $2,96 - 2,24 = 0,72$  ანუ  $0,03 \cdot 24 = 0,72$ ) მაგნიუმი.

მეორე ხერხი. ამოცანის პირობით 1 მოლ ალუმინზე მოდიოდა 3 მოლი თუთია. თუ ალუმინის მოლების რაოდენობას აღვნიშნავთ  $x$ -ით, მაშინ თუთიის მოლების რაოდენობა  $3x$ -ის ტოლი იქნება.  $x$  მოლი ალუმინის გახსნისას ტუტის ხსნარში, ალუმინის გახსნის რეაქციის განტოლების თანახმად, წარმოიქმნება  $1,5x$  მოლი ანუ  $22,4 \cdot 1,5x = 33,6x$  ლ წყალბადი, ხოლო ტუტის ხსნარში 30 მოლი თუთიის გახსნისას რეაქციის განტოლების თანახმად, წარმოიქმნება  $3x$  მოლი ანუ  $22,4 \cdot 3x = 67,2x$  ლ წყალბადი. აქედან

$$33,6x + 67,2x = 2,016,$$

$$100,8x = 2,016,$$

$$x = 0,02.$$

მაშასადამე, შენაღნობში ყოფილა 0,02 მოლი ანუ  $0,02 \cdot 27 = 0,54$  გ ალუმინი,  $0,02 \cdot 3 \cdot 65 = 3,9$  გ თუთია და 2,96 გ ( $7,4 - 0,54 - 3,9 = 2,96$ ) რკინა და მაგნიუმი.

თუ შენაღნობში იყო  $x_1$  გ ანუ  $\frac{x_1}{56}$  მოლი რკინა, მაშინ მაგნიუმი იქნებოდა

$(2,96 - x_1)$  გ ანუ  $\frac{2,96 - x_1}{24}$  მოლი.  $\frac{x_1}{56}$  მოლი რკინიდან, მარილმჟევეაში რკინის

გახსნის რეაქციის განტოლების თანახმად, წარმოიქმნება  $\frac{x_1}{56}$  მოლი ანუ

$\frac{22,4 \cdot x_1}{56}$  ლ წყალბადი, ხოლო  $\frac{2,96 - x_1}{24}$  მოლი მაგნიუმიდან, მარილმჟევეაში მაგ-

ნიუმის გახსნის რეაქციის განტოლების თანახმად, წარმოიქმნება  $\frac{2,96 - x_1}{24}$  მოლი

ანუ  $\frac{22,4(2,96 - x_1)}{24}$  ლ წყალბადი.

აქედან

$$\frac{22,4x_1}{56} + \frac{22,4(2,96 - x_1)}{24} = 1,568,$$

$$24x_1 + 56(2,96 - x_1) = 0,07 \cdot 24 \cdot 56.$$

$$24x_1 + 165,76 - 56x_1 = 94,08,$$

$$32x_1 = 71,68,$$

$$x_1 = 2,24 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, შენაღნობში ყოფილა 0,54 გ ალუმინი, 3,9 თუთია, 2,24 გ რკინა და 0,72 გ ( $2,96 - 2,24 = 0,72$ ) მაგნიუმი.

მესამე ხერხი. თუ შენაღნობში იყო  $x$  მოლი ალუმინი, რომლის გახსნისას წარმოიქმნება  $y$  ლ წყალბადი, მაშინ თუთია იქნებოდა  $3x$  მოლი და მისი

გახსნისას წარმოიქმნა (2,016-y) ლ წყალბადი. ტუტის ხსნარში თუთიისა და ალუმინის გახსნის რეაქციების განტოლებების გამოყენებით შეიძლება შევადგოთ ნათ ორუცნობიანი ორი განტოლების სისტემა:

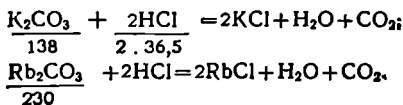
$$\begin{aligned}
 & 2 \text{ მოლი Al-ის გახსნისას გამოიყოფა } 67,2 \text{ ლ H}_2, \\
 & x \text{ " Al-ის " " " } y \text{ ლ H}_2, \\
 & \qquad \qquad \qquad 2y = 67,2x; \\
 & 1 \text{ მოლი თუთიის გახსნისას გამოიყოფა } 22,4 \text{ ლ H}_2 \\
 & 3x \text{ " " " " (2,016-y) ლ H}_2, \\
 & \qquad \qquad \qquad 2,016-y = 22,4 \cdot 3x, \\
 & \qquad \qquad \qquad y = 33,6x, \\
 & \qquad \qquad \qquad 2,016 - 33,6x = 67,2x, \\
 & \qquad \qquad \qquad 100,8x = 2,016, \\
 & \qquad \qquad \qquad x = 0,02.
 \end{aligned}$$

მაშასადამე, შენადნობში იყო 0,02 მოლი ანუ  $0,02 \cdot 27 = 0,54$  გ ალუმინი, 0,06 მოლი ანუ  $0,06 \cdot 65 = 3,9$  გ თუთია და  $2,96$  გ ( $7,4 - 0,54 - 3,9 = 2,96$ ) რკინა და მაგნიუმში. თუ რკინის რაოდენობას შენადნობში აღვნიშნავთ  $x_1$  გ-ით, ხოლო მისი გახსნის დროს გამოყოფილი წყალბადის რაოდენობას  $y_1$  ლ-ით, მაშინ მაგნიუმის რაოდენობა  $(2,96 - x_1)$  გ-ის ტოლი იქნება, ხოლო მარილმჟავაში მისი გახსნისას გამოყოფილი წყალბადის რაოდენობა —  $(1,568 - y)$  ლ-ისა. მარილმჟავაში რკინისა და მაგნიუმის გახსნის რეაქციების განტოლებების გამოყენებით შეიძლება შევადგინოთ ორუცნობიანი ორი განტოლების სისტემა:

$$\begin{aligned}
 & 56 \text{ გ Fe-ის გახსნისას გამოიყოფა } 22,4 \text{ ლ H}_2, \\
 & x_1 \text{ გ Fe-ის " " " } y_1 \text{ ლ H}_2, \\
 & \qquad \qquad \qquad 56y_1 = 22x_1; \\
 & 24 \text{ გ Mg-ის გახსნისას გამოიყოფა } 22,4 \text{ ლ H}_2, \\
 & (2,96 - x_1) \text{ გ Mg-ის " (1,568 - } y_1) \text{ ლ H}_2, \\
 & \qquad \qquad \qquad 24(1,568 - y_1) = 22,4(2,96 - x_1), \\
 & \qquad \qquad \qquad y_1 = \frac{22,4x_1}{56} \\
 & 24 \left( 1,568 - \frac{22,4x_1}{56} \right) = 22,4(2,96 - x_1), \\
 & \qquad \qquad \qquad 24(3,92 - x_1) = 56(2,96 - x_1), \\
 & \qquad \qquad \qquad 94,08 - 24x_1 = 165,76 - 56x_1, \\
 & \qquad \qquad \qquad 32x_1 = 71,68, \\
 & \qquad \qquad \qquad x_1 = 2,24 \text{ გ.}
 \end{aligned}$$

მაშასადამე, შენადნობში ყოფილა 0,54 გ ალუმინი, 3,9 გ თუთია, 2,24 გ რკინა და 0,72 გ ( $2,96 - 2,24 = 0,72$ ) მაგნიუმი.

248. თუ 50 მლ ხსნარს ანეიტრალებენ 22 მლ მარილმჟავას 2 M ხსნარით, მაშინ 500 მლ იგივე ხსნარი უნდა გაანეიტრალონ 220 მლ მარილმჟავას 2 M ხსნარით. მარილმჟავა რეაქციაში შედის კალიუმის და რუბიდიუმის კარბონატებთან შემდეგი განტოლებებით:



პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით კალიუმისა და რუბიდიუმის კარბონატების 32,2 გ ნარევი რეაქციაში შედის მარილმჟავასთან, რომელსაც შეიცავს 220 მლ 2M ხსნარი, ე. ი.  $0,22 \cdot 2 = 0,44$  მოლ მარილმჟავასთან. მარილმჟავასთან კალიუმისა და რუბიდიუმის კარბონატების ნეიტრალიზაციის რეაქციების განტოლებებიდან ჩანს, რომ ერთი მოლეკულა კალიუმის ან რუბიდიუმის კარბონატი რეაქციაში შედის ორ მოლეკულა მარილმჟავასთან. მაშასადამე, ნარევეში ყოფილა  $\frac{0,44}{2} = 0,22$  მოლი კალიუმისა და რუბიდიუმის კარბონატები. თუ კალიუმის კარბონატის მოლების რაოდენობას აღვნიშნავთ  $x$ -ით, მაშინ რუბიდიუმის კარბონატის მოლების რაოდენობა  $(0,22 - x)$ -ის ტოლი იქნება. მაშინ ნარევეში იქნება 138x გ კალიუმის კარბონატი და 230  $(0,22 - x)$  გ რუბიდიუმის კარბონატი. აქედან

$$\begin{aligned} 138x + 230(0,22 - x) &= 32,2, \\ 138x + 50,6 - 230x &= 32,2, \\ 92x &= 18,4, \\ x &= 0,2. \end{aligned}$$

მაშასადამე, ნარევეში ყოფილა 0,2 მოლი ანუ  $0,2 \cdot 138 = 27,6$  გ კალიუმის კარბონატი და 0,02 მოლი  $(0,22 - 0,2 = 0,02)$  ანუ  $0,02 \cdot 230 = 4,6$  გ რუბიდიუმის კარბონატი.

მეორე ხერხი. ამოცანის პირობით კალიუმისა და რუბიდიუმის კარბონატების 32,2 გ ნარევი რეაქციაში შევიდა 220 მლ მარილმჟავას 2M ხსნართან, რომელიც შეიცავდა  $0,22 \cdot 2 = 0,44$  მოლ ქლორწყალბადს. თუ ნარევეში იყო  $x$  გ ანუ  $\frac{x}{138}$  მოლი კალიუმის კარბონატი, მაშინ რუბიდიუმის კარბონატი ყოფილა  $(32,2 - x)$  გ ანუ  $\frac{32,2 - x}{230}$  მოლი. მარილმჟავასთან კალიუმისა და რუბიდიუმის კარბონატების რეაქციების განტოლებებიდან ჩანს, რომ  $\frac{x}{138}$  მოლი კალიუმის კარბონატი რეაქციაში შედის  $\frac{2x}{138}$  მოლ ქლორწყალბადთან, ხოლო  $\frac{32,2 - x}{230}$  მოლი რუბიდიუმის კარბონატი რეაქციაში შედის  $\frac{2(32,2 - x)}{230}$  მოლ ქლორწყალბადთან. აქედან

$$\begin{aligned} \frac{2x}{138} + \frac{2(32,2 - x)}{230} &= 0,44, \\ 115x + 69(32,2 - x) &= 0,44 \cdot 115 \cdot 69, \\ 115x + 2221,8 - 69x &= 3491,4, \\ 46x &= 1269,6, \\ x &= 27,6 \text{ გ.} \end{aligned}$$

მაშასადამე, ნარევეში ყოფილა 27,6 გ კალიუმის კარბონატი და 4,6 გ  $(32,2 - 27,6 = 4,6)$  რუბიდიუმის კარბონატი.

მესამე ხერხი. ამოცანის პირობით კალიუმისა და რუბიდიუმის კარბონატების 32,2 გ ნარევი რეაქციაში შევიდა 220 მლ მარილმჟავას 2M ხსნართან. რადგან ხსნარი 2M, ამიტომ იგი შეიცავდა  $0,22 \cdot 2 \cdot 36,5 = 16,06$  გ ქლორწყალბადს. თუ კალიუმის კარბონატის რაოდენობას აღვნიშნავთ  $x$  გ-ით, ხოლო მასთან რეაქციაში შესული ქლორწყალბადის რაოდენობას —  $y$  გ-ით, მაშინ რუბი-

დიუმის კარბონატის რაოდენობა  $(32,3-x)$ -ის ტოლი იქნება, ხოლო მასთან რეაქციაში შესული ქლორწყალბადის რაოდენობა  $(16,06-y)$ -ის ტოლი. მარილმუცასთან კალციუმისა და რუბიდიუმის კარბონატების რეაქციების განტოლებების გამოყენებით შეიძლება შევადგინოთ ორუცნობიანი ორი განტოლება:

$$\begin{array}{r} 138 \text{ გ } K_2CO_3 \text{ რეაქციაში შედის } 73 \text{ გ } HCl\text{-თან,} \\ x \text{ გ } K_2CO_3 \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad y \text{ გ } HCl\text{-თან,} \\ 138y = 73x; \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 230 \text{ გ } Rb_2CO_3 \text{ რეაქციაში შედის } 73 \text{ გ } HCl\text{-თან,} \\ (32,2-x) \text{ გ } Rb_2CO_3 \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad (16,06-y) \text{ გ } HCl\text{-თან,} \\ 230(16,06-y) = 73(32,2-x), \end{array}$$

$$y = \frac{73x}{138},$$

$$230 \left( 16,06 - \frac{73x}{138} \right) = 73(32,2 - x),$$

$$230(30,36 - x) = 138(32,2 - x),$$

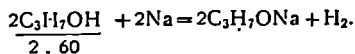
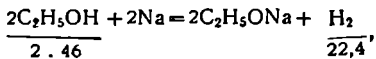
$$6982,8 - 230x = 4443,6 - 138x,$$

$$92x = 2539,2,$$

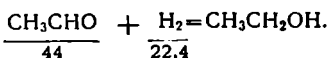
$$x = 27,6 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, ნარევი უფილა 27,6 გ კალიუმის კარბონატი და 4,6 გ  $(32,2 - 27,6 = 4,6)$  რუბიდიუმის კარბონატი.

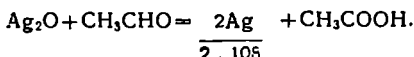
244. ამოცანის პირობით 15 მლ ანუ  $15 \cdot 0,88 = 13,2$  გ ბენზოლში ვახსნილი იყო ეთანოლის და პროპანოლის 2,19 გ ნარევი, რომლებიც ლითონურ ნატრიუმთან რეაქციაში შედიან განტოლებების თანახმად:



გამოყოფილი წყალბადი კატალიზატორის თანაობისას რეაქციაში შედის ძმრის ალდეჰიდთან განტოლების თანახმად:



ქარბი ალდეჰიდი რეაქციაში შედის ვერცხლის ოქსიდის, ამიაკურ ხსნართან განტოლების თანახმად:



პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით ლითონურ ნატრიუმთან სპირტების რეაქციის დროს გამოყოფილ წყალბადთან რეაქციაში შევიდა 1,54 გ ანუ

$$\frac{1,54}{60} = 0,035 \text{ მოლი ძმრის ალდეჰიდი. მისი ნაჭარბი რეაქციაში შევიდა ვერცხ-$$

ლის ოქსიდის ამიაკურ ხსნართან, რის შედეგადაც გამოიყო 3,24 გ ანუ  $\frac{3,24}{108} =$

=0,03 მოლი ვერცხლი. ძმრის აღდგენის ვერცხლის ოქსიდთან რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ 1 მოლი აღდგენილი აღადგენს 2 მოლ ვერცხლს, ხოლო 0,03 მოლი ვერცხლი აღდგება 0,015 მოლ აღდგენიდან. მაშასადამე, 0,035 მოლი ძმრის აღდგენილიდან 0,015 მოლი რეაქციაში შევიდა ვერცხლის ოქსიდთან, ხოლო 0,02 მოლი (0,035-0,015=0,02) რეაქციაში შევიდა წყალბადთან. წყალბადით აღდგენის აღდგენის რეაქტივიდან ჩანს, რომ 1 მოლი აღდგენილი რეაქციაში შედის 1 მოლ წყალბადთან, ხოლო 0,02 მოლი აღდგენილი რეაქციაში შედის 0,02 მოლ წყალბადთან. ლითონურ ნატრიუმთან სპირტების რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ 1 მოლი წყალბადი გამოიყოფა 2 მოლი სპირტის ურთიერთქმედებისას; ხოლო 0,02 მოლი წყალბადი გამოიყოფა 0,04 მოლი სპირტების ურთიერთქმედებისას, მაშასადამე, 2,19 გ სპირტების ხსნარში ყოფილა მათი 0,04 მოლი. თუ ეთანოლის მოლელების რაოდენობას აღვნიშნავთ  $x$ -ით, ხოლო პროპანოლის მოლელების რაოდენობას აღვნიშნავთ  $(0,04-x)$ , მაშინ ეთანოლი იქნება  $46x$  გ, ხოლო პროპანოლი —  $60(0,04-x)$  გ. აქედან

$$\begin{aligned} 46x + 60(0,04 - x) &= 2,19, \\ 46x + 2,4 - 60x &= 2,19, \\ 14x &= 0,21, \\ x &= 0,015. \end{aligned}$$

მაშასადამე, 15,39 გ ( $13,2 + 2,19 = 15,39$ ) ხსნარი შეიცავდა 0,015 მოლ ანუ 0,015  $46 = 0,69$  გ ანუ  $\frac{0,69 \cdot 100}{15,39} = 4,48\%$  ეთანოლს და 0,025 მოლ ( $0,04 - 0,015 = 0,025$ ) ანუ  $0,025 \cdot 60 = 1,5$  გ ანუ  $\frac{1,5 \cdot 100}{15,39} = 9,75\%$  პროპანოლს.

მეორე ხერხი. ამოხსნის პირველი ხერხის ანალოგიურად შეიძლება მოვიძებნოთ, რომ ეთანოლისა და პროპანოლის 2,19 გ ნარევიდან წარმოიქმნა 0,02 მოლი წყალბადი. თუ ეთანოლის რაოდენობას ნარევიში აღვნიშნავთ  $x$  გ-ით ანუ  $\frac{x}{46}$  მოლით, მაშინ ნარევიში პროპანოლის რაოდენობა  $(2,19-x)$  გ ანუ  $\frac{2,19-x}{60}$  მოლი იქნება. ლითონურ ნატრიუმთან სპირტების რეაქციების განტოლებებიდან ჩანს, რომ ორი მოლეკულა სპირტიდან წარმოიქმნება 1 მოლეკულა წყალბადი, ხოლო  $\frac{x}{46}$  მოლი ეთანოლიდან წარმოიქმნება  $\frac{x}{2 \cdot 46}$  მოლი წყალბადი და  $\frac{2,19-x}{60}$  მოლი პროპანოლიდან წარმოიქმნება  $\frac{2,19-x}{2 \cdot 60}$  მოლი წყალბადი. აქედან

$$\begin{aligned} \frac{x}{92} + \frac{2,19-x}{120} &= 0,02, \\ 120x + 92(2,19-x) &= 0,02 \cdot 120 \cdot 92, \\ 120x + 201,48 - 92x &= 220,8, \\ 28x &= 19,32, \\ x &= 0,69 \text{ გ.} \end{aligned}$$

მაშასადამე, ხსნარში ყოფილა 0,69 გ ანუ  $\frac{0,69 \cdot 100}{15,39} = 4,48\%$  ეთანოლი და 1,5 გ ( $2,19 - 0,69 = 1,5$ ) ანუ  $\frac{1,5 \cdot 100}{15,39} = 9,75\%$  პროპანოლი.

მესამე ხეობი. ამოცანის პირობით უარბი ძმრის ალდეჰიდის ურთიერთ-ქმედებისას ვერცხლის ოქსიდის ამიაკურ ხსნართან გამოიყო 3,24 გ ვერცხლი. ამ რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ

$$\begin{array}{l} 216 \text{ გ Ag გამოიყოფა } 44 \text{ გ } \text{CH}_3\text{CHO-ის ურთიერთქმედებისას,} \\ 3,24 \text{ გ Ag } \quad \quad \quad x \text{ გ } \text{CH}_3\text{CHO-ის } \quad \quad \quad \text{"} \\ x = \frac{44 \cdot 3,24}{216} = 0,66 \text{ გ.} \end{array}$$

აღებული 1,54 გ ძმრის ალდეჰიდიდან 0,66 გ რეაქციაში შევიდა ვერცხლის ოქსიდთან, ხოლო 0,88 გ (1,54 - 0,66 = 0,88) რეაქციაში შევიდა წყალბადთან კატალიზატორის თანობისას. ამ განტოლებიდან ჩანს, რომ

$$\begin{array}{l} 44 \text{ გ } \text{CH}_3\text{CHO რეაქციაში შევიდა } 22,4 \text{ ლ } \text{H}_2\text{-თან,} \\ 0,88 \text{ გ } \text{CH}_3\text{CHO } \quad \quad \quad \text{" } \quad \quad \quad \text{" } \quad \quad \quad x_1 \text{ ლ } \text{H}_2\text{-თან,} \end{array}$$

$$x_1 = \frac{22,4 \cdot 0,88}{44} = 0,448 \text{ ლ.}$$

მაშასადამე, ეთანოლისა და პროპანოლის 2,19 გ ნარევის ურთიერთქმედებისას ლითონურ ნატრიუმთან გამოიყო 0,448 ლ წყალბადი თუ ეთანოლის რაოდენობას ნარევი ალენიშნავთ  $x_2$  გ-ით, ხოლო მისგან გამოყოფილ წყალბადის რაოდენობას  $y$  ლ-ით, მაშინ პროპანოლის რაოდენობა (2,19 -  $x_2$ ) ლ-ის ტოლი იქნება, ხოლო მისგან გამოყოფილი წყალბადის რაოდენობა — (0,448 -  $y$ ) ლ-ის ტოლი. ამ მონაცემების საფუძველზე და ლითონურ ნატრიუმთან სპირტების რეაქციების განტოლებების გამოყენებით შეიძლება შევადგინოთ ორუცნობიანი ორი განტოლების სისტემა:

$$\begin{array}{l} 92 \text{ გ } \text{C}_2\text{H}_5\text{OH ურთიერთქმედებისას წარმოიქმნება } 22,4 \text{ ლ } \text{H}_2, \\ x_2 \text{ გ } \text{C}_2\text{H}_5\text{OH } \quad \quad \quad \text{" } \quad \quad \quad \text{" } \quad \quad \quad y \text{ ლ } \text{H}_2, \\ 92 \text{ } y = 22,4 \text{ } x_2; \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 120 \text{ გ } \text{C}_3\text{H}_7\text{OH ურთიერთქმედებისას წარმოიქმნება } 22,4 \text{ ლ } \text{H}_2, \\ (2,19 - x_2) \text{ გ } \text{C}_3\text{H}_7\text{OH } \quad \quad \quad \text{" } \quad \quad \quad \text{" } \quad \quad \quad (0,448 - y) \text{ ლ } \text{H}_2, \end{array}$$

$$120(0,448 - y) = 22,4(2,19 - x_2),$$

$$y = \frac{22,4x_2}{92},$$

$$120 \left( 0,448 - \frac{2,4x_2}{92} \right) = 22,4(2,19 - x_2).$$

$$120(1,84 - x_2) = 92(2,19 - x_2).$$

$$220,8 - 120x_2 = 201,48 - 92x_2,$$

$$28x_2 = 19,32,$$

$$x_2 = 0,69 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, 15,39 გ ნარევიში ყოფილა 0,69 გ ანუ  $\frac{0,69 \cdot 100}{15,39} = 4,48 \%$  ეთა-

ნოლი და 1,5 გ (2,19 - 0,69 = 1,5) ანუ  $\frac{1,5 \cdot 100}{15,39} = 9,75 \%$  პროპანოლი.

## VII. ელექტროლიზი

245. 281 გ ნიკელის სულფატის კრისტალჰიდრატი  $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  შეიცავს 59 გ ნიკელს, 155 გ ნიკელის სულფატს და 126 გ კრისტალიზაციურ წყალს. ნიკელის გამოყოფისათვის აღებულია მხოლოდ ხსნარის მერვედი ნაწილი. მაშასადამე, ნიკელის გამოყოფისათვის მთელი ხსნარიდან საჭირო იქნება 8-ჯერ მეტი ელექტრული დენი. თუ ამოცანის პირობით 100 გ ხსნარიდან ნიკელის გამოყოფაზე დაიხარჯა 1,072 . 2 = 2,144 ამპერსაათი ელექტრული დენი, მაშინ მთელი ხსნარიდან ნიკელის გამოყოფისათვის აუცილებელია 2,144 . 8 = 17,152 ამპერსაათი ელექტრული დენი.

პირველი ხერხი. ელექტროლიტში 26,8 ამპერსაათი ელექტრული დენის გატარებისას გამოიყოფა ნებისმიერი ნიეთიერების 1 ეკვივალენტი და მათ რიცხვში ნიკელისაც. ამოცანის პირობით ნიკელის გამოყოფაზე დაიხარჯა 17,152 ამპერსაათი ელექტრული დენი, მაშასადამე გამოიყო  $\frac{17,152}{26,8} = 0,64$  ეკვივალენტი ანუ 0,32 მოლი ნიკელი. მაშასადამე, 0,32 მოლი ანუ 0,32 . 281 = 89,92 გ ნიკელის სულფატის კრისტალჰიდრატი გახსნილი ყოფილა 710,08 გ (800 - 89,92 = 710,08) წყალში.

მეორე ხერხი. ფარადეის კანონების მიხედვით  $A = \frac{Q\mathcal{E}}{F} = \frac{17,152 \cdot 29,5}{26,8} = 18,88$  გ. ნიკელის სულფატის კრისტალჰიდრატის ფორმულიდან ჩანს, რომ

59 გ Ni-ს შეიცავს 218 გ  $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  
18,88 გ Ni-ს " x გ  $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ;

$$x = \frac{18,88 \cdot 281}{59} = 89,92 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, 89,92 გ ნიკელის სულფატის კრისტალჰიდრატი გახსნილი ყოფილა 710,08 გ (800 - 89,92 = 710,08) წყალში.

მესამე ხერხი. ნიკელის ელექტროქიმიური ეკვივალენტი  $\frac{29,5}{26,8} = 1,1007$ -ის ტოლია. ამოცანის პირობით ნიკელის გამოყოფისათვის დაიხარჯა 17,152 ამპერსაათი ელექტრული დენი. მაშასადამე, ნიკელი უნდა გამოიყოს 17,152 . 1,1007 = 18,88 გ. ნიკელის სულფატის კრისტალჰიდრატის მოლეკულის ფორმულიდან ჩანს, რომ 18,88 გ ნიკელს შეიცავს  $\frac{18,88 \cdot 281}{59} = 89,92$  გ კრისტალჰიდრატი. მაშასადამე, 89,92 გ კრისტალჰიდრატი უნდა გავხსნათ 710,08 გ წყალში.

246. პირველი ხერხი. რადგან ელექტროლიტის ხსნარში 26,8 ამპერსაათი ელექტრული დენის გავლისას გამოიყოფა 1 ეკვივალენტი ნიეთიერება, ხოლო ამოცანის პირობით ელექტროლიტის ხსნარში გაიარა 3,35 ამპერსაათი ელექტრულმა დენმა, მაშასადამე, გამოიყოფა  $\frac{3,35}{26,8} = 0,125$  ეკვივალენტი ანუ 0,125 . 56 = 7 გ კადმიუმი.

მეორე ხერხი. ფარადეის კანონით

$$A = \frac{Q\mathcal{E}}{F} = \frac{3,35 \cdot 56}{26,8} = 7 \text{ გ.}$$





ნის გელისას გამოიყოფა  $2,09 \cdot 8,576 = 17,92$  გ კადმიუმი. კადმიუმის სულფატის ფორმულიდან ჩანს, რომ

$$\begin{aligned} 112 \text{ გ Cd-ს შეიცავს } 208 \text{ გ CdSO}_4, \\ 17,92 \text{ გ Cd-ს " " } x \text{ გ CdSO}_4, \\ x = \frac{208 \cdot 17,92}{112} = 33,28 \text{ გ} \end{aligned}$$

მაშასადამე, 40 გ მარილი შეიცავდა 33,28 გ ანუ 83,2 %  $\text{CdSO}_4$ .

24#. პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით 0,268 ამპერი ძალის ელექტრულ დენს ატარებდნენ 3 საათის განმავლობაში. ეს ნიშნავს, რომ ელექტროლიტის ხსნარში გაიარა  $0,268 \cdot 3 = 0,804$  ამპერსაათმა ელექტრულმა დენმა ანუ  $\frac{0,804}{26,8} = 0,03 F$  ელექტრობამ და ხსნარიდან გამოიყო 0,03 ეკვივალენტი თუთია და კადმიუმი, რომლებსაც შეიცავდა 0,03 ეკვივალენტი მათი სულფატები.

თუ თუთიის სულფატის ეკვივალენტების რაოდენობას აღვნიშნავთ  $x$ -ით, ბოლო კადმიუმის სულფატის ეკვივალენტების რაოდენობას —  $(0,03 - x)$ -ით, მაშინ ნარევეში ყოფილა 80,5  $x$  გ თუთიის სულფატი და  $104(0,03 - x)$  გ კადმიუმის სულფატი. აქედან

$$\begin{aligned} 80,5x + 104(0,03 - x) &= 2,65, \\ 80,5x + 3,12 - 104x &= 2,65, \\ 23,5x &= 0,47, \\ x &= 0,02. \end{aligned}$$

მაშასადამე, ნარევეში ყოფილა 0,02 ეკვივალენტი ანუ  $0,02 \cdot 80,5 = 1,61$  გ თუთიის სულფატი და 0,01 ეკვივალენტი ანუ  $0,01 \cdot 104 = 1,04$  გ კადმიუმის სულფატი.

მეორე ხერხი. ამოცანის პირობით თუთიისა და კადმიუმის გამოყოფისათვის 2,65 გ მათი სულფატების ნარევიდან, რომელთა ეკვივალენტები შესაბამისად 80,5 და 104-ის ტოლია, გაატარეს 0,268 ამპერი ძალის ელექტრული დენი 3 საათის განმავლობაში. ეს ნიშნავს, რომ ხსნარში გაიარა  $0,268 \cdot 3 = 0,804$  ამპერსაათმა ელექტრობამ. თუ ნარევეში იყო  $x$  გ ანუ  $\frac{x}{80,5}$  ეკვივალენტი სულფატი, მაშინ კადმიუმის სულფატი იქნებოდა  $(2,65 - x)$  გ ანუ  $\frac{2,65 - x}{104}$  ეკვივალენტი.

ფარადეის კანონებით  $\frac{x}{80,5}$  ეკვივალენტი სულფატიდან თუთიის გამოყოფისათვის საჭიროა  $\frac{x}{80,5}$  ფარადეი ანუ  $\frac{26,8 x}{80,5}$  ამპერსაათი ელექტრობა, ხოლო კადმიუმის გამოყოფისათვის  $\frac{2,65 - x}{104}$  ეკვივალენტი მისი სულფატიდან საჭიროა  $\frac{2,65 - x}{104}$  ფარადეი ანუ  $\frac{26,8(2,65 - x)}{104}$  ამპერსაათი ელექტრობა. აქედან

$$\begin{aligned} \frac{26,8 x}{80,5} + \frac{26,8(2,65 - x)}{104} &= 0,804, \\ 104x + 80,5(2,65 - x) &= 0,03 \cdot 80,5 \cdot 104, \\ 104x + 213,325 - 80,5x &= 251,16, \\ 23,5x &= 37,835, \\ x &= 1,61 \text{ გ}. \end{aligned}$$



გავლის დროზე, ამიტომ დენის ძალა  $I = \frac{Q}{t} = \frac{1,276}{2} = 0,938 \text{ A}$ .

251. პირველი ხერხი. ელექტროლიტის ხსნარში 26,8 ამპერსაათი ელექტრული დენის გავლისას გამოიყოფა 1 ეკვივალენტი ნეზისმიერი ნივთიერება. ამოცანის პირობით დენს ატარებდნენ 5,36 ამპერი ძალით 30 წუთის ანუ 0,5 საათის განმავლობაში, რომელიც  $5,36 \cdot 0,5 = 2,68$  ამპერსაათის ტოლია. მაშასადამე,

უნდა გამოიყოს  $\frac{2,68}{26,8} = 0,1$  ეკვივალენტი ანუ  $0,1 \cdot 32 = 3,2$  გ სპილენძი.

მეორე ხერხი. ფარადეის კანონებით

$$A = \frac{I \vartheta}{F} = \frac{5,36 \cdot 0,5 \cdot 32}{26,8} = 3,2 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, უნდა გამოიყოს 3,2 გ სპილენძი.

მესამე ხერხი. ამოცანის პირობით ელექტროლიტის ხსნარში გაატარეს  $5,36 \cdot 0,5 = 2,68$  ამპერსაათი ელექტრული დენი. სპილენძის ელექტროქიმიური ეკვივალენტი  $\frac{32}{26,8} = 1,194$ -ის ტოლია. მაშასადამე, კათოდზე გამოიყოფა  $1,194 \cdot 2,68 = 3,2$  გ სპილენძი.

252. პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით გამოიყო 8 გ ანუ  $\frac{8}{32} = 0,25$  ეკვივალენტი სპილენძი. რადგან, ელექტროლიტების სხვადასხვა ხსნარში ელექტრობის ერთნაირი რაოდენობის გავლისას გამოიყოფა ნივთიერებათა ეკვივალენტური რაოდენობა, ამიტომ წარმოიქმნება 0,25 ეკვივალენტი ანუ  $0,25 \cdot 56 = 14$  გ მწვანე კალიუმი.

მეორე ხერხი. ფარადეის კანონებით 8 გ სპილენძის გამოყოფისათვის აუცილებელია  $Q = \frac{FA}{\vartheta} = \frac{26,8 \cdot 8}{32} = 6,7$  ამპერსაათი ელექტრული დენი.

ასეთივე რაოდენობით გაიარა ელექტრობამ კალიუმის ქლორიდის ხსნარშიც, რის შედეგადაც წარმოიქმნა მწვანე კალიუმი

$$A = \frac{Q \vartheta}{F} = \frac{6,7 \cdot 56}{26,8} = 14 \text{ გ.}$$

მესამე ხერხი. ფარადეის კანონებით 8 გ სპილენძის გამოყოფაზე იხარჯება 6,7 ამპერსაათი ელექტრული დენი. მწვანე კალიუმის ელექტროქიმიური ეკვივალენტი  $\frac{56}{26,8} = 2,09$ -ის ტოლია. მაშასადამე, კალიუმის ქლორიდის ხსნარში 6,7 ამპერსაათი ელექტრული დენის გავლისას უნდა წარმოიქმნას  $6,7 \cdot 2,09 = 14$  გ მწვანე კალიუმი.

253. პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით კულონომეტრის კათოდზე გამოიყო 2,56 გ ანუ  $\frac{2,56}{32} = 0,08$  ეკვივალენტი სპილენძი. რადგან ნივთიერებების რაოდენობა, რომლებიც გამოიყოფა ელექტროლიტებზე იგივე რაოდენობით ელექტრული დენის გავლისას, ეკვივალენტურია, ამიტომ ვაზუზიც აგრეთვე გამოიყო 0,08 ეკვივალენტობით. მაშასადამე, ერთი ვაზის ეკვივალენტი  $\frac{0,64}{0,08} = 8$ -ის ტოლია, ხოლო მეორისა  $\frac{2,84}{0,08} = 35,5$ , ე. ი. ერთი ვაზი წანგბაღია, ხოლო მეორე — ქლორი.

მეორე ხერხი. ფარადის კანონებით 2,56 გ სპილენძის გამოყოფისათვის ელექტროლიტის ხსნარში უნდა გაიაროს ელექტრულმა დენმა

$$Q = \frac{FA}{\vartheta} = \frac{26,8 \cdot 2,56}{32} = 2,144 \text{ ამპერსაათი.}$$

რამდენადაც იგივე რაოდენობით ელექტრული დენი გატარდა სხვა ელექტროლიზებშიც, პირველი გაზის ეკვივალენტი  $\vartheta = \frac{FA}{Q} = \frac{26,8 \cdot 0,64}{2,144} = 8$ -ის ტოლია, ხოლო მეორის  $\frac{26,8 \cdot 2,84}{2,144} = 35,5$ . მაშასადამე, ერთი გაზი ენაგბადია, მეორე კი ქლორი.

შედეგად პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით ხსნარი შეიცავდა 5,95 გ ანუ  $\frac{5,95}{170} = 0,035$  ეკვივალენტ ვერცხლის ნიტრატს და მისგან ვერცხლის მთლიანად გამოყოფას დასჭირდა  $0,5 \cdot 2 = 1$  ამპერსაათი ელექტრობა.

ელექტრული დენის სრული გამოყენებისას 0,035 ეკვივალენტი ვერცხლის ნიტრატთან ვერცხლის გამოყოფისათვის საჭიროა  $0,035 \cdot 26,8 = 0,938$  ამპერსაათი.

მაშასადამე, ვერცხლის გამოსავალი დენის მიხედვით  $\frac{0,938 \cdot 100}{1} = 93,8$  %-ის ტოლია.

მეორე ხერხი. 5,95 გ ვერცხლის ნიტრატი შეიცავდა  $\frac{5,95 \cdot 108}{170} = 3,78$  გ ვერცხლს. 0,5 ამპერი ძალის ელექტრული დენის გატარებისას 2 საათის განმავლობაში ფარადის კანონებით უნდა გამოიყოს:

$$A = \frac{It\vartheta}{F} = \frac{0,5 \cdot 2 \cdot 108}{26,8} = 4,03 \text{ გ.}$$

უნდა გამოიყოს 4,03 გ ვერცხლი, ხოლო გამოიყოს მხოლოდ 3,78 გ. მაშასადამე, ვერცხლის გამოსავალი დენის მიხედვით  $\frac{3,78 \cdot 100}{4,03} = 93,8$  %-ის ტოლია.

შედეგად პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით კულონომეტრის კათოდზე გამოიყო 2,56 გ ანუ  $\frac{2,56}{32} = 0,08$  ეკვივალენტი სპილენძი და რადგან ასეთივე რაოდენობით ელექტრობის გავლისას ელექტროლიტების სხვადასხვა ხსნარში ნივთიერებები გამოიყოფა ეკვივალენტური რაოდენობით, ამიტომ უნდა წარმოიქმნას 0,08 ეკვივალენტი ანუ  $0,08 \cdot 40 = 3,2$  გრამი მწვავე ნატრიუმი. წარმოიქმნა მხოლოდ 3,12 გ. მაშასადამე, მწვავე ნატრიუმის გამოსავალი დენის მიხედვით  $\frac{3,12 \cdot 100}{3,2} = 97,5$  %-ის ტოლია.

მეორე ხერხი. ფარადის კანონებით 2,56 გ სპილენძის გამოყოფისათვის კულონომეტრში გაიარა ელექტრულმა დენმა

$$Q = \frac{FA}{\vartheta} = \frac{26,8 \cdot 2,56}{32} = 2,144 \text{ ამპერსაათი.}$$

ასეთი რაოდენობით ელექტრობის გავლისას ნატრიუმის ქლორიდის ხსნარში უნდა წარმოიქმნას  $A = \frac{Q\vartheta}{F} = \frac{2,144 \cdot 40}{26,8} = 3,2$  გ მწვავე ნატრიუმი, ხოლო

წარმოიქმნა მხოლოდ 3,12 გ. ამრიგად, მწვავე ნატრიუმის გამოსავალი დენის მიხედვით  $\frac{3,12 \cdot 100}{3,2} = 97,5\%$ -ის ტოლია.

მესამე ხერხი. 2,56 გ სპილენძის გამოყოფისათვის ფარადების კანონებით დაიხარჯა 2,144 ამპერსაათი ელექტრული დენი. ასეთივე რაოდენობით ელექტრობამ გაიარა ნატრიუმის ქლორიდის ხსნარში. მწვავე ნატრიუმის ელექტროლიზური ეკვივალენტი  $\frac{40}{26,8} = 1,493$ -ის ტოლია. ელექტროლიტის ხსნარში 2,144 ამპერსაათი ელექტრობის გავლისას უნდა წარმოიქმნას 2,144  $\cdot 1,493 = 3,2$  გ მწვავე ნატრიუმი, ხოლო წარმოიქმნა მხოლოდ 3,12 გ. მწვავე ნატრიუმის გამოსავალი დენის მიხედვით  $\frac{3,12 \cdot 100}{3,2} = 97,5\%$ -ის ტოლია.

256. პირველი ხერხი. ეანგზადის ეკვივალენტური მოცულობა  $\frac{22,4}{4} = 5,6$  ლ-ის ტოლია. ამოცანის პირობით გამოიყო 1,568 ლ ანუ  $\frac{1,568}{5,6} = 0,28$  ეკვივალენტი ეანგზადი და ასეთივე რაოდენობით ლითონის ეკვივალენტები. მაშასადამე, ლითონის ეკვივალენტი  $\frac{9,1}{0,28} = 32,5$ -ის ტოლია, ხოლო ატომური მასა  $32,5 \cdot 2 = 65$ -ის ტოლი და ეს იყო თუთია.

მეორე ხერხი. 1,568 ლ ეანგზადის გამოყოფისას ფარადების კანონებით ელექტროლიტში უნდა გატარდეს

$$Q = \frac{FA}{\mathfrak{E}} = \frac{26,8 \cdot 1,568}{5,6} = 7,504 \text{ ამპერსაათი.}$$

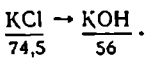
ასეთივე რაოდენობით ელექტრობამ გამოყო 9,1 გ ლითონი. მაშასადამე, ლითონის ეკვივალენტი ტოლია

$$Q = \frac{FA}{\mathfrak{E}} = \frac{26,8 \cdot 9,1}{7,504} = 32,5.$$

ასეთი ეკვივალენტი აქვს თუთიას.

257. 20 ლ 4 M ხსნარი შეიცავდა 4  $\cdot 20 = 80$  მოლ კალიუმის ქლორიდს.

პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით ელექტროლიტის ხსნარში გაიარა 40,2  $\cdot 40 = 1608$  ამპერსაათმა ელექტრობამ, რის შედეგადაც უნდა წარმოიქმნილიყო  $\frac{1608}{26,8} = 60$  ეკვივალენტი ანუ 60 მოლი მწვავე კალიუმი. რადგან მწვავე კალიუმის გამოსავალი დენის მიხედვით შეადგენს მხოლოდ 90%, ამიტომ პრაქტიკულად იგი წარმოიქმნა 60  $\cdot 0,9 = 54$  მოლი. კალიუმის ქლორიდის გარდაქმნა მწვავე კალიუმად მიმდინარეობს სქემით:



80 მოლი კალიუმის ქლორიდიდან მისი 54 მოლი გარდაიქმნა მწვავე კალიუმად, ხოლო 26 მოლი (80 - 54 = 26) დარჩა ეცხედი. ამრიგად, 26 ლ ხსნარი შეიცავდა 54 მოლ მწვავე კალიუმს და 26 მოლ კალიუმის ქლორიდს. ხსნარი იწინება 2,7 M მწვავე კალიუმის მიმართ და 1,3 M კალიუმის ქლორიდის მიმართ.

მეორე ხერხი. 20 ლ ხსნარი შეიცავდა 80 მოლ ანუ 80  $\cdot 74,5 = 5960$  გ



რადგან ყველა კულონომეტრში გაიარა 0,402 ამპერსაათმა ელექტრობამ, მეორე კულონომეტრის ლითონის ეკვივალენტი  $\varnothing = \frac{FA}{Q} = \frac{26,8 \cdot 0,84}{0,402} = 56$ -ის ტოლია, ხოლო მესამე კულონომეტრის ლითონის ეკვივალენტი  $\frac{26,8 \cdot 1,62}{0,402} = 108$ -ის ტოლია. მაშასადამე, მეორე კულონომეტრი დამზადებულია კადმიუმისაგან, ხოლო მესამე — ვერცხლისაგან.

მესამე ხერხი. სპილენძის ელექტროქიმიური ეკვივალენტი  $\frac{26,8}{32} = 1,194$ -ს ტოლია. რადგან გამოიყო 0,48 გ სპილენძი, ამიტომ კულონომეტრში გაიარა  $\frac{0,48}{1,194} = 0,402$  ამპერსაათმა ელექტრობამ. ფარადის კანონებით მეორე კულონომეტრის ლითონის ეკვივალენტი  $\frac{26,8 \cdot 0,84}{0,402} = 56$ -ის ტოლია, ხოლო მესამე კულონომეტრის ლითონის ეკვივალენტი  $\frac{26,8 \cdot 1,68}{0,402} = 108$ -ის ტოლი. მაშასადამე, მეორე კულონომეტრი დამზადებული იყო კადმიუმისაგან, ხოლო მესამე — ვერცხლისაგან.

259. პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით 0,268 ამპერი ძალის ელექტრული დენი გაატარეს 6 საათის განმავლობაში. ეს ნიშნავს, რომ სპილენძისა და კადმიუმის მთლიანი გამოყოფისათვის 5,76 გ მათი სულფატებიდან დასჭირდა  $0,268 \cdot 6 = 1,608$  ამპერსაათი ანუ  $\frac{1,608}{26,8} = 0,06$  ფარადი ელექტრობა, რომელსაც შეუძლია გამოიყოს 0,06 ეკვივალენტი ნებისმიერი ნივთიერებისა. მაშასადამე, ნარევი უფილა 0,06 ეკვივალენტი სპილენძისა და კადმიუმის სულფატები. თუ კადმიუმის ეკვივალენტების რაოდენობას აღვნიშნავთ  $x$ -ით, ხოლო სპილენძის ეკვივალენტების რაოდენობას  $(0,06 - x)$ -ით, მაშინ ნარევი უფილა 104  $x$  გ კადმიუმის სულფატი და 80(0,06 -  $x$ ) გ სპილენძის სულფატი. აქედან

$$104x + 80(0,06 - x) = 5,76,$$

$$104x + 4,8 - 80x = 5,76,$$

$$24x = 0,96,$$

$$x = 0,04.$$

მაშასადამე, 0,5 ლ ხსნარში უფილა 0,04 ეკვივალენტი ანუ 0,02 მოლი კადმიუმის სულფატი და 0,02 ეკვივალენტი (0,06 - 0,04 = 0,02) ანუ 0,01 მოლი სპილენძის სულფატი. ხსნარი იქნება  $\frac{0,02}{0,5} = 0,04$  M კადმიუმის სულფატის მიმართ და  $\frac{0,01}{0,5} = 0,02$  M სპილენძის სულფატის მიმართ.

მეორე ხერხი. სპილენძისა და კადმიუმის გამოყოფაზე, რომლებსაც შეიცავს 5,76 გ მათი სულფატები, დახარჯეს 1,608 ამპერსაათი ელექტრობა. თუ სპილენძის სულფატი ნარევი იყო  $x$  გ ანუ  $\frac{x}{80}$  ეკვივალენტი, მაშინ კადმიუმის სულფატი უფილა  $(5,76 - x)$  გ ანუ  $\frac{5,76 - x}{104}$  ეკვივალენტი. ხსნარიდან  $\frac{x}{80}$





მშასადაძმე, 0,5 ლ ხსარი შეიცავდა 1,6 გ ანუ  $\frac{1,6}{160} = 0,01$  მოლ სპილენ-  
ძის სულფატს და 4,16 გ ანუ  $\frac{4,16}{208} = 0,02$  მოლ კადმიუმის სულფატს და ხსნარი  
ყოფილა 0,02 M სპილენძის სულფატის მიმართ და 0,04 M კადმიუმის სულფატის  
მიმართ.

240. ამოცანის პირობით პირველ ელექტროლიზატში გამოიყო 400 მლ წყალ-  
ბადი, გაზომილი 26°C და 740 მმ ვერცხლისწყლის სვეტის დროს. ხოლო მეორე  
ელექტროლიზატის კათოდზე 1,04 გ უცნობი ლითონი. ნორმალურ პი-  
რობებში წყალბადი დაიკავებს მოცულობას:

$$V_0 = \frac{VPT_0}{P_0T} = \frac{400 \cdot 740 \cdot 273}{760 \cdot 298} = 356,8 \text{ მლ.}$$

პირველი ხერხი. ამოცანის პირობით გამოიყო 356,8 მლ ანუ 0,3568 ლ  
ანუ  $\frac{0,3568}{11,2} = 0,03186$  ეკვივალენტი წყალბადი და ამდენივე ეკვივალენტი უცნო-

ბი ლითონი. მშასადაძმე, ლითონის ეკვივალენტი იქნება  $\frac{1,04}{0,03186} = 32,643$ , ხო-  
ლო ატომური მასა —  $32,643 \cdot 2 = 65,29$ . ასეთი ატომური მასა აქვს თუთიას.

მეორე ხერხი. ამოცანის პირობით პირველ ელექტროლიზატში გამოიყო  
0,3568 ლ წყალბადი. ეს ნიშნავს, რომ ელექტროლიზატში გატარებულია ელექ-  
ტრობა

$$Q = \frac{FA}{\mathfrak{A}} = \frac{26,8 \cdot 0,3568}{11,2} = 0,854 \text{ ამპერსაათი.}$$

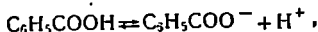
ამოცანის პირობით ერთდროულად გამოიყო 1,04 გ ლითონი, რომლის ეკვივა-  
ლენტი ტოლი იქნება

$$\mathfrak{A} = \frac{FA}{Q} = \frac{26,8 \cdot 1,04}{0,854} = 32,64.$$

მშასადაძმე, ლითონის ეკვივალენტი 32,64-ის ტოლია, ხოლო ატომური მასა  
32,64  $\cdot 2 = 65,28$ -ის ტოლი. ასეთი ატომური მასა აქვს თუთიას.

### VIII. ქიმიური წონასწორობა

261. ბენზოჰმეაჟე (ფენილკარბონჰმეაჟე) დისოციირდება განტოლებით:



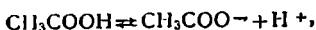
$$K = \frac{[H^+] \cdot [C_6H_5COO^-]}{[C_6H_5COOH]} = 6,6 \cdot 10^{-5}.$$

თუ ბენზოჰმეაჟეს საერთო კონცენტრაცია 0,02 მოლ/ლ-ის ტოლია, მაშინ 0,5 %-  
ის ტოლი დისოციაციის ხარისხის დროს ბენზოატ-იონების  $[C_6H_5COO^-]$  კონ-  
ცენტრაცია  $0,02 \cdot 0,005 = 10^{-4}$  მოლ/ლ-ის ტოლი იქნება, აქედან

$$[H^+] = \frac{6,6 \cdot 10^{-5} \cdot 2 \cdot 10^{-2}}{10^{-4}} = 1,32 \cdot 10^{-2} = 10^{-1,88} = 10^{-1,88};$$

$$pH = -\lg[H^+] = 1,88,$$

281. ძმარმევა დისოცირდება სქემით:



აქედან

$$K = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

ძმარმევის საერთო კონცენტრაცია 0,1 მოლ/ლ-ის ტოლია. თუ დისოციაციის ხარისხი, რომელიც გვიჩვენებს ონებად დაშლილი მოლეკულების რაოდენობის შეფარებას მოლეკულების საერთო რიცხვთან 1,3 % ანუ 0,013-ის ტოლია, მაშინ დისოციირებული მოლეკულების კონცენტრაცია  $0,1 \cdot 0,013 = 0,0013$  მოლ/ლ-ის ტოლია, ხოლო არადისოციირებული მოლეკულების კონცენტრაცია —  $0,1 (1 - 0,013) = 0,1 \cdot 0,987 = 0,0987$  მოლ/ლ-ისა. რადგან ხსნარში ქარბად არ არის არცერთი იონი, ამიტომ  $[\text{CH}_3\text{COO}^-] = [\text{H}^+] = 0,0013$  მოლ/ლ ანუ  $1,3 \cdot 10^{-3}$  მოლი/ლ, ხოლო  $[\text{CH}_3\text{COOH}] = 0,0987$  მოლი/ლ ანუ  $9,87 \cdot 10^{-2}$  მოლი/ლ. აქედან

$$K = \frac{1,3 \cdot 10^{-3} \cdot 1,3 \cdot 10^{-3}}{9,87 \cdot 10^{-2}} = \frac{1,69 \cdot 10^{-6}}{9,87 \cdot 10^{-2}} = 1,7 \cdot 10^{-5}$$

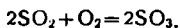
282. ტყეის სულფატისათვის ხსნადობის ნამრავლი ტოლია:

$$\text{ხნ } \text{PbSO}_4 = [\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}] = 1,6 \cdot 10^{-8}$$

ამოცანის პირობით სულფატ-იონების კონცენტრაცია 0,05 მოლ/ლ-ის ტოლია, რადგან ნატრიუმის სულფატის მოლური კონცენტრაცია 0,05 მოლ/ლ-ის ტოლია, და ნატრიუმის სულფატის, როგორც ძლიერი ელექტროლიტი, დისოციირდება მთლიანად, მაშასადამე, ტყეის იონების კონცენტრაცია ტოლია:

$$[\text{Pb}^{2+}] = \frac{\text{ხნ } \text{PbSO}_4}{[\text{SO}_4^{2-}]} = \frac{1,6 \cdot 10^{-8}}{5 \cdot 10^{-2}} = 3,2 \cdot 10^{-7} \text{ მოლი/ლ.}$$

284. გოგირდის დიოქსიდის დაჟანგვა ეანგბადით ტრიოქსიდად მიმდინარეობს განტოლებით:



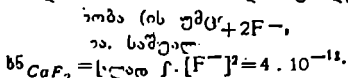
ამ პროცესის წონასწორობის კონსტანტას აქვს ასეთი სახე:

$$K_{\text{წ}} = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2 \cdot [\text{O}_2]}$$

მისი განსაზღვრისათვის აუცილებელია ვიცოდეთ ყველა სამი კომპონენტის წონასწორობი კონცენტრაციები. ამოცანის პირობით გოგირდის ანჰიდრიდის წონასწორობი კონცენტრაცია 0,03 მოლის ტოლია. რეაქციის განტოლებით თითოეული მოლი გოგირდოვანი ანჰიდრიდიდან წარმოიქმნება ერთი მოლი გოგირდის ანჰიდრიდი. 0,03 მოლი/ლ გოგირდის ანჰიდრიდის წარმოქმნისათვის აუცილებელია 0,03 მოლი/ლ გოგირდოვანი ანჰიდრიდი და 0,015 მოლი/ლ ეანგბადი. ამოცანის პირობით გოგირდოვან ანჰიდრიდისა და ეანგბადის საწყისი კონცენტრაციები შესაბამისად 0,07 და 0,06 მოლი/ლ-ის ტოლი იყო. მათი წონასწორობი კონცენტრაციები ტოლი იქნება  $0,07 - 0,03 = 0,04$  მოლი/ლ გოგირდოვანი ანჰიდრიდი და  $0,06 - 0,015 = 0,045$  მოლი/ლ ეანგბადი. წონასწორობის კონსტანტა ტოლი იქნება:

$$K_{\text{წ}} = \frac{0,03^2}{0,04^2 \cdot 0,045} = \frac{9 \cdot 10^{-4}}{1,6 \cdot 10^{-3} \cdot 4,5 \cdot 10^{-2}} = 12,5$$

286. კალციუმის ფთორიდის დისოცირდება განტოლებით:



კალციუმის ფთორიდის ხსნადობა (მოლ/ლ-ით) ტოლია კალციუმის იონების კონცენტრაციისა 1 ლ-ში, რადგან კალციუმის ფთორიდის ერთი მოლეკულიდან წარმოიქმნება კალციუმის ერთი იონი. ხსნარში ფთორიდ-იონების კონცენტრაცია ორჯერ მეტია, ვიდრე კალციუმის იონების კონცენტრაცია:

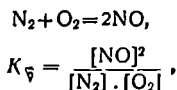
$$[F^-] = 2[Ca^{2+}]$$

აღვნიშნოთ კალციუმის იონების კონცენტრაცია  $x$ -ით, მაშინ

$$\begin{aligned} K_{CaF_2} &= x(2x)^2 = 4 \cdot 10^{-11}, \\ x \cdot 4x^2 &= 4 \cdot 10^{-11}, \\ x^3 &= 1 \cdot 10^{-11} = 10 \cdot 10^{-12}, \\ x &= 2,154 \cdot 10^{-4}. \end{aligned}$$

მაშასადამე, 1 ლ ნაჭერი ხსნარი შეიცავს  $2,154 \cdot 10^{-4}$  მოლ ანუ  $78 \cdot 2,154 \cdot 10^{-4} = 168 \cdot 10^{-4}$  ანუ 0,0168 გ კალციუმის ფთორიდს.

288. აზოტის ურთიერთქმედება ჰაერის ენგბადთან მიმდინარეობს განტოლებით:



ამოცანის პირობით წონასწორულ სისტემაში  $180^\circ\text{C}$  დროს იყო 0,5% აზოტის მონოქსიდი, დანარჩენი — ენგბადი და აზოტი (სხვა გაზების მინარევები მხედველობაში არ მიიღება). ნარევის საწყისი შედგენილობა იყო 80% აზოტი და 20% ენგბადი.

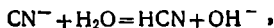
რადგან აზოტის მონოქსიდად გარდაიქმნა მცირე რაოდენობით აზოტი და ენგბადი (თითოეული 0,25 მოცულობით 20 მოცულობა ენგბადისა და 80 მოცულობა აზოტისაგან), ამიტომ წონასწორულ სისტემაში 0,5% მოცულობა აზოტის მონოქსიდზე მოდის 20 მოცულობა ენგბადი და 80 მოცულობა აზოტი:

$$K_{\text{ფ}} = \frac{(0,5)^2}{80 \cdot 20} = \frac{0,25}{1600} = 0,000156 = 1,56 \cdot 10^{-4}.$$

აზოტის მონოქსიდის წონასწორული გამოსავალი  $2500^\circ\text{C}$  დროს შეადგენს 2,5%. თუ გაზების საწყისი კონცენტრაცია იყო 80% აზოტი და 20% ენგბადი, მაშინ წონასწორულ ნარევეში ყოფილა 2,5% აზოტის მონოქსიდი, 18,75% ( $20 - 1,25 = 18,75$ ) ენგბადი და 78,75% ( $80 - 1,25 = 78,75$ ) აზოტი. მაშინ

$$K_{\text{ფ}} = \frac{(2,5)^2}{78,75 \cdot 18,75} = \frac{6,25}{1476,56} = 0,00423 = 4,23 \cdot 10^{-3}.$$

287. კალციუმის ციანიდის ჰიდროლიზის რეაქცია მიმდინარეობს განტოლებით:



საიდანაც

$$K_3 = \frac{[\text{HCN}] \cdot [\text{OH}^-] + \text{H}^+}{[\text{CN}^-]} = 10^{-5}$$

თუ ჰიდროლიზის ხარისხი  $\alpha$ -ს ტოლია, მაშინ  $\text{OH}^-$  იონების კონცენტრაცია ციანწყალბადმეათას მოლექულის კონცენტრაციის ტოლი იქნება:  $[\text{HCN}] = [\text{OH}^-] = 0,1 \alpha$ .

ციანიდ-იონების კონცენტრაცია  $0,1(1-\alpha)$ -ის ტოლი იქნება. აქედან

$$\frac{0,1\alpha \cdot 0,1\alpha}{0,1(1-\alpha)} = 1,58 \cdot 10^{-5}$$

$$\alpha^2 = 1,58 \cdot 10^{-4} (1-\alpha)$$

$$\alpha^2 + 1,58 \cdot 10^{-4} \alpha - 1,58 \cdot 10^{-4} = 0$$

ამ შემთხვევაში განტოლების მეორე წევრი  $1,58 \cdot 10^{-4} \alpha$  უმნიშვნელოდ მოქმედებს ჰიდროლიზის ხარისხის მნიშვნელობაზე, ამიტომ

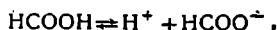
$$\alpha = \sqrt{\frac{K_3}{C}} = \sqrt{1,58 \cdot 10^{-4}} = 1,26 \cdot 10^{-2} = 0,0126 \text{ ანუ } 1,26\%$$

$\text{OH}^-$  იონების კონცენტრაცია  $0,1 \cdot 0,0126 = 1,26 \cdot 10^{-3}$  -ის ტოლია. აქედან

$$\lg[\text{OH}^-] = -2,9, \text{ ხოლო } \lg[\text{H}^+] = -(14-2,9) = -11,1;$$

$$\text{pH} = 11,1$$

268. კიანწყელმეათეა დისოციირდება განტოლებით:



საიდანაც

$$K = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{HCOO}^-]}{[\text{HCOOH}]} = 1,8 \cdot 10^{-4}$$

$\text{pH} = 6$  დროს წყალბადის იონების კონცენტრაცია  $10^{-6}$  მოლ/ლ-ის ტოლია. კიანწყელმეათეას საერთო კონცენტრაცია  $2 \cdot 10^{-1}$  ტოლია, აქედან

$$\frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{HCOO}^-]}{[\text{HCOOH}]} = 1,8 \cdot 10^{-4} \text{ ანუ } \frac{[\text{HCOO}^-]}{[\text{HCOOH}]} = 1,8 \cdot 10^2 = 180$$

მაშასადამე, მარილის დისოციირებულ და არადისოციირებულ ნაწილებს შორის შეფარდება 180-ის ტოლია. ეს ნიშნავს, რომ კიანწყელმეათეას მხოლოდ დაახლოებით 0,5% ( $\frac{1}{180}$  ნაწილი) რჩება არადისოციირებულ მდგომარეობაში, ხოლო დანარჩენი 99,5% ანუ 0,995 დისოციირდება. ფორმიკ-იონების კონცენტრაცია ტოლი იქნება:

$$[\text{HCOO}^-] = 0,2 \cdot 0,995 = 0,199 \text{ მოლი/ლ.}$$

269. პრაქტიკულად მთლიანი დაღეკვა ნიშნავს, რომ იონების რაოდენობა, რომელიც დარჩა 1 ლ ხსნარში, შეუძლებელია აეწონოთ. ანალიზურ სასწორზე. ანა-

ლიზური სასწორის მკვანობიარობა (ის უმცირესი რაოდენობა, რომელიც შეიძლება აეწონოს) 0,001 გ-ის ტოლია. საშუალო იონური მასა მივიღოთ 100-ად, მაშინ იონების კონცენტრაცია პრაქტიკულად მთლიანი დალექვის შემდეგ არ უნდა აღემატებოდეს  $10^{-6}$  მოლ/ლ. ბარიუმის იონების კონცენტრაცია ამ შემთხვევაში არ უნდა აღემატებოდეს  $10^{-5}$  მოლ/ლ. აქედან.

$$[\text{SO}_4^{2-}] = \frac{\text{ხნ } \text{BaSO}_4}{[\text{Ba}^{2+}]} = \frac{1 \cdot 10^{-10}}{10^{-6}} = 1,1 \cdot 10^{-4}.$$

მაშასადამე, სულფატ-იონების კონცენტრაცია  $1,1 \cdot 10^{-4}$  მოლ/ლ-ზე ნაკლები არ უნდა იყოს და 0,001 M კარბი სულფატ-იონები უზრუნველყოფს ბარიუმის ხეიის პრაქტიკულად სრულ დალექვას.

270. ტყვიის იოდიდისათვის ხნ  $PbI_2 = [\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{I}^-]^2 = 1,1 \cdot 10^{-9}$ , რადგან ტყვიის იონების კონცენტრაცია არ უნდა აღემატებოდეს  $10^{-5}$  მოლ/ლ, ამიტომ იოდიდ-იონების კონცენტრაცია ტოლი იქნება:

$$[\text{I}^-]^2 = \frac{\text{ხნ } PbI_2}{[\text{Pb}^{2+}]} = \frac{1,1 \cdot 10^{-9}}{10^{-5}} = 1,1 \cdot 10^{-4};$$

$$[\text{I}^-] = \sqrt{1,1 \cdot 10^{-4}} = 3,317 \cdot 10^{-2} \approx 0,033 \text{ მოლი/ლ.}$$

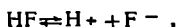
271. მაგნიუმის კარბონატის ხსნადობის ნამრავლი ტოლია:

$$\text{ხნ } MgCO_3 = [\text{Mg}^{2+}] \cdot [\text{CO}_3^{2-}].$$

ამოცანის პირობით 400 მლ წყალში იხსნება 0,212 გ მარილი, 1 ლ ხსნარი შეიცავს  $0,212 \cdot 2,5 = 0,53$  გ ანუ  $\frac{0,53}{84} = 0,00631$  მოლ ანუ  $6,31 \cdot 10^{-3}$  მოლ მაგნიუმის კარბონატს. მარილები ძლიერი ელექტროლიტებია. გახსნილი მარილის ნაწილი მთლიანად დისოცირდება იონებად. მაგნიუმის იონებისა და კარბონატ-იონების კონცენტრაცია ტოლი იქნება მაგნიუმის კარბონატის კონცენტრაციისა. რადგან ამ ხსნარში კარბად არ არის არც ერთი ეს იონები, ამიტომ  $[\text{Mg}^{2+}] = [\text{CO}_3^{2-}] = 6,31 \cdot 10^{-3}$  მოლი/ლ, ხოლო მაგნიუმის კარბონატის ხსნადობის ნამრავლი ტოლია:

$$\text{ხნ } MgCO_3 = 6,31 \cdot 10^{-3} \cdot 6,31 \cdot 10^{-3} = 39,8 \cdot 10^{-6} = 4 \cdot 10^{-5}.$$

ფთორწყალბადმევა წყალხსნარში დისოცირდება განტოლებით:



საიდანაც

$$K = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{F}^-]}{[\text{HF}]} .$$

აღნიშნოთ დისოციაციის ხარისხი  $\alpha$ -თი. წყალბადის იონებისა და ფთორიდ-იონების კონცენტრაცია ტოლია ფთორწყალბადის საერთო კონცენტრაციის ნაკლები და დისოციაციის ხარისხზე  $\alpha$ . ამ შემთხვევაში  $[\text{H}^+] = [\text{F}^-] = 0,5 \alpha$ . ფთორწყალ-

ბადის არადისოციირებული მოლეკულების კონცენტრაცია  $[HF]=0,5(1-\alpha)$ -ის ტოლია.

ფორწყალბადის დისოციაციის კონსტანტა ტოლია:

$$\frac{0,5\alpha \cdot 0,5\alpha}{0,5(1-\alpha)} = 6,8 \cdot 10^{-4},$$

$$0,5\alpha^2 = 6,8 \cdot 10^{-4}(1-\alpha),$$

$$\alpha^2 = 1,36 \cdot 10^{-3}(1-\alpha),$$

$$\alpha^2 + 0,00136\alpha - 0,00136 = 0,$$

$$\alpha^2 = -0,00068 \pm \sqrt{(0,00068)^2 + 0,00136},$$

$$\alpha = -0,00068 \pm 0,0369,$$

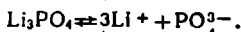
$$\alpha = -0,00068 + 0,0369 = 0,0362 \text{ ანუ } 3,62 \%.$$

ფორიდ-იონების კონცენტრაცია, როგორც წყალბადის იონებისა, ფორწყალბადმეჯავს  $0,5 \text{ M}$  ხსნარში ტოლია  $0,5 \cdot 0,0362 = 0,0181 = 1,81 \cdot 10^{-2} \text{ მოლ/ლ}$ .

ძალიან ხშირად დისოციაციის ხარისხი მნიშვნელოვნად ნაკლებია ერთზე. ასეთ

$$\text{შემთხვევებში } \alpha = \sqrt{\frac{K}{C}}.$$

278. თუ  $500 \text{ მლ}$  წყალში გაიხსნა  $0,1914 \text{ ლითიუმის ფოსფატი}$ , მაშინ  $1 \text{ ლ}$  წყალში იგი გაიხსნება  $2 \cdot 0,1914 = 0,3828 \text{ გ}$  ანუ  $0,0033 \text{ მოლი}$ . ლითიუმის ფოსფატი ძლიერი ელექტროლიტია. ხსნარში იგი მთლიანად დისოციირდება განტოლებით:



ლითიუმის ფოსფატის ხსნადობის ნამრავლი ტოლია ხს  $\text{Li}_3\text{PO}_4 = [\text{Li}^+]^3 \cdot [\text{PO}_4^{3-}]$ . ფოსფატ-იონებს კონცენტრაცია ლითიუმის ფოსფატის კონცენტრაციის ტოლია, ე. ი.  $3,3 \cdot 10^{-3} \text{ მოლ/ლ}$ , ხოლო ლითიუმის იონების კონცენტრაცია ტოლია ფოსფატ-იონების სამი კონცენტრაციისა, ე. ი.  $[\text{Li}^+] = 3[\text{PO}_4^{3-}] = 3 \cdot 3,3 \cdot 10^{-3} = 9,9 \cdot 10^{-3} \text{ მოლ/ლ}$ .

ლითიუმის ფოსფატის ხსნადობის ნამრავლი ტოლია:

$$\text{ხს } \text{Li}_3\text{PO}_4 = (9,9 \cdot 10^{-3})^3 \cdot 3,3 \cdot 10^{-3} = 3202 \cdot 10^{-12} = 3,2 \cdot 10^{-9}.$$

274. გოგირდწყალბადმეჯავა დისოციირდება განტოლებებით:



საიდანაც

$$K_1 = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{HS}^-]}{[\text{H}_2\text{S}]} = 8,9 \cdot 10^{-8}; \quad K_2 = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{S}^{2-}]}{[\text{HS}^-]} = 1,3 \cdot 10^{-14}.$$

გოგირდწყალბადმეჯავას დისოციაციის მეორე კონსტანტა  $685 \text{ 000-ჯერ}$  ნაკლებია, ვიდრე პირველი, ამიტომ წყალბადის იონების კონცენტრაცია განპირობებულია დისოციაციის პირველი კონსტანტით. დისოციაციის პირველი კონსტანტის განტოლებიდან ჩანს, რომ  $[\text{H}^+] = [\text{HS}^-]$ , ხოლო  $[\text{H}_2\text{S}]$  პრაქტიკულად ტოლია ხსნარში გოგირდწყალბადმეჯავას  $C_{\text{H}_2\text{S}}$  კონცენტრაციისა.

აქედან

$$K_1 = \frac{[H^+]^2}{C_{H_2SO_3}}, \quad [H^+] = \sqrt{K_1 \cdot C_{H_2SO_3}}$$

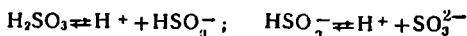
$$pH = -\lg[H^+] = -\frac{1}{2} \lg K_1 - \frac{1}{2} \lg C_{H_2SO_3} = \frac{1}{2} pK_1 - \frac{1}{2} \lg C_{H_2SO_3}$$

$$pK_1 = -\lg K_1$$

$$pH = \frac{1}{2} 7,05 - \frac{1}{2} (-1) = 3,5 + 0,5 = 4,0$$

$pK$  — დისოციაციის კონსტანტის მნიშვნელობის უარყოფითი ლოგარითმია).

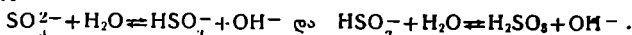
276. გოგირდოვანი მჟავას დისოციაცია მიმდინარეობს ასეთი განტოლებებით:



საიდანაც

$$K_1 = \frac{[H^+] \cdot [HSO_3^-]}{[H_2SO_3]} = 1,7 \cdot 10^{-2}; \quad K_2 = \frac{[H^+] \cdot [SO_3^{2-}]}{[HSO_3^-]} = 6,2 \cdot 10^{-8}$$

სულფიტ-იონების ჰიდროლიზი მიმდინარეობს დისოციაციის საწინააღმდეგო მიმართულებით:



რადგან დისოციაციის მეორე კონსტანტა ძალიან მცირეა, ამიტომ ჰიდროლიზი უმრავლეს შემთხვევებში წარმოადგენს პირველი სტადიის (ჰიდროსულფიტ-იონების წარმოქმნამდე). ჰიდროლიზის კონსტანტას ექნება ასეთი სახე:

$$K_3 = \frac{[HSO_3^-] \cdot [OH^-]}{[SO_3^{2-}]}$$

რამდენადაც ამ განტოლებას აქვს რამდენიმე უცნობი, ამიტომ მიზანშეწონილი იქნებოდა, რომ ჰიდროლიზის კონსტანტა შეეცვლილიყო ცნობილი სიდიდეებით. ამისათვის პრიცხველი და მნიშვნელი შეიძლება გავამრავლოთ წყალბადის იონების კონცენტრაციით:

$$K_3 = \frac{[HSO_3^-] \cdot [OH^-]}{[SO_3^{2-}]} \cdot \frac{[H^+]}{[H^+]} = \frac{K_{H_2O}}{K_2}$$

პრიცხველში მიიღება წყლის იონური ნამრავლი, ხოლო მნიშვნელში გოგირდოვანი მჟავას დისოციაციის  $K_2$  აქედან

$$\frac{K_{H_2O}}{K_2} = \frac{[HSO_3^-] \cdot [OH^-]}{[SO_3^{2-}]}$$

რადგან  $[HSO_3^-] = [OH^-]$ , ხოლო  $[SO_3^{2-}]$  ტოლია მარილის  $C_0$  კონ-

ცენტრაციისა, ამიტომ  $\frac{K_{H_2O}}{K_2} = \frac{[OH^-]^2}{C_0}$ , ხოლო წყლის იონური ნამრავლიდან

$$[OH^-]^2 = \frac{K_{H_2O}^2}{[H^+]^2} \cdot \frac{K_{H_2O}}{K_2} = \frac{K_{H_2O}^3}{[H^+]^2 \cdot C_0}$$

$$2 \lg[H^+] = \lg K_{H_2O} + \lg K_2 - \lg C_c,$$

$$pH = -\lg[H^+] = -\frac{1}{2} \lg K_{H_2O} - \frac{1}{2} \lg K_2 + \frac{1}{2} \lg C_c = \frac{14}{2} - \frac{1}{2} \lg K_2 + \frac{1}{2} \lg C_c =$$

$$= 7 + \frac{1}{2} pK_2 + \frac{1}{2} \lg C_c.$$

ამ შემთხვევაში ნატრიუმის სულფატის 0,1 M ხსნარის pH ტოლია:

$$pH = 7 - \frac{1}{2} \lg(6,2 \cdot 10^{-8}) + \frac{1}{2} \lg(10^{-1}) = 7 + \frac{7,2}{2} - \frac{1}{2} =$$

$$= 7 + 3,6 - 0,5 = 10,1.$$

pH-ის სიდიდე შეიძლება განისაზღვროს ხსნარის ჰიდროლიზის ხარისხის გამოყენებით. ჰიდროლიზის კონცენტრაცია ტოლია:

$$K_3 = \frac{[HSO_3^-] \cdot [OH^-]}{[SO_3^{2-}]} = \frac{K_{H_2O}}{K_2} = \frac{10^{-14}}{6,2 \cdot 10^{-8}} = 1,6 \cdot 10^{-7}.$$

ჰიდროლიზებულ და არაჰიდროლიზებულ ნაწილებს შორის მოცემული თანაფარდობიდან ჩანს, რომ ჰიდროლიზის ხარისხი ძალიან მცირე სიდიდეა ( $\alpha \ll 1$ ). ჰიდროლიზებული ნაწილის კონცენტრაცია ტოლია:

$$[HSO_3^-] = [OH^-] = 0,1 \alpha.$$

არაჰიდროლიზებული ნაწილის კონცენტრაცია პრაქტიკულად საერთო კონცენტრაციის ტოლია:

$$\frac{C\alpha C\alpha}{C} = 1,6 \cdot 10^{-7}, \quad \frac{10^{-2} \alpha^2}{10^{-1}} = 1,6 \cdot 10^{-7},$$

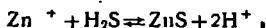
$$\alpha^2 = 1,6 \cdot 10^{-6}, \quad \alpha = 1,265 \cdot 10^{-3}.$$

ჰიდროქსილ-იონების კონცენტრაცია ტოლია  $0,1 \cdot 1,265 \cdot 10^{-3} = 1,265 \cdot 10^{-4}$ , წყალბად-იონების კონცენტრაცია ტოლია:

$$[H^+] = \frac{10^{-14}}{1,265 \cdot 10^{-4}} = 7,9 \cdot 10^{-11};$$

$$pH = -\lg[H^+] = -\lg 10^{-10,9} \cdot 10^{-11} = \lg 10^{-10,1} = 10,1.$$

276. თუთიის იონები ურთიერთქმედებენ გოგირდწყალბადთან განტოლებით:



აქედან

$$K_{\text{ფ}} = \frac{[H^+]^2}{[Zn^{2+}] \cdot [H_2S]}.$$

მრიცხველისა და მნიშვნელის გამრავლებით გოგირდის იონების კონცენტრაციაზე მივიღებთ წონასწორობის კონსტანტას:

$$K_{\text{ფ}} = \frac{[H^+]}{[Zn^{2+}] \cdot [H_2S]} \cdot \frac{[S^{2-}]}{[S^{2-}]} = \frac{K_{H_2O}}{K_{ZnS}}.$$



მაშასადამე,

$$\frac{K_{H_2S}}{b_{ZnS}} = \frac{[H^+]^2}{[Zn^{2+}] \cdot [H_2S]}$$

აქედან

$$[H^+]^2 = \frac{K_{H_2S} \cdot [Zn^{2+}] \cdot [H_2S]}{b_{ZnS}}$$

გოგირდწყალბადის ხანგრძლივი გატარებისას ხსნარი ვაჭერდება და მისი კონცენტრაცია  $10^{-1}$  მოლ/ლ-ის ტოლია. თუთიის იონების კონცენტრაცია პრაქტიკულად სრული დაღეპვის შემდეგ  $10^{-6}$  მოლ/ლ-ის ტოლია. გოგირდწყალბადმეყვას დისოციაციის კონსტანტები ტოლია  $K_1 = 8,9 \cdot 10^{-8}$  და  $K_2 = 1,3 \cdot 10^{-13}$  ექვ. ულობთ გოგირდწყალბადმეყვას დისოციაციის საერთო კონსტანტს, რომელიც დისოციაციის ორი კონსტანტის ნამრავლის ტოლია:

$$K_{H_2S} = K_1 \cdot K_2 = 8,9 \cdot 10^{-8} \cdot 1,3 \cdot 10^{-13} = 1,16 \cdot 10^{-20};$$

$$[H^+]^2 = \frac{1,16 \cdot 10^{-20} \cdot 10^{-6} \cdot 10^{-1}}{1,6 \cdot 10^{-24}} = 7,25 \cdot 10^{-4};$$

$$[H^+] = \sqrt{7,25 \cdot 10^{-4}} = 2,7 \cdot 10^{-2};$$

$$pH = -\lg[H^+] = -\lg 2,7 \cdot 10^{-2} = -\lg 10^{+0,43} \cdot 10^{-2} = 1,57.$$

მაშასადამე, პრაქტიკულად თუთიის იონების სრული დაღეპვა გოგირდწყალბადით შესაძლებელია წყალბად-იონების არა უმეტეს  $2,7 \cdot 10^{-2}$  მოლ/ლ კონცენტრაციის დროს.

277. რეაქცია გოგირდწყალბადსა და რკინის (II) იონებს შორის მიმდინარეობს განტოლებით:



საიდანაც

$$K_{\Psi} = \frac{[H^+]^2}{[Fe^{2+}] [H_2S]}$$

276-ე ამოცანის ამოხსნის ანალოგიურად

$$K_{\Psi} = \frac{[H^+]^2}{[Fe^{2+}] \cdot [H_2S]} = \frac{K_{H_2S}}{b_{FeS}}$$

საიდანაც

$$[H^+]^2 = \frac{K_{H_2S} \cdot [Fe^{2+}] \cdot [H_2S]}{b_{FeS}} = \frac{1,16 \cdot 10^{-20} \cdot 10^{-6} \cdot 10^{-1}}{5 \cdot 10^{-18}} = 2,32 \cdot 10^{-10}$$

$$[H^+] = 1,517 \cdot 10^{-5}$$

$$pH = -\lg 1,517 \cdot 10^{-5} = -\lg 10^{+0,18} \cdot 10^{-5} = -\lg 10^{-4,82} = 4,82.$$

მაშასადამე, პრაქტიკულად რკინის იონების სრულ დალექვას გოგირდწყალბადით შეიძლება მივალწოთ მხოლოდ არაუმცირეს 4,82 pH-ის დროს. მაგრამ როგორც 274-ე ამოცანაშია ნახეხეხები, გოგირდწყალბადის 0,1 M ხსნარის pH 4-ის ტოლია. მაშასადამე, გოგირდწყალბადით არ შეიძლება მთლიანად დაეღე-ქოთ რკინის (II) იონები, რადგან წყალბად-იონების კონცენტრაციის გადიდებისას იზრდება რკინის მონოსულფიდის ხსნადობა.

278. წინა ამოცანიდან გამომდინარეობს, რომ რკინის (II) იონების გოგირდწყალბადით დალექვის წონისწორების კონსტანტა ტოლია:

$$K_{\Psi} = \frac{K_{H_2S}}{b_{FeS}} = \frac{[H^+]^2}{[Fe^{2+}] \cdot [H_2S]}$$

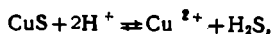
აგრეთვე გამომდინარეობს, რომ გოგირდწყალბადის ნაჭერი ხსნარი 0,1 M-ია და ასეთი ხსნარის pH 4-ის ტოლია. ეს ნიშნავს, რომ წყალბად-იონების კონცენტრაცია  $10^{-4}$ -ის ტოლია. აქედან ხსნარში დარჩენილი რკინის იონების კონცენტრაცია ტოლია:

$$[Fe^{2+}] = \frac{[H^+]^2 \cdot b_{FeS}}{K_{H_2S} \cdot [H_2S]} = \frac{(10^{-4})^2 \cdot 5 \cdot 10^{-18}}{1,16 \cdot 10^{-20} \cdot 10^{-1}} = 4,3 \cdot 10^{-5} \text{ მოლი/ლ.}$$

პრაქტიკულად სრული დალექვისათვის რკინის (II) იონების კონცენტრაცია არ ენდა იყოს  $10^{-6}$  მოლი/ლ-ზე მეტი.

მაშასადამე, პრაქტიკულად რკინის (II) იონების გოგირდწყალბადით სრული დალექვა შეუძლებელია.

279. სპილენის სულფიდი შეევაში იხსნება განტოლებით:



მყარი  
ფაზა

იოდანაც

$$K_{\Psi} = \frac{[Cu^{2+}] \cdot [H_2S]}{[H^+]^2} = \frac{b_{CuS}}{K_{H_2S}}$$

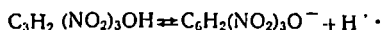
თუ 1 ლ-ში გავხსნით 0,0096 გ ანუ  $\frac{0,0096}{96} = 0,0001$  მოლ სპილენის სულფიდს, მაშინ სპილენის იონების კონცენტრაცია  $10^{-4}$  მოლ/ლ-ის ტოლი იქნება, ხოლო გოგირდწყალბადის კონცენტრაცია — ასევე  $10^{-4}$  მოლ/ლ. წყალბადის იონების კონცენტრაცია შეიძლება განესაზღვროთ განტოლებიდან:

$$[H^+]^2 = \frac{b_{CuS}}{K_{H_2S}} \cdot \frac{[Cu^{2+}] \cdot [H_2S]}{[H^+]^2} = \frac{10^{-4} \cdot 10^{-4} \cdot 1,16 \cdot 10^{-20}}{6,3 \cdot 10^{-36}} = 1,84 \cdot 10^{+7}$$

$$[H^+] = \sqrt{1,84 \cdot 10^8} \approx 4,3 \cdot 10^3.$$

მაშასადამე, სპილენძის სულფიდი იხსნება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც მეფავს კონცენტრაცია 4300 მოლ/ლ ტოლია, და რამდენადაც ასეთი კონცენტრაცია არ არსებობს, მაშასადამე, სპილენძის სულფიდის გახსნა მეფავში პრაქტიკულად შეუძლებელია.

280. პიკრინმეფავა დისოცირდება განტოლებით:



პიკრინმეფავს დისოციაციის კონსტანტა ტოლია:

$$K = \frac{[H^+] \cdot [C_6H_2(NO_2)_3O^-]}{[C_6H_2(NO_2)_3OH]} = 5 \cdot 10^{-3}$$

პიკრატ-იონებისა და წყალბადის იონების კონცენტრაცია ერთნაირია და 0,1 $\alpha$ -ს ტოლია, ხოლო არადისოცირებული მოლეკულების კონცენტრაცია 0,1(1- $\alpha$ )-ს ტოლია აქედან

$$\frac{0,1\alpha \cdot 0,1\alpha}{0,1(1-\alpha)} = 5 \cdot 10^{-3}$$

$$0,1\alpha^2 = 5 \cdot 10^{-3} (1-\alpha),$$

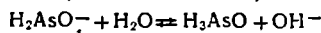
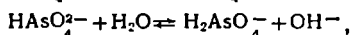
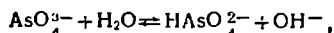
$$\alpha^2 + 0,05\alpha - 0,05 = 0,$$

$$\alpha = -0,025 \pm \sqrt{(0,025)^2 + 0,05},$$

$$\alpha = -0,025 + 0,225 = 0,2 \text{ ანუ } 20\%.$$

პიკრატ-იონების კონცენტრაცია  $0,1 \cdot 0,2 = 0,02$  ანუ  $2 \cdot 10^{-2}$  მოლ/ლ ტოლია.

281. არსენატ-იონის ჰიდროლიზი მიმდინარეობს ასეთი განტოლებებით:



რადგან დარიზხანმეფავს დისოციაციის მესამე კონსტანტა თითქმის 3500-ჯერ უფრო მცირეა, ვიდრე მეორე კონსტანტა, ამიტომ პრაქტიკულად არსენატ-იონის ჰიდროლიზი ძირითადად წარიმართება პირველი სტეპით, ჰიდროლიზის კონსტანტა ტოლი იქნება:

$$K_3 = \frac{[HAsO_4^{2-}] \cdot [OH^-]}{[AsO_4^{3-}]}$$

ჰიდროქსილ-იონების კონცენტრაციას საზღვრავენ ხსნარის pH-ის სიდიდისაგან გამომდინარე:

$$[OH^-] = 10^{-(14-pH)} = 10^{-(14-12,26)} = 10^{-1,74} = 10^{-2} \cdot 10^{0,26} = 1,82 \cdot 10^{-2}$$

ჰიდროლიზის კონსტანტის განსაზღვრისათვის ესარგებლობთ დანართის მე-2 ცხრილის მონაცემებით. ამისათვის ჰიდროლიზის კონსტანტის გამოსახულების მრიცხველი და მნიშვნელი გავამრავლოთ წყალბადის იონების კონცენტრაციიზ:

$$K_3 = \frac{[HAsO_4^{2-}] \cdot [OH^-]}{[AsO_4^{3-}]} = \frac{K_{H_2O}}{K_2} = \frac{10^{-14}}{2,95 \cdot 10^{-12}} = 3,4 \cdot 10^{-3}$$

რამდენადაც ხსნარში არ იყო შეყვანილი წყილბადისა და ჰიდროქსალის იონები, ამიტომ ჰიდროლიზებული იონების კონცენტრაცია ჰიდროქსილ-იონების კონცენტრაციის ტოლია.

$$[\text{HAsO}_4^{2-}] = [\text{OH}^-] = 1,82 \cdot 10^{-2}$$

ჰიდროლიზის ხარისხი ტოლია:

$$\alpha = \frac{1,82 \cdot 10^{-2} \cdot 100}{10^{-1}} = 18,2 \%$$

282. ნიკელის კარბონატისათვის

$$x_{\text{NiCO}_3} = [\text{Ni}^{2+}] \cdot [\text{CO}_3^{2-}] = 6,6 \cdot 10^{-9}$$

რამდენადაც ხსნარში არ არის კარბი ნიკელის იონები და კარბონატ-იონები, მაშასადამე, მათი კონცენტრაციები ერთმანეთის ტოლია. აქედან

$$[\text{Ni}^{2+}]^2 = x_{\text{NiCO}_3} = 6,6 \cdot 10^{-9}$$

$$[\text{Ni}^{2+}] = \sqrt{6,6 \cdot 10^{-9}} = 8,1 \cdot 10^{-5} \text{ მოლი/ლ.}$$

ნიკელის კარბონატის ხსნადობა  $119,8,1 \cdot 10^{-5} = 0,0096$  გ/ლ ტოლია:

283. მაგნიუმის არსენატისათვის

$$x_{\text{Mg}_3(\text{AsO}_4)_2} = [\text{Mg}^{2+}]^3 \cdot [\text{AsO}_4^{3-}]^2 = 2,1 \cdot 10^{-20}$$

აღენიშნოთ მაგნიუმის არსენატის ხსნადობა (მოლი/ლ)  $x$ -ით, მაშინ მაგნიუმის იონების კონცენტრაცია  $3x$  იქნება, ხოლო არსენატ-იონების კონცენტრაცია —  $2x$ . ხსნადობის ნამრავლი ტოლი იქნება:

$$[3x]^3 \cdot [2x]^2 = 2,1 \cdot 10^{-20}$$

$$27x^3 \cdot 4x^2 = 2,1 \cdot 10^{-20}$$

$$108x^5 = 2,1 \cdot 10^{-20}$$

$$x = 1,95 \cdot 10^{-12}$$

$$x = 10^{-4,342} = 10^{+0,658} \cdot 10^{-5} = 4,55 \cdot 10^{-5} \text{ მოლი/ლ.}$$

მაგნიუმის არსენატის ხსნადობა  $4,55 \cdot 10^{-5}$  მოლი/ლ ანუ  $350 \cdot 4,55 \cdot 10^{-5} = 0,0159$  გ/ლ-ის ტოლია.

284. 1 ლ ხსნარი შეიცავდა 8,2 გ ანუ  $\frac{8,2}{82} = 0,1$  მოლ ნატრიუმის აცეტატს.

მაშასადამე, მისი კონცენტრაცია 0,1 მოლი/ლ ყოფილა.

ნატრიუმის აცეტატის, უფრო სწორად, აცეტატ-იონების ჰიდროლიზი მიმდინარეობს განტოლებით:



საიდანაც

$$K_b = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}$$

ჰიდროქსიდის იონების კონცენტრაცია შეიძლება განესაზღვროთ pH-ის მნიშვნელობების გამოყენებით:

$$[\text{OH}^-] = 10^{-(14-8.9)} = 10^{+0.9} \cdot 10^{-6} = 7,95 \cdot 10^{-6}.$$

რამდენადაც ხსნარში არ ვუმატებდით თანამოსახეულ იონებს, ამიტომ  $\text{OH}^-$  იონებისა და ძმარმეავას მოლეკულების კონცენტრაცია ერთნაირი უნდა იყოს, ე. ი.

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = [\text{OH}^-] = 7,95 \cdot 10^{-6}.$$

აცეტატ-იონების კონცენტრაციას საზღვრავენ როგორც სხვაობას მარილის საერთო კონცენტრაციასა და მისი ჰიდროლიზებული ნაწილის კონცენტრაციას შორის:

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = 0,1 - 7,95 \cdot 10^{-6} = 0,1.$$

რადგან ჰიდროლიზებული ნაწილის კონცენტრაცია 10000 ჯერ ნაკლებია, ვიდრე მარილის საერთო კონცენტრაცია, ამიტომ არაჰიდროლიზებული ნაწილის კონცენტრაცია პრაქტიკულად მარილის საერთო კონცენტრაციის ტოლია:

$$K_1 = \frac{7,95 \cdot 10^{-6} \cdot 7,95 \cdot 10^{-6}}{0,1} = \frac{63,2 \cdot 10^{-12}}{0,1} = 6,32 \cdot 10^{-10}.$$

ჰიდროლიზის ხარისხი — ეს არის მარილის ჰიდროლიზებული ნაწილის შეფარდება მის საერთო კონცენტრაციასთან. მოცემულ შემთხვევაში ჰიდროლიზის ხარისხი ტოლია:

$$\alpha = \frac{7,95 \cdot 10^{-6} \cdot 100}{0,1} = 7,95 \cdot 10^{-3} \% = 0,008 \%$$

285. ქლორის დისოციაცია ატომებად მიმდინარეობს ასეთი განტოლებით:



დისოციაციის კონსტანტას ექნება ასეთი სახე:

$$K = \frac{[\text{Cl}]^2}{[\text{Cl}_2]}.$$

ამოცანის პირობით 5 % ქლორი, რომლის საწყისი კონცენტრაცია იყო 0,04 მოლი/ლ, დისოციაცია განიცადა. ეს ნიშნავს, რომ მისი კონცენტრაცია შემცირდა  $\frac{0,04 \cdot 5}{100} = 0,002$  მოლი/ლ-ით და ტოლი იყო 0,038 მოლი/ლ (0,04 - 0,002 = 0,038). დისოციაციის განტოლებიდან ჩანს, რომ ქლორის იონების კონცენტრაცია 0,002 · 2 = 0,004 მოლი/ლ-ის ტოლი იქნება. აქედან დისოციაციის კონსტანტა ტოლი იქნება:

$$K = \frac{0,004^2}{0,038} = \frac{16 \cdot 10^{-6}}{3,8 \cdot 10^{-2}} = 4,2 \cdot 10^{-4}.$$

286. ამონიუმის ჰიდროქსიდი დისოციირდება განტოლებით:



მისი დისოციაციის კონსტანტა ტოლია:

$$K = \frac{[\text{NH}_4^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{NH}_4\text{OH}]} = \frac{\alpha C \cdot \alpha C}{C(1-\alpha)} = \frac{\alpha^2 C}{1-\alpha}$$

რადგან ამონიუმის ჰიდროქსიდი სუსტი ფუძეა და  $(1-\alpha)$  ძალიან მცირე სი-  
დიდეა. ამიტომ დისოციაციის ხარისხი ტოლია  $\alpha = \sqrt{\frac{K_{\text{ფ}}}{C}}$ . ამონიუმის ჰიდ-  
როქსიდის დისოციაციის კონსტანტა მე-2 ცხრილიდან  $1,76 \cdot 10^{-5}$  ტოლია. 1 M  
ხსნარისათვის დისოციაციის ხარისხი ტოლია:

$$\alpha = \sqrt{\frac{1,76 \cdot 10^{-5}}{1}} = \sqrt{1,76 \cdot 10^{-5}} = 4,2 \cdot 10^{-3} = 0,0042 \text{ ანუ } 0,42 \%$$

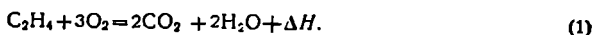
0,1 M ხსნარისათვის დისოციაციის ხარისხი ტოლია:

$$\alpha_1 = \sqrt{\frac{1,76 \cdot 10^{-5}}{0,1}} = \sqrt{1,76 \cdot 10^{-4}} = 1,3 \cdot 10^{-2} = 0,013 \text{ ანუ } 1,3 \%$$

მაშასადამე, ხსნარის 10-ჯერ განზავებისას დისოციაციის ხარისხი გაიზარდა  
 $\frac{1,3}{0,42} \approx 3$ -ჯერ.

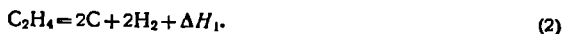
## IX. ჰიმიური რეაქციების ენერგეტიკა

257. ეთილენის წვა მიმდინარეობს თერმოქიმიურ განტოლებით:

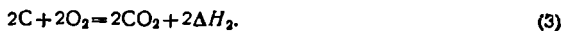


პირველი ხერხი. ეს პროცესი შეიძლება დაიყოს სამ ცალკეულ პროცე-  
სად ცნობილი თბური ეფექტებით:

1. ეთილენის დაშლის რეაქცია:



2. ნახშირბადის წვის რეაქცია:



3. წყალბადის წვის რეაქცია:



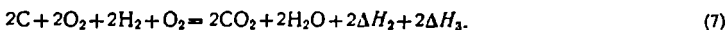
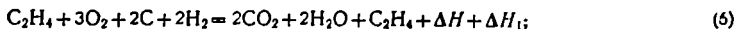
ამ თერმოქიმიურ განტოლებებში  $\Delta H_1$  — ეთილენის დაშლის სითბოა, რომლის  
სიდიდე ტოლია ეთილენის წარმოქმნის სითბოს სიდიდისა, აღებული საწინააღმდე-  
გო ნიშნით;  $\Delta H_2$  — ნახშირორჟანგის წარმოქმნის სითბოა, ხოლო  $\Delta H_3$  — წყლის  
წარმოქმნის სითბო (იხ. დანართის მე-4 ცხრილი). წვის რეაქციის თბური ეფექ-  
ტი ტოლია ეთილენის დაშლის, ნახშირორჟანგისა და წყლის წარმოქმნის რეაქციების  
თბური ეფექტების ჯამისა:

$$\begin{aligned} \Delta H &= \Delta H_1 + 2\Delta H_2 + 2\Delta H_3 = -12,5 + 2(-94) + 2(-68,4) = \\ &= -12,5 - 188 - 136,8 = -337,3 \text{ კკალ.} \end{aligned}$$

მეორე ხერხი. ეთილენის დაშლის რეაქციის განტოლება შეიძლება ჩაიწეროს როგორც მისი წარმოქმნის რეაქციის განტოლება:



ამ შემთხვევაში  $\Delta H_1$  — ეთილენის წარმოქმნის სითბოა. (1) და (5), (6) და (4) განტოლებების შეკრებით მივიღებთ (6) და (7) განტოლებებს:

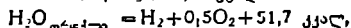
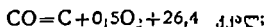


(6) და (7) განტოლებები ერთნაირია, რადგან მათი მარჯვენა და მარცხენა მხარეები შეიცავენ ერთსა და იმავე ქიმიურ ნაერთებს ერთნაირი რაოდენობით — მაშასადამე, ამ განტოლებათა თბური ეფექტები ტოლები იქნება:

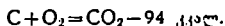
$$\Delta H + \Delta H_1 = 2\Delta H_2 + 2\Delta H_3.$$

$$\begin{aligned} \Delta H &= 2\Delta H_2 + 2\Delta H_3 - \Delta H_1 = 2(-94) + 2(-68,4) - 12,5 = \\ &= -188 - 136,8 - 12,5 = -337,3 \text{ კკალ.} \end{aligned}$$

288. ნახშირბადის მონოქსიდის კონვერსიის პროცესი წყლის ორთქლით შეიძლება განვიხილოთ როგორც ორი რეაქცია: ნახშირბადის მონოქსიდისა და წყლის ორთქლის დაშლა:



და ნახშირბადის დიოქსიდის წარმოქმნა:



ამ რეაქციის თბური ეფექტი ტოლი იქნება ყველა მოყვანილი თბური ეფექტების ალგებრული ჯამისა:

$$\Delta H = -94 + 51,7 + 26,4 = -15,9 \text{ კკალ}.$$

289. პენტან-3-ქესანის ნარევის საშუალო მოლეკულური მასა ტოლია 38,8 —  $2 = 77,6$ . ნარევის ერთ მოლურ მოცულობაში ქესანის მოლეკულის რაოდენობა აღვნიშნოთ  $x$ -ით, ხოლო პენტანის მოლეკულის რაოდენობა  $-(1-x)$ -ით. ნარევის საშუალო მოლეკულური მასა ტოლი იქნება:

$$86x + 72(1-x) = 77,6,$$

$$86x + 72 - 72x = 77,6,$$

$$14x = 5,6,$$

$$x = 0,4.$$

მაშასადამე, ნარევი უფროა 40% ქესანი და 60% პენტანი, რაც შეადგენს  $56 \cdot 0,4 = 22,4$  ლ ანუ 1 მოლ ქესანს და  $56 \cdot 0,6 = 33,6$  ლ ანუ  $\frac{33,6}{22,4} = 1,5$  მოლ

პენტანს. დანართის მე-5 ცხრილის მონაცემებით პენტანის წვის სითბო — 845,4 კკალ/მოლის ტოლია, ხოლო ქესანისა — 1002,4 კკალ/მოლის. მაშასადამე, 1,5 მოლი პენტანის წვის დროს გამოიყოფა  $1,5 \cdot 845,4 = 1268,1$  კკალ, ხოლო 1 მოლი ქესანის წვის დროს — 1002,4 კკალ სითბო. 56 ლ ნარევის წვის დროს გამოიყოფა 2270,5 კკალ ( $1002,4 + 1268,1 = 2270,5$ ) სითბო.

200. დაწვეს 28 ლ ანუ  $\frac{28,0}{22,4} = 1,25$  მოლი აცეტილენი. აცეტილენის წვის რეაქცია მიმდინარეობს თერმოქიმიური განტოლებით:



აცეტილენის წვის რეაქციის თბური ეფექტი ტოლია მისი დაშლის სითბოს (დანართის მე-4 ცხრილის მიხედვით +54,2 კკალ/მოლი), ნახშირბადის დიოქსიდის წარმოქმნის სითბოს (-94,2 = -188 კკალ/მოლი) და წყლის წარმოქმნის სითბოს (-68,4 კკალ/მოლი) ჯამისა:

$$\Delta H = +54,2 - 188 - 68,4 = -202,2 \text{ კკალ.}$$

მაშასადამე, 22,4 ლ ანუ 1 მოლი აცეტილენის დაწვისას გამოიყოფა 202,2 კკალ სითბო, ხოლო 28 ლ ანუ 1,25 მოლი აცეტილენის დაწვისას გამოიყოფა  $202,2 \cdot 1,25 = 252,75$  კკალ სითბო.

201. აცეტონ-მეთანოლის ნარევის საშუალო მოლეკულური მასა ტოლია  $25,75 \cdot 2 = 51,5$ . თუ ნარევი აცეტონის მოლეკულებს რიცხვს აღვნიშნავთ  $x$ -ით, ხოლო მეთანოლის მოლეკულებს რაოდენობას  $(1-x)$ -ით, მაშინ ორთქლის ერთ მოლურ მოცულობაში იქნება 58 $x$  გ აცეტონი და  $32(1-x)$  გ მეთანოლი, საიდანაც

$$58x + 32(1-x) = 51,5,$$

$$58x + 32 - 32x = 51,5,$$

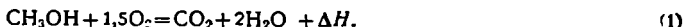
$$26x = 19,5,$$

$$x = 0,75.$$

მაშასადამე, ნარევი ყოფილა 75% აცეტონი და 25% მეთანოლი. რადგან ნარევის საშუალო მოლეკულური მასა ტოლია 51,5, ამიტომ დაუწვევთ  $\frac{51,5}{51,5} = 10$

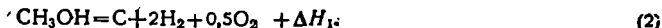
მოლი ნარევი, რომელიც შეიცავს 0,25 - 10 = 2,5 მოლ მეთანოლს და 0,75  $\cdot$  10 = 7,5 მოლ აცეტონს. დანართის მე-5 ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, რომ 1 მოლი აცეტონის დაწვისას გამოიყოფა 435,4 კკალ სითბო, ხოლო 1 მოლი მეთანოლის დაწვისას გამოიყოფა 173,6 კკალ სითბო. მაშასადამე, მეთანოლისა და აცეტონის 51,5 გ ნარევის დაწვისას, რომელიც შეიცავს 2,5 მოლ მეთანოლსა და 7,5 მოლ აცეტონს, გამოიყოფა  $173,6 \cdot 2,5 + 435,4 \cdot 7,5 = 434 + 3265,5 = 3699,5$  კკალ სითბო.

202. მეთანოლის წვა მიმდინარეობს განტოლებით:



პირველი ხე რხი. მეთანოლის წვის პროცესი შეიძლება დაიყოს სამ ცალკეულ პროცესად ცნობილი თბური ეფექტებით:

1. მეთანოლის დაშლის რეაქცია:



2. ნახშირბადის წვის რეაქცია:



3. წყალბადის წვის რეაქცია:



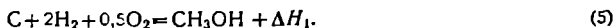
ამ განტოლებებში  $-\Delta H_1$  მეთანოლის დაშლის სითბოა, რომელიც ტოლია მთა



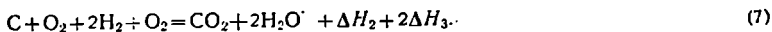
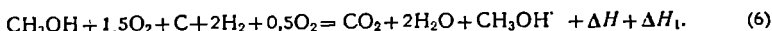
სი წარმოქმნის სითბოსი, აღებული საწინააღმდეგო ნიშნით,  $\Delta H_2$  — ნახშირორჟანგის წარმოქმნის სითბო;  $\Delta H_3$  — წყლის წარმოქმნის სითბო (დანართის მე-4 ცხრილი). მეთანოლის წვის რეაქციის თბური ეფექტი ტოლია ყველა ამ სამი რეაქციის თბური ეფექტის ჯამისა:

$$\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 + 2\Delta H_3 = +57,2 - 94 + 2(-68,4) = 57,2 - 94 - 136,8 = -173,6 \text{ კკალ.}$$

მეორე ხერხი. მეთანოლის დაშლის რეაქციის განტოლება შეიძლება ჩაიწეროს როგორც მისი წარმოქმნის რეაქციის განტოლება:



ამ შემთხვევაში  $\Delta H_1$  — მეთანოლის წარმოქმნის სითბოა. (1) და (5), (3) და (4) განტოლებების შეკრებით მივიღებთ (6) და (7) განტოლებებს:



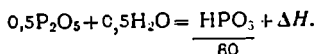
(6) და (7) განტოლებები ერთმანეთს, რადგან მათი მარცხენა და მარჯვენა ნაწილები შეიცავენ ერთნაირი რაოდენობით იგივე ნივთიერებებს. მაშასადამე, მათი თბური ეფექტები ტოლია:

$$\Delta H + \Delta H_1 = \Delta H_2 + 2\Delta H_3.$$

$$\begin{aligned} \text{ხაიდანაც } \Delta H &= -\Delta H_1 + \Delta H_2 + 2\Delta H_3 = +57,2 - 94 + 2(-68,4) = 57,2 - 94 - 136,8 = \\ &= -173,6 \text{ კკალ.} \end{aligned}$$

293. ამოცანის პირობით საჭიროა განისაზღვროს 120 გ ანუ  $\frac{120}{80} = 1,5$  მოლი

მეტაფოსფორმეავს მიღების რეაქციის თბური ეფექტი. ფოსფორის ანჰიდრიდიდან და წყლიდან, თუ მისი წარმოქმნის თბური ეფექტი ტოლია — 226,2 კკალ/მოლის. მეტაფოსფორმეავს წარმოქმნის რეაქცია შეიძლება ჩაიწეროს შემდეგი თერმოქიმიური განტოლებით:



ამ რეაქციის თბური ეფექტი ტოლია მეტაფოსფორმეავსა და საწყისი პროდუქტების წარმოქმნისა, ე. ი. ფოსფორის ანჰიდრიდისა და წყლის წარმოქმნის სითბურის ეფექტების სხვაობისა. დანართის მე-4 ცხრილიდან ჩანს, რომ ფოსფორის ანჰიდრიდის წარმოქმნის სითბო ტოლია — 365,8 კკალ/მოლის, ხოლო წყლის — -68,4 კკალ/მოლის. აქედან რეაქციის თბური ეფექტი

$$\begin{aligned} \Delta H &= -226,2 - 0,5(-365,8) - 0,5(-68,4) = \\ &= -226,2 + 182,9 + 34,2 = -9,1 \text{ კკალ.} \end{aligned}$$

1,5 მოლი მეტაფოსფორმეავს მიღების დროს თბური ეფექტი —  $9,1 \cdot 1,5 = -13,65$  კკალ-ის ტოლი იქნება.

294. გოგირდწყალბადის წვის რეაქცია ენგბადის უკმარობის დროს მიმდინარეობს განტოლებით:



ეს პროცესი შეიძლება დავეთოთ ორ პროცესად ცნობილი თბური ეფექტებით:

1. გოგირდწყალბადის დაშლის რეაქცია:  $H_2S = H_2 + S + \Delta H_1$ .

2. წყალბადის წვის რეაქცია:  $H_2 + 0,5O_2 = H_2O + \Delta H_2$ .

გოგირდწყალბადის წვის რეაქციის თბური ეფექტი ეახვბადის უკმარობის დროს გოგირდწყალბადის დაშლისა და წყალბადის წვის თბური ეფექტების ჯამის ტოლია. გოგირდწყალბადის დაშლის რეაქციის თბური ეფექტი მისი წარმოქმნის რეაქციის თბური ეფექტის ტოლია, აღებული საწინააღმდეგო ნიშნით (რეაქციის თბური ეფექტები მოყვანილია დანართის მე-4 ცხრილში):

$$\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 = +5,0 - 68,4 = -63,4 \text{ კკალ.}$$

295. მეთანის წვა მიმდინარეობს განტოლებით:



ეს პროცესი შეიძლება დაიყოს სამ კალკულურ პროცესად:

1. მეთანის დაშლის რეაქცია:



2. ნახშირბადის წვის რეაქცია:



წყალბადის წვის რეაქცია:



პ ი რ ე ე ლ ი ხ ე რ ს ი. მეთანის წვის რეაქციის თბური ეფექტი (იხ. დანართის მე-5 ცხრილი) მეთანის დაშლის, ნახშირბადის წვისა და წყალბადის წვის რეაქციების თბური ეფექტების ჯამის ტოლია.

$$\Delta H_1 = \Delta H + \Delta H_2 + 2\Delta H_3;$$

აქედან

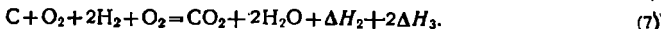
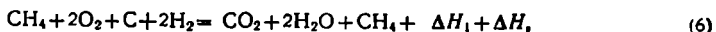
$$\Delta H = \Delta H_1 - \Delta H_2 - 2\Delta H_3 = -212,9 + 94 + 136,8 = +17,9 \text{ კკალ.}$$

რადგან წარმოქმნის სითბოს ნიშანი საპირისპიროა დაშლის სითბოს ნიშნისა, ამიტომ მეთანის წარმოქმნის სითბო — 17,9 კკალ/მოლის ტოლია.

მ ე ო რ ე ხ ე რ ს ი. მეთანის დაშლის რეაქციის განტოლება შეიძლება ჩაწეროს როგორც მეთანის წარმოქმნის რეაქციის განტოლება:



(1) და (5), (3) და (4) განტოლებების შეკრებით მივიღებთ (6) და (7) განტოლებებს:

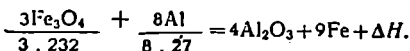


(6) და (7) განტოლებები ერთნაირია, ამიტომაც მათი თბური ეფექტები ტოლია:

$$\Delta H_1 + \Delta H = \Delta H_2 + 2\Delta H_3,$$

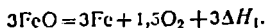
$$\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 + 2\Delta H_3 = +212,9 - 94 - 136,8 = -17,9 \text{ კკალ.}$$

298. თერმიტის წვა მიმდინარეობს თერმოქიმიური განტოლებით.

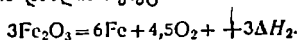


ამ რეაქციის თბური ეფექტი რკინის ოქსიდების დაშლისა და ალუმინის ოქსიდის წარმოქმნის თბური ეფექტების ჯამის ტოლია. რადგან რკინის ხენჯი რკინის ორი ოქსიდის  $FeO$  და  $Fe_2O_3$ -ის ნარევაა, ამიტომ თერმიტის წვის რეაქცია შეიძლება დაიყოს სამ პროცესად:

1. რკინის მონოქსიდის დაშლის რეაქცია:



2. რკინის (III) ოქსიდის დაშლის რეაქცია:



3. ალუმინის ოქსიდის წარმოქმნის რეაქცია:

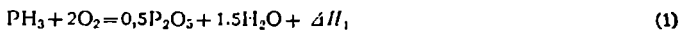


სამივე რეაქციის თბური ეფექტები ცნობილია:  $\Delta H_1$  და  $\Delta H_2$  — შესაბამისად — რკინის (II) და (III) ოქსიდების დაშლის სითბოებია, რომელთა სიდიდეები ტოლია მათი წარმოქმნის სითბოების სიდიდეებისა, ალბულები საწინააღმდეგო ნიშნით;  $\Delta H_3$  — ალუმინის ოქსიდის წარმოქმნის სითბოა (იხ. დანართის მე-4 ცხრ.). თერმიტის წვის რეაქციის თბური ეფექტი ტოლია მოყვანილი რეაქციების თბური ეფექტების ჯამისა

$$\begin{aligned} \Delta H &= 3\Delta H_1 + 3\Delta H_2 + 4\Delta H_3 = 3(+63,3) + 3(+196,5) + 4(-400,5) = \\ &= 189,9 + 589,5 - 1602 = -822,6 \text{ კკალ.} \end{aligned}$$

მაშასადამე, 912 გ ( $3 \cdot 232 + 8 \cdot 27 = 912$ ) თერმიტის წვის დროს გამოიყოფა 822,6 კკალ სითბო, ხოლო 36,48 გ თერმიტის წვის დროს გამოიყოფა  $\frac{36,48 \cdot 822,6}{912} = 32,9$  კკალ სითბო.

207. ფოსფინის წვა მიმდინარეობს განტოლებით:

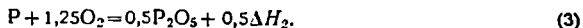


ეს პროცესი შეიძლება დაიყოს ცნობილი თბური ეფექტის მქონე სამ ცალკეულ პროცესად:

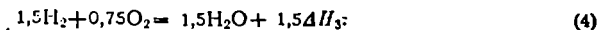
1. ფოსფინის დაშლის რეაქცია;



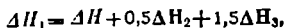
2. ფოსფორის წვის რეაქცია:



3. წყალბადის წვის რეაქცია:



პირველი ხერხი. ფოსფინის წვის რეაქციის თბური ეფექტი ტოლია — 286,6 კკალ-ისა (იხ. დანართის მე-5 ცხრილი) და ფოსფინის დაშლის, ფოსფორის წვისა და წყალბადის წვის თბური ეფექტების ჯამისა:



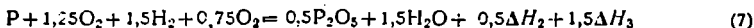
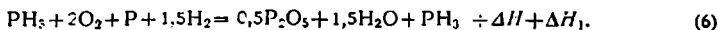
$$\begin{aligned} \text{საიდანაც } \Delta H &= \Delta H_1 - 0,5\Delta H_2 - 1,5\Delta H_3 = -286,8 - 0,5(-365,8) - \\ &- 1,5(-68,4) = -286,8 + 182,9 + 102,6 = -1,3 \text{ კკალ.} \end{aligned}$$

რადგან წარმოქმნის სითბოს ნიშანი საწინააღმდეგოა დაშლის სითბოს ნიშნისა. ამიტომ ფოსფორის წარმოქმნის სითბო +1,3 კკალ/მოლის ტოლია.

მეორე ხე რხ ი. ფოსფორის დაშლის რეაქციის განტოლება შეიძლება ჩაიწეროს როგორც მისი წარმოქმნის რეაქციის განტოლება:



(1) და (5), (3) და (4) განტოლებების შეკრებით მივიღებთ (6) და (7) განტოლებებს:

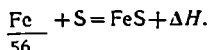


რადგან (6) და (7) განტოლებები ერთნაირია, ამიტომ მათი თბური ეფექტები ტოლია:

$$\Delta H + \Delta H_1 = 0,5\Delta H_2 + 1,5\Delta H_3;$$

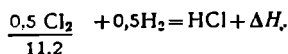
$$\begin{aligned} \Delta H = -\Delta H_1 + 0,5\Delta H_2 + 1,5\Delta H_3 &= 286,8 + 0,5(-365,8) + 1,5(-68,4) = \\ &= 286,8 - 182,9 - 102,6 = +1,3 \text{ კკალ.} \end{aligned}$$

298. რკინის სულფიდის წარმოქმნა რკინიდან და გოგირდიდან მიმდინარეობს შემდეგი განტოლებით:



ამოცანის პირობით რეაქციაში შევიდა 7 გ ანუ  $\frac{7}{56} = 0,125$  მოლი რკინა და ამ დროს გამოიყო 2,9 კკალ სითბო. 1 მოლი რკინის სულფიდის წარმოქმნისას უნდა გამოიყოს 2,9 : 0,125 = 23,2 კკალ სითბო.

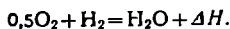
299: ამოცანის პირობით 2 ლ ქლორის წყალბადთან ურთიერთქმედებისას გამოიყო 3,91 კკალ სითბო. ქლორი წყალბადთან ურთიერთქმედებს ასეთი თერმოქიმიური განტოლებით:



რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ 1 მოლი ქლორწყალბადის წარმოქმნისათვის რეაქციაში უნდა შევიდეს 11,2 ლ ქლორი (6. პ.), მაშასადამე, ქლორწყალბადის წარმოქმნის სითბო ტოლია:

$$\Delta H = \frac{-3,91 \cdot 11,2}{2} = -21,9 \text{ კკალ/მოლი.}$$

300. მგრგენავი გაზის აფეთქება მიმდინარეობს შემდეგი თერმოქიმიური რეაქციის განტოლებით:



ამოცანის პირობით რეაქციაში შევიდა 14,4 გ მგრგენავი ნარევი, რომლიდანაც, რეაქციის განტოლების თანახმად, უნდა წარმოიქმნას 14,4 გ ანუ  $\frac{14,4}{18} = 0,8$  მოლი წყალი. წყლის წარმოქმნის სითბო — 68,4 კკალ/მოლის ტოლია (იხ. დანართის მე-4 ცხრილი). მაშასადამე, 1 მოლი წყლის წარმოქმნისას გამოიყოფა 68,4 კკალ სითბო, ხოლო 0,8 მოლი წყლის წარმოქმნისას — 0,8 · 68,4 = 54,72 კკალ სითბო:

პასუხები დამოუკიდებლად ამოსახსნელ ამოცანებზე

1. 87,5%; 0,915 გ  $\text{CaCl}_2$  და 4,76გ  $\text{ZnCl}_2$ .
2. 89,6%.
3. 2,19გ  $\text{HCl}$ .
4. 125კგ.
5. 2,61გ  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  და 2,29გ  $\text{Ba}(\text{NO}_2)_2$ .
6. 80,91%  $\text{N}_2$ , 10,19%  $\text{SO}_2$  და 8,90%  $\text{O}_2$ .
7. 125მ<sup>3</sup>.
8. 31,1625გ  $\text{KClO}_4$  და 27,9375გ  $\text{KCl}$ .
9. 94,5%.
10. 70%; 7,5გ  $\text{CaCO}_3$  და 9,8გ  $\text{CaO}$ .
11. 10გ  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ , 1,51გ  $\text{MnSO}_4$ , 0,87გ  $\text{K}_2\text{SO}_4$ , 1,52 გ  $\text{FeSO}_4$  და 5,88 გ  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
12. 1000კგ.
13. 75%.
14. 4,8გ  $\text{CuS}$  და 4,05გ  $\text{CuCl}_2$ .
15. 87,8%.
16. 5,88 გ  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; 8,52 გ  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  და 2,34გ  $\text{NaCl}$ .
17. 9,6გ.
18. 40%  $\text{CO}_2$ , 40%  $\text{CO}$  და 20%  $\text{SO}_2$ .
19. 30%.
20. 78,4 ლ.
21. 168ლ  $\text{O}_2$  ან 840ლ ჰაერი.
22. 15232 ლ  $\text{O}_2$  ანუ 76160 ლ ჰაერი.
23. 3,65 გ.
24. 60%  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ , 10%  $\text{C}_6\text{H}_{12}$  და 30%  $\text{C}_4\text{H}_8$ .
25. 7,2.
26. 1,44გ.
27. 40ლ.
28. 10%  $\text{CO}$ , 30%  $\text{H}_2$  და 60%  $\text{O}_2$ ; 20%  $\text{CO}_2$  და 80%  $\text{O}_2$ .
29. 22,2%  $\text{N}_2$ , 66,7%  $\text{H}_2$  და 11,1%  $\text{NH}_3$ .
30. 3,1.
31. 70°C.
32. 100ლ.
33. 23.
34. 20%  $\text{CH}_4$  და 80%  $\text{CO}$ .
35. 28.
36. 40გ.
37.  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ .
38. 56.
39. 20.
40. 50%  $\text{CO}$  და 50%  $\text{CO}_2$ .
41. 63.
42. 28, რკინა.
43. 4,48გ.
44. 32.
45. 32.
46.  $\text{Na}_3\text{P}_2\text{O}_7$ .
47.  $\text{C}_3\text{H}_8$ .
48. 17,75%.
49.  $\text{CH}_3\text{COONa}$ .
50. 52,5%.
51. 50,31%.
52. 1,25M.
53. 20,11%.
54. 50%.
55. 400გ.
56. 90გ.
57. 6476,8გ წყალი.
58. 49გ.
59. 317,7გ.
60. 107გ.
61. 220,6გ.
62. 200 მლ.
63. 50 გ ანჰიდრიდი და 200 გ მკვების ხსნარი.
64. 400გ.
65. 279 გ წყალი და 121 გ  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ .
66. 720 გ წყალი და 225 გ მკვების ხსნარი.
67. 0,56 გ  $\text{Fe}$  და 3,48გ  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ .
68. 75%.
69. 293,1 გ.
70. 939გ.
71. 71 გ.
72. 1,44გ  $\text{NaH}$  და 1,68გ  $\text{CaH}_2$ .
73. 0,2M  $\text{HCl}$  და 0,3M  $\text{HNO}_3$ .
74. 50გ.
75. 774გ წყალი.
76. 420 გ.
77. 2,16 გ  $\text{Al}$  და 6,12 გ  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

78. 21,6 გ.
79. 2,12 გ  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  და 4,2 გ  $\text{NaHCO}_3$ .
80. 8,7 გ  $\text{K}_2\text{SO}_4$  და 7,2 გ  $\text{MgSO}_4$ .
81. 22,5 გ  $\text{CaCO}_3$  და 33,6გ  $\text{MgCO}_3$ .
82. 0,28 გ.
88. 85, რუბიდიუმი.
84. 95%.
85. 0,4 სათი.
86. 95%.
87. 1 გ  $\text{CaCO}_3$  და 1,68გ  $\text{MgCO}_3$ .
88. 2 გ  $\text{CaO}$  და 3,24 გ  $\text{ZnO}$ .
89. 0,402 ამპერი.
90. 39, კალიუმი.
91. თუთია და კალმიუმი.
92. 0,1M  $\text{AgNO}_3$  და 0,1M  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ .
93. 0,014 გ/ლ.
94.  $1,16 \cdot 10^{-4}$  მოლი/ლ; PH=2,94.
95.  $6,8 \cdot 10^{-1}$  მოლი/ლ.
96.  $K_f = 2,08 \cdot 10^{-6}$ ;  $a = 0,456\%$ .
97. 1090,15 კვალ.
- 98: -530,8 კვალ/მოლი.
99. 30,2 კვალ/მოლი.
- 100: 1750კვალ.
101. -134,4 კვალ/მოლი.
- 102: +19,8 კვალ/მოლი.
108. 0,0019 გ/ლ.
- 104: 0,236%,  $K_2 = 5,55 \cdot 10^{-7}$ .
- 105: 44,44%  $\text{CO}$ , 44,44%  $\text{H}_2$ ,  
5,56%  $\text{CO}_2$  და 5,56%  $\text{CH}_4$ .
106. 28.
107. 32.
- 108:  $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$  ანუ  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ .
- 100: 39.
110. 500 გ წყალი; 28,57%:
111.  $\text{H}_2\text{SeO}_4$ .
- 112: 612 გ წყალი.
113. 200 გ.
114. 4,05  $\text{ZnO}$  და 1,3გ  $\text{Zn}$ :
115. 250 გ 10%-იანი ხსნარი და 150 გ  
50%-იანი ხსნარი.
110. 5,96 გ  $\text{KCl}$  და 1,90 გ  $\text{MgCl}_2$ .
117. 2 გ  $\text{KH}$  და 1,8 გ  $\text{NaH}$ .
118. 0,2 მოლი/ლ.
119. 5 გ  $\text{CuSO}_4$  და 3,9 გ  $\text{CdSO}_4$ .
120. 148,5 გ ანუ 195,67ლ.

ცხრილი 1. ზოგიერთი აბორიგანული ნივთიერების ხსნადობა წყალში

ფორმულა	მყ. ფ.	უწყლო მარილის ხსნადობა, გ 100 გ წყალში, °C ტემპერატურის დროს							
		20	30	40	50	60	70	80	100
AgNO <sub>3</sub>	—	222,0	300,0	376,0	455,0	525,0	—	669,0	952,0
AlCl <sub>3</sub>	6H <sub>2</sub> O	45,9	46,6	47,3	—	48,1	—	48,6	49,0
Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	9H <sub>2</sub> O	75,4	81,0	89,0	96,0	108,0	120,0	—	—
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	18H <sub>2</sub> O	36,4	40,4	45,7	52,2	59,2	66,2	73,1	89,0
BaCl <sub>2</sub>	2H <sub>2</sub> O	35,7	38,2	40,7	43,6	46,4	49,4	52,4	58,8
Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	67,5	—	101,2	—	141,9	—	205,8	300,0
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	4H <sub>2</sub> O	129,3	152,6	196,0	—	—	—	—	—
CaSO <sub>4</sub>	2H <sub>2</sub> O	—	0,209	0,210	—	0,205	0,197	—	0,162
CuCl <sub>2</sub>	2H <sub>2</sub> O	72,7	77,3	80,8	84,2	87,6	92,3	96,1	110,0
Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	3H <sub>2</sub> O	—	—	163,1	171,8	181,8	194,1	207,8	247,3
CuSO <sub>4</sub>	5H <sub>2</sub> O	20,7	25,0	28,5	33,3	40,0	47,1	55,0	75,4
FeCl <sub>2</sub>	4H <sub>2</sub> O	—	73,0	77,3	82,5	88,7	—	100,0	—
FeCl <sub>3</sub>	6H <sub>2</sub> O	91,9	106,8	—	—	—	—	—	—
Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	6H <sub>2</sub> O	83,0	—	—	—	166,6	—	—	—
FeSO <sub>4</sub>	7H <sub>2</sub> O	26,5	32,9	40,2	48,6	—	—	—	—
H <sub>2</sub> S	—	0,447	0,358	0,286	—	—	—	—	—
K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	2H <sub>2</sub> O	110,5	113,7	116,9	121,3	126,8	133,5	139,8	155,7
KBr	—	65,5	70,6	75,5	80,2	85,1	90,0	95,0	104,0
KCl	—	34,0	37,0	40,0	42,6	45,5	48,1	51,1	56,7
KNO <sub>3</sub>	—	31,6	45,8	63,9	85,5	110,0	138,0	169,0	246,0
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	—	11,1	13,0	14,8	—	18,2	—	21,4	—
MgCl <sub>2</sub>	6H <sub>2</sub> O	54,5	—	57,5	—	61,0	—	66,0	73,0
Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	6H <sub>2</sub> O	70,1	74,8	78,9	84,5	91,2	—	106,2	—
MgSO <sub>4</sub>	6H <sub>2</sub> O	44,5	45,4	—	50,4	55,0	59,0	64,2	73,9
NH <sub>4</sub> Cl	—	37,2	41,4	45,8	50,4	55,2	60,2	65,6	73,3
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	—	192,0	242,0	297,0	344,0	421,0	499,0	580,0	871,0
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	—	75,4	78,0	81,0	—	88,0	—	95,3	103,3
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O	—	50,5	48,5	—	46,4	46,2	45,8	45,5
NaCl	—	36,0	36,3	36,6	37,0	37,3	37,8	38,4	39,8
NaNO <sub>3</sub>	—	88,0	96,0	104,0	114,0	124,0	—	148,0	180,0
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	—	—	50,4	48,8	46,7	45,3	44,1	43,7	42,5
NH <sub>3</sub>	—	52,6	40,3	30,7	22,9	—	—	—	—

ქრისტალიზაციური წყლის რაოდენობა მყარ ფაზაში, რომელიც წონასწორობაშია ნაჯერ ხსნართან.

ცხრილი 2. ზოგიერთი მჟავასა და ფუძის დისოციაციის კონსტანტები

დასახელება	ფორმულა	დისოციაციის კონსტანტები		
		K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>
ბენზომჟავა	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COOH	6,6 · 10 <sup>-8</sup>	—	—
ბორმჟავა	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	5,8 · 10 <sup>-10</sup>	—	—
ნახშირმჟავა	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	4,5 · 10 <sup>-7</sup>	4,8 · 10 <sup>-11</sup>	—
კიანუქველმჟავა	HCOOH	1,8 · 10 <sup>-4</sup>	—	—
დარიშხანმჟავა	H <sub>3</sub> AsO <sub>4</sub>	6,0 · 10 <sup>-3</sup>	1,05 · 10 <sup>-7</sup>	2,95 · 10 <sup>-12</sup>
ძმარმჟავა	CH <sub>3</sub> COOH	1,7 · 10 <sup>-5</sup>	—	—
წყალბადფთორმჟავა	HF	6,8 · 10 <sup>-4</sup>	—	—
პროპიონმჟავა	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> COOH	1,35 · 10 <sup>-5</sup>	—	—
სელენოვანმჟავა	H <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub>	2,4 · 10 <sup>-3</sup>	4,8 · 10 <sup>-9</sup>	—
გოგირდოვანმჟავა	H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	1,7 · 10 <sup>-2</sup>	6,2 · 10 <sup>-8</sup>	—
ვოგირდწყალბადმჟავა	H <sub>2</sub> S	8,9 · 10 <sup>-8</sup>	1,3 · 10 <sup>-10</sup>	—
ტელუროვანმჟავა	H <sub>2</sub> TeO <sub>3</sub>	2,7 · 10 <sup>-3</sup>	1,8 · 10 <sup>-6</sup>	—
ფოსფორმჟავა	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	7,6 · 10 <sup>-3</sup>	6,2 · 10 <sup>-8</sup>	—
ციანწყალბადმჟავა	HCN	6,2 · 10 <sup>-10</sup>	—	—
ქრომმჟავა	H <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	1,8 · 10 <sup>-1</sup>	3,2 · 10 <sup>-7</sup>	—
მეთანმჟავა	H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	5,6 · 10 <sup>-2</sup>	5,4 · 10 <sup>-5</sup>	—
ამონიუმის ჰიდროქსიდი	NH <sub>4</sub> OH	1,76 · 10 <sup>-5</sup>	—	—
ლითიუმის ჰიდროქსიდი	LiOH	6,8 · 10 <sup>-1</sup>	—	—
რკვიის ჰიდროქსიდი	Pb(OH) <sub>2</sub>	3,0 · 10 <sup>-4</sup>	3,0 · 10 <sup>-8</sup>	—

ცხრილი 3. ზოგიერთი ძნელადხსნადი ნივთიერების ნამრავლი

ნივთიერება	ხსნადობის ნამრავლი	ნივთიერება	ხსნადობის ნამრავლი
Ag <sub>3</sub> AsO <sub>4</sub>	1,0 · 10 <sup>-22</sup>	Al(OH) <sub>3</sub>	1,0 · 10 <sup>-32</sup>
AgBr	5,3 · 10 <sup>-13</sup>	AlAsO <sub>4</sub>	1,6 · 10 <sup>-16</sup>
Ag <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	8,2 · 10 <sup>-12</sup>	BaCO <sub>3</sub>	5,1 · 10 <sup>-9</sup>
AgCl	1,78 · 10 <sup>-10</sup>	BaCrO <sub>4</sub>	1,2 · 10 <sup>-10</sup>
AgJ	8,3 · 10 <sup>-17</sup>	Ba <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	6,0 · 10 <sup>-39</sup>
Ag <sub>2</sub> S	6,3 · 10 <sup>-50</sup>	BaSO <sub>4</sub>	1,1 · 10 <sup>-10</sup>
Ag <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	1,5 · 10 <sup>-14</sup>	CaCO <sub>3</sub>	4,8 · 10 <sup>-9</sup>
Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1,6 · 10 <sup>-5</sup>	CaCrO <sub>4</sub>	7,1 · 10 <sup>-4</sup>
CaF <sub>2</sub>	4,0 · 10 <sup>-11</sup>	Mg(OH) <sub>2</sub>	6,0 · 10 <sup>-10</sup>
Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	2,0 · 10 <sup>-29</sup>	Mg <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	1,0 · 10 <sup>-13</sup>
CaSO <sub>4</sub>	2,4 · 10 <sup>-5</sup>	MnS	2,5 · 10 <sup>-10</sup>
CaSO <sub>3</sub>	1,3 · 10 <sup>-8</sup>	NiCO <sub>3</sub>	6,6 · 10 <sup>-9</sup>
CdS	7,9 · 10 <sup>-27</sup>	Ni(OH) <sub>2</sub>	2,0 · 10 <sup>-15</sup>
Cr(OH) <sub>3</sub>	6,3 · 10 <sup>-31</sup>	PbCO <sub>3</sub>	1,0 · 10 <sup>-13</sup>
CuS	6,3 · 10 <sup>-36</sup>	PbJ <sub>2</sub>	1,1 · 10 <sup>-9</sup>
Cu(OH) <sub>2</sub>	5,0 · 10 <sup>-20</sup>	Pb(OH) <sub>2</sub>	1,1 · 10 <sup>-20</sup>
FeAsO <sub>4</sub>	5,8 · 10 <sup>-21</sup>	PbS	2,5 · 10 <sup>-27</sup>
FePO <sub>4</sub>	1,3 · 10 <sup>-22</sup>	PbSO <sub>4</sub>	1,6 · 10 <sup>-8</sup>
FeS	5,0 · 10 <sup>-18</sup>	SnS	1,0 · 10 <sup>-23</sup>
HgS	1,6 · 10 <sup>-52</sup>	ZnCO <sub>3</sub>	1,5 · 10 <sup>-11</sup>
KClO <sub>4</sub>	1,1 · 10 <sup>-2</sup>	Zn(OH) <sub>2</sub>	7,1 · 10 <sup>-18</sup>
Li <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	3,2 · 10 <sup>-9</sup>	ZnS	1,6 · 10 <sup>-24</sup>



ცხრილი 4. ზოგიერთი ნივთიერების წარმოქმნის სიძობო

ნივთიერება	წარმოქმნის სიძობო		ნივთიერება	წარმოქმნის სიძობო	
	კვანძული მოლი	კვანძული მოლი		კვანძული მოლი	კვანძული მოლი
HCl	-91,6	-21,9	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub> ოროქლო	+49,8	+11,9
H <sub>2</sub> O ოხვეალი	-286,2	-68,4	CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub> ოროქლო	-216,7	-51,3
H <sub>2</sub> O ოროქლო	-216,3	-51,7	CH <sub>3</sub> OH ოხვეალი	-239,3	-57,2
SO <sub>2</sub>	-297,1	-71,0	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH ოხვეალი	-277,0	-66,2
SO <sub>3</sub>	-395,8	-94,6	CS <sub>2</sub>	+115,9	+27,7
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	-814,2	-194,6	SiO <sub>2</sub>	-910,9	-217,7
NO	+90,4	+21,6	SiH <sub>4</sub>	+34,7	+8,3
NO <sub>2</sub>	+33,9	+8,1	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> მყარი	-1272,8	-304,2
NH <sub>3</sub>	-46,0	-11,0	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> მყარი	-1675,7	-400,5
HNO <sub>3</sub>	-174,0	-41,6	ZnO	-350,6	-83,8
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-1530,5	-365,8	H <sub>2</sub> S	-20,9	-5,0
PH <sub>3</sub>	+5,4	+1,3	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-1140,6	-272,6
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	-1266,1	-302,6	CuO	-156,9	-37,5
CO	-110,5	-26,4	Ag <sub>2</sub> O	-31,0	-7,4
CO <sub>2</sub>	-393,3	-94,0	FeO	-264,8	-63,3
CH <sub>4</sub>	-74,9	-17,9	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-822,2	-196,5
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	-84,9	-20,3	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	-1117,1	-267,0
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	+52,3	+12,5	CaO	-635,5	-151,9
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	+226,8	+54,2	MgO	-601,7	-143,8
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	-103,8	-24,8	NaCl	-410,9	-98,2
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	-126,4	-30,2	NaOH	-426,8	-102,0
C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	-146,4	-35,0	Na <sub>2</sub> O	-415,9	-99,4
C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	-168,2	-40,2	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	-1130,9	-270,3
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	+82,8	+19,8	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	-1384,5	-330,9

ცხრილი 5. ზოგიერთი ნივთიერების წვის სიძობო

ნივთიერება	წვის სიძობო		ნივთიერება	წვის სიძობო	
	კვანძული მოლი	კვანძული მოლი		კვანძული მოლი	კვანძული მოლი
CH <sub>4</sub>	-890,8	-212,9	NO	-56,5	-13,5
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	-1560,2	-322,9	CH <sub>3</sub> COCN <sub>3</sub>	-1821,7	-435,4
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	-1411,3	-337,4	CO	-282,8	-67,6
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	-1299,6	-310,6	CS <sub>2</sub>	-1103,3	-263,7
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	-2220,9	-530,8	PH <sub>3</sub>	-1200,0	-286,8
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	-2877,8	-687,8	NH <sub>3</sub> (N <sub>2</sub> -მდე)	-383,3	-91,6
C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	-3537,2	-845,4	NH <sub>3</sub> (NO-მდე)	-292,9	-70,0
C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	-4194,0	-1002,4	SiH <sub>4</sub>	-1518,0	-362,8
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	-3301,2	-789,0	H <sub>2</sub> S(პარბი O <sub>2</sub> )	-562,3	-134,4
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub>	-3947,6	-943,5	H <sub>2</sub> S(ნაკლები O <sub>2</sub> )	-265,3	-63,4
CH <sub>3</sub> OH	-726,3	-173,6	SO <sub>2</sub>	-98,7	-23,6
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	-1368,2	-327,0			

შ ი ნ ა ა რ ს ი

წინასიტყვაობა	3
ამოცანები	
<del>I.</del> ქიმიური განტოლებები	5
<del>II.</del> რეაქციები აირად მდგომარეობაში	12
<del>III.</del> ეკვივალენტი და მოლეკულური მასა	17
IV. ჟანგვა-აღდგენითი რეაქციები	23
V. ხსნარები	34
<del>VI.</del> ნარევი	39
<del>VII.</del> ელექტროლიზი	43
VIII. ქიმიური წონასწორობა	47
IX. ქიმიური რეაქციის ენერგეტიკა	54
X. ამოცანები დამოუკიდებელი ამოხსნისათვის	57
ამოცანების ამოხსნა	
I. ქიმიური განტოლებები	69
II. რეაქციები აირად მდგომარეობაში	109
III. ეკვივალენტი და მოლეკულური მასა	130
IV. ჟანგვა-აღდგენითი რეაქციები	150
V. ხსნარები.	165
VI. ნარევი	190
VII. ელექტროლიზი	239
VIII. ქიმიური წონასწორობა	249
IX. ქიმიური რეაქციების ენერგეტიკა	262
X. ამოცანები დამოუკიდებელი ამოხსნისათვის	269
პასუხები დამოუკიდებლად ამოსახსნელ ამოცანებზე	269
დანართები	271