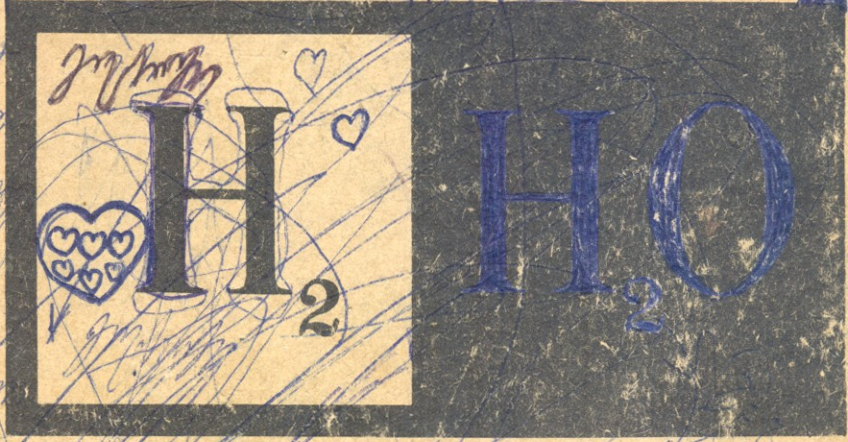


K 200197
3

საქართველო
საზღვაო მარაგის განყოფილება



78

საქართველო

ქიმიკა

თ. შ. ზოდაკოვი
ლ. ა. ეკუთხინი
კ. ა. გლორიოზოვი



K200 447
3

არაორგანული ქიმია

მე-7—8 კლასების სახელმძღვანელო

მეთვრამეტე გამოცემა

დამტკიცა სსრ კავშირის განათლების
მინისტრომ

პ ი რ ო ბ ი თ ი ნ ი შ ნ ე ბ ი

- — წესები
- ▲ — სავარჯიშოები და ამოცანები
- ? — კითხვები
- — საშინაო დავალებები

თარგმანი დაამტკიცა საქართველოს სსრ
განათლების სამინისტრომ

ე ი ნ რ ო გ ო რ უ ე ლ ი ს სა ხ ე ლ მ ძ ე ა ნ ე ლ ო ს

№	მოსწავლის სახელი და გვარი	სასწავლო წელი	წიგნის მდგომარეობა	
			წლის დასა- წყისში	წლის ბოლოს
	ჭოქრიხიძე თინათინ			

K 200447

X $\frac{4306021400-009}{M-602(08)-86}$ 43-87

- © Издательство «Просвещение», 1981 г.
- © Издательство «Просвещение», 1985 г.
- с изменениями
- © ქართული თარგმანი.
- განათლების მინისტროს „განათლება“, 1986 წ.
- წიგნით

საქართველოს
საგარეო ურთიერთ-
ობის მინისტროს
სამედიცინო განყოფილება

საქართველოს
საგარეო ურთიერთ-
ობის მინისტროს
სამედიცინო განყოფილება

ქიმიის საბაზი

ჩვენ უკვე დავიწყეთ ფიზიკისა და ბიოლოგიის შესწავლა. ახლა გავეცნობით ქიმიას. ქიმია ფიზიკისა და ბიოლოგიასთან ერთად მიეკუთვნება საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებს — მეცნიერებებს ბუნების შესახებ. რას შეისწავლის ქიმია?

გაზაფხულზე ნიადაგში ჩათესეს პატარა თესლი. ის ზაფხულის განმავლობაში აღმოცენდა და მცენარედ განვითარდა. მცენარე თითქოს ბუნებრივი „ფაბრიკა“, რომელშიც ნახშირორჟანგი, წყალი და ნიადაგიდან შეთვისებული სხვა ნივთიერებები გარდაიქმნება ცილებად, ცხიმებად, სახამებლად, შაქრად, ვიტამინებად. ბოტანიკა ვერ ხსნის მცენარის უჯრედებში ნივთიერებების ამ განსაცვიფრებელ გარდაქმნებს. ამ ამოცანას ქიმია იკვლევს.

ქიმია შეისწავლის ნივთიერებებსა და მათ ურთიერთგარდაქმნებს, მცენარეთა და ცხოველთა სამყარო გვაწვდის ჩვენი არსებობისათვის აუცილებელს — საკვებს. ადრე ტანსაცმელსა და ფეხსაცმელს ამზადებდნენ მხოლოდ ბუნებრივი მასალებიდან — მცენარეული ბოჭკოებისაგან, მატყლისა და ცხოველთა ტყავისაგან. ამჟამად კი სულ უფრო დიდ როლდენობით ნაწარმი მიიღება კაპრონის, ნაილონისა და სხვა ხელოვნური მასალებისაგან. ბუნებაში ასეთი მასალები არ მოიპოვება. ისინი გამოიშუშავდება ქიმიურ ქარხნებში ნავთობის, ქვანახშირისა და ბუნებრივი აირებისაგან.

ყველაფერი ეს ქიმიამ გვასწავლა. ერთი ნივთიერების მეორე ნივთიერებად გარდაქმნის კანონების აღმოჩენა საშუალებას იძლევა გავითვალისწინოთ და ავხსნათ ეს პროცესები, ვმართოთ ისინი და გამოვიყენოთ ჩვენთვის აუცილებელი პროდუქტების წარმოებისათვის. ქიმიის შესწავლისას სულ უფრო ფართოდ გადაიშლება ჩვენს წინაშე მისი ამოცანები.

ქიმიას დიდი მნიშვნელობა აქვს საზოგადოების ცხოვრებაში. წინა ვიერთ კვების პროდუქტს ჯერჯერობით მზა სახით ვღებულობთ ბუნებიდან, მაგრამ სოფლის მეურნეობა მაინც ვერ დააკმაყოფილებდა მოსახლეობის მოთხოვნილებებს კვების პროდუქტებზე ქიმიურ მრეწ-

ველობის დახმარების გარეშე; ქიმიური მრეწველობა ამარაგებს სოფლის მეურნეობას მინერალური სასუქებით. ქიმიის მონაწილეობის გარეშე შეუძლებელი იქნებოდა ტექნიკის ისეთი მონაპოვარი, როგორცაა შიგაატომური ენერჯის ათვისება და კოსმოსში საპლანეტათშორისო გაფრენები.

საბჭოთა კავშირის კომუნისტური პარტიის პროგრამაში ჩაწერილია: „ერთ-ერთი უაღრესად დიდი ამოცანაა — ყველა ღონისძიებით განვაფითაროთ ქიმიური მრეწველობა, სახალხო მეურნეობის ყველა დარგში სრულად გამოვიყენოთ მიღწევები თანამედროვე ქიმიისა, რომელიც უაღრესად აფართოებს სახალხო სიმდიდრეს, ზრდის წარმოების ახალი, უფრო სრულყოფილი და იაფი საშუალებებისა და სახალხო მოხმარების საგნების გამოშვების შესაძლებლობებს“.

ნივთიერებების გარდაქმნას ყოველთვის თან ახლავს ფიზიკური მოვლენები: სითბოს გამოყოფა ან შთანთქმა, სხივური ენერჯის გამოსხივება და შთანთქმა, ნივთიერებათა მდგომარეობის შეცვლა. ამიტომ ქიმიკოსები თავიანთ გამოკვლევებში ემყარებიან გამოკვლევის ფიზიკურ მეთოდებსა და ფიზიკურ თეორიებს. თავის მხრივ ბიოლოგიური პროცესები მჭიდრო კავშირშია ნივთიერებათა გარდაქმნებთან, რომლებიც მიმდინარეობს ცოცხალ ორგანიზმებში. ამიტომ ქიმია — გამოკვლევის ქიმიური მეთოდები და ქიმიის თეორიები — დიდ დახმარებას უწევენ ბიოლოგიურ მეცნიერებებს და მედიცინას მათი პრობლემების გადაჭრის საქმეში. ქიმიის ცოდნა სულ უფრო აუცილებელი ხდება შემოქმედებითი შრომისათვის ნებისმიერ დარგში, რომელსაც კი აირჩევთ სკოლის დამთავრების შემდეგ.

ამრიგად, ვიწყებთ ჩვენთვის ახალი მეცნიერების პირველი ფურცლების განხილვას.

§ 1. ნივთიერება

ორგვლივ მიმოვიხედოთ. თვითონ ჩვენ, ყველაფერი, რაც ჩვენს გარშემოა — ცოცხალი და არაცოცხალი ბუნება, და ყველაფერი, რაც აღდამიანის ზეგნით არის შექმნილი, — ნივთიერებებისაგან შედგება. ფიზიკის კურსიდან გაიხსენეთ, რა განსხვავებაა ნივთიერებასა და სხეულს შორის. გვაქვს ორი სხვადასხვა საგანი ანუ სხეული: ლურსმანი და ნალი, ისინი დამზადებულია ერთი და იგივე ნივთიერებისაგან — რკინისაგან. ალუმინის მავთულის ნაჭერი და ალუმინის ქვაბიც — სხვადასხვა სხეულებია, მაგრამ დამზადებულია ერთი და იგივე ნივთიერებისაგან — ალუმინისაგან.

რკინა, ალუმინი, სპილენძი, წყალი, შაქარი, ყანგბადი, ნახშირორქანი, სახამებელი, ცილები — ნივთიერებებია.

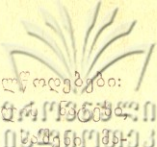
ამჟამად ცნობილია სამ მილიონზე მეტი ნივთიერება, მაგრამ მათი
სია მუდმივად ივსება. ზოგიერთი ნივთიერება ბუნებაში გვხვდება, ზოგი-
მე, ზოგიც, კაპრონისა და ნაილონის მსგავსად, ხელოვნურად შეიქმნა.
თითოეული ნივთიერება შესწავლილია და თითოეულს აქვს თავისი
სახელწოდება. ნივთიერებები შეიძლება რაიმეთი ემსგავსებოდეს ერთ-
მანეთს, მაგრამ თითოეული მათგანი აუცილებლად რაიმეთი განსხვავ-
დება ყველა დანარჩენი ნივთიერებისაგან, თითოეულს აქვს თავისი ნიშ-
ნები, თავისი თვისებები.

ქიმიის ერთ-ერთი ამოცანაა ნივთიერებების აღწერა. პირველ ყოვ-
ლისა სწორედ ნივთიერებების აღწერა უნდა ისწავლოთ. ნივთიერე-
ბის აღწერა კი ნიშნავს მისი თვისებების ჩამოთვლას. მაგალითად, სუფ-
რის მარილს ასე აღვწერთ: უფერო ნივთიერებაა (დაქუცმაცებული სა-
ხით თეთრია), მლაშე გემო აქვს, მყიფეა, წყალხსნადია და ა. შ. ნივ-
თიერებების აღწერისას აღნიშნავენ მათ ისეთ თვისებებსაც, რომლებიც
შეიძლება გაიზომოს, მაგალითად, ლღობისა და დუღილის ტემპერატუ-
რები, სიმკვრივე და ა. შ. ნივთიერებათა თვისებებს მიეკუთვნება აგ-
რეთვე ორგანიზმზე მათი მოქმედება. ბევრი ნივთიერება მოშხამავია.
ამიტომ უცნობი ნივთიერებების გემოს გასინჯვა დაუშვებელია, შეიძ-
ლება მოიწამლოთ. ზოგიერთ ნივთიერებასთან შეხებაც კი არ შეიძლება,
ისინი კანს აზიანებენ.

ნივთიერებათა თვისებები თუ ვიცით, შეგვიძლია თითოეული მათ-
განი ჩვენს სასარგებლოდ გამოვიყენოთ. მაგალითად, ჩვენმა შორეულ-
მა წინაპრებმა შეაფასეს და გამოიყენეს მინერალ კაყის განსაკუთრე-
ბული თვისება — არაჩვეულებრივი სიმავრე — და მისგან დაამზადეს
თავდაცვისა და შრომის პირველი იარაღები.

ნივთიერებათა თვისებების ცოდნა იმისთვისაც არის საჭირო, რომ
ისინი მართებულად გამოვიყენოთ. მაგალითად, კაპრონისა და ნაილო-
ნის ნაკეთობების გაუთოება არ შეიძლება ძალიან გახურებული უთო-
თი, ვინაიდან ეს ნივთიერებები ადვილლობადია და გაუთოების დროს
შეიძლება გაღვდეს.

ნივთიერებათა თვისებების ცოდნა კიდევ იმისთვისაც საჭიროა, რომ
გამოვიცნოთ და განვასხვავოთ ისინი ერთმანეთისაგან. შემდგომ კი გა-
ვიგებთ, ნივთიერებების თვისებების შესწავლით როგორ გაირკვა მათი
შინაგანი აღნაგობის საიდუმლოება.



- 2 1. ცალ-ცალკე ამოიწერეთ ნივთიერებებისა და სხეულების სახელწოდებები:
- ა) ქვემოთ ჩამოთვლილთაგან: ქიქა, ყანგაბადი, გასაღები, ყინული, ვერცხლისწყალი, სანთელი, წყალი, რკინა; ბ) ჩამოთვლილ საღებოდან: კრამიტი, კირი, კერამიკული მიწები, თაბაშირი.
- 2) აღწერეთ თვისებები: ა) რკინის, ბ) წყლის, გ) ნახშირის. დ) ნახშირორჟანგისა:

ზეპირისტყვიერად აღწერეთ შაქარი იმ გეგმის მიხედვით, რომელიც მოტანილია მე-10 კვ-ზე. აღწერაში ჩაურთეთ ცდების შედეგები: გაარკვიეთ, ლღევა თუ არა შაქარი ასანთის ალში, იწეის თუ არა ის ჩვეულებრივ პირობებში. ამისათვის მასში აიღეთ შაქრის ნატეხი, შეიტანეთ ასანთის ალში ისე, რომ იგი რაიმე ლითონის ფირფიტის, მაგალითად კონსერვის კოლოფის სასურავის ზემოთ გვეკვიროს: ც ე ც ხ ლ ი ფ რ თ ხ ი ლ ა დ გ ა მ ო ი ყ ე ნ ე თ.

5. სუფთა ნივთიერებები და ნარევი

ყოველივეს შესწავლისას ისმის კითხვა: რისგან შედგება გამოსაკვლევი საგანი? მაგალითად, ცოცხალი ორგანიზმები შედგება ორგანოებისაგან, ორგანოები — ქსოვილებისაგან, ქსოვილები — უჯრედებისაგან. მაგრამ რისგან შედგება ნივთიერებები? ფიზიკის კურსიდან თქვენთვის უკვე ცნობილია, რომ ნივთიერებების დაუსრულებელი დაყოფა არ შეიძლება. ჯამში ჩასხმული წყალი თანდათან იმითმ ორთქლდება, რომ მისი ზედაპირიდან წყდება წყლის მოლეკულები და იფანტება სივრცეში. გამთბარ შენობაში შეტანილ ცივ საგნებზე ჩნდება წყლის წვეთები: ისინი წარმოიქმნება ჰაერში არსებული წყლის მოლეკულების დაგროვებით. ასე ხსნის მოძღვრება მოლეკულების შესახებ წყლის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან თვისებას — აქროლადობას.

წყლის უმცირესი ნაწილაკი — ეს არის წყლის მოლეკულა, შაქრის უმცირესი ნაწილაკი — ეს არის შაქრის მოლეკულა და ა. შ.

ნივთიერებებს შეიძლება ჰქონდეთ როგორც მოლეკულური, ისე ატომოლეკულური აღნაგობა. აიროვან და ორთქლისებრ მდგომარეობაში ყველა ნივთიერება მოლეკულებისაგან შედგება. მაგრამ კრისტალურ ნივთიერებებზე ამის თქმა არ შეიძლება. მაგალითად, კვარცის, ვრანტის, ქვიშის და სხვათა მყარი კრისტალების შემადგენელი ნაწილია სილიციუმის ატომები, რომლებიც ყანგაბადთან ქიმიურად არის შეერთებული. კვარცის კრისტალში მოლეკულები არ არის. მსხვილი და წვრილი კრისტალების მქონე მრავალი სხვა ნივთიერებაც არა-მოლეკულური აღნაგობისაა. მაგალითად, თქვენთვის ცნობილ კრისტალურ ნივთიერებებში — სუფრის მარილსა და სოდაში მოლეკულები არ არის.

თითოეული ნივთიერების ყველა მოლეკულა, მაგალითად, წყლის ყველა მოლეკულა ერთნაირია, მაგრამ განსხვავდება ნებისმიერი სხვა ნივთიერების მოლეკულებისაგან. ამიტომ სხვადასხვა ნივთიერებას სხვადასხვა თვისება აქვს, ხოლო ერთსა და იგივე ნივთიერებას — ერთნაირი თვისებები. მაგალითად, შაქარი სხვადასხვა მცენარისაგან მიიღება და იყიდება შაქრის ფხვნილის, ნატეხი შაქრისა და შაქრის პულდრის სახით. მაგრამ თითოეული მათგანი ერთი და იგივე ნივთიერებაა, ერთი და იგივე თვისებების მქონე შაქარია. თუ ერთნაირი მოცულობის მქონე სამ ჭიქა წყალში თანაბარი რაოდენობებით გავხსნით შაქრის ფხვნილს, ნატეხ შაქარს და შაქრის პულდრს, მივიღებთ ერთნაირი სიტკბოს მქონე ხსნარებს. ნივთიერებას ყოველთვის ერთი და იგივე თვისებები აქვს, თუ ის მინარეგებით არ არის გაჭუჭყიანებული ან მათ მეტად მცირე რაოდენობით შეიცავს. ასეთია გამოხდილი წყალი (მდინარის წყლისაგან განსხვავებით). ამიტომ გამოხდილ წყალს მსოფლიოში ყველგან ნორმალური ატმოსფერული წნევის დროს ($101,3$ კპა) აქვს დუღილის ერთი და იგივე ტემპერატურა (100°C), კრისტალიზაციის ერთი და იგივე ტემპერატურა (0°C), ერთი და იგივე სიმკვრივე (1 გ/სმ³ 4°C -ზე) და ა. შ. ბუნებრივი წყლების თვისებები კი ერთნაირი არ არის და დამოკიდებულია მათში გახსნილ მინარეგებზე.

ბრაქტიკაში სრულად სუფთა ნივთიერებებს არ ვხვდებით, და მათი ჩისუფთავის სხვადასხვა ხარისხით ვმაცყოფილდებით.

ახალ ტექნიკას სჭირდება ნივთიერებები, რომლებშიც გარეშე მინარეგების შექცევლობა ერთ მეგილიონედ პროცენტს არ აღემატება. ასეთ ნივთიერებებს ზესუფთა ნივთიერებები ეწოდება. ზესუფთა ნივთიერებების გარეშე შეუძლებელი იქნებოდა რადიოტექნიკის განვითარება, კოსმოსური ხომალდებისათვის მზის ენერჯის „მახვების“ — მზის ბატარეების დამზადება.

ცხოვრებაში უფრო ხშირად ვხვდებით ნივთიერებათა ნარეგებს. მაგალითად, ჰაერი, როგორც იცით, რამდენიმე ნივთიერების: ჟანგბადის, აზოტის, ნახშირორჟანგისა და სხვ. ნარეგია.

წყალში ცარცის ფხვნილის შენჯღრევისას ეღებულობთ მღვრიე სითხეს. ეს არის წყლისა და მასში შეტივტივებული ცარცის ნარევი, მისი ნაწილაკები შეუიარაღებელი თვალითაც ჩანს. თუმცა გარეგნული შესახედაობის მიხედვით ყოველთვის როდი შეიძლება გამოვიცნოთ ნარევი. მაგალითად, რძე ერთგვაროვან ნივთიერებად გვეჩვენ-

ნება, მაგრამ მიკროსკოპში ჩანს, რომ იგი შედგება სითხეში შეტივტივებული ცხიმის წვეთებისაგან, მაშასადამე, რძე ნივთიერებათა ნარევია.

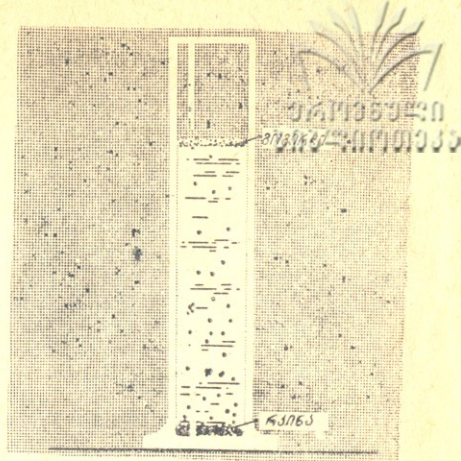
ნარევების განსაკუთრებული სახეა ხსნარები. წყალში შაქრის შენჯღრევისას მღვრიე სითხის ნაცვლად მივიღებთ შაქრის გამჭვირვალე წყალხსნარს. მასში შაქრის დანახვა არათუ შეუიარაღებელი თვალით, არამედ ყველაზე ძლიერი მიკროსკოპითაც შეუძლებელია. მაგრამ ხსნარში შაქრის აღმოჩენა ადვილად ხერხდება, თუ გავსინჯავთ ხსნარის გემოს ანდა სუფ-

თა მინის ფირფიტაზე მოვათავსებთ ხსნარის ერთ წვეთს და ამოვაშრობთ. შაქარი თეთრი კრისტალების სახით მინის ფირფიტაზე დარჩება.

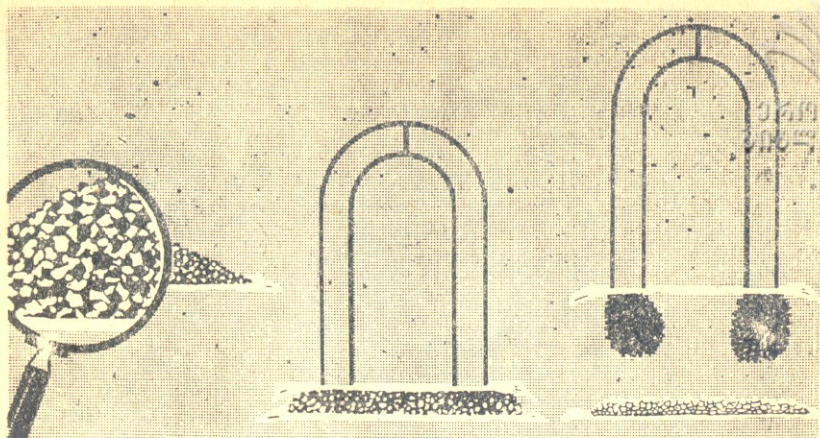
შაქარი წყალში გახსნის დროს ქუცმაცდება მოლეკულებად, რომლებიც წყლის მოლეკულებს შორის ნაწილდება.

ნივთიერებას ვიდრე შევისწავლიდეთ და აღეწერდეთ, ცხადია, საჭიროა ნარევიდან მისი გამოყოფა და მინარევებისაგან გასუფთავება.

ყოველდღიური დაკვირვებებიდან ვასკვნით, რომ ნარევებში ცალკეული ნივთიერებები თავის თვისებებს ინარჩუნებენ. ეს შეიძლება ცდით შევამოწმოთ. გვაქვს წვრილკრისტალური ორი ფხვნილი: ნაცრისფერი და ყვითელი. ნაცრისფერი ფხვნილი წყალში იძირება, მაგნიტით მიიზიდება და მის პოლუსებზე გირლანდებად ჩამოეკიდება, — ეს დაქუცმაცებული რკინაა. ყვითელ ფხვნილს მაგნიტი არ იზიდავს, წყალში შენჯღრევისას იგი მის ზედაპირზე ტივტივებს, ვინაიდან არ სველდება — ეს გოგირდია. ორივე ნივთიერების შერევით მივიღებთ მონაცრისფრო-ყვითელ ნარევს. ამ ნარევის მცირე ნაწილი წყალში მოვათავსოთ და შევანჯღრიოთ. გოგირდი და რკინა განცალკევდება: გოგირდის ნაწილაკები ამოტივტივდება და წყლის ზედაპირზე დაგროვდება, რკინის ნაწილაკები კი ჩაიძირება და დაგროვდება ფსკერზე (სურ. 1, ა). ნარევის ნარჩენი ქაღალდზე დავყაროთ, ქაღალდის მეორე ფურ-



სურ. 1. რკინისა და გოგირდის დაყოფა: ა — წყლით,

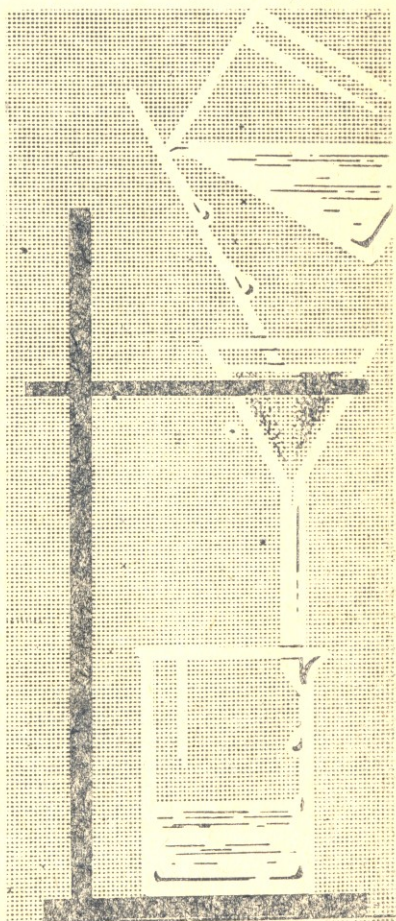


სურ. 2. ფილტვრა.

ბ — მაგნიტით.

ცელი დაფაროთ და მას მაგნიტი მივუახლოვოთ, რკინა და გოგირდი ამ შემთხვევაშიც დაიყოფა. რკინის ნაწილაკებს (დაფარებული ქალაქის ქვეშ) მაგნიტი მიიზიდავს, ხოლო გოგირდი ქალაქზე დარჩება (სურ. 1. ბ). ჩვენ დავრწმუნდით, რომ გოგირდი (რომელიც წყალში არ სველდება) და რკინა (რომელიც მაგნიტით მიიზიდება) ნარევი თავის თვისებებს ინარჩუნებენ. სწორედ ამით ვისარგებლებთ ნარევის დასაყოფად, — მისგან ცალკეული ნივთიერებების გამოსაყოფად.

? 1. მითითებული ნიშნებიდან — ფორმა, დუღილის ტემპერატურა; ზომა, მასა — რომელი შეიძლება აღინიშნოს და რომელი არა: ა) ნივთიერების, ბ) მოლეკულის აღწერის დროს?



2. ბუნებისმცოდნეობისა და ბოტანიკის კურსიდან თქვენთვის ცნობილი ნარევების დაყოფის შემდეგი ხერხები: დალექვა, ფილტვრა (სურ. 2), აორთქლება. როდის იყენებენ თითოეულ ამ ხერხს? მოიყვანეთ მაგალითები.
3. რძის შემადგენელი ნაწილების თვისებების რა განსხვავებით დალექვით ნაღების მიღებისას?
4. რით აიხსნება, რომ გამოხდილ წყალს ყველა ქვეყანაში ერთნაირი თვისებები აქვს, ხოლო სხვადასხვა მდინარის წყალი სავსებით ერთნაირი თვისებებით არ ხასიათდება?
5. რატომ არის უაზრო ასეთი გამოთქმები: „გრანიტის მოლეკულა“, „რძის მოლეკულა“, „ჰაერის მოლეკულა“?
6. რა არის შაქრის ხსნარი მოლეკულური მოძღვრების თვალსაზრისით? შეიძლება თუ არა ხსნარიდან გაფილტვრით გამოვყოთ შაქარი?
7. ჩამოთვლილიდან ცალ-ცალკე ამოიწერეთ ნივთიერებებისა და ნარევების სახელწოდებები: შაქარი, ნიადაგი, ჟანგბადი, ჰაერი, რძე, ალუმინი, გრანიტი.
8. რა მასალებისაგან ამზადებენ ფილტრებს?

დაამტკიცეთ სასმელ წყალში გახსნილი მყარი ნივთიერებების არსებობა.

§ 3. ფიზიკური მოვლენები

ადამიანი და ყველაფერი, რაც მის გარშემოა — ცოცხალი და არაცოცხალი ბუნება, — განუწყვეტლივ იცვლება. ნივთიერებებშიც ხდება სხვადასხვაგვარი ცვლილებები ანუ მოვლენები. ნივთიერება შეიძლება გავაფხვიეროთ, გავაღლოთ, გავხსნათ და ხელახლა გამოვყოთ ხსნარიდან. ამ დროს ის იმავე ნივთიერებად რჩება.

მაგალითად, შაქრის ნატეხი როდინში შეიძლება ისე გავაფხვიეროთ, რომ თღნავ სულის შებერვით ჰაერში მტვერვით გაიფანტოს. შაქრის ნამცეცების დანახვა მხოლოდ მიკროსკოპით შეიძლება. შაქრის ნატეხს კიდევ უფრო მცირე ნაწილაკებად ვაქუცმაცებთ, ჩაქუჩისა და როდინის გამოყენების გარეშე, უბრალოდ მისი წყალში გახსნით. თუ შაქრის ხსნარს აორთქლებით მოვაცილებთ წყალს, მაშინ შაქრის მოლეკულები ერთმანეთს ხელახლა შეუერთდება კრისტალებად. დაქუცმაცებისას და წყალში გახსნისას შაქარი შაქრადვე რჩება.

აორთქლების დროს წყალი ორთქლად იქცევა. წყლის ორთქლი — ეს არის წყალი აიროვან მდგომარეობაში. გაცივებისას წყალი ყინულად გარდაიქმნება. ყინული — წყალია მყარ მდგომარეობაში. წყლის უმცირესი ნაწილაკი წყლის მოლეკულაა. ყინულისა და წყლის ორთქლის უმცირესი ნაწილაკიც აგრეთვე წყლის მოლეკულაა. თხევადი წყალი, ყინული და წყლის ორთქლი სხვადასხვა ნივთიერება კი არ

არის, არამედ ერთი და იგივე ნივთიერებაა (წყალი) სხვადასხვა აგრე-
გატულ მდგომარეობაში.

წყლის მსგავსად სხვა ნივთიერებებიც შეიძლება გადავიყვანოთ
ერთი აგრეგატული მდგომარეობიდან მეორეში.

ნებისმიერი ლითონი შეიძლება არათუ გავაღლოთ, ე. ი. გადავიყ-
ვანოთ თხევად მდგომარეობაში, არამედ გარდავიქმნათ აირად. მზის გარე
გარსში, სადაც ტემპერატურა 6000°C აღწევს, ლითონები აიროვან
მდგომარეობაშია. პირიქით, ნებისმიერი აირი გაცივებით შეიძლება გა-
დავიყვანოთ თხევად და მყარ მდგომარეობაში, მაგალითად, ნახშირორ-
ჟანგი — „მშრალ ყინულად“ ვაქცივთ.

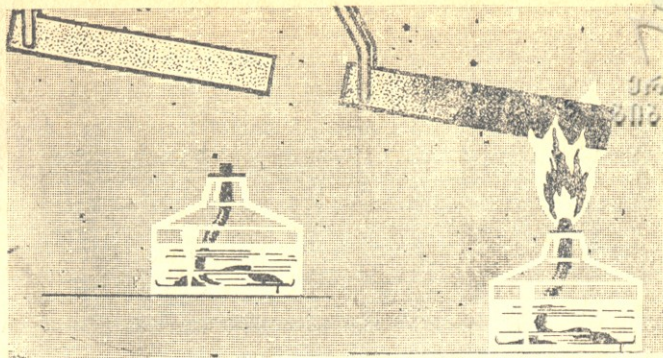
ამ მოვლენების დროს ახალი ნივთიერებები არ წარმოიქმნება.
როგორც თქვენთვის ფიზიკის კურსიდანაა ცნობილი, მოვლენებს, რო-
მელთა დროს არ ხდება ერთი ნივთიერების მეორე ნივთიერებად გარ-
დაქმნა, ფიზიკური მოვლენები ეწოდება.

- ?
1. მიეკუთვნება თუ არა ფიზიკურ მოვლენებს: ა) ღრუბლების წარმოქმნა,
ბ) ფოლტერა, გ) კრისტალიზაცია, დ) აორთქლება? რატომ?
 2. რომელ ფიზიკურ მოვლენებს დაკვირვებისათ: ა) შინ, ბ) სკოლის სახე-
ლოსნოში, გ) ბუნებაში?
 3. შეადგინეთ სუფრის მარილისა და მდინარის ქვიშის ნარევის დაყოფის გეგ-
მა, აღნიშნეთ, რა ხდება ნარევი თქვენი გეგმის თითოეული პუნქტის შეს-
რულებისას.
 4. რა ხერხები შეიძლება გამოიყენოთ შემდეგი ნარევების დაყოფისათ: ა) რკი-
ნისა და სპილენძის ნაქლიბების, ბ) ცარცისა და შაქრის, გ) მცენარეული
ზეთისა და წყლის.
 5. როგორ გამოიყენოთ სუფრის მარილი მისი წყალხნარიდან? თითოეულ შემ-
თხვევაში აღნიშნეთ, ნარევის შემადგენელი ნივთიერებების რა თვისებებს ემ-
ყარება მათგან ერთ-ერთის გამოყოფა.

§ 4. ძინიური მოვლენები

ახლა განვიხილოთ მოვლენები, რომლებიც განსხვავდება ფიზიკური
მოვლენებისაგან.

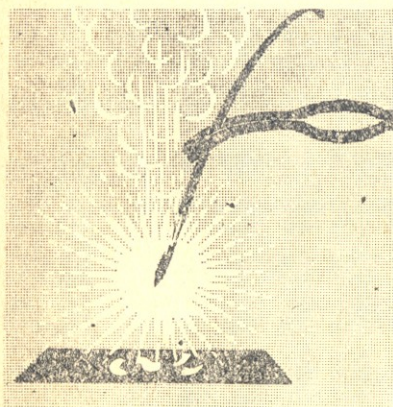
სპილენძის ფირფიტა, თუ მას ძლიერ გავახურობთ ჰაერზე, კარგავს
ბზინვას, იფარება შავი ფერის ნაფიფქით, რომელიც შეიძლება აღვი-
ლად მოიფხიკოს (სურ. 3). ამის მრავალჯერ გამეორებით, სპილენძი
შეიძლება მთლიანად გარდავიქმნათ შავ ფხვნილად — სპილენძის ხენ-



სურ. 3. სპილენძის გავარგარება ჰაერზე.

ჯად ანუ სპილენძის ოქსიდად. ეს ახალი თვისებების მქონე, ახალი ნივთიერებაა, გაცივებისას ეს სპილენძად არ გარდაიქმნება.

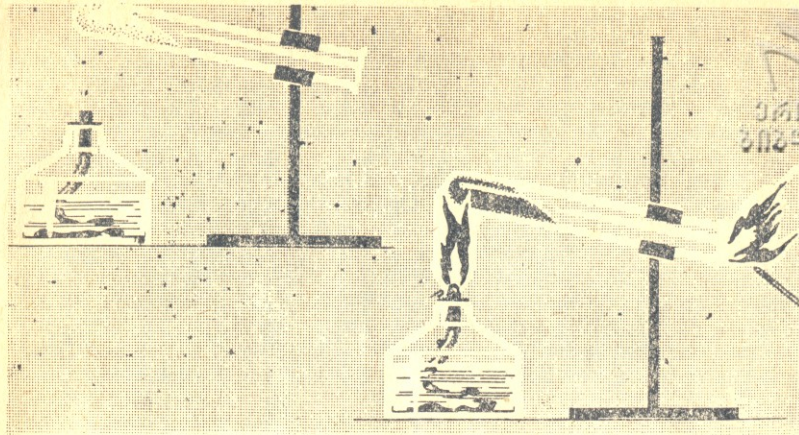
ლითონ მაგნიუმის ლენტი, თუ მას ცეცხლს მიუჯუკიდებთ (სურ. 4), თვალისმომკრელი სინათლით იწვის. მიიღება თეთრი ფერის ახალი ნივთიერება — მაგნიუმის ოქსიდი.



სურ. 4. მაგნიუმის წვა.

ავიღოთ მინის მილი და ამონასუნთქი ჰაერი ჩავბეროთ კირის ხსნარში — კირიან წყალში (გაიხსენეთ პუნებისმცოდნეობის გაკვეთილები). სითხე აიძვრევა, ვინაიდან მასში ცარცის მსგავსი თეთრი ფხვნილი წარმოიქმნება. ფხვნილი თანდათან ილექება ჭურჭლის ფსკერზე. ეს ნალექი ახალი ნივთიერებაა, იგი წარმოიქმნა წყალში გახსნილი კირისა და ნახშირორჟანგისაგან. რომელიც ჩვენს ამონასუნთქ ჰაერში იყო.

სინჯარაში გავახუროთ შაქარი (სურ. 5). ის ჯერ ლღვება (ფიზიკური მოვლენა), ხოლო შემდეგ გამუქებას იწყებს, წარმოიქმნება მწვავე სუნი, ნაღობიდან ამოდის ორთქლი, რომელიც სინჯარის ცივ კედლებზე წვეთების სახით ილექება. ეს წყალია (თუმცა შაქარი სრულიად მშრალი იყო). ბოლოს შაქარი გარდაიქმნება უგემო, უღობ, წყალში უხსნად შავ ნივთიერებად. ეს ნახშირია. შაქარი დაიშალა ახალ ნივთიერებებად, მათ შორის წყლად და ნახშირად, რომლებიც სრულიად არ ჰკავს შაქარს.



სურ. 5. შაქრის დაშლა გახურებით.

როდესაც მერქანი იწვის, გვეჩვენება, რომ მისი შემადგენელი ნივთიერებები უკვალოდ ქრება. მაგრამ ეს ასე არ არის. ანთებული ასანთი შევიტანოთ გადმოპირქვავებულ ჭიქაში — ჭიქის შიგა კედლები დაინამება, მინაზე წყლის წვეთები დაილექება. ჭიქაში ჩავასხათ კირიანი წყალი, მინის საფარი დავაფაროთ და შევანჯღრიოთ. კირიანი წყალი ამღვრევა. ჩვენთვის ცნობილია, რომ ასეთი თვისება — კირიანი წყლის ამღვრევა — ნახშირორჟანგს ახასიათებს. ამრიგად, მერქანი დაწვისას უკვალოდ კი არ ქრება, არამედ ვარდაიქმნება წყლად და ნახშირორჟანგად.

რა არის საერთო აღწერილ მოვლენებში? ყველა შემთხვევაში საწყისი ნივთიერებებიდან წარმოიქმნება ახალი ნივთიერებები. ჩვენს მიერ განხილული ყველა მოვლენა ქიმიურ მოვლენებს მიეკუთვნება.

● ქიმიური მოვლენები ეწოდება ისეთ მოვლენებს, რომელთა დროს ერთი ნივთიერებისაგან წარმოიქმნება მეორე ნივთიერება. ქიმიურ მოვლენებს სხვანაირად ქიმიური რეაქციები ეწოდება.

- 1: აღწერეთ ქიმიური რეაქციები: ა) ნახშირორჟანგსა და კირის ხსნარს შორის, ბ) მერქნის წვის, ვ) შაქრის დაშლის, დ) სპილენძის გავარგარებისას.
- 2: ქვემოთ დასახელებული მოვლენებიდან რომლები მიეკუთვნება ქიმიურ მოვლენებს და რატომ: ა) ლითონის ქედვა; ბ) გადახურებულ ტაფაზე საკმლის მიწვა, გ) მურაბის დაშლა, დ) რძის შეშვება, ე) ქათმის კვერცხის აყროლება, ვ) თოვლის ფიფქის წარმოქმნა, ზ) სპირტის აორთქლება, თ) სპირტის წვა?

რა გარეგნული ნიშნებით განვასხვავებთ ერთმანეთისაგან ქიმიურ და ფიზიკურ მოვლენებს?

ქიმიური რეაქციების დროს ერთი სახის ნივთიერებები ქრება და სხვა სახის ნივთიერებები წარმოიქმნება. პირველთა ნიშნების გაქრობისა და მეორე სახის ნივთიერებათა ნიშნების წარმოქმნის მიხედვით ვასკვნით, რომ მოხდა ქიმიური რეაქცია.

სპილენძის ფირფიტის გავარვარების დროს მის ზედაპირზე ჩნდება შავი ნაფიფქი; კირიან წყალში ნახშირორჟანგის ჩაბერვის დროს წარმოიქმნებოდა თეთრი ნალექი; მერკურის წვისას ჰურჭლის ცივ კედლებზე ჩნდებოდა წყლის წვეთები, მაგნიუმის წვის დროს მიიღებოდა თეთრი ფხვნილი.

შეფერილობისა და სუნის შეცვლა, ნალექის წარმოქმნა, აირის გაჩენა, ენერჯის გამოყოფა ან შეთანქმა — ქიმიური რეაქციების ნიშნებია.

ქიმიური რეაქციების განხილვის დროს ყურადღებას ვაქცევდით არა მარტო იმას, თუ როგორ მიმდინარეობდა ისინი, არამედ რეაქციის დაწყებისა და მიმდინარეობისათვის აუცილებელ პირობებსაც.

რა უნდა გაკეთდეს იმისათვის, რომ ქიმიური რეაქცია დაიწყოს?

ქიმიური რეაქციის დაწყებისათვის უწინარეს ყოვლისა აუცილებელია მორეაგირე ნივთიერებების ურთიერთშეხება. რაც უფრო დაქუცმაცებულია ნივთიერებები, რაც უფრო დიდია მათი შეხების ზედაპირი, მით უფრო სწრაფად მიმდინარეობს მათ შორის რეაქცია. შაქრის ნატეხის ანთება ძნელია, ხოლო წვრილად დაქუცმაცებული შაქარი ჰაერზე მყისიერად, აფეთქებით იწვის.

უწვრილეს ნაწილაკებად ნივთიერებების დაქუცმაცება შეიძლება გახსნის საშუალებით. ამიტომ საწყისი ნივთიერებების წინასწარი გახსნა აადვილებს ნივთიერებათა შორის ქიმიური რეაქციების ჩატარებას.

ზოგ შემთხვევაში რეაქცია რომ მოხდეს, საკმარისია ნივთიერებათა შეხება, მაგალითად, რკინისა ტენიან ჰაერთან. მაგრამ ხშირად ნივთიერებათა მხოლოდ შეხება არ არის საკმარისი.

მაგალითად, სპილენძი არ შედის რეაქციაში ჰაერის ჟანგბადთან დაბალი ტემპერატურის — 20 — 25°C დროს. სპილენძისა და ჟანგბადის შეერთების რეაქციის დაწყებისათვის დაგვჭირდა მათი გახურება.

ქიმიური რეაქციის დაწყებასა და მიმდინარეობაზე გახურება სხვადასხვაგვარად მოქმედებს. ზოგიერთი რეაქციისათვის საჭიროა უწყვეტი გახურება. გახურების შეწყვეტისთანავე ქიმიური რეაქცია შეწყდება. ჩვენ ეს შაქრის დაშლის მაგალითზე შევნიშნეთ.

სხვა შემთხვევაში გახურება საჭიროა მხოლოდ რეაქციის დაწყებისათვის, ის თითქოს ბიძგს იძლევა, ხოლო შემდეგ რეაქცია თავისთავად მიმდინარეობს. ასე ხდებოდა მაგნიუმის, მერკურისა და სხვა მეტალების ნივთიერებების წვის დროს.

?

1. როგორი ნიშნები აქვს შემდეგ რეაქციებს: ა) რკინის უანგვას, ბ) სანთლის წვას, გ) შაქრის დაშლას?

▲ 2. ჩამოთვალეთ პირობები, რომლებიც ხელს უწყობს ქიმიური რეაქციების დაწყებასა და სწრაფ მიმდინარეობას.

3. რა შემთხვევებშია გახურება საჭირო მხოლოდ იმისათვის, რომ რეაქცია დაიწყოს?

4. ა) როგორ დაეაქტუმატო შაქრის ნატეხი მოლეკულებად, ბ) როგორ დავშალოთ შაქრის მოლეკულები?

§ 8. ქიმიური რეაქციები ჩვენს ირგვლივ

ხელახლა მიმოვიხედოთ ირგვლივ. მრავალი მასალა, რომელთაგანაცაა დამზადებული ჩვენს ირგვლივ არსებული ნივთები, ბუნებაში მზასახით კი არ მოიპოვება, არამედ ქარხნებშია დამზადებული ქიმიური რეაქციების მეშვეობით (სურ. 6).

ქიმიურ რეაქციებს ყველგან ვხვდებით. ქიმიური რეაქციები მუდმივად მიმდინარეობს ჩვენს ორგანიზმში.

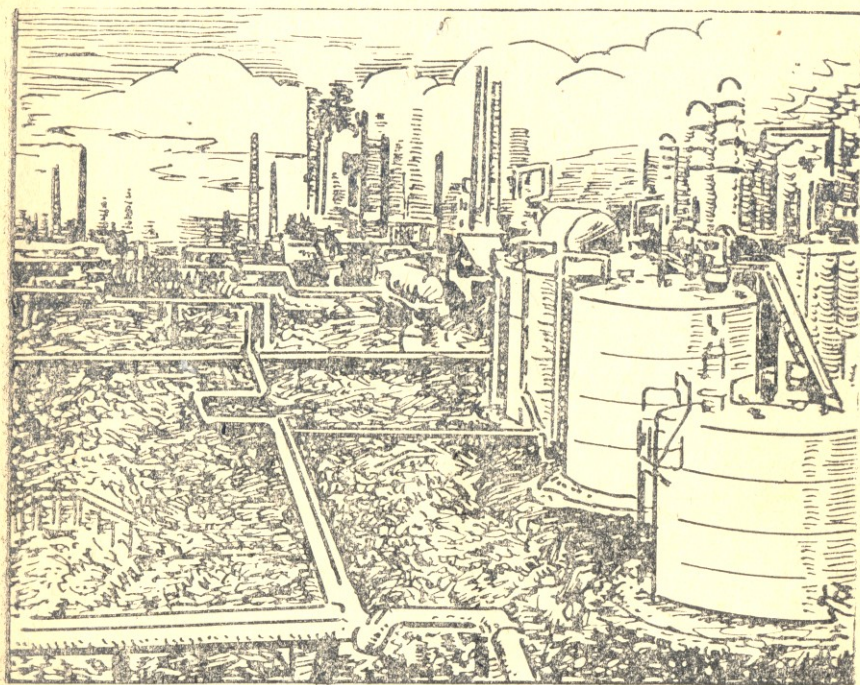
ქიმიური რეაქციების დროს გამოყოფილი ენერგია ფართოდ გამოიყენება ყოფა-ცხოვრებაშიც, წარმოებაშიც და კოსმოსური ხომალდების გაშვების დროსაც. „ფართოდ გაუშლია ქიმიას თავისი ხელები ადამიანთა საქმიანობაში. რასაც შეგხვდავთ, საითაც მიმოვიხედავთ, ჩვენს მზერას ყველგან წარმოუდგება მისი გულმოდგინების მიღწევები“ (მ. ვ. ლომონოსოვი).

ქიმიურ მოვლენებს ადამიანი გაეცნო გაცილებით ადრე, ვიდრე მათ შესახებ მეცნიერება წარმოიშობოდა. წვის რეაქციის აღმოჩენა კაცობრიობას დაეხმარა გადაეტანა დედამიწის დიდი გამყინვარების პერიოდი (ყინულოვანი პერიოდი). მადნებიდან ლითონთა გამოდნობის აღმოჩენამ ადამიანს ქვის ნაცვლად მისცა შეუცვლელი მასალები თავდაცვისა და შრომის იარაღების დასამზადებლად. გაიხსენეთ საშუალო საუკუნეების ისტორიის კურსიდან, თუ რა მნიშვნელობა ჰქონდა დენტის აღმოჩენას სამხედრო საქმის განვითარებისათვის. რელიგიის მსახურები ქიმიური რეაქციების საიდუმლოებას იყენებდნენ დაბეჩაყებულ ხალხში სასწაულების, რელიგიური მითებისა და ზებუნებრივი ძალების რწმენის განმტკიცებისათვის.

მეცნიერებამ ახსნა ქიმიური რეაქციები და მათი მართვაც შეგვასწავლა.

ქიმიური რეაქციების არსია ერთი სახის ნივთიერებების გარდაქმნა სხვა ნივთიერებებად. რომ გავიგოთ, თუ როგორ ხდება ეს, ფიზიკის კურსიდან უნდა გავიხსენოთ, რომ ნივთიერებები შედგება ატომებისაგან.

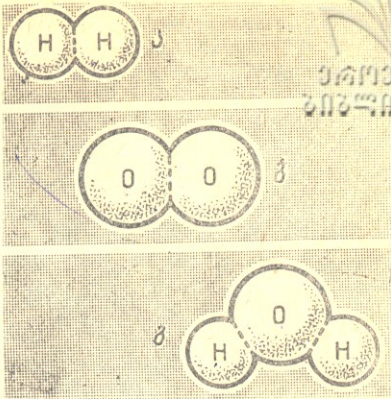
როგორც მიკროსკოპის გამოგონების შემდეგ გახდა შესაძლებელი მიკრობებზე დაკვირვება, ასევე უფრო მეტად გამაღიანებელი ხელსაწყოების გამოგონებით ხერხდება ატომებზე დაკვირვება და ატომებისა და მოლეკულების ფოტოსურათების გადაღებაც კი. ასეთ ფოტოსურათებზე ატომები ჩანს განთხეული ლაქების სახით, ხოლო მოლეკულები — ასეთი ლაქების შერწყმათა სახით.



სურ. 6. თანამედროვე ქიმიური ქარხნის ხედი.

არსებობს ატომების სახეობათა განსაზღვრული რიცხვი. ატომები ერთმანეთს შეიძლება სხვადასხვანაირად შეუერთდეს. როგორც ანბანის ასოების განლაგებით წარმოიქმნება ასეულ ათასობით სხვადასხვა სიტყვა, ასევე ერთი და იგივე ატომებისაგან წარმოიქმნება სხვა-

დასხვა ნივთიერების მოლეკულე-
ბი ან კრისტალები. მაგალითად.
ცნობილია რამდენიმე ნივთიერე-
ბა, რომლებიც მხოლოდ ორი
სახის ატომებისაგან — ჟანგბადი-
სა და წყალბადის ატომებისაგან
არის წარმოქმნილი. ასეთ ნივ-
თიერებებს მიეკუთვნება წყალი,
წყალბადი და ჟანგბადი, რომელ-
თა მოლეკულების სქემები გა-
მოსახულია მე-7 სურათზე.

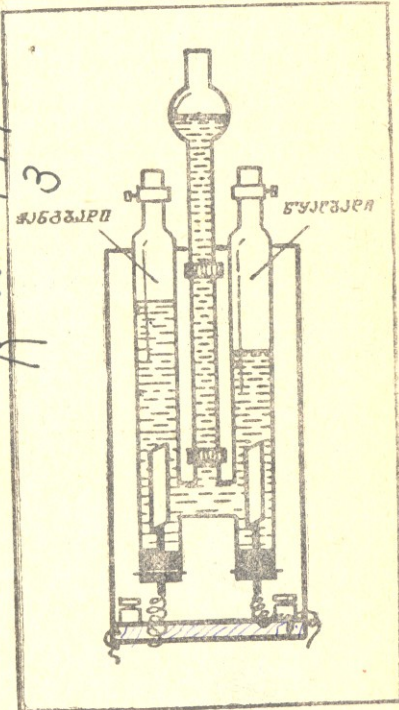


სურ. 7. წყალბადის (ა), ჟანგბადისა (ბ) და
წყლის (გ) მოლეკულების სქემა.

წყლის მოლეკულა შედგება
სამი, ერთმანეთთან დაკავშირე-
ბული ნაწილაკისაგან. სწორედ
ეს არის ატომები. ჟანგბა-
დის ატომთან (ქიმიური ჟან-
გბადის ატომი აღინიშნება O
ასოთი) მიერთებულია წყალბა-
დის ორი ატომი (ისინი აღინიშ-
ნება H ასოთი). ჟანგბადის მო-
ლეკულა შედგება ჟანგბადის ორი
ატომისაგან, წყალბადის მოლე-
კულა — წყალბადის ორი ატომი-
საგან.

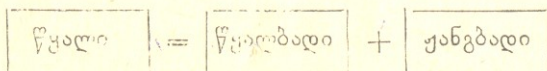
რა ზემარტება მოლეკულებსა და
ატომებს ქიმიური რეაქციების
დროს? ამ კითხვაზე პასუხისათ-
ვის უფრო დაწვრილებით შევის-
წავლოთ ერთ-ერთი რეაქცია —
წყლის დაშლა.

წყალი მტკიცე ნივთიერებაა, ის
იშლება მხოლოდ ძალიან მაღალ
ტემპერატურაზე ან ელექტრული
დენის გატარებისას. ამ დროს ჩნდე-
ბა აირის ბუშტულები. თუ აირს
შევაგროვებთ და გამოვიკვლევთ,
მაშინ შეიძლება დავადგინოთ, რომ ეს არის ორი აირის ნარევი. აირები
შეიძლება ცალ-ცალკე შევაგროვოთ. ამისათვის წყალში ჩაუშუშავთ ლითონ-



სურ. 8. ხელსაწყო წყლის
ელექტროლიზისათვის.

ნის ორი ფირფიტა, რომლებიც მიერთებულია მუდმივი დენის წყაროსთან და ჩავრთოთ დენი. თუ ელექტრული დენით წყლის დასაშლელ ხელსაწყოში ფირფიტებს მოვაქცევთ მილებში, მაშინ შევძლებთ აირების შეგროვებას (სურ. 8). ერთ-ერთ მილში დაგროვდება ორჯერ მეტი მოცულობის აირი, ვიდრე მეორეში. ანთებული კვარის მიახლოებისას იმ მილის პირთან, რომელშიც მეტი აირი შეგროვდა, შევნიშნავთ, რომ აირს ცეცხლი მოეკიდება. ეს არის წვადი აირი — წყალბადი. მეორე მილის პირთან, რომელშიც ნაკლები აირი შეგროვდა, ანთებულის ნაცვლად მბუუტავ კვარს თუ მივუახლოვებთ, იგი აფეთქდება. როგორც ჩვენთვის ცნობილია, მბუუტავი კვარის აალება ხდება ჟანგბადში. მაშასადამე მეორე აირი ჟანგბადია. წყლი, დაშლა წყალბადად და ჟანგბადად შეიძლება გამოვსახოთ სქენით:

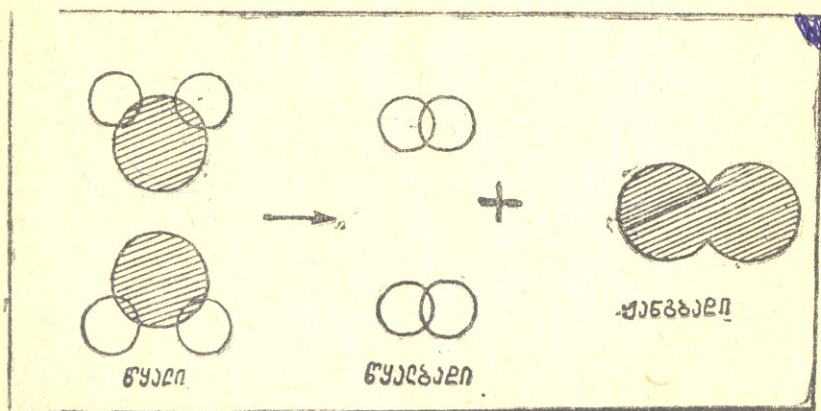


რა მოხდის წყლის მოლეკულებს დაშლის რეაქციის დროს?

ეს რეაქცია შეიძლება წარმოვიდგინოთ ისე, როგორც ეს სქემატურად მოცემულია მე-9 სურათზე.

წყლის თითოეული მოლეკულა იშლება წყალბადის ორ ატომად და ჟანგბადის ერთ ატომად. წყლის ორი მოლეკულა კი წარმოქმნის წყალბადისა და ჟანგბადის ორჯერ მეტ ატომებს. ერთნაირი ატომები წყვილ-წყვილად შეკავშირდებიან ახალი ნივთიერებების — წყალბადისა და ჟანგბადის მოლეკულებად. ამრიგად, მოლეკულები იშლება, ატომები კი არ იცვლება.

ამრიგად, ატომები ნივთიერების ქიმიურად განუყოფელი ნაწილაკებია.



სურ. 9. წყლის დაშლის რეაქციის სქემა.



აქედან წარმოდგა სიტყვა „ატომი“, რაც ძველბერძნულად ნიშნავს „განუყოფელს“.

ქიმიური რეაქციების დროს ახალი ნივთიერებები წარმოიქმნება იმავე ატომებისაგან, რომლებიც მათი წარმოქმნისას საწყისი ნივთიერებები შედგებოდა.

თუმცა არის ისეთი მოვლენებიც, რომელთა დროს ატომები იყოფა, ერთი სახის ატომები გარდაიქმნება მეორე სახის ატომებად, ამავე დროს ხელოვნურად მიღებულია ისეთი სახის ატომებიც, რომლებიც ბუნებაში არ მოიპოვება.

მაგრამ ამ მოვლენებს შეისწავლის არა ქიმია, არამედ სხვა მეცნიერება — ბირთვული ფიზიკა.

- ?
1. რა არის ატომი? რატომ არის უაზრო შემდეგი გამოთქმები: „წყლის ატომი“, „შაქრის ატომი“?
 - ▲ 2. რომელი სამი სახის ატომისაგან შედგება შაქარი? (ვაიხსენეთ, რა ნივთიერებები აღმოვაჩინეთ შაქრის დაშლის პროდუქტებში).
 3. რა არის ქიმიური რეაქციები ატომური მოძღვრების მიხედვით?
 4. როგორ აიხსნება ნივთიერებათა მრავალგვარობა?

§ 8. მარტივი და რთული ნივთიერებები

ჩვენ შევხვედრივართ სხვადასხვა შედგენილობის ნივთიერებებს. ზოგი მათგანი, მაგალითად, აიროვანი ჟანგბადი და აიროვანი წყალბადი ერთი სახის ატომებისაგან წარმოიქმნილი მოლეკულებისაგან შედგებიან. წყალბადსა და ჟანგბადს მიაკუთვნებენ მარტივ ნივთიერებებს. სხვა ნივთიერებები, მაგალითად, წყალი შედგება სხვადასხვა სახის ატომებისაგან. ისინი მიეკუთვნებიან რთულ ნივთიერებებს.

● ნივთიერებას, რომელიც ერთი სახის ატომებისაგან შედგება, მარტივ ნივთიერება ეწოდება.

თქვენთვის ცნობილი ნივთიერებებიდან წყალბადისა და ჟანგბადის გარდა მარტივ ნივთიერებებს მიეკუთვნება გრაფიტი, ვოგირდი და ყველა ლითონი: რკინა, სპილენძი, მაგნიუმი და სხვა. გრაფიტი შედგება მხოლოდ ერთი სახის ატომებისაგან — მათ ნახშირბადის ატომები ეწოდება. რკინაც ერთი სახის ატომებისაგან — რკინის ატომებისაგან შედგება; სპილენძი კი — მხოლოდ სპილენძის ატომებისაგან.

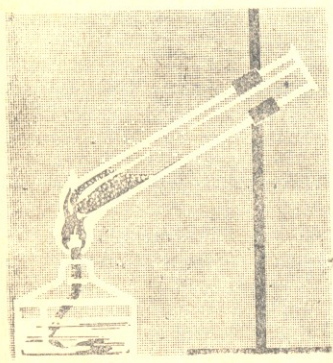
● ნივთიერებას, რომელიც სხვადასხვა სახის ატომებისაგან შედგება, რთული ნივთიერება ეწოდება.

წყალი, ნახშირორჟანგი, სპილენძის ოქსიდი — რთული ნივთიერებებია.

გარკვევით უნდა ვიცოდეთ, თუ რა განსხვავებაა ქიმიურ ნაერთებსა და ნარევებს შორის.

ავიღოთ გოგირდისა და რკინის ფხვნილები. ცდის უკვე დავრწმუნდით (გვ. 8), რომ ორივე ფხვნილის შერევისას მივიღებთ ორი ნივთიერების ნარევი: გოგირდი და რკინა მასში თავიანთ თვისებებს ინარჩუნებენ, ახალი ნივთიერებები არ წარმოიქმნება.

დავამზადოთ 4 გ გოგირდისა და 7 გ რკინის ნარევი. ეს ნარევი ჩაყაროთ სინჯარაში და ოღნავ შევათბოთ (სურ. 10). მალე ნარევი

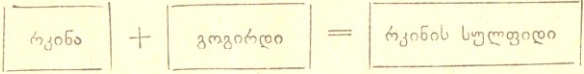


სურ. 10. რკინის შერეობა გოგირდთან.

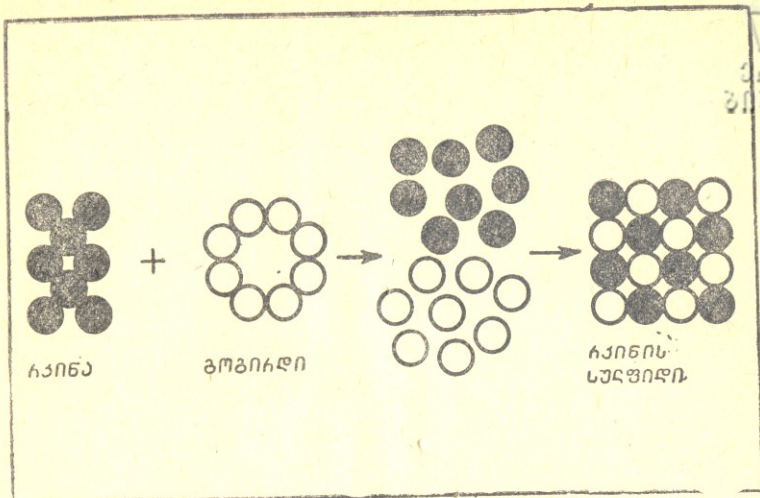
შემდგომი გათბობის გარეშე თვით დაიწყებს წითლად გავარვარებას, ეს იმას ნიშნავს, რომ გოგირდსა და რკინას შორის ხდება ქიმიური რეაქცია, რომლის დროსაც სითბო გამოიყოფა. თუ გამოვიკვლევთ მიღებულ ნივთიერებას, ველარ შევამჩნევთ ვერც გოგირდისა და ვერც რკინის ნაწილაკებს. ჩვენს წინაშეა ერთგვაროვანი შავი ფხვნილი ფხვნილს მაგნიტი მივუახლოვოთ; მას მაგნიტი არ მიიზიდავს, წყალში ჩაყრისას ფხვნილი არ იყოფა გო-

გირდად და რკინად. ის გოგირდისა და რკინისაგან განსხვავდება სიმკვრივით, ლღობის ტემპერატურითა და ყველა სხვა თვისებით.

რკინა და გოგირდი შეერთდა და წარმოიქმნა ერთი ახალი ნივთიერება — რკინის სულფიდი. ეს რეაქცია პირობითად შეიძლება ასე გამოისახოს:



რკინა და გოგირდი მარტივი ნივთიერებებია. რკინა შედგება მხოლოდ რკინის ატომებისაგან, გოგირდი — მხოლოდ გოგირდის ატომებისაგან, რკინის სულფიდი კი რთული ნივთიერებაა, შედგება რკინისა და გოგირდის ატომებისაგან. თუ რკინისა და გოგირდის ატომებს წრეხაზებით გამოვსახავთ, მათგან რკინის სულფიდის წარმოქმნა შეიძლება წარმოვიდგინოთ ისე, როგორც ეს ნაჩვენებია მე-11 სურათზე. რკინისა და გოგირდის კრისტალები იშლება ატომებად, რომლებიც ერთმანეთს უკავშირდება და წარმოქმნის რკინის სულფიდის კრისტალებს — არომოლეკულური აღნაგობის ნივთიერებას.



სურ. 11. რკინის სულფიდის წარმოქმნის სქემა. შავი წრეებით აღნიშნულია რკინის ატომები, თეთრით — გოგირდის ატომები.

გოგირდისა და რკინის ნარევი განსხვავდება რკინის სულფიდისაგან შემდეგი ნიშნებით: 1) ნარევიში გოგირდი და რკინა ინარჩუნებენ თავიანთ თვისებებს, რკინის სულფიდში, მათი თვისებები შენარჩუნებული აღარ არის; 2) ნარევიდან გოგირდისა და რკინის გამოყოფა შეიძლება ფიზიკური ხერხებით, რთული ნივთიერებებიდან ამ ხერხით გოგირდისა და რკინის გამოყოფა შეუძლებელია. ნებისმიერი ნარევი ქიმიური ნაერთისაგან იმით განსხვავდება, რომ თითოეული ნივთიერების თვისებები ნარევიში შენარჩუნებულია.

7. ნახშირორქანის მოლეკულის შედგენილობაში შედის ნახშირბადის ატომი და ჟანგბადის ატომები. რომელ ნივთიერებებს მიაკუთვნებთ ნახშირორქანს შედგენილობის მიხედვით?
8. რა განსხვავებაა წყალბადისა და ჟანგბადის ნარევისა და წყლის ორთქლის შორის?
9. აღწერეთ რკინის და გოგირდის შეერთების რეაქცია და განმარტეთ ატომური მოძღვრების თვალსაზრისით.

§ 9. ქიმიური ელემენტები

ძველი დროის მოაზროვნეთაგან ქიმიაში სიტყვა „ატომის“ გარდა გადმოვიდა სიტყვა „ელემენტი“, რაც შემადგენელ ნაწილს ნიშნავს. რკინის სულფიდის შემადგენელი ნაწილები რკინა და გოგირდია. რკინის სულფიდში რკინა და გოგირდი ნივთიერებები კი არ არის — ისინი ქიმიური ელემენტებია.

ქიმიური ელემენტი განსაზღვრულ ატომთა
სახეობაა. ჟანგბადის ატომები არის ერთი სახის ატომები, ერთი
ქიმიური ელემენტი — ჟანგბადი, ვერცხლისწყლის ატომები — ვერცხ-
ლის ატომები, ქიმიური ელემენტი — ვერცხლისწყალი და ა. შ. ამჟამად
ცნობილია 107 სახის ატომი — 107 ქიმიური ელემენტი. ამ ქიმიური
ელემენტების უმრავლესობისაგან შედგება მთელი სამყარო ყველაზე
შორეულ ვარსკვლავებსა და ნისლოვანებამდე. სწორედ ქიმიური ელემენტები წარმოქმნიან ნივთიერებებს, ხოლო ეს ნივთიერებები განიცდიან გარდაქმნებს, რომელთაც ქიმია შეისწავლის.

საკიროა განვასხვავოთ ცნებები: „ქიმიური ელემენტი“ და „მარტივი ნივთიერება“. შაქრის გავარვარების შემდეგ დარჩენილ მყარ ნაშთში გამოვიცანით ნახშირი. აქედან ვასკვნით, რომ შაქრის შედგენილობაში შედის ნახშირბადის ატომები. მაგრამ სწორი არ იქნებოდა მტკიცება, რომ შაქარი (უფერო წყალხსნადი ნივთიერება) შეიცავს ნახშირს (უხსნად შავ ნივთიერებას). ნახშირბადის ატომები ნახშირად რომ გარდაიქმნას, უნდა გათავისუფლდეს სხვა ელემენტის ატომებთან ბმებისაგან და დაუკავშირდეს ერთმანეთს. სწორედ ეს მოხდა ვახურებით შაქრის დაშლის დროს. იგივე მოხდის საჭმელს, რომელიც ცეცხლზე უყურადღებოდ დატოვებულ ჭურჭელშია (საჭმელი მიიწვება).

ნახშირი და ნახშირბადი ერთი და იგივე არ არის. ნახშირბადი — ატომების გარკვეული სახეობაა, ე. ი. ქიმიური ელემენტი. ელემენტი ნახშირბადის ატომები შეიძლება შედიოდეს რთული ნივთიერებების შედგენილობაში, მაგრამ შეიძლება წარმოქმნას მარტივი ნივთიერებებიც, მაგალითად, ნახშირი.

განხილულ შემთხვევაში ქიმიური ელემენტი (ნახშირბადი) და ნი-
სი შესატყვისი მარტივი ნივთიერება (ნახშირი) სხვადასხვა სახელწოდებით აღინიშნება. ელემენტების უმრავლესობას კი ისეთივე სახელწოდებები აქვს, როგორც მათ შესატყვის ნარტივ ნივთიერებებს. ამიტომ სიტყვები „ჟანგბადი“, „რკინა“ და ა. შ. შეიძლება აღნიშნავდეს ელემენტსაც და იგივე სახელწოდების მარტივ ნივთიერებასაც, სახელდობრ რას, უნდა განვასხვავოთ თითოეულ შემთხვევაში. როდესაც ამბობენ: „ჟანგბადით ვსუნთქავთ“, „ჟანგბადი აირია“, ცხადია, ლაპარაკია ჟანგბადის, როგორც მარტივი ნივთიერების შესახებ (სხვაგვარად — ჟანგბადის მოლეკულების შესახებ), ხოლო როდესაც ამბობენ: „ჟანგბადი შედის წყლის შედგენილობაში“, მაშინ ლაპარაკია ჟანგბადის, როგორც ქიმიური ელემენტის შესახებ (სხვაგვარად — ჟანგბადის ატომების შესახებ). როდესაც ამბობენ: „მაგნიტი იზიდავს რკინას“, „რკინისაგან ამზადებენ ლურსმნებს“, მხედველობაში აქვთ რკინა, როგორც

ნივთიერება, ხოლო გამოთქმაში „რკინა შედის ჟანგის შედგენილობაში“, სიტყვა „რკინა“ ქიმიური ელემენტის სახელწოდებაა.

ქიმიური ელემენტები იყოფა ორ ჯგუფად: ლითონებად და არა-ლითონებად. ლითონთა ატომები წარმოქმნიან მარტივ ნივთიერებებს ლითონებს. ლითონებს, როგორც მარტივ ნივთიერებებს, აქვთ რიგი საერთო თვისებები. ლითონები არაგამჭვირვალეა და ახსიათებს „ლითონური“ ბზინვა, ელექტრობისა და სითბოს კარგი გამტარობა. ისინი პლასტიკურებია — უროს დარტყმისას კი არ იმსხვრევიან (როგორც მყიფე ნივთიერებები, მაგალითად, მინა), არამედ ბრტყელდებიან. ლითონებია: რკინა, სპილენძი, ალუმინი, ვერცხლისწყალი, ოქრო, ვერცხლი და სხვ.

ქიმიური ელემენტების მეორე ჯგუფს შეადგენს არალითონები. არალითონებია ნახშირბადი, ჟანგბადი, წყალბადი, გოგირდი. არალითონთა ატომებიც წარმოქმნიან მარტივ ნივთიერებებს. არალითონებს როგორც მარტივ ნივთიერებებს, არა აქვთ ასეთი მკვეთრი გარეგნული მსგავსება. როგორც ლითონებს. მათი ძველი თვისებებურება ის არის, რომ მათ არა აქვთ ლითონური ავსკებები: როგორც წესი, არ ახსიათებთ ლითონური ბზინვა, ცუდად ტარებენ ელექტრულ ჟენსა და სითბოს.

7. **ში რა არის ქიმიური ელემენტები?**

2. რომელ ორ ჯგუფად იყოფა ქიმიური ელემენტები? როგორია იმ მარტივ ნივთიერებათა გარეგნული ნიშნები. რომლებსაც ამ ჯგუფის ელემენტები წარმოქმნიან?

3. რა ელემენტები აგან შედგება: ა) წყალი, ბ) შაქარი?

4. გადაიწერეთ ქვემოთ მოცემული წინადადებები და ერთი ხაზი გაუსვით სიტყვა „ჟანგბადს“, თუ იაპარაკია ჟანგბადზე, როგორც ქიმიურ ელემენტზე, და ორი ხაზი გაუსვით, თუ მხედველობაშია ჟანგბადი, როგორც მარტივი ნივთიერება: ა) სუფთა წყალი შეიცავს ჟანგბადს, ბ) წყალსადენის წყალი შეიცავს გახსნილ ჟანგბადს, გ) წყლის დაშლისას მიიღება ჟანგბადი, დ) თევზი სუნთქავს არა წყლის შემადგენელი ჟანგბადით, არამედ წყალში გახსნილი ჟანგბადით.

5. რვეულში ჩაწერეთ მარტივი და რთული ნივთიერებების განსაზღვრება (გამოიყენეთ ცნება „ქიმიური ელემენტი“),

§ 10. ქიმიური ელემენტების ნიშნები

ქიმიაში იყენებენ ქიმიურ ენას, რომელიც აადვილებს ნივთიერებათა შედგენილობისა და მათ შორის ქიმიური რეაქციების აღწერას. თითოეული ქიმიური ელემენტი თავისი განსაკუთრებული ნიშნით გამოისახება. ქიმიური ნიშანი ანუ სიმბოლო ელემენტის ლათინური სახელწოდების პირველი ასოა ან პირველი და ერთ-ერთი მომდევნო ასო. მაგალითად, წყალბადი ლათინურად — Hydrogenium (ჰიდ-

როგენიუმ) — აღინიშნება H ასოთი, ვერცხლისწყალი Hydrargyrum (ჰიდრარგირუმ) — Hg ასოებით, ჟანგბადი — Oxygenium (ოქსიგენიუმ) — O ასოთი და ა. შ. H ნიშნით აღინიშნება ელემენტი წყალბადი და წყალბადის ერთი ატომიც, O ნიშნით — ელემენტი ჟანგბადი და ჟანგბადის ერთი ატომი, C ნიშნით — ელემენტი ნახშირბადი და ნახშირბადის ერთი ატომი და ა. შ. (ტაბ. 1).

ტ ა ბ უ ლ ა 1

ზოგიერთი ელემენტის სახელწოდება, ქიმიური ნიშანი და ფარდობითი ატომური მასა¹

ელემენტის ქართული სახელწოდება	ელემენტის ლათინური სახელწოდება	ელემენტის ქიმიური ნიშანი	ფარდობითი ატომური მასა (დამრგვალებული)	ქიმიური ნიშნის გამოთქმა
აზოტი	ნიტროგენიუმ	N	14	ენ
ალუმინი	ალუმინიუმ	Al	27	ალუმინ
წყალბადი	ჰიდროგენიუმ	H	1	აშ
რკინა	ფერუმ	Fe	56	ფერუმ
ჟანგბადი	ოქსიგენიუმ	O	16	ო
სპილენძი	კუპრუმ	Cu	64	კუპრუმ
ვერცხლისწყალი	ჰიდრარგირუმ	Hg	201	ჰიდრარგირუმ
გოგირდი	სულფურ	S	32	ეს
ნახშირბადი	კარბონეუმ	C	12	ცე
ფოსფორი	ფოსფორუმ	P	31	პე

1. დამახსოვრეთ 1-ელ ტაბულაში ჩამოთვლილი ყველა ელემენტის ქიმიური ნიშანი (და მათი გამოთქმა).
2. 1-ელ ტაბულაში აღნიშნული ქიმიური ელემენტებიდან რომლებს შეხვედრისაბრთ თავისუფალ მდგომარეობაში?

§ 11. ელემენტის ფარდობითი ატომური მასა

ატომთა ზომების სიმცირის მიუხედავად მათი მასები დადგენილია. თუ ატომების მასებს გრამობით გამოვსახავთ, მაშინ ატომთა მასების მნიშვნელობები მეტად მცირე რიცხვები აღმოჩნდება.

მაგალითად, ყველაზე მსუბუქი ატომის — წყალბადის ატომის მასა ტოლია: 0,000 000 000 000 000 000 001 663 გ.

ცალკეულ ატომთა მასების გამოსახვისათვის მიღებულია განსაკუთრებული ერთეული, რომელიც ტოლია ნახშირბადის ატომის მასის 1/12-ის.

ქიმიკოსები მუშაობენ არა ცალკეულ ატომებთან, არამედ ნივთიერებებთან. ამიტომ მათთვის მნიშვნელოვანია არა ცალკეულ ატომთა მა-

¹ ქიმიური ელემენტების უფრო დაწვრილებითი სია მოყვანილია 127-ე გვერდზე.

სების ცოდნა, არამედ იმ მასებისა, რომლებიც ქიმიურ ელემენტებს ახასიათებს.

ცნობილია, რომ ერთი და იგივე ქიმიური ელემენტის ატომური მასები გორც წესი, განსხვავდებიან მასებით. მაგალითად, ქლორის ბუნებრივ ნიმუშში არის ისეთ ატომთა სახეობები, რომელთა მასებიც 35-ჯერ და 37-ჯერ მეტია ნახშირბადის ატომის მასის $1/12$ -ზე, და ამასთან ერთად პირველი სახის ატომები ბუნებაში 75%-ია, ხოლო მეორისა 25%. ქიმიური ელემენტის ქლორის მასის საშუალო რიცხვითი მნიშვნელობაა:

$$35 \cdot 0,75 + 37 \cdot 0,25 = 35,5$$

მიღებული რიცხვი გვიჩვენებს, თუ რამდენჯერ მეტია ქლორის ატომის საშუალო მასა ნახშირბადის ატომის მასის $1/12$ -ზე, ე. ი. 35,5-ჯერ. ეს რიცხვი არის ქიმიური ელემენტის — ქლორის ფარდობითი ატომური მასა.

ქიმიური ელემენტის ფარდობით ატომურ მასას აღნიშნავენ A_r (ინდექსი r წარმოდგება სიტყვიდან relative, რაც „ფარდობითს“ ნიშნავს).

ზოგიერთი ელემენტის ფარდობითი ატომური მასის განსაზღვრის ხერხის შესახებ წარმოდგენას მივიღებთ მოგვიანებით.

ცდებით დადგენილია ყველა ქიმიური ელემენტის ფარდობითი ატომური მასა, მაგალითად:

$$A_r(\text{O}) = 15,999, \text{ დამრგვალებულად } 16$$

$$A_r(\text{H}) = 1,008, \text{ დამრგვალებულად } 1$$

$$A_r(\text{S}) = 32,064, \text{ დამრგვალებულად } 32$$

$$A_r(\text{Cl}) = 35,453, \text{ დამრგვალებულად } 35,5 \text{ და ა. შ.}$$

ქიმიური ელემენტის ფარდობითი ატომური მასა არის რიცხვი, რომელიც მიუთითებს, თუ რამდენჯერ მეტია მისი ატომის საშუალო მასა ნახშირბადის ატომის მასის $1/12$ -ზე.

ფარდობითი ატომური მასების მნიშვნელობებს, ჩვეულებრივ, ამრგვალებენ. ზოგიერთი ელემენტის ფარდობითი ატომური მასა მოტანილია 1-ლ ტაბულაში, გვ. 24.



1. რით განსხვავდება ქიმიური ელემენტის ფარდობითი ატომური მასა ატომის მასისაგან?
2. რამდენჯერ მეტია მაგნიუმის ფარდობითი ატომური მასა ნახშირბადის ფარდობით ატომურ მასაზე?
3. შეადარეთ ელემენტების ფარდობითი ატომური მასები: ა) გოგირდისა და სპილენძის; ბ) აზოტისა და რკინის; გ) წყალბადისა და უანგბადის.



რკინის სულფიდის მისაღებ ცდამი რატომ შეეუბრეთ 4 გ მასის მქონე გოგირდი ზუსტად 7 გ მასის მქონე რკინას და არ შეეუბრეთ 9 გ მასის მქონე რკინას?

რკინის სულფიდში რკინის ერთ ატომზე მოდის გოგირდის ერთი ატომი. მაშასადამე, ნებისმიერი მასის მქონე რკინის სულფიდის წარმოქმნაში მონაწილეობას მიიღებს ატომთა ერთი და იგივე რიცხვი, მაგალითად, რკინის n ატომი და გოგირდის n ატომი. თუ ცნობილია, რომ $A_r(\text{Fe}) \cong 56$, $A_r(\text{S}) \cong 32$, მაშინ რკინისა და გოგირდის მასების ფარდობა რკინის სულფიდში შეიძლება ასე გამოვიანგარიშოთ

$$56 \cdot n : 32$$

ამრიგად, თუ რკინისა და გოგირდის მასების შეფარდება 7 : 4, მაშინ ეს ნივთიერებები რეაქციაში სრულად შევლენ. რადგანაც 7 გ რკინაში იმდენივე ატომია, რამდენიც 4 გ გოგირდში. თუ რეაქციისათვის ავიღებთ 10 გ რკინისა და 4 გ გოგირდის ნარევის, მაშინ რკინის სულფიდის წარმოქმნაზე გოგირდი დაიხარჯება მთლიანად, უნაშთოდ, ხოლო რკინა — მხოლოდ 7 გ. დანარჩენი რკინა (3 გ) დაჩრება დაუხარჯავი. სუფთა რკინის სულფიდის ნაცვლად მივიღებთ წარეცხვად რომელიც შედგება რკინის სულფიდისაგან $4\text{გ} + 7\text{გ} = 11\text{გ}$ მასისა და 3 გ მასის მქონე რკინისაგან, რომელიც რეაქციაში არ შევიდა თუ ის აარევეს როდინში გავაფხვიერებთ და ფხვნილთან მივიტანთ მაგნიტს, მაშინ შევძლებთ დაუხარჯავი რკინის გამოყოფას.

რა ხერხითაც უნდა მივიღოთ რკინის სულფიდი, იისი შედგენილობა ერთნაირი იქნება: 4 მასური ნაწილი გოგირდი და 7 მასური ნაწილი რკინა. ასევეა, მაგალითად, წყლის მიღებისას. წყალი შედგება ყოველთვის 8 მასური ნაწილი ჟანგბადისა და 1 მასური ნაწილი წყალბადისაგან.

ნებისმიერი რთული ნივთიერების შედგენილობა ერთნაირია, მიუხედავად მისი მიღების ხერხისა. ამრიგად, რთული ნივთიერებები ნარევებისაგან განირჩევა აგრეთვე იმითაც, რომ რთული ნივთიერების შედგენილობა მუდმივია, ნარევების შედგენილობა კი შეიძლება სურვილისამებრ შევცვალოთ.

1. გოგირდისა და რკინის შეერთების რეაქციისათვის შეურთეს 7 გ მასის მქონე რკინა და 7 გ მასის მქონე გოგირდი. ამ ნივთიერებებიდან რომელი დაიხარჯება სრულად, უნაშთოდ? როგორია მიღებული რკინის სულფიდისა და დაუხარჯავი ნივთიერების (რომლის) მასები? ამოცანა შეპირად ამოხსენით.
2. თუთიის სულფიდი შედგება ერთი ატომი თუთიისა და ერთი ატომი გო-

ნიკოლოზ მანდილოსანის ჯე ლომონოსოვი
(1711—1765)

დიდი რუსი მეცნიერი, ზღვისპირელი მეთევზის შვილი. ა. ს. პუშკინის გამოთქმით: „ისტორიკოსი, რიტორი, მექანიკოსი, ქიმიკოსი, მინერალოგი, მხატვარი და პოეტი — მან ყველაფერი განიცადა და ყველაფერს ჩასწვდა“; დასაბუთა მასის მუდმივობის კანონი; მის საფუძველზე ახსნა ლითონების გამოწვა. ჩამოაყალიბა ატომურ-მოლეკულური მოძღვრების საფუძვლები. ქიმიკში შემოიღო გამოკვლევის რაოდენობითი მეთოდები, ახალ მეცნიერებაში — ფიზიკურ ქიმიკში გააერთიანა ქიმიკა და ფიზიკა. „ფიზიკოსები, განსაკუთრებით კი ქიმიკოსები, წყვილიაღში მოქმედებენ, თუ მათ არ იციან უხილაგი ნაწილაკების შინაგანი აღნაგობა“.



(მ. გ. ლომონოსოვი).

ჯირდისაგან. როგორი მასური ფარდობით უნდა ავიღოთ გოგირდი და თუ-
რია ჯეჰეციისათვის, რომ მივიღოთ მხოლოდ თუთიის სუფთიდი გოგირდისა
და თუთიის მინარეგების გარეშე? (თუთიის ფარდობითი ატომური მასაა 65,
ხოლო გოგირდის — 32).

გ. ჯ. ქიმიკური ნორმულაჲი. ნივთიერების ფარდობითი ელემენტური მასა

მარტივი და რთული ნივთიერებების შედგენილობა შეიძლება გამოვსახოთ ქიმიკური ფორმულებით. მარტივი ნივთიერების ფორმულის დასაწერად წერენ ელემენტის ქიმიკური ნიშანს და მას მარჯვნივ ქვემოთ მიუწერენ ციფრს, რომელიც გამოსახავს ატომთა რიცხვს და ინდექსი ეწოდება. მაგალითად, ჟანგბადისა და წყალბადის მოლეკულები ორ-ორი ატომისაგან შედგება, ამიტომ მათი შედგენილობა გამოისახება ფორმულებით: O_2 , H_2 (იკითხება: ო-ორი, აშ-ორი).

რთული ნივთიერების ფორმულა რომ დავწეროთ, უნდა ვიცოდეთ, რომელი ქიმიკური ელემენტებისაგან შედგება ნივთიერება (თვისებითი შედგენილობა) და თითოეული ელემენტის რამდენ ატომს შეიცავს მისი მოლეკულა. (რაოდენობითი შედგენილობა). წერენ ქიმიკური ელემენტების ნიშნებს, ხოლო ქვევით მარჯვნივ — ინდექსებს. მაგალითად, წყლის მოლეკულა, რომელიც შედგება წყალბადის ორი ატომისა და ჟანგბადის ერთი ატომისაგან, გამოისახება H_2O , იკითხება აშ-ორი-ო. ინდექსი 1 არ იწერება.

ქიმიკური ფორმულა არის ნივთიერების შედგენილობის პირობითი ჩაწერა ქიმიკური ნიშნებისა და (თუ საჭიროა) ინდექსების საშუალებით.



გამოჩენილი ინგლისელი მეცნიერი, ფიქრის შვილმა თვითშეწავლით აიხსნა ვისა ფიზიკა და მათემატიკა, ხოლო 12 წლის ასაკიდან ასწავლიდა ბავშვებს სოფლის სკოლაში. ატომური წონის ცნების შემოღებით წინ წასწია მოძღვრება ატომთა შესახებ, პირველმა გამოიყენა ქიმიური ფორმულები (რომლებიც შემდგომ შეიცვალა თანამედროვე ფორმულებით) და მათ მიხედვით ანგარიშობდა ნივთიერებების შედგენილობას. „მოძღვრება გარკვეულ შეფარდებათა შესახებ მისტიკურად შეჩვენება. თუ არ ვაღიარებთ ატომურ თეორიას“, „სხეულთა უმცირესი ნაწილაკების შეფარდებითი წონის გამოკვლევები... სრულიად ახალი ამოცანაა“.

(ჯ. დალტონი)

რისი გაგება შეგვიძლია ნივთიერების შესახებ მისი ქიმიური ფორმულის მიხედვით?

ჩვენ მაშინვე შეგვიძლია ვთქვათ, მარტივია ეს ნივთიერება, თუ რთული, რა ელემენტებისაგან არის იგი წარმოქმნილი, და შეგვიძლია, გარდა ამისა, განვსაზღვროთ, თუ ერთი ელემენტის რამდენი ატომი მოდის მეორე ელემენტის ატომთა განსაზღვრულ რიცხვზე. მაგრამ ამით არ ამოიწურება ცნობები ნივთიერების შესახებ, რომლებსაც მისი ქიმიური ფორმულა ასახავს. კიდევ რისი გაგება შეიძლება ფორმულის მიხედვით?

ნივთიერების ქიმიური ფორმულის მიხედვით ანგარიშობენ მის ფარდობით მოლეკულურ მასას (M_r).

ნივთიერების ფარდობითი მოლეკულური მასა არის რიცხვი, რომელიც გვიჩვენებს, თუ რამდენჯერ მეტია ამ ნივთიერების მოლეკულის მასა ნახშირბადის ატომის მასის $1/12$ -ზე.

ნივთიერების ფარდობითი მოლეკულური მასის გაანგარიშებისათვის შეაჯამებენ ფარდობით ატომურ მასებს თითოეული ელემენტის ატომთა რიცხვის გათვალისწინებით.

მაგალითად, $M_r(\text{H}_2\text{O}) = 1 \cdot 2 + 16 = 18$.

ქიმიური ფორმულის მიხედვით შეიძლება გამოვითვალოთ ელემენტების მასური წილები ნივთიერებებში. მასური წილი (აღინიშნება ბერძნული ასოთი ω — ომეგა) გვიჩვენებს, თუ ნივთიერების ფარდობითი მოლეკულური მასის რა ნაწილს შეადგენს ელემენტის ფარდობითი ატომური მასა, გამრავლებული ინდექსზე, რომელიც ფორმულაშია შესაბამისი ელემენტის ნიშანთან.

მასურ წილს გამოსახვენ ჩვეულებრივი წილადებით, ანდა ატომო-
დებით, უფრო ხშირად კი — პროცენტობით.

განვიხილოთ მაგალითები.

მაგალითი 1. გამოთვალეთ ქიმიური ელემენტების — ჟანგბადის და წყალბადის მასური წილი წყალში. წყლის ქიმიური ფორმულაა H_2O .

$$M_r(H_2O) = 1 \cdot 2 + 16 = 18$$

ვიპოვოთ წყალბადის მასური წილი წყალში:

$$\omega(H) = \frac{2A_r(H)}{M_r(H_2O)}; \quad \omega = \frac{2}{18} = \frac{1}{9} = 0,11 \text{ ანუ } 11\%$$

ვიპოვოთ ჟანგბადის მასური წილი წყალში:

$$\omega(O) = 1 - \frac{1}{9} = \frac{8}{9};$$

$$1 - 0,11 = 0,89 \text{ ანუ } 89\%.$$

თუ ვიცით ნივთიერების შედგენილობა და ერთ-ერთი ელემენტის ფარდობითი ატომური მასა, შეგვიძლია გამოვთვალოთ მეორე ელემენტის ფარდობითი ატომური მასა. ასე იქნა გამოთვლილი ზოგიერთი ელემენტის ფარდობითი ატომური მასა.

მაგალითი 2. მხუთავი აირის ქიმიური ფორმულაა CO (ამ ნივთიერებას შეიცავს ავტომანქანების გამობოლქვილი აირები). ცდით დაადგინეს, რომ 100 გ ამ ნივთიერებაში ქიმიური ელემენტის — ნახშირბადის წილად მოდის 42,86 გ, ხოლო ჟანგბადის წილად — 57,14 გ. გამოთვალეთ ჟანგბადის ფარდობითი ატომური მასა, თუ ჩავთვლით, რომ ნახშირბადის ფარდობითი ატომური მასა 12-ის ტოლია.

შევადგინოთ პროპორცია:

$$42,86 : 57,14 = 12 : X$$

ამოვხსნათ პროპორცია და ვიპოვოთ ჟანგბადის ფარდობითი ატომური მასა (X);

$$X = \frac{57,14 \cdot 12}{42,86} = 15,99 \approx 16$$

$$A_r(O) = 16$$

ამრიგად, ქიმიური ფორმულით გამოსახება: 1) ნივთიერების თვისებრივი შედგენილობა — რომელი ქიმიური ელემენტებისაგან შედგება იგი; 2) მისი მოლეკულის რაოდენობითი ან ატომური შედგენილობა, ე. ი. თითოეული ელემენტის ატომების რიცხვი. ქიმიური ფორმულის

მიხედვით შეიძლება გამოვიანგარიშოთ: 1) ნივთიერების ფარდობითი მოლეკულური მასა, 2) ნივთიერებაში ელემენტების მასური წილები; 3) რთულ ნივთიერებაში ელემენტების მასების ფარდობა (იხ. § 12).

ქიმიური ფორმულების გამოყენებისას გვხვდება აღნიშვნები, რომლებშიც გარკვევა აუცილებელია. ნიშანი O აღნიშნავს ჟანგბადის ერთ ატომს. თუ დაწერილია 2O (ორი-ო), ეს ნიშნავს ჟანგბადის ორ ცალკეულ ატომს. სრულიად სხვა მნიშვნელობა აქვს აღნიშვნას O₂ (ო-ორი). ამით აღინიშნება აიროვანი ჟანგბადის მოლეკულა, რომელიც ჟანგბადის ორი ატომისაგან შედგება.

თუ გვინდა აიროვანი ჟანგბადის სამი მოლეკულის ან ოთხი მოლეკულა წყლის აღნიშვნა, მაშინ ფორმულის წინ ვწერთ ციფრებს: 3O₂ (სამი-ო-ორი), 4H₂O (ოთხი-აშ-ორი-ო).

რიცხვი ფორმულის წინ აღნიშნავს მოცემული ნივთიერების მოლეკულების რიცხვს და კოეფიციენტი ეწოდება.

?

1. გამოსახეთ ჟანგბადის ატომი, ჟანგბადის ორი ატომი, ჟანგბადის მოლეკულა, ორი მოლეკულა ჟანგბადი.

▲

2. რას აღნიშნავს შემდეგი ჩანაწერები: 5H, 3C, 7H₂, 2CO₂? წაიკითხეთ ჩანაწერები.

3. აირ ქლორწყალბადის ფორმულა HCl. მისი შედგენილობა დადგენილია ცდით: H — 2,74%, Cl — 97,26%. ამ მონაცემების მიხედვით გამოიანგარიშეთ ქლორის ფარდობითი ატომური მასა, თუ A_r(H) = 1.

4. დაწერეთ ქიმიური ფორმულები: ა) წყლის, ბ) რკინის სულფიდის. გამოთქვით ისინი. გამოიანგარიშეთ თითოეული ნივთიერების ფარდობითი მოლეკულური მასა.

5. შეიძლება თუ არა არსებობდეს წყლის ასეთი რაოდენობები; ა) 10 მ. ა. ე, ბ) 150 მ. ა. ე., გ) 36 მ. ა. ე? პასუხი განმარტეთ.

6. ნახშირბადის ერთი ჟანგბადნაერთისა და აირ აზოტის (მისი მოლეკულა ორი ატომისაგან შედგება) ფარდობითი მოლეკულური მასები ერთნაირია. დაწერეთ ამ ორი ნაერთის ფორმულა. წაიკითხეთ ისინი.

7. აზოტის ერთ-ერთი ჟანგბადნაერთისა და ნახშირბადის ერთ-ერთი ჟანგბადნაერთის ფარდობითი მოლეკულური მასები ერთნაირია და 44-ის ტოლია. შეადგინეთ და წაიკითხეთ ამ ორი ნაერთის ქიმიური ფორმულები.

8. გამოიანგარიშეთ თითოეული ელემენტის მასური წილი შემდეგი ნივთიერებების ქიმიური ფორმულების მიხედვით: ა) რკინის ოქსიდის Fe₂O₃, ბ) ნახშირბადის ოქსიდის CO₂, გ) მაგნიუმის ოქსიდის MgO.

9. წაიკითხეთ ქიმიური ფორმულა, ჩაატარეთ აუცილებელი გაანგარიშებანი და ზემოთ მოყვანილი გემის მიხედვით აღწერეთ შემდეგი ნივთიერებები: ა) გლუკოზა C₆H₁₂O₆, ბ) გოგირდმჟავა H₂SO₄.

10. შაქრის მოლეკულა შედგება 12 ატომი ნახშირბადის, 22 ატომი წყალბადისა და 11 ატომი ჟანგბადისაგან. დაწერეთ შაქრის ქიმიური ფორმულა, გამოიანგარიშეთ შაქრის ფარდობითი მოლეკულური მასა.

11. ფარდობით ატომურ მასათა ტაბულის გამოყენების გარეშე აღნიშნეთ, რომელში მეტი რაოდენობითაა რკინა: ა) 1 ტ მასის მქონე რკინის სულფიდში, თუ 1 ტ მასის მქონე მინერალ პირიტში, რომლის ქიმიური ფორმულაა

FeS₂; 2) 1 ტ მასის მქონე მაგნიტურ რკინაქვას Fe₃O₄ სპ. ს. მასის მქონე წითელ რკინაქვაში.

12. თქვენთვის ცნობილი რკინის სულფიდის გარდა გოგირდი რკინასთან სხვა პირობებში წარმოქმნის ნაერთს, რომელშიც 7 მასურ ნაწილ რკინასთან შედგება არა 4, არამედ 8 მასური ნაწილი გოგირდი. შეადგინეთ და წაიკითხეთ ნაერთის ფორმულა.

13. წვის დროს გოგირდი უერთდება ჟანგბადს. მიღებული ნაერთის მასა ორჯერ მეტია, ვიდრე დამწვარი გოგირდის მასა. შეადგინეთ ამ ნაერთის ფორმულა, თუ ვიცით, რომ მისი მოლეკულა ერთ ატომ გოგირდს შეიცავს.

§ 14. ელემენტთა ატომების ვალენტობა

აქამდე თქვენ სარგებლობდით სახელმძღვანელოში მოცემული ნივთიერებების ფორმულებით, ან მასწავლებელი გისახელებდათ მათ. მაგრამ როგორ ადგენენ ქიმიურ ფორმულებს?

ქიმიურ ფორმულებს ადგენენ ნივთიერებების თვისებითი და რაოდენობითი შედგენილობის შესახებ მონაცემების საფუძველზე. მაგალითად, ცდის საშუალებით დადგენილია, რომ წყლის ნებისმიერ ულუფაში ჟანგბადის 8 მასურ ნაწილზე მოდის წყალბადის 1 მასური ნაწილი. ვინაიდან წყლის მოლეკულაში ჟანგბადის ატომთა უმცირესი რაოდენობა შეიძლება იყოს 1 ატომი, ე. ი. [A_r(O) = 16], ამიტომ მასში წყალბადი იქნება 2, ე. ი. ორი ატომი [A_r(H) = 1].

ამრიგად, წყლის მოლეკულაში არის ერთი ატომი ჟანგბადი და ორი ატომი წყალბადი. ქიმიური ფორმულის შედგენის ასეთ ხერხს მიმართავენ მხოლოდ მაშინ, როდესაც მოცემული ნივთიერების ფორმულას პირველად ადგენენ.

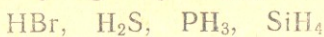
ნივთიერებები ძალიან ბევრია, და მათი ფორმულების დაზეპირება რომ იყოს საჭირო, მაშინ ქიმიის შესწავლა ძალიან გაძნელებოდა. აღმოჩნდა, რომ ნივთიერების შედგენილობაზე მსჯელობა და მისი ფორმულის დაწერა შეიძლება, თუ ვიცით ატომების შეერთების კანონზომიერებები. ამისათვის აუცილებელია გავეცნოთ ატომთა ახალ თვისებას — ვალენტობას.

განვიხილოთ რამდენიმე ნივთიერების შედგენილობა: HCl, H₂O, NH₃, CH₄.

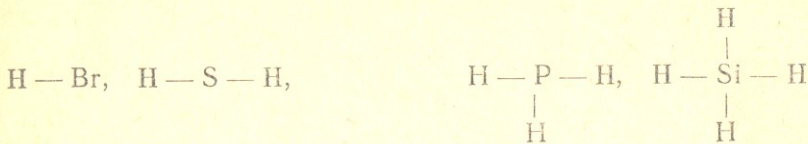
მოტანილი ფორმულებიდან ჩანს, რომ ქლორის ატომი შეერთებულია ერთ ატომ წყალბადთან. სხვა ელემენტების — ჟანგბადის, აზოტის, ნახშირბადის ატომები შეერთებულია სხვადასხვა რაოდენობით წყალბადის ატომთან — 2, 3, 4.

ატომების თვისებას, მიერთოს სხვა ელემენტების ატომთა განსაზღვრული რიცხვი, ვალენტობა ეწოდება. ვალენტობის ერთეულად მიღებულია წყალბადის ატომის ვალენტობა. წყალბადის ატომი

არ იერთებს სხვა ელემენტების ერთ ატომზე მეტს. ეს ჩანს ქვემოთ აღნიშნული ნაერთების ქიმიური ფორმულებიდან:



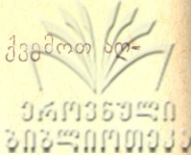
წარმოვადგინოთ ეს ფორმულები ასეთი სახით:

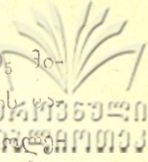


პატარა ხაზები აქ აღნიშნავს ატომთა შორის ბმებს, თითოეული ხაზი აღნიშნავს ერთ ბმას. მოლეკულების ასეთი გრაფიკული ხერხით გამოსახვისას ნათლად ჩანს, თუ რომელი ატომებია ერთმანეთთან ბმული და რომელი ატომები — არა. მაგალითად, წყლის ფორმულა გვიჩვენებს, რომ მის მოლეკულაში წყალბადის ორივე ატომი ბმულია ჟანგბადის ატომთან, მაგრამ ერთმანეთთან ბმული არ არის. ზემოთ აღნიშნული ფორმულებიდან ჩანს, რომ ზოგიერთი ელემენტის (ქლორის, ბრომის) ატომები იერთებს თითო ატომ წყალბადს, — ეს ელემენტები ერთვალენტია, სხვა ელემენტების (ჟანგბადის, გოგირდის) ატომები იერთებენ ორ-ორ ატომ წყალბადს, — ეს ელემენტები ორვალენტია და ა. შ.

წყლის მოლეკულაში ორი ატომი წყალბადის ვალენტობის ერთეულთა ჯამი (2) ჟანგბადის ატომის ვალენტობის ტოლია (2). მეთანში CH_4 ნახშირბადის ვალენტობა (4) ოთხი ატომი წყალბადის ვალენტობათა ჯამის (4) ტოლია. ორი ელემენტისაგან შედგენილი ნაერთის მოლეკულაში ერთი ელემენტის ატომების ვალენტობის ერთეულთა ჯამი მეორე ელემენტის ატომების ვალენტობის ერთეულთა ჯამის ტოლია. წყალბადის ატომის ვალენტობა მის ყველა ნაერთში 1-ის ტოლია. ე. ი. წყალბადი ყოველთვის ერთვალენტია; ჟანგბადის ატომის ვალენტობა ყოველთვის 2-ის ტოლია, ე. ი. ჟანგბადი ყოველთვის ორვალენტია. მარტივი ნივთიერებების — წყალბადისა და ჟანგბადის გრაფიკული ფორმულებია: $\text{H}-\text{H}$ და $\text{O}=\text{O}$. ხშირად, როდესაც ლაბარაკია ვალენტობაზე, გამოტოვებენ სიტყვას „ატომები“ და ამბობენ: „ელემენტის ვალენტობა“ და არა „ელემენტის ატომის ვალენტობა“.

ორი ელემენტისაგან შედგენილი ნივთიერების ფორმულის მიხედვით შეიძლება განვსაზღვროთ ერთი ელემენტის ვალენტობა, თუ ცნობილია მეორე ელემენტის ვალენტობა. მაგალითად, თუ ვიცით, რომ ჟანგბადის ვალენტობა ყოველთვის 2-ის ტოლია, ადვილად გავარკვევთ სხვა ელემენტების ვალენტობას მათი ჟანგბადიანი ნაერთების ფორმუ-





ლების მიხედვით, მაგალითად, ფოსფორისას — ფორმულას P_2O_5 მიხედვით. ამისათვის ვიპოვით ჟანგბადის ვალენტობის ერთეულებს ერთო რიცხვს, რისთვისაც მის ვალენტობას (2) გავაძრავლებთ მათ ქულაში ჟანგბადის ატომთა რიცხვზე (5). ვღებულობთ 10. ასეთივე უნდა იყოს ორი ატომი ფოსფორის ვალენტობის ერთეულების საერთო რიცხვი. მაშასადამე, ფოსფორის ოქსიდში ფოსფორის ვალენტობა ტოლია $10 : 2 = 5$. ფორმულაში ელემენტების ვალენტობა აღინიშნება

მათი ქიმიური ნიშნის თავზე დაწერილი რომაული ციფრებით: P_2O_5 .

ზოგი ქიმიური ელემენტი ყველა თავის ნაერთში ერთსა და ჰავე მუდმივ ვალენტობას ამჟღავნებს, ზოგი — სხვადასხვას, ცვალებად ვალენტობას (ტაბულა 2). მაგალითად, ნატრიუმი და კალიუმი ქიმიურ ნაერთებში ყოველთვის ერთვალენტიანები; ჟანგბადი, თუთია, მაგნიუმი, კალციუმი — ყოველთვის ორვალენტიანები. ამ ელემენტების ვალენტობა მუდმივია. იმ ლითონებიდან, რომლებსაც ყველაზე ხშირად შევხვდებით, ცვალებად ვალენტობას ამჟღავნებს სპილენძი და რკინა. ცვალებადვალენტიანი ელემენტების ატომები ამჟღავნებს ხან ერთ, ხან მეორე ვალენტობას იმის მიხედვით, თუ რომელ ელემენტებთან და რა პირობებში წარმოიქმნება მათი ნაერთი.

იმ ნივთიერების სახელწოდებას, რომელიც წარმოქმნილია ცვალებადი ვალენტობის მქონე ელემენტის მიერ, ემატება ვალენტობის აღნიშვნა რომაული ციფრით ფრჩხილებში, მაგალითად: $FeCl_2$ — რკინა(II)-ის ქლორიდი, $FeCl_3$ — რკინა(III)-ის ქლორიდი, SO_3 — გოგირდ(VI)-ის ოქსიდი, SO_2 — გოგირდ(IV)-ის ოქსიდი.

- ?
1. გადაიწერეთ ამ პარაგრაფში მოყვანილ ელემენტთა წყალბადნაერთების ფორმულები და რომაული ციფრებით გამოსახეთ წყალბადთან შეერთებული ელემენტების ვალენტობა.
 2. ამოიწერეთ ფორმულები და რომაული ციფრებით აღნიშნეთ ელემენტების ვალენტობა ნაერთებში: ა) გოგირდთან, თუ ვიცით, რომ ის ორვალენტიანია: Al_2S_3 , Na_2S , MgS , CS_2 , PbS , Ag_2S , ZnS ; ბ) ქლორთან, თუ ვიცით, რომ ის ერთვალენტიანია: KCl , $CaCl_2$, $FeCl_3$, CCl_4 , PCl_5 , $ZnCl_2$, $CrCl_3$, $SiCl_4$.
 3. როგორ ვალენტობას ამჟღავნებს: ა) სპილენძი ოქსიდებში Cu_2O და CuO ; ბ) რკინა ოქსიდებში FeO და Fe_2O_3 ?
 4. დასახელეთ მუდმივვალენტიანი ელემენტებიდან: ა) ერთვალენტიანები, ბ) ორვალენტიანები.

თუ ვიცით ელემენტების ვალენტობა, შეიძლება შევადგინოთ რომელიმე ელემენტისაგან შედგენილ რთულ ნივთიერებათა ფორმულა. მაგალითად, შევადგინოთ ალუმინის ოქსიდის ფორმულა, თუ ვიცით, რომ ალუმინი სამვალენტიანია. ვწერთ ალუმინისა და ჟანგბადის ქიმიურ ნიშნებს და ამ ელემენტების ნიშნების თავზე რომაული ციფრებით აღვნიშ-

III II

ნავთ ვალენტობებს: AlO . ვალენტობის გამომხატველი რიცხვების (2 და 3) უმცირესი საერთო ჯერადი ტოლია 6-ის. იმისათვის, რომ ვიპოვოთ ალუმინისა და ჟანგბადის ატომთა რაოდენობები, უმცირეს ჯერადს ვყოფთ ალუმინის ვალენტობაზე (3), და ვიღებთ $6 : 3 = 2$ (2 ატომ ალუმინს); იგივე უმცირეს ჯერადს ვყოფთ ჟანგბადის ვალენტობაზე (2), და ვიღებთ $6 : 2 = 3$ (3 ატომ ჟანგბადს). ალუმინისა და ჟანგბადის ატომების ნაპოვნ რიცხვებს ვუწერთ მათ ქიმიურ ნიშნებს და ვიღებთ ალუმინის ოქსიდის ქიმიურ ფორმულას Al_2O_3 . შევამოწმოთ, ტოლია თუ არა ალუმინის ატომთა ვალენტობის ერთეულთა და ჟანგბადის ატომთა ვალენტობის ერთეულთა ჯამები. ამისათვის თითოეული ელემენტის ვალენტობა გავამრავლოთ მის ატომთა რიცხვზე: $3 \cdot 2 = 2 \cdot 3$. ნამრავლები ტოლია — ფორმულა სწორად არის შედგენილი. ამრიგად, ნივთიერების ქიმიური ფორმულის შესადგენად მისი შემადგენელი ელემენტების ვალენტობის მიხედვით, საჭიროა: 1. დავწეროთ ელემენტების ქიმიური ნიშნები და თითოეული ელემენტის ვალენტობა აღვნიშნოთ რომაული ციფრებით; 2. ვიპოვოთ ვალენტობის გამომსახველი რიცხვების საერთო უმცირესი ჯერადი; 3. გავყოთ საერთო უმცირესი ჯერადი თითოეული ელემენტის ვალენტობაზე და მიღებული რიცხვი (ინდექსი) მივუწეროთ შესაბამისი ელემენტის ნიშანს მარჯვნივ ქვემოთ.

? 1. მე-2 ტაბულის გამოყენებით შეადგინეთ შემდეგი ნერთების ფორმულები:

		III	II	III	
? ა) Ca_xCl_y	Mg_xN_y	Al_xS_y	Fe_xCl_y	C_xCl_y	
▲ ბ) Mg_xSi_y	S_xO_y	Ca_xP_y	Si_xCl_y	Al_xCl_y	

2. შეადგინეთ ფორმულები რთული ნივთიერებებისა, რომლებიც წარმოიქმნება ჟანგბადისა და შემდეგი ელემენტებისაგან;

- ა) $Mn(VII)$, $Cr(VI)$, $Sb(V)$, $Sn(IV)$, $Cr(III)$; $N(II)$; $Hg(I)$;
- ბ) $Cl(VII)$, $S(VI)$, $As(V)$, $Pb(IV)$, $B(III)$; $Sr(II)$; $Cu(I)$.

ჟანგბადის ქიმიური ნიშანი ფორმულებში იწერება მეორე ადგილზე.

ზოგიერთი ელემენტის ატომების ვალენტობა ნაერთებში

ვალენტობის სიდიდე	ლითონები	არალითონები
ერთვალენტიანი ორვალენტიანი	Na, K, Ag, Cu, Hg, Mg, Ca, Ba, Cu, Hg, Fe Zn, Sn, Pb, Cr	H, Cl O, S
სამვალენტიანი ოთხვალენტიანი ხუთვალენტიანი ექვსვალენტიანი	Al, Cr, Fe	N, Si, S C, P N, S

შენიშვნა: შავი შრიფტით გამოყოფილია მუდმივი ვალენტობის მქონე ელემენტები.

§ 18. ატომურ-მოლეკულური მოძვრება ქიმიურში

როგორც ადრე დავრწმუნდით, ნივთიერებებში მიმდინარე ფიზიკური მოვლენები მოლეკულური თეორიით აიხსნება. ატომების შესახებ მოძღვრების დახმარებით მოლეკულური თეორია განმარტავს ქიმიურ მოვლენებს. ორივე ეს თეორია — მოლეკულური და ატომური — გაერთიანებულია ატომურ-მოლეკულურ თეორიად. ამ თეორიის არსი შეიძლება ჩამოყალიბდეს რამდენიმე დებულებად.

1. თითოეული ნივთიერება უსასრულოდ კი არ იყოფა, არამედ მხოლოდ მის მოლეკულებამდე.
2. ფიზიკური მოვლენების დროს მოლეკულები არ იცვლება, ქიმიური მოვლენების დროს კი — იშლება.
3. ნივთიერებათა მოლეკულები ატომებისაგან შედგება: ქიმიური რეაქციების დროს ატომები, მოლეკულებისაგან განსხვავებით, არ იცვლება.
4. ერთი ელემენტის ატომები ერთნაირია, მაგრამ განსხვავდება ნებისმიერი სხვა ელემენტის ატომებისაგან.
5. ქიმიური რეაქციების დროს ახალი ნივთიერებები წარმოიქმნება იმავე ატომებისაგან, რომლებისგანაც შედგებოდა საწყისი ნივთიერებები.

მოძღვრება ატომების შესახებ ჩაისახა ძველი საბერძნეთის ფილოსოფოსების ნაშრომებში ჩვენს ერამდე დიდი ხნით ადრე. ისინი უარყოფდნენ ღმერთებისა და სასწაულების რწმენას და ცდილობდნენ ბუნების ყველა საიდუმლოება აეხსნათ ბუნებრივი მიზეზებით — უხილავი ნაწილაკების — მუდამ არსებული ატომების — შეერთებითა და გათიშვით, გადაადგილებითა და შერევით. მოძღვრება ატომების შესახებ, როგორც ათეისტური მოძღვრება, ეკლესიის მსახურებისაგან

პრავალი საუკუნის განმავლობაში დევნას განიცდიდა. მის მიმდევრებს დევნიდნენ, მათ წიგნებს წვავდნენ. მაგრამ ძველი დროის ფილოსოფოსები ატომებს უწოდებდნენ იმას, რასაც ახლა მოლეკულებს ვუწოდებთ. ამის გამო მათ მოახერხეს აეხსნათ მხოლოდ ფიზიკური მოვლენები: ქარი და გრივალი, სუნის გავრცელება, წყლის აორთქლება.

ატომურ-მოლეკულური მოძღვრების ძირითადი დებულებები შემუშავა მ. ვ. ლომონოსოვმა. ეს მოხდა მხოლოდ XVIII საუკუნის შუა წლებში. მ. ვ. ლომონოსოვმა ქიმიის მთავარ ამოცანად დასახა ნივთიერებათა აღნაგობის შესწავლა.

ატომურ-მოლეკულური მოძღვრება საყოველთაოდ იქნა აღიარებული ინგლისელი ქიმიკოსის ჯონ დალტონის ნაშრომთა შემდეგ.

მართლაც, ქიმია მეცნიერება გახდა მხოლოდ მას შემდეგ, რაც ქიმიურ რეაქციებს განმარტავენ ატომურ-მოლეკულური მოძღვრების თვალსაზრისით.

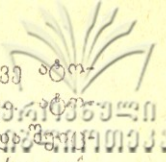
? 1. 1745 წელს მ. ვ. ლომონოსოვი წერდა. „ელემენტი არის სხეულის ნაწილი, რომელიც არ შედგება რომელიმე უფრო მცირე და ერთმანეთისაგან განსხვავებული სხეულებისაგან... კორპუსკულები არის ელემენტების ერთობლიობა ერთი პატარა მასის სახით... კორპუსკულები ერთგვაროვანია, თუ ისინი შედგებიან ერთნაირი სახის და ერთნაირად შეერთებული ერთი და იმავე ელემენტებისაგან. კორპუსკულები ნაირგვარია, როდესაც მათი ელემენტები სხვადასხვაა და შეერთებულია სხვადასხვაგვარად ან სხვადასხვა რიცხვით. ამაზეა დამოკიდებული სხეულთა დაუსრულებელი მრავალფეროვნება“ (ხაზგასმა ავტორებისა).

შეადარეთ ეს ამონაწერი თანამედროვე შეხედულებებს მოლეკულებისა და ატომების შესახებ; ციტატაში შეცვალეთ ხაზგასმული სიტყვები (ელემენტი, სხეული, კორპუსკულა) ისეთებით, რომლებსაც ამჟამად გამოიყენებდით (ნივთიერება, მოლეკულა, ატომი):

2. გადაწერეთ ქვემოთ მოყვანილი წინადადებები და გამოტოვებული სიტყვების ნაცვლად ჩაწერეთ სიტყვები: მოლეკულა (მოლეკულები), ატომი (ატომები); დაიცავით ბრუნვები:

- ა) ჰაერი — ნარევი, რომლის შედგენილობაში არის ენგბადის...
- ბ) წყლის... შეიცავს ენგბადის...
- გ) წყალში ენგბადის გახსნისას ენგბადის... განაწილდება წყლის... შორის,
- დ) ცხველების სუნთქვისათვის აუცილებელია ენგბადის...
- ე) ზურაბის ტბილი გემო გაპირობებულია მასში არსებული შაქრის...
- ვ) წყლის... შედგება წყალბადისა და ენგბადის,,
- ზ) იოდის ნაყენის სუნი გაპირობებულია მისგან იოდის... აორთქლებით.

3. ატომთა შესახებ მოძღვრების შემოღებამდე ქიმიკოსები მრავალი საუკუნის განმავლობაში უშედეგოდ ცდილობდნენ ქიმიური რეაქციების გამოყენებით არაკეთილშობილი ლითონები გარდაქმნათ ოქროდ. როგორ აეხსნათ ამ ამოცანის განუხორციელებლობა ატომთა შესახებ მოძღვრების თვალსაზრისით?



ნებისმიერი ქიმიური რეაქციის პროდუქტები შედგება იგივე ატომებისაგან, რომელთაგანაც საწყისი ნივთიერებები შედგებოდა. ამიტომ, ნებისმიერი რეაქციის დროს არ იცვლება, მაშასადამე, არ უნდა შეიცვალოს არც მათი საერთო მასა. მაშინ ნებისმიერი რეაქციის პროდუქტებს უნდა ჰქონდეს ისეთივე საერთო მასა, როგორც ჰქონდა საწყისი ნივთიერებებს.

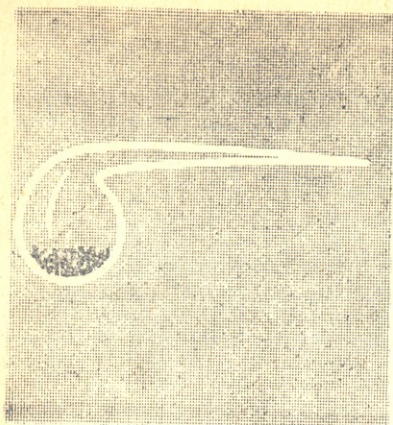
ზოგჯერ ცდის შედეგები თითქოს ეწინააღმდეგება ამას. მაგალითად, ლითონები ჰაერზე გავრვარებისას გარდაიქმნება მყიფე ხენჯად. რომლის მასა ყოველთვის მეტია ცდამდე აღებული ლითონის მასაზე. შეიძლება ლითონს ჰაერიდან უერთდება რაიმე ნაწილაკები? როგორ დავრწმუნდეთ ამაში? ეს საკითხი მარტივად ახსნა მ. ვ. ლომონოსოვმა, იგი ლითონებს ჰაერზე კი არ ავარვარებდა, არამედ მირჩილულ ჭურჭლებში — რეტორტებში (სურ. 12). ლითონი ხენჯად გარდაიქმნებოდა, მაშასადამე, მოსალოდნელი იყო მასის მომატება. მაგრამ ცდის შემდეგ ჭურჭლის მასა ისეთივე იყო, როგორც ჭურაზე მოთავსებამდე. მაშასადამე, ჭურჭელში არსებული ჰაერის მასა ზუსტად იმდენით შემცირდა, რამდენითაც გაიზარდა მასში გავრვარებული ლითონის მასა.

ქიმიურ რეაქციებში შესულ ნივთიერებათა მასა ყოველთვის ტოლია მიღებულ ნივთიერებათა მასისა.

ქიმიის ამ ერთ-ერთ ძირითად კანონს მასის მუდმივობის კანონი ეწოდება. მასის მუდმივობის კანონი მ. ვ. ლომონოსოვმა პირველმა ასე ჩამოაყალიბა:

„ყველა ცვლილება, რომელიც ბუნებაში ხდება, ისეთი ხასიათისაა, რომ რამდენიც ერთ სხეულს ერთმევა, იმდენივე ემატება მეორეს. ასე რომ, თუ მატერია ერთგან შემცირდება, იმდენადვე გადიდება სხვაგან“.

ნივთიერების მასის მუდმივობის კანონიდან გამომდინარეობს, რომ ნივთიერება არ შეიძლება წარმოიქმნას არაფრისაგან ანდა გარდაიქმნას არაფრად. ამიტომ, თუ ჩვენ გვეჩვენება, რომ ქიმიური რეაქციის დროს ნივთიერება თითქოს არაფრისაგან მიიღება ან უკვალოდ ქრება, ეს იმას ნიშნავს, რომ რეაქციაში მონაწილე და მიღებული ყველა ნივთიერება არ მივიღეთ მხედველობაში. მაგალითად, მერქნის წვის დროს გვეჩვენება, რომ მისი წარმომქმნელი ნივთიერებები უკვალოდ იკარგება. მაგრამ რეაქციის უფრო დაწვრილებითი შესწავლა გვიჩვენებს, რომ ეს ასე არ არის: მერქნის დაწვისას დახარჯული ნივთიერებების (თვით მერქნისა და ჰაერის ჟანგბადის) მასა ტოლია წვის დროს წარ-



სურ. 12. რეტორტა მირჩილული ბოლოთი და მასში მოთავსებული ლითონით.

მოქმნილი წყლის, ნახშირორჟანგისა და ნაცრის მასისა.

მასის მუდმივობის კანონის გამოყენებით შეიძლება გამოვიანგარიშოთ რეაქციაში მონაწილე ერთ-ერთი ნივთიერების ან ერთ-ერთი მიღებული ნივთიერების მასა, თუ ყველა დანარჩენი ნივთიერებების მასები ცნობილია. მაგალითად, თუ გვინდა გავიგოთ გარკვეული რაოდენობით ვერცხლისწყლის ოქსიდის დაშლის დროს წარმოქმნილი ქანგბადის მასა, ამისათვის არ არის აუცილებელი ქანგბადის შეგროვება და მისი აწონა.

საკმარისია ცდამდე განვსაზღვროთ ვერცხლისწყლის ოქსიდის მასა და ცდის შედეგად მიღებული ვერცხლისწყლის მასა. მასის მუდმივობის კანონის თანახმად, ვერცხლისწყლისა და ქანგბადის მასათა ჯამი დაშლილი ვერცხლისწყლის ოქსიდის მასის ტოლია, მაშასადამე, თუ ვერცხლისწყლის ოქსიდის მასას გამოვაკლებთ მიღებული ვერცხლისწყლის მასას, გავიგებთ გამოყოფილი ქანგბადის მასას. მაგალითად, ავიღეთ 2,17 გ ვერცხლისწყლის ოქსიდი და მივიღეთ 2,01 გ ვერცხლისწყალი:

$$2,17 \text{ გ} \qquad 2,01 \text{ გ} \qquad m$$

$$\text{ვერცხლისწყლის} = \text{ვერცხლისწყალი} + \text{ქანგბადი}$$

$$\text{ოქსიდი}$$

მიღებული ქანგბადის მასა უნდა უდრიდეს:

$$m = 2,17 \text{ გ} - 2,01 \text{ გ} = 0,16 \text{ გ}$$

?

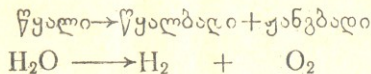
1. გამოთქვით მასის მუდმივობის კანონი.

2. ვერცხლისწყალ(II)-ის ოქსიდის დაშლისას მიღებულია 16 გ ქანგბადი და 201 გ ვერცხლისწყალი. რამდენი გრამი ვერცხლისწყალ(II)-ის ოქსიდი დაშლილია?

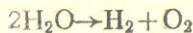
მა როდესაც მ. ვ. ლომონოსოვი ლითონიანი ჰურტლის გავარვარების შემდეგ მოტეხდა მის მირჩილულ ბოლოს, მაშინ ჰურტლისა და მოტეხილი ბოლოს საერთო მასა მეტი აღმოჩნდებოდა, ვიდრე ლითონიანი ჰურტლის მასა გავარვარებამდე, ახსენით ეს მოვლენა.

თუ ცნობილია ქიმიურ რეაქციაში მონაწილე და რეაქციის შედეგად მიღებული ყველა ნივთიერების ქიმიური ფორმულა, მაშინ ქიმიურ რეაქცია შეიძლება გამოვსახოთ ქიმიური განტოლებით.

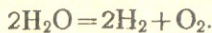
რეაქციის განტოლების შედგენისათვის, მაგალითად, წყლის დაშლის რეაქციისა, მარცხენა მხარეზე ვწერთ აღებული ნივთიერების ფორმულას (ან ფორმულებს, თუ რამდენიმე ნივთიერებაა აღებული), ხოლო მარჯვენა მხარეზე — წარმოქმნილ ნივთიერებათა ფორმულებს, როგორც საწყისი, ისე წარმოქმნილი ნივთიერებების ფორმულებს ვაერთებთ „+“ ნიშნით:



ახლა ფორმულების წინ უნდა დავწეროთ კოეფიციენტები ისე, რომ თითოეული ელემენტის ატომთა რიცხვი მარცხენა და მარჯვენა ნაწილებში ერთნაირი იყოს. ვმსჯელობთ ასე: ჟანგბადის ერთი ორატომიანი მოლეკულის (O_2) წარმოქმნისათვის საჭიროა ჟანგბადის ორი ატომი. ამისათვის უნდა დაიშალოს წყლის ორი მოლეკულა. მაშასადამე, ფორმულის H_2O წინ საჭიროა დავწეროთ კოეფიციენტი 2:



ჟანგბადის ატომების რიცხვი მარცხენა და მარჯვენა ნაწილებში ერთი და იგივეა — 2. მაგრამ წყალბადის ატომების რიცხვი ჯერ კიდევ არ არის გათანაბრებული. წყლის ორი მოლეკულის დაშლის დროს მიიღება წყალბადის ოთხი ატომი ან წყალბადის ორი ორატომიანი მოლეკულა. მაშასადამე, მარჯვენა ნაწილში ნიშნის H_2 წინ უნდა დავწეროთ კოეფიციენტი 2. ახლა წყალბადის ატომთა რიცხვიც გათანაბრებულია მარცხენა და მარჯვენა ნაწილებში, და შეგვიძლია მათ შორის ტოლობის ნიშანი დავწეროთ;



შედგენილი განტოლება იკითხება ასე: ორი-აშ-ორი-ო უდრის ორი-აშ-ორი პლუს ო-ორი. იგი ნიშნავს, რომ ამ რეაქციის დროს წყლის ყოველი ორი მოლეკულისაგან, რომლებიც შედგება წყალბადის ორი ატომისა და ჟანგბადის ერთი ატომისაგან, მიიღება წყალბადის ორი ორატომიანი მოლეკულა და ჟანგბადის ერთი ორატომიანი მოლეკულა. ქიმიური განტოლება არის ქიმიური რეაქციის პირობითი ჩაწერა ქიმიური ფორმულებითა და (თუ საჭიროა) კოეფიციენტებით.

ქიმიურ განტოლებებში, ალგებრულისაგან განსხვავებით, მარცხენა

და მარჯვენა ნაწილში. გადაადგილების დროს საგნებით იცვლება მისი მნიშვნელობა. თუ განტოლების $2H_2O = 2H_2 + O_2$ ნაცვლად დაწეროთ განტოლებას $2H_2 + O_2 = 2H_2O$, მაშინ ის გამოსახავს სრულიად სხვა რეაქციას.

პირველი განტოლება გამოსახავს წყლის დაშლას, ხოლო მეორე — წყალბადის შეერთებას ჟანგბადთან.

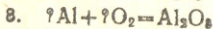
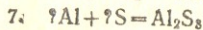
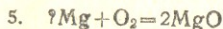
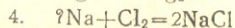
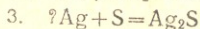
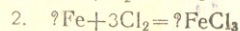
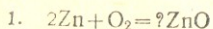
ქიმიური რეაქციის განტოლების შედგენის ეს მაგალითი საშუალებას იძლევა ჩამოვყალიბოთ შემდეგი წესი:

ქიმიური რეაქციის განტოლების შედგენისათვის უნდა დაიწეროს რეაქციაში შესული ნივთიერებების ფორმულები, ხოლო ტოლობის ნიშნის შემდეგ — რეაქციის შედეგად მიღებული ნივთიერებების ფორმულები; განტოლების მარცხენა და მარჯვენა ნაწილების ფორმულები უნდა შეერთდეს ნიშნით „პლუსი“. თითოეული ელემენტის ატომთა რაოდენობა განტოლების მარცხენა ნაწილში ნივთიერებათა მასის მუდმივობის კანონის შესაბამისად ტოლი უნდა იყოს თითოეული ელემენტის ატომთა რაოდენობისა განტოლების მარჯვენა ნაწილში. ამისათვის ფორმულების წინ შესაბამისი კოეფიციენტები უნდა დაიწეროს.

? 1. წაიკითხეთ წყალბადისა და ჟანგბადის შეერთების რეაქციის განტოლება. რას აღნიშნავს ის?

▲ 2. დაწერეთ ვერცხლისწყლის ოქსიდის (HgO) დაშლის რეაქციის განტოლება, თუ ვიცით, რომ ამ დროს მიიღება ორი ნივთიერება — ვერცხლისწყალი (Hg) და ჟანგბადი (O_2).

3. ქვემოთ მოყვანილ რეაქციების განტოლებებში დაწერეთ შესაბამისი კოეფიციენტები:



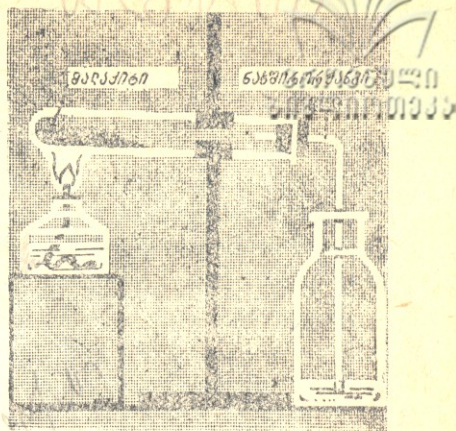
შეამოწმეთ, ტოლია თუ არა თითოეული ელემენტის ატომების რიცხვი განტოლების მარცხენა და მარჯვენა ნაწილებში.

§ 19. ქიმიურ რეაქციათა ტიპები

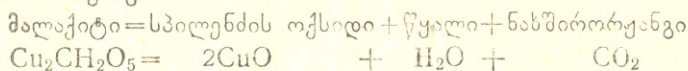
ქიმიური რეაქციები შეიძლება დაყვით რამდენიმე ძირითად ტიპად ისეთი ნიშნების მიხედვით, როგორცაა საწყისი და წარმოქმნილი ნივთიერებების რიცხვი და შედგენილობა.

დაშლის რეაქციები. მალაქიტის ფხვნილი (მწვანე ფერის ნივთიერება) მოვათავსოთ სინჯარაში (სურ. 13), მოვარგოთ მოხრილმილიანი საცობი, მილის ბოლო ჩავუშვათ ქიქაში, რომელშიც ცოტა რაოდენობით კირიანი წყალია ჩასხმული, და მალაქიტი გავახუროთ. გახუ-

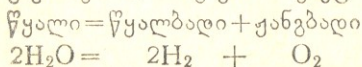
რებისას მწვანე ფხვნილი გაშავდება. მიღებული შავი ფხვნილი თქვენთვის ცნობილი სპილენძის ოქსიდია CuO . სინჯარის კედლებზე წყლის წვეთები გაჩნდება, ხოლო ჭიქაში ხსნარი აიმღვრევა. ეს, როგორც თქვენთვის ცნობილია, ნახშირორჟანგის წარმოქმნის ნიშანია. რა მოუვიდა მალაქიტს? მისგან წარმოიქმნა სამი ახალი ნივთიერება: სპილენძის ოქსიდი, წყალი და ნახშირორჟანგი:



სურ. 13. მალაქიტის დაშლა.



გავიხსენოთ მსგავსი რეაქცია:



ამ რეაქციებში საერთოა ის, რომ ერთი რთული ნივთიერებისაგან მიიღება რამდენიმე მარტივი ან რთული ახალი ნივთიერება.

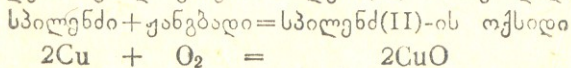
ქიმიურ რეაქციებს, რომელთა დროს ერთი რთული ნივთიერებისაგან რამდენიმე სხვა ნივთიერება მიიღება, და შ ლ ი ს რ ე ა ქ ც ი ე ბ ი ეწოდება.



1. შეიძლება თუ არა დაშლის რეაქციების ჩატარება მარტივ ნივთიერებებზე? პასუხი განმარტეთ.
2. შეიძლება თუ არა დაშლის რეაქციების დროს მივიღოთ: ა) მარტივი, ბ) რთული ნივთიერებები? დაასახელეთ მაგალითები.

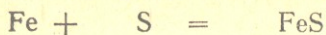
შეერთების რეაქციები. ბუნებაში რომ მხოლოდ დაშლის რეაქციები ხდებოდეს, მაშინ ყველა რთული ნივთიერება, რომელთა დაშლა შეიძლება, დაიშლებოდა და ქიმიური რეაქციები შეწყდებოდა, მაგრამ არსებობს სხვა ტიპის რეაქციებიც.

ჰაერზე სპილენძის გავარჯარებისას ის შავი ნაფიფქით იფარება. სპილენძი გარდაიქმნება სპილენძ(II)-ის ოქსიდად:



გავიხსენოთ რკინა(II)-ის სულფიდის მიღების რეაქცია:

რკინა + გოგირდი = რკინა(II)-ის სულფიდი



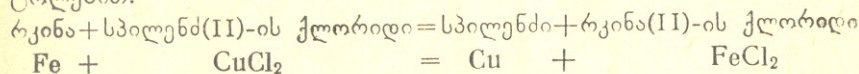
ორივე შემთხვევაში რამდენიმე (ამ შემთხვევაში ორი) ნივთიერებისაგან ერთი ახალი ნივთიერება მიიღება.

რეაქციებს, რომელთა დროს რამდენიმე მარტივი ან რთული ნივთიერებისაგან ერთი რთული ნივთიერება მიიღება, შეერთების რეაქციები ეწოდება. ამრიგად, შეერთების რეაქცია დაშლის რეაქციის საპირისპირო პროცესია.

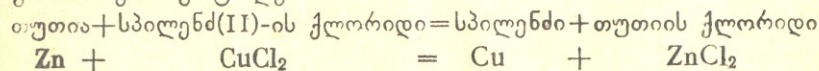
? შეიძლება თუ არა შეერთების რეაქციის შედეგად მივიღოთ მარტივი ნივთიერებები? რატომ?

ჩანაცვლების რეაქციები. გავეცნოთ კიდევ ერთი ტიპის რეაქციებს (ასეთ რეაქციებს აქამდე არ შევხვედრივართ).

სპილენძ(II)-ის ქლორიდის — მისი ფორმულაა CuCl_2 — ცისფერ ხსნარში მოვთავსოთ რკინის ლურსმანი. მაშინვე დაიწყება ლურსმნის დაფარვა სპილენძით, რომელიც მის ზედაპირზე გამოიყოფა, ხოლო რეაქციის დამთავრებისას ცისფერი ხსნარი მომწვანო ფერის გახდება: სპილენძ(II)-ის ქლორიდის ნაცვლად ახლა მასში იქნება რკინა(II)-ის ქლორიდი. მისი ქიმიური ფორმულაა FeCl_2 . რეაქცია გამოისახება განტოლებით:



თუ სპილენძ(II)-ის ქლორიდის ხსნარში რკინის ნაცვლად თუთიის Zn ნატეხს ჩავაგდებთ, ზუსტად ამგვარადვე გამოიყოფა სპილენძი. ხსნარი გაუფერულდება, ვინაიდან რეაქციის მეორე პროდუქტი იქნება თუთიის ქლორიდი ZnCl_2 , ამ ნივთიერების ხსნარი კი უფეროა. რეაქცია გამოისახება განტოლებით:

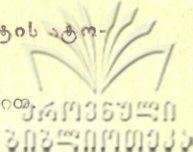


პირველ შემთხვევაში სპილენძის ატომები სპილენძ(II)-ის ქლორიდში ჩაინაცვლება რკინის ატომებით, მეორე შემთხვევაში კი — თუთიის ატომებით. ამრიგად, ატომებს შეუძლია არა მხოლოდ შეუერთდეს ერთმანეთს, არამედ კიდევ ჩაანაცვლოს ერთმანეთი რთულ ნივთიერებებში.

მარტივ და რთულ ნივთიერებებს შორის ქიმიურ რეაქციებს, რომელთა დროს მარტივი ნივთიერების შემადგენელი ატომები ჩაანაცვ-

ლებენ რთული ნივთიერების შემადგენელი ერთ-ერთი ელემენტის ატომებს, ჩანაცვლების რეაქციები ეწოდება.

კიდევ ერთი ტიპის ქიმიურ რეაქციას შემდგომ გავცნობით.



1. სინჯარაში გაახურეს ვერცხლისწყალ(I)-ის ოქსიდისა და სპილენძის ფხვნილების ნარევი. დაწერეთ ქიმიური რეაქციის განტოლება, თუ ცნობილია, რომ რეაქციის შედეგად მიიღება ორი ნივთიერება: ერთი მარტივი, პოლო მეორე — რთული. აღწერეთ რეაქციის ორი ნიშანი. რომელ ტიპს მიეკუთვნება ეს რეაქცია?

2. რომელი ტიპის რეაქციებს იცნობთ? დაწერეთ თითოეული ტიპის რეაქციის თითო განტოლება.

3. გადაწერეთ ქვემოთ მოყვანილი რეაქციების სქემები, კითხვის ნიშნის ნაცვლად მიუწერეთ კოეფიციენტები და აღნიშნეთ, რეაქციათა რომელ ტიპს მიეკუთვნება თითოეული მათგანი:

- | | |
|------------------------------------|--|
| 1. $?P + ?O_2 \rightarrow 2P_2O_5$ | 4. $Zn + ?HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$ |
| 2. $?HgO \rightarrow ?Hg + O_2$ | 5. $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$ |
| 3. $?Mg + O_2 \rightarrow ?MgO$ | 6. $Mg + CuCl_2 \rightarrow MgCl_2 + Cu$ |

4. რომელი ნივთიერებები არ განიცდის დაშლის რეაქციას და არ მიიღება შეერთების რეაქციით?

5. შეადგინეთ გოგირდთან შემდეგი ლითონების: ა) მაგნიუმის Mg, ბ) თუთიის Zn, გ) ვერცხლის Ag, დ) ალუმინის Al შეერთების რეაქციათა განტოლებები, თუ ცნობილია, რომ გოგირდის ვალენტობა ამ ნაერთებში 2-ის ტოლია.

6. შეადგინეთ: ა) პლათინის ოქსიდის PtO_2 , ბ) ვერცხლის ოქსიდის Ag_2O , ვერცხლისწყალ(I)-ის ოქსიდის Hg_2O და ოქროს ოქსიდის Au_2O_3 დაშლის რეაქციათა განტოლებები.

7. სულემის $HgCl_2$ ხსნარში მოათავსეს სპილენძის მონეტა. მოხდა ჩანაცვლების რეაქცია. შეადგინეთ ქიმიური რეაქციის განტოლება და აღწერეთ რეაქციის ორი ნიშანი, თუ ცნობილია, რომ სულემა უფერო ნივთიერებაა. ხოლო მიღებული რთული ნივთიერების ფორმულაა $CuCl_2$.

8. წითელი საღებავის სურინჯის Pb_3O_4 მიღება შეიძლება: ა) ტყვიის ოქსიდის PbO_2 გავარვარებით (რომელი აირი გამოიყოფა ამ დროს?), ბ) ყვითელი საღებავის მურდასანგის PbO ჰაერზე გავარვარებით (რომელი აირი შთაინთქმება ამ დროს ჰაერიდან)? შეადგინეთ ორივე რეაქციის ქიმიური განტოლება, რომელი ტიპის რეაქციებს მიეკუთვნება თითოეული მათგანი?

Handwritten marks and scribbles at the bottom of the page.

§ 20. ქანგბადი

რაკი გავეცანით ქიმიის დაწყებით ცნებებს, შევისწავლოთ უმნიშვნელოვანესი ქიმიური ელემენტები და მათი ნაერთები. დავიწყოთ ქანგბადით, ვინაიდან ქანგბადი ყველაზე უფრო გავრცელებული ელემენტია დედამიწაზე და მისი, როგორც მარტივი ნივთიერების, მონაწილეობით მიმდინარეობს სუნთქვა და მრავალი მნიშვნელოვანი პროცესი არაცოცხალ ბუნებასა და ტექნიკაში.

XVIII საუკუნის დასასრულს ინგლისელი მეცნიერი ჯოზეფ პრისტლი სხვადასხვა ხეთიერებას მზის სხივებზე ახურებდა გამაღიღებელი მინის (ლუპის) გამოყენებით. როდესაც მან ამ ხერხით გაახურა ვერცხლისწყალ(II)-ის ოქსიდი მე-14 სურათზე გამოსახულ ხელსაწყოში, დიდი რაოდენობით აირი გამოიყო. ჯ. პრისტლიმ თავდაპირველად იფიქრა, რომ ეს იყო ჰაერი. მაგრამ, როდესაც მან შეგროვილი აირით ავსებულ ჭურჭელში ანთებული სანთელი ჩაუშვა, არაჩვეულებრივი რამ დაინახა: „მე გამაკვირვა, — წერდა ჯ. პრისტლი: — უფრო მეტად, ვიდრე გამოთქმა შემიძლო, იმან, რომ სანთელი ამ აირში იწვოდა განსაცვიფრებლად კაშკაშა ალით“.

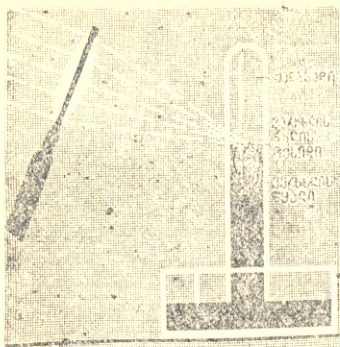
ჯ. პრისტლიმ ერთი თავი მოათავსა ჩვეულებრივ ჰაერიან ჭურჭელში, მეორე — ისეთივე ჭურჭელში, რომელშიც მის მიერ მიღებული აირი იყო. პირველ ჭურჭელში თავი მალე დაიბრუნა, მეორე ჭურჭელში კი თავი იმავე დროს განმავლობაში კარგად ვრძნობდა თავს და ცოცხლად მოძრაობდა. ჯ. პრისტლიმ თვითონაც ჩაისუნთქა მიღებული აირი და დარწმუნდა, რომ სუნთქვა განსაკუთრებით ადვილი და სასიამოვნო გახდა.

ჯ. პრისტლის მიერ აღმოჩენილი აირი ქანგბადი იყო.

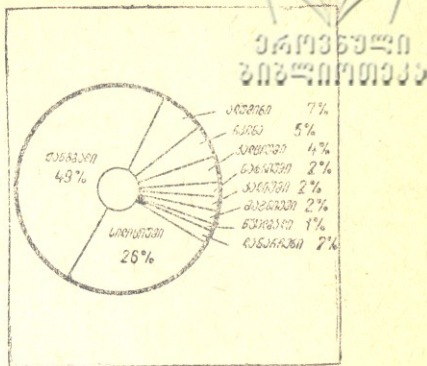
ქანგბადის ქიმიური ნიშანი — **O**, ფარდობითი ატომური მასა —

16. ქანგბადის ვალენტობა ნაერთებში ორის ტოლია. ქანგბადის მოლეკულა ორი ატომისაგან შედგება. მისი ფორმულაა **O₂**. ქანგბადის ფარდობითი მოლეკულური მასაა **32**.

ქანგბადი ყველაზე უფრო გავრცელებული ქიმიური ელემენტია დედამიწაზე (სურ. 15). თავისუფალი სახით ის არის ჰაერში. მაგრამ ყველაზე მეტი რაოდენობით ქანგბადი ქიმიური ელემენტის სახით შედის ქანების, მინერალებისა და წყლის შედგენილობაში. ქანგბადი შეადგენს დედამიწის ქერქის, ჰიდროსფეროსა და ატმოსფეროს მასას



სურ. 14. პრისტლის ცდა.



სურ. 15. ელემენტების გავრცელება ბუნებაში (მასის მიხედვით).

თითქმის ნახევარს. ჟანგბადი შედის იმ ქიმიურ ნაერთებში, რომლებსაც შედგება მცენარეების, ცხოველებისა და ადამიანის ორგანიზმები.

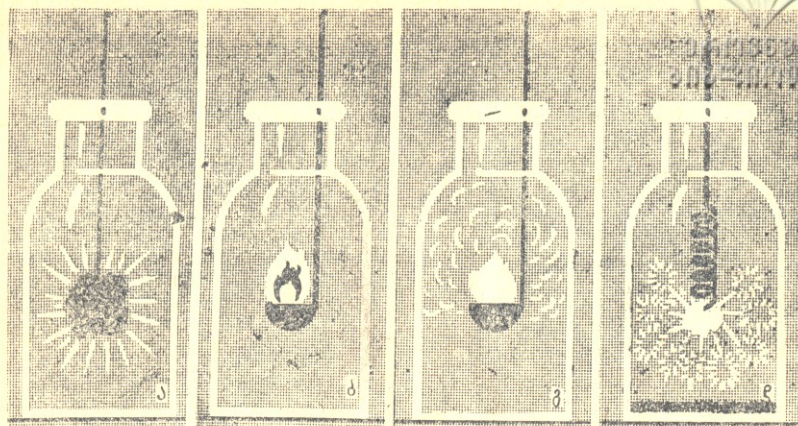
- ?
- როგორი სახით (მარტივი ნივთიერებისა თუ სხვა ელემენტებთან ნაერთების სახით) მოიპოვება ჟანგბადი ბუნებაში: ა) ატმოსფეროში, ბ) ბუნებრივ წყლებში, გ) დედამიწის ქერქში?
 - გამოიანგარიშეთ ჟანგბადის მასური წილი წყალში H_2O , თეთრ ქვიშაში SiO_2 .
 - ჟანგბადის რა თვისებები იცით ჰაერზე ყოველდღიური დაკვირვების მიხედვით?

§ 21. ჟანგბადის თვისებები

ჟანგბადი უფერო აირია, არა აქვს სუნი და გემო. ის ჰაერზე ოდნავ მძიმეა. წყალში მცირე რაოდენობით იხსნება, $101,3$ კპა წნევისას და $-183^{\circ}C$ -ზე ჟანგბადი სითხედ იქცევა. თხევადი ჟანგბადი ცისფერი მოძრავი სითხეა.

გამოვიკვლიოთ ჟანგბადის ქიმიური თვისებები (ასე ვუწოდებთ ნივთიერებების იმ თვისებებს, რომლებიც ქიმიურ რეაქციებში მქონდება). ჟანგბადს გამოვიცნობთ მისი თვისების მიხედვით, — იგი ხელს უწყობს საწვავი ნივთიერების წვას; მბუჟტავ კვარს მასში ცეცხლი ეკიდება. გავიცნოთ მარტივ ნივთიერებებთან ჟანგბადის შეერთების რამდენიმე რეაქციას.

1. რკინის კოვზზე მოვათავსოთ ცოტაოდენი წითელი ფოსფორი. წითელი ფოსფორი წყალში უხსნადი, წითელი ფერის მარტივი ნივთიერებაა. ფოსფორიანი კოვზი ჩავუშვათ ჟანგბადში. არავითარი რეაქცია არ მოხდება, ავანთოთ ფოსფორი და ჟანგბადში ხელახლა ჩა-



სურ. 16. წვა ქანგბადში: ა—ნახშირის, ბ—გოგირდის, გ—ფოსფორის, დ—რკინის.

ვუშვით კოვზი ანთებული ფოსფორით (სურ. 16, გ). ფოსფორი ქანგბადში წვას განაგრძობს კაშკაშა, თვალისმომკრელი ალით. ამავე დროს ჭურჭელი ისეთი სქელი თეთრი კვამლით ივსება, რომ ანთებულ ფოსფორიანი კოვზი აღარ ჩანს. რამდენიმე ხნის შემდეგ თეთრი კვამლის ნაწილაკები ჭურჭლის კედლებზე თეთრი ფხვნილის სახით დაილეკება. ცილინდრში წყლის ჩასხმისას ჯერ ამღვრეულ სითხეს მივიღებთ, მაგრამ რამდენიმე ხნის შემდეგ ფხვნილი გაიხსნება და სითხე ისევ გამჭვირვალე გახდება.

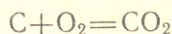
წყალში უხსნადი წითელი ნივთიერება სითბოსა და სინათლის გამოყოფით გარდაიქმნა წყალში ხსნად თეთრ ნივთიერებად. მაშასადამე, მოხდა ქიმიური რეაქცია. რა მონაწილეობა მიიღო მასში ქანგბადმა? ალბათ, ეს არის ქანგბადთან ფოსფორის შეერთების რეაქცია. ასეთ შემთხვევაში ფოსფორთან ერთად ქანგბადიც უნდა დახარჯულიყო.

ეს რომ შევამოწმოთ, ფოსფორი ხელახლა დავწვით ქანგბადში. მაგრამ არა თავლია ჭურჭელში, არამედ ზარხუფში (უძირო ჭურჭელში, იხ. სურ. 26, გვ. 58), რომელიც წყალშია ჩაშვებული. ფოსფორიანი კოვზის მავთულის ტარი საცობშია გატარებული. ანთებული ფოსფორის ქანგბადში შეტანისთანავე ზარხუფს მჭიდროდ დავუცოთ ეს საცობი. ფოსფორის წვასთან ერთად ზარხუფში წყალი თანდათანობით მალლა იწვეს. მაშასადამე, ქანგბადის რაოდენობა თანდათანობით მცირდება — ის იხარჯება.

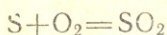
ამრიგად, აღწერილ ცდაში ქანგბადი ფოსფორს უერთდება და ახალი ნივთიერება წარმოიქმნება. ამ ნივთიერებას ფოსფორ(V)-ის ოქსიდი ეწოდება, მისი ფორმულაა P_2O_5 .

2. ნახშირის ნატეხი რკინის კოვზით შევიტანოთ სპირტქურის ალ-ში. როდესაც ნახშირი გავარვარდება, ალიდან გამოვიტანოთ და ჰაერზე გავაჩეროთ. რამდენიმე ხნის განმავლობაში ნახშირი ბუխდება და შემდეგ ჩაქრება. იგი ჰაერზე ცუდად იწვის. ნახშირი ხელახლა გავავარვართ და ჟანგბადიან ქილაში შევიტანოთ (სურ. 16, ა). ჟანგბადში ნახშირი კი არ ქრება, როგორც ეს ჰაერზე მოხდა, არამედ სითეთრემდე ვარვარდება, უალოდ და უკვამლოდ იწვის და თანდათანობით პატარავდება. მაგრამ ბოლოს ნახშირი ჩაქრა. ქილაში შევიტანოთ ანთებული კვარი. ის ჩაქრება. ქილაში ჩავასხათ კირიანი წყალი, ის აიძვრება. ეს ნახშირორჟანგის CO_2 ანუ ნახშირბად(IV)-ის ოქსიდის ჩვენთვის ცნობილი ნიშნებია.

მოხდა ქიმიური რეაქცია. ჟანგბადი შეუერთდა ნახშირბადს. რეაქციის განტოლება:

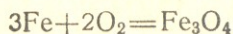


3. კოვზზე მოთავსებულ გოგირდს ცეცხლი მოვუკიდოთ. ჰაერზე ის ლურჯი ფერის პატარა ალით იწვის. შემდეგ ანთებული გოგირდი კოვზით ჩავუშვათ ჟანგბადში. გოგირდის წვა გაძლიერდება (სურ. 16, ბ). ჟანგბადში ის მეტად ლამაზი ლურჯი ფერის ალით იწვის. გოგირდის წვის შედეგად მიიღება გოგირდოვანი აირი ანუ გოგირდ(IV)-ის ოქსიდი, რომელიც ნახშირორჟანგისაგან განსხვავდება მკვეთრი სუნით. გოგირდოვანი აირის ფორმულაა SO_2 . ჟანგბადთან გოგირდის შეერთების რეაქცია გამოისახება განტოლებით:



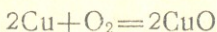
ნივთიერებების წვის სიჩქარე სუფთა ჟანგბადში მეტია, ვიდრე ჰაერში.

4. ჟანგბადში შეიძლება დაიწვას ისეთი ნივთიერებებიც, რომლებსაც ჩვეულებრივ უწვავ ნივთიერებებად ვთვლით, მაგალითად, რკინა. ფოლადის მავთულის ბოლოზე ასანთის ღერი დავამაგროთ. ასანთი ავანთოთ და ანთებულასანთიანი მავთული ჟანგბადის ჭურჭელში ჩავუშვათ (სურ. 16, დ). ასანთიდან ცეცხლი მოედება რკინას. ნახშირის მსგავსად, რკინაც უალოდ და უკვამლოდ, მაგრამ ძლიერი ტკაცანით იწვის. წარმოქმნილი რკინის ხენჯის Fe_3O_4 გამდნარი წვეთები კი კაშკაშა ნაპერწკლების სახით იფანტება. რკინის წვა ჟანგბადში გამოისახება განტოლებით:



რკინის ხენჯის შედგენილობა შეიძლება გამოისახოს ასე:
 $FeO \cdot Fe_2O_3$.

ნახშირის, გოგირდის, ფოსფორისა და რკინის მსგავსად ქანგბადს უერთდება სხვა არალითონებისა და ლითონების უმეტესობა. თუმცა ამ რეაქციებს წვა ყოველთვის არ ახლავს თან. მაგალითად, სპილენძი ქანგბადში გავარვარების დროს (ისევე როგორც ჰაერზე გავარვარებისას) წვის გარეშე უერთდება ქანგბადს და ჯვრდაიქმნება შავ ფხვნილად — სპილენძ(II)-ის ოქსიდად CuO . ქანგბადთან სპილენძის შეერთების რეაქციის განტოლებაა:



თავისუფალი ქანგბადი ერთ-ერთი ყველაზე აქტიური მარტივი ნივთიერებაა.

- ?
1. ჩამოთვალეთ ქანგბადის: ა) ფიზიკური, ბ) ქიმიური თვისებები.
 2. აღწერეთ: ა) ფოსფორის, ბ) ნახშირის, გ) გოგირდის, დ) რკინის წვა ქანგბადში. რომელი პროდუქტი მიიღება თითოეულ შემთხვევაში? აღწერეთ მისი თვისებები, რომელ ტიპს მიეკუთვნება ეს რეაქციები?
 3. რა ცნობებს იძლევა ქიმიური ფორმულები ნახშირორქანგის, გოგირდოვანი აირის, რკინის ხენჯის შესახებ?
 4. დაწერეთ ქიმიური რეაქციების განტოლებები ქანგბადსა და შემდეგ ელემენტებს შორის: მაგნიუმი Mg , თუთია Zn , სილიციუმი Si , ვოლფრამი W , დარიშხანი As , თუ ცნობილია, რომ ამ ელემენტების ქანგბადანერთების ფორმულებია: MgO , ZnO , SiO_2 , WO_3 , As_2O_3 .
 5. მიიღება თუ არა სიცარიელე, როცა ქანგბადიან თავდაცობილ ჭურჭელში დაეწვავთ რკინის მავთულის ნაჭრებს? რატომ? თუ ნახშირს დაეწვავთ?

§ 22. შანგბადი. ოქსიდები

ნივთიერებებთან ქანგბადის ქიმიურ რეაქციებს ქანგვის რეაქციებს მიაკუთვნებენ, ხოლო წარმოქმნილ ნაერთებს — ოქსიდებს.

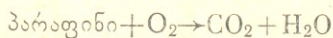
ოქსიდი არის რთული ნივთიერება, რომელიც შედგება ორი ელემენტის ატომებისაგან, რომელთაგან ერთ-ერთი ქანგბადია.

ფოსფორი წვის დროს იქანგება და მიიღება ფოსფორ(V)-ის ოქსიდი P_2O_5 . ნახშირი, გოგირდი, რკინა წვის დროს იქანგება და წარმოქმნის ოქსიდებს, სახელდობრ, ნახშირორქანგს CO_2 — ნახშირბად(IV)-ის ოქსიდს, გოგირდოვან აირს SO_2 — გოგირდ(IV)-ის ოქსიდს, რკინის ხენჯს Fe_2O_3 — რკინა(III)-ისა და (II)-ის ოქსიდებს.

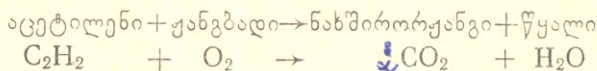
ლითონის ოქსიდები, რკინის ხენჯისა და სპილენძი(II)-ის ოქსიდის მსგავსად, მყარი ნივთიერებებია, არალითონების ოქსიდები შეიძლება იყოს მყარიც, როგორცაა ფოსფორ(V)-ის ოქსიდი, თხევალურიც (წყალი), აიროვანიც, როგორცაა გოგირდოვანი აირი და ნახშირორჟანგი (ჩვეულებრივ პირობებში).

ოქსიდები მიიღება ჟანგბადით არა მარტო მარტივი ნივთიერებების დაჟანგვისას, არამედ ზოგიერთი რთული ნივთიერების დაჟანგვის დროსაც. ავანთოთ სანთელი და ჩაგუშვათ ის ჟანგბადიან ქილაში. სანთელი ჟანგბადში კაშკაშა ალით იწვის. ქილის კედლებზე წყლის წვეთები ჩნდება. წყალი წყალბადის ოქსიდია H_2O . ქილაში, რომელშიც სანთელი იწვოდა, ჩავსახათ კირიანი წყალი. წყალი ამღვრევა. თქვენთვის ცნობილია, რომ ეს ნახშირბად(IV)-ის ოქსიდის — ნახშირორჟანგის თვისებაა.

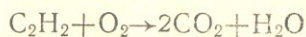
სანთელი დამზადებულია პარაფინისაგან, რომლის შედგენილობაში წედის ელემენტები ნახშირბადი და წყალბადი. სანთლის წვის დროს ნახშირბადი უერთდება ჟანგბადს და მიიღება ნახშირბადის ოქსიდი, ხოლო წყალბადი ჟანგბადთან შეერთებით წარმოქმნის წყალს:



აცეტილენის C_2H_2 წვის რეაქციის მაგალითზე განვიხილოთ, როგორ შევადგინოთ რთული ნივთიერებების ჟანგვის რეაქციების განტოლებები:

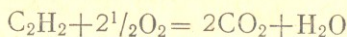


ჯერ გამოვიანგარიშოთ: ა) რამდენი მოლეკულა ნახშირორჟანგი და ბ) რამდენი მოლეკულა წყალი წარმოიქმნება ერთი მოლეკულა აცეტილენის დაჟანგვის დროს. C_2H_2 მოლეკულაში ორი ატომი ნახშირბადია, ხოლო CO_2 -ის მოლეკულაში — ერთი. მაშასადამე, ერთი მოლეკულა აცეტილენისაგან მიიღება ორი მოლეკულა ნახშირორჟანგი. C_2H_2 -ის მოლეკულაში ორი ატომი წყალბადია, H_2O -ს მოლეკულაშიც ორია. მაშასადამე, ერთი მოლეკულა აცეტილენისაგან მიიღება ერთი მოლეკულა წყალი:



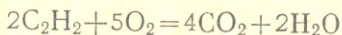
ახლა განვსაზღვროთ, რამდენი ატომი ჟანგბადი დაიხარჯება ორი მოლეკულა ნახშირორჟანგისა და ერთი მოლეკულა წყლის წარმოსაქმნელად. ჟანგბადის ატომები იმდენი დაიხარჯება, რამდენსაც ეს მო-

ლეკულები შეიცავს, ე. ი. 5 ატომი ქანგბადი. 5 ატომი ქანგბადი შეადგენს ორნახევარ მოლეკულას. განტოლების კოეფიციენტები ნამოთენია:



ეროვნული
ბიბლიოთეკა

მაგრამ წილად კოეფიციენტებს ქიმიურ რეაქციებში, როგორც წესი, არ წერენ, ამიტომ ყველა კოეფიციენტს ვამრავლებთ 2-ზე და ვღებულობთ რეაქციის შემდეგ განტოლებას:



(წაიკითხეთ იგი). შევამოწმოთ განტოლება; მის მარცხენა ნაწილში არის ოთხი ატომი C, ოთხი ატომი H და ათი ატომი O; მარჯვენა ნაწილშიც ასევეა.

- ?**
1. დაწერეთ შემდეგი ნაერთების წვის რეაქციების განტოლებები: ა) გოგირდწყალბადის H_2S , ბ) გოგირდნახშირბადის CS_2 ; გ) მეთანის CH_4 . შეიმჩნევა თუ არა სუნი: ა) მეთანის, ბ) გოგირდწყალბადის, გ) გოგირდნახშირბადის წვის დროს? პასუხი განმარტეთ.
 2. დაწერეთ სპილენძის მდნის — აზურიტის $Cu_3C_2H_2O_8$ დაშლის რეაქციის განტოლება. გაითვალისწინეთ, რომ ამ დროს მიიღება მხოლოდ ის ოქსიდები, რომლებიც თქვენთვის უკვე ცნობილია.
 3. თქვენთვის ცნობილი ოქსიდებიდან რომლებია: ა) აიროვანი, ბ) თხევად, გ) მყარი (ჩვეულებრივ პირობებში)?
 4. ქვემოთ ჩამოთვლილი ნივთიერებებიდან ამოიწერეთ ოქსიდების ფორმულები: CO_2 , H_2SO_4 , Na_2SO_4 , ZnO , $ZnSO_4$, NO_2 , HNO_3 , KNO_3 .
 5. დაწერეთ ფორმულა წყალბადთან ნახშირბადის ნაერთისა, რომლის ფარდობითი მოლეკულური მასა ტოლია ქანგბადის ფარდობითი ატომური მასისა. შეადგინეთ ამ ნაერთის წვის რეაქციის განტოლება.

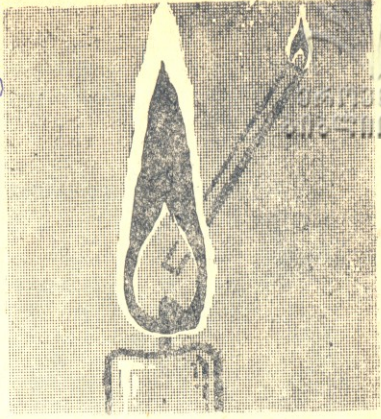
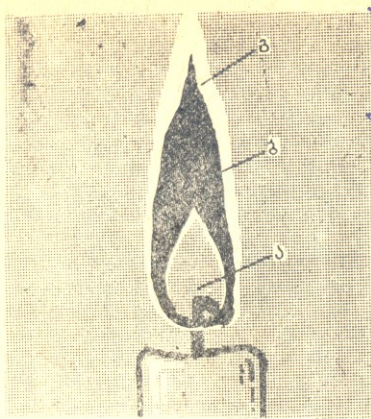
§ 23. ა ლ ი

სხვადასხვა სახის სათბობის წვას ჩვეულებრივ თან ახლავს ალი. ალის აღნაგობის შესწავლისათვის გამოვიყენოთ პარაფინის სანთელი, პარაფინი, ნახშირბადისა და წყალბადის ნაერთების ნარევი.

ავანთოთ სანთელი და დავაკვირდეთ ალს. მასში შეიმჩნევა სამი ნაწილი: შიგა, ბნელი ნაწილი, რომელიც უშუალოდ პატრუქის გარშემოა, მის ირგვლივ მნათი კონუსი და გარედან კი ოდნავ შესამჩნევი გარსი (სურ. 17). პატრუქი არ იწვის (იწვის მხოლოდ მისი მოხრილი ბოლო). გამდნარი პარაფინი პატრუქის მეშვეობით ხვდება წვის ზონაში.

გამოვიკვლიოთ ალის თეთოეული ნაწილის შედგენილობა. თუ ალის შიგა ნაწილში შევიტანთ მინის მილის ბოლოს (სურ. 18), მაშინ მილით გამოიყოფა მოთეთრი ბოლი, რომელიც შეიძლება ავანთოთ. ეს პარაფინის ორთქლია. ამგვარად, ალის შიგა, ბნელი კონუსი წარმოქმნილია პარაფინის ორთქლით.

ცოტა ხნით შევიტანოთ ცივი საგანი, მაგალთად, ფაიფურის ჯამი, ალის შუა



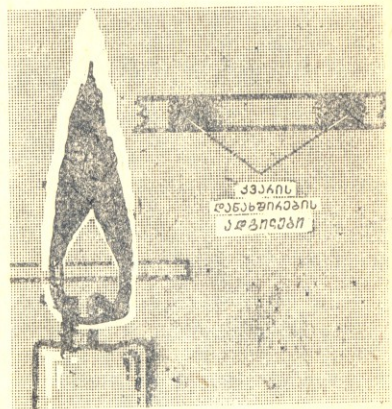
სურ. 17. სანთლის ალის აღნაგობა: ა—შიგა, „ბნელი“ კონუსი, ბ—შუა მნათი კონუსი, გ—ალის გარე ნაწილი.

სურ. 18. ალის შიგა ნაწილიდან გამო-
ყვანილი პარაფინის ორთქლის წვა.

ნაწილში — მნათ კონუსში. ჯამი დაიფარება ჭვარტლით, მაშასადამე, მნათ კონუსში არის თავისუფალი ნახშირბადი ნახშირის (მურის) ნაწილაკების სახით. პარაფინის ალის გარე კონუსის შედგენილობა ჩვენთვის ცნობილია: ეს არის პარაფინის წვის საბოლოო პროდუქტები — წყლის ორთქლი და ნახშირორთქლი. ალში ცოტა ნიით შევიტანოთ კვარი, როგორც ეს გამოსახულია მე-19 სურათზე.

კვარი დანახშირდება მხოლოდ იმ ადგილებში, რომლებიც მოექცა გარე კონუსში, მაშასადამე, იქ ალის ტემპერატურა ყველაზე მაღალია.

საიდან ჩნდება ნახშირი ალის შუა ნაწილში? სანთლის პატრუქთან ანთებული ასანთის ღერის მიახლოებისას პარაფინი ღვება და ორთქლდება. პატრუქიდან აღმავალი ორთქლი იწეება. მაღალი ტემპერატურის გამო ალის შუა ნაწილში პარაფინის ორთქლი იშლება. ამ დროს წარმოიქმნება ნახშირის უწყრილესი ნაწილაკები, წყალბადი და ანახშირბადისა და წყალბადის აქროლადი ნაერთები. წყალბადი იწვის ალში ქვემოდან შეღწეული ჰაერის ხარჯზე, ხოლო წვის შედეგად გამოყოფილი სით-



სურ. 19. კვარის დანახშირება ალის შესაბამის ნაწილში.

ბოს მოქმედებით ნახშირის ნაწილაკები ვარვარდება და ამის გამო ალი ნათელი ხდება. ალის გარე ნაწილში შეღწევისას ნახშირის ნაწილაკები იწვის. წარმოიქმნება ნახშირბად(IV)-ის ოქსიდი. აქ ალის ტემპერატურა უფრო იზრდება შუა ნაწილთან შედარებით, მაგრამ განათებულია მცირედმა.

თუ სანთლის ალში ჩაგბერავთ ჰაერს მინის მილით, ალი თითქმის არაჩანსთი ვახდება და ასეთ ალში შეტანილ ფაიფურის ჯამზე ჰვარტილი არ დაილექება. ეს იმით აიხსნება, რომ ჰაერის ჰარბად მიწოდების დროს ნახშირის ნაწილაკები იჭრებიან იწვის და არ რჩება ალში. ამნაირადვე წარმოიქმნება ალი ღუმელების სანთლებში.



1. ჩამოთვალეთ: ა) ფიზიკური მოვლენები, ბ) ქიმიური რეაქციები, რომლებიც თან ახლავს სანთლის წვას.

2. აღწერეთ ალის აღნაგობა და ცდები, რომელთა დახმარებითაც შეიძლება განისაზღვროს მისი ნაწილების შედგენილობა. რომელ ნაწილშია უმაღლესი ტემპერატურა?

3. ანთებული სანთელი მზის სინათლეზე რომ გავდვათ, მის უკან მოთავსებულ ქაღალდზე გაჩნდება მუქი ჩრდილი სანთლის ალის სწორედ ამ ნაწილისაგან, რომელიც უფრო კაჟაჟად ანათებს. რატომ?

4. როგორ მივიღოთ უჰვარტილო ალი?

§ 24. ჟანგბადის გამოყენება

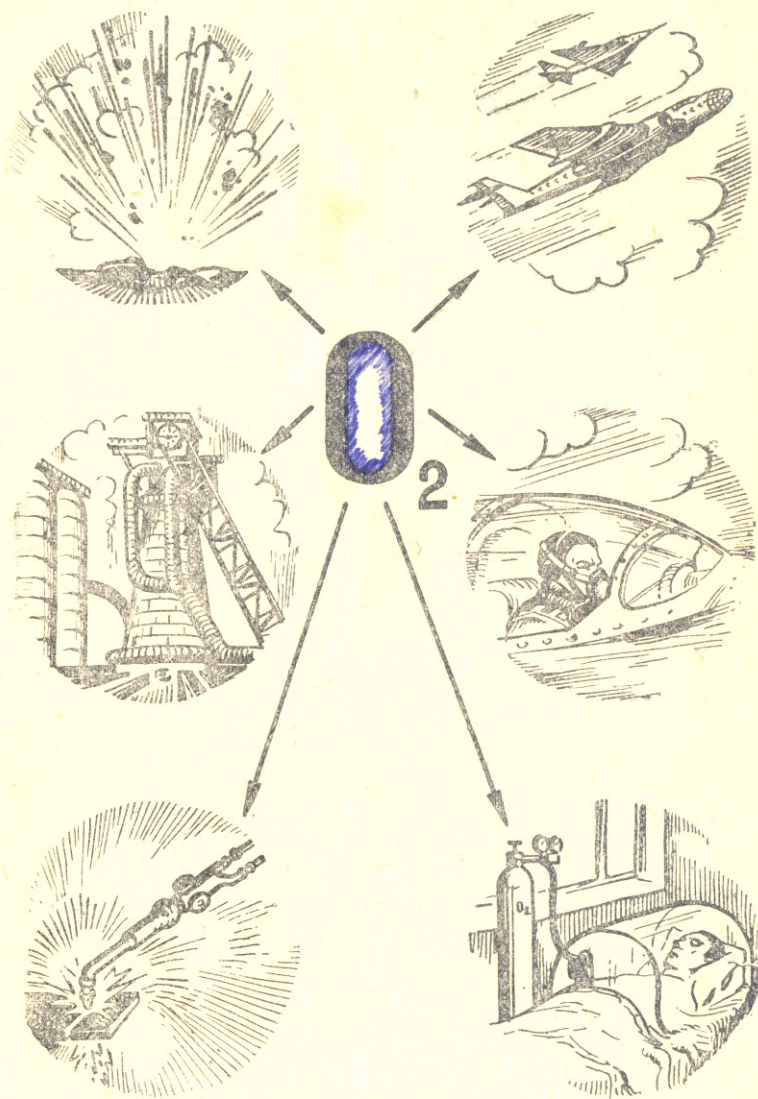
ჟანგბადის გამოყენება (სურ. 20) ემყარება მის თვისებებს — იგი ხელს უწყობს წვასა და სუნთქვას.

ჟანგბადში საწვავი გაზის აცეტილენის წვა გამოიყენება ზოგიერთი ლითონის შესადუღებლად, ე. ი. ლითონური ნაწილების შესაღობად. სანთურა შედგება ერთმანეთში ჩასმული ორი მილისაგან (სურ. 21). შიგა მილში აწოდებენ ჟანგბადს, გარე მილში — აცეტილენს. ორივე ნაკადი — აცეტილენისა და ჟანგბადის — ერთმანეთს შეერევა სანთურის გამოსასვლელთან. მათ ნარევს ცეცხლი ეკიდება და იწვის თეთრი ალით, რომლის ტემპერატურა 3000°C აღწევს.

ჟანგბად-აცეტილენის ალის დახმარებით შეიძლება არა მხოლოდ შედუღება, არამედ ფოლადის გაჭრაც. ამისათვის მის გავარვარებულ ზედაპირზე დამატებითი მილით ჟანგბადის ძლიერ ნაკადს უშვებენ. რკინა, როგორც იცით, ჟანგბადში იწვის, ამიტომ ჟანგბადის ნაკადი გამოწვავს ფოლადს და ცვლის ბურღს. ნაპერწკალთა კონა, რომელიც ჟანგბადით ამომწვარი ხვრეტილიდან გამოიტყორცნება, რკინის ხენჯის გაღობილი წვეთებია.

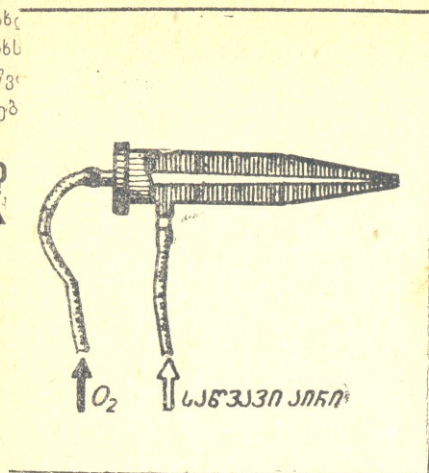
ჰაერზე ჟანგბადის დამატებით შეიძლება უფრო მაღალი ტემპერატურის მიღება; ამიტომ ზოგიერთ წარმოებაში, მაგალითად, ბრძმედებში თუჯის გამოდნობისას, ჰაერს ამატებენ ჟანგბადს. ეს აჩქარებს საწარმოო პროცესს.

თხევადი ჟანგბადით გაჟღენთილი ფოროვანი საწვავი მასალები,



სურ. 20. ენგბადის გამოყენება.

გახ
აიხს
იწვე
რებ



სურ. 21. ჟანგბად-აცეტილენის სანთურა (სქემა).

მაგალითად, ხის ნახერხი, მშრალი ხავსი, კოქსი მყისვე აწვის. თუ მათი წვა დასრულდეს სივრცეში ხდება, მაშინ წვის დროს წარმოქმნილი ძლიერ გახურებული და ძლიერ შეკუმშული აირები დიდ ნგრევას იწვევს. ამიტომ თხევადი ჟანგბადისა და ფოროვანი საწვავი ნივთიერებების ნარევი გამოიყენება ფეთქებად ნარევივად სამთო და სამშენებლო საქმეში. სამთო საქმეში ასეთი ნარევი გამოიყენება მადნის მოპოვების დროს, სამშენებლო საქმეში — რკინიგზისა და გვირაბების გაყვანი-

ლას, ჰიდროელსადგურების ჯებირების მშენებლობაში. თხევადი ჟანგბადი დამჭანგავად გამოიყენება სარაკეტო ძრავებში.

თუ ამონასუნთქი ჰაერი მშრალ ცივ საგანს შეეხო, ის წყლის წვეთებით დაიფარება. თუ ამონასუნთქი ჰაერს კირიან წყალში გავატარებთ, ხსნარი იმღვრება. ჩვენს ორგანიზმში, ისევე როგორც სანთლის წვის დროს, ნივთიერებები განუწყვეტლივ იჟანგება ჰაერის ჟანგბადით. წარმოიქმნება იგივე პროდუქტები — წყალი და ნახშირორჟანგი და გამოიყოფა ენერჯია, რომელიც ხელს უწყობს ჩვენი ორგანიზმის ცხოველმოქმედებას.

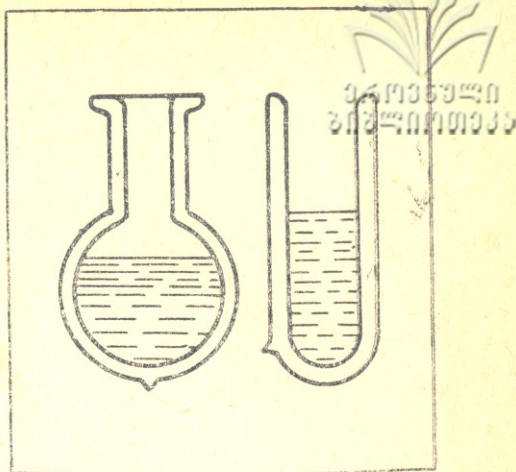
ჟანგბადი აუცილებელია სუნთქვისათვის. ამიტომ ის გამოიყენება ყველა შემთხვევაში, როდესაც ადამიანს სუნთქვისათვის ბუნებრივი ჟანგბადი არ ყოფნის. მეხანძრეები აღჭურვილი არიან განსაკუთრებული ნიღბებით, რომელთა ფოლადის ბალონებში ჟანგბადია მომარაგებული. ამიტომ ისინი თავის ამოცანას დაუბრკოლებლად ასრულებენ კვამლში ან მოწამლულ გარემოში.

დიდ სიმაღლეზე ასვლისას, ჰაერის გაუხშობების გამო, მფრინავებს ჟანგბადი არ ყოფნით ნორმალური სუნთქვისათვის, ამიტომ ისინიც ნიღბებსა და ჟანგბადიან ბალონებს იყენებენ.

ექიმები ჟანგბადის საშუალებით ადამიანებს ტანჯვას უმსუბუქებენ ისეთი დაავადების დროს, რომელიც სუნთქვას აძნელებს. ასეთი ავადმყოფებისათვის აფთიაქებში ჟანგბადი რეზინის ბალიშებით იყიდება, საავადმყოფოებში კი ავადმყოფებს ათავსებენ სპეციალურ პალატებში, რომლებშიც ჟანგბადს აწვდიან ბალონებიდან.

სახალხო მეურნეობას უდიდესი რაოდენობით ჟანგბადი სჭირდება. ჟანგბადზე მოთხოვნილება ყოველწლიურად იზრდება.

აიროვან ჟანგბადს ინახავენ და გადააქვთ ფოლადის ბალონებით, სადაც ის წნევის ქვეშ იმყოფება. ჟანგბადიანი ბალონები რომ სხვა აირებით სავსე ბალონებში არ აერიოთ, მათ ყოველთვის ცისფრად — თხევადი ჟანგბადისფრად ღებვენ.



სურ. 22. დიუარის ჭურჭელი თხევადი ჟანგბადის შესანახად.

თხევადი ჟანგბადის შენახვა და გადატანაც შეიძლება. ამისათვის კი საჭიროა მისი დაცვა გარემომცველი ჰაერით გათბობისაგან. ჰაერს ზამთარშიც კი „ცხელია“ თხევად ჟანგბადთან შედარებით, რომელიც -183°C -ზე დუღს. ამიტომ თხევად ჟანგბადს ინახავენ თერმოსის მსგავს დიუარის ჭურჭლებში; ამ ჭურჭლებს ორმაგი კედლები აქვს, რომელთა შორის ჰაერი არ არის, იგი ამოტუმბულია. ასეთ კედლებში სითბო ძალიან ნელა გადაეცემა ჭურჭლის შიგნით, და თხევადი ჟანგბადი ნელა ორთქლდება (სურ. 22).

ამგვარადვეა მოწყობილი დიდი ლითონის ჭურჭლები — ჟანგბადის ტანკები, რომლებშიც ინახავენ და გადააქვთ დიდი რაოდენობით თხევადი ჟანგბადი.

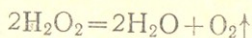
?

1. მე-20 სურათის მიხედვით აღწერეთ პრაქტიკის სხვადასხვა დარგში რა გამოყენება აქვს: ა) აიროვან, ბ) თხევად ჟანგბადს.
2. აცეტილენის ფორმულაა C_2H_2 , დაწერეთ განტოლებები რეაქციებისა, რომლებიც გამოყენებულია ფოლადის შეღებებისა და ჭრის დროს.
3. მყვინთავ-შემდღებელი წყალში ჩადის ანთებული ჟანგბად-აცეტილენის სანთურით. რატომ ხერხდება მისი ალის გამოყვანებით წყალქვეშ შეღებვა და ჭრა?
4. მასების როგორი შეფარდებით უნდა იყოს ნახშირი და თხევადი ჟანგბადი ნარევი იმისათვის, რომ ჟანგბადის რაოდენობა საკმარისი იყოს ნახშირის სრული წვისათვის?

§ 25. ჟანგბადის მიღება

ლაბორატორიებში ჟანგბადს ღებულობენ ისეთი ნივთიერებების გახურებით, რომლებიც ადვილად იშლება ჟანგბადის გამოყოფით.

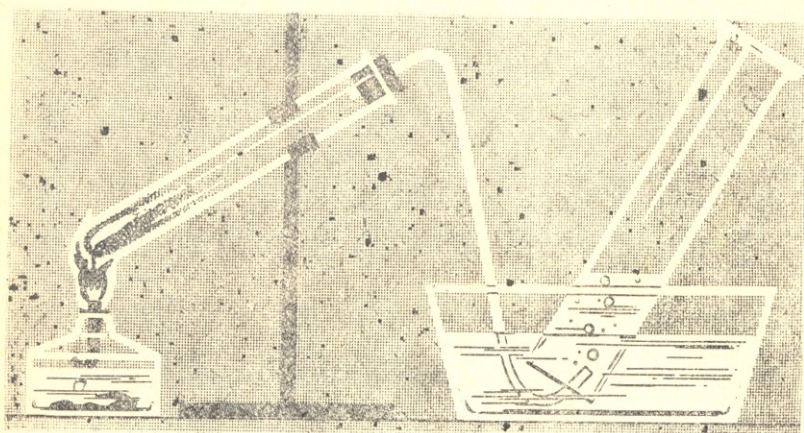
ასეთ ნივთიერებებს მიეკუთვნება კალიუმპერმანგანატი $KMnO_4$ (საშინაო აფთიაქებში აქვთ ხოლმე „მარგანცოვის“ სახელწოდებით) და წყალბადის პეროქსიდი H_2O_2 . გახურებისას წყალბადის პეროქსიდი იშლება ჟანგბადის გამოყოფით და წყლის წარმოქმნით.



(ზემოთ მიმართული ისრით აღნიშნავენ, რომ მოცემული ნივთიერება გამოიყოფა აირის სახით).

რეაქციის დასაჩქარებლად წყალბადის პეროქსიდს შეურევვენ ცოტადენ მანგანუმს(IV)-ის ოქსიდის MnO_2 შავ ფხვნილს. ამ შემთხვევაში დაშლა უფრო სწრაფად მიდის. როდესაც გამოიყოფა მთელი ჟანგბადი, სინჯარაში რჩება წყლისა და მანგანუმ(IV)-ის ოქსიდის ნარევი.

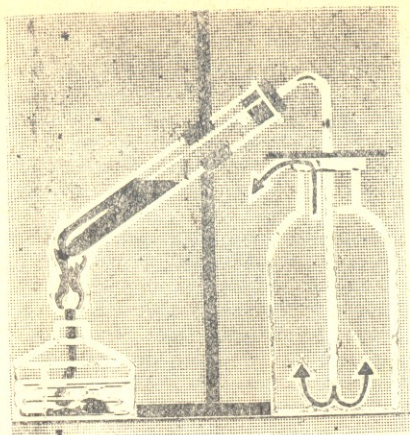
ნარევის დაყოფა ადვილია ფილტვრით. წყალი გადის ფილტრში, შავი ფხვნილი კი ფილტრზე რჩება. ფილტრზე დაჩენილი შავი ფხვნილი არ შეიცვალა არც თვისებებით და არც მასით. მისი გამოყენება კვლავ შეიძლება წყალბადის პეროქსიდის ახალი ულუფების დაშლის დასაჩქარებლად.



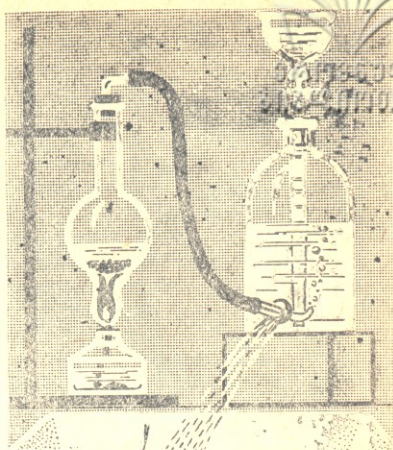
სურ. 23. აირის შეგროვება წყლის ზედაპირზე.

ნივთიერებას, რომელიც ცვლის ქიმიური რეაქციის სიჩქარეს, მაგრამ ამ დროს თვითონ არ იხარჯება, კატალიზატორი ეწოდება.

მრეწველობაში ჟანგბადს ჰაერიდან იღებენ. ამისათვის ჰაერს ძლიერი გაცივებით ჯერ ათხევადებენ, ხოლო შემდეგ აორთქლებენ, ჰაერის აზოტი ჟანგბადზე აღრე ქროლდება, ჟანგბადი კი თხევად მდგომარეობაში რჩება.



სურ. 24. აირის შეგროვება ჰაერის გამოძევებით.



სურ. 25. აირის შეგროვება გაზომეტრში.

ვინაიდან ქანგბადი ჰაერზე რამდენადმე მძიმეა და წყალში მცირედ იხსნება, მისი შეგროვება ორი ხერხით შეიძლება: წყლის ზედაპირზე (სურ. 23) და ჰაერის გამოძევებით (სურ. 24). პირველ შემთხვევაში ქანგბადი ჭურჭელს ავსებს და წყალს აძევებს, მეორე შემთხვევაში, კი ის აძევებს ჰაერს. რომ დარწმუნდნენ, ჭურჭელი ქანგბადით აივსო თუ არა, მას მიუახლოვებენ მბჟუტავ კვარს. თუ ჭურჭელი მთლიანად არის ავსებული ქანგბადით, მაშინ კვარი ფეთქვით ააღდება ჭურჭლის ყელთან მიახლოებისთანავე. ცდებისათვის შესაძლებელია ქანგბადს აგროვებენ გაზომეტრში (წყლის გამოძევებით) (სურ. 25).

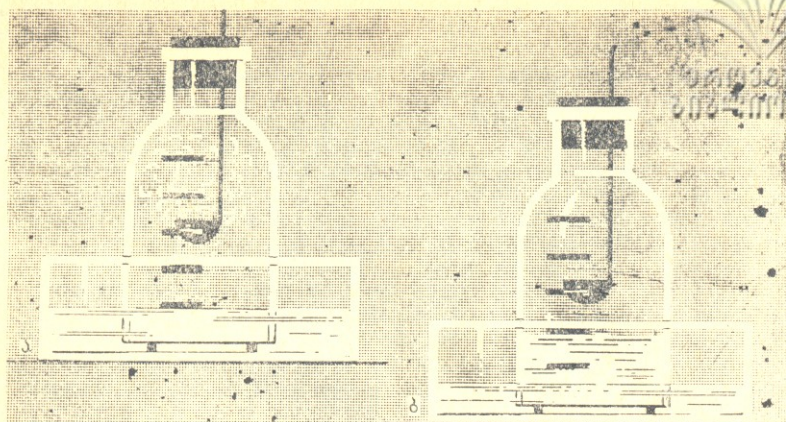
?

1. როგორ იღებენ ქანგბადს ლაბორატორიაში?
2. როგორ იღებენ ქანგბადს მრეწველობაში?

3. რატომ არ იყენებენ მრეწველობაში ქანგბადის მისაღებად კალიუმის პერმანგანატსა და წყალბადის პეროქსიდს?

§ 26. ჰაერის შედგენილობა

ჰაერის შედგენილობის გამოსაკვლევად ვისარგებლოთ ზარხუფით, რომლის მოცულობა წინასწარ დავყოთ ნიშნებით ექვს ტოლ ნაწილად (სურ. 26). თავლია ზარხუფი ჩავუშვათ ჭურჭელში და ამ ჭურჭელში წყალი ჩავასხათ ზარხუფის პირველ დანაყოფამდე. ახლა ჰაერი იკავებს მოცულობას, რომელიც ხუთი ნაწილის ტოლია. ავანთოთ ფოსფორი კოვზზე, ეს კოვზი ააღებულ იფოსფორით ჩავუშვათ ზარხუფში და ზარხუფს სწრაფად დავუცოთ საცობი. (კოვზი გაყრილია საცობში). დაეცადოთ სანამ ფოსფორი ჩაქრება, წარმოქმნილი ფოსფორ(V)-ის



სურ. 26. ჰაერის შედგენილობის გარკვევა: ა — ხელსაწყო ცდამდე; ბ — ხელსაწყო ცდის შემდეგ.

ოქსიდის თეთრი ბოლი წყლით შთაინთქმება და სანამ ზარხუფი გაცივდება. ამ დროს წყალი ზარხუფში აიწევს მეორე ნიშნამდე. ჰაერის მოცულობა $1/5$ -ით შემცირდა იმის გამო, რომ მას გამოაჟღადა წვავზე დახარჯული ჟანგბადი. მაშასადამე, ჟანგბადის მოცულობითი წილი ჰაერში შეადგენს დაახლოებით $1/5$ -ს. გამოვიკვლიოთ ჰაერის დარჩენილი ნაწილი. ჭურჭელში ჩავსახათ წყალი ზარხუფში არსებული წყლის დონემდე, რათა საცობის მოხსნისას ზარხუფში ჰაერი არ მოხვდეს. მოვხსნათ საცობი და ზარხუფში ანთებული კვარი შევიტანოთ. კვარი ქრება, მაშასადამე, ჰაერის ჟანგბადი მთლიანად დახარჯულა.

ფოსფორის დაწვის შემდეგ ზარხუფში დარჩა აირი, რომელიც წვას ხელს არ უწყობს. იქნებ ეს აირი ნახშირორჟანგია? ზარხუფს დაგუცოთ საცობი, რომელშიც გატარებულია გაზგამყვანი მილი. ამ მილის ბოლო ჩავუშვათ ჭიქაში, რომელშიც კირიანი წყალია ჩასხმული. ჭურჭელში წყლის ჩამატებისას ზარხუფში არსებული აირი გამოიძევება და კირიან წყალში გაივლის ბუშტების სახით. კირიანი წყალი არ აიმღვრევა, ე. ი. ეს ნახშირორჟანგი არ არის. ამ აირს, რომელიც წვას და სუნთქვას ხელს არ უწყობს, და ნახშირორჟანგისაგან განსხვავებით, კირიან წყალს არ ამღვრევს, აზოტი ეწოდება. ჰაერის შედგენილობის უფრო ზუსტი გამოკვლევისას აღმოჩნდა, რომ ჟანგბადისა (21%) და აზოტის (78%) გარდა მასში არის კეთილშობილ აირებად წოდებული კიდევ 5 მარტივი აიროვანი ნივთიერება: ჰელიუმი He, ნეონი Ne, არგონი Ar, კრიპტონი Kr, ქსენონი Xe. ამ აირების მოცულობითი წილი ჰაერში დაახლოებით 1% შეადგენს (სურ. 27). ამ ნივთიერებების მოლეკუ-

კაჟონი 78%

ქანკარი 21%
ნახშირი 1%
ნახშირი 1%

ინარბული აირები 0,94%
ნახშირორჟანგი 0,03%
სხვა აირები 0,03%

სურ. 27. ჰაერის მოცულობითი შედგენილობის დიაგრამა.

ლები ერთატომიანებია. ჰელიუმი, ნეონი, არგონი, კრიპტონი და ქსენონი შეადგენენ ქიმიური ელემენტების განსაკუთრებულ ოჯახს; მათ ინერტული ელემენტები ეწოდება. ინერტული ელემენტების ატომები, ყველა სხვა ელემენტების ატომებისაგან განსხვავებით არ უკავშირდება ერთმანეთს, არ უერთდება წყალბადისა და ლითონის ატომებს.

დიდი ხნის განმავლობაში თვლიდნენ, რომ კეთილშობილი აირები საერთოდ არ წარმოქმნიან ქიმიურ ნაერთებს, აქედან წარმოიშვა მათი სახელწოდება — ინერტული. მხოლოდ უკანასკნელ დროს მოხერხდა მათი ნაერთების მიღება, მათ შორის ყველაზე დიდი ფარდობითი ატომური მასების მქონე ინერტულ აირთა ოქსიდების მიღება.

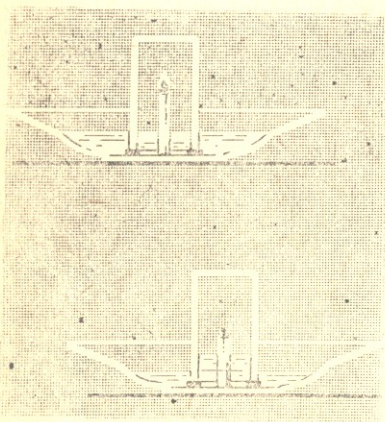
გარდა დასახელებული მარტივი ნივთიერებებისა ჰაერი შეიცავს: უმნიშვნელო რაოდენობით ნახშირორჟანგს (CO_2) და წყლის ორთქლს (H_2O). ნესტიან და თბილ ამინდში ჰაერში წყლის ორთქლი მეტია, მშრალსა და ცივ ამინდში — ნაკლები. დიდი ქალაქის ჰაერში, სადაც მრავალრიცხოვანი მოსახლეობაა და ბევრი სათბობი იწვის, ნახშირორჟანგი შედარებით მეტია, ვიდრე მინდვრისა და ტყის ჰაერში.

სამრეწველო საწარმოების ახლოს ჰაერში შეიძლება გაჩნდეს სხვა აიროვანი მინარევებიც. მათგან ზოგიერთი მავნებელია ადამიანის ჯანმრთელობისათვის და დიდ ზიანს აყენებს ცხოველებსა და მცენარეულობას.

სსრკ კონსტიტუციაში ასახულია საბჭოთა სახელმწიფოს ზრუნვა ბუნებრივი სიმდიდრის დაცვისა და ადამიანის გარემოს გავმჯობესების შესახებ. ჩვენს ქვეყანაში უდიდესი თანხები იხარჯება გამწმენდ მოწყობილობათა შესაქმნელად და უნარჩენო წარმოებათა დასაწვად, რათა დავიცვათ გარემო მასში მავნე ნივთიერებათა მოხვედრისაგან. 1980 წ. მიღებულია სსრ კავშირის კანონი „ატმოსფერული ჰაერის დაცვის შესახებ“. რადგან ჰაერი — ეს არის დედამიწის ყოველი არ-

ხების საცხოვრებელი გარემო, ამიტომ გაჭუჭყიანებისაგან მისი დაცვის პრობლემას უნდა წყვეტდეს მსოფლიოს ყველა სახელმწიფომ. ამიტომაც ბუნების დაცვის საქმეში დიდ როლს ასრულებს საერთაშორისო თანამშრომლობა.

1. რომელ მარტივ და რთულ ნივთიერებებს შეიცავს ჰაერი?
2. როგორია ჰაერის მოცულობითი შედგენილობა პროცენტობით (1%-მდე სიზუსტით)?
3. ჰაერის შედგენილობა პირველად დაადგინა ფრანგმა მეცნიერმა ა. ლავუაზიემ. მან ვერცხლისწყალი გაახურა გარკვეული მოცულობის ჰაერში. ჰაერის მოცულობა შემცირდა, ხოლო ვერცხლისწყალი ნარინჯისფერი ნაფიქით დაიფარა. დარჩენილი აირი არც წვას უწყობდა ხელს, არც სუნთქვას. მაშინ ა. ლავუაზიემ ვერცხლისწყლის ზედაპირიდან შეაგროვა ნარინჯისფერი ნაფიქი, მოათავსა სინჯარაში, ძლიერ გაახურა და ამ დროს გამოყოფილი აირი შეაგროვა. შეგროვილი აირი მან შეუძრია პირველი ცდის შემდეგ დარჩენილ აირს და მიიღო აირების ნარევი, რომელიც არაფრით განსხვავდებოდა ჰაერისაგან. განმარტეთ ა. ლავუაზიეს ცდა, აღწერეთ ის რეაქციები, რომლებითაც ისარგებლა მან ჰაერის შედგენილობის განსაზღვრისთვის.



სურ. 28. ჰაერის შედგენილობის გამოკვლევა.

მიიღეთ აზოტი 28-ე სურათზე წარმოდგენილი დანადგარის საშუალებით, ანთებული კვარის გამოყენებით გარკვეით მისი თვისებები; შედარებისათვის ანთებული კვარი ჰაერით სავსე ისეთსავე ჭიქაში შეიტანეთ, თუ სანთელი შინ არ მოგეპოვებათ, თვითონვე მისი საზრეთ, რა შეიძლება დაწვით ჰაერზე მის ნაცვლად. აღწერეთ და განმარტეთ ყველაფერი, რაც შეამჩნიეთ ცდის ჩატარებისას.

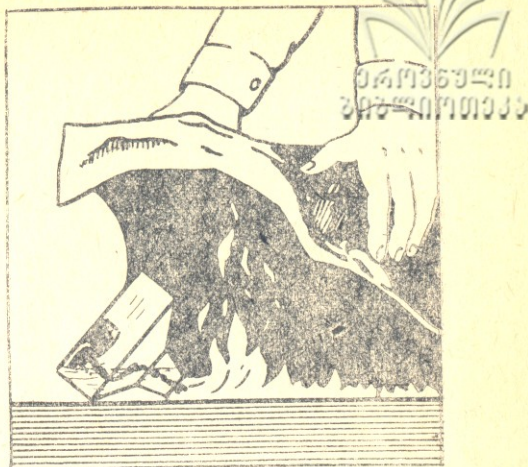
§ 27. წვან და წელი ჟანგვა.

ჟანგვის რეაქციებს, რომლებსაც თანახლავს სინათლისა და სითბოს გამოყოფა, წვას ვუწოდებთ.

წვა ჰაერში უფრო ნელა მიმდინარეობს, ვიდრე ჟანგბადში იმის გამო, რომ ჰაერში ჟანგბადი აზოტითაა ძლიერ განზავებული და საწვავი ნივთიერების ზედაპირს ჟანგბადის მოლეკულები ნაკლებ რაოდენობით ეჯახება, ვიდრე სუფთა ჟანგბადში წვის დროს. ჰაერში წვის დროს ტემპერატურაც ნაკლებია, რადგან გამოყოფილი სითბო იხარ-

ჯება არა მხოლოდ საწყისი ნივთიერებების გახურებაზე, არამედ აზოტის გახურებაზეც.

ფოსფორი. ჰაერში წვისას ისევე, როგორც ჟანგბადში წვის დროს წარმოქმნის ფოსფორ(V)-ის ოქსიდს, ნახშირი — ნახშირბად (IV)-ის ოქსიდს CO_2 , გოგირდი — გოგირდის ოქსიდს SO_2 . სწრაფად მბრუნავ ქვაზე დანის გაღვების დროს წარმოქმნილი ნაპერწყმები იგივე რკინის ხენჯის გავარვარებული ნაწილაკებია, რომლებიც წარმოიქმნება სუფთა ჟანგბადში ფოსფორის წვის დროს.



სურ. 29. ალის ჩაქრობა მაგიდაზე.

ნივთიერება რომ ჰაერში დავწვათ, ის წინასწარ უნდა გავახუროთ განსაზღვრულ ტემპერატურამდე, რომელსაც ამ ნივთიერების აალებების ტემპერატურა ეწოდება. გოგირდისა და მერქნის აალების ტემპერატურა დაახლოებით $270^{\circ}C$ -ია, ნახშირისა $350^{\circ}C$. თუ ცეცხლმოკიდებულ ნივთიერებამდე ჰაერი აღწევს, მაშინ მისი წვა გრძელდება იმიტომ, რომ წვის დროს გამოყოფილი სითბო ინარჩუნებს მისი აალების ტემპერატურაზე უფრო მაღალ ტემპერატურას. ამრიგად, წვის დაწყებისათვის საჭიროა: ა) ნივთიერების გახურება აალების ტემპერატურამდე და ბ) მასთან ჟანგბადის შეღწევის უზრუნველყოფა.

როგორ უნდა გადაწყდეს საპირისპირო ამოცანა — ალის ჩაქრობა? ცხადია, ან უნდა გავაცივოთ ნივთიერება და ამით ტემპერატურა დაწვიოთ აალების ტემპერატურაზე დაბლა, ანდა შევწყვიტოთ მასთან ჟანგბადის შეღწევა.

ფაიფურის ჯამში ჩავასხათ ცოტაოდენი სპირტი, მოვუკიდოთ ცეცხლი, შემდეგ კი ჯამს მჭიდროდ დავაფაროთ მკვრივი ქაღალდის ფურცელი. ჟანგბადის შეუღწევლობის გამო სპირტის ალი ჩაქრება და ქაღალდი აალებას ვერ მოასწრებს, რადგან აალების ტემპერატურამდე ვერ გახურდება.

ცეცხლს აქრობენ აღმოდებულ საგნებზე ბრეზენტის ან საბნის დაფარებით (სურ. 29). საჭიროა სწრაფი და გაბედული მოქმედება. ასე იქნა აცილებული ბევრი ხანძარი და გადარჩენილი მრავალი ადამიანი. ცეცხლმოკიდებული მერქნის ან ნახშირის ჩახაქრობად მათ წყალს

ასხამენ. წყალი აცივებს ცეცხლოვანი ნივთიერებებს და აბრკოლებს მათთან ჰაერის შეღწევას.

ნივთიერებების ჟანგვა თუმცა სითბო უფრო მეტად მიმდინარეობს, მაგრამ შეიძლება წვა არ ახლდეს თან. ასეთ პროცესს ნელი ჟანგვა ეწოდება.

ამის მაგალითია ნაკელის ჟანგვა ჰაერზე. ამიტომ მებაღეობაში, კვალსათურებსა და სათბურებში ნაკელს ნიადაგის შესათბობად იყენებენ.

რომელიმე მასალის ნელი ჟანგვის დროს, როდესაც ძნელდება გამოყოფილი სითბოს აცილება, მისი ტემპერატურა შეიძლება აალებინოს ტემპერატურამდე ავიდეს. ამ დროს ხდება თვითაალება. ქარხნებში აკრძალულია ჩარხებისა და მანქანების გაშენდის შემდეგ გაზეთილი ჩერების ერთად დაგროვება, რომ თვითაალება არ მოხდეს.

- ?
1. რატომ ხდება ჰაერში წვა უფრო ნელა, ვიდრე ჟანგვაში?
 2. რა პირობებია აუცილებელი იმისათვის, რომ ნივთიერებას ცეცხლი მოეკიდოს და წვა გააგრძელოს?
 3. რა არის აალების ტემპერატურა?
 4. როგორ შეიძლება წვის შეწყვეტა?
 5. რა არის ნელი ჟანგვა, თვითაალება?

§ 28. ჰაერის გამოყენება. სათბურის წვა

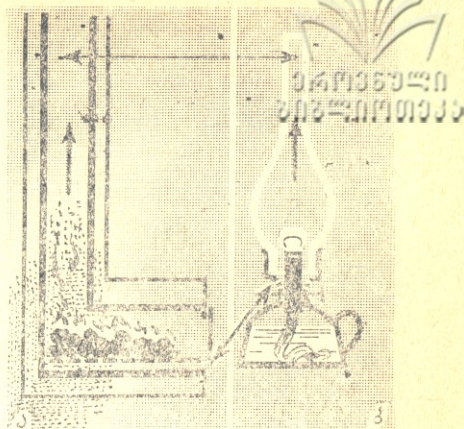
ნელი ჟანგვის რეაქციები განუწყვეტლივ მიმდინარეობს ჩვენს ორგანიზმში. აღამიანი როდესაც ჯანმრთელია, ჟანგბადის ნაკლებობას არ განიცდის: ძუძუმწოვართა ფილტვები შეგუებულია სწორედ ჰაერით და არა სუფთა ჟანგბადით სუნთქვას ისევე, როგორც თევზების ლაყუჩები წყალში გახსნილი ჟანგბადით სუნთქვას.

წარმოებასა და ყოფა-ცხოვრებაში ფართოდ იყენებენ წვადი ნივთიერების წვის რეაქციას. წვად მასალებს, რომლებსაც წვავენ ამ დროს გამოყოფილი ენერჯის გამოყენების მიზნით, სათბობი ეწოდება.

სათბობი არის მყარი, თხევადი და აირიანი. ანსხვაგვებენ სათბობის შემდეგ ძირითად სახეობებს: წიაღისეულ ნახშირებს, ტორფს, საწვავ ფიქლებს და მერქანს. წიაღისეული ნახშირები წარმოიქმნება დედამიწის ქერქში მცენარეული ნაშთებისაგან. უძველესი ნახშირების (ანთრაციტის) წვისას დიდი რაოდენობით სითბო გამოიყოფა ქვანახშირსა და ტორფთან შედარებით. ტორფი ისევე, როგორც საწვავი ფიქლები, უპირატესად ადგილობრივ სათბობად გამოიყენება.

თხევად სათბობად გამოიყენება ძირითადად ნავთობიდან მიღებული

პროდუქტები: ბენზინი, ნავთი და მახუთი. აიროვან სათბობად სულ უფრო დიდი მასშტაბებით გამოიყენება ბუნებრივი საწვავი აირები. აირად სათბობს მრავალი უპირატესობა გააჩნია მყართან შედარებით, იგი სრულად იწვის და არ ტოვებს ნაცარს, მარტივია საწვავი მოწყობილობა, მისი წვა ადვილი სარეგულიროა. მისი მოპოვების ადვილიდან იგი გადაიცემა მილებით, რაც განტვირთავს ტრანსპორტს.



სურ. 30. ღუმელისა (ა) და ნავთის ლამპის (ბ) სქემა.

30-ე (ა) სურათზე წარმოდგენილია მყარი სათბობის (შეშის, ქვანახშირის) დასაწვავი უმარტივესი მოწყობილობის სქემა, საცეცხლეში ცეცხლმოკიდებულ სათბობამდე ჰაერი შეაღწევს ქვედა ხვრელიდან — ქვესაბერიდან. წვის აიროვანი პროდუქტების სუფთა ჰაერით შეცვლის დასაჩქარებლად იყენებენ ჰაერმბერ მანქანებს ან საცეცხლეს მიაშენებენ საკვამლე მილებს. წვის შედეგად მიღებული ძლიერ გახურებული აიროვანი პროდუქტები მილებით ზევით ადის. ასე წარმოიქმნება წევა, რომლის მეშვეობითაც ქვევიდან, ქვესაბერში გავლით, სუფთა ჰაერი შეიწოვება. ღუმელების საცეცხლეში მიმდინარე პროცესების ასახსნელად გამოიყენოთ ცოდნა ქიმიური რეაქციების შესახებ.

ქიმიური რეაქცია რომ ვმართოთ, უნდა ვიცოდეთ მისი არსი. ჰაერზე ნივთიერებათა წვის არსი არის ჟანგბადთან მათი ურთიერთმოქმედება.

ნივთიერებები ერთმანეთთან მოქმედებენ განსაზღვრული თანაფარდობით, რომელიც ექვემდებარება ნივთიერებათა მასის მუდმივობის კანონს. სათბობი, ისე როგორც ყველა ნივთიერება, წვის დროს ჟანგბადთან ურთიერთმოქმედებს განსაზღვრული და არა ნებისმიერი შეფარდებით. ამიტომ საცეცხლეში ჰაერი უნდა შედიოდეს ისეთი რაოდენობით, რომ მასში არსებული ჟანგბადი ეყოს სათბობის სრულ წვას. თუ ჰაერის ნაკადი საცეცხლეში არასაკმარის იქნება, მაშინ საკვამლე მილით წარიტაცება დაუწვავი პროდუქტები და მათ შორის ნახშირის ნაწილაკები — მური. მურის ნაწილაკების გამო საკვამლე მილიდან შავი კვამლი ამოდის. პრაქტიკაში სრული წვის მისაღწევად ღუმელში ჰაერს მცირე სიჭარბით უშვებენ. თუ ღუმელში ძალიან ბევრი ჰაერი შევიდა,

მაშინ სათბობი სრულად კი დაიწვება, მაგრამ ამ დროს გამოყოფილ სითბო ფუჭად დაიხარჯება ნაჭარბი ჰაერის გასახურებლად. სათბობის არასწორი წვა სახალხო შეურნეობას დიდ ზარალს აყენებს.

საწარმოო ღუმელების მოწყობილობა და მოქმედება წახო ღუმელებისას. განსხვავება მდგომარეობს იმაში, რომ საწარმოო ღუმელები მუშაობენ უწყვეტად, სპეციალურ ცხრილზე სათბობის მუდმივი მიწოდების ხარჯზე.

ბტერისებრ სათბობს შეწონილ მდგომარეობაში წვავენ. მას საცეცხლეში უბერავენ ფრქვევანას შემწეობით, რომლის მოწყობილობა წააგავს სანთურას მოწყობილობას (სურ. 21). თხევადი სათბობის გაფრქვევისათვის ფრქვევანებში იყენებენ წყლის ორთქლს ან შეკუმშულ ჰაერს. ჰაერს უკეთ ერევა და უფრო სრულად იწვის აიროვანი სათბობი.

წვა არის პირველი ქიმიური რეაქცია, რომელიც ადამიანმა აითვისა, როდესაც ცეცხლის მოპოვება ისწავლა. ადამიანს ცეცხლმა შესაძლებლობა მისცა ადვილად გადაეტანა ზამთრის სუსხი, საკვები მოემზადებინა მცენარეთა ისეთი თესლისა და ფესვებისაგან, რომლებიც უმად გამოუსადეგარი იყო, გამოედნო ლითონები მადნებისაგან.

სათბობის წვის დროს გამოყოფილ ენერგიას მხოლოდ სითბოს სახით როდი იყენებენ. თბოელექტროსადგურებში ის გარდაიქმნება ელექტრულ ენერგიად, რომელსაც იყენებენ სხვადასხვა საწარმოო მიზნისა და განათებისათვის. თხევადი სათბობის (ნავთი, ბენზინი და სხვა) წვა იხმარება შიგაწვის ძრავებში, ავტომანქანებისა და ტრაქტორების ასამოძრავებლად. აიროვანი სათბობის წვა გამოიყენება როგორც ქარხნებსა და ფაბრიკებში, ისე შინ.

ქანგბადის მუდმივი მომხმარებელია არა მარტო ადამიანი თავისი მრავალფეროვანი მოთხოვნილებებით, არამედ ცხოველთა მთელი სამყაროც. შეიძლება გვეფიქრა, დედამიწის ატმოსფეროში ქანგბადის რაოდენობა წლითიწლობით უნდა მცირდებოდეს, მაგრამ მას შემდეგ, რაც ჰაერის შედგენილობის გარკვევა დაიწყო, ქანგბადის რაოდენობა მასში შესამჩნევად არ შეცვლილა. ბოტანიკის კურსიდან იცით, რომ სინათლეზე მცენარეების მწვანე ფოთლები ჰაერიდან ნახშირორჟანგს შთანთქავენ და ქანგბადს გამოყოფენ. აი რატომ არ იცვლება ჰაერში ქანგბადის შემცველობა.

ასე ხდება ქანგბადის მიმოქცევა ბუნებაში (იხ. სურ. პირველ ფორზაცზე).

ჩვენ განვიხილეთ ჰაერის გამოყენება, რომელიც დაკავშირებულია მასში ქანგბადის არსებობასთან. განვიხილოთ ჰაერის შემადგენელი სხვა აირების გამოყენება.

აზოტს იყენებენ აზოტშემცველი მინერალური სასუქების წარმოებისათვის.

ყოველწლიურად ფართოვდება კეთილშობილი აირების გამოყენება, არგონში აწარმოებენ ისეთი ლითონების ელექტრულ შეღებვას, რომლებიც ჰაერზე ადვილად იჟანგება. კრიბტონით ავსებენ ელნათურებს. კრიბტონი არ მოქმედებს დენით გავარვარებული ლითონის ძაფზე. ამით წინააღმდეგობას უწევს ლითონის აორთქლებას, და ელნათურა დიდხანს არ იწვება. გაიშვიათებული აირებით ავსებული მილები ელექტროდენის გატარებისას გამოასხივებს სხვადასხვა ფერის სინათლეს (მაგალითად, ნეონით ავსებული — ნარინჯისფერს). ასეთ მილებს იყენებენ სინათლიანი რეკლამებისა და შუქური სიგნალიზაციისათვის. ნეონის ნათურებიანი შუქურები ძალიან შორი მანძილდანაც ჩანს.

- ?
1. საცეცხლის მარტივი მოდელია ნავთის ლამპა (სურ. 30, ბ). რა ასრულებს მასში ქვესაბერის როლს? კვამლსადენი მილის როლს? ანთებულ ლამპას რომ შეუშა მოვხადთ, ალი ბოლვას დაიწყებს. რატომ? თუ ლამპის ჩაწეულ პატრულს ავანთებთ და შემდეგ თანდათანობით ამოვწევთ, მაშინ ალის განათებულია მოიმატებს, მაგრამ თუ ამის შემდეგ კიდევ უფრო მალა ამოვწევთ პატრულს, ალი გამკრთალდება და ბოლვას დაიწყებს. რატომ? იგივე მოხდება, თუ გვერდითი ნახვრეტების ნაწილს თითებით დაფარავთ, რატომ?
 2. როგორ განვახორციელოთ პირველ სავარჯიშოში აღწერილი ორი ცდა, თუ ლამპის ნაცვლად ავიღებთ სანთელს და დაახლოებით სანთლის დიამეტრის მქონე მინის მილის გადანაჭერს?
 3. აღწერეთ საცეცხლის მოწყობილობა და მოქმედება.
 4. რის მიზნებზელია შავი კვამლის გამოყოფა ფაბრიკის საკვამლე მილიდან?
 5. რა მნიშვნელობა აქვს წვის რეაქციას: ა) მრეწველობაში, ბ) სოფლის მეურნეობაში, გ) ტრანსპორტში, დ) ყოფა-ცხოვრებაში?
 6. როგორ იყენებენ ინერტულ აირებს?

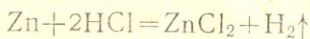
-
1. დაასახელოთ: ა) სათბობის სახეები, რომლებსაც შინ იყენებენ, ბ) მათ დასაწვავად გამოყენებული ხელსაწყოები. გამოიყოფა თუ არა ამ ღროს წყალი?
 2. მოამზადეთ (ზეპირად) მოხსენება თემაზე: „რა ვიცი წარმოებაში გამოყენებული სათბობების, მათი წვის ხერხებისა და ამ ღროს გამოყოფილ გენერაციის გამოყენების შესახებ“.
 3. შეადგინეთ მოთხრობა ბუნებაში ჟანგბადის მიმოქცევისა და გაქუჩყიანებისაგან ჰაერის დაცვის შესახებ.

მას შემდეგ, რაც ცნობილი გახდა შედეგები, ქიმიკოსები ხშირად ამჩნევდნენ, რომ ზოგიერთ ლითონზე შეეფასა ხსნარის დასხმისას წარმოიქმნება „წვადი ჰაერი“. აღის შიახლოებისას მას ზოგჯერ ცეცხლი ეკიდება, ზოგჯერ კი გამაყრუებელი ტკაცანით ფეთქდება. ინგლისელმა მეცნიერმა გ. კავენდიშმა, რომელიც ჯ. პრისტლის თანამედროვე იყო, პირველმა შეაგროვა „წვადი ჰაერი“ და დარწმუნდა, რომ ის ჰაერი კი არა, სრულიად განსაკუთრებული აირი იყო ნივთიერება იყო. თუ ის სუფთაა, წყარად იწვის, მაგრამ ჰაერთან მისი ნარევი ანთებისას ფეთქდება. შემდგომ ამ აირს წყალბადი უწოდეს. წყალბადი მარტივი ნივთიერებაა, რომლის მოლეკულები წარმოქმნილია იმავე სახელწოდების ელემენტის ორი ატომისაგან.

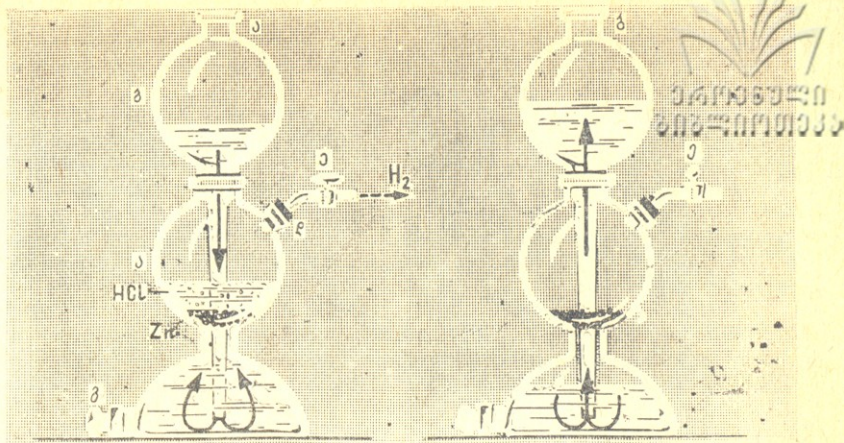
§ 29. წყალბადის მიღება

ელემენტ წყალბადის ქიმიური ნიშანი — H, ფარდობითი ატომური მასა — 1,008, წყალბადის ფორმულა H₂, ფარდობითი მოლეკულური მასა 2.

თუთიის ნატეხებზე მარილმჟავას ხსნარის დასხმისას, მის ზედაპირზე ჩნდება აირის ბუშტულები. ისინი წყდებიან თუთიის ნატეხებს და სითხის ზედაპირზე ამოტივტივდებიან. სითხე თითქოს დუღს, ხოლო თუთიის ნატეხები თანდათანობით თითქოს იხსნება და ბოლოს სრულიად ქრება. ჭურჭელში რჩება უფერო, გამჭვირვალე ხსნარი. ამ ხსნარის ამოშრობით შეიძლება გამოვყოთ მყარი ნივთიერება, რომლის შედგენილობაშიც თუთია გადავიდა. ამ ნივთიერების ფორმულაა ZnCl₂. რეაქცია გამოისახება განტოლებით:

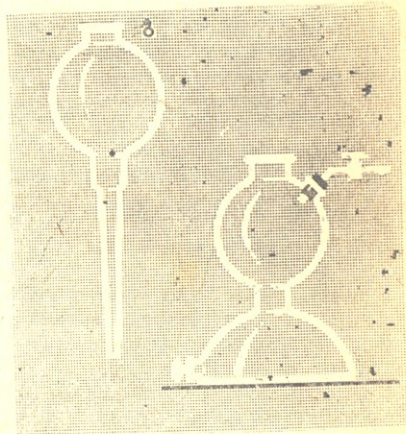


წყალბადი გამოიყოფა მჟავადან მასში თუთიით წყალბადის ჩანაცვლების (გამოძვევის) შედეგად. ახლა გასაგებია თუ რატომ წყდებოდა თუთიიდან აირის ბუშტულები: ლითონის ნატეხების ზედაპირზე მჟავა ეხებოდა თუთიას და მიმდინარე რეაქციის შედეგად გამოიყოფოდა აირი წყალბადი.

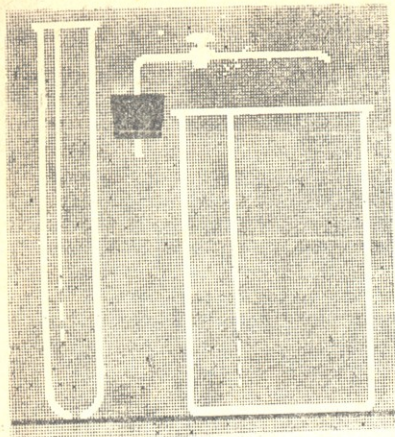


საქართველო
საბჭოთაო
საზღვრო
საზღვრო

ლაბორატორიაში წყალბადის მისაღებად ჩვეულებრივ იყენებენ კიბის აპარატს, რომელიც გამოსახულია 31-ე სურათზე. კიბის აპარატი შედგება ბ ძაბრისა და ა ჰურჭლისაგან, რომელიც არის სფერო და მასთან შეერთებული ნახევარსფერო. როდესაც ძაბრი ჩასმულია ჰურჭელში, ძაბრის მილსა და ჰურჭლის ვიწრო ნაწილს შორის ჩნდება ღრეჩო, რომლითაც ნახევარსფერო უერთდება სფეროს. თუთიას ათავსებენ სფეროში და ტუბუსიდან, ძაბრით კი ასხამენ მარილმყავას ხსნარს. ის ავსებს ნახევარსფეროს, ღრეჩოში გავლით ადის სფეროში და ფარავს თუთიის ნატეხებს. იწყება ქიმიური რეაქცია თუთიასა და მარილმყავას შორის, რის შედეგადაც წარმოიქმნება წყალბადი. და ტუბუსზე მორგებულია საცობი გაზგამყვანი მილით, რომლითაც წყალბადი გარეთ გამოდის. ცდის დამთავრების შემდეგ ე ონკანს კეტავენ, წყალბადის გამოყოფა გრძელდება, მაგრამ იგი უკვე გარეთ ვეღარ გამოდის, აწვება მყავას ხსნარის ზედაპირს და მყავას ნახევარსფეროში აძევებს. ამის



სურ. 31. კიბის აპარატი: ა — მოქმედებისას. ბ — გამოყენების შემდეგ; გ — დაშლილი.



სურ. 32. წყალბადის მისაღები ხელსაწყოების დეტალები

გამო თუთია ველარ ეხება შეჯავს და მათ შორის რეაქცია წყდება, მაგრამ სფეროში წყალბადის წარმოება იმ დრომდე რჩება, ვიდრე ის რეაქციისათვის ხელახლა დაგვჭირდება.

ამრიგად, როდესაც კიბის აპარატი „დამუხტულ“ მდგომარეობაშია, ის ყოველთვის მზადაა მოქმედებისათვის, ხოლო როდესაც აპარატი მოქმედებაშია, ნისი შეჩერება შეიძლება ნებისმიერ მომენტში.

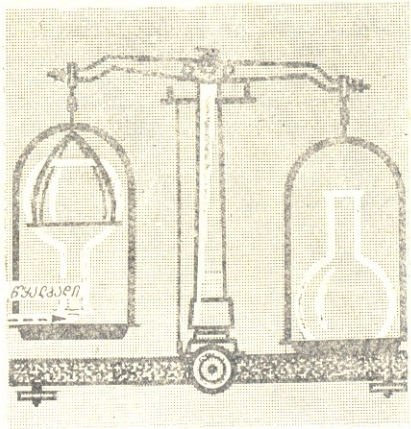
?



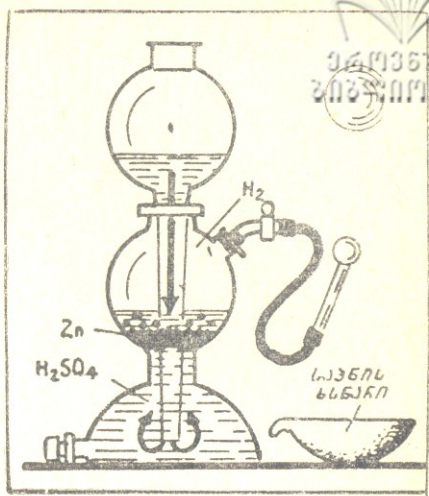
1. 32-ე სურათზე გამოსახული ლაბორატორიული მოწყობილობის საგნებადან (მათ შორის მოცემულია სინჯარა პატარა ნახვრეტით ფსკერზე) შეიძლება აიწყოს წყალბადის მისაღები ხელსაწყო, რომელიც კიბის აპარატის მსგავსად მოქმედებს. დახატეთ ასეთი ხელსაწყო.
2. დახატეთ კიბის აპარატის სქემა ისეთ მდგომარეობაში, როდესაც ის არ მოქმედებს. რა აქვს საერთო მოწყობილობაში კიბის აპარატსა და ვაზომეტრს?
3. რკინის ნაქლიბიან სინჯარაში ჩაასხეს მარილმჟავა HCl . დაწერეთ რეაქციის განტოლება, რომელიც მოხდება სინჯარაში (მხედველობაში მიიღეთ, რომ წყალბადის გარდა მიიღება ნივთიერება, რომლის ფორმულაა $FeCl_2$).
4. მე-15 სურათის მიხედვით გაიანგარიშეთ (დაახლოებით, ზეპირად), რამდენი ატომი ენახებალი მოდის ერთ ატომ წყალბადზე ბუნებაში.

§ 80. წყალბადის ფიზიკური თვისებები

წყალბადი უფრო აირია, რომელსაც გემო და სუნის არა აქვს, თხევადდება მეტად დაბალ ტემპერატურაზე. ის ყველაზე მსუბუქი აირია. წყალბადის სიმკვრივე 14,5 ჯერ ნაკლებია ჰაერის სიმკვრივეზე. სასწორზე გავაწონასწოროთ გადმოპირქვავებულად ჩამოკიდებული კოლბა (სურ. 33). კოლბიდან წყალბადით გამოვაცხვოთ ჰაერი. წონასწორობა ირღვევა: ჩამოკიდებულკოლბიანი სასწორის ჯამი ზევით აიწევა. მაშასადამე წყალბადი უფრო მსუბუქია, ვიდრე მის მიერ გამოცხვებული ჰაერი.



სურ. 33. წყალბადი ჰაერზე მსუბუქია.



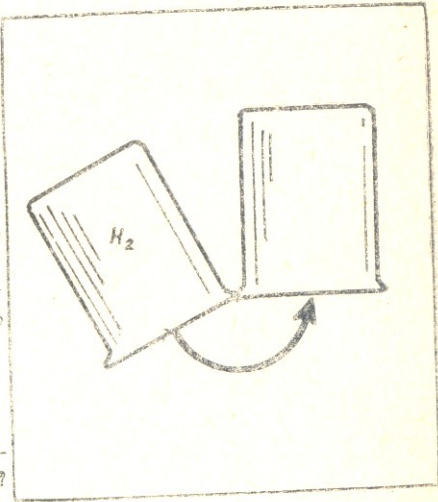
სურ. 34. საპნის ბუშტების ავსება წყალბადით.

წყალბადით გავსებული საპნის ბუშტები ჰაერში სწრაფად აღის (სურ. 34).

წყალბადი მეტად მცირედ იხსნება წყალში და ამიტომ მისი შეგროვება შეიძლება ჭურჭელში არა მარტო ჰაერის, არამედ წყლის გამოძევების ხერხითაც.

? 1. რით განსხვავდება წყალბადი ეანგბადისაგან ფიზიკური თვისებების მიხედვით?

2. როგორ „გადაეახათ“ წყალბადი ერთი ჭიქიდან მეორეში (სურ. 35) ჰაერის გამოძევების ხერხით? როგორ შეიძლება დავამტკიცოთ, რომ პირველ ჭიქაში წყალბადი აღარ დარჩა?



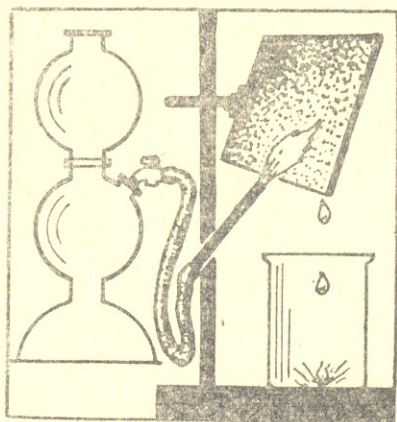
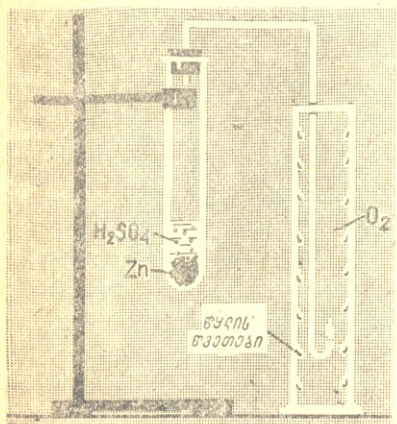
სურ. 35. წყალბადის გადასხმა ჭურჭლიდან ჭურჭელში.

3. რა ხერხებით შეიძლება ჭურჭელში წყალბადის შეგროვება? წყალბადის რა თვისებებს ემყარება ეს ხერხები?



გავეცნოთ წყალბადის ქიმიურ თვისებებს.

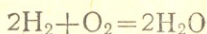
ავიანთოთ გაზგამყვანი მილიდან გამომავალი სუფთა წყალბადი და



სურ. 36. წყალბადის წვა ჟანგბადში.

სურ. 37. წყლის წარმოქმნა წყალბადის წვის დროს.

მილი ანთებული წყალბადით ჩავუშვათ ჟანგბადიან ჭურჭელში. ჟანგბადში წყალბადის წვა ვრძელდება (სურ. 36). ჭურჭლის კედლებზე ჩნდება წყლის წვეთები. მაშასადამე, ჟანგბადში წყალბადის წვის დროს ხდება ამ ორი ნივთიერების შეერთების რეაქცია და წარმოიქმნება წყალი. ლითონის ფირფიტა მოვათავსოთ წყალბადის ალის ზევით, რომელიც ჰაერზე იწვის (სურ. 37). ფირფიტა სწრაფად დაიწვება. მაშასადამე, ჰაერზე წყალბადის წვის დროსაც წარმოიქმნება წყალი, ე. ი. წყალბადი უერთდება ჰაერის ჟანგბადს. წყალბადის წვის რეაქცია გამოისახება განტოლებით:

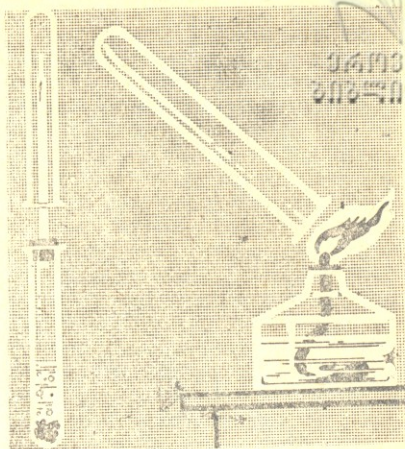


წვის დროს წყალბადი წარმოქმნის („ბადებს“) წყალს. აქედან წარმოდგება მისი სახელწოდებაც — წყალბადი.

წყალბადის წვის რეაქციის დროს სითბო დიდი რაოდენობით გამოიყოფა. წყალბადის ალი გავარვარებული წყლის ორთქლია. ამის გამო იგი თითქმის არ შეიმჩნევა, თუ მილი, რომლიდანაც წყალბადი გამოდის, რკინისაა, ხოლო თუ მილი მინისაა, მაშინ წარმოიქმნება ყვითელი ფერის ალი. ასეთ შეფერლობას იძლევა მინის აორთქლებული შემადგენელი ნაწილები.

წყალბადის, ისე როგორც ყველა საწვავი აირის, ანთებისას დიდი სიფრთხილეა საჭირო. ამაში შეიძლება ცდით დავრწმუნდეთ. სქელ-

კედლიანი ცილინდრი დავეოთ სამ თანასწორ მოცულობად: ორი მოცულობა გავავსოთ (წყლის გამოძევების ხერხით) წყალბადით და ერთი მოცულობა ჟანგბადით. ცილინდრს ტილო შემოვხვეოთ და წყლიდან ამოღებისთანავე ცილინდრის პირთან მივიტანოთ ანთებული კვარი. მოხდება გამაყრუებელი აფეთქება. აფეთქება მოხდა იმიტომ, რომ წყალბადი შეუერთდა ჟანგბადს, მყისვე დაიწვა. რეაქციის დროს გამოყოფილი სითბოს ხარჯზე ჰაერი და წარმოქმნილი წყლის ორთქლი გაფართოვდა.



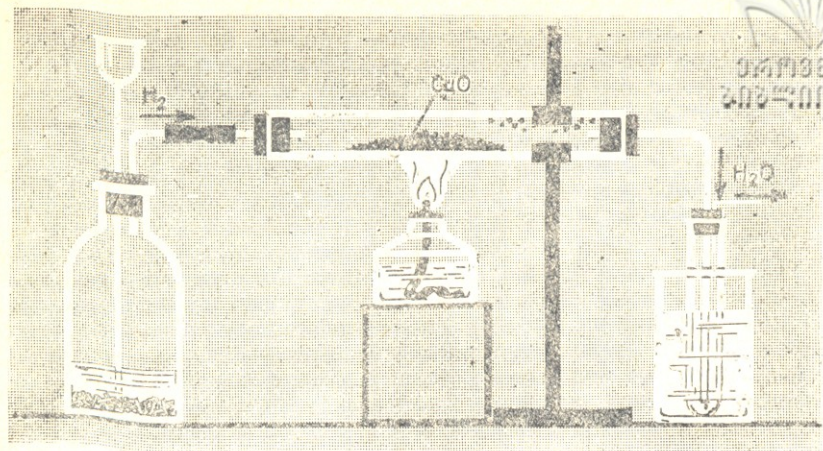
სურ. 38. წყალბადის სისუფთავის შემოწმება.

აქედან უნდა დავასკვნათ, რომ აბარატიდან გამომავალი წყალბადის ანთება შეიძლება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც სავსებით დავრწმუნდებით, რომ გამოიყოფა სუფთა წყალბადი და არა წყალბადისა და ჰაერის ნარევი. წყალბადის სისუფთავის შესამოწმებლად მას აგროვებენ სინჯარაში, რომელსაც შემდეგ გადმოაპირქვავებენ და მიუახლოვებენ ალს (სურ. 38). თუ წყალბადი სუფთაა, ის მშვიდად ინთება, ხოლო თუ წყალბადი ჰაერის მინარევს შეიცავს, ის აფეთქებით აინთება. აფეთქებას ახლავს მკვეთრი სტვენის მსგავსი ბგერა. სინჯარაში ასეთი აფეთქება საშიში არ არის. მაგრამ თუ აფეთქება მოხდა ვიწროყელიან მინის დიდ ხელსაწყოში, მაშინ ხელსაწყო დაიშხვრევა და მისმა ნატეხებმა შეიძლება ახლოს მყოფნი სერიოზულად დააზიანოს. ამრიგად, ჟანგბადთან ან ჰაერთან წყალბადის ნარევი ფეთქებადია. ჯერ უნდა დავრწმუნდეთ წყალბადის სისუფთავეში და მერე ავანთოთ!

წყალბადის წვისას და ჟანგბადთან ან ჰაერთან მისი ნარევების აფეთქების დროს ერთი და იგივე რეაქცია ხდება — წყალბადის შეერთება ჟანგბადთან. მაგრამ წყალბადის წვის დროს ეს რეაქცია თანდათანობით, წყალბადისა და ჟანგბადის მოლეკულების შერევის შესაბამისად ხდება, ხოლო აფეთქებისას — მყისიერად, ვინაიდან ორივე აირის მოლეკულები თავიდანვე შერეულია.

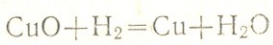
წყალბადი უერთდება არა მარტო ჟანგბადს, არამედ ზოგიერთ სხვა მარტივ ნივთიერებასაც.

გავეცნოთ წყალბადის კიდევ ერთ ქიმიურ თვისებას. სპილენძ(II)-



სურ. 39. წყალბადით სპილენძის ალდგენა სპილენძ(II)-ის ოქსიდისაგან.

ის ოქსიდი მოვათავსოთ მინის მილში და მასში გავატაროთ წყალბადი (სურ. 39) (უნდა შემოწმდეს წყალბადის სისუფთავე!), რეაქცია არ ხდება. ახლა გავაცხელოთ სპილენძ(II)-ის ოქსიდი. სპილენძ(II)-ის ოქსიდი დაიწყებს გავარვარებას; ეს იმის ნიშანია, რომ წყალბადსა და მას შორის დაიწყო ქიმიური რეაქცია სითბოს გამოყოფით. მილში წყლის წვეთები ჩნდება, ხოლო შავი სპილენძ(II)-ის ოქსიდი ლითონური სპილენძის წითელ ფხვნილად გადაიქცევა. რეაქცია გამოისახება განტოლებით:

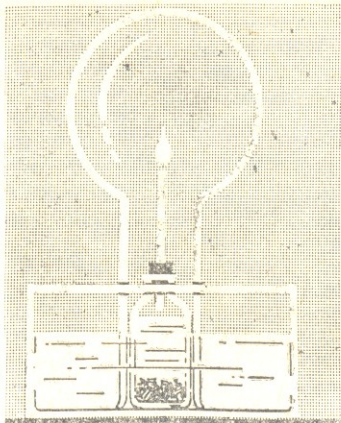


სპილენძ(II)-ის ოქსიდს წყალბადმა წაართვა ჟანგბადი და ალდგინა სპილენძი. ამასთანავე წარმოიქმნა წყალიც.

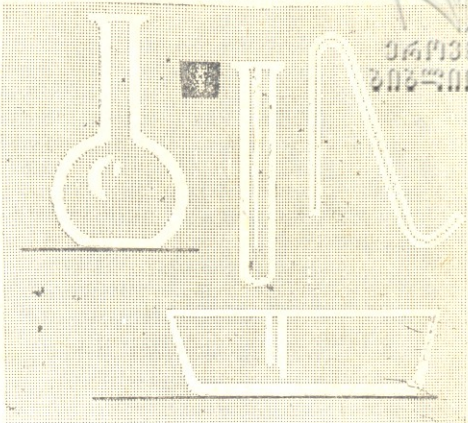
ამრიგად, წყალბადი არა თუ უერთდება თავისუფალ ჟანგბადს, არამედ მას შეუძლია ჟანგბადი ჩამოაცილოს სხვა ელემენტების ოქსიდებს. ეს წყალბადის კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი ქიმიური თვისებაა. ასე მიიღება, მაგალითად, ლითონი ვოლფრამი, რომლისგანაც ამზადებენ ელნათურების სავარვარო ძაფებს.

ნივთიერებებს, რომლებიც ჟანგბადს სხვა ნივთიერებებს ჩამოაცი-
ლებს, ად მ დ გ ე ნ ე ბ ი ეწოდება. როგორც დავრწმუნდით, წყალ-
ბადი აღმდგენებს მიეკუთვნება.

წყალბადის გამოყენება დაკავშირებულია მის სიმსუბუქესა და აღ-
მდგენის თვისებასთან. წყალბადით ავსებენ ატმოსფეროს ზედა ფენე-
ბის გამოსაკვლევ აეროსტატებს. წყალბადს იყენებენ ოქსიდებიდან
ზოგიერთი ლითონის აღსადგენად, რომელთაც დიდი მნიშვნელობა
აქვთ თანამედროვე ტექნიკაში. წყალბადს ქიმიურ ნედლეულად ხმა-



სურ. 40. გ. კავენდიშის ცდა.



სურ. 41. ხელსაწყოს დეტალები (საცობი გახვრეტილია მილის გასატარებლად).

რობენ ამიაკის NH_3 , შეავებისა და ორგანული ნივთიერებების მისაღებად. მას იყენებენ სათბობადაც. მომავალში მისი, როგორც სათბობის, მნიშვნელობა უფრო გაიზრდება. მოიფიქრეთ, რატომ უნდა მოხდეს ეს.

?



1. აღწერეთ წყალბადის ქიმიური თვისებები.
2. აღწერეთ სპილენძ(II)-ის ოქსიდისაგან წყალბადით სპილენძის აღდგენის რეაქცია. როგორ ნივთიერებებს ეწოდება აღმდგენები?
3. დაწერეთ წყალბადის რეაქციების განტოლებები შემდეგ ოქსიდებთან: ა) ვოლფრამის ოქსიდთან WO_3 , ბ) რკინის ხენჯთან, გ) ვერცხლისწყალ(II)-ის ოქსიდთან. წყალბადის რომელი ქიმიური თვისება მდლავნდება ამ რეაქციებში? რეაქციათა რომელ ტიპს მიეკუთვნება ისინი?
4. მოცემულია სპილენძის ფირფიტა, ქიმიური საშუალებით, როგორ გარდაქმნით მას ლითონური სპილენძის ფხვნილად? დაწერეთ იმ რეაქციების განტოლებები, რომლებითაც უნდა ვისარგებლოთ ამისათვის.
5. გ. კავენდიშმა ჩაატარა ასეთი ცდა: შუშას, რომელშიც მოთავსებული იყო ლითონი და მჟავა, წყლიან ჭურჭელში დგამდა (სურ. 40), გამოყოფილ წყალბადს ანთებდა და მასზე აფარებდა ფართოყელიან კოლბას. აღწერეთ და თანმიმდევრობით ასხენით მოვლენები, რომლებიც ამ დროს შეიმჩნეოდა, თუ ცნობილია, რომ ამ პირობებში წყალბადი აზოტს არ უერთდება.
6. სამი ქილა აირებითაა ავსებული. ერთში ჰაერია, მეორეში — ენგბადი, მესამეში — წყალბადი. როგორ გავიგოთ რომელ ქილაში რომელი აირია?
7. 41-ე სურათზე გამოსახული დეტალებისაგან როგორ შეიძლება ავაწყოთ ხელსაწყო იმის დასამტკიცებლად, რომ ენგბადში წყალბადის წვას დროს ენგბადი იხარჭება? დახატეთ ხელსაწყო და მოყვეით თუ როგორ ჩაატარებთ ამ ცდას.
8. აღწერეთ რისთვის იყენებენ წყალბადს.

Fe_2O_3



ვინაიდან წყალბადი შედის მეტად გავრცელებული ნატრიუმის წყლის შედგენილობაში, ის მიეკუთვნება დედამიწაზე ყველაზე გავრცელებულ ელემენტებს. წყალბადი შედის აგრეთვე იმ რთული ნივთიერებების შედგენილობაში, რომლებსგანაც აგებულია ყველა ცოცხალი ორგანიზმი, წყალბადის ქიმიურ ნაერთება მიეკუთვნება მჟავები, ბუნებაში ბევრი მჟავა გვხვდება: ლიმონმჟავა ლიმონში, ვაშლის მჟავა ვაშლში, მჟაუნმჟავა მჟაუნას ფოთლებში. ჭიანჭველები მტრისაგან თავს იცავენ ჭიანჭველმჟავას მწვავე წვეთების გამოშხეფებით (ეს მჟავა მოიპოვება ფუტკრის შხამსა და ჭინჭრის მსუსხავ ბუსუსებშიც).

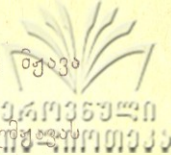
ყურძნის წვენი ამჟავებისას მიიღება ყველასათვის ცნობილი ძმარმჟავა (ძმარი), რძის ამჟავების დროს კი — რძემჟავა. იგივე რძემჟავა წარმოიქმნება კომბოსტოს დამწნილებისას, საქონლისათვის საკვების დასილოსებისას. ამ მჟავების გარდა, რომლებიც ბუნებაში გვხვდება, ცნობილია ბევრი მჟავა, რომლებსაც ქიმიურ ქარხნებში ხელოვნურად ღებულობენ. მათ რიცხვს მიეკუთვნება გოგირდმჟავა და მარილმჟავა.

გოგირდმჟავა H_2SO_4 — ზეთისებრი ბლანტი, უსუნო და უფერო სითხეა, წყალზე თითქმის ორჯერ მძიმეა, გოგირდმჟავა ჰაერიდან და სხვა აირებიდან შთანთქავს ტენს, გოგირდმჟავას ამ თვისებას ზოგიერთი აირის გამოსაშრობად იყენებენ. ამ მიზნით აირებს გოგირდმჟავაში ატარებენ.

წყლისა და გოგირდმჟავას შერევისას დიდი რაოდენობით სითბო გამოიყოფა. გოგირდმჟავაში წყლის ჩასხმის დროს წყალმა შეიძლება ვერ მოასწროს გოგირდმჟავაში შერევა, აღუდღეს და გოგირდმჟავას წვეთები მომუშავეს სახესა და ხელებზე შეეშხეფოს. ეს რომ არ მოხდეს, გოგირდმჟავას განსნის დროს წყალში გოგირდმჟავა წვრილი ჭავლით უნდა ჩავასხათ და ვურიოთ; არ შეიძლება, პირქით — წყლის ჩასხმა გოგირდმჟავაში.

გოგირდმჟავა მერქანს, ტყავსა და ქსოვილებს ანახშირებს. თუ გოგირდმჟავიან სინჯარაში კვარს ჩავუშვებთ, ხდება ქიმიური რეაქცია — მერქანი ნახშირდება. გასაგებია, თუ რა საშიშია გოგირდმჟავას შხეფების მოხვედრა ადამიანის კანსა და ტანსაცმელზე.

მარილმჟავა HCl წყალხსნარია აირ ქლორწყალბადისა, რომელსაც აქვს მძაფრი სუნი. მარილმჟავას ქლორწყალბადის სუნი აქვს, ვინაიდან მისგან ამ აირის მოლეკულები გამოიყოფა (თუ ის წყლით ძალიან განზავებული არ არის). ჰაერზე მოხვედრისას ქლორწყალბადის მოლეკულები მიიზიდავენ წყლის ორთქლს, და მარილმჟავას ზემოთ

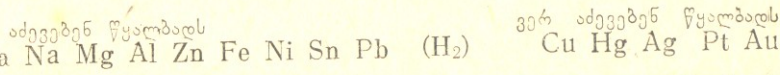


წარმოიქმნება ნისლი მარილმყავას უწვრილესი წვეთებისაგან; მუავა „ნოლავს“.

მუავების საერთო თვისებები. გოგირდმყავასა და მარილმყავას ხსნარები გამოიყენოთ მუავების ზოგიერთი საერთო თვისების გასარკვევად.

ორივე მუავას ხსნარებს დავამატოთ რამდენიმე წვეთი იისფერი ნივთიერების ხსნარი — ლაკმუსი. ლაკმუსი წითლად შეფერადდება. მეორე ნივთიერება — მეთილნარინჯი მუავათა მოქმედებით თავის ნარინჯისფერს ვარდისფრად იცვლის. ლაკმუსი და მეთილნარინჯი ინდიკატორებია, რომლებიც მიუთითებს, რომ ხსნარში არის მუავა.

ორივე მუავას ხსნარიან სინჯარებში მოვათავსოთ თუთიის, მაგნიუმის, რკინისა და სპილენძის თითო ნატეხი. თუთია, მაგნიუმი და რკინა ორივე მუავადან გამოაძეგებს წყალბადს (ამაში დავრწმუნდებით გამოყოფილი აირის ანთებით). განსაკუთრებით სწრაფად მიმდინარეობს რეაქცია მაგნიუმთან, შედარებით ნელა თუთიასთან, უფრო ნელა რკინასთან. სინჯარებში, რომლებშიც სპილენძია მოთავსებული, არავითარი ცვლილება არ შეიმჩნევა. ლითონები არაერთნაირი აქტიურობით აძეგებენ წყალბადს მუავებიდან, ზოგი ლითონი კი საერთოდ ვერ აძეგებს. ამის გარკვევა შეიძლება ლითონების ძაბვათა ელექტროქიმიური მწკრივის საფუძველზე (თუ რატომ ეწოდება მწკრივს ასე, გავიგებთ მოგვიანებით):

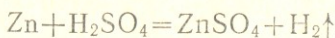


წყალბადამდე მოთავსებული ყველა ლითონი მუავებიდან აძეგებს წყალბადს, ამასთანავე თითოეული წინმდგომი ლითონი უფრო აქტიურად აძეგებს წყალბადს, ვიდრე მომდევნო. ის ლითონები კი, რომლებიც ამ მწკრივში მოთავსებულია წყალბადის შემდეგ, ვერ აძეგებენ წყალბადს მუავებიდან.

სწორედ თუთიისა და მარილმყავას HCl ხსნარს შორის მიმდინარე რეაქციით ვისარგებლეთ წყალბადის მისაღებად. ამ დროს თუთიის (ორვალენტიანი ლითონის) ატომები მარილმყავას მოლეკულაში ორ ატომ წყალბადს ანაცვლებენ და წარმოიქმნება თუთიის ქლორიდი ZnCl₂. ვინაიდან მარილმყავას მოლეკულა HCl შეიცავს ერთ ატომ წყალბადს. ამიტომ თუთიის ატომთან რეაქციაში შედის მარილმყავას ორი მოლეკულა (იხ. განტოლება, გვ. 66).

წყალბადის მისაღებად მარილმყავას ნაცვლად შეიძლება გამოვიყენოთ სხვა მუავები, მაგალითად, გოგირდმყავას წყალხსნარი. თუთიასა

და გოგირდმჟავას შორის ხდება რეაქცია, რომელიც გამოისახება განტოლებით:



თუთიის ატომი ამ შემთხვევაშიც ორ ატომ წყალბადს ანაცვლებს. ამრიგად, მჟავებს აქვს საერთო თვისებები:

- 1) მჟავების ხსნარებს მჟავე გემო აქვს: ეს თქვენთვის ცნობილი ბუნებრივი მჟავების მაგალითზე.
- 2) მჟავების ხსნარები ინდიკატორებს ფერს უცვლიან: ლაკმუსს აწითლებენ, მეთილწარინჯს ვარდისფრად აფერადებენ.
- 3) თითქმის ყველა მჟავას წყალხსნარიდან გამოიყოფა წყალბადი ზოგიერთი ლითონის მოქმედებით.

- 7
1. რა წესი უნდა დავიცვათ გოგირდმჟავას წყალში გახსნის დროს?
 2. მჟავების რომელ საერთო ქიმიურ თვისებებს იცნობთ? პასუხი განმარტეთ მაგალითებით.
 3. მოხდება თუ არა რეაქცია, ვერცხლისწყლიან სინჯარაში გოგირდმჟავას ხსნარი რომ ჩავამატოთ? რატომ?
 4. ცდის მეშვეობით როგორ დაეამტკიცეთ, რომ მარილმჟავას შედგენილობაში შედის წყალბადი?

■ სკოლიდან წაიდეთ (მასწავლებლის ნებართვით) ლაკმუსის ქაღალდის რამდენიმე ფურცელი (ლაკმუსის ხსნარით გაღენთილი ქაღალდი) და დაამტკიცეთ მჟავას არსებობა პროდუქტებში, რომლებშიც ისინი მოიპოვება თქვენი ვარაუდით. მაგალითად, ლაკმუსის ქაღალდით შეეხეთ ვაშლის ნაჭერს, დასველეთ მაწვნის წვეთით და ა. შ. ლაკმუსის ქაღალდით შეგიძლიათ დაადგინოთ, რომ რძის ამჟავება უფრო ადრე იწყება, ვიდრე ეს გემოთი ხდება შესამჩნევი.

§ 33. მჟავების შედგენილობა. მარილები

მჟავების საერთო თვისებები გაპირობებულია იმით, რომ ყველა მჟავას შედგენილობაში შედის წყალბადის ატომები. წყალბადის ატომების გარდა, მჟავების მოლეკულები შეიცავს ატომებს და ატომთა ჯგუფებს, რომელთაც მჟავური ნაშთები ეწოდება.

ტ ა ბ უ ლ ა 3

მჟავას დასახელება	მჟავას ფორმულა	მჟავური ნაშთი
მარილმჟავა	HCl	I Cl
აზოტმჟავა	HNO ₃	I NO ₃
გოგირდმჟავა	H ₂ SO ₄	II SO ₄
ფოსფორმჟავა	H ₃ PO ₄	III PO

შეედაროთ სხვადასხვა მჟავას შედგენილობა.

მჟავა არის რთული ნივთიერება, რომლის ყოველი მოლეკულა შედგება ერთი ან რამდენიმე წყალბადის ატომისა და მჟავას ნაშთისაგან. მჟავებში წყალბადის ატომები შეიძლება ლითონთა ატომებთან ჩაინაცვლოს.

ვალენტობას ამჟღავნებს არა მხოლოდ ატომები, არამედ ატომთა ჯგუფებიც, მაგალითად, მჟავური ნაშთები. თუ მჟავას მოლეკულაში მჟავური ნაშთი წყალბადის ერთ ატომთან არის შეერთებული, მაშინ, ის ერთვალენტიანია, თუ ორ ატომთან — ორვალენტიანია. სამთან — სამვალენტიანი და ა. შ. მჟავური ნაშთების ვალენტობა მე-3 ტაბულაში რომაული ციფრებით არის აღნიშნული.

მჟავებში ლითონით წყალბადის ჩანაცვლებისას მჟავური ნაშთები უცვლელად გადადის წარმოქმნილი ახალი ნივთიერებების — მარილების — შედგენილობაში.

მარილი არის რთული ნივთიერება, რომელშიც ლითონის ატომები შეკავშირებულია მჟავას ნაშთებთან.

თუ ცნობილია ლითონის ვალენტობა და მჟავური ნაშთის ვალენტობა, მაშინ მარილების ფორმულებს ისევე ადგენენ, როგორც ორი ელემენტისაგან შემდგარი ნაერთების ფორმულებს. შეადგინოთ, მაგალითად, ალუმინის სულფატის ფორმულა, თუ ვიცით, რომ ალუმინის სამვალენტიანია.

ა) დავწეროთ ალუმინის ქიმიური ნიშანი და გოგირდმჟავას მჟავური ნაშთის ნიშანი, ზემოთ, მათ დავწეროთ ვალენტობა:



2) ვიპოვოთ უმცირესი საერთო ჯერადი რიცხვებისა, რომლებიც ალუმინისა და მჟავური ნაშთის ვალენტობებს გამოსახავენ. ამ რიცხვების უმცირესი საერთო ჯერადია 6.

3) ვიპოვოთ ალუმინის ატომების რიცხვი და მჟავური ნაშთების რიცხვი. ამისათვის ნაპოვნი უმცირესი საერთო ჯერადი (6) გავყოთ ალუმინის ვალენტობაზე — $6 : 3 = 2$. უმცირესი საერთო ჯერადი გავყოთ გოგირდმჟავას მჟავური ნაშთის ვალენტობაზე — $6 : 2 = 3$.

მაშასადამე, მოცემულ მარილში ალუმინის ყოველ ორ ატომზე მოდის სამი მჟავური ნაშთი. მარილის ფორმულაა $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.

საერთაშორისო ნომენკლატურით მარილების სახელწოდება წარმოქმნილია მჟავური ნაშთების ლათინური სახელწოდებებისაგან, მაგალითად, მარილმჟავას მჟავურ ნაშთს — Cl ეწოდება ქლორიდი, გოგირდმჟავას ნაშთს — SO_4 — სულფატი, აზოტმჟავას ნაშთს — NO_3 — ნიტრატი, ფოსფორმჟავას ნაშთს $\equiv \text{PO}_4$ — ფოსფატი. ამის შესაბამისად

მარილებს ეწოდება: NaCl — ნატრიუმქლორიდი, Na_2SO_4 — ნატრიუმსულფატი, NaNO_3 — ნატრიუმნიტრატი, Na_3PO_4 — ნატრიუმფოსფატი (ტაბ. 4).

ცვალება დვალენტიანი ლითონების მარილებს ემატება რიცხვი, რომელიც აღნიშნავს ლითონის ვალენტობას, მაგალითად FeCl_3 — რკინა(III)-ის ქლორიდი, FeCl_2 — რკინა(II)-ის ქლორიდი, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ — რკინა(III)-ის სულფატი, FeSO_4 — რკინა(II)-ის სულფატი.

ტ ა ბ უ ლ ა 4

მარილთა ნომენკლატურა

მე ა ე ბ ი		მარილების სახელწოდება
დასახელება	ქიმიური ფორმულა	
ფთორწყალბადმეა	HF	ფთორიდები
(მალღობელი მეა)		
ქლორწყალბადმეა	HCl	ქლორიდები
(მარილმეა)		
ბრომწყალბადმეა	HBr	ბრომიდები
იოდწყალბადმეა	HI	იოდიდები
გოგირდმეა	H_2SO_4	სულფატები
	H_2S	სულფიდები
ვოგირდწყალბადმეა	HNO_3	ნიტრატები
აზოტმეა	H_3PO_4	ფოსფატები
ფოსფორმეა	H_2CO_3	კარბონატები
ნახშირმეა	H_2SiO_3	სილიკატები
სილიციუმმეა		

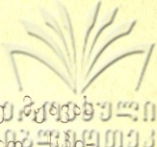
1. შეადგინეთ შემდეგი მარილების ფორმულები: კალციუმქლორიდის, კალიუმნიტრატის, კალციუმფოსფატის, რკინა(III)-ის ქლორიდის, მაგნიუმნიტრატის, ნატრიუმსულფატის, რკინა(II)-ის ფოსფატის, რკინა(III)-ის ფოსფატის.

2. დაწერეთ შემდეგი მარილების სახელწოდებები:

- ა) KCl , K_2SO_4 , KNO_3 , KJ , K_2CO_3 ;
- ბ) K_2S , K_3PO_4 , KBr , K_2SiO_3 , KF .

3. დაწერეთ შემდეგი მარილების ფორმულები: ა) ალუმინსულფატის, ნატრიუმსულფატის, ბარიუმნიტრატის, რკინა(III)-ის ნიტრატის; მაგნიუმფოსფატის, მაგნიუმიოდიდის, ბ) ნატრიუმბრომიდის, ნატრიუმფოსფატის, ტყვია(II)-ის სულფატის, კალიუმსილიკატის, სპილენძ(II)-ის ნიტრატის, კალციუმქლორიდის.

4. ქვემოთ დასახელებული ნივთიერებებიდან: HNO_3 , KNO_3 , NO_2 , SO_3 , H_2SO_4 , CaSO_4 , K_3PO_4 , H_3PO_4 , Na_2O , CaO , FeCl_2 ცალ-ცალკე ამოიწერეთ: ა) ოქსიდების, ბ) მეაეების, გ) მარილების ფორმულები. დასახელებთ თითოეული ნივთიერება.

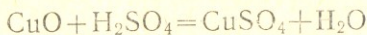


ყველა მარილის მიღება არ ხერხდება შესაბამის ლითონზე მოქმედებით. როდესაც გოგირდმჟავას ხსნარში ვათავსებ სპილენძის ნატეხებს, არავითარი ქიმიური რეაქცია არ შეიმჩნეოდა. სპილენძი, ისევე როგორც სხვა ლითონები, რომლებიც ძაბვათა ელექტროქიმიურ მწკრივში წყალბადის შემდეგ დგას, მყავადან წყალბადს არ აძევენ. მაშ, როგორ მიიღება ისეთი მარილები, როგორიცაა: AgCl , CuSO_4 , და ა. შ. ასეთი ლითონების მარილებს ღებულობენ, მაგალითად, ლითონების ოქსიდებზე მყავების მოქმედებით. განვიხილოთ მყავას ურთიერთმოქმედება ლითონის ოქსიდთან გოგირდმჟავას ხსნარსა და სპილენძ(II)-ის ოქსიდს შორის რეაქციის მაგალითზე.

სპილენძ(II)-ის ოქსიდი CuO თქვენთვის ცნობილი შავი ფხვნილია. ის წყალში არ იხსნება. სინჯარაში, რომელშიც სპილენძ(II)-ის ოქსიდი, ჩავამატოთ გოგირდმჟავას ხსნარი და გავაცხელოთ, მიიღება ცისფერი ხსნარი. მისგან შეიძლება გამოვყოთ ნივთიერება CuSO_4 — ეს სპილენძის სულფატი. სპილენძ(II)-ის ოქსიდსა და გოგირდმჟავას შორის რეაქცია გამოისახება განტოლებით:

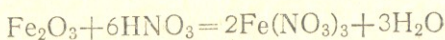


ამრიგად, გვეცანით მყავების კიდევ ერთ საერთო თვისებას: მყავები ურთიერთმოქმედებენ ლითონების ოქსიდებთან და წარმოიქმნება შესაბამისი მარილები და წყალი. ამ დროს, ისევე როგორც ლითონებთან მყავების ურთიერთმოქმედებისას, მყავური ნაშთები უცვლელად გადადის მიღებული მარილის შედგენილობაში. წყლის მოლეკულები წარმოიქმნება ჟანგბადის ატომებისაგან, რომლებსაც შეიცავს ლითონის ოქსიდი, და მყავას წყალბადის ატომებისაგან. რაკი ეს ვიცით, შეიძლება შევადგინოთ ქიმიური რეაქციების განტოლებები, როდესაც რეაგირებენ ნებისმიერი მყავა და ლითონის ოქსიდი, თუ ცნობილია ოქსიდისა და მყავას ფორმულები. სპილენძ(II)-ის ოქსიდსა და გოგირდმჟავას შორის რეაქციის განტოლებაში



კოეფიციენტების შერჩევა არ დაგვჭირდა, ვინაიდან ოქსიდის ერთ ატომს ჟანგბადზე ზუსტად მოდის მყავას ორი წყალბადატომი.

შევადგინოთ რკინა(III)-ის ოქსიდსა და აზოტმყავას შორის რეაქციის განტოლება:



რკინა(III)-ის ოქსიდის სამი ატომი უანგბადისა და მჟავას ექვსი ატომი წყალბადისაგან მიიღება სამი მოლეკულა წყალი.

მჟავებთან ლითონების ოქსიდების რეაქციის დროს ორივე ნივთიერება — ოქსიდი და მჟავა — მიმოცვლის თავის ნაწილებს: ოქსიდი უანგბადის ატომებს გაცვლის მჟავურ ნაწილებზე, ხოლო მჟავა — წყალბადატომებს ლითონის ატომებზე. ასეთ რეაქციებს მიმოცვლის რეაქციებს მიაკუთვნებენ.

მიმოცვლის რეაქციები ეწოდება ორ რთულ ნივთიერებას შორის მიმდინარე რეაქციებს, რომელთა დროს მიმოიცვლება მათი შემადგენელი ნაწილები.

1. შეადგინეთ შემდეგი რეაქციების განტოლებები:



დაასახელეთ მიღებული მარილები.

2. რომელი ოთხი ტიპის ქიმიურ რეაქციას იცნობთ? რომელს მიეკუთვნება:

ა) მარტივი ნივთიერებების დაქანგვა უანგბადით, ბ) ოქსიდებიდან ლითონების აღდგენა წყალბადით, გ) მჟავებთან წყალბადის გამოქვება ლითონებით, დ) რეაქციები მჟავებსა და ლითონების ოქსიდებს შორის, ე) უანგბადის მიღება წყალბადის პეროქსიდისაგან? მოიყვანეთ თითოეული ტიპის რეაქციის თითო მაგალითი.

3. სხვადასხვა ქიმიურ რეაქციაში ვხვდებოდით სპილენძ(II)-ის ოქსიდს. აღნიშნეთ ყველაფერი, რაც იცით ამ ნივთიერების შესახებ ასეთი გეგმით: 1) მიღება, 2) ნივთიერებათა რომელ კლასს მიეკუთვნება, 3) ფიზიკური თვისებები. 4) ქიმიური თვისებები. დაწერეთ განტოლებები რეაქციებისა, რომლებშიც სპილენძ(II)-ის ოქსიდი მიიღება ან რომლებშიც მონაწილეობს, და აღნიშნეთ, რეაქციათა რომელ ტიპს მიეკუთვნება თითოეული მათგანი.

4. აღწერეთ გოგირდმჟავას თვისებები შემდეგი გეგმის მიხედვით:

1) შედგენილობა, 2) ფიზიკური თვისებები, 3) ქიმიური თვისებები, ა) დამოკიდებულება ლაკმუსთან, ბ) დამოკიდებულება ლითონებთან, გ) დამოკიდებულება ლითონების ოქსიდებთან.

5. ჩამოთვალეთ მჟავების საერთო ქიმიური თვისებები. დაწერეთ რეაქციათა განტოლებები.

6. მოცემულია ნივთიერებები: მაგნიუმი, მარილმჟავა, მაგნიუმის ოქსიდი, სპილენძი, სპილენძ(II)-ის ოქსიდი. რომელ ცდებს ჩაატარებდით ამ ნივთიერებების გამოყენებით? დაწერეთ შესაძლო რეაქციების განტოლებები. აღნიშნეთ მათი მიმდინარეობის პირობები. დაწერეთ მიღებული ნივთიერებების სახელწოდებები.

7. რომელი აირისაგან შედგება პლანეტის ატმოსფერო, თუ: ა) მასში უანგბადი იწვის; ბ) მერქანი და წყალბადი არ იწვის, გ) მალაქიტი მასზე ლუპით მიმართულ სხივებში გარდაიქმნება არა შავ, არამედ წითელ ფხვნილად, დ) წყალბადით აესებული მეტეოროლოგიური ზონდი-ბურთი ზევით არ ადის? დაწერეთ აღნიშნული რეაქციების განტოლებები.

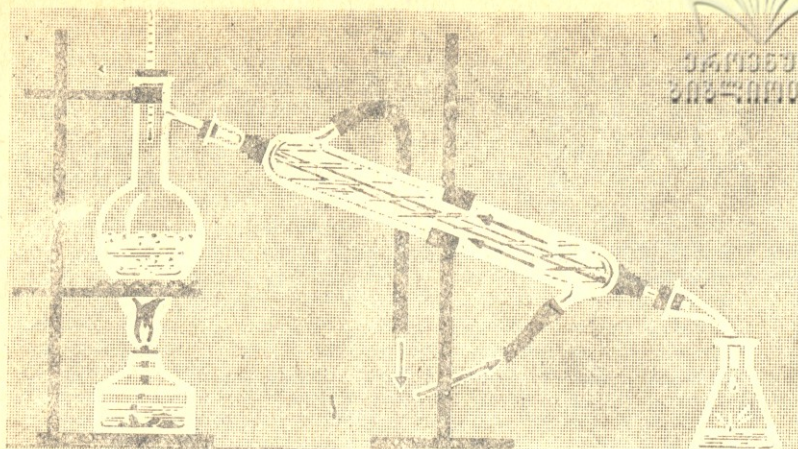
§ 85. წყალი გუნებაში. სუფთა წყლის ვიღება და მისი ფიზიკური თვისებები

წყალბადის ნაერთებიდან ბუნებაში ყველაზე უფრო გავრცელებულია მისი ოქსიდი — წყალი H_2O . სხვადასხვა სახით ის ყველგან მოიპოვება. წყალი ავსებს დედამიწის ზედაპირის ღრმულებს — წარმოქმნის ზღვებსა და ოკეანეებს. ის თოვლისა და ყინულის გვებერთელა მასებით ფარავს პოლარულ ქვეყნებსა და მაღალი მთების მწვერვლებს. წყლის უხილავი ორთქლი ყოველთვის არსებობს ჰაერში: მისი უწვრილესი წვეთები წარმოქმნის ღრუბელს, რომლიდანაც მოდის წვიმა; წვიმის წყლით იჟლინდება ნიადაგი; იგი კვებავს ნაკადულებსა და მდინარეებს. ნიადაგში გაჟონვისას წყალი ხსნის მის ზოგიერთ შემადგენელ ნაწილს და წარიტაცებს უწვრილეს უხსნად მყარ ნაწილაკებს. ამის გამო ბუნებრივი წყალი ყოველთვის შეიცავს სხვადასხვა ნივთიერების მინარევებს.

იმის მიხედვით, თუ რა მიზნით იყენებენ წყალს, ამ მინარევებისაგან მას ასუფთავებენ სხვადასხვა ხარისხით. უდიდესი მნიშვნელობა აქვს სასმელი წყლის გასუფთავებას. საიდან ღებულობენ სასმელ წყალს? რომელ მინარევებს არ უნდა შეიცავდეს სასმელი წყალი?

ღრმა ჭების წყალში არ არის შეტივტივებული მინარევები და თითქმის არ არის მიკროორგანიზმებიც. ასეთი წყალი შეიცავს ადამიანისათვის სასარგებლო ხსნად მარილებს.

წყალსადენში წყალი მდინარეებიდან ან წყალსაცავებიდან შედის. მდინარის წყალი შეიცავს ადამიანისათვის მავნე ბევრ მინარევს ცხოველებისა და ადამიანის ცხოველმოქმედების ნარჩენების სახით, აგრეთვე დაავადებათა გამომწვევ მიკროორგანიზმებს, რომელთაგანაც მას ასუფთავებენ. ქალაქების წყალსაწმენდ სადგურებში წყალს ჯერ გაატარებენ ცხრილებში, რომლებიც შეიკავებს დიდი ზომის მოტივტივე საგნებს. ამის შემდეგ წყალს აწდობენ სალექარ-აუზებში და ფილტრავენ ქვიშის ფენაში, აქ შეკავდება უხსნადი მყარი ნაწილაკები.



სურ. 42. წყლის გამოსახდელი ხელსაწყო.

ზი. შემდგომ გაფილტრულ წყალს დაამუშავებენ ქლორით მიკრო-ორგანიზმების გასანადგურებლად (ამჟამად ქლორს ცელიან ოზონითა და ბაქტერიციდული ნათურებით). მას შემდეგ, რაც ქალაქებში იყენებენ წყალსაწმენდ სადგურებში გასუფთავებულ წყალს, ინფექციური სნეულებით მოსახლეობის დაავადება მკვეთრად შემცირდა. გასუფთავებულ წყალში რჩება ადამიანისათვის აუცილებელი გახსნილი ნივთიერებები, რომლებსაც სასმელ წყალს არ აცილებენ.

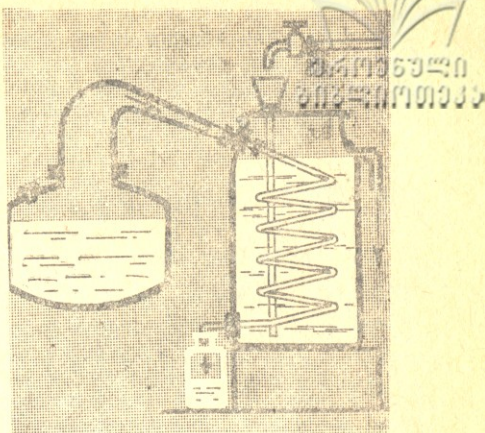
აფთიაქებში წამლების დასამზადებლად და ქიმიურ ლაბორატორიებში იყენებენ ვახსნილი მინარევებისაგანაც გასუფთავებულ წყალს. წყლის ან რომელიმე სხვა სითხისაგან ვახსნილი მინარევების მოსაცილებლად მიმართავენ გამოხდას.

გამოხდა არის სითხის ვაცხელება აღუღებამდე, რის შედეგადაც იგი გადაიქცევა ორთქლად, რომელიც ვაცივებით ხელახლა წარმოქმნის სითხეს.

ლაბორატორიაში წყლის გამოსახდელად გამოყენებული ხელსაწყო გამოსახულია 42-ე სურათზე. ის სამი ნაწილისაგან შედგება: კოლბისაგან, რომელშიც წყალს აღუღებენ, მაცივრისაგან, სადაც წყლის ორთქლი კონდენსირდება თხევად წყლად, და მიმღებისაგან, სადაც გამოხდილი წყალი ჩაედინება. მაცივარი შედგება ერთმანეთში ჩასმული ორი მილისაგან. შიგა მილით ქვევით მიდის წყლის ორთქლი, ხოლო გარე მილით ქვევიდან ზევით მიედინება ცივი წყალი. ის აცივებს შიგა მილს. როდესაც გამოსახდელი ხელსაწყო კოლბაში წყალს აღუღებენ, მასში ვახსნილი მყარი ნივთიერებები კოლბაში რჩება, მიმ-

ლებში კი სუფთა წყალი გროვდება. გამოხდით მიღებულ წყალს გამოხდილი (დისტილირებული) წყალი ეწოდება

დიდი რაოდენობით გამოხდილი წყლის მისაღებად იყენებენ გამოსახდელ კუბს (ქვაბს), რომელიც გამოსახულია 43-ე სურათზე ის ლაბორატორიული აპარატისაგან უმთავრესად იმით განსხვავდება, რომ მინისაგან კი არ არის დამზადებული, არამედ



სურ. 43. გამოსახდელი კუბი.

ლითონისაგან; გრძელი მილი კი, რომელშიც ორთქლი წყლად იქცევა, სპირალურადაა დახვეული, რომ აპარატმა ნაკლები ადგილი დაიკავოს; მას კლაკნილა ეწოდება.

ხელსაწყობში წყლის გამოხდის ანალოგიური პროცესი ბუნებაშიც მუდმივად ხდება მზის სითბოს გავლენით. ასე წარმოიქმნება წვიმის წყალი — ბუნებრივი წყლის ყველაზე სუფთა სახეობა.

წყალი უფრო (სქელ ფენაში ცისფერი), უგემო და უსუნო მოძრავი სითხეა, დუღს 100°C -ზე (ნორმალური ატმოსფერული წნევის დროს $101,3$ კპა), 0°C -ზე კრისტალდება, მისი სიმკვრივე 4°C დროს 1 გ/სმ³-ის ტოლია.

წყალი — ეს არის ნივთიერება, ურომლისოდაც შეუძლებელია სიცოცხლე დედამიწაზე და ადამიანის სამეურნეო მოღვაწეობა. სახალხო მეურნეობის ყველა დარგის განვითარებასთან და მოსახლეობის კეთილდღეობის ზრდასთან დაკავშირებით წყალზე მოთხოვნილება სულ უფრო იზრდება, ამიტომ წყლის რესურსების გაჭუჭყიანებისაგან დაცვის პრობლემა სახელმწიფოებრივ მნიშვნელობას იღებს. ქარხნებსა და ფაბრიკებში აწყობენ ისეთ წარმოებებს, რომლის დროსაც ნარჩენ ნივთიერებებს არ ჩაუშვებენ ბუნებრივ წყალსატევებში. წყალში გახსნილი ნარჩენები უნდა გადამუშავდეს, ხოლო გაწმენდილი წყალი ხელახლა უნდა იქნეს გამოყენებული იმავე წარმოებაში.

ჩვენს ქვეყანაში მიღებულია კანონი ბუნებრივი რესურსების დაცვისა და რაციონალური გამოყენების შესახებ. სსრკ კავშირის კონსტიტუციაში ჩაწერილია: „სსრკ მოქალაქეები ვალდებული არიან გაუფრთხილდნენ ბუნებას, დაიცვან მისი სიმდიდრე“.



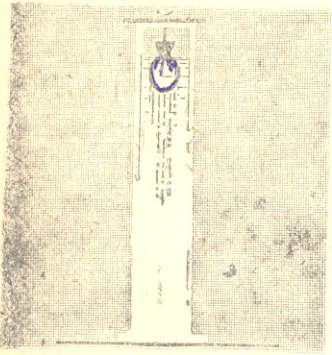
1. რომელი ბუნებრივი წყალი — მდინარის თუ წყაროსი — შეიცავს ნაკლები რაოდენობით მინარეგებს? რატომ?
2. როგორ ასუფთავებენ სასმელ წყალს მინარეგებისაგან?
3. რა შემთხვევაში გამოიყენება გამოხდა? დახატეთ გამოსახული აპარატი დაასახელეთ მისი ნაწილები და მოყევით, როგორ მოქმედებს ის.

§ 26. წყალი როგორც გამხსნელი. ხსნადობა

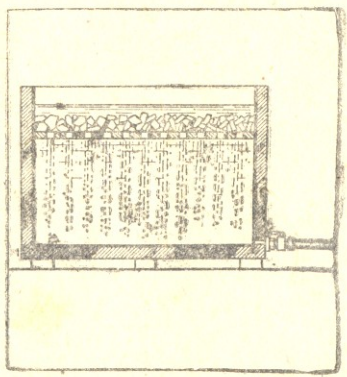
ბუნებისმცოდნეობის კურსიდან და ყოველდღიური ცხოვრებიდან ჩვენთვის ცნობილია, რომ წყალში იხსნება სხვადასხვა ნივთიერება. ქიმიის გაკვეთილებზე ვიყენებდით მჟავებისა და ტუტეების ხსნარებს. ახლა ნივთიერებათა შედგენილობისა და აღნაგობის ცოდნის საფუძველზე შეგვიძლია გავარკვიოთ — რაში მდგომარეობს გახსნის პროცესი და რა არის ხსნარები.

ჩვენ ვიცით, რომ ნივთიერებათა მოლეკულები განუწყვეტლივ მოძრაობენ. ამით აიხსნება დიფუზიის მოვლენა. წყლიან ცილინდრში მოვათავსოთ შაბიამნის კრისტალები. რამდენიმე ხნის შემდეგ წყალი კრისტალების ირგვლივ ცისფრად შეფერადდება. წყლის მოლეკულების გავლენით შაბიამნის უხილავი ნაწილაკები მოწყდა კრისტალებს და დიფუნდირდა წყალში. დიფუზია ნელა მიმდინარეობს, მაგრამ საბოლოოდ ერთგვაროვანი ხსნარი მიიღება.

ნივთიერების გახსნის პროცესი შეიძლება დავაჩქაროთ, თუ მყარ ნივთიერებას მსხვილი კრისტალების სახით კი არ ავიღებთ, არამედ წვრილი ფხვნილის სახით ნივთიერების დაქუცმაცებისას დიდდება სითხესთან მისი შეხების ზედაპირი და ის სწრაფად იხსნება. ნივთიერების გახსნის აჩქარება შეიძლება სითხის არევით ან მისი გაცხელებით! და აგრეთვე, თუ გასახსნელ ნივთიერებას მოვათავსებთ გამხსნელის ზედაპირზე (სურ. 44). ხსნარის სიმკვრივე მეტის წყლის სიმ-



სურ. 44. შაბიამნის გახსნა წყალში.



სურ. 45. გასახსნელი ავზი.

კვირეზე, ამიტომ პარკში მოთავსებული კრისტალების გარშემო წარმოქმნილი ხსნარი ჭავლებად ეშვება ქვევით, და გახსნა ჩქარდება. გახსნის აჩქარების ამ ხერხს იყენებენ საქარხნო პრაქტიკაში (სურ. 45).

ხსნარში დალექვა არ ხდება, იგი ყოველთვის ერთგვაროვანი რჩება.

წყალში უხსნადი ნივთიერებები, მაგალითად, ცარცი, თიხა, წყალთან შერევისას რამდენიმე ხანს შეტივტივებულ მდგომარეობაში რჩება, წარმოქმნის მღვრიე სითხეს, მაგრამ დროთა განმავლობაში შეტივტივებული ნაწილაკები ჭურჭლის ფსკერზე ილექება.

ბუნებისმცოდნეობის კურსიდან თქვენთვის ცნობილია, რომ ნივთიერებათა უმეტესობის ხსნადობა განუსაზღვრელი არ არის. მაგალითად, 20°C -ზე 1 ლ წყალში იხსნება არა უმეტეს 2000 გ შაქარი, 359 გ ხატრიუმქლორიდი, 207 გ სპილენძის სულფატი, 2 გ კალციუმის სულფატი და ა. შ.

● ხსნარს, რომელშიც მოცემული ნივთიერება მოცემულ ტემპერატურაზე მეტი რაოდენობით აღარ იხსნება, ნაჭერი ხსნარი ეწოდება, ხოლო ხსნარს, რომელშიც მოცემული ნივთიერება შეიძლება დამატებითი რაოდენობით გაიხსნას — უჭერი ხსნარი ეწოდება.

● ნივთიერების ხსნადობა გვიჩვენებს ნივთიერების მასას, რომელიც შეიძლება გაიხსნას წყლის განსაზღვრულ მოცულობაში¹ მოცემულ ტემპერატურაზე, რომ ხსნარი ნაჭერი გახდეს. ჩვეულებრივ ნივთიერების ხსნადობას ზომავენ კილოგრამობით კუბურ მეტრზე ან გრამობით ლიტრზე (კგ/მ³ ან გ/ლ).

ნივთიერებათა ხსნადობა სხვადასხვაგვარია. ზოგიერთი ნივთიერების ხსნადობა იმდენად მცირეა, რომ მათ პრაქტიკულად უხსნადად თვლიან. მაგალითად, 20°C -ზე ბარიუმსულფატის BaSO_4 წყალში ხსნადობა 0,0023 გ/ლ უდრის, ვერცხლის ქლორიდისა AgCl — 0,0015 გ/ლ.

იცვლება თუ არა ნივთიერებათა ხსნადობა ტემპერატურის შეცვლისას?

ოთახის ტემპერატურაზე წყლის ტოლ მოცულობებში გაცხნათ იმდენი კალიუმნიტრატი და ნატრიუმქლორიდი, რომ მივიღოთ მათი ნაჭერი ხსნარები, გავაცხელოთ ორივე ნაჭერი ხსნარი დუღილის ტემპერატურამდე და ვამატოთ თითოეული მარლი, ვიდრე მათი გახსნა შეწყდება. მივიღებთ ნაჯერ ხსნარებს ამ ტემპერატურა-

¹ წყლის მოცულობის ცვლილება 0-დან 100°C -მდე ინტერვალში შეიძლება უგულვებელყოთ.

ზე, რომელიც თითქმის მათი დუდილის ტემპერატურის ტოლი იქნება. აღმოჩნდება, რომ მალა ტემპერატურაზე ნაჯერი ხსნარების მისაღებად დაგვჭირდა კალიუმნიტრატისა და ნატრიუმნიტრატის სხვადასხვა რაოდენობებით დამატება.

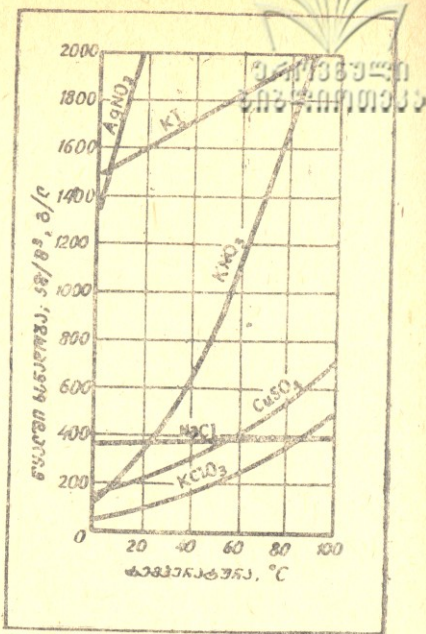
კალიუმნიტრატის ხსნადობა გაცილებებისას უფრო მეტად იზრდება, ვიდრე ნატრიუმქლორიდის ხსნადობა.

მიღებული ნაჯერი ხსნარები გავაცივოთ. რამდენიმე ხნის შემდეგ დაიწყება ხსნარიდან კრისტალების გამოყოფა. კალიუმნიტრატი გაცილებით მეტი რაოდენობით გამოიყოფა, ვიდრე ნატრიუმქლორიდი. ხსნარების ტემპერატურის შემცირების დროს კალიუმნიტრატის ხსნადობა უფრო მეტად მცირდება, ვიდრე ნატრიუმქლორიდის ხსნადობა.

ზოგიერთი მარილის ხსნადობის შეცვლა ტემპერატურის ცვლილებისას თვალსაჩინოდაა გამოსახული გრაფიკზე (სურ. 46). ძალიან ცოტა ნივთიერების, მაგალითად, კალციუმსულფატისა და კალციუმჰიდროქსიდის ხსნადობა მცირდება ტემპერატურის აწევის დროს.

წყალში იხსნება ზოგიერთი სითხე, მაგალითად, სპირტი და კლიცერინი. მაგრამ ბენზინი და მცენარეული ზეთი წყალში თითქმის არ იხსნება.

წყალში აირებიც იხსნება, მაგალითად, ჟანგბადი, აზოტი, ნახშირორჟანგი. წყალში რომ ჰაერის აირები იხსნება, ადვილად დავიწმუნდებით, თუ ჭიქაში ცივ წყალს ჩავასხამთ და ოთახში მაგიდაზე დავდგამთ. რამდენიმე ხნის შემდეგ ჭიქის შიგა კედლებზე გაჩნდება აირის ბუშტულები, რომლებიც წყდება ჭიქის კედლებს და წყლის ზედაპირზე გროვდება. უფრო უკეთესია დავაკვირდეთ ჭიქაში გაზიანი წყლის ჩამოსხმას. გაზიანი წყალი — ნახშირორჟანგის წყალხსნარია. მინერალურწყლიან ბოთლში, მაგალითად, ბორჯომისწყლიან ბოთლში ნახშირორჟანგი გახსნილია მალალი წნევის პირობებში. საცობის



სურ. 46. ზოგიერთი მარილის ხსნადობის მრუდები.

მოხსნისას ბოთლში წნევა მცირდება, აირი გამოიყოფა და წარბე-
ცებს წყალს.

აირის ხსნადობა იზრდება ტემპერატურისა და აწევისა და წნევის გადიდების დროს.

- ?
1. როგორ ახსნით წყალში შაქრის გახსნას მოლეკულური თეორიის საფუძველზე?
 2. რა ხერხებით შეიძლება მყარი ნივთიერების წყალში გახსნის დაჩქარება?
 3. რა არის ხსნადობა, ნაჯერი ხსნარი, უჯერი ხსნარი?
 4. როგორ იცვლება მყარი ნივთიერებების ხსნადობა ტემპერატურის აწევის დროს; აირების ხსნადობა ტემპერატურის აწევისას, წნევის გადიდებისას?
 5. რატომ არ გამოდგება ნაღული წყალი აკვარიუმში თევზებისათვის?
 6. 10°C -ზე 310 გ მასის მქონე ნაჯერი ხსნარი 60 გ კალიუმნიტრატს შეიცავს, გამოიანგარიშეთ კალიუმნიტრატის ხსნადობა 10°C -ზე..
 7. რამდენ გრამ ნატრიუმქლორიდს შეიცავს 1 კგ მასის მქონე ნაჯერი ხსნარი 20°C -ზე?

§ 37. გახსნილი ნივთიერებების მასური წილი

ხსნარების გამოყენებისას დიდი მნიშვნელობა აქვს ვიცოდეთ, თუ რამდენ გახსნილ ნივთიერებას შეიცავს მოცემული რაოდენობის ხსნარი.

გახსნილი ნივთიერების მასის შეფარდებას ხსნარის საერთო მასასთან გახსნილი ნივთიერების მასური წილი ეწოდება. მას აღნიშნავენ ბერძნული ასოთი ω (ომეგა) და უმეტესად პროცენტობით გამოსახავენ:

$$\omega\% = \frac{m \text{ გახსნილი ნივთიერებისა}}{m \text{ ხსნარისა}} \cdot 100$$

მაგალითი 1. შაქრის მასური წილი ხსნარში 30%-ის ტოლია, მაშასადამე, ასეთი ხსნარის 100 გ შეიცავს 30 გ შაქარს.

ეს ამგვარად ჩაიწერება: $\omega\%$ (შაქრის) = 30%.

მაგალითი 2. გვაქვს ნატრიუმქლორიდის ორი ხსნარი. თითოეულს აქვს 100 გ მასა. პირველი შეიცავს 5 გ ნატრიუმქლორიდს, მეორე — 20 გ. პირველ ხსნარში მარილის მასური წილი ტოლია $5 \text{ გ} : 100 \text{ გ} = 0,05$ ანუ 5%, ხოლო მეორე ხსნარში — $20 \text{ გ} : 100 \text{ გ} = 0,20$ ანუ 20%.

თუ გახსნილი ნივთიერების (მაგალითად, გოგირდმჟავას) მასური წილი წყალში 10%-ის ტოლია, ეს ნიშნავს, რომ 100 გ გოგირდმჟავას წყალხსნარი შეიცავს 10 გ გოგირდმჟავასა და 90 გ ($100 \text{ გ} - 10 \text{ გ} = 90 \text{ გ}$) წყალს.

მაგალითი 3. როგორ მოვაშალოთ ნატრიუმქლორიდის ნ-პროცენტიანი ხსნარი, თუ ხსნარის მასა 250 გ-ის ტოლი უნდა იყოს?

ჯერ განვსაზღვრავთ მარილის მასას: $250 \text{ გ} \cdot 0,06 \text{ გ} = 15 \text{ გ}$

შემდეგ განვსაზღვრავთ წყლის მასას: $250 \text{ გ} - 15 \text{ გ} = 235 \text{ გ}$, მასხადამე, 250 გ მასის მქონე ნ-პროცენტიანი ხსნარის მოსამზადებლად უნდა ავიღოთ 15 გ ნატრიუმქლორიდი და 235 მლ წყალი (თუ ჩავთვლით, რომ წყლის სიმკვრივე ტოლია 1 გ/მლ). ამ მიზნით ავიწონით 15 გ ნატრიუმქლორიდს და მენსურით გამოვზომავთ 235 მლ გამოხდილ წყალს, წყალს ჩავასხამთ მარილიან ჭიქაში და მოვურევთ, ვიდრე მარილი სრულად არ გაიხსნება წყალში.



1. რას გულისხმობენ გახსნილი ნივთიერების მასურ წილში და როგორ უნდა გამოვსახოთ იგი?

2. რამდენი ნატრიუმქლორიდი (გ) და წყალია (მლ) საჭირო, რომ დავამზადოთ; ა) 120 გ მასის მქონე 5-პროცენტიანი ხსნარი, ბ) 120 კგ მასის მქონე 8-პროცენტიანი ხსნარი, გ) 25 გ მასის მქონე 0,5-პროცენტიანი ხსნარი?

3. 135 მლ წყალში გახსნეს 15 გ მასის მქონე მარილი. როგორია მარილის მასური წილი მიღებულ ხსნარში?

4. 50 გ კალიუმნიტრატს ხსნარის ამოშრობისას მიიღეს $0,5 \text{ გ}$ მასის მქონე მყარი ნაშთი. როგორია კალიუმნიტრატის მასური წილი ამ ხსნარში?

5. მოცემულია გოგირდმქავეს 10-პროცენტიანი ხსნარი. ხსნარის მასაა 500 გ . როგორი იქნება გოგირდმქავეს მასური წილი ხსნარში, თუ ამ ხსნარში ჩავაბატებთ $0,5 \text{ ლ}$ წყალს?

§ 38. ხსნარების მნიშვნელობა ბუნებაში, სამრეწველო წარმოებაში, სოფლის მეურნეობაში და სოფლა-ცხოვრებაში

ხსნარებს დიდი მნიშვნელობა აქვს ბუნებაში. ბუნებრივი წყალ-ხსნარებიდან წარმოიქმნა მრავალი მინერალის უზარმაზარი ფენები, მაგალითად, ქვამარილის. მცენარეები ზრდისათვის აუცილებელ მარილებს ნიადაგიდან მხოლოდ ხსნარების სახით ღებულობენ. ამიტომ ნიადაგში წყლის დროულად შეღწევა მაღალი მოსავლიანობის ერთერთი მთავარი პირობაა. სოფლის მეურნეობაში ხსნარების სახით იყენებენ ზოგიერთ სასუქსა და სოფლის მეურნეობის მავნებლებთან ბრძოლის საშუალებას.

ცხოველებისა და ადამიანის მიერ საკვების შეთვისებაც წყალ-ხსნარების სახით ხორციელდება: საჭმლისმომწელებელ ორგანიზმში საკვები გარდაიქმნება წყალხსნად ნაერთებად, ეს ნაერთები კი წყალხსნარებს წარმოქმნიან.

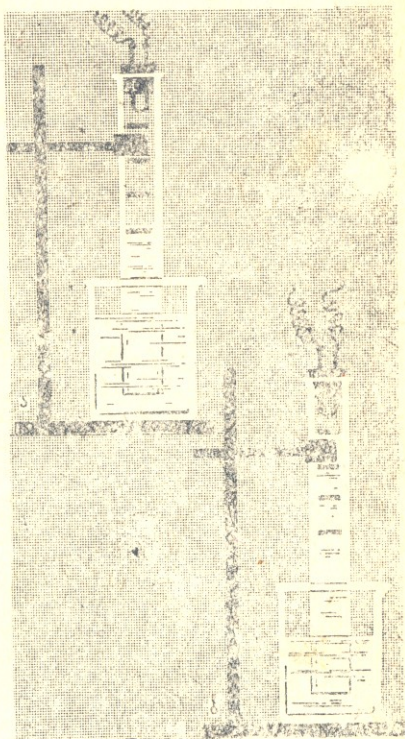
ქიმიის შესწავლისას ხშირად ვიყენებთ ნივთიერებათა წყალხსნარებს. ნივთიერებების წინასწარი გახსნა წყალში უზრტუნველყოფს მათ შორის ქიმიური რეაქციების სწრაფ მიმდინარეობას. ამ მიზნით წყალი უდიდესი როლენობით იხარჯება ქიმიურ მრეწველობასა და მრავალ არაქიმიურ წარმოებაში.

წყლის გარდა გამხსნელებად იყენებენ ბენზინს, სპირტს, და სხვა სითხეებს. მაგალითად, ქსოვილებიდან ცხიმოვან ლაქებს ბენზინით აცილებენ. წყალში უხსნადი ცხიმი კარგად იხსნება ბენზინში ვილს ხსნარის სახით ადვილად სცილდება. ორგანულ გამხსნელებს ფართოდ იყენებენ მცენარეების თესლისაგან ზეთების გამოსაცვლად.

§ 59. წყლის უმჯობესობა

წყალი რომ ჟანგბადისა და წყალბადისაგან შედგება, ჩვენ დავრწმუნდით, როდესაც ის შესაბამისი მარტივი ნივთიერებების შეერთებით მივიღეთ. თქვენთვის უკვე ცნობილია, რომ ელექტრული დენით წყლის დაშლისას წარმოიქმნება წყალბადი და ჟანგბადი აირების სახით.

წყლის წარმოქმნისას წყალბადისა და ჟანგბადის შეერთება ხდება ისეთივე მოცულობითი შეფარდებით (2:1), როგორითაც ისინი გამოიყოფა წყლის დაშლის დროს. ამის დადასტურება შეიძლება ცდის ჩატარებით ხელსაწყოში, ე. წ. ევლიომეტრში (სურ. 47). ევლიომეტრი სქელკედლიანი შინის მილია. მას მჭიდროდ აქვს მორგებული რეზინის საცობი, რომელშიც სპილენძის ორი მავთულია გატარებული. მილის გარე ზედაპირზე ტოლი მანძილით დაშორებული დანაყოფებია აღნიშნული. ევლიომეტრს წყლით ავსებენ, ღია ბოლოთი ჩაუშვებენ წყლიან ჯამში ისე, რომ ევლიომეტრიდან წყალი არ გადმოიღვაროს, და შტატივის თათში ამავრებენ. ევლიომეტრში იმდენი ჟანგბადს შეუშვებენ, რომ მან მილი შეავსოს მეორე დანაყოფით.



სურ. 47. წყლის დონე ევლიომეტრში
 ა) აფეთქებამდე. ბ) აფეთქების შემდეგ.

ფამდე (ორი მოცულობა), ხოლო მომდევნო ორ მოცულობას წყალბადით ავსებენ. ევლიომეტრის სპილენძის მავთულების თავისუფალ ბოლოებს აერთებენ საინდუქციო კოჭასთან, უკანასკნელს კარმანოვი ტრული დენის წყაროსთან. დენის ჩართვისას მილში სპილენძის მავთულებს შორის ჩნდება ელექტრული ნაპერწკალი, რომლისგანაც ჟანგბადისა და წყალბადის ნარევი ფეთქდება, წყლის დონე ევლიომეტრში ზუსტად სამი დანაყოფით აიწევს. იმისათვის, რომ გაიგონ აფეთქების შემდეგ ევლიომეტრში რომელი აირი დარჩა, მილის ღია ბოლოს დაუცობენ საცობს, ევლიომეტრს შტატივიდან ათავისუფლებენ და გადააბრუნებენ. საცობს მოხსნიან და მილში სწრაფად შეიტანენ მბუხტავ კვარს, ის აინთება. მაშასადამე, აფეთქების შემდეგ ევლიომეტრში დარჩა ჟანგბადი (1 მოცულობა). ამრიგად, აფეთქებისას წყლის წარმოქმნაზე დაიხარჯა წყალბადი და ჟანგბადი მოცულობითი შეფარდებით 2:1.

იმის ცოდნა, რომ წყლის დაშლისას გამოიყოფა 2 მოცულობა წყალბადი და 1 მოცულობა ჟანგბადი და რომ წყლის წარმოქმნის დროს ეს აირები ასეთივე მოცულობითი შეფარდებით იხარჯება, შესაძლებლობას იძლევა ვიანგარიშით წყალბადისა და ჟანგბადის მასური წილები წყალში და განვსაზღვროთ წყლის მოლეკულაში ატომების თანაფარდობა.

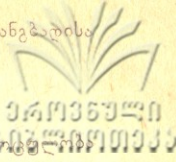
დავუშვათ, რომ წყლის დაშლისას 1 ლ მოცულობის ჟანგბადი გამოიყო, მაშინ მასთან ერთად წარმოიქმნება 2 ლ წყალბადი. ვინაიდან ცნობილია, რომ 1 ლ წყალბადის მასა არის 0,089 გ, ხოლო 1 ლ ჟანგბადისა — 1,429 გ, ვღებულობთ წყალბადისა და ჟანგბადის მასურ ფარდობებს:

$$0,178 \text{ გ} : 1,429 \text{ გ} = 1 : 8,$$

ე. ი. წყალბადის 1 მასურ ნაწილზე მოდის ჟანგბადის 8 მასური ნაწილი, მაგრამ წყალბადის 1 მასური ნაწილი შეესაბამება ერთ ატომ წყალბადს $[A_r(H)=1]$, ხოლო ჟანგბადის 8 მასური ნაწილი — 1/2 ატომ ჟანგბადს $[A_r(O)=16]$. ამრიგად, წყლის მოლეკულაში ორ ატომ წყალბადზე მოდის ერთი ატომი ჟანგბადი, ე. ი. წყლის ფორმულაა H_2O . იგივე ფარდობიდან (1:8) შეიძლება გამოვიანგარიშოთ წყალში ელემენტების მასური ნაწილებიც, თუ გავითვალისწინებთ, რომ წყალზე მოდის 9 მასური ნაწილი (1 მასური ნაწილი + 8 მასური ნაწილი):

$$1 : 9 = 0,11 \text{ ანუ } 11\% \text{ წყალბადი}$$

$$8 : 9 = 0,89 \text{ ანუ } 89\% \text{ ჟანგბადი}$$

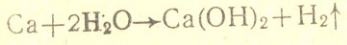


1. როგორი ორი ხერხით შეიძლება დავამტკიცოთ, რომ წყალი ჟანგბადისა და წყალბადისაგან შედგება?
2. აღწერეთ ელექტრული ღენით წყლის დაშლის ცდა.
3. აღწერეთ ევლიომეტრში წყლის წარმოქმნის ცდა.
4. ევლიომეტრში იყო 12 მლ მოცულობა წყალბადისა და 12 მლ ჟანგბადის ნარევი. რომელი აირი და რა რაოდენობით დარჩებოდა ევლიომეტრში ნარევის აფეთქების შემდეგ?
5. წყალბადის პეროქსიდში წყალბადის 1 მასურ ნაწილზე მოდის ჟანგბადის 16 მასური ნაწილი; რაკი იცით წყალბადისა და ჟანგბადის ფარდობითი ატომური მასები და წყალბადის პეროქსიდის ფარდობითი მოლეკულური მასა (34), დაადგინეთ ამ ნივთიერების ქიმიური ფორმულა.
6. ელექტრული ღენით წყლის დაშლისას წარმოიქმნება 100 მლ წყალბადი. რამდენი ჟანგბადი წარმოიქმნება ამ დროს?

§ 40. წყლის ქიმიური თვისებები

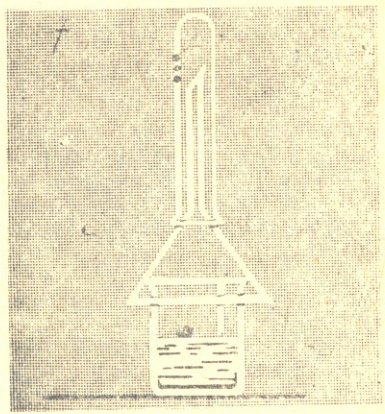
განვიხილოთ წყლის ქიმიური თვისებები.

წყლის ურთიერთმოქმედება ლითონებთან. თუ წყლიან ცილინდრში კალციუმის ბურბუშელას მოვათავსებთ, კალციუმის ზედაპირიდან აირის ბუშტულები მოწყდება ისე, როგორც გოგირდმჟავას ხსნარში მოთავსებულ თუთიის ზედაპირიდან. ანთებული კვარის ცილინდრის პირთან მიახლოებისას შევნიშნავთ ფეთქვას. ხდება წყალბადის წვა. წყალი ცილინდრში იმღვრევა. თეთრი შეტივტივებული ნაწილაკები, რომლებიც ცილინდრში წარმოიქმნება, კალციუმჰიდროქსიდია $\text{Ca}(\text{OH})_2$. მომხდარი რეაქცია გამოისახება განტოლებით:



ამ რეაქციის დროს წყლის H_2O მოლეკულიდან, რომელიც უნდა წარმოვიდგინოთ როგორც $\text{H}-\text{OH}$ ჯგუფი ($-\text{OH}$ ჰიდროქსიჯგუფია), $-\text{OH}$ გადადის კალციუმის ჰიდროქსიდის შედგენილობაში. ვინაიდან კალციუმის ატომი ორვალენტია, ორი მოლეკულა წყლიდან იგი გამოაძევებს ორ ატომ წყალბადს, ხოლო დარჩენილი ორი $-\text{OH}$ ჯგუფი კალციუმის ატომს უერთდება.

რეაქცია უფრო ენერგიულად მიმდინარეობს ნატრიუმსა და



სურ. 48. ნატრიუმის ურთიერთმოქმედება წყალთან.

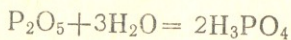
წყალს შორის. ნატრიუმის ნატეხი მოვათავსოთ წყლიან ჭიქაში. ნატრიუმი ამოტივტივდება წყლის ზედაპირზე, ღღვება და გარდაიქმნება კრიალა წვეთად. ის სწრაფად მოძრაობს წყლის ზედაპირზე და პატარავდება. ხსნარის ამოშრობისას შევნიშნავთ მყარ ნივთიერებას — ნატრიუმის ჰიდროქსიდს NaOH. თუ ცდისათვის გამოვიყენებთ 4მ-ე სურათზე გამოსახულ ზელსაწყოს და რეაქციის დასრულების შემდეგ მოვხსნით სინჯარას, მასში აღმოვაჩინებ წყალბადს. მაშასადამე, წყალთან ნატრიუმის ურთიერთმოქმედებისას მიიღება ნატრიუმის ჰიდროქსიდი და წყალბადი:



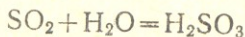
ნატრიუმი და კალციუმი მიეკუთვნება ქიმიურად მეტად აქტიურ ლითონებს (იხ ლითონების ძაბვათა ელექტროქიმიური მწკრივი) ლითონებთან წყლის რეაქციების განხილული მაგალითებით გავცანით წყლის მნიშვნელოვან ქიმიურ თვისებას: ის ურთიერთმოქმედებს განსაკუთრებით აქტიურ ლითონებთან (კალიუმთან, ნატრიუმთან, კალციუმთან, ბარიუმთან და სხვ.), ამ დროს წყლიდან გამოიყოფა მისი შემადგენელი წყალბადის ნახევარი და წარმოიქმნება ნაერთი Me(OH), სადაც Me-ით აღნიშნულია ლითონი, ხოლო n რიცხობრივად მისი ვალენტობის ტოლია.

გამოვარკვეით, შედის თუ არა წყალი ოქსიდებთან რეაქციაში?

წყლის ურთიერთმოქმედება არალითონების ოქსიდებთან. ქილაში კოვზზე დავწვით წითელი ფოსფორი. ჩავსხათ ცოტაოდენი წყალი, დავაცადოთ ვიდრე მიღებული ფოსფორ(V)-ის ოქსიდი P₂O₅ გაიხსნება. ხსნარს დავამატოთ რამდენიმე წვეთი იისფერი ლაკმუსის ხსნარი, ლაკმუსი წითლად შეფერადდება. მაშასადამე, ხსნარში მტავაა. ფოსფორ(V)-ის ოქსიდი უერთდება წყალს და მიიღება ფოსფორმჟავა H₃PO₄:

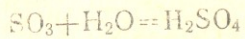


ქილაში, რომელშიც მცირე რაოდენობით წყალია, დავწვით გოგირდი და მიღებული ხსნარი ლაკმუსის ხსნარით გამოვიკვლიოთ. ისიც წითლად შეფერადდება. გოგირდის წვის დროს წარმოქმნილი გოგირდ(IV)-ის ოქსიდი წყალს შეუერთდა და მივიღეთ გოგირდოვანი მჟავა H₂SO₃:

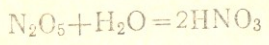


გოგირდი ცვალებადვალენტიანი ელემენტია, ოქსიდის SO₂ გარდა, რომელშიც გოგირდი ოთხვალენტია, ის მეორე ოქსიდს — SO₃

წარმოქმნის; ამ ნაერთში გოგირდი ექვსვალენტანია; გოგირდ(VI)-ის ოქსიდი წყალთან ურთიერთმოქმედებისას წარმოქმნის გოგირდმჟავას H_2SO_4 :



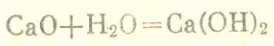
აზოტს შეუძლია წარმოქმნას ოქსიდი N_2O_5 . ამ ოქსიდის წყალთან ურთიერთმოქმედებისას მიიღება აზოტმჟავა HNO_3 :



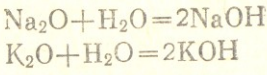
არალითონთა ოქსიდების წყალთან ნაერთები მიეკუთვნება მჟავებს.

წყლის ურთიერთმოქმედება ლითონებს ოქსიდებთან. ახლა განვიხილოთ ლითონთა ოქსიდების დამოკიდებულება წყალთან. ჰიქებში ჩავყაროთ სპილენძის ოქსიდი CuO , რკინის ოქსიდი Fe_2O_3 , აუთიის ოქსიდი ZnO და კალციუმის ოქსიდი CaO . თითოეულს დავამატოთ ცოტაოდენი წყალი. სპილენძის, რკინისა და აუთიის ოქსიდები წყალში არ იხსნება და არ უერთდება მას. კალციუმის ოქსიდთან ანუ ჩაუმქრალ კირთან წყლის მოქმედებისას სხვაგვარი მოვლენა ხდება.

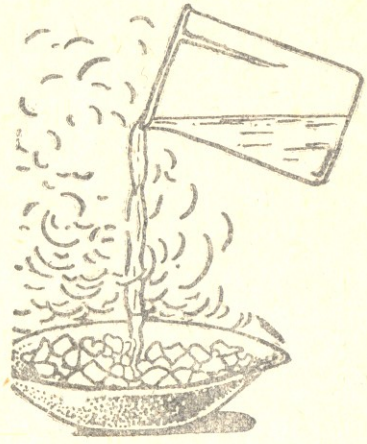
ჩაუმქრალი კირის ნატეხებზე წყლის დასხმისას შეიმჩნევა ისეთი ძლიერი გახურება, რომ წყლის ნაწილი ორთქლად იქცევა, ხოლო ჩაუმქრალი კირის ნატეხები გარდაიქმნება მშრალ ფაშარ ფხვნილად — ჩამქრალ კირად ანუ კალციუმის ჰიდროქსიდად $Ca(OH)_2$ (სურ. 49):



კალციუმის ოქსიდის მსგავსად უერთდება წყალს ნატრიუმისა და კალიუმის ოქსიდები:



ამ რეაქციების დროს წარმოიქმნება ნატრიუმჰიდროქსიდი $NaOH$ და კალიუმჰიდროქსიდი KOH .



სურ. 49. კალციუმჰიდროქსიდის მიღება.

ამრიგად, ზოგიერთი ლითონის ოქსიდი არ ურთიერთქმედებს წყალთან (უმრავლესობა ასეთია), ზოგიერთი კი (კალიუმის ნატრიუმის, კალციუმის, ბარიუმისა და სხვა ოქსიდები) უერთდება წყალს და წარმოქმნის ჰიდროქსიდებს, რომლებიც მიეკუთვნება ფუძეებს.

1. აღწერეთ წყლის ქიმიური თვისებები.
2. გაზრებულ რკინის მილში წყლის ორთქლს თუ გავატარებთ, წარმოიქმნება წყალბადი. ხოლო მილის შივა კედლებზე გაჩნდება რკინის ოქსიდი (Fe_2O_3). დაწერეთ ამ რეაქციის განტოლება. რომელი ტიპისაა ეს რეაქცია?
3. თავახდილ ქილაში ფოსფორ(V)-ის ოქსიდის შენახვისას შეიგთავსის მასა მატულობს, ხოლო თავახდილ ქილაში სპილენძ(II)-ის ოქსიდის შენახვისას კი შეიგთავსის მასა არ იცვლება, როგორ ავსნათ ეს მოვლენები?
4. თქვენთვის ცნობილი რომელი ორი სერხით შეიძლება მივიღოთ კალციუმჰიდროქსიდი? დაწერეთ რეაქციათა განტოლებები.
5. ბარიუმისა და ბარიუმის ოქსიდის წყალთან ურთიერთქმედებისას მიიღება ბარიუმჰიდროქსიდი. დაწერეთ ამ რეაქციების განტოლებები. რეაქციათა რომელ ტიპს მიეკუთვნება თითოეული მათგანი?
6. დასახელეთ ლითონთა 4 ოქსიდი, რომლებიც ურთიერთქმედებენ წყალთან.
7. დასახელეთ 4 ლითონი, რომლებიც ურთიერთქმედებენ წყალთან.

§ 41. ფუძეები. ტუტეები

ფუძეებს მსგავსი შედგენილობა აქვს.

წყლის მოლეკულაში ჰიდროქსიჯგუფი შეკავშირებულია წყალბადის ერთ ატომთან. მაშასადამე, ჰიდროქსიჯგუფი ერთვალენტია. ამიტომ ლითონის ატომი იმდენ ჰიდროქსიჯგუფს შეიკავშირებს, რამდენ ვალენტია იგი: ნატრიუმისა და კალიუმის ერთვალენტიანი ატომები — ერთ ჰიდროქსიჯგუფს, კალციუმისა და სპილენძის ორვალენტიანი ატომები — ორ ჰიდროქსიჯგუფს, რკინის სამვალენტიანი ატომი — სამ ჰიდროქსიჯგუფს. რაკი ეს ვიცით, ადვილია ლითონთა ჰიდროქსიდების ფორმულების შედგენა: ლითონის ქიმიური ნიშანს უნდა მივუწეროთ იმდენი ჰიდროქსიჯგუფი, რამდენ ვალენტია იგი ლითონი. მაგალითად, ბარიუმჰიდროქსიდის ფორმულაა — $Ba(OH)_2$, რკინის ჰიდროქსიდისა — $Fe(OH)_3$.

● ფუძეები რთული ნივთიერებებია, რომლებშიც ლითონის თითოეული ატომი დაკავშირებულია ერთ ან რამდენიმე ჰიდროქსიჯგუფთან. განვიხილოთ ზოგიერთი ლითონის ჰიდროქსიდი.

ნატრიუმჰიდროქსიდი $NaOH$ — მყარი თეთრი, ჰიგროსკოპული ნივთიერებაა და ამის გამო ჰაერზე განითხვავს; წყალში კარგად ეხსნება. ნატრიუმჰიდროქსიდის წყალში გახსნისას სითბო გამოიყოფა.

ფა. ნატრიუმჰიდროქსიდის წყალხსნარები შეხებისას საპნისებრი და მეტად მწვავეა, მოქმედებს კანზე (აწყლულებს), ქსოვილებზე, ქვებზე, ლალდასა და სხვა მასალებზე. ამ თვისების გამო ნატრიუმჰიდროქსიდს მწვავე ნატრიუმი ეწოდება. ნატრიუმჰიდროქსიდი და მისი ხსნარები ფრთხილად უნდა გამოვიყენოთ, რომ ისინი არ მოგვხვდეს ტანსაცმელზე. ფეხსაცმელზე და მით უმეტეს ხელებსა და სახეზე. მწვავე ნატრიუმის მოქმედებით სხეულზე გაჩენილი იარები დიდხანს არ ხორცდება.

თუ ნატრიუმჰიდროქსიდის ხსნარში ლაკმუსის ხსნარს ჩავსახამთ, ლაკმუსი ვალურჯდება. თუ ლაკმუსის ხსნარის ნაცვლად მას ფენოლფთალეინის უფერო სპირტხსნარს დავამატებთ, ფენოლფთალეინის ხსნარი ყოლოსფერი გახდება. მეთილნარინჯის ხსნარი ნატრიუმჰიდროქსიდის ხსნარში ყვითლდება.

კალიუმჰიდროქსიდი KOH — ესეც მყარი თეთრი ნივთიერებაა, წყალში კარგად იხსნება. წყალში მისი გახსნისას დიდი რაოდენობით სითბო გამოიყოფა. კალიუმჰიდროქსიდის ხსნარიც, ნატრიუმჰიდროქსიდის მსგავსად, შეხებისას საპნისებრი და მეტად მწვავეა. ამის გამო კალიუმჰიდროქსიდს სხვაგვარად მწვავე კალიუმი ეწოდება. კალიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარი ფერს უცვლის ინდიკატორებს ისევე, როგორც ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარი.

ამრიგად, კალიუმჰიდროქსიდი თავისი თვისებებით ნატრიუმჰიდროქსიდის მსგავსია.

კალციუმჰიდროქსიდი Ca(OH)₂ ანუ ჩამქრალი კირი — ფაშარი თეთრი ფხვნილია. წყალში მცირედ იხსნება. კალციუმჰიდროქსიდის წყალხსნარს კირწყალი ეწოდება. კირწყალი ლაკმუსის იისფერ ხსნარს ალურჯებს, ფენოლფთალეინის უფერო ხსნარს ყოლოსფრად აფერადებს, მეთილნარინჯის ნარინჯისფერ ხსნარს აყვითლებს.

ჩამქრალი კირი იხმარება სამშენებლო „ხსნარების“ დასამზადებლად. მას კედლების აგებისა და შელესვის დროს იყენებენ.

ნატრიუმჰიდროქსიდი, კალიუმჰიდროქსიდი და კალციუმჰიდროქსიდი ფუძეების კლასს მიეკუთვნება. ესენი წყალხსნადი ფუძეებია.

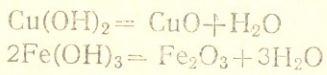
წყალში ხსნად ფუძეებს ტუტეები ეწოდება.

ლაკმუსი, ფენოლფთალეინი და მეთილნარინჯი ტუტეებისა და მჟავების ხსნარების ინდიკატორებია. ტუტეებისა და მჟავების ხსნარებში ინდიკატორების ფერი მითითებულია მე-5 ტაბულაში.

ერეკონული
ბუღალტრული

ინდიკატორის დასახელება	ინდიკატორის ფერი ხსნარებში		
	ნეიტრალურში	მჟავაში	შუაგულში
ლაკმუსი	ისფერი	წითელი	ლურჯი
მეთილნარინჯი	ნარინჯისფერი	ვარდისფერი	ყვითელი
ფენოლფთალეინი	უფერო	უფერო	ჟოლოსფერი

რამდენიმე წყალხსნადი ფუძის გარდა ცნობილია ბევრი უხსნადი ფუძე, მაგალითად: $\text{Cu}(\text{OH})_2$ — სპილენძ(II)-ის ჰიდროქსიდი, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ — რკინა(III)-ის ჰიდროქსიდი და სხვ. შედგენილობით ისინი წყალხსნად ფუძეებს ემსგავსებიან, მაგრამ ისინი არ მიიღება შესაბამისი ლითონის ოქსიდის წყალთან შეერთებით. გახურებისას ისინი იშლება ოქსიდად და წყლად:



ამრიგად, ყველა ფუძე შეიძლება დავყოთ ორ ჯგუფად: წყალში ხსნადებად (ტუტებები) და წყალში უხსნადებად.

1. აღწერეთ: ა) ნატრიუმჰიდროქსიდის, ბ) კალციუმჰიდროქსიდის თვისებები.
2. რომელ ორ ჯგუფად იყოფა ფუძეები? მოიყვანეთ ორივე ჯგუფის ფუძეების მაგალითები.
3. როგორ ცვლის ტუტეების ხსნარები: ა) ლაკმუსის, ბ) ფენოლფთალეინის, გ) მეთილნარინჯის ფერს?
4. შეადგინეთ: ა) ალუმინჰიდროქსიდის, ბ) მანგიუმჰიდროქსიდის, გ) ქრომ(III)-ის ჰიდროქსიდის ქიმიური ფორმულები.
5. ქვემოთ ჩამოთვლილიდან ცალ-ცალკე ამოწერეთ: ა) ოქსიდების, ბ) ფუძეების, გ) მჟავების, დ) მარილების ფორმულები: CaO , H_2SO_4 , $\text{Fe}(\text{OH})_2$, FeSO_4 , CaSO_4 , HCl , LiOH , MnO , CuCl_2 , $\text{Mn}(\text{OH})_2$, SO_2 .
6. შეადგინეთ იმ ოქსიდების ფორმულები, რომლებიც შეესაბამება შემდეგ ფუძეებს: KOH , $\text{Cu}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Cr}(\text{OH})_2$. მიუთითეთ მათი სახელწოდებები.
7. შეადგინეთ იმ ფუძეების ფორმულები, რომლებიც შეესაბამება შემდეგ ოქსიდებს: CuO , FeO , Li_2O , BaO ; მიუთითეთ მათი სახელწოდებები.

§ 42. ფუძეების ურთიერთმოქმედება მჟავებთან.
ნეიტრალიზაციის რეაქცია

ყველა ფუძის საერთო თვისებაა მათი უნარი რეაქციაში შევიდეს მჟავებთან. ნატრიუმჰიდროქსიდის NaOH ხსნარს დავამატოთ მარილ-

მყავს HCl ხსნარი. ხსნარი უფრო და გამჭვირვალე რჩება, მაგრამ სითბო გამოიყოფა, რაც ხელის შეხებითაც შეიგრძნობა. ტუტესა და მყავს შორის მოხდა ქიმიური რეაქცია.

ამ რეაქციის არსის გარკვევისათვის ჩავატაროთ ასეთი ცდა. ტუტე ხსნარში ჩავეწვეთოთ იისფერი ლაკმუსი. ხსნარი გალურჯდება. შემდეგ ტუტეს ხსნარს ბიურეტტიდან (გრადუირებული მინის მილი, სურ. 50) წვეთობით ვამატოთ მყავს ხსნარი, ვიდრე ლაკმუსის ლურჯი ხსნარი იისფრად შეფერადდებოდეს. თუ ლაკმუსის ლურჯი ფერი იისფერი გახდა, ეს იმის ნიშანია, რომ ხსნარში ტუტე აღარ არის, ხსნარში არც მყავა არის, ვინაიდან მაშინ ლაკმუსი წითლად შეფერადდებოდა.

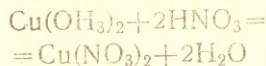
ხსნარი ვანეიტრალდა. ხსნარის ამოშრობისას მივიღებთ მარილს — ნატრიუმქლორიდს NaCl.

მარილმყავსთან ნატრიუმჰიდროქსიდის ურთიერთმოქმედებისას ნატრიუმქლორიდის წარმოქმნა გამოისახება განტოლებით:



ამ რეაქციის არსი ის არის, რომ ფუძეში შემავალი ჰიდროქსიჯგუფები ($-\text{OH}$) უერთდება წყალბადის ატომებს, რომლებსაც მყავა შეიცავს და წარმოიქმნება წყალი.

შედის თუ არა მყავსთან რეაქციაში უხსნადი ფუძეები? ჭიქაში ჩაყაროთ ცისფერი სპილენძ(II)-ის ჰიდროქსიდი $\text{Cu}(\text{OH})_2$. დაემატოთ წყალი. სპილენძ(II)-ის ჰიდროქსიდი არ გაიხსნება. ახლა მეორე ჭიქაში სპილენძ(II)-ის ჰიდროქსიდს დაემატოთ აზოტმყავს ხსნარი. სპილენძ(II)-ის ჰიდროქსიდი გაიხსნება და მიიღება სპილენძ(II)-ის ნიტრატის გამჭვირვალე ცისფერი ხსნარი. რეაქცია გამოისახება განტოლებით:



წყალში უხსნადი ფუძეები, ისევე როგორც ტუტეები, მყავებთან ურთიერთმოქმედებენ მარილისა და წყლის წარმოქმნით, ე. ი. აქაც მიმდინარეობს ნეიტრალიზაციის რეაქცია.

● მყავსა და ფუძეს შორის რეაქციას, რომლის შედეგადაც წარმოიქმნება მარილი და წყალი ნეიტრალიზაციის რეაქცია ეწოდება. ამ რეაქციას ასე იმიტომ უწოდეს, რომ მყავა თვის



სურ. 50. ნეიტრალიზაციის რეაქცია.

სებების მქონე ნივთიერებისა და ტუტე თვისებების მქონე ნივთიერების ურთიერთქმედების შედეგად მიიღება ნეიტრალური ნივთიერება, რომელსაც არ ახასიათებს არც ერთი და არც მეორე თვისება.

ნეიტრალიზაციის რეაქცია — დამახასიათებელი რეაქციაა მჟავებისა და ფუძეებისათვის. ყველა მჟავა მოქმედებს ტუტეებთან და ყველა ფუძე შედის რეაქციაში მჟავების წყალხსნარებთან.

1. როგორ რეაქციებს ეწოდება ნეიტრალიზაციის რეაქციები?
2. დაწერეთ განტოლებები რეაქციებისა, რომლებიც ხდება: ა) მარილმჟავასა და მავნიუმჰიდროქსიდს, ბ) აზოტმჟავასა და რკინა(III)-ის ჰიდროქსიდს, გ) გოგირდმჟავასა და კალიუმჰიდროქსიდს, დ) ფოსფორმჟავასა და კალციუმჰიდროქსიდს შორის.
3. რით განსხვავდება ქიმიური თვისებების მიხედვით ფუძეები მჟავებისაგან?
4. დაწერეთ გოგირდმჟავას ხსნარით ნატრიუმჰიდროქსიდის ხსნარის განეიტრალების რეაქციის განტოლება და გამოიანგარიშეთ, როგორი მასური შეფარდებით შედის რეაქციაში ეს ნივთიერებები.
5. რომელ ნივთიერებებთან შეეა რეაქციაში მარილმჟავა: თუთიასთან, რკინა(III)-ის ოქსიდთან, ბარიუმჰიდროქსიდთან თუ ვერცხლისწყალთან? დაწერეთ შესაძლო რეაქციების განტოლებები.

§ 43. ტუტეების ურთიერთქმედება არალითონების ოქსიდებთან

ტუტეების უკვე ცნობილია, რომ ზოგიერთი ოქსიდი ურთიერთქმედებს მჟავებთან მარილისა და წყლის წარმოქმნით. ისეთი ოქსიდები, როგორცაა ნახშირბად(IV)-ის ოქსიდი, გოგირდ(IV)-ის ოქსიდი, ფოსფორ(V)-ის ოქსიდი, არ შედიან რეაქციაში მჟავებთან მარილისა და წყლის წარმოქმნით. გავარკვიოთ, ურთიერთქმედებენ თუ არა ეს ნაერთები ფუძეებთან?



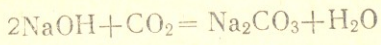
სურ. 51. ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ურთიერთქმედება ნახშირორჟანგთან.

მშრალი კოლბა ავავსოთ ნახშირორჟანგით და ჩავყაროთ მასში ნატრიუმჰიდროქსიდი NaOH . კოლბას გავუკეთოთ რეზინის საცობი, რომელსაც მორგებული აქვს მინის მილი და მის თავისუფალ ბოლოზე ჩამოცმულია რეზინის მილი მომჭერით (სურ. 51). კოლბაზე ხელით შეხებისას შევიგრძნობთ, რომ ის თბილია, კოლბის შიგა კედლებზე წარმოიქმნა წყლის წვეთები. ყოველივე ეს ქიმიური რეაქციის ნიშნებია.



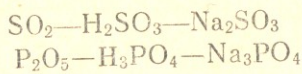
თუ ნახშირორჟანგი შევიდა რეაქციაში ნატრიუმჰიდროქსიდთან, მაშინ შეიძლება დავუშვათ, რომ კოლბაში წარმოიქმნა გაუხშობა. ამის შესამოწმებლად, როცა კოლბა გაცივდება 20—25°C ტემპერატურამდე ხელსაწყოს რეზინის მილის ბოლო მოვათავსოთ წყლიან კრისტალიზატორში და მომჭერი გავხსნათ. წყალი სწრაფად შეიჭრება კოლბაში. ჩვენი ვარაუდი კოლბაში გაუხშობის შესახებ დადასტურდა — ნახშირორჟანგი ურთიერთმოქმედებს ნატრიუმჰიდროქსიდთან. რეაქციის ერთ-ერთი პროდუქტია წყალი. როგორი შედეგნილობისაა წარმოქმნილი მყარი ნივთიერება?

ცნობილია, რომ ნახშირბად(IV)-ის ოქსიდს შეესაბამება ნახშირმჟავა H_2CO_3 . კოლბაში წარმოქმნილი მყარი ნივთიერება — ნახშირმჟავას მარილი — ნატრიუმკარბონატი Na_2CO_3 . მისი წარმოქმნის რეაქცია გამოისახება განტოლებით:



ნახშირბად(IV)-ის ოქსიდის გარდა არის ბევრი სხვა ოქსიდი (SO_2 , SO_3 , SiO_2 , P_2O_5 და სხვ.), რომლებიც ურთიერთქმედებენ ტუტეებთან მარილისა და წყლის წარმოქმნით.

ყოველ ცალკეულ შემთხვევაში წარმოიქმნება იმ მჟავას მარილი, რომელიც შეესაბამება მოცემულ ოქსიდს:



- ?
1. ბარიუმჰიდროქსიდის ხსნარში ჰერის ვატარებისას ხსნარი აიძვრა. რომელმა აირმა გამოიწვია ხსნარის აძვრევა? რა ნივთიერება დაილექება? დაწერეთ რეაქციის განტოლება.
 - ▲ 2. მოცემულია ნატრიუმის ოქსიდი, ნახშირბად(IV)-ის ოქსიდი, ფოსფორ(V)-ის ოქსიდი, სპილენძ(II)-ის ოქსიდი. გოგირდ(VI)-ის ოქსიდი, ბარიუმის ოქსიდი. ამათგან რომლები შევა რეაქციაში: ა) წყალთან, ბ) მარილმჟავასთან, გ) კალიუმჰიდროქსიდის ხსნართან? დაწერეთ შესაძლო რეაქციების განტოლებები და აღნიშნეთ ნივთიერებათა სახელწოდებები.
 3. მოხდება თუ არა გაუხშობა, თუ გოგირდ(IV)-ის ოქსიდიან კოლბაში ჩავსხამთ კალიუმჰიდროქსიდის ხსნარს, შემდგომ კოლბას სასწრაფოდ დავუტოვებთ თავს და შევანჯღრევთ? რატომ?

ცნობების განყოფილება
 აკადემიური
 ნაერთების ძირითადი
 კლასების შესახებ



§ 44. ოქსიდების, ფუფუნების, მჟავებისა და მარილების შედგენილობა და სახელწოდება

თქვენ შეისწავლეთ ორი ქიმიური ელემენტი — ჟანგბადი და წყალბადი, მათი უმნიშვნელოვანესი ქიმიური ნაერთები და გაეცანით ქიმიური ნაერთების ძირითად კლასებს: ოქსიდებს, ფუფუნებს, მჟავებს, მარილებს და განსაკუთრებული ყურადღება დაუთმეთ მათ საერთო ქიმიურ თვისებებს. ეს გავგვიადვილებს ახალი ქიმიური ელემენტების შესწავლას, ვინაიდან ელემენტების ქიმიური თვისებები უმთავრესად ხასიათდება მათი ოქსიდების და ჰიდროქსიდების შედგენილობითა და თვისებებით.

ახლა აუცილებელია მიღებული ცოდნის სისტემაში მოყვანა. უპირველესად გაიხსენეთ, რით განსხვავდება თითოეული კლასის ნივთიერებები შედგენილობის მიხედვით. ამ მიზნით შეასრულეთ ქვემოთ მოყვანილი სავარჯიშოები.

1. რომელ ნივთიერებებს უწოდებენ ოქსიდებს, მჟავებს, ფუფუნებსა და მარილებს?
 2. ქიმიური თვისებების მიხედვით თქვენთვის ცნობილ რომელ ორ ჯგუფად იყოფა ოქსიდები?
 3. შეადგინეთ: ა) კალიუმის, თუთიის, ალუმინის; ბ) ნატრიუმის, მანგანუმის, რკინა(III)-ის ოქსიდებისა და ჰიდროქსიდების ფორმულები და დაასახელეთ ისინი.
 4. რომელ ნივთიერებებს უწოდებენ ტუტეებს? დაწერეთ სამი ტუტის შესაბამისი ფორმულები და სახელწოდებები.
 5. შეადარეთ ერთიმეორეს: ა) მჟავებისა და მარილების; ბ) ფუფუნებისა და მარილების შედგენილობა. რა მსგავსება და განსხვავებაა მათ შორის?
 6. დაწერეთ მარილის, აზოტის, გოგირდის, ფოსფორის, მანგანუმის მჟავების ალუმინთან ურთიერთქმედებით წარმოქმნილი მარილების ფორმულები და დაასახელეთ ისინი.
 7. მოყვანილი ნუსხიდან ამოიწერეთ ცალ-ცალკე: ა) ოქსიდების, ბ) ფუფუნების, გ) მჟავების, დ) მარილების ფორმულები.
- 1) Ca(OH)_2 , Na_2O , HNO_3 , Cu(OH)_2 , FeCl_3 , CaSO_4 , Cr_2O_3 , HCl ;
 - 2) K_2O , H_3PO_4 , Fe(OH)_3 , CuCl_2 , Na_2SO_4 , H_2SO_4 , Ba(OH)_2 , PbO ;
 - 3) CaO , H_2SO_4 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, H_2S , AgNO_3 , FeS , $\text{Ca(NO}_3)_2$.

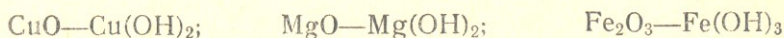


ოქსიდების თვისებათა განზოგადებისათვის გაიხსენეთ, რომელ ნივთიერებებს მიაკუთვნებენ მათ. მოიყვანეთ მაგალითები (იხ. გვ. 48).

§ 45. ოქსიდების კლასიფიკაცია

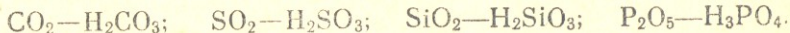
ჩვენთვის ცნობილი ოქსიდების ქიმიური თვისებები შეიძლება საფუძვლად დაედოს მათ კლასიფიკაციას.

● ოქსიდებს, რომლებიც ურთიერთქმედებენ მჟავებთან მარილი-სა და წყლის წარმოქმნით, ფუძე ოქსიდები ეწოდება. ეს სახელწოდება მათ მიაკუთვნეს იმის გამო, რომ თითოეულ ფუძე ოქსიდს შეესაბამება ფუძე:



ფუძე ოქსიდებს წარმოქმნიან მხოლოდ ლითონები. მაგალითად: მაგნიუმის ოქსიდი MgO , კალციუმის ოქსიდი CaO , ბარიუმის ოქსიდი BaO .

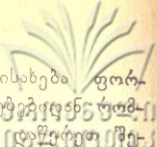
● ოქსიდებს, რომლებიც ურთიერთქმედებენ ფუძეებთან მარილი-სა და წყლის წარმოქმნით, მჟავა ოქსიდები ეწოდება. მათ ასე იმიტომ უწოდეს, რომ თითოეულ მჟავა ოქსიდს შეესაბამება მჟავა:



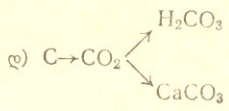
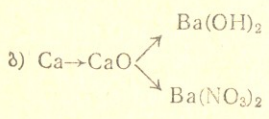
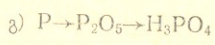
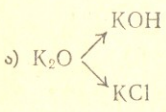
მჟავა ოქსიდებს წარმოქმნიან არალითონები და ზოგიერთი ლითონი, მაგალითად, SO_2 — გოგირდ(IV)-ის ოქსიდი, SO_3 — გოგირდ(VI)-ის ოქსიდი, P_2O_5 — ფოსფორ(V)-ის ოქსიდი, CrO_3 — ქრომ(VI)-ის ოქსიდი, Mn_2O_7 — მანგანუმ(VII)-ის ოქსიდი.

ზოგიერთი ლითონი წარმოქმნის როგორც ფუძე, ისე მჟავა ოქსიდებს. ასეთი ლითონებია, მაგალითად, ქრომი და მანგანუმი. მათ ცვალებადი ვალენტობა ახასიათებს. ოქსიდები, რომლებშიც ქრომი და მანგანუმი ავლენენ უდაბლეს — ორის ტოლ ვალენტობას, ფუძე ოქსიდებია: CrO — ქრომ(II)-ის ოქსიდი, MnO — მანგანუმ(II)-ის ოქსიდი. მათ შეესაბამება ფუძეები: $\text{Cr}(\text{OH})_2$ — ქრომ(II)-ის ჰიდროქსიდი და $\text{Mn}(\text{OH})_2$ — მანგანუმ(II)-ის ჰიდროქსიდი. ოქსიდები, რომლებშიც ქრომი და მანგანუმი ავლენენ უმაღლეს ვალენტობას, მჟავა ოქსიდებია: CrO_3 — ქრომ(VI)-ის ოქსიდი, Mn_2O_7 — მანგანუმ(VII)-ის ოქსიდი. მათ შეესაბამება მჟავები: H_2CrO_4 — ქრომმჟავა, HMnO_4 — მანგანუმმჟავა.

7 1. შეადარეთ ფუძე ოქსიდების და მჟავა ოქსიდების ქიმიური თვისებები. პასუხი დაასაბუთეთ რეაქციების აუცილებელი განტოლებებით. რა ქიმიური თვისებებით განსხვავდება ფუძე ოქსიდები მჟავა ოქსიდებისაგან?

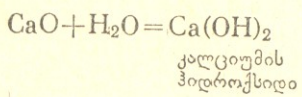


2. მოცემულია ნივთიერებები, რომელთა შედგენილობა გამოისახება ფორმულებით: Na_2O , CO_2 , CuO , SO_3 , Fe_2O_3 , BaO . ამ ნივთიერებებში აღნიშნულთან რეაგირებს; ა) მარილმჟავა, ბ) ნატრიუმჰიდროქსიდი, ც) წყალი, დ) მარილმარილი.
3. ჭერ ამოიწერეთ ფუძე ოქსიდების ფორმულები, შემდეგ კი მჟავა ოქსიდებისა: N_2O_5 , BaO , P_2O_5 , CaO , SO_3 , NiO .
4. ცდით როგორ გარაკვეთ ფუძე ოქსიდი თუ მჟავა ოქსიდი, თუ ვიცით, რომ ის წყალში იხსნება? პასუხი განმარტეთ მაგალითებით. დაწერეთ რეაქციათა განტოლებები.
5. ცდით როგორ გარაკვეთ, მოცემული ოქსიდი ფუძე ოქსიდი თუ მჟავა ოქსიდი, თუ ცნობილია, რომ ის წყალში არ იხსნება? პასუხი განმარტეთ მაგალითებით. დაწერეთ რეაქციათა განტოლებები.
6. დაწერეთ ფორმულები ოქსიდებისა, რომლებიც შეესაბამება შემდეგ ჰიდროქსიდებს: $\text{Cr}(\text{OH})_2$, $\text{Cr}(\text{OH})_3$, $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Mn}(\text{OH})_2$.
7. რით ემსგავსება და რით განსხვავდება ოქსიდების: ა) CO_2 და SiO_2 ; ბ) CuO და SiO_2 ; გ) BaO და CO_2 ქიმიური თვისებები? პასუხი დაასაბუთეთ რეაქციათა განტოლებებით.
8. დაწერეთ განტოლებები რეაქციებისა, რომელთა დახმარებით შეიძლება განხორციელდეს შემდეგ გარდაქმნები:



§ 46. ოქსიდების ქიმიური თვისებები

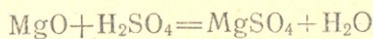
ფუძე ოქსიდების ურთიერთმოქმედება წყალთან. ზოგიერთი ფუძე ოქსიდი, მაგალითად, ისეთი ლითონებისაგან წარმოქმნილი, როგორიცაა კალიუმი, ნატრიუმი, ბარიუმი, კალციუმი, ურთიერთმოქმედებს წყალთან და წარმოქმნის ფუძეს (ტუტეს), მაგალითად:



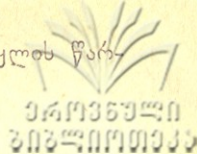
მრავალი ფუძე ოქსიდი, მაგალითად, სპილენძ(II)-ის ოქსიდი, რკინა(II)-ის ოქსიდი და სხვ. წყალთან არ ურთიერთმოქმედებს, მაგრამ მათაც შეესაბამება ფუძეები.

ფუძე ოქსიდების ურთიერთმოქმედება მჟავებთან. ყველა ფუძე

ოქსიდი ურთიერთმოქმედებს მჟავებთან მარილისა და წყლის წარმოქმნით, მაგალითად:

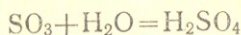


მაგნიუმის
სულფატი



ე. ი. ოქსიდის ფუძე ხასიათის დასაბუთებისათვის შეიძლება გამოვიყენოთ მისი რეაქცია მჟავებთან.

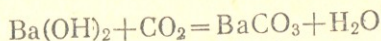
მჟავა ოქსიდების ურთიერთმოქმედება წყალთან. მჟავა ოქსიდები წყალთან ურთიერთმოქმედებით წარმოქმნიან მჟავებს, მაგალითად:



გოგირდ-
მჟავა

ზოგიერთი მჟავა ოქსიდი, მაგალითად, სილიციუმ(IV)-ის ოქსიდი SiO_2 წყალთან არ ურთიერთმოქმედებს, მაგრამ მათაც შეესაბამება მჟავები. სილიციუმ(IV)-ის ოქსიდს შეესაბამება სილიციუმმჟავა H_2SiO_3 .

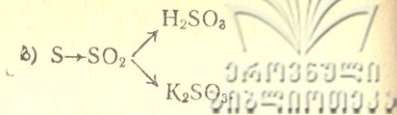
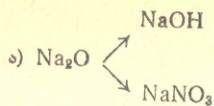
მჟავა ოქსიდების ურთიერთმოქმედება ფუძეებთან. ყველა მჟავა ოქსიდი ურთიერთმოქმედებს ტუტეებთან მარილისა და წყლის წარმოქმნით, მაგალითად:



ბარიუმის
კარბონატი

ე. ი. ოქსიდის მჟავა ხასიათის დასაბუთებისათვის შეიძლება გამოვიყენოთ მისი რეაქცია ტუტეებთან.

1. დაწერეთ წყალთან ოქსიდების შეერთების რეაქციათა განტოლებები: ნატრიუმის ოქსიდის, გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის, ბარიუმის ოქსიდის, ფოტორ(V)-ის ოქსიდის. დასახელეთ რეაქციათა პროდუქტები.
2. დაწერეთ რეაქციათა განტოლებები: ა) კალციუმის ოქსიდისა აზოტმჟავასთან, ბ) რკინა(III)-ის ოქსიდისა გოგირდმჟავასთან, გ) მაგნიუმის ოქსიდისა მარილმჟავასთან. დასახელეთ რეაქციის პროდუქტები.
3. დაწერეთ რეაქციათა განტოლებები: ა) გოგირდ(IV)-ის ოქსიდისა კალიუმის ჰიდროქსიდთან, ბ) ნახშირბად(IV)-ის ოქსიდისა ბარიუმის ჰიდროქსიდთან, გ) სილიციუმ(IV)-ის ოქსიდისა ნატრიუმის ჰიდროქსიდთან. დასახელეთ რეაქციის პროდუქტები.
4. დაწერეთ შემდეგი ჰიდროქსიდების შესაბამისი ოქსიდების ფორმულები: KOH , Ba(OH)_2 , H_3PO_4 , H_2SiO_3 , Fe(OH)_2 , H_2SO_3 , Cr(OH)_2 . გაანაწილეთ ისინი ორ ჯგუფად: 1) ფუძე ოქსიდები, 2) მჟავა ოქსიდები.
5. რომელ ოქსიდებთან Na_2O , SO_3 , MgO , CO_2 , MnO ურთიერთმოქმედებს ა) აზოტმჟავა; ბ) კალიუმის ჰიდროქსიდი? დაწერეთ რეაქციათა განტოლებები და დასახელეთ ნივთიერებები.
6. დაწერეთ რეაქციათა განტოლებები, რომელთა დახმარებით შეიძლება განხორციელდეს შემდეგი გარდაქმნები:



მ შ ა ვ ე ბ ი

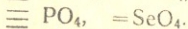
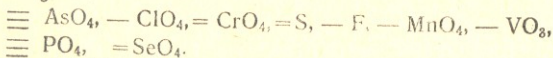
მეავების თვისებათა განზოგადოებისათვის გაიხსენეთ, რომელ ნივთიერებებს აკუთვნებენ მათ. მოიყვანეთ მეავეათა მაგალითები (იხ. გვ. 74—77).

§ 47. მ შ ა ვ ე ბ ი ს კლასიფიკაცია

შედგენილობით მეავეები არის უანგბადიანი (გოგირდის H_2SO_4 , გოგირდოვანი H_2SO_3 , აზოტის HNO_3 , ფოსფორის H_3PO_4 , ნახშირის H_2CO_3 , სილიციუმის H_2SiO_3) და უუანგბადო (ფთორწყალბადის HF , ქლორწყალბადის (მარილმეავეა) HCl , ბრომწყალბადის HBr , იოდწყალბადის HI , გოგირდწყალბადის H_2S).

მეავეს მოლეკულაში შემავალი და ლითონით ჩანაცვლების უნარის მქონე წყალბადის ატომების რიცხვის მიხედვით მეავეები იყოფა: ერთფუძიან (HCl , HNO_3), ორფუძიან (H_2SO_4 , H_2CO_3 , H_2S , H_2SO_3), სამფუძიან (H_3PO_4) მეავეებად.

▲ მოცემულია მეავეათა ნაშთების ფორმულები, მათი ვალენტობა აღნიშნულია ხაზებით:



დაწვრთ შესაბამისი მეავეების ფორმულები და დააჯგუფეთ: ა) უანგბადიანი და ბ) უუანგბადო მეავეები, გ) ერთფუძიანი, ორფუძიანი; სამფუძიანი მეავეები.

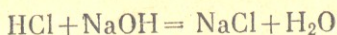
§ 48. მ შ ა ვ ე ბ ი ს ქიმიური თვისებები

თქვენს მიერ მიღებული ცოდნა მეავეების შესახებ საშუალებას იძლევა მათი ქიმიური თვისებების საკმაოდ სრული დახასიათებისათვის.

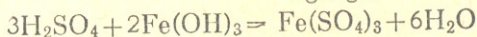
მეავეათა ხსნარების მოქმედება ინდიკატორებზე. მეავეების უმრავლესობა წყალში კარგად იხსნება. თქვენთვის ცნობილი მეავეებიდან პრაქტიკულად მხოლოდ სილიციუმის მეავეა არ იხსნება წყალში.

მეავეათა ხსნარები ფერს უცვლის ინდიკატორებს: ლაკმუსს აწითლებს და მეთილნარინჯს ავარდისფერებს. მეავეების ეს თვისება გამოყენებულია სხვა ნივთიერებათა შორის მათ გამოსაცნობად.

მეავეების ურთიერთმოქმედება ფუძეებთან. მეავეები რეაქციაში შედის ფუძეებთან და წარმოქმნის მარილსა და წყალს:



ქლორ-
ნატრიუმი



რკინა(III)-ის
სულფატი



როგორც თქვენთვის ცნობილია, ფუძეებთან მჟავების ამ რეაქციას ნეიტრალიზაციის რეაქცია ეწოდება.

მჟავების ურთიერთმოქმედება ფუძე ოქსიდებთან. მჟავები რეაქციაში შედის ფუძე ოქსიდებთან, მიიღება მარილი და წყალი:



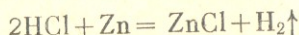
სპილენძ(II)-ის
ქლორიდი



მაგნიუმის
სულფატი

მჟავების რეაქციას ფუძე ოქსიდებთან იყენებენ ზოგიერთი მარილის წარმოებაში და აგრეთვე მჟავებში უხსნადი ლითონებისაგან ოქსიდების მოსაწორებლად.

მჟავების ურთიერთმოქმედება ლითონებთან. ზოგიერთი მჟავას (გოგირდის, მარილის, ფოსფორისა და სხვ.) ხსნარები ურთიერთქმედებენ იმ ლითონებთან, რომლებიც ლითონების ძაბვათა ელექტროქიმიურ მწკრივში (გვ. 75) წყალბადამდეა განლაგებული და წარმოქმნის მარილსა და წყალბადს:



თუთიის
ქლორიდი



რკინა(II)-ის
სულფატი

ლითონებთან აზოტმჟავას რეაქციის დროსაც წარმოიქმნება მარილი, მაგრამ წყალბადი არ გამოიყოფა.

თქვენთვის ცნობილი მჟავების ქიმიური თვისებებიდან ამ კლასის ნივთიერებებისათვის ყველა თვისება საერთო არ არის. წყალში უხსნადი მჟავები ლითონებთან არ ურთიერთმოქმედებენ და ინდიკატორებზე არ მოქმედებენ.

- ?
1. აღწერეთ მჟავების ქიმიური თვისებები. ისარგებლეთ მოცემული რეაქტევებით და ჩაატარეთ შესაბამისი ცდები.
 2. რაში მდგომარეობს ნეიტრალიზაციის რეაქციის არსი? რა პროდუქტები წარმოიქმნება ამ რეაქციის დროს.
- ▲

8. პრაქტიკულად როგორ განეიტრალებთ ვოგირდმჟავას ხსნარს კალიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარით? დაწერეთ რეაქციის განტოლება.

4. დაწერეთ რეაქციათა განტოლებები: ა) ვოგირდმჟავას ხსნარს და ბ) რბიუმის, ალუმინის, თუთიის, კალიუმის ჰიდროქსიდებს შორის, გ) ვოგირდმჟავას ხსნარსა და კალიუმის, რკინა(III)-ის, ტყვია(I)-ის, ნატრიუმის ჰიდროქსიდებს შორის.

5. გადაწერეთ მჟავების ფორმულები, აღნიშნეთ მათი სახელწოდებები და ფორმულების თავზე რომელი ციფრებით აღნიშნეთ მჟავათა ნაშთების ვალენტობა: ა) HBr, H₂S, H₂SO₃, H₃PO₄, HNO₃, ბ) HI, H₂CO₃, H₂SO₄, H₂SiO₃, HF.

6. დაწერეთ ფორმულები და აღნიშნეთ სახელწოდებები იმ ოქსიდებისა, რომლებიც შეესაბამება შემდეგ მჟავებს: H₂SO₄, H₂SO₃, H₂SiO₃, H₃PO₄.

7. ქვემოთ ჩამოთვლილია ნივთიერებათა ფორმულები: ა) Cu, CuO, Cu(OH)₂, Fe; ბ) Zn, ZnO, Zn(OH)₂, Ag; ამთაგან რომელი ნივთიერებები რეაგირებს მარილმჟავასთან? დაწერეთ შესაძლებელ რეაქციათა განტოლებები და დასახელები ნივთიერებები.

8. მოსწავლეს მისცეს შუშები შემდეგი ნივთიერებებით: Fe₂O₃, Mg და NaOH, HCl და ფენოლფთალეინის ხსნარები. მჟავებისათვის დამახასიათებელი როგორი რეაქციები შეიძლება ჩატარდეს ამ ნივთიერებების გამოყენებით? დაწერეთ ამ რეაქციათა განტოლებები.

ფ უ ქ ე ე ბ ი

ფუძეთა თვისებების განზოგადებისათვის ვახსენეთ, რომელ ნივთიერებებს აკუთვნებენ მათ. მოიყვანეთ მაგალითები (იხ. გვ. 93—99)

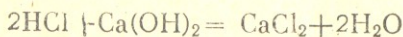
§ 49. ფუძეების კლასიფიკაცია და მათი ძირითადი თვისებები

ფუძეები იყოფა ორ ჯგუფად: წყალში ხსნადი ფუძეები ანუ ტუტეები და წყალში უხსნადი.

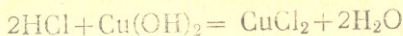
ტუტეთა ხსნარები ხელის შეხებისას საბნისმაგვარია, აზიანებს კანსა და ქსოვილებს, ამიტომ მათ მწვავეს უწოდებენ. ტუტეებია კალიუმის ჰიდროქსიდი KOH, ნატრიუმის ჰიდროქსიდი NaOH, კალციუმის ჰიდროქსიდი Ca(OH)₂, ბარიუმის ჰიდროქსიდი Ba(OH)₂ და სხვ.

ხსნადი ფუძეების მოქმედება ინდიკატორებზე. ფუძეთა ხსნარები ინდიკატორებს ფერს უცვლიან: ლაკმუსს ალურჯებენ, მეთილნარინჯს აყვითლებენ, ფენოლფთალეინს ყოლოსფრად აფერადებენ. ფუძეების ეს თვისება გამოყენებულია სხვა ნივთიერებათა შორის მათ გამოსაცნობად.

ფუძეების ურთიერთმოქმედება მჟავებთან. ყველა ფუძე ურთიერთმოქმედებს მჟავებთან მარილისა და წყლის წარმოქმნით:



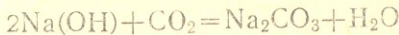
კალიუმის
ქლორიდი



სპილენძ(II)-ის
ჰლორიდი

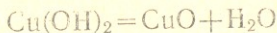


ფუძეების ურთიერთმოქმედება მუავა ოქსიდებთან. ხსნადი ფუძეები ურთიერთმოქმედებენ მუავა ოქსიდებთან მარილისა და წყლის წარმოქმნით:



ნატრიუმის
კარბონატი

ფუძეების დაშლა გახურებისას. წყალში უხსნადი ფუძეები გახურებისას ადვილად იშლება ოქსიდად და წყლად, მაგალითად:



სპილენძ(II)-ის
ოქსიდი

ტუტეები იშლება მხოლოდ ძლიერ მაღალ ტემპერატურაზე.

?



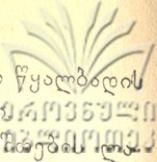
1. აღწერეთ ფუძეების ქიმიური თვისებები, მოცემული რეაქტივების გამოყენებით ჩაატარეთ შესაბამისი ცდები.
2. შეადარეთ ერთიმეორეს ტუტეებისა და წყალში უხსნადი ფუძეების ქიმიური თვისებები. რა მსგავსება და განსხვავებაა მათ შორის?
3. დაწერეთ კალიუმის, ბარიუმის, მაგნიუმის, რკინა(II)-ის ჰიდროქსიდებისა და მათი შესაბამისი ოქსიდების ფორმულები.
4. ქვემოთ ჩამოთვლილია ნივთიერებათა ფორმულები: ა) H_2SO_3 , CuO , H_2S , $\text{Mg}(\text{OH})_2$, SO_3 , KOH ; ბ) H_3PO_4 , MgO , P_2O_5 , $\text{Cu}(\text{OH})_2$, CO_2 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$; ამთგან რომელი ნივთიერება ურთიერთმოქმედებს ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნართან და რომელი — მარილმეფავსთან? დაწერეთ შესაძლებელ რეაქციათა განტოლებები.
5. რატომაა აუცილებელი მწვავე ტუტეების (KOH , NaOH) ქილებში შენახვისას ამ ქილებს ისე დაეუცთოთ თავი რომ შიგ ჰაერი არ შევიდეს? რა ცვლილებები შეიძლება მოხდეს ტუტეებში? დაწერეთ რეაქციათა განტოლებები.
6. როგორ განახორციელებთ შემდეგ გარდაქმნებს: $\text{Ca} \rightarrow \text{CaO} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCl}_2$. დაწერეთ რეაქციათა განტოლებები.
7. ერთ სინჯარაში შეყავს ხსნარია, მეორეში — ტუტისა. როგორ გამოიცნობთ ცდის საშუალებით თითოეულ მათგანს?

მ ა რ ი ლ ე ბ ი

გაიმეორეთ 77-ე გვ-ზე მოცემული მარილთა ცნების განსაზღვრა, მოიყვანეთ მაგალითები.

§ 50. მარილმების შეღვენილობა და სახელწოდებაანი

ოქსიდების, მუავეებისა და ფუძეების შესწავლისას მუდამ ვხვდებით რეაქტივებს, რომელთა შედეგად წარმოიქმნება მარილები. თი-



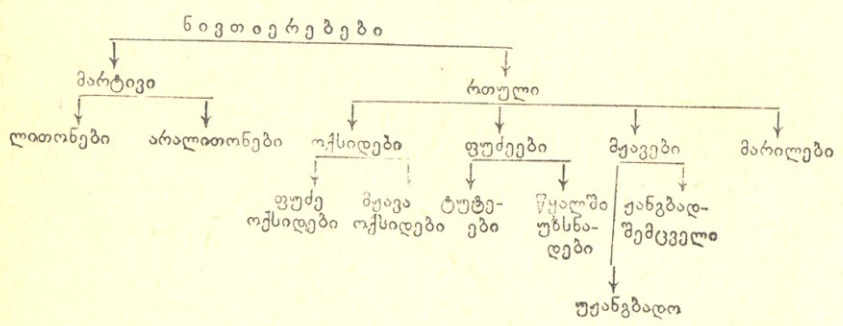
თოვლო მარილი შეიძლება განვიხილოთ როგორც მყავაში წყალბადის ატომების ლითონთა ატომებით ჩანაცვლების პროდუქტი. მარილების სახელწოდებანი წარმოქმნილია მყავათა ნაწილის მიხედვით. მარილების სახელწოდებებიდან (იხ. ტაბ. 4, გვ. 78).

ცვალებადი ვალენტობის მქონე ლითონთა მარილების სახელწოდებას ემატება ლითონის ვალენტობის მაჩვენებელი რიცხვი, მაგალითად, $FeCl_3$ — რკინა(III)-ის ქლორიდი, $FeCl_2$ — რკინა(II)-ის ქლორიდი, $Fe_2(SO_4)_3$ — რკინა(III)-ის სულფატი, $FeSO_4$ — რკინა(II)-ის სულფატი.

- ▲ 1. გადაწერეთ მარილთა ფორმულები და დაასახელოთ: ა) $NaCl$, $BaSO_4$, $NaNO_3$, NaI , Na_2CO_3 ; ბ) Na_2S , Na_3PO_4 , $CaBr_2$, NaF , Na_2SiO_3 .
2. დაწერეთ შემდეგი მარილების ფორმულები: ა) ალუმინის სულფატის, ნატრიუმის სულფატის, კალციუმის ნიტრატის, რკინა(II)-ის ბრომიდის, მაგნიუმის ფოსფატის, კალციუმის ფთორიდის; ბ) ნატრიუმის ბრომიდის, კალციუმის ფოსფატის, მაგნიუმის ნიტრატის, კალციუმის სილიკატის, ნატრიუმის სულფატის, სპილენძ(II)-ის ქლორიდისა.

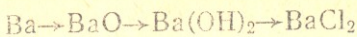
§ 51. გენეტიკური კავშირი ოქსიდებს, ფუძეებს, მყავებსა და მარილებს შორის

ამრიგად, ჩვენს მიერ შესწავლილი ნივთიერებები შედგენილობისა და თვისებების მიხედვით იყოფა რამდენიმე კლასად, რაც შეიძლება გამოისახოს შემდეგი სქემით:

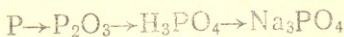


ოქსიდების, ფუძეების, მყავებისა და მარილების შესწავლამ გვიჩვენა, რომ ნაერთებს შორის არსებობს კავშირი: ერთი კლასის ნივთიერებებისაგან შეიძლება მივიღოთ სხვა კლასების ნივთიერებები. გამოყოფენ გენეტიკური კავშირის ორ ხაზს: ერთი იწყება ლითონებით, მეორე — არალითონებით. მაგალითად, ბარიუმის დაქანგვისას შეიძლება ბარიუმის ოქსიდი მივიღოთ, ხოლო უქანასკნელის წყალთან ურთიერთმოქმედებით — ბარიუმის ჰიდროქსიდი, რომელიც მყავასთან რეაქციის

დროს წარმოქმნის მარილს. ყველა ეს გარდაქმნა შეიძლება წარმოვაღვიწიოთ სქემით:



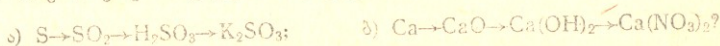
ფოსფორის დაუნჯვისას მიიღება ფოსფორ(V)-ის ოქსიდი, ხოლო უკანასკნელის წყალთან ურთიერთმოქმედებისას — ფოსფორმჟავა, რომელიც ტუტესთან რეაქციის დროს წარმოქმნის მარილს. ეს გარდაქმნები შეიძლება წარმოვადგინოთ სქემით:



შესაძლებელია სხვადასხვა კლასის ნაერთების გენეტიკური კავშირის სხვა სქემებიც, მაგალითად:



1. აღწერეთ ოქსიდები, ფუძეები და მჟავები შემდეგი გეგმის მიხედვით.
 - 1) განსაზღვრა და შედგენილობა, 2) ქიმიური თვისებები.
2. როგორ ნივთიერებებს ეწოდება მარილები? როგორია მათი შედგენილობა?
3. როგორ განვსაზღვროთ შემდეგი გარდაქმნები:



დაწერეთ რეაქციათა განტოლებები და უჩვენეთ: ა) რეაქციის რომელ ტიპს ეკუთვნის თითოეული მათგანი; ბ) თითოეული ნივთიერების ქვეშ აღნიშნეთ — რომელ კლასს ეკუთვნის იგი.

4. ქიმიური თვისებების მიხედვით რით განსხვავდებიან ერთიმეორისაგან:
 - ა) ფუძე და ბ) მჟავა ოქსიდები. რა მსგავსებაა მათ შორის? პასუხი რეაქციათა განტოლებებით დაადასტურეთ.
5. შედგენილობის მიხედვით რა მსგავსება და რა განსხვავებაა:
 - ა) მჟავასა და მარილს, ბ) ფუძესა და მარილს შორის? პასუხი მაგალითებით განმარტეთ.

6. მოიყვანეთ მაგალითები არაორგანული ნაერთების გენეტიკური კავშირის მანკენებელი სქემისათვის. დაწერეთ რეაქციათა განტოლებები.

7. გადაწერეთ ნაერთებს შორის გენეტიკური კავშირის ამსახველი სქემა ოქსიდებს, ფუძეებს, მჟავებსა და მარილებს შორის, და ჩაზებით შეაერთეთ იმ კლასების ნივთიერებათა სახელწოდებანი, რომლებსაც შეუძლიათ ერთიმეორესთან რეაქციაში შესვლა. დაწერეთ განტოლებები რეაქციებისა, რომლებიც შეესაბამება კავშირის თითოეულ ხაზს თქვენს მიერ შედგენილ სქემაში.

8. როგორ განახორციელებთ შემდეგ გარდაქმნებს:
 - ა) კალციუმი \rightarrow კალციუმის ოქსიდი \rightarrow კალციუმის ჰიდროქსიდი \rightarrow კალციუმის ნიტრატი;
 - ბ) გოგირდი \rightarrow გოგირდი(IV)-ის ოქსიდი \rightarrow გოგირდოვანი მჟავა \rightarrow კალციუმის სულფიტი;
 - გ) სპილენძი(II)-ის ჰიდროქსიდი \rightarrow სპილენძი(II)-ის ოქსიდი \rightarrow სპილენძი(II)-ის ქლორიდი;

დ) რკინა(II)-ის ჰიდროქსიდი → რკინა(III)-ის ოქსიდი → რკინა(III)-ის სულფატი; დაწერეთ შესაბამის რეაქციათა განტოლებები და აღნიშნეთ მიღებული ნივთიერებების სახელწოდებები.

9. მოცემულია ნივთიერებები: კალციუმის ოქსიდი, კალციუმის ჰიდროქსიდი, მარილმჟავა, გოგირდი(IV)-ის ოქსიდი, თუთიის ოქსიდი, ალუმინის ჰიდროქსიდი, ნატრიუმის ჰიდროქსიდი, მაგნიუმის ჰიდროქსიდი. ამ ნივთიერებებიდან რომელთა შორის მოხდება ურთიერთმოქმედება? დაწერეთ რეაქციათა განტოლებები და აღნიშნეთ მათი განხორციელების პირობები.

10. რომელი კლასების ნივთიერებებთან ურთიერთმოქმედებენ: ა) ფუძეები, ბ) მჟავები? დაწერეთ შესაბამისი რეაქციების განტოლებები.

11. რომელი კლასების ნივთიერებებთან ურთიერთმოქმედებენ: ა) ფუძე ოქსიდები, ბ) მჟავა ოქსიდები? დაწერეთ შესაბამისი რეაქციების განტოლებები.

1. ნივთიერებათა თვისებები

ქიმიის შესწავლის დროს დიდი მნიშვნელობა აქვს ისწავლოთ ნივთიერებების სწორად და სრულყოფილად აღწერა.

აღწერეთ თქვენთვის მოცემული ნივთიერებების თვისებები:

1. როგორ აკრევატულ მდგომარეობაშია ჩვეულებრივ პირობებში ნივთიერება და როგორი ფერისაა ის?

2. გაცვანით ნივთიერების სუნს. სუნის გარკვევისას ნივთიერების უშუალოდ ჭურჭლის ყელთან დაყნოსვა არ შეიძლება, ვინაიდან აირებისა და ორთქლის ჩასუნთქვამ შეიძლება სასუნთქი გზების ძლიერი გაღიზიანება გამოიწვიოს. სუნის გაცნობისათვის ჭურჭელს უნდა მოხსნათ საცობი და ხელისგული ვამოდრათ ჭურჭლის ყელიდან ცხვირისაკენ (სურ. 52). ამ შემთხვევაში ცხვირში ხვდება არა აირის ნაკადი, არამედ ჰაერისა და აირის ნარევი, ამიტომ ძლიერი გაღიზიანება არ მოხდება.

თუ სუნი არ შეიგრძნობა, შეიძლება ფრთხილად მიიახლოვოთ ნივთიერებთან შუშა და იმავე ხერხით მიმართოთ თქვენი სახისაკენ ჭურჭლიდან ამომავალი ორთქლი.

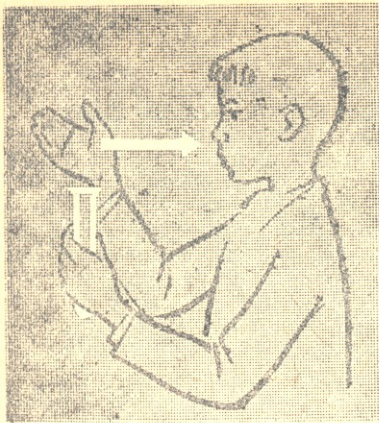
3. განსაზღვრეთ ნივთიერების სიმაგრე თქვენთვის მოცემული სიმაგრის სკალის გამოყენებით. თუ ასეთი სკალა არ გაქვთ, ისარგებლეთ ფრჩხილით ან მინის ნატეხით. ფრჩხილის სიმაგრე 2—2,5 ტოლია, მინისა 5.

მოცემული ნივთიერების ზედაპირზე ფრჩხილი გაატარეთ; თუ შეიმჩნევა განაკაწრი, მაშინ ამ თვისებების სიმაგრე ორზე ნაკლებია. თუ განაკაწრი არ გაჩნდება. მაშინ შეეცადეთ ნივთიერებით ვაკაწროთ ფრჩხილი. ფრჩხილზე განაკაწრის გაჩენისას შეიძლება ვთქვათ, რომ ნივთიერების სიმაგრე 2,5-ზე მეტია. ასეთივე ცდა ჩაატარეთ მინის ნატეხით ან სკალის ნიმუშების გამოყენებით. ასე მიახლოებით დაადგენთ მოცემული ნივთიერების სიმაგრეს.

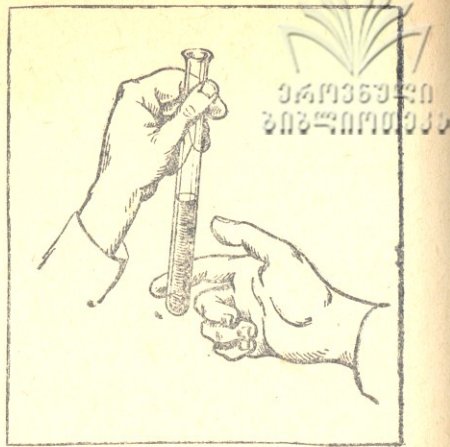
4. იმის გასაგებად, იხსნება თუ არა ნივთიერება წყალში, სინჯარაში ან ჰქიქაში უნდა მოათავსოთ ცოტაოდენი ნივთიერება, დაუმატოთ წყალი და აუროთ. თუ მყარი ნივთიერების ნაწილაკები გაქრა ან მათი რაოდენობა საგრძნობლად შემცირდა, ეს იმას ნიშნავს, რომ ნივთიერება წყალში ხსნადია.

სითხეების შერევა არ შეიძლება სინჯარის პირზე თითის დაცობითა და ძლიერი შენჯღრევით, ვინაიდან სითხემ შეიძლება კანზე მავნელ იმოქმედოს, ამის გარდა შეიძლება თვით სითხე გაბინძურდეს. სითხეების შერევისათვის სინჯარას იღებენ მარცხენა ხელის დიდი და საჩვენებელი თითებით სინჯარის პირის ახლოს და შუა თითს მიაბჯენენ. შემდეგ მარჯვენა ხელის საჩვენებელი თითით ირიბად ურტყამენ სინჯარის ქვედა ნაწილთან (სურ. 53). თუ სითხე სინჯარის ტევადობის ნახევარზე მეტს იკავებს, სითხეს აურევენ მინის წყირის აწვევ-დაწვევით ან სინჯარას საცობს დაუცობენ და შემდეგ რამდენიმეჯერ გადააბრუნებენ.

5. ნივთიერება მოათავსეთ წყლიან ჰქიქაში ან სინჯარაში. მისი სიმკვრივე მეტია თუ ნაკლები წყლის სიმკვრივეზე? ნივთიერების სიმკვრივის შესახებ უფრო ზუსტი მონაცემები მონახეთ ცნობარში.



სურ. 52. ნივთიერების სუნის გამოცნობა.



სურ. 53. სითხეების არევა სინჯარაში.

6. მონაცემები ნივთიერების ლღობისა და დუდილის ტემპერატურების შესახებ მონახეთ ცნობარში.

7. ზოგიერთი სხვა თვისების — პლასტიკურობის, ელექტროგამტარობისა და იზოგამტარობის შესახებ დასკვნები შეიძლება გააკეთოთ ცხოვრებისეული დაკვირვებების საფუძველზე. თუ ასეთი დაკვირვებები არა გაქვთ, მაშინ აღწერის დროს ამ თვისებებს ნუ მოიხსენიებთ.

8. უცნობი ნივთიერების გემოს გასინჯვა მიზანშეწონილი არ არის მოწამვლისა და პირის ღრუს ლორწოვანი გარსის გაღიზიანების ასაცილებლად. თუ მოცემული გაქვთ ნივთიერება, რომლის გემოს იცნობთ, აღწერაში უჩვენეთ.

9. ჩამოთვალეთ მოცემული ნივთიერების თვისებები შემდეგი გეგმის მიხედვით: ფიზიკური (აგრეგატული) მდგომარეობა ჩვეულებრივ პირობებში. ფერი, სუნი, გემო, ბზინვა, სიმკვრივე, პლასტიკურობა, ელექტროგამტარობა, თბოგამტარობა, წყალხსნადობა, სიმკვრივე, ლღობის ტემპერატურა, დუდილის ტემპერატურა.

2. ნარჩენის დაყოფა

ნარჩენების დაყოფის ხერხის შერჩევისათვის მნიშვნელოვანია დავადგინოთ, თუ როგორი თვისებებით ხასიათდება ნარჩენის შემადგენელი ნივთიერებები და ამ თვისებებთან რომელი უფრო მიზანშეწონილია საფუძველად დავდოს ნარჩენის დაყოფას.

1. ქაღალდის ფურცელზე გროვებლად მოათავსეთ ერთი კოვზი გოგირდის ფხვნილი და ამდენივე რკინის ფხვნილი ან ნაქლიბი, დააკვირდით მათ ფერს.

2. ორ სინჯარაში ნახევარამდე ჩაასხით წყალი, ერთში ჩაყარეთ ცოტათოდენი გოგირდის ფხვნილი, ხოლო მეორეში — რკინის ფხვნილი. რას ამჩნევთ? (მხედველობაში მიიღეთ, რომ გოგირდი წყლით ცუდად სველდება, ამიტომ ტივტივებს წყალზე, მიუხედავად იმისა, რომ მისი სიმკვრივე წყლის სიმკვრივეზე ორჯერ მეტია).

3. მიუხედავად მაგნიტი ჯერ გოგირდის ფხვნილის გროვას, შემდეგ კი — რკინის ფხვნილის გროვას. რას ამჩნევთ?

4. მინის წკირით ორივე ფხვნილი გულდასმით აურიეთ ქაღალდის ფურცელზე. როგორი ფერისაა მიღებული ნარევი? შეიცვალა თუ არა გოგირდისა და რკინის ნამცეცების ეს თვისება?

5. ცოტაოდენი მიღებული ნარევი მოათავსეთ წყლიან სინჯარაში ან ჭიქაში. რას ამჩნევთ? შეადარეთ თქვენი დაკვირვებები მე-2 პუნქტის მიხედვით ჩატარებულ დაკვირვებებს.

6. ქაღალდის ფურცელზე დარჩენილ ნარევს დაფარეთ ქაღალდი და ზევიდან მიუახლოვეთ მაგნიტი, შემდეგ კი ასწიეთ ზევით. რა დაემართა რკინისა და გოგირდს?

გააკეთეთ დასკვნა შემდეგ კითხვებზე პასუხის გაცემით: 1. ინარჩუნებს თუ არა გოგირდი და რკინა თვისებებს მათი შერევის შემდეგ? 2. გოგირდისა და რკინის თვისებების რა განსხვავებით ისარგებლეთ ამ ნივთიერებების ნარევის დასაყოფად?

გ. ფიზიკური მოვლენები

1. აიღეთ მინის მილი; ერთი ბოლოთი შეიტანეთ ის გაზის სანთურის ალში ჰორიზონტალურად, რამდენიმე ხნის შემდეგ მილი მოიხრება იმ ადგილზე სადაც ის ძლიერ გავარვარდა. თუ გამხურებლად სპირტქურას გამოიყენებთ, მაშინ მინის მილის ბოლოები ორივე ხელით დაიკავეთ და შუა ნაწილი სპირტქურის ალში შეიტანეთ (სურ. 54). როდესაც მინა ძლიერ გავარვარდება, შეეცადეთ მის მოღუნვას. შეიცვალა თუ არა მინა? წარმოიქმნა თუ არა ახალი ნივთიერება მინის მილის გახურებისას?

2. პარაფინის ნატეხი მოათავსეთ ტიგელში. აიღეთ იგი მაშით ან საჭერელათი, პარაფინიანი ტიგელი შეიტანეთ სანთურის ალის ზედა ნაწილში. როგორ იცვლება პარაფინი გახურებისას? პარაფინის გაღობის შემდეგ ტიგელი დადგით აზბესტიან ბადეზე და სანთურა ჩააქრეთ. ტიგელის გაცივების შემდეგ დაათვალიერეთ პარაფინი. წარმოიქმნა თუ არა ახალი ნივთიერება?

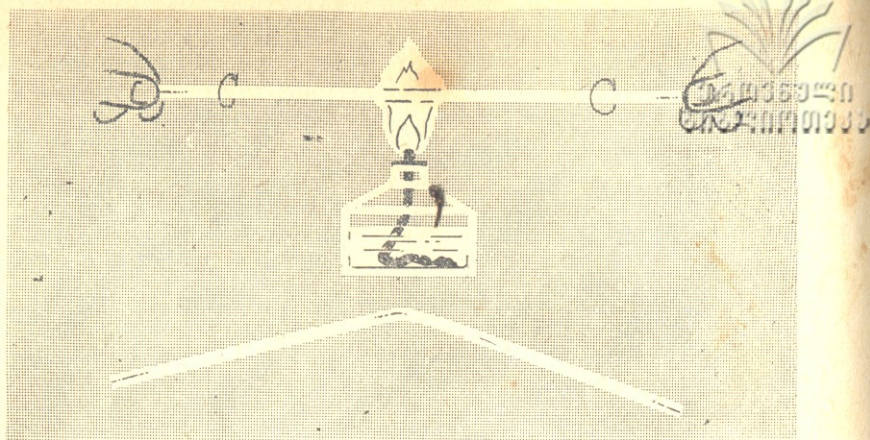
რა მსგავსებაა იმ მოვლენებს შორის, რომლებსაც თქვენ დააკვირდით ამ ორ ცდის ჩატარების დროს?

4. ჰიმიური მოვლენები

1. სპირტქურის ალში გაავარვარეთ სპილენძის ფირფიტა ან მავთული სინჯარის საჭერელათი. რამდენიმე ხნის შემდეგ ფირფიტა გამოიტანეთ ალიდან და ქაღალდის ფურცელზე დანით ჩამოფხიკეთ შავი ნაფიფქი. მეორედ გაახურეთ და ხელახლა ჩამოფხიკეთ მიღებული ნაფიფქი. წარმოიქმნება თუ არა ახალი ნივთიერება სპილენძის გახურების დროს?

2. პატარა ჭიქაში ფრთხილად ისე, რომ ფსკერი არ გატეხოთ, მოათავსეთ მარმარილოს ან ცარცის 3—5 პატარა ნატეხი, დაუმატეთ იმდენი მარილმჟავა, რომ დაფაროს მარმარილოს ნატეხები. რას ამჩნევთ? ანთეთ ასანთი და შეიტანეთ. რას ამჩნევთ? წარმოიქმნა თუ არა ახალი ნივთიერება მარმარილოზე მარილმჟავას დასხმისას? რა ნივთიერებაა იგი?

რა მსგავსებაა იმ მოვლენებს შორის, რომლებსაც თქვენ დააკვირდით ამ ორ ცდის ჩატარებისას?



სურ. 54. მინის მილის მოღუნვა.

5. რთული და მარტივი ნივთიერებები. ლითონები და არალითონები

გავეცნოთ თქვენთვის მოცემული ნივთიერებების გარეგნულ სახეს.

1. წაიკითხეთ ქილების ეტიკეტებზე ნივთიერებების სახელწოდებები და შეეცადეთ გაანაწილოთ ისინი ორ ჯგუფად: მარტივ და რთულ ნივთიერებად. ქილები, რომლებშიც ამ ორი ჯგუფის ნივთიერებებია, ცალ-ცალკე დადგით ორ რიგად.

2. ყურადღებით დააკვირდით ყველა მარტივ ნივთიერებას და გაანაწილეთ ისინი ორ ჯგუფად: ლითონებად და არალითონებად. ლითონიანი ქილები ცალკე დადგით. ლითონების რა თვისებებით ისარგებლეთ, რომ ისინი გავგესხავევინათ არალითონებისაგან?

6. სპილენძის კარბონატის დაზღა

1. დაათვალიერეთ სპილენძის კარბონატის (მალაქიტის) ფხვნილი, როგორც ფერისაა ის?

2. სინჯარაში მოათავსეთ ცოტაოდენი ფხვნილი (ფხვნილის ფენა 1—1,5 სმ სისქის უნდა იყოს). სინჯარას დაახურეთ საცობი გაზსადენი მილით.

3. შეამოწმეთ აწყობილი ხელსაწყოს ჰერმეტიულობა. ამისათვის გაზსადენი მილის ბოლო ჩაუშვით წყლიან ჰიქაში არა უმეტეს 0,5 სმ სიღრმეზე, სინჯარას კი ხელისგული შემოაქდეთ. დააკვირდით გაზსადენი მილიდან წყალში ჰაერის ბუშტულების გამოყოფას. რატომ ხდება ეს? თუ ჰაერის ბუშტულები არ გამოიყოფა, ეს იმის ნიშანია, რომ სინჯარას საცობი მკვიდროდ არ აქვს დაცობილი. ამიტომ საცობი კარგად უნდა მორაგოთ ან საცობი გამოცვალოთ. ამის შემდეგ ხელახლა უნდა შეამოწმოთ ხელსაწყოს ჰერმეტიულობა.

4. სინჯარაზე თითოს ოდნავ შემორტყმით მალაქიტის ფხვნილი ისე გაანაწილეთ, რომ ის ფსკერიდან სინჯარის ნახევრამდე თხელი შრით დაიფაროს. სინჯარა დაამაგრეთ შტატივზე, როგორც ეს მე-13 სურათზეა ნაჩვენები. სინჯარის პირი ფსკერზე ოდნავ დაბლა უნდა იყოს.

5. ქილაში ან ქიქაში ჩაასხით ცოტაოდენი კირიანი წყალი (დაახლოებით 1 მლ). შტატივი ასწიეთ მასზე დამაგრებული ხელსაწყოთი და გაზსადენი მილის ქვეშ დადგით კირწყლიანი ქილა ისე, რომ მილის ბოლო კირიან წყალში იყოს ჩამირთული.

6. შეათბეთ მთელი სინჯარა, შემდეგ კი გაახურეთ ის ადგილი, სადა მალაქიტის ფხვნილია და რეაქციის მიმდინარეობის მიხედვით სპირტქურა ნელა გადაადგილეთ სინჯარის პირისაკენ, ყურადღებით დააკვირდით მალაქიტის ცვლილებას და იმას, თუ რა ხდება კირიან წყალში.

7. როგორც კი შეწყდება გაზის ბუშტულების გამოყოფა, ვერტიკალურად ასწიეთ შტატივი და გაზსადენი მილის ბოლო ამოიღეთ კირწყლიანი ქილიდან. ჩააქრეთ სპირტქურა.

როგორ შეიცვალა მალაქიტის ფერი გახურებით? რა შენიშვნათ სინჯარის კედლებზე საცობთან? რა ცვლილება მოხდა კირიან წყალში? რომელი ახალი ნივთიერებები წარმოიქმნა მალაქიტის გახურებისას? რატომ დაამაგრეთ დახრილად მალაქიტის სინჯარა შტატივზე?

7. რკინის ურთიერთმოქმედება სპილენძ(II)-ის ქლორიდის ხსნართან

1. სინჯარაში ჩაასხით მისი მოცულობის 1/4-მდე სპილენძ(II)-ის ქლორიდის ხსნარი. დააკვირდით ხსნარის ფერს.

2. სუფთა რკინის ლურსმანი ძაფით ჩაუშვით სინჯარაში, რომელშიც სპილენძ(II)-ის ქლორიდის ხსნარია. 1—2 წუთის შემდეგ ლურსმანი ამოიღეთ და დაათვალიერეთ. რა ცვლილებები მოხდა ლურსმნის ზედაპირზე? იმავე ხსნარიან სინჯარაში მოათავსეთ ცოტაოდენი რკინის ნაქლიბი. რამდენიმე წუთის შემდეგ დააკვირდით ხსნარის ფერს. შეადარეთ ის მოცემული რკინა(II)-ის ქლორიდის $FeCl_2$ ხსნარის ფერს. რა არის მომხდარი რეაქციის ნიშანი? დაწერეთ ამ რეაქციის განტოლება. მხედველობაში მიიღეთ, რომ რკინა(II)-ის ქლორიდის ფორმულაა $FeCl_2$, ხოლო სპილენძ(II)-ის ქლორიდისა — $CuCl_2$.

8. ოქსიდების ნიმუშების გაცნობა

გულდასმით დაათვალიერეთ მოცემული ოქსიდების ნიმუშები, ყურადღება მიაქციეთ თითოეული ნივთიერების ფიზიკურ მდგომარეობას, ფერსა და სუნს.

2. დახაზეთ რეკულში ტაბულა მოტანილი ფორმის მიხედვით და შეავსეთ ცნობები თქვენ მიერ განხილული ოქსიდების შესახებ.

ტ ა ბ უ ლ ა ნ

ოქსიდის სახელწოდება	შედგენილობა (ქიმიური ფორმულა)	ფიზიკური თვისებები		
		აგრეგატული მდგომარეობა	სუნი	ფერი



1. ყურადღებით დაათვალიერეთ თქვენთვის მოცემული თხევადი და მკვრივი სათბობის ნიმუშები.

2. ჩაიწერეთ რვეულში შესწავლილი სათბობის სახეების სახელწოდებები და მოკლედ აღწერეთ ფიზიკური თვისებები.

10. წყალბადის მიღება

1. სინჯარა დახრილად დაიკავეთ, მასში მოათავსეთ 4—5 ნატეხი თუთია და დაასხით 2—3 მლ მარილმჟავა. დააკვირდით მიმდინარე მოვლენებს თუთიის ზედაპირზე და შეაფასო ხსნარში. რომელი ნივთიერებიდან გამოიყოფა წყალბადი?

რამდენიმე ხნის შემდეგ, როდესაც სინჯარიდან ჰაერი გამოიძეება, ანთებულ სანთელს მიიტანეთ სინჯარის პირთან. რას ამჩნევთ?

2. როდესაც გაზის ბუშტულების გამოყოფა შეწყდება. სინჯარიდან მინის ფირფიტაზე დააპკურეთ ხსნარის რამდენიმე წვეთი და სანთურის ალზე ააორთქლეთ (სურ. 55). რა დარჩა მინაზე წყლის აორთქლების შემდეგ?

რა ნივთიერებები წარმოიქმნა თუთიის მარილმჟავასთან რეაქციის დროს?

11. წყალბადის ურთიერთმოქმედება სპილენძ (II)-ის ოქსიდთან

1. 56-ე სურათის მიხედვით ააწყვეთ ხელსაწყო და შეამოწმეთ მისი პერმეტულობა. სინჯარაში მოათავსეთ 8—10 ნატეხი თუთია და დაასხით 4—5 მლ გოგირდმჟავას ხსნარი. სინჯარას თავი დაუცეთ საცობით, რომელსაც მორგებულ აქვს გაზსადენი მილი. ხელსაწყო დაამაგრეთ შტატივის თათში. შეამოწმეთ გამოყოფილი წყალბადის სისუფთავე და გაზსადენი მილის ბოლოზე წამოაცვიეთ სინჯარა, რომელშიც არის 2 ნატეხი სპილენძ (II)-ის ოქსიდი. გაზსადენი მილის ბოლო სპილენძ (II)-ის ოქსიდის ზემოთ იყოს.

2. სპილენძ (II)-ის ოქსიდიანი სინჯარა სანთურის ალით გაახურეთ იმ ადგილზე, სადაც სპილენძ (II)-ის ოქსიდი მოთავსებულია. რას ამჩნევთ სინჯარის კედლებზე და სპილენძის ნატეხების ზედაპირზე? ამ ნატეხების ფერის შეცვლის შემდეგ შეწყვიტეთ გახურება, მაგრამ მილიდან სინჯარა არ მოხსნათ მის სრულ გაცივებამდე.

რა ნივთიერებები წარმოიქმნა წყალბადის არეში სპილენძ (II)-ის ოქსიდის გახურების დროს? დაწერეთ რეაქციის განტოლება. რა ტიპის რეაქცია მოხდა?

წყალბადის რომელ თვისებას გაცანით ამ ცდის ჩატარებისას?

12. მჟავათა ხსნარების მოქმედება ინდიკატორებზე

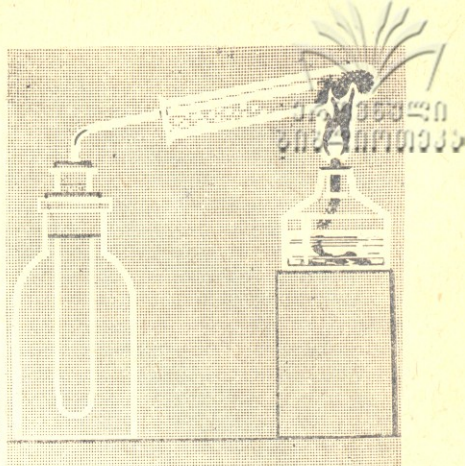
მჟავათა ხსნარებს ფრთხილად უნდა მოეპყროთ.

1. ორ სინჯარაში ჩაასხით თითო მლ მარილმჟავას ხსნარი. ერთ-ერთ სინჯარაში დაუმატეთ 2—3 წვეთი ლაკმუსი, ხოლო მეორეში— იმდენივე მეთილნარინჯი. რას ამჩნევთ?

2. ასეთივე ცდა ჩაატარეთ გოგირდმჟავას ხსნარზე. რას ამჩნევთ? რა მსგავსებაა მარილმჟავასა და გოგირდმჟავას თვისებებს შორის ინდიკატორების მიმართ. დაიხსონათ. როგორ ფერს მიიღებს ლაკმუსი და მეთილნარინჯი მჟავათა ხსნარებში.



სურ. 55. ხსნარის წვეთების ამოშრობა მინის ფირფიტაზე.



სურ. 56. ოქსიდისაგან წყალბადით სპილენძის აღსადგენი ხელსაწყო.

13. მჟავების ურთიერთმოქმედება ლითონებთან

ორ სინჯარაში მოათავსეთ ორ-ორი ნატეხი თუთია, ერთში ჩაასხით 1 მლ მარილმჟავას ხსნარი, მეორეში — ამდენივე გოგირდმჟავას ხსნარი (მჟავას გადმოსხმისას დაიცავით სიფრთხილე!). სხვა ორ სინჯარაში მოათავსეთ ცოტაოდენი რკინის ნაჭიბი და თითოეულს დაამატეთ იგივე მჟავები. გესამე წვეთ სინჯარაში მოათავსეთ ცოტაოდენი სპილენძის ბურბუშეა ან მავთულის ნაჭრები და დაასხით იგივე მჟავები. თუ რომელიმე სინჯარაში რეაქცია არ მიმდინარეობს, ის სინჯარა ოდნავ შეათბეთ სანთურის ალზე (ფრთხილად!).

დააკვირდით. რომელ სინჯარებში ხდება აირის გამოყოფა. გაარკვიეთ რომელი აირია. აძვევებს თუ არა ყველა ლითონი წყალბადს მჟავებშიდან?

14. მჟავების ურთიერთმოქმედება ლითონების ოქსიდებთან

1. ორ სინჯარაში ჩაყარეთ ცოტაოდენი რკინა(III)-ის ოქსიდი. ერთ სინჯარაში დაამატეთ 1 მლ გოგირდმჟავას ხსნარი, ხოლო მეორეში — ამდენივე მარილმჟავას ხსნარი (მჟავას გადმოსხმისას დაიცავით სიფრთხილე!). ხდება თუ არა ცვლილებები? თუ რეაქცია არ მიმდინარეობს, სინჯარა შეითავსით ცოტათი შეათბეთ (ფრთხილად!). რას ამჩნევთ? იმ შემთხვევაში, თუ რკინა(III)-ის ოქსიდი სრულად გაიხსნება ცოტაოდენი რკინა(III)-ის ოქსიდის ფხენილი კიდევ დაამატეთ და ხელახლა გააცხელეთ.

იმ სინჯარიდან, რომელშიც გოგირდმჟავა დაამატეთ, რამდენიმე წვეთი ხსნარს გადმოასხით მინის ფირფიტაზე და ააორთქლეთ სანთურის ალზე. რა დარჩა ფირფიტაზე წყლის აორთქლების შემდეგ?

2. ასეთივე ცდა ჩაატარეთ იმავე მჟავებსა და მგანიუმის ოქსიდზე. რა გაიგეთ მჟავებისა და ლითონთა ოქსიდების დამოკიდებულების შესახებ?

15. მჟარი ნივთიერებების ხსნადობა წყალში. ხსნადობის ცვლილება სხვადასხვა ტემპერატურაზე

1. ორ სინჯარაში მოათავსეთ 0,5—0,5 გ კალიუმის ნიტრატი და ნატრიუმის ქლორიდი, დაასხით მათ 5—5 მლ წყალი. გულმოდგინედ აურიეთ. მთლიანად

გაიხსნა ნივთიერებები? იმ სინჯარებში, რომლებშიც მთლიანად გაიხსნა. მცირე ულუფობით დაუმატეთ ნივთიერება გახსნის შეწყვეტამდე. განაგრძეთ სხნარების არევა.

გააკეთეთ დასკვნა კალიუმის ნიტრატისა და ნატრიუმის ქლორიდის შესახებ.

2. კალიუმის ნიტრატის და ნატრიუმის ქლორიდის გაჯერებულ სხნარებში სინჯარები რიგრიგობით გააცხელებთ ადუღებამდე, მაგრამ არ აადუღოთ. სინჯარებში, რომლებშიც გაცხელებისას მარილის ნალექი გაიხსნება, უმატეთ მარილები მცირე ულუფობით მანამდე, ვიდრე გახსნა არ შეწყდება. ერთნაირად შეიცვალა თუ არა მარილების ხსნადობა ტემპერატურის აწევით?

3. დუდილის ტემპერატურის მახლობელ ტემპერატურაზე მიღებული კალიუმის ნიტრატისა და ნატრიუმის ქლორიდის ნაჯერი სხნარები დატოვეთ ნელი გაციებისათვის და დააკვირდით მას. რა ხდება სხნარებში? რომელი მარილი გამოიყო მგტი რაოდენობით?

გააკეთეთ დასკვნა მყარი ნივთიერებების ხსნადობის ტემპერატურაზე დამოკიდებულების შესახებ.

16. ნატრიუმის, კალიუმის და რკინა(III)-ის ჰიდროქსიდების თვისებების განცნობა

1. დათვალიერეთ თქვენთვის მოცემულ სინჯარებში მოთავსებული ნატრიუმის, კალიუმისა და რკინა(III)-ის ჰიდროქსიდები. როგორია მათი აგრეგატული მდგომარეობა და ფერი?

2. თითოეულ სინჯარას დაამატეთ 3—4 მლ წყალი და ფრთხილად შეანჯღრიეთ. გამოიყოფა თუ არა სითბო? სრულიად გაიხსნა თუ არა სამივე ნივთიერება? ამდგომარეობის სითხეები გაფილტრეთ.

3. გაფილტრული სითხეები და ნატრიუმჰიდროქსიდის ხსნარი გაყავით ორ ნაწილად. ერთ ნაწილს დაამატეთ 2—3 წვეთი ნეიტრალური ლაკმუსის ხსნარი (ან მინის წყირით ხსნარის წვეთი. გადაიტანეთ ლაკმუსის ქაღალდზე), მეორე ნაწილს დაამატეთ ამდენივე ფენოლფთალიენის ხსნარი, როგორ შეიცვალა ინდიკატორების შეფერილობა?

დაკვირვების შედეგები ჩაწერეთ ტაბულაში.

ტ ა ბ უ ლ ა 7

ლითონთა ჰიდროქსიდების თვისებები

ნივთიერების სახელწოდება	ფორმულა	აგრეგატული მდგომარეობა	ფერი	წყალში ხსნადობა	მოქმედება	
					ლაკმუსზე	ფენოლფთალიენზე

17. ნეიტრალიზაციის რეაქცია

1. ფაიფურის ჯამზე დაასხით დაახლოებით 5 მლ (სინჯარის $\frac{1}{4}$) ნატრიუმის სიდის ხსნარი. ხსნარს დამატეთ 1—2 წვეთი ფენოლფთალეინის ხსნარი. გორ შეიცვალა ხსნარის ფერი? პიპეტით ამატეთ მარილმჟავას ხსნარი. თითოეული დამატების შემდეგ ხსნარი მინის წკირით აურიეთ. ჯერ ამატეთ 1—2 მლ-ით მჟავას ხსნარი, შემდეგ კი — წვეთობით. როდესაც ხსნარის ყოლოსფერი შეფერილობა გაქრება ერთი წვეთი მჟავას დამატებით, მისი დამატება შეწყვიტეთ.

2. მიღებული ხსნარის ნაწილი (დაახლოებით ნახევარი) გადასხით სინჯარაში, ზოლო დაჩენილი ნაწილი სანთურაზე ამოაშრეთ. ამოშრობის პროცესში ხსნარს მინის წკირით ურიეთ. დათვალეერეთ მიღებული მარილი.

18. უხსნადი ფუძეების ურთიერთმოქმედება მჟავებთან

ერთ სინჯარაში მოათავსეთ ცოტაოდენი სპილენძ(II)-ის ჰიდროქსიდი, მეორეში — რკინა(III)-ის ჰიდროქსიდი. დათვალეერეთ ისინი. პირველ სინჯარაში მცირე ულუფებით ამატეთ გოგირდმჟავას ხსნარი, მეორეში — მარილმჟავას ხსნარი, გიღრე ჰიდროქსიდები სრულად გაიხსნება, როგორი ფერის ხსნარები წარმოიქმნა? მიღებული ხსნარების 2—3 წვეთი მოათავსეთ მინის ფირფიტაზე და აორთქლებამდე დაიკავეთ სანთურის ალზე, რა დარჩა ფირფიტაზე?

19. სპილენძ(II)-ის ჰიდროქსიდის დაზღა გახურებისას

სინჯარაში მოათავსეთ მცირე რაოდენობით სპილენძ(II)-ის ჰიდროქსიდი. სადგარზე სინჯარის დახრილად, პირით ქვემოთ დამაგრების შემდეგ ჯერ მთლიანად გაათბეთ და შემდეგ იმ ადგილზე გააცხელეთ იგი, სადაც სპილენძ(II)-ის ჰიდროქსიდი. როგორ იცვლება საწყისი ნივთიერების ფერი? რას ამჩნევთ სინჯარის ცივ კედლებზე?

დაკვირვებათა შედეგები ჩაწერეთ რვეულში, ჩახატეთ სურათი აღნიშვნებით. დაწერეთ რეაქციის განტოლება.

სამუშაო I. სპირტურისა (გაზის სანთურის) და ლაბორატორიული შტატი-
ვის გამოყენების ხერხები

სპირტურის გამოყენება. ალის აგვარება

1. სპირტურის მოწყობილობა. სპირტურა შედგება: რეზერვუარისაგან, რომელშიც ჩასხმულია სპირტი. პატრუქისაგან, რომელიც მოთავსებულია ლითონის დისკოიან. მილში, და თალფაქისაგან (სურ. 57).

სპირტურას მოხსენით თალფაქი და დადეთ მაგიდაზე. ოდნავ ამოწიეთ მილიანი დისკო და პატრუქი (არ ამოიღოთ რეზერვუარიდან). თვალყური ადევნეთ, რომ სპირტურის რეზერვუარის პირი დისკოთი მჭიდროდ იყოს დახურული, რომ სპირტი თვით რეზერვუარში არ აინთოს.

2. სპირტურის მოწვადება. სპირტურის გამართვა შემდეგი თანამიმდევრობით ხდება: რეზერვუარში ძაბრით ასხავენ სპირტს (არა უმეტეს რეზერვუარის ტევადობის $\frac{2}{3}$ -ისა); მილში ათავსებენ ზამბის ძაფის პატრუქს ისე, რომ მილიდან არ გარდებოდეს. პატრუქის ბოლოს მაკრატლით გადაჭრიან. ანთების წინ პატრუქს სპირტით ასველებენ, სპირტურას თალფაქს დაახურავენ (ზამბის ძაფი თუ არა აქვთ, პატრუქს ზამბისაგან ამზადებენ).

გაკვეთილებზე თქვენ ყოველთვის გამართულ სპირტურას მიიღებთ. როდესაც სპირტურას არ იყენებენ, მას თალფაქს ახურავენ, წინააღმდეგ შემთხვევაში პატრუქიდან სპირტი სწრაფად აორთქლდება.

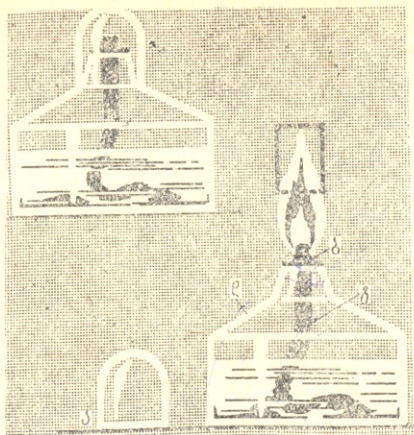
3. სპირტურის ანთება და ჩაქრობა. სპირტურას ანთებენ ასანთით ან კვართით. მისი ანთება არ შეიძლება მეორე ანთებული სპირტურით. ამან შეიძლება ხანძარი გამოიწვიოს. სულის შებერვით ანთებული სპირტურის ჩაქრობა დაუშვებელია. ამასაც შეიძლება ხანძარი მოჰყვეს.

ანთეთ სპირტურა. ჩააქრეთ ის თალფაქის დახურვით.

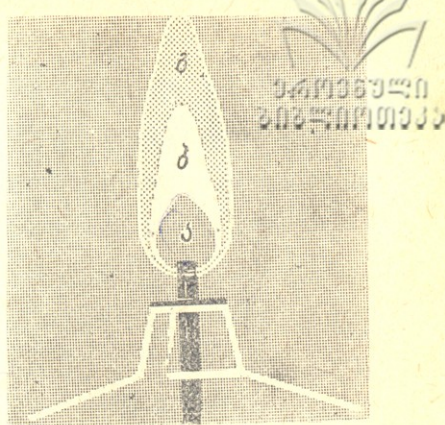
ალის გადიდებისათვის ჩამქრალი სპირტურის პატრუქი ოდნავ ამოწიეთ; ამისათვის მარცხენა ხელით დაიკავეთ დისკო, მარჯვენა ხელით კი ამოწიეთ პატრუქი, ხელახლა ანთეთ სპირტურა.

4. გახურება სპირტურაზე. დააკვირდით სპირტურის ალის (სურ. 58). ის არაერთგვაროვანია: პატრუქის ზევით ალი მუქი ფერისაა, კიდევზე და ალის ზედა ნაწილში კაშკაშაა, ალის მუქ ნაწილში სწრაფად შეიტანეთ ასანთის თავი და რამდენიმე ხანს დაიკავეთ პატრუქის თავზე. ასანთის თავი სწრაფად არ აინთება. მეორე ასანთის თავი შეიტანეთ ალის ზედა ნაწილში. ასანთი სწრაფად აინთება. ალის რომელ ნაწილშია მიხანშეწონილი გასახურებელი საგნის შეტანა?

სინჯარაში ჩაასხით (მისი ტევადობის $\frac{1}{4}$) წყალი, სინჯარა ალის ზედა მესამედში დაიკავეთ და განუწყვეტლივ არხით ან წრიულად ამოძრავეთ. გახურებისას არ შეიძლება სინჯარის ფსკერის პატრუქთან შეხება. შედარებით ცოცხა და სველ პატრუქთან შეხებისას სინჯარა შეიძლება გასკდეს. როდესაც წყალი აღუღდება, გაცხლება შეწყვიტეთ და სპირტურა ჩააქრეთ. სპირტურაზე მხოლოდ თხელკედლიანი მინის (ქიმიური) ჭურჭლის გახურება შეიძლება.



სურ. 57. სპირტქურა: ა — თაღფაქი, ბ — დისკოიანი მილი, გ — პატრუქი, დ — რეზერვუარი, სწორკუთხედით აღნიშნული არის ყველაზე უფრო მხურვალე ნაწილი.



სურ. 58. სპირტქურის ალი: ა — მუქი, ნაკლებად მხურვალე, ბ — კაშკაშა, მხურვალე, გ — ნაკლებ კაშკაშა, ყველაზე მხურვალე.

5. ჩაიხატეთ სპირტქურა და სურათზე აღნიშნეთ მისი ნაწილების სახელწოდებები.

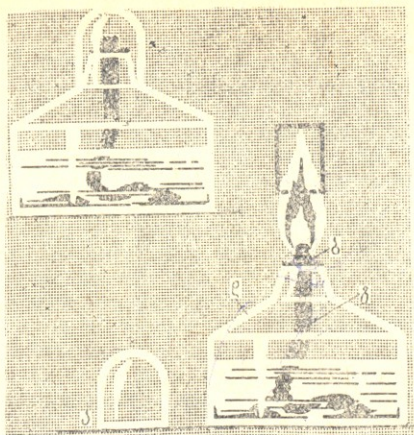
გაზის სანთურის გამომყვანება

1. ტექლუს გაზის სანთურის აღნაგობა. ტექლუს გაზის სანთურა შედგება სადგარისა და მასში ჩახრახნილი მილისაგან (სურ. 59). ამოხრახნეთ სანთურის მილი სადგარიდან. დაათვალიერეთ სადგარი.

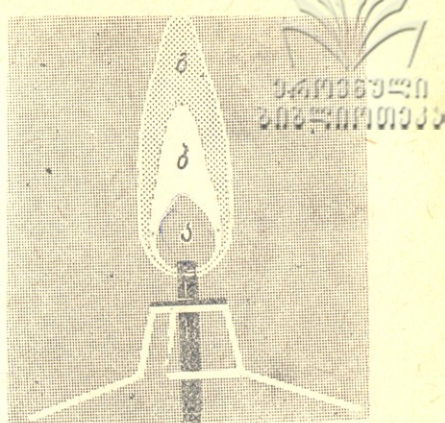
სადგარი სანთურის საყრდენია. ამის გარდა, მისი საშუალებით სანთურაში შედის გაზი. ამ მიზნით სადგარს გვერდით აქვს მილი, რომელზედაც გაზის ონკანთან შეერთებულ რეზინის მილს წამოაცვამენ. მოპირდაპირე მხარეზე ხრახნია, რომლითაც სანთურაში აირის მიწოდებას არეგულირებენ. თუ ამ ხრახნს ბოლომდე მოვუჭერთ, სანთურაში აირის მიწოდება წყდება; ხრახნის გასხნით შეიძლება აირის დიდი ან მცირე რაოდენობით მიწოდება.

სანთურის მილის ქვედა ნაწილში ხრახნს კუთხვილი აქვს; ამით შესაძლებელი ხდება მისი ჩახრახვნა სადგარში. მელის ამავე ქვედა ნაწილზე რგოლია ჩახრახნილი. სანთურის მილი შუა ადგილას გაფართოებულია. მილის გაფართოებული ნაწილი ქვევიდან დახურულია ნახვრეტებიანი ფირფიტით, რომლითაც ჰაერი შედის სანთურის მილში და მის ფართო ნაწილში ერევა ქვევიდან შემავალ აირს. სანთურის მილის გაფართოებულ ნაწილს შემრევი ეწოდება. სანთურაში შემავალ ჰაერს რგოლით არეგულირებენ. როდესაც მარეგულირებელი რგოლი მჭიდროდ ხურავს შემრევის ნახვრეტებს, ჰაერი სანთურაში არ შედის. რგოლის ამოხრახნისას ჰაერი შეაღწევს სანთურაში.

2. სანთურის მომზადება ასანთებად. სანთურის ასანთებად შემდეგი ოპერაციები შეასრულეთ:



სურ. 57. სპირტქურა: ა — თაღფაქი, ბ — დისკოიანი მილი, გ — პატრუქი, დ — რეზერვუარი, სწორკუთხედით აღნიშნული არის ყველაზე უფრო მხურვალე ნაწილი.



სურ. 58. სპირტქურის ალი: ა — მუქი, ნაკლებად მხურვალე, ბ — კაშკაშა, მხურვალე, გ — ნაკლებ კაშკაშა, ყველაზე მხურვალე.

5. ჩაიხატეთ სპირტქურა და სურათზე აღნიშნეთ მისი ნაწილების სახელწოდებები.

გაზის სანთურის გამომყენება

1. ტექლუს გაზის სანთურის აღნაგობა. ტექლუს გაზის სანთურა შედგება სადგარისა და მასში ჩაბრაზნილი მილისაგან (სურ. 59). ამოხრახნეთ სანთურის მილი სადგარიდან. დაათვალიერეთ სადგარი.

სადგარი სანთურის საყრდენია. ამის გარდა, მისი საშუალებით სანთურაში შედის გაზი. ამ მიზნით სადგარს გვერდით აქვს მილი, რომელზედაც გაზის ონკანთან შეერთებულ რეზინის მილს წამოაცვამენ. მოპირდაპირე მხარეზე ხრახნია, რომლითაც სანთურაში აირის მიწოდებას არეგულირებენ. თუ ამ ხრახნს ბოლომდე მოვუჭერთ, სანთურაში აირის მიწოდება წყდება; ხრახნის გასხნით შეიძლება აირის დიდი ან მცირე რაოდენობით მიწოდება.

სანთურის მილის ქვედა ნაწილში ხრახნს კუთხვილი აქვს; ამით შესაძლებელი ხდება მისი ჩაბრაზვნა სადგარში. მელის ამავე ქვედა ნაწილზე რგოლია ჩაბრაზნილი. სანთურის მილი შუა ადგილას გაფართოებულია. მილის გაფართოებული ნაწილი ქვევიდან დახურულია ნახვრეტებიანი ფირფიტით, რომლითაც ჰაერი შედის სანთურის მილში და მის ფართო ნაწილში ერევა ქვევიდან შემავალ აირს. სანთურის მილის გაფართოებულ ნაწილს შემრვევი ეწოდება. სანთურაში შემავალ ჰაერს რგოლით არეგულირებენ. როდესაც მარეგულირებელი რგოლი მჭიდროდ ხურავს შემრვევის ნახვრეტებს, ჰაერი სანთურაში არ შედის. რგოლის ამოხრახნისას ჰაერი შეაღწევს სანთურაში.

2. სანთურის მომზადება ასანთებად. სანთურის ასანთებად შემდეგი ოპერაციები შეასრულეთ:

ა) რეზინის მილის ერთი ბოლო მორგეთ გაზის ონკანის ქიმს, მეორე ბოლო — სანთურის სადგარის გვერდით მილს;

ბ) გაზის მიმწოდებელი ხრახნი საწყისი მდგომარეობიდან 1—2-ჯერ დასვათ რუნეთ. ხრახნის ბრუნების რაოდენობა გაზის ქსელში გაზის წნევაზე დამოკიდებული;

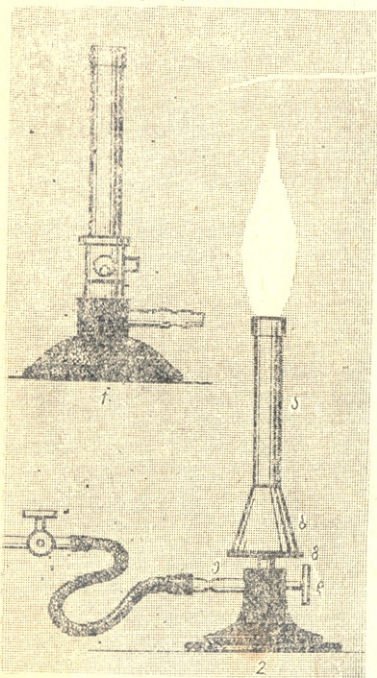
გ) ჰაერის მიმწოდებელი რგოლი ბოლომდე ასწიეთ; თუ სანთურის ანთების დროს ჰაერის რეგულატორი გახსნილი იქნა, გაზი შეიძლება აინთოს სანთურის შიგა ნაწილში ან როგორც ამბობენ, „ალი გახტეს“. ასეთ შემთხვევაში გაზის ონკანი სწრაფად უნდა დაიკეტოს; სანთურის გაცივების შემდეგ ჰაერის მიმწოდებელ რეგულატორს დაკეტავენ და სანთურას ხელახლა აანთებენ.

ჩატარეთ ყველა აღწერილი ოპერაცია, რომ სანთურა მოამზადოთ ასანთებად.

3. სანთურის ანთება. მომზადებული სანთურის ასანთებად საჭიროა (ჯერ შეისწავლეთ მითითებები, შემდეგ კი შეასრულეთ ისინი): ა) აანთოთ ასანთი; ბ) გახსნათ გაზის ონკანი; გ) ანთებული ასანთი მიუახლოვოთ სანთურის პირს გვერდიდან, თუ ანთებულ ასანთს ზევიდან მიუახლოვებთ, მაშინ გაზისა და ჰაერის ნარევის ძლიერმა ნაკადმა შეიძლება ალი ჩააქროს; დ) გახსენით ჰაერის რეგულატორი ისე, რომ არამნათი და დაბალი სიმაღლის (10 სმ-მდე) ალი მიიღოთ;

გაზის სანთურის ჩასაქრობად გაზის ონკანი უნდა დაკეტოთ.

თვალყური ადევნეთ, რომ ონკანები ყოველთვის დაკეტილი იყოს, როცა გაზით არ სარგებლობთ.



სურ. 59. ბუნუნის (1) და ტეკლუს (2) გაზის სანთურები: ა — მილი, ბ — შემრევი, გ — რგოლი, დ — ხრახნი, ე — გაზსადენი მილი.

4. განხრება გაზის სანთურაზე. გააცხელეთ სინჯარაში (მისი მოცულობის 1/4-მდე) წყალი, სინჯარა დაიკავეთ ალის ზედა მესამედში და განუწყვეტლივ ანჯღრიეთ. წყალი რომ აღუდგება, გაცხელება შეწყვიტეთ და სანთურა ჩააქრეთ.

5. დახატეთ სანთურა და სურათზე აღნიშნეთ მისი ნაწილების სახელწოდებები.

ლაბორატორიული შტატივის გამოყენება

1. შტატივის მოწყობილობა. შტატივი გამოიყენება (სურ. 60) ცდების ჩატარებისას ხელსაწყოების დასამაგრებლად. იგი შედგება თუჯის სადგარისაგან (ა), რომელშიც ჩაბრახნილია ღერო (ბ). სადგარი აპირობებს შტატივის მდგრადობას. ამორახნეთ ღერო.

ღერო ხელახლა ჩაბრახნეთ და ყოველთვის თვალყური ადევნეთ, რომ ის კარგად (ბოლომდე) იყოს ჩაბრახნილი.

ღეროზე მომკერებით (დ) ამაგრებენ შტატივის თათს (ე) და რგოლს (ვ). ღეროზე მომკერების გადაადგილება შეიძლება ზევით და ქვევით, აგრეთვე მის ირგვლივ, ამისათვის საჭიროა იმ ხრახნის მოშვება, რომლითაც მომკერი დამაგრებულია ღეროზე. მომკერი დამაგრეთ ღეროს შუა ადგილზე. გადაადგილეთ ის

ზევით, დასწიეთ ქვევით. ხელახლა გადაადგილეთ ღეროს შუა ადგილზე. მომჭერის მეორე ხრახნი მასში ამარბენ რგოლს ან შტატივის თათს. მომჭერში დაამარბეთ რგოლი, მეორეში კი — თათი.

ვინაიდან შეიძლება ღეროზე მომჭერის ზევით და ქვევით გადაადგილება, აგრეთვე მის ირგვლივ მოძრაობა, ამიტომ რგოლი და თათი შეიძლება ღეროს მიმართ დავამარბოთ სხვადასხვა სიმაღლეზე და სხვადასხვა კუთხით.

2. შტატივის გამოყენება. შტატივის თათში სინჯარა დაამარბეთ ვერტიკალურად ისე, რომ მას პირი ზემოთ ჰქონდეს. სინჯარა თათში ისე უნდა დავამარბოთ, რომ არ ჩამოვარდეს და ავასთანავე შეიძლება მოდეს მისი გადაადგილება. ძლიერ მოჭერით დამარბებული სინჯარა შეიძლება გასკდეს. თათში სინჯარას ამარბებენ მის პირთან ახლოს და არა შუა ნაწილით, რომ შეიძლება მოდეს მთელ სიგრძეზე გახურება. იგივე სინჯარა თათიდან გამოუღებლად შტატივზე დაამარბეთ ჰორიზონტალურად. ამისათვის საჭიროა იმ ხრახნის მოშეება, რომლითაც თათი დამარბებულია მომჭერში. და შტატივის თათის მობრუნება სინჯარიდან 90°-ით.

შტატივზე დაამარბეთ ჰიქა, შემდეგ კი ფაიფურის ჯამი. ჰიქის დასამარბებლად შტატივის რგოლზე დებენ სპეციალურ ბადეს, ხოლო მასზე დვამენ ჰიქას. სანთურის ალით ხურდება ბადე, მისგან კი ჰიქის ფსკერი თანაზომიერად ცხელდება.

ფაიფურის ჯამს შტატივის რგოლზე ათავსებენ ბადის გარეშე და უშუალოდ ალით ახურებენ. ზოგჯერ თანაზომიერი გახურების მიზნით ჯამს ათავსებენ სპეციალურ ბადეზე, რომელიც შტატივის რგოლზეა მოთავსებული.

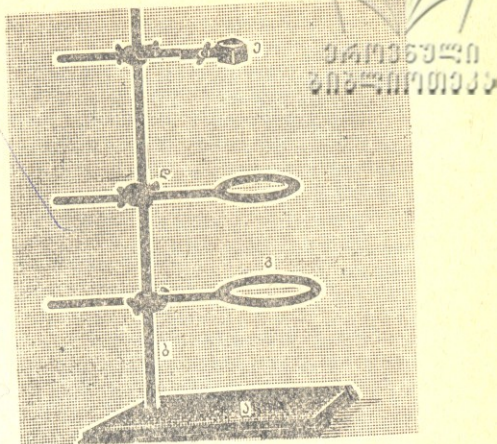
სა მ უ შ ა რ 2. სუფრის მარილის გასუფთავება

ამ საშუაოს შესრულებისას თქვენ გაეცნობით ხსნადი მყარი ნივთიერებების უხსნადი მინარევებისაგან გასუფთავების ერთ-ერთ ხერხს და შესწავლით: ჰიქა ლალის ფილტრის დამზადებას, სითხის ფილტვრას და ხსნარის ამოშრობით მარილის მიღებას.

1. გაუქუქიანებული მარილის გახსნა. ჰიქაში ჩაასხით 20 მლ გამოხდილი წყალი და მასში კოვზით ჩაყარეთ ჰუქუქიანი მარილი მცირე ულუფებით. მარილის გახსნის დასაჩქარებლად სითხე აუროთ მინის წკირით, რომელსაც ბოლოზე წამოცმული აქვს რეზინის ბატარა მილი, როდესაც არევის მიუხედავად, მარილის გახსნა შეწყდება, შეწყვიტეთ მარილის დამატება. როგორია მიღებული ხსნარის გარეგნული შესახედაობა?

2. მარილის მღვრიე ხსნარის გასუფთავება ფილტვრით. ლაბორატორიებში წყალხსნარების ფილტვრისას იყენებენ გაუწებავ ფოროვან ქალალდს. მისგან ამზადებენ ფილტრს.

ალით მინის ძაბრის დამეტრზე ორჯერ უფრო დიდი სივანის ფილტრის ქალალდის ფურცელი (ამ ძაბრში უნდა ჩადოთ ფილტრი). ფურცელი კვადრატული



სურ. 60. ლაბორატორიული შტატივი: ა — სადგარი, ბ — ღერო, გ — რგოლი, დ — მომჭერი, ე — შტატივის თათი.

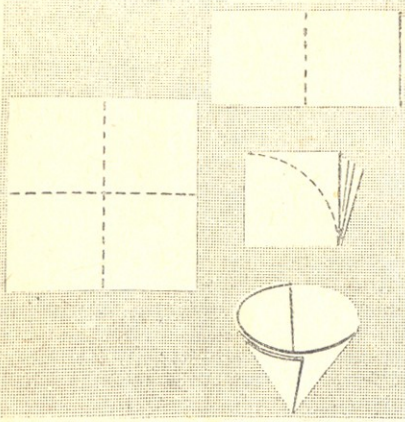


უნდა იყოს. იმის შესამოწმებლად, რომ აღებული ქაღალდის ფურცელი კვადრატულია, ქაღალდის ფურცლის ერთი მხარე დააზომეთ იმავე ფურცელის მეორე მხარეს, ზედმეტი გადაკეცეთ და გადანაკეცი მაკრატლით ჩაშეთ. მხოლოდ ბული კვადრატული ქაღალდის ფურცელი ოთხად დაკეცეთ. შემდეგ კვადრატის კიდეები შემოჭერთ ისე, რომ ქაღალდის სექტორი მიიღოთ. მიღებული სექტორი, რომელიც ოთხი შრისაგან შედგება, გაშალეთ — მიიღება ქაღალდის კონუსი (სურ. 61). ქაღალდის კონუსი (ფილტრი) ჩადეთ მინის ძაბრში ისე, რომ მთელი თავისი ზედაპირით ის მჭიდროდ ეხებოდეს ძაბრის კედელს. ძაბრში ფილტრის მართებული მდგომარეობა დამოკიდებულია ქაღალდის ფილტრის (ქაღალდის კონუსის) და ძაბრის კონუსის კუთხეების შესაბამისობაზე. ფილტრი არ უნდა ფარავდეს ძაბრს, მისი ზედა კიდე ძაბრის კიდისაგან 0,5 სმ-ით უნდა იყოს დაშორებული, თუ ძაბრის კიდეს გადაცილებულია, შემოჭერთ.

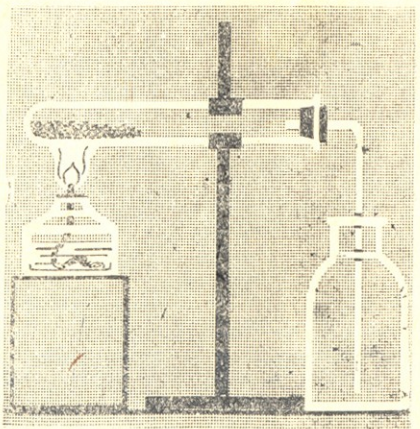
ძაბრში ჩაფენილი ფილტრი წყლით დაასველეთ. დასველებს დროს ძაბრს ჭიქის ან ქილის ზევით დახრილად დაიკავეთ და აბრუნეთ. ფილტრის დასველება შეიძლება მინის წკირით მასზე წყლის წვეთების გადატანით. დასველებული ფილტრი ძაბრის კედლებს ეწყებება და არ ამოვარდება. ფილტრიანი ძაბრი მოათავსეთ კოლბის ყელში ან შტატივის რგოლში. უკანასკნელ შემთხვევაში მის ქვეშ მოათავსეთ ჭიქა ან სინჯარა, დააკვირდით, რომ ძაბრის მილი ეხებოდეს ჭიქის შიგა კედელს.

ჭუჭყიანი მარილის ხსნარი ფილტრზე დაასხით მინის წკირის გამოყენებით. წკირის ქვედა ბოლო მიმართეთ ძაბრის კედლისაკენ და არა შუა ნაწილისაკენ (სურ. 2). მაშინ სითხის ჭავლი მოხვდება ძაბრის კედელს. რომელსაც მტკიცედ ეხება ფილტრი. თუ სითხის ჭავლი ქაღალდის კონუსის წვეროსაკენ იქნა მიმართული, მაშინ შეიძლება ფილტრი გაიხეს. ძაბრში სითხე იმდენი უნდა ჩაასხათ, რომ სითხის დონე ფილტრის კიდეებიდან 0,5 სმ-ით დაბლა იყოს. თუ სითხის დონე მეტი იქნა, მაშინ ის ფილტრსა და ძაბრის კედლებს შორის ჩაედინება და მინარეგებისაგან არ გასუფთავდება.

3. გასუფთავებული მარილის ხსნარის აორთქლება. მიღებული ფილტრის ფურცლის ჯამში ჩაასხით და შტატივის რგოლზე დადგით. ხსნარიანი ჯამი სანთურის ოლით გაცხელეთ. სითხე რომ არ გაიშხეფოს, მინის წკირით ურიეთ. როდესაც



სურ. 61. ფილტრის დამზადება.



სურ. 62. უანგბადის მისაღები და შესაგროვებელი ხელსაწყო.

საც ჯამში მარილის კრისტალები გაჩნდება, გახურება შეწყვეტეთ. ერთმანეთს შეადარეთ მიღებული და მუშაობის დასაწყისში აღებული მარილები.

4. ჩატარებული მუშაობის ანგარიში შეადგინეთ შემდეგი გეგმის მიხედვით:

1) სამუშაოს დასახელება;

2) სამუშაოს თითოეული ნაწილის დასახელება და მიღებული შედეგის მოკლე აღწერა. ან გამოყენებული ხელსაწყოების სურათი განმარტებითი წარწერებით;

3) საერთო დასკვნა.

სამუშაო 3. ჟანგბადის მიღება და თვისებები

ამ სამუშაოს შესრულებისას განიმტკიცებთ ცოდნას ჟანგბადის ფიზიკური და ქიმიური თვისებების შესახებ. იმასთანავე გაეცნობით ჭურჭელში გაზის შეგროვებას ჰერის გამოძევების ხერხით.

ჟანგბადის მიღება და შეგროვება

1. ააწყვეთ ხელსაწყო 62-ე სურათის მიხედვით, შეამოწმეთ ხელსაწყოების ჰერმეტიზაცია.

ხელსაწყოში ჩაყარეთ მისი მოცულობის $\frac{1}{4}$ კალიუმპერმანგანატი, დაუცეთ საცობი გაზსადენი მილით, სინჯარის შიგნით საცობთან მოთავსეთ ბამბის გუნდა. ხელსაწყო დაამაგრეთ შტატივის თათში ისე, რომ სინჯარის ფსკერი ოდნავ მაღლა იყოს მის პირთან შედარებით, მოამზადეთ ქილა მასზე მორგებული საცობით. სანთურის ალით ჯერ მთელი სინჯარა გაახურეთ, შემდეგ კი მისი მხოლოდ ის ნაწილი, სადაც კალიუმპერმანგანატი მოთავსებულია.

გახურება დაიწყეთ სინჯარის ფსკერიდან, შემდეგ კი, კალიუმპერმანგანატის დაშლის მიხედვით. სანთურის ალი გადაადგილეთ სინჯარის იმ ნაწილისაკენ, სადაც დარჩენილია დაუშლელი კალიუმპერმანგანატი.

გაზსადენი მილის ბოლოსთან მიიტანეთ მბუქუთავი კვარი, რომლითაც უხდა გაარკვიოთ — დამთავრდა თუ არა სინჯარიდან ჰერის გამოძევება და დაიწყო ჟანგბადის გამოყოფა.

2. როდესაც გაარკვევთ, რომ მილიდან ჟანგბადი გამოიყოფა, გაზსადენი მილის ბოლო ქილის ფსკერამდე ჩაუშვით. ჟანგბადით ქილის ავსება შეამოწმეთ მბუქუთავი კვარით. ჟანგბადით ავსებული ქილა გადადგიეთ (შტატივი ასწიეთ) და დაუცეთ საცობი. ამის შემდეგ შტატივი ხელსაწყოიანად გადადგიეთ.

ნახშირის წვა ჟანგბადში

3. რკინის კოვზზე მოთავსეთ ხის ნახშირის ნატეხი და გაავარჯერეთ სანთურის ალში. კოვზი მბუქუთავი ნახშირიანად შეიტანეთ ჟანგბადიან ქილაში. რა შეიმჩნევთ? როდესაც წვა შეწყდება, იმავე მილში ჩაასხით ცოთაოდენი კირიანი წყალი და შეანჯღრიეთ. როგორ შეიცვალა კირიანი წყალი? რატომ?

4. შეადგინეთ ჩატარებული სამუშაოს ანგარიში მე-2 სამუშაოს ბოლოს მოტანილი გეგმის მიხედვით. მეორე პუნქტის ჩანაწერში აღნიშნეთ რეაქციის განტოლება. დასკვნაში ჩამოთვალეთ ჟანგბადის ფიზიკური და ქიმიური თვისებები, რომლებიც ცდის ჩატარებისას შენიშნეთ.

ექსპერიმენტული ამოცანა. (ამ ამოცანას ამოხსნიან ის მოსწავლე-
ები, რომლებიც სამუშაოს მოცემულ დროზე ადრე შეასრულებენ).

შეამოწმეთ, გამოიყოფა თუ არა ქანგბადი: ა) კალიუმნიტრატის, ბ) მანგანუმის
(IV)-ის ოქსიდის გახურებისას.

სამუშაო 4. შაბიანის მიღება სპილენძ(II)-ის ოქსიდისა და გოგირდმჟავას ურთიერთმოქმედებით

სამუშაოს ჩატარებისას თქვენ განიმტკიცებთ ცოდნას ლითონის ოქსიდისა და მჟავას ურთიერთმოქმედების პირობების შესახებ და აითვისებთ მარილების მიღებისა და ხსნარიდან მისი გამოყოფის ჩვევებს.

1. დაწერეთ სპილენძ(II)-ის ოქსიდსა და გოგირდმჟავას შორის რეაქციის განტოლება.

2. დაამზადეთ ფილტრი.

3. სინჯარაში ჩაასხით (ფრთხილად!) დაახლოებით 5 მლ გოგირდმჟავას ხსნარი. ხსნარი თითქმის ადუღებამდე გააცხელეთ (ფრთხილად!) და დაამატეთ ცოტათუნო (ჩაის კოვზის $\frac{1}{4}$) სპილენძ(II)-ის ოქსიდი. ჭიქის შიგთავსი მინის წკირით აურიეთ. როდესაც სპილენძ(II)-ის ოქსიდი გაიხსნება, დაამატეთ შემდეგი ულუფა, ხელახლა აურიეთ და დაელოდეთ მის გახსნას. სპილენძ(II)-ის ოქსიდის დამატება გაიმეორეთ მანამდე, ვიდრე მისი გახსნა შეწყდება. ხსნარი გამუდმებით აცხელეთ, მაგრამ არ აადუღოთ, ამისათვის დროგამოშვებით გადადგით სანთურიდან. როდესაც ხელახლა დამატებული სპილენძ(II)-ის ოქსიდი აღარ გაიხსნება, გაცხელება შეწყვიტეთ.

4. ცხელი სითხე გაფილტრეთ ფაიფურის ჯამზე და ააორთქლეთ მარილის კრისტალების გაჩენამდე ხსნარის ზედაპირზე. გაცხელება შეწყვიტეთ, დააცადეთ ხსნარს გაცივება. დააკვირდით შემდგომ კრისტალიზაციას, როგორი ფერისაა კრისტალები?

5. შეადგინეთ სამუშაოს ანგარიში ადრე მოცემული გეგმის მიხედვით.

სამუშაო 5. ხსნარის მომზადება, რომელიც შეიცავს გახსნილი მარილის გარკვეულ მასურ წილს

1. გაიანგარიშეთ მოცემული მასის მქონე ხსნარის დასამზადებლად საჭირო მარილისა და წყლის მასები, რომელიც შეიცავს მარილის მოცემულ მასურ წილს.

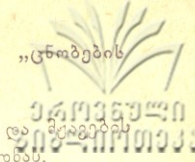
2. გამოანგარიშების შესაბამისად სასწორზე აწონეთ (აწონის წესები გაიხსენეთ ფიზიკის კურსიდან) საჭირო მასის მქონე მარილი და საზომი ცილინდრით გამოზომეთ (გაიხსენეთ სითხეების გაზომვის წესები) საჭირო მოცულობის გამოხდილი წყალი.

3. გამოწონილი მარილის ულუფა მოათავსეთ კოლბაში და ჩაასხით მასში გამოზომილი წყალი. კოლბის შიგთავსი აურიეთ მარილის სრულად გახსნამდე.

4. ქაღალდის ფურცელზე დაწერეთ მარილის ფორმულა და მისი მასური წილი დამზადებულ ხსნარში. ეს ფურცელი კოლბის გვერდით დადეთ.

5. ანგარიშში მოკლედ აღწერეთ მუშაობის მსვლელობა, დაურთეთ განგარიშება.

სამუშაო №. ექსპერიმენტული ამოცანების ამოხსნა თემაზე „ცნობების განვითარება არაორგანულ ნერთთა ძირითადი კლასების შესახებ“.



- ამ მეცადინეობაზე თქვენ გამოიყენებთ ოქსიდების, ფუძეებისა და მარილების ქიმიური თვისებებისა და კლასიფიკაციის შესწავლის მიღებულ ცოდნას.
- ამოცანა 1.** როგორ გავწმინდოთ რკინის ლურსმანი ქანგისაგან ქიმიური ხერხით? გააქეთთ ეს და ახსენით. მიიღეთ მხედველობაში, რომ რკინის ქანგის შედგენილობაშია რკინა(III)-ის ჰიდროქსიდი.
- ამოცანა 2.** მოცემული გაქვთ თუთიისა და სპილენძის ფხვნილთა ნარევი. ამ ნარევიდან ქიმიური ხერხით გამოიყავით სპილენძის ფხვნილი. დაწერეთ რეაქციის განტოლება.
- ამოცანა 3.** მოცემული გაქვთ შავი ფერის ნივთიერებათა ფხვნილისებრი ნარევი. გვიჩვენეთ, არას თუ არა ამ ნარევეში სპილენძ(II)-ის ოქსიდ დაწერეთ რეაქციის განტოლება.
- ამოცანა 4.** განსაზღვრეთ, თქვენთვის მოცემული სინჯარებიდან რომელშია ნატრიუმქლორიდის ხსნარი. მუჯავს ხსნარი და ტუტის ხსნარი.
- ამოცანა 5.** ცდით დადასტურეთ, რომ მაგნიუმის ჰიდროქსიდს ფუძის თვისებები აქვს.
- ამოცანა 6.** ცდით დადასტურეთ, რომ მაგნიუმის ოქსიდი ფუძე ოქსიდებს მიეკუთვნება.
- ამოცანა 7.** მაგნიუმის ოქსიდის გამოყენებით მიიღეთ მაგნიუმის სულფატი.
- ამოცანა 8.** რკინა(III)-ის ჰიდროქსიდის გამოყენებით მიიღეთ რკინა(III)-ის სულფატი.
- ამოცანა 9.** სპილენძ(II)-ის ოქსიდის გამოყენებით მიიღეთ სპილენძ(II)-ის ქლორიდი.

უმნიშვნელოვანესი ელემენტების ფარდობითი ატომური მასები (დამრგვალებული)

ელემენტის დასახელება	ნიშანი	ფარდობითი ატომური მასა	ელემენტის დასახელება	ნიშანი	ფარდობითი ატომური მასა
აზოტი	N	14	მანგანუმი	Mn	55
ალუმინი	Al	27	ნატრიუმი	Na	23
ბარიუმი	Ba	137	ნახშირბადი	C	12
ბორი	B	11	ნიკელი	Ni	59
ბრომი	Br	80	ოქრო	Au	197
ბისმუტი	Bi	209	პლატინა	Pt	195
გოგირდი	S	32	ჟანგბადი	O	16
დარიშხანი	As	75	რკინა	Fe	56
ვერცხი	Ag	108	სილიციუმი	Si	28
ვერცხლისწყალს	Ag	201	სპილენძი	Cu	64
თუთია	Zn	65	სტრონციუმი	Sr	88
იოდი	I	127	სტიბიუმი	Sb	122
კადმიუმი	Cd	112	ტყვია	Pb	207
კალა	Sn	119	ფოსფორი	P	31
კალიუმი	K	39	ფთორი	F	19
კალციუმი	Ca	40	ქლორი	Cl	35,5
კობალტი	Co	59	ქრომი	Cr	52
მაგნიუმი	Mg	24	წყალბადი	H	1

ქიმიის ენის ათვისების შემდეგ თქვენ გაიგეთ, თუ რაოდენ ბევრ ცნობას იძლევა ნივთიერების შესახებ მისი ქიმიური ფორმულა, ხოლო ქიმიური რეაქციის შესახებ — მისი განტოლება. ქიმიური განტოლებები გამოსახავს ქიმიური რეაქციის არა მარტო თვისებრივ მხარეს (რომელი ნივთიერებები მონაწილეობს მასში და რა წარმოიქმნება), არამედ რაოდენობრივ მხარესაც: როგორია რეაქციაში შემავალ და მის შედეგად მიღებულ ნივთიერებათა მასები. ვიწყებთ სწორედ ამ საკითხების განხილვას.

§ 52. ნივთიერების რაოდენობა. მოლი — ნივთიერების რაოდენობის ერთეული

თქვენთვის ცნობილია, რომ ნივთიერებები რეაქციაში შედიან ზუსტად განსაზღვრული თანაფარდობით. სუფთა ნივთიერების, მაგალითად, რკინა (II)-ის სულფიდის მისაღებად რეაქციისათვის საჭიროა ავიღოთ (თანახმად ნივთიერების ფორმულისა FeS) იმდენი რკინა და გოგირდი, რომ რკინის თითოეულ ატომზე გოგირდის ერთი ატომი მოდიოდეს.

ძნელი წარმოსადგენია. გამოვითვალოთ ნივთიერების ატომების ან მოლეკულების გარკვეული რიცხვი ქიმიური რეაქციისათვის, მაგრამ ეს არც არის აუცილებელი. ქიმიაში იყენებენ განსაკუთრებულ ფიზიკურ სიდიდეს, რომელსაც ნივთიერების რაოდენობა ეწოდება.

ნივთიერების რაოდენობა (V) განისაზღვრება მისი სტრუქტურული ნაწილაკების (ატომების, მოლეკულების ან სხვა ნაწილაკების) რაოდენობით. ნივთიერების რაოდენობას გამოსახავენ მოლებით (მოლი). სიტყვა „მოლი“ წარმოქმნილია ლათინური სიტყვიდან *mole*, რაც რაოდენობას, სიმრავლეს ნიშნავს.

მოლი — ნივთიერების რაოდენობის ერთეულია.

ერთი მოლი ტოლია ნივთიერების იმ რაოდენობისა, რომელიც შეიცავს მოცემულ რაოდენობის

ერების იმდენსავე სტრუქტურულ ნაწილს, რამდენი ატომიცაა 12 გ ნახშირბადში . დადგენილია, რომ $12 \text{ გ ნახშირბადშია } 6 \cdot 10^{23}$ ატომი. მაშასადამე, მავლეთის წყლის $1 \text{ მოლი შეიცავს } 6 \cdot 10^{23}$ მოლეკულას, გოგირდის $1 \text{ მოლი} - 6 \cdot 10^{23}$ ატომს და ა. შ.

რიცხვს $6 \cdot 10^{23}$ XIX ს. იტალიელი მეცნიერის ა. ავოგადროს პატივსაცემად ეწოდა ავოგადროს მუდმივა¹. ეს რიცხვი განუზომლად მეტია, ვიდრე დედამიწაზე მცხოვრებ ადამიანთა თავებზე თმების რიცხვი, მეტია იმდენ ჭიქა წყალზე, რამდენიცაა ყველა ოკეანეში, ზღვასა და მდინარეში. მისი გამოთვლა მეცნიერების ისეთივე მიღწევაა, როგორიცაა ბუნებაში არსებული უდიდესი სიჩქარის — სინათლის სიჩქარის განსაზღვრა.

ამრიგად, ქიმიამ ფიზიკური სიდიდის — ნივთიერების რაოდენობის — გამოყენება საშუალებას გვაძლევს ნივთიერებებს ამა თუ იმ ულუფისათვის გამოვთვალოთ ნაწილაკთა რიცხვი და ავიღოთ იგარეაქციისათვის შესაბამისი თანაფარდობებით.

განვიხილოთ მაგალითები.

მაგალითი 1. მოცემულია გოგირდის ულუფები: ა) 2 მოლი , ბ) $0,5 \text{ მოლი}$, გ) $0,1 \text{ მოლი}$. რამდენი ატომია თითოეულ მათგანში?

ჩადგან $1 \text{ მოლ გოგირდში } 6 \cdot 10^{23}$ ატომია, ამიტომ: ა) გოგირდის $2 \text{ მოლი შეიცავს } 2 \cdot 6 \cdot 10^{23} = 12 \cdot 10^{23}$ ატომს; ბ) გოგირდის $0,5 \text{ მოლი შეიცავს } 0,5 \cdot 6 \cdot 10^{23} = 3 \cdot 10^{23}$ ატომს; გ) $0,1 \text{ მოლი გოგირდი შეიცავს } 0,1 \cdot 6 \cdot 10^{23} = 0,6 \cdot 10^{23}$ ატომს.

მაგალითი 2. რამდენი მოლი ალუმინი და რამდენი მოლი გოგირდი უნდა ავიღოთ ალუმინის სულფიდის Al_2S_3 მისაღებად, რომ გოგირდიც და ალუმინიც მთლიანად შევიდეს რეაქციაში?

ფორმულიდან ჩანს, რომ ალუმინის ყოველ 2 ატომზე მოდის გოგირდის 3 ატომი. მაშასადამე, ალუმინის 2 მოლზე უნდა ავიღოთ გოგირდის 3 მოლი. მაგრამ შესაძლებელია პროპორციულად როგორც ალუმინის, ისე გოგირდის გადიდება ან შემცირება. მაგალითად, ავიღოთ ალუმინის 4 მოლი და გოგირდის 6 მოლი ან ალუმინის $0,2$ მოლი და გოგირდის $0,3$ მოლი და ა. შ.

¹ ავოგადროს მუდმივას უფრო ზუსტი მნიშვნელობაა $6,022045 \cdot 10^{23}$ მოლი

- ? 1. რას აჩვენებს ფიზიკური სიდიდე — ნივთიერების რაოდენობა?
- ▲ 2. რამდენი მოლეკულა წყლის: ა) 3 მოლში, ბ) 0,3 მოლში, გ) 5 მოლში?
3. გამოსახეთ მოლეზით შემდეგი მონაცემები: ა) $12 \cdot 10^{23}$ ატომი სპილენძი, ბ) $3 \cdot 10^{23}$ მოლეკულა ჟანგბადი, გ) $24 \cdot 10^{23}$ ატომი თუთია.
4. რამდენი ატომი ფოსფორი და ჟანგბადია ფოსფორ(V)-ის აქსიდის P_2O_5 -ში?
 ა) 1 მოლში, ბ) 0,5 მოლში, გ) 3 მოლში?

§ 53. მოლური მასა

თქვენთვის ცნობილია, რომ ქიმიური რეაქციებისათვის ნივთიერებათა რაოდენობა გამოისახება მოლეზით. მაგრამ პრაქტიკულად როგორ ავზომოთ საჭირო რაოდენობის ნივთიერება? როგორც ჩანს, მოლეზით ნივთიერების რაოდენობის გამოსახვიდან უნდა გადავიდეთ ნივთიერების მასის გრამებით გამოსახვაზე. ამისათვის იყენებენ ნივთიერების მოლურ მასას.

ნივთიერების მოლური მასა M არის მისი მასის შეფარდება ნივთიერების რაოდენობასთან. მოლურ მასას გამოსახავენ გრამობით მოლზე (გ/მოლი):

$$M = \frac{m}{\nu}$$

სადაც — m არის მასა გრამებით; ν — ნივთიერების რაოდენობა მოლეზით.

$$\text{მაგალითად, } M(H_2O) = \frac{18 \text{ გ}}{1 \text{ მოლი}} = 18 \text{ გ/მოლი.}$$

მოლური მასა თითოეული მოცემული ნივთიერებისათვის მუდმივი სიდიდეა.

მაგალითად, წყლის მოლური მასის იგივე მნიშვნელობა მიიღება, თუ ავიღებთ ნივთიერების ნებისმიერი მასის შეფარდებას მოცემული ნივთიერების შესაბამის რაოდენობასთან:

$$M(H_2O) = \frac{36 \text{ გ}}{2 \text{ მოლი}} = \frac{9 \text{ გ}}{0,5 \text{ მოლი}} = \frac{1,8 \text{ გ}}{0,1 \text{ მოლი}} = 18 \text{ გ/მოლი}$$

ნივთიერების მოლური მასის რიცხვითი მნიშვნელობა ემთხვევა მოლეკულის ან ატომის მასის რიცხვით მნიშვნელობას და ნივთიერების ფარდობით მოლეკულურ მასას ან ელემენტის ფარდობით ატომურ მასას.

შეადარეთ
ნივთიერებები

ფარდობითი მოლეკულური და ფარდობითი ატომური მასები

მოლური მასა **ეროვნული უნივერსიტეტი**

H_2SO_4	98	98 გ/მოლი
P	31	31 გ/მოლი
H_2O	18	18 გ/მოლი
Cu	64	64 გ/მოლი

$M = \frac{m}{v}$ ფორმულის საფუძველზე შეიძლება ნივთიერების მასის განმარტება ნივთიერების ცნობილი რაოდენობიდან და პირიქით, ნივთიერების რაოდენობის განმარტება, თუ ცნობილია მისი მასა.

მაგალითი 1. რეაქციისათვის აუცილებელია 0,5 მოლი სპილენძი (II)-ის ოქსიდი. რა რაოდენობით უნდა ავზომოთ სპილენძი(II)-ის ოქსიდი სასწორზე?

$$M(CuO) = 80 \text{ გ/მოლი}; \quad v = 0,5 \text{ მოლი}, \quad m = 40 \text{ გ.}$$

$$m = 80 \text{ გ/მოლი} \cdot 0,5 \text{ მოლი} = 40 \text{ გ.}$$

მაგალითი 2. მოცემულია 36 გ მასის მქონე წყლის ულუფა. რა რაოდენობით წყლის ნივთიერებას შეადგენს იგი?

$$M(H_2O) = 18 \text{ გ/მოლი}; \quad m = 36 \text{ გ}; \quad v = \frac{m}{M};$$

$$v = 36 \text{ გ} : 18 \text{ გ/მოლი} = 2 \text{ მოლი.}$$

- ▲ ?
1. რას ნიშნავს შემდეგი ჩანაწერები: $v(S) = 2$ მოლს; $v(H_2O) = 0,5$ მოლს?
 2. რამდენ მოლს შეადგენს სპილენძი(II)-ის ოქსიდის: ა) 160 გ, ბ) 16 გ, გ) 8 გ, დ) 0,8 გ?
 3. როგორ მასას შეესაბამება აღებული რკინა(III)-ის რაოდენობები: ა) 0,25 მოლი, ბ) 3 მოლი, გ) 0,1 მოლი, დ) 2 მოლი?
 4. რამდენი მოლეკულაა წყლის შემდეგ ულუფებში: ა) 72 გ, ბ) 1,8 გ?
 5. რამდენ მოლეკულას შეადგენს წყლის 0,5 მოლი?
 6. შეიძლება თუ არა რეაქციისათვის ავიღოთ 16 გ გოგირდის ნაცვლად 0,5 მოლი? რატომ?
 7. მოსწავლეს რეაქციისათვის უნდა აეღო 0,2 მოლი მავნიუმი. მან სასწორზე გამოწონა 6 გ მავნიუმი. სწორად შეასრულა თუ არა მან დავალება? თქვენ როგორ მოიქცეოდით?

§ 54. ბანახარობიანი ქიმიური ფორმულებისა და განტოლებების მიხედვით

ქიმიური ფორმულებისა და განტოლებების მიხედვით განმარტებისას მხედველობაში უნდა ვიქონიოთ, რომ ამოსახსნელი ამოცანის

პირობის მიხედვით ნივთიერების ქიმიურ ფორმულაში შეიძლება გვიგულისხმობთ მისი არა მარტო ცალკეული მოლეკულა, არამედ ნივთიერების რაოდენობა, 1 მოლი. მაგალითად, ფორმულა H_2O წყლის მოლეკულასაც მისი ფარდობითი მოლეკულური მასით 18, მოლურ მასასაც 18 გ/მოლს, და წყლის 1 მოლსაც.

ბაანგარიშვანი ქიმიური ფორმულის მიხედვით

მაგალითი 1. როგორია 40 გ რკინა(III)-ის ოქსიდში შემავალი რკინის მასა?

რკინა (III)-ის ოქსიდის ფორმულაა Fe_2O_3 .

$$M_r(Fe_2O_3) = 2 \cdot 56 + 3 \cdot 16 = 112 + 48 = 160$$

$$M_r(Fe_2O_3) = 160 \text{ გ/მოლი}$$

ვინაიდან ფორმულა Fe_2O_3 ამ ნივთიერების 1 მოლს აღნიშნავს, შეგვიძლია ვიპოვოთ Fe_2O_3 მასა:

$$m = 160 \text{ გ/მოლი} \cdot 1 \text{ მოლი} = 160 \text{ გ.}$$

ვანგარიშობთ რკინის მასას. რკინა(III)-ის ოქსიდის ფორმულის თანახმად, რომლის მასაა 160 გ, რკინის ატომზე მოდის 112 გ მასა. მაშინ ამოცანის პირობის მიხედვით 40 გ რკინა(III)-ის ოქსიდში იქნება x გ რკინა.

ვადგენთ პროპორციას:

$$160 \text{ გ} : 112 \text{ გ} = 40 \text{ გ} : x \text{ გ}$$

$$x = \frac{112 \text{ გ} \cdot 40 \text{ გ}}{160 \text{ გ}} = 28 \text{ გ.}$$

პასუხი: 40 გ რკინა(III)-ის ოქსიდში რკინის ატომების წილად მოდის 28 გ მასა.

მაგალითი 2. როგორი იქნება ნატრიუმჰიდროქსიდის მასა, თუ ცნობილია, რომ მასში შემავალი ნატრიუმის ყველა ატომის მასა არის 46 გ.

ვანგარიშობთ:

$$M_r(NaOH) = 23 + 16 + 1 = 40$$

$$M_r(NaOH) = 40 \text{ გ/მოლი}$$

$$m(NaOH) = 40 \text{ გ/მოლი} \cdot 1 \text{ მოლი} = 40 \text{ გ.}$$

ფორმულის თანახმად ნატრიუმის ჰიდროქსიდში, რომლის მასა არის 40 გ, ნატრიუმის ატომზე მოდის 23 გ მასა. ამოცანის პირობის თანახმად ნატრიუმის ჰიდროქსიდში, რომლის მასა არის x გ, ნატრიუმის ატომებზე მოდის 46 გ მასა.

ვადგენთ პროპორციას:

$$40 \text{ გ} : 23 \text{ გ} = x \text{ გ} : 46 \text{ გ}$$

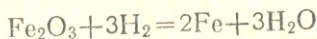
$$x = \frac{40 \text{ გ} \cdot 46 \text{ გ}}{23 \text{ გ}} = 80 \text{ გ.}$$

პასუხი: ნატრიუმის ჰიდროქსიდის მასაა 80 გ.

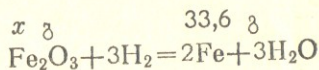
განაზაროვნავანი ჰიმიური განტოლებების მიხედვით

მაგალითი 3. რამდენი რკინის ოქსიდია Fe_2O_3 საჭირო მისგან წყალბადით აღდგენის დროს 33,6 გ რკინის მისაღებად? ამოცანა შეიძლება ამოიხსნას შემდეგი წესით:

1. ვწერთ რეაქციის განტოლებას;



2. რკინის ფორმულას თავზე ვაწერთ გრამების რიცხვს (33,6 გ), ხოლო რკინის ოქსიდის ფორმულას — x გ (ეს იმისთვისაა საჭირო, რომ ამოცანის ამოხსნისას არ დავუბრუნდეთ ისევ და ისევ მის პირობას, ყოველთვის ვხედავდეთ: რაა მოცემული, რას ვეძებთ, მასის ან მოცულობის როგორ ერთეულებშია ერთი და მეორე გამოსახული):



3. ვსაზღვრავთ მოლურ მასებს:

$$M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 160 \text{ გ/მოლი}, \quad M(\text{Fe}) = 56 \text{ გ/მოლი}$$

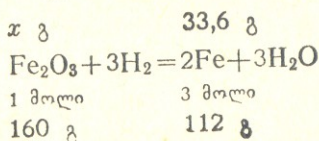
და ვპოულობთ ნივთიერებათა მასებს:

$$m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 160 \text{ გ} \quad m(\text{Fe}) = 56 \text{ გ.}$$

4. რეაქციის განტოლების თანახმად რკინა(III)-ის ოქსიდი მონაწილეობს რეაქციაში 1 მოლი რაოდენობით ანუ 160 გ მასით, რკინა კი მიიღება 2 მოლი რაოდენობით ანუ 112 გ მასით.

ნივთიერების ფორმულების ქვეშ აღვნიშნავთ მათი მასების ნაკონ მნიშვნელობას.

ჩანაწერი ახლა მიიღებს ასეთ სახეს:



5. ვადგენთ პროპორციას:



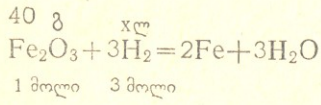
$$x \text{ გ} : 33,6 \text{ გ} = 160 \text{ გ} : 112 \text{ გ}$$

ვლებულობთ:

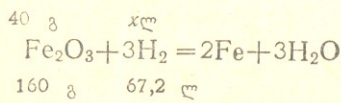
$$x = \frac{160 \text{ გ} \cdot 33,6 \text{ გ}}{112 \text{ გ}} = 48 \text{ გ}.$$

პასუხი: საჭირო იქნება 48 გ რკინა(III)-ის ოქსიდი.

მაგალითი 4. განსაზღვრეთ წყალბადის მოცულობა (ნ. პ), რაც დაიხარჯება 40 გ მასის მქონე რკინა(III)-ის ოქსიდიდან რკინის აღდგენაზე.



$M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 160$ გ/მოლი; $m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 160$ გ/მოლი $\cdot 1$ მოლი = 160 გ მასის და მოცულობის ნაბოენი მნმიშენელობანი მივეუწეროთ რეაქციის განტოლების ქვეშ:

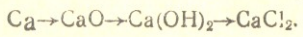


$$160 \text{ გ} : 3 \text{ მოლი} = 40 \text{ გ} : x \text{ მოლი}$$

$$x = \frac{3 \text{ მოლი} \cdot 40 \text{ გ}}{160 \text{ გ}} = 0,75 \text{ მოლი}.$$

პასუხი: რკინის აღდგენაზე დაიხარჯება 0,75 მოლი წყალბადი.

- ?
1. როგორია ა) კალციუმის. ბ) ნახშირბადისა და გ) ქანგბადის მასა 1 კგ კალციუმის კარბონატში CaCO_3 ?
 2. რამდენ გრამ რკინას შეიცავს 2 მოლი წითელი რკინაქვე (Fe₂O₃) და მაგნიტური რკინაქვე (Fe₃O₄)?
 3. რამდენი გოგირდი (მასით) დაიხარჯება 1 კგ (მასით) გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის მისაღებად?
 4. რამდენი გრამი: ა) ქლორწყალბადი, ბ) გოგირდმჟავა, გ) აზოტმჟავა დაიხარჯება 20 გ მასის მქონე ნატრიუმის ჰიდროქსიდის გასანეიტრალებად?
 5. მარილის როგორი მასა მიიღება 28 გ მასის მქონე კალიუმის ოქსიდის ურთიერთქმედებით; ა) გოგირდმჟავასთან; ბ) აზოტმჟავასთან; გ) მარილმჟავასთან?
 6. ა) გოგირდმჟავას, ბ) ნატრიუმის სულფატის როგორი მასები მიიღება 40 გ მასის მქონე გოგირდ(IV)-ის ოქსიდიდან?
 7. ა) ალუმინის, ბ) გოგირდმჟავას როგორი მასებია საჭირო 10 გ მასის მქონე წყალბადის მისაღებად?
 8. რამდენი გ/მოლი თითოეული პროდუქტი მიიღება შემდეგი ქიმიური გარდაქმნების ჩატარებისას:



თუ აღებული იყო 80 გ მასის მქონე კალციუმი?

9. რამდენი (გ/მოლი) თითოეული პროდუქტი მიიღება შემდეგი გარდაქმნებისას: გოგირდი→გოგირდი(IV)-ის ოქსიდი→გოგირდმჟავა→კალციუმის სულფიტი, თუ აღებული იყო 8 გ მასის მქონე გოგირდი?

10. რამდენი (გ და მოლი) თითოეული პროდუქტი იქნება მიღებული შემდეგი გარდაქმნებისას: სპილენძი(II)-ის ჰიდროქსიდი→სპილენძი(II)-ის ოქსიდი→სპილენძი(II)-ის ქლორიდი, თუ სპილენძი(II)-ის ჰიდროქსიდი აღებული იყო 10 გ მასის რაოდენობით?

11. რა მასით მიიღება თითოეული პროდუქტი შემდეგი გარდაქმნებისას: რკინა(III)-ის ჰიდროქსიდი→რკინა(III)-ის ოქსიდი→რკინა(III)-ის სულფიტი, თუ აღებული იყო 10 გ მასის მქონე რკინა(III)-ის ჰიდროქსიდი?

12. რამდენი რკინა(III)-ის ოქსიდი დაიხარჯა და რამდენი რკინა და წყალი იქნა მიღებული, თუ რკინის ალდენანზე დაიხარჯა 1 კგ მასის მქონე წყალბადი?

13. რა მასის მქონე ვანგბადი დაიხარჯება 6 კგ მასის მქონე ნახშირის დაწვავზე?

§ 55. ქიმიური რეაქციის სითბური ეფექტი

ქიმიურ რეაქციებს თან ახლავს ენერგიის გამოყოფა ან შთანთქმვა. თუ რეაქციის დროს ენერგია შთანთქმდება, უნდა ვიზრუნოთ სამისოდ ენერგიის წყაროს გამონახვისათვის, თუ ენერგია გამოიყოფა — ამ ენერგიის გონივრულ გამოყენებაზე ქიმიურ ქარხნებში მოცემული პროდუქტების წარმოებისას.

● ენერგიის გამოყოფით მიმდინარე რეაქციებს ეგზოთერმული ეწოდება.

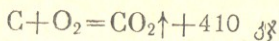
● ენერგიის შთანთქმით მიმდინარე რეაქციებს ენდოთერმული ეწოდება.

ხშირად პრაქტიკაში ქიმიური რეაქციები გამოიყენება არა ნივთიერების, არამედ ენერგიის მისაღებად. მაგალითად, სხვადასხვა ღუმელში, კოსმოსური რაკეტების წვის კამერებში სათბობის დაწვის დროს რეაქციის პროდუქტები ჰაერში ან კოსმოსურ სივრცეში იკარგება, იყენებენ მხოლოდ რეაქციის დროს გამოყოფილ ენერგიის ნაწილს. შევისწავლოთ ქიმიური რეაქციების დროს გამოყოფილი ან შთანთქმული ენერგიის რაოდენობის გაანგარიშება სითბოს სახით ქიმიური რეაქციების დროს მათი განტოლებების მიხედვით.

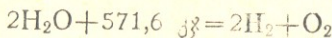
● ქიმიური რეაქციის დროს გამოყოფილი ან შთანთქმული სითბოს რაოდენობას რეაქციის სითბური ეფექტი ეწოდება. ფიზიკის კურსიდან თქვენთვის ცნობილია, რომ სითბოს რაოდენობა ჯოულებით ან კალოჯოულებით გამოისახება და კალორიმეტრით იზომება.

ქიმიურ განტოლებაში რეაქციის სითბური ეფექტის შეტანა განვიხილოთ კონკრეტულ მაგალითზე. თუ კალორიმეტრში 1 გ ნახშირს დავწვავთ და გამოყოფილ სითბოს გავზომავთ, აღმოჩნდება, რომ გა-

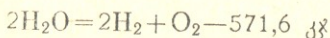
მოყოფილია 34,17 კგ სითბო. 1 მოლი და მასით 12 გ ნახშირბადი და-
 იწვებ, 410 კგ სითბოს გამოყოფით. მივეწეროთ ეს რიცხვი ნახშირის
 წვის რეაქციის განტოლების მარჯვენა მხარეს:



სითბური ეფექტის მნიშვნელობის წინ „პლუსი“ აღნიშნავს სით-
 ბოს გამოყოფას, ე. ი. რეაქცია ეგზოთერმულია. თუ რეაქცია ენდო-
 თერმულია, სითბური ეფექტი რეაქციის მარცხენა მხარეს მოექცევა,
 ან უარყოფითი ნიშნით მარჯვენა მხარეს გადაიტანება. მაგალითად,
 წყლის დაშლის რეაქციის განტოლება:



ან

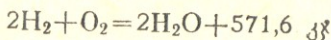


ქიმიურ განტოლებას, რომელშიც ნაჩვენებია რეაქციის სითბური
 ეფექტი Q, თერმოქიმიური განტოლება ეწოდება.

თუ გვაქვს ნივთიერების მარაგი, რომელიც რეაგირებს სითბოს გა-
 მოყოფით, ჩვენს ხელთაა ენერგიის განსაზღვრული მარაგი. ამ ენერ-
 გიას ქიმიური ენერგია ეწოდება. იგი ნივთიერების შინაგანი ენერგი-
 ის ნაწილია და გამოვლინდება მხოლოდ ქიმიური რეაქციების დროს.
 ქიმიური ენერგია სხვა სხეულებს გადაეცემა სხვა სახის ენერგიის გან-
 საზღვრული რაოდენობის ფორმით. ზოგჯერ, მაგალითად, დინამიტის
 აფეთქებისას, იგი ნაწილობრივ მექანიკურ ენერგიად გარდაიქმნება,
 გალვანურ ელემენტებსა და აკუმულატორებში — ელექტრულ ენერ-
 გიად, ამასთანავე ყოველთვის ენერგიის მუდმივობის და
 გარდაქმნის კანონის შესაბამისად.

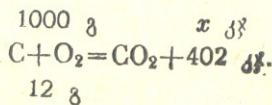
მაგალითი 1. შეადგინეთ მარტივი ნივთიერებებისაგან წყლის მი-
 ლების თერმოქიმიური განტოლება.

ეს რეაქცია წყლის დაშლის შებრუნებული რეაქციაა. ამიტომ ზე-
 მოთ მოყვანილი რეაქციის მარცხენა და მარჯვენა მხარეები გადავა-
 ნაცვლოთ და მივიღებთ პასუხს:



მაგალითი 2. რა რაოდენობით გამოიყოფა სითბო 1 კგ ნახშირის
 დაწვისას?

წვეროთ რეაქციის თერმოქიმიურ განტოლებას:



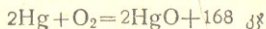
C ნიშანს თავზე დავაწერთ ამოცანაში მოცემულ რიცხვს (1 კგ = 1000 გ), სითბური ეფექტის თავზე — xკჯ (საძიებელი), C ნიშნის ქვეშ ნახშირბადის მასას გრამებში, ე. ი. 12 გ და შევადგენთ პროპორციას:

$$x \text{ კჯ} : 402 \text{ კჯ} = 1000 \text{ გ} : 12 \text{ გ},$$

საიდანაც

$$x = 34170 \text{ კჯ}$$

? 1. ვერცხლისწყლის ოქსიდის მიღების რეაქციის თერმოქიმიური განტოლებაა:



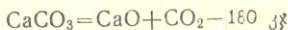
დაწერეთ ვერცხლისწყლის ოქსიდის დაშლის თერმოქიმიური რეაქციის განტოლება.

2. რა მოცულობით (ნ. პ.) უნდა დაიწვას მეთანი 8374 კჯ სითბოს მისაღებად? რეაქციის სითბური ეფექტი უდრის +892 კჯ.

3. რამდენი სითბო გამოიყოფა მეთანის დაწვისას, თუ დაიხარჯა 16 გ ენგბადი?

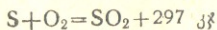
4. რა მოცულობით (ნ. პ.) დაიხარჯა ენგბადი ნახშირის დაწვაზე, თუ ამ დროს გამოიყოფა 2050 კჯ?

5. ჩაუმქრალი კირის მიღების რეაქციის განტოლებას დაუმატეთ სითბური ეფექტი:



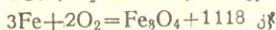
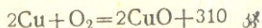
კირის გამოსაწვავ ღუმელში რეაქციის მიმდინარეობისათვის აუცილებელი ენერგია მიიღება მასში ნახშირის დაწვით. მისი რა უმცირესი რაოდენობა უნდა დაიხარჯოს თითოეული ტონა ჩაუმქრალი კირის მისაღებად?

6. რეაქციის თერმოქიმიური განტოლებების



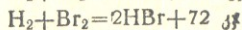
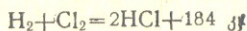
მიხედვით გაიანგარიშეთ, რამდენი სითბო გამოიყოფა: ა) 1 კგ მასის მქონე გოგირდის დაწვისას, ბ) 1 კგ გოგირდოვანი აირის მიღებისას.

7. თერმოქიმიური განტოლებების:



მიხედვით გაიანგარიშეთ, რამდენი სითბო გამოიყოფა: ა) 1 კგ მასის მქონე თითოეული ლითონის დაქანგვისას, ბ) 1 კგ თითოეული ლითონის ოქსიდის წარმოქმნისას.

8. რეაქციის თერმოქიმიური განტოლებების



მიხედვით გაიანგარიშეთ, რამდენი სითბო გამოიყოფა ან შთაინთქმება:

ა) თუ რეაქციაში შევიდა 2 მოლი წყალბადი, ბ) თუ რეაქციის შედეგად დაღებულ იქნა 1 მოლი ჰალოგენწყალბადი.

რ. ი. გენდელევიჩის
პედაგოგიური კანონი
და ქიმიური ელემენტების
პედაგოგიური სისტემა



§ 56. ქიმიური ელემენტების კლასიფიკაციის პირველი ცდები

ყოველი მეცნიერება ფაქტების დარგოვებით იწყება. რაც უფრო მეტი გროვდება ფაქტები, მით უფრო აუცილებელი ხდება მათი კლასიფიკაცია. ძნელი იქნებოდა დედამიწაზე არსებული მცენარეებისა და ცხოველების არაჩვეულებრივ სიმრავლეში გარკვევა, რომ მეცნიერება აქაც არ მიმართავდეს მონათესავე სახეების ბუნებრივ ოჯახებში გაერთიანებას. კლასიფიკაციის პირველი ცდები ჩვეულებრივ არასრულყოფილია. მაგალითად, ზოოლოგიაში ცხოველების კლასიფიკაცია თავდაპირველად ემყარებოდა მათ გარეგნულ შესახედობასა და წყალში ან ხმელეთზე ბინადრობას. ამ ნიშნების მიხედვით ვეშაბებს, მათი ანატომიური აგებულების მიუხედავად, თევზებთან აერთიანებდნენ.

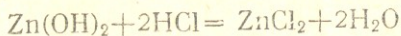
ზოოლოგია შეისწავლია ცხოველთა სახეობებს, ქიმია კი — ატომთა სახეობებს ანუ ქიმიურ ელემენტებს. ქიმიური ელემენტების სამყაროც მრავალფეროვანია. ახლა ცნობილია 107 ელემენტი. რა ნიშნების მიხედვით ახდენენ მათ კლასიფიკაციას?

ქიმიური ელემენტების პირველი კლასიფიკაცია ემყარებოდა თვალსაჩინო გარეგნული ნიშნების მიხედვით მათ დაყოფას ლითონებად და არალითონებად. გავიხსენოთ როგორც ერთის, ისე მეორის საერთო დამახასიათებელი ნიშნები.

ლითონები თავისუფალ მდგომარეობაში ხასიათდება ლითონური ბზინვით, ელექტრული დენისა და სითბოს კარგი გამტარობით. არალითონები ელექტრულ დენსა და სითბოს ცუდად ატარებს და, როგორც წესი, ლითონურ ბზინვას მოკლებულია. ლითონები და არალითონები ქიმიური თვისებებითაც განსხვავდება ერთმანეთისაგან: ტიპური ლითონების ჰიდროქსიდები ფუჭეებია, არალითონებისა მჟავები; ლითონები წყალბადთან არ წარმოქმნის აქროლად ნაერთებს, არალითონები კი წარმოქმნის მათ.

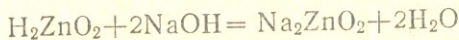
ამასთანავე არსებობს ელემენტები, რომლებიც ავლენენ როგორც ლითონურ ისე არალითონურ თვისებებს, მაგალითად, არალითონი იოდი თავისუფალ მდგომარეობაში ლითონის მსგავსია, შესამჩნევად

ატარებს ელექტრულ დენს. ელემენტებს, რომლებიც ხასიათდებიან როგორც ლითონების, ისე არალითონური თვისებებით, ეკუთვნის ყველასათვის ცნობილი თუთიაც. ფიზიკურ თვისებებით იგი ლითონია. მაგრამ გამოვიკვლიოთ თუთიის ჰიდროქსიდის ქიმიური თვისებები. ჰიდროქსიდის მისაღებად თუთიის რომელიმე მარილის ხსნარს დავუმატოთ ტუტის ხსნარი. ხსნარი თუთიის ჰიდროქსიდის $Zn(OH)_2$ ნალექითურთ ჩავასხათ ორ სინჯარაში. ერთ მათგანს დავასხათ მარილმჟავა. ნალექი გაიხსნება, ვინაიდან წარმოიქმნება ხსნადი მარილი $ZnCl_2$. ამ რეაქციაში თუთიის ჰიდროქსიდი ავლენს ფუძის თვისებებს:



მეორე სინჯარაში, რომელშიც თუთიის ჰიდროქსიდია, ჩავასხათ მწვავე ნატრიუმის ხსნარი. ნალექი აქაც გაქრება. მაშასადამე, თუთიის ჰიდროქსიდი შევიდა რეაქციაში ტუტესთან. ამ შემთხვევაში წარმოიქმნება წყალში ხსნადი ნივთიერება, რომლის შედგენილობა ასეთია: Na_2ZnO_2 .

მოცემულ რეაქციაში თუთიას ჰიდროქსიდის ნეიტრალიზაცია ავლენს მჟავას თვისებებს. ამიტომ მისი ფორმულა შეიძლება დაიწეროს არა მხოლოდ $Zn(OH)_2$, არამედ აგრეთვე H_2ZnO_2 , ხოლო რეაქცია ნატრიუმის ჰიდროქსიდთან გამოისახება განტოლებით:



ამგვარად, თუთიის ჰიდროქსიდი ავლენს როგორც ფუძის თვისებებს, როდესაც ის რეაგირებს მჟავებთან, ისე მჟავას თვისებებს, როდესაც ის რეაგირებს ტუტეებთან.

● **ჰიდროქსიდებს, რომლებიც ავლენენ როგორც ფუძის, ისე მჟავას თვისებებს, ამ ფოტურული ჰიდროქსიდები ეწოდება.** ამფოტერული თვისებები აქვს ალუმინისა და ზოგიერთი სხვა ლითონების ჰიდროქსიდებს. ამფოტერულია აგრეთვე ამ ელემენტების ოქსიდები — ZnO , Al_2O_3 . ისინი რეაგირებენ, როგორც ტუტეებთან, ისე მჟავებთან და წარმოქმნიან მარილებსა და წყალს.

ელემენტის ჰიდროქსიდისა და ოქსიდის ამფოტერული ხასიათი გვიჩვენებს, რომ იგი გარდამავალია ტიპური ლითონებიდან, რომელთა ჰიდროქსიდები და ოქსიდები მხოლოდ ფუძის თვისებებს ამჟღავნებს, არალითონებისაკენ, რომელთა ჰიდროქსიდები კი მხოლოდ მჟავას თვისებებს ამჟღავნებს.

ამგვარად, ელემენტების ლითონებად და არალითონებად კლასიფიკაცია სრულყოფილი არ არის (ისევე როგორც ცხოველთა სახეობების პირველი კლასიფიკაცია).

ქიმიურ ელემენტებს შორის, ისევე როგორც ცხოველებისა და მცენარეების სახეობებს შორის, ვლინდება ოჯახები, რომლებიც განსაკუთრებულად მსგავს ელემენტებს აერთიანებს. ელემენტების ასეთი ოჯახი თქვენთვის უკვე ცნობილია. ეს ინერტული ელემენტებია, რომლებიც მარტივი ნივთიერებების სახით წარმოქმნის ევრეთ წოდებულ კეთილშობილ აირებს. სხვა დანარჩენი არალითონებისაგან განსხვავებით, ინერტული აირები წყალბადსა და ლითონებთან ნაერთებს არ წარმოქმნიან, ე. ი. ამ ელემენტების მიმართ ნულ ვალენტობას ავლენენ, ინერტული აირების მოლეკულები ერთატომიანებია: He, Ne, Ar, Kr, Xe.

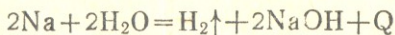
ახლა გავეცნობით ელემენტების კიდევ ორ ბუნებრივ ოჯახს: ერთ მათგანში ზედმიწევნით მკაფიოდ მკლავნდება ლითონების ქიმიური თვისებები, მეორეში — არალითონებისა.

- ▲ 1. აღწერეთ: ა) ტიპური ლითონებისა და ბ) ტიპური არალითონების თვისებები.
 2. მოიყვანეთ ელემენტ-ლითონებსა და ელემენტ-არალითონებს შორის ტყვეთრი ზღვრის არარსებობის დამადასტურებელი ფაქტები.
 3. აღწერეთ ინერტული აირების ფიზიკური და ქიმიური თვისებები.

§ 57. ტუბე ლითონები და ჰალოგენები

წყლის შესწავლისას შეგვხვდა ლითონი, რომელიც სრულებით არ გავს იმ ლითონებს, რომლებთანაც საქმე გვაქვს ყოველდღიურ ცხოვრებაში. ეს არის ნატრიუმი (ქიმიური ნიშანი Na, ფარდობითი ატომური მასა 23). ნატრიუმი წყალზე მსუბუქია, ადვილადღობადი, რბილი და პლასტილინივით პლასტიკური. როგორც ყველა ლითონი, ნატრიუმიც ლითონური ბზინვით ხასიათდება, ელექტრულ დენსა და სითბოს კარგად ატარებს. ასეთია ნატრიუმის ფიზიკური თვისებები.

თქვენთვის უკვე ცნობილია ნატრიუმის ერთ-ერთი ქიმიური თვისება — წყალთან ენერგიული ურთიერთმოქმედება. ამასთან დიდი რაოდენობით სითბო გამოიყოფა, რასაც ნატრიუმის გაღობამდე მივყავართ. იგი წყალში ანაცვლებს წყალბადს და ნატრიუმის ჰიდროქსიდს წარმოქმნის:



ჰაერზე გაცხელებისას ნატრიუმი ღლვება, აინთება და იწვის, წარმოიქმნება (სხვა პროდუქტებთან ერთად) ნატრიუმის ოქსიდი Na_2O . ნატრიუმის ოქსიდი ფუძე ოქსიდებს მიეკუთვნება. წყალთან შეერთე-

ბით იგი წარმოქმნის ჰიდროქსიდის NaOH. ნატრიუმის ჰიდროქსიდი იხსნება წყალში, ე. ი. ტუტეა.

ნატრიუმი ყველა თავის ნაერთში ერთვალენტია.

არსებობს კიდევ ნატრიუმის ფრიად მსგავსი 5 ელემენტი-ლითონი: ლითიუმი Li, კალიუმი K, რუბიდიუმი Rb, ცეზიუმი Cs და ფრანციუმი. Fr. ყველა მათ, როგორც მარტივ ნივთიერებებს, მცირე სიმკვრივე აქვთ, პლასტიკური და ადვილადლღობადებია, იწვინ, ენერგიულად რეაგირებენ წყალთან და მისგან წყალბადს გამოყოფენ. ისევე, როგორც ნატრიუმი, ეს ლითონებიც ერთვალენტია. ამიტომ მათ ნაერთებს მსგავსი შედგენილობა აქვს, მაგალითად:

ოქსიდები Li_2O , Na_2O , K_2O , Rb_2O Cs_2O ;

ჰიდროქსიდები $LiOH$, $NaOH$, KOH , $RbOH$ $CsOH$.

ეს ნაერთები თვისებებითაც მსგავსებია, ჩამოთვლილი ლითონების ჰიდროქსიდები ისევე, როგორც ნატრიუმის ჰიდროქსიდი, ტუტეებია. ამიტომ ეს 6 ლითონი გაერთიანებულია ბუნებრივ ოჯახში, რომლის სახელწოდება — ტუტე ლითონები — ჰიდროქსიდების დამახასიათებელი თვისებებით აიხსნება. სხვა ლითონებთან შედარებით ტუტე ლითონები ქიმიურად ყველაზე აქტიურებია, ხოლო მათი ჰიდროქსიდები ყველაზე ძლიერად ავლენენ ფუძის თვისებებს.

მსგავსებასთან ერთად, ტუტე ლითონები კიდევაც განსხვავდებიან ერთიმეორისაგან: მათ აქვთ სხვადასხვა სიმკვრივე, სხვადასხვა ღლობისა და დუდილის ტემპერატურა; არაერთნაირი ქიმიური აქტივობა. ტუტე ლითონები განვალაგოთ ფარდობითი ატომური მასის ზრდის მიხედვით და ერთიმეორეს შევადაროთ მათი ფიზიკური (ტაბულა 9) და ქიმიური (ტაბულა 10) თვისებები.

მიაქციეთ ყურადღება ტუტე ლითონების ფიზიკური და ქიმიური თვისებების კანონზომიერ ცვლილებას, რაც როგორც ჩანს, აიხსნება ელემენტების ფარდობითი ატომური მასის გადიდებასთან ერთად მარტივი ნივთიერებების აღნაგობის შეცვლით.

ტაბულა 9

ტუტე ლითონების ფიზიკური თვისებები

ელემენტის სახელწოდება და სიმბოლო	ფარდობითი ატომური მასა	ღლობის ტემპერატურა (°C)	დუდილის ტემპერატურა (°C)	სიმკვრივე (გ/სმ ³ -ობით)
ლითიუმი, Li	6,9	179	1370	0,53
ნატრიუმი, Na	23,0	97,3	883	0,97
კალიუმი, K	39,1	63,6	760	0,85
რუბიდიუმი, Rb	85,5	39,0	616	1,52
ცეზიუმი, Cs	132,9	28,6	685	1,87

ტუტე ლითონების ქიმიური თვისებები

ქართული
ენების
საქართველო

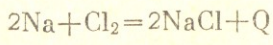
ელემენტის სახელწოდება და სიმბოლო	წვის პირობები	ჟანგვა პაერზე	ჰიდროქსიდებს ფორმულები და მათი თვისებების ცვლილება
ლითიუმი, Li ნატრიუმი, Na რუბიდიუმი, Rb კალიუმი, K ცეზიუმი, Cs	იწვის გაცხელებისას იწვის 20—25°C ტემპერატურაზე	მატულობს	LiOH NaOH KOH RbOH CsOH სწრაფად მატულობს

ტუტე ლითონები ყველაზე უფრო მკვეთრად განსხვავებული ლითონური თვისებების მქონე ელემენტებია. ახლა გავცნოთ იმ ელემენტებს, რომელთაც განსაკუთრებით ნათლად აქვს გამოსახული არალითონური თვისებები. ასეთი ელემენტების რიცხვს მიეკუთვნება, მაგალითად, ქლორი (ქიმიური ნიშანი Cl, ფარდობითი ატომური მასა 35.5). ქლორის ნაერთებიდან თქვენთვის უკვე ცნობილია მარილმჟავა HCl და ნატრიუმის ქლორიდი NaCl.

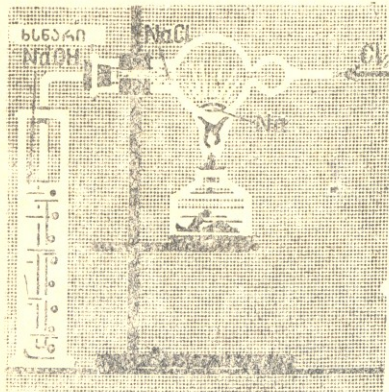
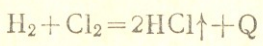
ქლორის მოლეკულა ორი ატომისაგან შედგება, მაშასადამე, ქლორის ფორმულაა Cl₂, ქლორი (ბერძნული სიტყვიდან „ქლოროს“ — მწვანე) მომწვანო ფერის, მკვეთრი სუნის მქონე მძიმე აირია.

ნატრიუმთან ქლორის შეერთების რეაქციის მაგალითზე ჯერ შევადაროთ ქლორის ის ქიმიური თვისებები, რაც ლითონებთან მისი რეაგირებასა ვლინდება.

წინასწარ გაღობილი ნატრიუმი ინთება ქლორში თეთრი კვამლის წარმოქმნით. კვამლი შედგება ნატრიუმის ქლორიდის უმცირესი კრისტალებისაგან (სურ. 63):



ქლორი თითქმის ყველა ლითონს უერთდება. იგი რეაგირებს აგრეთვე წყალბადთან. მიიღება უფრო აირი—ქლორწყალბადი:



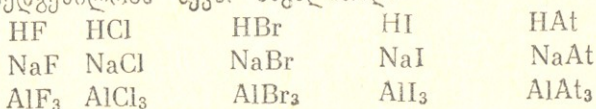
სურ. 63. ნატრიუმის წვა ქლორში.

ქლორწყალბადის წყალხსნარი მყავური თვისებისაა, და როგორც თქვენთვის ცნობილია, მას მარილმჟავა ეწოდება.

წყალბადსა და ლითონებთან ნაერთებში ქლორი ყოველთვის ერთვალენტია.

ისევე როგორც ნატრიუმი ქიმიური ელემენტების მთელი ოჯახის — ტუტე ლითონების წარმომადგენელია, ასევე ქლორი — ერთიმეორის მსგავსი ელემენტების ე. წ. ჰალოგენების ოჯახის წარმომადგენელია. ქლორის გარდა ჰალოგენების რიცხვს მიეკუთვნება ფთორი F, ბრომი Br, იოდი I და ასტატი At. ჰალოგენების მიერ წარმოქმნილი მარტივი ნივთიერებების საერთო ფიზიკური თვისება ისაა, რომ ისინი ან აირებად ითვლება (ფთორი, ქლორი) ან ადვილად გადადის აიროვან მდგომარეობაში. ჰალოგენების საერთო ქიმიური თვისებაა — მათი ქიმიური აქტივობა ლითონებისა და წყალბადის მიმართ: ისინი წყალბადსა და ლითონებს უერთდებიან და მათთან ნაერთებში ყოველთვის ერთვალენტია.

ამიტომ ჰალოგენთა ნაერთებს ერთსა და იმავე ელემენტთან მსგავსი შედგენილობა აქვს. მაგალითად:



ეს ნაერთები თვისებებითაც მსგავსია. ჰალოგენების წყალბადნაერთები აქროლადია, მათი წყალხსნარები მჟავებია, ხოლო ლითონებთან ჰალოგენების ნაერთები — მარილები. აქედან წარმოდგა სახელწოდება „ჰალოგენები“ (ლათინური სიტყვებიდან), რაც ქართულად „მარილმზადებს“ ნიშნავს.

მსგავსებასთან ერთად ჰალოგენები განსხვავებდაც ავლენენ: ჩვეულებრივ პირობებში ახასიათებთ სხვადასხვა აგრეგატული მდგომარეობა, სხვადასხვა ფერი, არაერთნაირი ქიმიური აქტივობა. ატომური მასის ზრდასთან ერთად ჰალოგენების თვისებები კანონზომიერად იცვლება (ტაბულა 11).

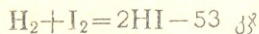
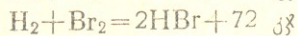
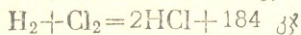
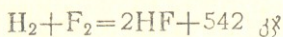
ტაბულა 11

ჰალოგენების ფიზიკური თვისებები

ელემენტების სახელწოდება და სიმბოლო	ფარდობითი ატომური მასა	ნატრივი ნივთიერების ფორმულა	მდგომარეობა ჩვეულებრივ პირობებში	ფერი	დუღილის ტემპი (°C)	სიმკვრივე (გ/სმ ³ -ობით)
ფთორი, F	19,0	F ₂	აირი	ღია ყვითელი	— 187	1,1 (თხევადი სახით)
ქლორი, Cl	35,5	Cl ₂	აირი	ყვითელ-მწვანე	— 34	1,57 (თხევადი სახით)
ბრომი, Br	79,9	Br ₂	სითხე	მურა-წითელი	59	3,14
იოდი, I	12,7	I ₂	კრისტალები	მუქი იისფერი	185	4,94

ახლა შევადართო ჰალოგენების ქიმიური აქტივობა წყალბადის მიმართ.

წყალბადთან ჰალოგენების შეერთების რეაქციის სითბური ეფექტი მკვეთრად მცირდება ჰალოგენების ფარდობითი ატომური მასის ზრდასთან ერთად:



უმცირესი ატომური მასის მქონე ჰალოგენის — ფთორის (1 მოლი) წყალბადთან (1 მოლი) შეერთებისას გამოიყოფა უდიდესი რაოდენობით სითბო, ხოლო წყალბადთან იოდის შეერთებისას ენერჯია კი არ გამოიყოფა, არამედ შთანთქმდება. სითბური ეფექტის შემცირების შესაბამისად წყალბადთან ჰალოგენების რეაქციით წარმოქმნილი ნაერთების სიმტკიცე მცირდება. იოდწყალბადი იმდენად არამტკიცე ნაერთია, რომ მასში გახურებული მინის ჩხირის შეტანისას ნაწილობრივ იშლება წყალბადად და იოდად. წარმოიქმნება იოდის ისფერი ორთქლი.

ჰალოგენების ქიმიური აქტივობა ლითონებისა და წყალბადის მიმართ ფარდობითი ატომური მასის ზრდასთან ერთად ეცემა. ამიტომ ჰალოგენებთან ყველაზე უფრო აქტიურია ფთორი. ის ყველაზე აქტიურია არა მარტო ჰალოგენთა, არამედ სხვა არალითონთა შორისაც.

1. რომელი საერთო თვისებების საფუძველზე ერთიანდება ტუტე ლითონები ქიმიური ელემენტების ერთ ბუნებრივ ოჯახში?
2. როგორ იცვლება ფარდობითი ატომური მასის ზრდის მიხედვით ტუტე ლითონების: ა) ფიზიკური თვისებები თავისუფალ მდგომარეობაში. ბ) მათი ქიმიური თვისებები და გ) მათი ჰიდროქსიდების ხსნადობა?
3. როგორია ხელოვნურად მიღებული ელემენტის — ფრანციუმის თვისებები (ფარდობითი ატომური მასა 223), რომელიც აგრეთვე ტუტე ლითონებს ზივთუფენება? ჩაიხირობა თუ ამოტივტივდება იგი წყალში? როგორ იმოქმედებს მასზე ენაგზადი, წყალი (დაწვრეთ წყალთან რეაქციის განტოლება)? როგორია მისი ჰიდროქსიდის ფორმულა და თვისებები? დაწვრეთ ფრანციუმის სულფატის ფორმულა.
4. ახსენით, როგორ იცვლება: ა) ტუტე ლითონების (იხ. ტაბ. 8, 9, 10), ბ) ჰალოგენების (იხ. ტაბ. 11) თვისებები ამ ელემენტების ფარდობითი ატომური მასის ვადიდებით.
5. ჩამოთვალეთ ქლორის ქიმიური თვისებები. მოიყვანეთ მისთვის დამახასიათებელ რეაქციათა განტოლებები.

6. დაწერეთ თუთიის ქლორიდის მ.ღე-
ბის რეაქციათა განტოლებები თქვენ-
ვის ცნობილი ოთხი ხერხით.

7. ჩამოთვალეთ ჰალოგენების როგორც
მარტავე ნივთიერებების საერთო ქიმი-
ური თვისებები.

8. როგორ იცვლება თავისუფალ მდგო-
მარეობაში ჰალოგენების ქიმიური ავი-
სებები ფარდობითი ატომური მასების
ზოდის მიხედვით?

9. აღწერეთ ალუმინის შეერთების რე-
აქციები: ა) ბრომთან, ბ) იოდთან.

10. აღწერეთ ჰალოგენების წყალბად-
ნაერთების ფიზიკური და ქიმიური
თვისებები.

11. თერმოქიმიური განტოლებების:

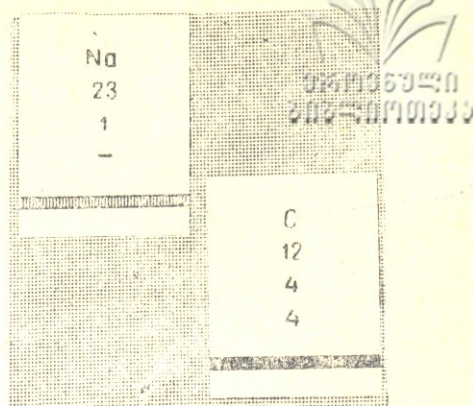


მიხედვით გაიანგარიშეთ, რა რაოდენობით სითბო გამოიყოფა თითოეულ
შემთხვევაში, თუ რეაქციაში შევა: ა) 1 გ ჰალოგენი, ბ) 1 გ ნატრიუმი,
გ) 1 სმ³ მოცულობის ნატრიუმი.

მითითებ: უკანასკნელი კითხვის ამოსახსნელად გამოიყენეთ მე-9
ტაბულა.



დაამზადეთ 18 ბარათი 64-ე სურათზე გამოსახული ნიმუშის მიხედვით.
თითოეული ელემენტის ნიშნის ქვეშ დაწერეთ მისი ფარდობითი ატომური
მასა, ქვემოთ — ელემენტის ვალენტობა მის უმაღლეს ოქსიდში. უფრო ქვე-
მოთ — ვალენტობა აქროლად წყალბადნაერთში (თუ იგი არსებობს). თუ ელემ-
ენტი ლითონია, ბარათის ქვედა კიდესზე ვააკლეთ ლურჯი ხაზი, თუ ლითონ-
ის ჰიდროქსიდი ამფოტერულია — წითელი და ლურჯი, თუ ელემენტი არა-
ლითონია — წითელი ხაზი; გარდა ამისა, რაიმე ნიშანი დაადეთ ტუტე ლითონ-
ების ბარათებს, სხვა ნიშანი — ჰალოგენების ბარათებს, ასევე განსხვავე-
ბული ნიშანი — ინერტული აირების ბარათებს. ბარათების შევსებისას ისარ-
გებლეთ მე-12 საცნობარო ტაბულით. კითხვის ნიშნები შეცვალეთ საჭირო
ცნობებით. შემდეგი გაკვეთილებისათვის ბერილიუმზე დაამზადეთ მეორე
ბარათი, რომელშიც კითხვის ნიშნით ჩაწერეთ ატომური მასა 13,5 (?) და
ვალენტობა 3 (?).



სურ. 64. ბარათების ნიმუშები.



ახლა თქვენ მომზადებული ხართ იმისათვის, რომ გაეცნოთ ატომურ-მოლეკულური მოძღვრების შემდგომ უდიდეს აღმოჩენას ქიმიისში — დ. ი. მენდელეევის პერიოდულობის კანონს. მსგავს ელემენტთა ოჯახების არსებობის ფაქტმა დ. ი. მენდელეევის წინაშე დააყენა ამოცანა — მოენახათ კავშირი იმ ელემენტთა შორისაც კი, რომლებიც სხვადასხვა ოჯახებს ეკუთვნიან. ელემენტების ერთიმეორესთან შედარების საფუძველად დ. ი. მენდელეევი მიიჩნია მათი ფარდობითი ატომური მასები,¹ როგორც მათი ატომების „ძირეული“ მუდმივი (მაგალითად; ვალენტობისაგან განსხვავებით) თვისება და დასახა ამოცანა: გამოინახოს საერთო კანონი, რომელიც ელემენტების ქიმიურ თვისე-

ტ ა ბ უ ლ ა 12

ელემენტი	სიმანსი	ფარდობითი ატომური მასა	ვალენტობა		შენიშვნა
			უმალესი ოქსიდში	წყალბადნაერთში	
აზოტი . . .	N	14	5	3	არალითონი
ალუმინი . . .	Al	27	3	—	ამფოტერული ჰიდროქსიდი
არგონი . . .	Ar	40	0	?	?
წყალბადი . .	H	?	?	—	?
ბერილიუმი . .	Be	9	2	—	ამფოტერული ჰიდროქსიდი
ბორი . . .	B	11	3	—	არალითონი
ჰელიუმი . . .	He	4	0	?	?
ჟანგბადი . . .	O	2	—	?	?
სილიციუმი . .	Si	28	4	4	არალითონი
ლითიუმი . . .	Li	7	?	—	?
მაგნიუმი . . .	Mg	24	2	—	?
ნატრიუმი . . .	Na	23	?	—	?
ნეონი . . .	Ne	20	0	?	?
გოგირდი . . .	S	32	2	2	?
ნახშირბადი . .	C	?	4	4	არალითონი
ფოსფორი . . .	P	31	5	3	არალითონი
ფთორი . . .	F	19	—	?	?
ქლორი . . .	Cl	35	?	?	?

ბებს დაკავშირებდა მათ ატომურ მასებთან. გავიხსენოთ, რომ ატომურმა მასებმა საშუალება მოგვცა დაგვედგინა ელემენტთა თვისებების კანონზომიერი ცვლილება ელემენტების თითოეულ ბუნებრივ ოჯახში. ამისათვის ელემენტების დალაგება მოგვიხდა ფარდობითი ატომური მასების ზრდის მიხედვით. გამოვიყენოთ იგივე წესი. ყველა ქიმიური ელემენტი, უმცირესი ატომური მასის მქონე წყალბადიდან დაწყებული, დავალაგოთ ფარდობითი ატომური მასების ზრდის მიხედვით. დავნომროთ ელემენტები მათ მიერ დაკავებული ადგილების

¹ წინათ ამ სიდიდეს „ატომურ წონას“ უწოდებდნენ.



მიხედვით, თითოეული ელემენტის ნომერს ამ ელემენტის რიგობრივი ნომერი¹ ვუწოდოთ (ტაბულა 13).

ერთი და იმავე ბუნებრივი ოჯახის ქიმიური ელემენტები უშუალოდ ერთიმეორეს კი არ მისდევს, არამედ — რამდენიმე ელემენტის შემდეგ. მიღებული მწკრივი დაგვოთ ნაწილებად, რომლებიც ტუტე ლითონებით იწყება და განვიხილოთ პირველი მათგანი — ლითიუმით (№ 3) დაწყებული და ნეონით (№ 10) დამთავრებული. დავაკვირდეთ, როგორ იცვლება ამ ნაწილში ქიმიური ელემენტების თვისებები ფარდობითი ატომური მასის ზრდის მიხედვით.

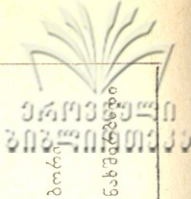
ჯერ დავაკვირდეთ ვალენტობის ცვლილებას. ლითიუმიდან დაწყებული ელემენტების ვალენტობა მათ უმაღლეს ოქსიდებში თანდათან იზრდება 1-დან (ლითიუმი) 5-მდე (აზოტი), ხოლო აქროლად წყალბადნაერთებში ვალენტობა ეცემა 4-დან (ნახშირბადი) 1-მდე (ფთორი); ნეონი, როგორც ინერტული აირი, წყალბადთან ნაერთს არ წარმოქმნის (იხ. ტაბულა 13).

როგორ განლაგდება ლითონები და არალითონები განსახილველ ნაწილში? მწკრივი იწყება ტუტე ლითონით, ე. ი. იმ ელემენტების წარმომადგენლით, რომელთა ლითონური თვისებები ყველაზე უფრო მკვეთრადაა გამოსახული, ეს თვისებები სუსტდება ბერილიუმთან — მისი პიღროქსიდი ამფოტერულია — და ბორთან არალითონური თვისებებით იცვლება. მომდევნო ხუთი ელემენტიც არალითონებია. ამ ელემენტების არალითონური თვისებები თანდათან ძლიერდება და უმაღლეს ხარისხს აღწევს ფთორთან, როგორც ჰალოგენების ოჯახის წარმომადგენელთან. მაგრამ ფთორთან არალითონური თვისებების გაძლიერება წყდება. ამ მწკრივში უკანასკნელი ადვილი უკავია ნეონს — ინერტული აირების წარმომადგენელს.

გადავიდეთ ნეონის მომდევნო ელემენტზე. მეთერთმეტე ელემენტი ნატრიუმი, ისევე როგორც ლითიუმი, ტუტე ლითონია. მისი ვალენტობა ერთის ტოლია. ნატრიუმიდან მაგნიუმზე, შემდეგ ალუმინზე გადასვლით და ა. შ. ქლორამდე, ელემენტების ვალენტობა მათ უმაღლეს ჟანგბადნაერთებში იზრდება, თითოეულ შემთხვევებში ერთით — 1-დან (ნატრიუმი) 7-მდე (ქლორი), ხოლო ვალენტობა აქროლად წყალბადნაერთებში ეცემა 4-დან (სილიციუმი) 1-მდე (ქლორი). ქლორის შემდეგ არგონია, რომელიც ისევ ინერტული აირია.

ნატრიუმის მკვეთრად გამოსახული ლითონური თვისებები სუსტდება მაგნიუმთან და კიდევ უფრო ალუმინთან (მისი პიღროქსიდი ამფოტერულია) და სილიციუმთან არალითონურ თვისებებში გადადის. მომდევნო ელემენტების — ფოსფორისა და გოგირდის — არა-

¹ სამეცნიერო ლიტერატურაში ელემენტის რიგობრივი ნომერს ატომური ნომერი ვუწოდება.



ელემენტის დასახელება	წყალბადი		ჰელიუმი		ლითიუმი		ბერილიუმი	
ზიგობრივი ნომერი	1	2	3	4	5	6		
ქიმიური ნიშანი	H	He	Li	Be	B	C		
ფარდობითი ატომური მასა (დამრგვალ.)	1	4	7	9	11	12		
ოქსიდის ფორმულა	H ₂ O	—	Li ₂ O	BeO	B ₂ O ₃	CO ₂		
ვალენტობა უმაღლესი ოქსიდში	1	0	1	2	3	4		
აქროლადი წყალბადნაერთის ფორმულა	—	—	—	—	—	CH ₄		
ვალენტობა მათში	—	—	—	—	—	4		

ლითონური თვისებები ძლიერდება და ქლორთან, როგორც ჰალოგენების ჯგუფის წარმომადგენელთან, უფრო ცხადად ვლინდება.

ელემენტთა თვისებების ცვლილება შეიძლება ცხადვყოთ ცდებით იმ მარტივ და რთულ ნივთიერებებზე, რომელთა შედგენილობაშიც ისინი შედიან.

თუ ნატრიუმის ნაჭერს, მაგნიუმის, ალუმინის, სილიციუმის, ფოსფორის, გოგირდის ფხვნილებს დავწვავთ, მივიღებთ ოქსიდების თეთრ ფხვნილებს: Na₂O, (და სხვა შედგენილობის ზოგიერთ ოქსიდს), MgO, Al₂O₃, SiO₂, P₂O₅. გოგირდი წარმოქმნის ოქსიდს, რომელიც მძაფრი სუნის მქონე აირია — SO₂, აგრეთვე რკინა(III)-ის ოქსიდს, როგორც კატალიზატორის თანხლებიას — SO₃. წარმოქმნილი ოქსიდების წყალში გახსნისას ლაკმუსის ქაღალდის დახმარებით შეიძლება ტუტის ხსნარი აღმოვაჩინოთ პირველ ჭურჭელში, სადაც ნატრიუმი იწვოდა, ტუტის სუსტი ხსნარი — მეორე ჭურჭელში, სადაც მაგნიუმი იწვოდა და მჟავას ხსნარი — მესამე ჭურჭელში, სადაც ფოსფორი იწვოდა. ალუმინისა და სილიციუმის ოქსიდები წყალში არ იხსნება, მაგრამ ალუმინის ოქსიდი იხსნება როგორც მჟავებში, ისე ტუტეებში (ამფოტერული ოქსიდი), ხოლო სილიციუმის ოქსიდი რეაგირებს ტუტეებთან (მჟავა ოქსიდი). ქლორი ჟანგბადს უშუალოდ არ უერთდება, მაგრამ ქლორს შეესაბამება უმაღლესი ოქსიდი, რომლის ფორმულაა Cl₂O₇. წყალში გახსნისას იგი წარმოქმნის HClO₄ შედგენილობის მჟავას.

ამგვარად, ლითიუმიდან ნეონამდე და ნატრიუმიდან არგონამდე ქიმიური ელემენტების თვისებები ერთნაირად იცვლება ფარდობითი ატომური მასის ზრდასთან ერთად, სახელდობრ:

ზოტი	ვანგბადი	ფლორი	ნეონი	ნატრიუმი	მაგნიუმი	ალუმინი	სილიციუმი	ფოსფორი	ვოგარი	კვანძი	არგონი
7	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
N	O	F	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
14	16	19	20	23	24	27	28	31	32	35	40
N ₂ O ₅	—	—	—	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	Cl ₂ O ₇	—
5	—	—	0	1	2	3	4	5	6	7	0
NH ₃	H ₂ O	HF	—	—	—	—	SiH ₄	PH ₃	H ₂ S	HCl	—
3	2	1	0	—	—	—	4	3	2	1	0

1. ლითონური თვისებები სუსტდება,
- 2) არალითონური თვისებები ძლიერდება,
- 3) უმადლესი ვალენტობა დიდდება ოქსიდებში,
- 4) ვალენტობა მცირდება წყალბადნაერთებში (არალითონებში),
- 5) ელემენტთა ნაერთების თვისებები იცვლება: ფუძის თვისებებიდან ამფოტერულ და აქედან მეავურ თვისებებზე გადასვლით.

ამგვარად, ფარდობითი ატომური მასის ზრდის მიხედვით ელემენტების ქიმიური თვისებები პერიოდულად იცვლება. ეს ნიშნავს, რომ ელემენტების გარკვეული რიცხვის შემდეგ მომდევნო ელემენტების თვისებები ძირითადად მეორდება.

დ. ი. მენდელეევი 1869 წ. აღმოაჩინა პერიოდულობის კანონი, რომლის ფორმულირება ასეთი იყო:

„მარტივ სხეულთა თვისებები და აგრეთვე ელემენტთა ნაერთების ფორმები და თვისებები პერიოდულ დამოკიდებულებაშია ელემენტების ატომური წონის სიდიდესთან“.

ელემენტთა თვისებების პერიოდული ცვლილება ლითიუმიდან არგონამდე განსაკუთრებით თვალსაჩინო იქნება, თუ ელემენტების ორივე მწკრივს ერთიმეორის ქვეშ მოვათავსებთ:

	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
რიგობრივი ნომერი	3	4	5	6	7	8	9	10
	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
რიგობრივი ნომერი	11	12	13	14	15	16	17	18

ორივე მწკრივი ტუტე ლითონით იწყება და ინერტული აირით მთავრდება. თვისებრივად მსგავსი ელემენტები, მაგალითად, ტუტე

ლითონები Li და Na, ჰალოგენები F და Cl, ინერტული აირები Ne და Ar ერთიმეორის ქვეშ თავსდება.

● მზარდი რიგობრივი ნომრის მიხედვით განლაგებული ელემენტების მწკრივებს, რომლებიც ტუტე ლითონით იწყება და ინერტული აირით მთავრდება, პერიოდები ეწოდება.

პერიოდების ერთიმეორის ქვეშ განლაგებით მიიღება ქიმიური ელემენტების პერიოდული ტაბულა, რომელიც პერიოდულობის კანონის თვალსაჩინო გამოსახვაა (იხ. III ფურადი სურათი).

რიგობრივი ნომრის მიხედვით, არგონის მომდევნო ელემენტით უნდა დაიწყოს ახალი პერიოდი და მაშასადამე, იგი ტუტე ლითონი უნდა იყოს. ეს ელემენტი კალიუმი. თუმცა მოსალოდნელის საწინააღმდეგოდ კალიუმის ფარდობითი ატომური მასა მეტი კი არა, რამდენადმე მცირეა არგონის ატომურ მასაზე. ამ შემთხვევაშიც თუ ელემენტებს ფარდობითი ატომური მასის ზრდის მიხედვით განვალაგებდით, კალიუმის ადგილზე არგონი უნდა მოგვეთავსებინა, მაგრამ ამით პერიოდულობის კანონი დაირღვეოდა: კალიუმი და არგონი ვერ მოხვდებოდა მათი მონათესავე ელემენტების სვეტებში. ტუტე ლითონი კალიუმი აღმოჩნდებოდა ინერტული აირების სვეტში და ინერტული აირი არგონი — ტუტე ლითონების სვეტში, ამიტომ პერიოდულ ტაბულაში არგონს რჩება მისთვის განკუთვნილი ადგილი რიგობრივი ნომრით 18, ხოლო კალიუმი, მიუხედავად მისი მცირე ფარდობითი ატომური მასისა, რიგობრივი ნომრით 19, თავსდება ტუტე ლითონების სვეტში.

ანეთი გადაადგილება (სულ სამი) იმის მაჩვენებელია, რომ ქიმიური ელემენტების თვისებები დამოკიდებულია არა იმდენად ფარდობით ატომურ მასაზე, რამდენადაც ატომთა სხვა თვისებაზე, რაც ელემენტის რიგობრივი ნომრით გამოისახება. მაინც ელემენტების რომელი თვისება ვლინდება მათ რიგობრივ ნომრებში?

როგორც თქვენთვის ცნობილია ფიზიკის კურსიდან, ატომები შედგება დადებითად დამუხტული ბირთვისა და მის გარშემო მოძრავი ელექტრონებსაგან. ატომი ელექტრონეიტრალურია, ვინაიდან ბირთვის დადებითი მუხტი გაწონასწორებულია ატომის ელექტრონული გარსის უარყოფითი მუხტით, ე. ი. მასში არსებული ელექტრონების ჯამური მუხტით.

თითოეული ქიმიური ელემენტის ბირთვის მუხტი რიცხობრივად ამ ელემენტის რიგობრივი ნომრის ტოლი აღმოჩნდა (თუ ელექტრონის მუხტის სიდიდეს 1-ად ჩავთვლით). აქედან ატომის ელექტრონული გარსის წარმომქმნელ ელექტრონთა რიცხვიც ელემენტთა რიგობრივი ნომრის ტოლია. რიგით პირველი ელემენტის — წყალბა-

დის — ატომი შედგება +1 მუხტის მქონე ბირთვისა და ერთი ელექტრონისაგან, მეორე ელემენტის — ჰელიუმის ატომი — +2 მუხტის მქონე ბირთვისა და ორი ელექტრონისაგან და ა. შ. ბირთვის მუხტები იმ ელემენტებისა, რომლებიც კალიუმისა და არგონის ტაბულაში, დ. მენდელეევის ტაბულაში ფარდობითი ატომური მასის ზრდის საწინააღმდეგოდ არის განლაგებული, რიცხობრივად აღმოჩნდა მათთვის განკუთვნილი რიგობრივი ნომრების ტოლი.

ამრიგად, ქიმიური ელემენტების რიგობრივი ნომერი ატომური ბირთვის მუხტის „სიდიდეს“ მთავრად.

ამჟამად დ. ი. მენდელეევის პერიოდულობის კანონის ფორმულირება ასეთია: ქიმიური ელემენტების თვისებები პერიოდულ დამოკიდებულებაშია მათი ატომური ბირთვის მუხტის სიდიდესთან.

როგორც წესი, ელემენტების ფარდობითი ატომური მასები იზრდება მათი ატომური ბირთვის მუხტის ზრდასთან ერთად. ამიტომ დ. ი. მენდელეევი პერიოდულობის კანონი აღმოაჩინა ელემენტების ფარდობითი ატომური მასის საფუძველზე, რაც იმ დროს ატომებისათვის ცნობილი ერთადერთი რიცხობრივი მახასიათებელი იყო.

- ?
1. როგორია ელემენტის რიგობრივი ნომრის ფიზიკური არსი?
 2. გამოთქვიტ პერიოდულობის კანონი.
- ▲
8. რა არის პერიოდი? როგორ იცვლება ელემენტთა თვისებები პერიოდებში რიგობრივი ნომრის ზრდის მიხედვით?

§ 59. ატომური ბირთვების შედგენილობა

ბირთვი ატომის შემადგენელი ნაწილია. იბადება კითხვა: არის თუ არა ატომის ბირთვი რაღაც უკვე განუყოფელი, თუ თავის მხრივ ისიც იყოფა და შედგება კიდევ უფრო მცირე ნაწილაკებისაგან?

უდიდესი რიგობრივი ნომრის მქონე ქიმიური ელემენტები რადიოაქტიურია. ისინი ყოველთვის იშლებიან დამუხტულ α -ნაწილაკებისა და β -ნაწილაკების გამოსხივებით. β -ნაწილაკები ელექტრონებია.

β -ნაწილაკებთან შედარებით α -ნაწილაკებს აქვთ დიდი მასა და დადებითი მუხტი. ცხადია, ისინი მხოლოდ ატომის ბირთვიდან შეიძლება გამოტყორცნონ. მაშასადამე, თავის მხრივ ატომის ბირთვებს რთული შედგენილობა აქვთ. რისგან შედგებიან ისინი? მოძრაობის უდიდესი სიჩქარის გამო α -ნაწილაკებს უნარი აქვს დაშალოს ატომური ბირთვები. ასე აღმოაჩინეს ატომის ბირთვის შედგენილობაში შემავალი პროტონები და ნეიტრონები.

პროტონები — ნაწილაკებია +1 მუხტით და მასით, რომელიც

წყალბადის ატომის მასის, ე. ი. დაახლოებით 1 მ. ა. ე. ტოლია, ამრიგად, პროტონები წყალბადის ატომთა ბირთვებია. ნეიტრონები — ნაწილაკებია აგრეთვე დაახლოებით 1 მ. ა. ე. ტოლი მასის მქონე მხოლოდ უმუხტო. ყველა ატომის ბირთვი პროტონებისა და ნეიტრონებისაგან შედგება. ბირთვის მუხტი განისაზღვრება მასში შემავალი პროტონების რიცხვით, ვინაიდან ნეიტრონები უმუხტოა, ამიტომ ბირთვში იმდენი პროტონია, რამდენიცაა ბირთვის მუხტი, ე. ი. როგორიცაა მოცემული ელემენტების რიგობრივი ნომერი. ატომის მასა განისაზღვრება ბირთვის შემადგენელი ნაწილაკების — პროტონებისა და ნეიტრონების საერთო რიცხვით. მათი მასები თითქმის ერთნაირია. დაახლოებით 1 მ. ა. ე. აქედან ატომის ბირთვში არსებული ნეიტრონების რიცხვი უნდა უდრიდეს ელემენტის მთელ რიცხვამდე დამრგვალებული ატომის მასისა და რიგობრივი ნომრის სხვაობას. მაგალითად, კალიუმის ატომის მასა უდრის 39 მ. ა. ე., ხოლო კალიუმის რიგობრივი ნომერია 19. მაშასადამე, კალიუმის ატომის ბირთვის შემადგენელი პროტონებისა და ნეიტრონების საერთო რიცხვი უდრის 39. ბირთვში 19 პროტონია, მაშასადამე, ნეიტრონები იქნება $39 - 19 = 20$. კალიუმის ატომული შედგება 19 პროტონისა და 20 ნეიტრონისაგან.



1. დაახასიათეთ ატომური ბირთვის შემადგენელი ნაწილაკები.
2. გაიანგარიშეთ: ა) ფთორის, ბ) რადიუმის ატომის ბირთვებში შემავალი პროტონებისა და ნეიტრონების რიცხვი. გაანგარიშებისას ატომური მასა დამრგვალებულ მთელ რიცხვამდე.

§ 66. იზოტოპები

ჩვენ ვავიგეთ, რომ ატომები იყოფა და არამარადიულია.

ატომის შედგენილობაში შემავალი ელექტრონების საერთო მასა მისი ბირთვის მასასთან შედარებით უმნიშვნელოა, ამიტომ ელემენტების ატომური მასები პროტონების ან ნეიტრონების მასის, ე. ი. დაახლოებით ერთის ჯერადი უნდა იყოს, სხვანაირად რომ ვთქვათ, ყველა ელემენტის ატომური მასა მთელი (უფრო სწორად, მთელი რიცხვთან მიახლოებული) რიცხვებით უნდა გამოისახებოდეს.

მაგრამ როგორც ცნობილია, არსებობს მრავალი ქიმიური ელემენტი, რომელთა ფარდობითი ატომური მასა წილადი რიცხვით გამოისახება, მაგალითად, ქლორის ატომური მასაა 35,45, სინამდვილეში ასეთი მასის მქონე ქლორის ატომი ბუნებაში არ არსებობს, რომელსაც იქნებოდა მასა 35,45. ელემენტი ქლორი ატომთა ორი სახეობის ნარევი.

ნაპოვნია ქლორის ფარდობითი ატომური მასა 35,45, ეს მხოლოდ

საშუალო მნიშვნელობაა ქლორის ატომთა მასების რიცხვითი მნიშვნელობებისა ატომთა მეტი ან ნაკლები მასების წილის აღრიცხვით. ნაკლები მასის მქონე ატომებს ქლორი შეიცავს მეტი რაოდენობით ამიტომ ატომთა მასების საშუალო რიცხვითი მნიშვნელობაა 35,45 (§ 11).

ქლორის მსგავსად, ქიმიური ელემენტების უმრავლესობა ატომური მასით განსხვავებული, მაგრამ ერთი და იგივე ბირთვის მუხტის მქონე ატომთა ნარევია. ერთი და იგივე ელემენტის ატომთა ასეთ სასესხვაობებს იზოტოპები ეწოდება (სიტყვებიდან „იზოს“ — ერთნაირი, „ტოპოს“ — ადგილი).

ქლორის ქიმიურ ნიშანში Cl გულისხმობენ ქლორის ორივე იზოტოპის ბუნებრივ ნარევს. თუ საქმე თითოეულ ცალკე იზოტოპს ეხება, ქლორის ნიშანს მიუწერენ ატომის იზოტოპის მასის დამრგვალებულ რიცხობრივ მნიშვნელობას: ^{35}Cl , ^{37}Cl .

თითოეული ელემენტის იზოტოპის ბირთვი შეიცავს პროტონების ერთ და იგივე, ხოლო ნეიტრონების სხვადასხვა რიცხვს, მაგალითად, ^{35}Cl და ^{37}Cl იზოტოპების ბირთვები შეიცავს 17—17 პროტონს (ქლორის რიგობრივი ნომერია 17) და ნეიტრონების სხვადასხვა რიცხვს: ^{35}Cl -ის ბირთვი შეიცავს 18 ნეიტრონს, ხოლო ^{37}Cl -ის ბირთვი — 20 ნეიტრონს.

ელემენტის ფარდობითი ატომური მასა მით უფრო მეტია, რაც მეტ მძიმე იზოტოპებს შეიცავს იგი. თუ მცირე რიგობრივი ნომრის მქონე ელემენტის შედგენილობაში უპირატესად მძიმე იზოტოპების ატომები შედის, ხოლო მისი მომდევნო ელემენტის შედგენილობაში — მსუბუქი იზოტოპების ატომები, აღმოჩნდება, რომ დიდი რიგობრივი ნომრის მქონე ელემენტის ფარდობითი ატომური მასა მეტი კი არა, ხაკლები იქნება მცირე რიგობრივი ნომრის მქონე ელემენტის ფარდობით ატომურ მასაზე, ეს შეიმჩნევა, მაგალითად, არგონისა Ar და კალიუმის K ან ტელურისა და იოდის შემთხვევაში.

ერთი და იმავე ქიმიური ელემენტის იზოტოპთა არაჩვეულებრივი ქიმიური მსგავსება, მათი ატომების სხვადასხვა მასის მიუხედავად, ადასტურებს უკვე ადრე მიღებულ დასკვნას: ქიმიური ელემენტების თვისებები დამოკიდებულია არა ამდენად ფარდობით ატომურ მასაზე, რამდენადაც ატომური ბირთვის მუხტზე.

იზოტოპების შესახებ მიღებული ცოდნის მიხედვით შეგვიძლია ზუსტად განვსაზღვროთ ცნება „ქიმიური ელემენტი“. ქიმიური ელემენტი არის ერთნაირ მუხტისა და მქონე ატომთა სახეობა.

1. რა არის: ა) იზოტოპები, ბ) ქიმიური ელემენტი ატომის აღნაგობის თვალსაზრისით?
2. იზოტოპების რა თავისებურებაა ხაზგასმული სახელწოდებით „იზოტოპები“?
3. არგონი შედგება სამი იზოტოპისაგან: ^{36}Ar , ^{38}Ar , ^{40}Ar ; კალიუმიც — სამი იზოტოპისაგან: ^{39}K , ^{40}K , ^{41}K . კალიუმის 93% შედგება ყველაზე მსუბუქი, ხოლო არგონის 99% ყველაზე მძიმე იზოტოპისაგან. რომელ ელემენტს, კალიუმს თუ არგონს, აქვს დიდი ფარდობითი ატომური მასა? პასუხი შეამოწმეთ პერიოდული ტაბულით.
4. ბუნებრივი წყალბადი შედგება ^1H და ^2H . ხოლო ენგბადი — ^{16}O და ^{17}O იზოტოპებისაგან. ამიტომ ბუნებრივი წყალი სხვადასხვა მოლეკულუბისაგან შედგება $^1\text{H}^2\text{H}^{16}\text{O}$, $^1\text{H}_2^{17}\text{O}$ და სხვ. დაწერეთ წყლის დანარჩენ სახეობათა ფორმულები, გაიანგარიშეთ მათი ფარდობითი მოლეკულური მასები. ბუნებაში წყლის რომელი მოლეკულებია ყველაზე მეტი, რომელი ნაკლები? რატომ?

§ 61. ატომების ელექტრონული გარსების აღნაგობა

ახლა უნდა გავიგოთ, რატომ იცვლება ქიმიური ელემენტების თვისებები პერიოდულად და არა სხვაგვარად ატომის ბირთვის მუხტის ზრდასთან ერთად. ამისათვის ატომების შედგენილობის ცოდნა არ კმარა. შევადაროთ, მაგალითად, ნატრიუმი (№ 11) ნეონს (№ 10). ქიმიური თვისებების მხრივ მათ შორის საერთო არაფერია. ნეონი ინერტული აირია, ნატრიუმი — ერთ-ერთი ქიმიურად ყველაზე აქტიური ლითონი. მიუხედავად ამისა, მათი ატომების შედგენილობა მარტო იმით განსხვავდება, რომ ნატრიუმის ატომის ბირთვის მუხტი ერთი ერთეულით მეტია და მის ელექტრონულ გარსში ერთი ელექტრონით მეტია, ვიდრე ნეონში. იმის გასაგებად, თუ ატომთა შედგენილობაში მცირე განსხვავება რატომ იწვევს მათ თვისებებში ასე მკვეთრ განსხვავებას, გავეცნოთ ატომთა ელექტრონული გარსების აღნაგობას.

როგორც თქვენთვის ცნობილია ფიზიკის კურსიდან, ბირთვი თითოეული ელემენტის ატომის ცენტრშია, ელექტრონული გარსის წარმომქმნელი ელექტრონები კი შრებადაა განლაგებული ბირთვის გარშემო: ერთნი ბირთვის ახლოს, მეორენი — ბირთვიდან დაშორებით.

მახლობელ ელექტრონებს ბირთვი უფრო ძლიერად იზიდავს, დაშორებულს — სუსტად. I სურათზე მოცემულია პირველი 18 ქიმიური ელემენტის ატომთა აღნაგობის პირობითი სქემები. ამ სქემების მიხედვით ჩანს, თუ რამდენი ელექტრონული შრე აქვს თითოეულ ელემენტის ატომს (შრეები გამოსახულია რკალებით) და რამდენი ელექტრონია თითოეულ შრეზე (მათი რიცხვი მიწერილია რკალებთან).

წყალბადის ატომს (№ 1) უმარტივესი აღნაგობა აქვს: მისი +1 მუხტიანი ბირთვის გარშემო მოძრაობს ერთი ელექტრონი. ჰელიუმის ატომის (№ 2) ბირთვს აქვს +2 მუხტი და მის გარშემო მოძრაობს ორი ელექტრონი. ჰელიუმის ატომში ორივე ელექტრონი ბირთვიდან თანაბარი მანძილებით არის დაშორებული და მისკენ ერთნაირი ძალით მიიზიდება. გავიხსენოთ, რომ ჰელიუმი ინერტული აირია. წყალბადი და ჰელიუმი შეადგენენ პირველ პერიოდს; მომდევნო პერიოდებისაგან განსხვავებით იგი მხოლოდ 2 ელემენტს შეიცავს და, ყველა შემდგომი პერიოდისაგან განსხვავებით, ტუტე ლითონით არ იწყება.

მომდევნო, მეორე პერიოდი იწყება ტუტე ლითონით — ლითიუმით, ლითიუმის ატომში (№ 3) ბირთვთან დაახლოებული ორი ელექტრონის ისეთივე დაჯგუფებაა, როგორც ჰელიუმის ატომში და გარდა ამისა, დამატებით არის შესამე ელექტრონი. ეს ელექტრონი ბირთვიდან დაშორებულია და მისკენ უფრო სუსტად მიიზიდება, ვიდრე პირველი ორი. ამრიგად, ლითიუმის ატომს აქვს ორი ელექტრონული შრე: შიგა — ორელექტრონიანი და გარე — ერთელექტრონიანი. ლითიუმიდან ბერილიუმზე (№ 4), ბერილიუმიდან ბორზე (№ 5) გადასვლით და ა. შ. ბირთვის მუხტი ყოველთვის ერთით დიდდება. ხოლო გარე შრე ივსება თითო ელექტრონით, ვიდრე მასში 8 ელექტრონი არ დაგროვდება. ეს ხდება ინერტულ აირ ნეონთან (№ 10), რითაც მთავრდება მეორე პერიოდი.

შემდეგ ჩვენ განვიხილავთ დამთავრებული და დაუმთავრებელი გარე ელექტრონული შრის მქონე ატომებს. თუ გარე შრე ელექტრონების უდიდეს რიცხვს შეიცავს, როგორც შეიძლება მოითავსოს, იგი დამთავრებულია, თუ ნაკლებს — დაუმთავრებელი.

ნეონის მომდევნო ელემენტს — ტუტე ლითონ ნატრიუმს (№ 11) აქვს აგრეთვე ორი შრე (ორ- და რვაელექტრონიანი), როგორც ნეონის ატომს, მაგრამ გარდა ამისა, აქვს მეთერთმეტე ელექტრონი, რომელიც ბირთვიდან კიდევ უფრო დაშორებულია. ამრიგად, ნატრიუმის ატომში ჩნდება შესამე ელექტრონული შრე, ხოლო პერიოდულ ტაბულაში ნატრიუმიდან იწყება შესამე პერიოდი. ამ პერიოდის ელემენტთა ბირთვების მუხტებიც თანმიმდევრულად იზრდება, ხოლო მ

სამე — გარე ელექტრონული შრე, როგორც მეორე შრე, ელექტრონებით რვაზე ივსება. ეს ხდება ისევე პერიოდის დამამთავრებელ ელემენტთან — ინერტულ აირთან სახელდობრ, არგონთან.

შევაჯამოთ ყოველივე. ბირთვების მუხტის თანმიმდევრული მატებისას ჩვენს მიერ განხილული პერიოდების ელემენტები ინარჩუნებენ მის წინ მდგომი ელემენტის ატომის ელექტრონული გარსის აღნაგობას, მაგრამ მას ემატება კიდევ ერთი ელექტრონი. ეს ელექტრონი ან გარე შრეს მიუერთდება, ანდა ახალ შრეს იწყებს, პირველი. ბირთვთან უახლოესი შრე, იტევს 2 ელექტრონს, და მისი ტევადობა ამოიწურება ჰელიუმთან — ინერტულ აირთან, რომლითაც მთავრდება პირველი პერიოდი. მეორე ელექტრონული შრე მთლიანად შეივსება ნეონის ატომში, რომლიც ამთავრებს მეორე პერიოდს. მეორე ელექტრონულ შრეზე ნეონის ატომში 8 ელექტრონია. მესამე პერიოდის დამამთავრებელ ელემენტ არგონის გარე (მესამე) ელექტრონულ შრეზე აგრეთვე 8 ელექტრონია.

გარე შრეში ელექტრონების დაგროვებასთან დაკავშირებულია პერიოდებში ელემენტთა თვისებების თანდათანობითი ცვლილება: ახალი ელექტრონული შრის წარმოქმნასთან კი — თვისებების მკვეთრი, ნახტომისებრი ცვლილება. ჩნდება ახალი ელექტრონული შრე — იწყება ახალი პერიოდი.

ახლა ჩვენთვის გასაგები გახდება, თუ რატომ იცვლება პერიოდულ ქიმიური ელემენტების თვისებები, დავუბრუნდეთ I სურათს და ყურადღება მივაქციოთ ატომების გარე ელექტრონულ შრეს: მუხტის მატებასთან ერთად გარე შრეში ელექტრონების რიცხვი პერიოდულად მეორდება. ნატრიუმის ატომის გარე შრეში იმდენივე ელექტრონია, რამდენიც ლითიუმის გარე შრეში, სახელდობრ ერთი ელექტრონი. მაგნიუმის ატომის გარე შრეში იმდენივე, რამდენიც ბერილიუმის გარე შრეში, სახელდობრ, ორი ელექტრონი და ა. შ. ამრიგად, ერთი და იმავე ოჯახის ელემენტთა ატომებს გარე შრეში აქვს ელექტრონთა თანაბარი რიცხვი. მაგალითად, ტუტე ლითონებს — 1 ელექტრონი, ჰალოგენებს — 7 ელექტრონი.

❁ ქიმიური ელემენტების თვისებები რიგობრივ ნომრის ზრდასთან ერთად პერიოდულად იმეტომ იცვლება, რომ პერიოდულად იცვლება ელექტრონების რიცხვი ატომის გარე შრეში.

პერიოდულობის კანონის დამკვიდრების შემდეგ ატომთა შესახებ ცნობების დაგროვება ფიზიკოსების დამსახურებაა, პერიოდულობის კანონის საფუძველზე მათ დაადგინეს ატომების ელექტრონული აღნაგობა და გასწნეს გზა მათი ქიმიური თვისებების ახსნისაკენ.

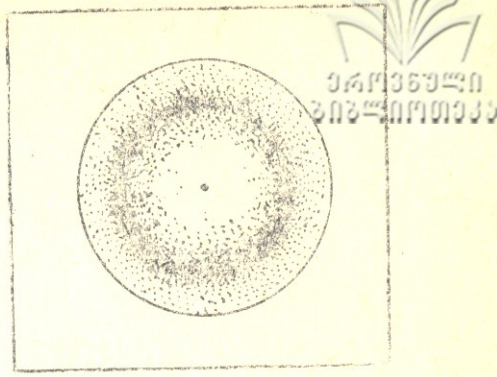
ატომში ელექტრონების მდგომარეობა შეიძლება წარმოვიდგინოთ მოლეკლის სახით, რომლის დახასიათება და გამოსახვა შესაძლოა სუ-

რათები. ატომში თითოეული ელექტრონი ბირთვის ირგვლივ მოძრაობს, ელექტრონის მოძრაობის სიჩქარე იმდენად დიდია, რომ სივრცის ოთხედშივე ვახსნავდნენ წერტილში მის არსებობას ლაბარაკი არ შეიძლება.

აღმოჩნდა, რომ შეუძლებელია ატომში ელექტრონის მოძრაობის გზის მიკვლევა, ელექტრონს არ აქვს მოძრაობის ტრაექტორია. თუ ჩვენ შევძლებდით გავგვესაზღვრა ელექტრონის მდგომარეობა ბირთვის მახლობლად დროის რომელიმე მომენტში და აღვნიშნავდით

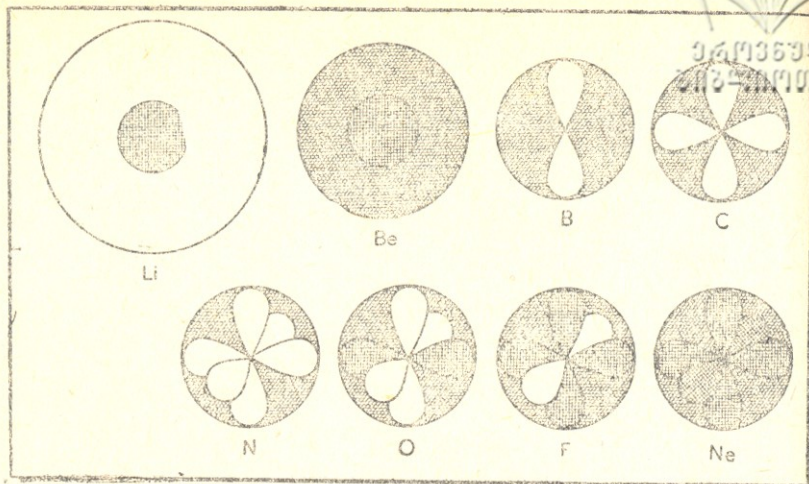
მას წერტილით, მაშინ ამ ოპერაციის მრავალჯერ გამეორებისას შეიძლებოდა მიგვეღო ბირთვის მახლობლად ელექტრონის მოძრაობის სურათი. წერტილების სიხშირის მიხედვით ჩვენ შევძლებდით გავგვესაზღვრა ბირთვის მახლობლად სივრცის ის ნაწილი, სადაც ელექტრონი უფრო ხშირად არის, ე. ი. სადაც მისი არსებობის ალბათობა ყველაზე მეტია: სივრცის ეს ნაწილი თითქოს ელექტრონული ღრუბელია.

სურ. 65. წყალბადის ატომის ელექტრონული ღრუბლის ფორმა.



წყალბადის ატომში ერთადერთი ელექტრონი ბირთვის გარშემო მოძრაობისას სფეროსებრი ფორმის მქონე ღრუბელს წარმოქმნის (სურ. 65). მისი უდიდესი სიმაკვრივე (ელექტრონის არსებობის უდიდესი ალბათობა) ბირთვიდან $0,53 \cdot 10^{-8}$ სმ მანძილზეა. ელექტრონებს, რომელთა ღრუბელს სფეროსებრი ფორმა აქვს, როგორც წყალბადის ატომის ელექტრონულ ღრუბელს, s-ელექტრონებს უწოდებენ. s-ელექტრონების ღრუბლები განსხვავდებიან თავიანთი ზომებით იმიტომ, თუ რომელ შრეზეა ელექტრონი. რაც უფრო ახლოს არის ბირთვთან ელექტრონი, მით ნაკლები დიამეტრი აქვს ღრუბელს, რომელსაც ის წარმოქმნის.

ატომებში ელექტრონები წარმოქმნიან სხვა ფორმის ღრუბლებსაც, რომლებიც მოცულობით „რვიანას“ მოგვაგონებენ. ასეთ ელექტრონებს, რომელთა ღრუბლები გაწეილი, „რვიანას“ ფორმისაა, p-ელექტრონებს უწოდებენ. თითოეული p-ელექტრონი ბირთვის ირგვლივ ისე მოძრაობს, რომ მისგან ხან ერთ მხარეზეა, ხან მეორე მხარეზე, ეს ელექტრონული ღრუბლები ერთიმეორისაგან განსხვავდებიან არა მარტო ზომით, არამედ სივრცეში განლაგებითაც: ისინი გან-



სურ. 66. მეორე პერიოდის ელემენტების ატომათა გარე ელექტრონული შრეების აღნაგობის სქემა.

ლაგებულია სამი ურთიერთპერპენდიკულარული ღერძის კოორდინატთა გასწვრივ (სურ. 66).

როდესაც ორი ელექტრონისაგან წარმოქმნილი ღრუბლების ფორმაც, ზომაც და სივრცეში განლაგებაც ერთნაირია, ორივე ღრუბელი ერთიმეორეს ეთავსება ორელექტრონიანი საერთო ღრუბლის წარმოქმნით. ელექტრონებს, რომელთა ღრუბლები ატომშია შეთავსებული, შეწყვილებული ელექტრონები ეწოდება. თითოეულ ატომში არაუჩეტეს ორი ელექტრონია, რომელთა ღრუბლები როგორც ფორმით, ისე სიდიდით და სივრცეში განლაგებით ერთნაირია. ამიტომ ელექტრონული ღრუბლების ერთიმეორესთან შერწყმა მხოლოდ წყვილწყვილადაა შესაძლებელი. წყალბადის მომდევნო ელემენტის — ჰელიუმის ატომში ორივე s-ელექტრონის ღრუბლები შერწყმულია საერთო, სფეროსებრი ფორმის ორელექტრონიან ღრუბლად. ასეთივე ორელექტრონიანი ღრუბელი შიგა შრის სახით არის ყველა მომდევნო ელემენტის ატომებში.

ახლა განვიხილოთ 66-ე სურათი, რომელზედაც გამოხატულია II პერიოდის ელემენტთა ატომების გარე ელექტრონული შრის აღნაგობა (შიგა ელექტრონული შრეები აქ გამოსახულია შავი წრეებით). ლითიუმის ატომში გარე შრე წარმოდგენილია ერთი s-ელექტრონით, რომლის ღრუბელს სფეროსებრი ფორმა აქვს, მაგრამ მისი ზომა მნიშვნელოვნად მეტია შიგა ელექტრონულ ღრუბელზე. გარე შრის მეორე s-ელექტრონი ბერილიუმის ატომში წარმოქმნის პირველ ელექტრონთან შერწყმულ ისეთსავე ღრუბელს, როგორც ჰელი-

უმის ატომში. სურათზე ორელექტრონიანი ღრუბლები დაშტრიხულია. შიგა შრეები ნახევანებია მხოლოდ Li და Be-სათვის.

ბორიდან დაწყებული, ატომებში p -ელექტრონები ჩნდება. ატომში ერთი ასეთი ელექტრონია, ნახშირბადის ატომში ორი ელექტრონია. მათი ღრუბლები ერთნაირი ზომისაა. მაგრამ ისინი შეიწყობილი არ არის, ვინაიდან მათი ღერძები ურთიერთპერპენდიკულარულია და არა თანხვედნილი: წარმოიქმნება ორი ურთიერთპერპენდიკულარული ერთელექტრონიანი „რვიანები“. შემდეგი p -ელექტრონი აზოტის ატომში წარმოქმნის ისეთსავე წაგრძელებულ ღრუბელს, რომლის ღერძი ორი წინა ელექტრონის ღრუბელთა ღერძების პერპენდიკულარულია. მიიღება სამი ურთიერთპერპენდიკულარული ერთელექტრონიანი „რვიანა“.

ჟანგბადის ატომში მეექვსე ელექტრონის ღრუბელი ერწყმის ერთ-ერთ წინა p -ელექტრონს საერთო ორელექტრონიანი ღრუბლის წარმოქმნით, ხოლო დანარჩენი ორი p -ელექტრონი რჩება შეუწყვილებელი. მათ შორის შენარჩუნებულია 90° -იანი კუთხე. ფთორის ატომში შემდეგი p -ელექტრონი წყვილდება ერთ-ერთ დარჩენილ ელექტრონთან, და ატომში რჩება მხოლოდ ერთი შეუწყვილებელი ელექტრონი. დასასრულ, ნეონის ატომში ყველა p -ელექტრონი, ისევე როგორც s -ელექტრონები, შეწყვილებულია.

ასევე ხდება გარე შრის ელექტრონებით შევსება ყველა შემდგომი პერიოდის ელემენტთა ატომებში: ტუტე ლითონების ატომებს გარე შრეზე აქვთ თითო შეუწყვილებელი ელექტრონი. როგორც არის აგებული ნეონის ატომის გარე შრე, ისევეა იგი აგებული ნეონის მომდევნო ყველა ინერტული აირის ატომებში: შრე წარმოქმნილია ორი s -ელექტრონისა და ექვსი p -ელექტრონისაგან; ინერტული ელემენტების ატომთა გარე შრეში ყველა ელექტრონი შეწყვილებულია.

მაშასადამე, ელემენტის რიგობრივი ნომრის ზრდასთან ერთად პერიოდულად იცვლება ელემენტების ატომთა გარე ელექტრონული შრეების აღნაგობა.

?

1. განმარტეთ პერიოდულობის კანონი ატომთა აღნაგობის თეორიის თვალსაზრისით.

▲

2. I სურათის დაუხმარებლად შეადგინეთ ა) ნახშირბადის (№ 6), ბ) ფოსფორის (№ 15), გ) არგონის (№ 18), დ) ალუმინის (№ 13), ე) ქლორის (№ 17) ატომთა აღნაგობის ელექტრონული სქემა.



პერიოდულობის კანონიდან გამომდინარეობს ქიმიურ ელემენტების ბუნებრივი კლასიფიკაცია — ქიმიური ელემენტების პერიოდული სისტემა. თვალსაჩინოდ იგი გამოისახება ქიმიური ელემენტების პერიოდული ტაბულით (III სურ.).

დაწვრილებით განვიხილოთ პერიოდული სისტემის პერიოდები, თქვენ შეისწავლეთ პირველი სამი პერიოდის ელემენტთა ატომების ელექტრონული გარსების აღნაგობა. ისინი მოიცავენ: პირველი პერიოდი — 2 ელემენტს, მეორე და მესამე — 8-8 ელემენტს. ამ პერიოდებს მცირე პერიოდები ეწოდება. მცირე პერიოდებში რი-

ტაბულა 14

IV პერიოდის ელემენტების ატომთა აღნაგობა

რიგობრივი ნომერი	ელემენტი	ელექტრონების განაწილება შრეების მიხედვით			
		I	II	III	IV
19	კალიუმი K	2	8	8	1
20	კალციუმი Ca	2	8	8	2
21	სკანდიუმი Sc	2	8	8+1	2
22	ტიტანი Ti	2	8	8+2	2
23	ვანადიუმი V	2	8	8+3	2
24	ქრომი Cr	2	8	8+5	1
25	მანგანუმი Mn	2	8	8+5	2
26	რკინა Fe	2	8	8+6	2
27	კობალტი Co	2	8	8+7	2
28	ნიკელი Ni	2	8	8+8	2
29	სპილენძი Cu	2	8	18	1
30	თუთია Zn	2	8	18	2
34	სელენი Se	2	8	18	6
35	ბრომი Br	2	8	18	7
36	კრიპტონი Kr	2	8	18	6

შენიშვნა: ელემენტ-ლითონების სახელწოდებები მოცემულია დაყოფით. თანაური ქვეჯგუფების ელემენტების ქიმიური ნიშნები ჩასმულია ჩარჩოში.

გობრივი ნომრის ზრდის მიხედვით დამატებითი ელექტრონები ყოველთვის ატომის გარე შრეს უერთდებიან.

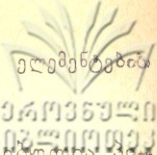
ახლა მე-14 ტაბულის მიხედვით განვიხილოთ მომდევნო, მეოთხე პერიოდის ელემენტთა ატომების ელექტრონული გარსების აღნაგობა. ეს პერიოდიც, როგორც წინა მცირე პერიოდი, იწყება ტუტე ლითონის კალიუმით (№ 19), რომლის ატომში ჩნდება ახალი ერთელექტრონიანი შრე. კალციუმთან (№ 20) შრეს მიუერთდება მეორე ელექტრონი. შემდეგაც რომ დამატებითი ელექტრონები ვარე შრეს უერთდებოდეს, პერიოდში მერვე ადგილი ინერტულ აირს უნდა დაეკავებინა, მის წინ კი ჰალოგენებს. მაგრამ IV პერიოდში მერვე ადგილზე, მოსალოდნელი ინერტული აირის ნაცვლად, ადგილი უკავია ყველა სათვის ცნობილ ისეთ ლითონს, როგორცაა რკინა. ლითონებია აგრეთვე რკინის წინ მდგომი ელემენტები.

მესამე ელემენტიდან — სკანდიუმიდან (№ 21) დაწყებული IV პერიოდში ატომების ვარე შრეში ელექტრონების დაგროვება რიგობრივი ნომრის ზრდასთან ერთად დროებით წყდება, ხოლო ელექტრონების დაგროვება ახლდება უკანასკნელის წინა შრეში, და გრძელდება მანამდე, სანამ ამ შრეში ელექტრონების რიცხვი 8-დან 18-მდე არ გაიზრდება. ვიდრე უკანასკნელის წინა (გარედან მეორე) შრეზე ელექტრონების დაგროვება ხდება, ვარე შრეში, როგორც წინა, 2 ელექტრონი რჩება (ტაბ. 14).

მაგრამ არის გამონაკლისები. ნიკელიდან (№ 28) სპილენძისაკენ (№ 29) გადასვლისას უკანასკნელის წინა შრეზე მორიგ ელექტრონთან ერთად გადაინაცვლებს ვარე ორი ელექტრონიდან ერთ-ერთი. სპილენძის ატომის ვარე შრეში დარჩა ერთი ელექტრონი, ხოლო უკანასკნელის წინა შრეში გროვდება 18 ელექტრონი, და ეს შრე საბოლოოდ ივსება. ასეთივე რჩება იგი სპილენძის მომდევნო ელემენტებისათვისაც. მათ ვარე შრეში ელექტრონები ხელახლა გროვდება, ვიდრე მათი რიცხვი ისევე, როგორც მცირე პერიოდების ელემენტების შემთხვევაში, არ მიაღწევს რვას პერიოდის დამამთავრებელ ინერტულ აირ კრიპტონთან (№ 36).

იმის გამო, რომ მცირე პერიოდებისაგან განსხვავებით, IV პერიოდი მოიცავს იმ ელემენტებს, რომელთა უკანასკნელის წინა შრის დასრულება წარმოებს, პერიოდში ქიმიური ელემენტების რიცხვი 18 ხდება. პერიოდებს, რომლებიც შეიცავს 8 ელემენტზე მეტს, დიდ პერიოდებს უწოდებენ. დიდი პერიოდები, ისევე როგორც მცირე პერიოდები, იწყება ტუტე ლითონებით და მთავრდება ინერტული აირებით. მაგრამ მცირე პერიოდებში ტუტე ლითონიდან ინერტულ აირზე გადასვლა ხდება 6, დიდ პერიოდებში კი — მეტი ელემენტის შემდეგ.

▲ გამოსახეთ: ა) 33 და ბ) 37 რიგობრივი ნომრების მქონე ელემენტების ატომთა ელექტრონული სქემები.



პერიოდულ ტაბულაში ქიმიური ელემენტები განლაგებულია შემოკლებულად, მწყრივებად, ჯგუფებად და ქვეჯგუფებად. პერიოდები თანმიმდევრობითაა დანომრილი არაბული ციფრებით. 1-ლი პერიოდი შედგება ორი ელემენტის — წყალბადისა და ჰელიუმისაგან, მე-2 და მე-3 პერიოდებში 8-8 ელემენტი. მე-4 და მე-5 პერიოდებში — 18-18 ელემენტი, ხოლო მე-6 პერიოდში — 32 ელემენტი. მე-7 პერიოდში ამჟამად 18 ელემენტი. იგი დაუშვავრებელია, და ამ პერიოდის მომდევნო ელემენტების ძიება გრძელდება. პერიოდის ნომერი აჩვენებს — რამდენი ელექტრონული შრე აქვს ამ პერიოდის ელემენტების ატომებს (ფერადი ჩანართის სურათი 1).

თითოეული დიდი პერიოდი ორ მწყრივად იყოფა. მწყრივებში ელემენტების უმადლესი ვალენტობა ოქსიდებში ისე, როგორც მცირე პერიოდებში, 1-დან 7-მდე იზრდება. ეს მწყრივები დაკავშირებულია ერთიმეორის მსგავსი სამი ელემენტ-ლითონით, რომელთა მსგავსი მცირე პერიოდებში არ მოიპოვება. ეს ელემენტები დიდ პერიოდებში გამოყოფილია, ხოლო დანარჩენი ელემენტები განლაგებულია მცირე პერიოდების ელემენტების ქვეშ. ასეთი განლაგებისას დიდ პერიოდის თითოეული ელემენტი თავსდება ერთ ვერტიკალურ სვეტში მცირე პერიოდების იმ ელემენტებთან, რომლებიც ისეთსავე უმადლეს ვალენტობას ავლენენ, მაგალითად, მე-5 პერიოდი, რომელიც რუბიდუმიტ იწყება და ქსენონით მთავრდება, გაყოფილია ორ მწყრივად. ზედა მწყრივი მთავრდება სამი ლითონით — რუთენიუმით, როდიუმითა და პალადიუმით, ქვედა მწყრივი კი იწყება ვერცხლით. ორივე მწყრივში ელემენტის უმადლესი ვალენტობა ოქსიდებში, ისევე როგორც მცირე პერიოდებში, იზრდება 1-დან (რუბიდუმიტთან და ვერცხლთან) 8-მდე (რუთენიუმთან და ქსენონთან).

თითოეული დიდი პერიოდის ზედა მწყრივს ლუწი ნომერი აქვს (ლუწი მწყრივი), ქვედას — კენტი ნომერი (კენტი მწყრივი). ლუწ მწყრივებში მხოლოდ ლითონებია, და მხოლოდ კენტი მწყრივების ბოლოს, ე. ი. პერიოდის ბოლოს თავს იჩენს არალითონები. მათი ქიმიური ნიშნები გამოყოფილია წითელი ფერით.

დიდი პერიოდების ლუწი და კენტი მწყრივების ელემენტთა ატომების აღნაგობა ერთნაირი არ არის. ლუწ მწყრივებში მხოლოდ ორი ბირველი ელემენტის უკანასკნელის წინა შრეზეა 8 ელექტრონი,

მომდევნო ელემენტებში ლუწი მწკრივის ბოლომდე ხდება ამ შრეზე ელექტრონების დაგროვება. ასეთი ელემენტები ტაბულაში ჩასმულია ჩარჩოში. დიდი პერიოდების კენტი მწკრივის ელემენტთა ატომური მასების უკანასკნელის წინა შრე უკვე შევსებულია; იგი შეიცავს ტრონს, ხოლო გარე შრეში ელექტრონთა რიცხვი, ისევე როგორც მე-2 და მე-3 პერიოდების ელემენტების შემთხვევაში, მატულობს 1-დან 8-მდე.

ჩვენ განვიხილეთ, თუ როგორ იცვლება ქიმიური ელემენტების თვისებები პერიოდებში, ახლა განვიხილოთ როგორ იცვლება მათი თვისებები პერიოდული ტაბულის ვერტიკალურ სვეტებში.

§ 63. ქიმიური ელემენტების პერიოდული სისტემის
ჯგუფები და ქვეჯგუფები

● ელემენტები, რომლებიც გაერთიანებულია პერიოდული ტაბულის ერთსა და იმავე ვერტიკალურ სვეტში, შეადგენენ ელემენტთა ჯგუფებს. პერიოდული სისტემა მოიცავს ელემენტების რვა ჯგუფს, რომლებიც ზემოდან რომაული ციფრებით არის დანომრილი. მეორე ჯგუფი შედგება დიდი პერიოდების ლუწი და კენტი მწკრივების დამაკავშირებელი ელემენტებისა და ინერტული აირებისაგან. ჯგუფის ნომერს ემთხვევა ამ ჯგუფში გაერთიანებული ელემენტების უმაღლესი ვალენტობა უანგბადანერთებში. მხოლოდ რამდენიმე ელემენტი არ ემორჩილება ამ წესს, მაგალითად, I ჯგუფის ელემენტი — სპილენძი ორვალენტიანიც არის, ხოლო VII ჯგუფის ელემენტი — ფთორი არ წარმოქმნის ნაერთებს, რომლებშიც იგი შეიღვალენტიანი იქნებოდა. VIII ჯგუფის ელემენტებიდან უმაღლესი ოქსიდებში რვა ვალენტიანობას ავლენს მხოლოდ რამდენიმე ელემენტი (მაგალითად, ოსმიუმი და ქსენონი).

წყალბადი გაერთიანებულია ერთ ჯგუფში ტუტე ლითონებთან, ვინაიდან მისი ვალენტობა ოქსიდში (წყალში) ერთის ტოლია.

მას ათავსებენ VII ჯგუფშიც იმიტომ, რომ წყალბადის ატომსა და ჰალოგენების ატომებსაც აკლია თითო ელექტრონი გარე ელექტრონული შრის შევსებამდე.

მე-6 პერიოდში ორვალენტიან ლითონ ბარიუმსა Ba (№ 56) და ოთხვალენტიან ლითონ ჰაფნიუმს Hf (№ 72) შორის ერთი სამვალენტიანი ელემენტის ლანთანის La (№ 57) გარდა ადვილს იკავებს ლანთანის განსაკუთრებით მსგავსი 14 ლითონი. ისინი ლანთანოიდების განსაკუთრებულ ოჯახს ქმნიან. ვინაიდან ატომის აღნაგობით ლანთანოიდები ლანთანის მსგავსია და ჩვეულებრივად სამვალენტიანებია, ამიტომ ლანთანთან ერთად პერიოდულ ტაბუ-

ლაში მათ განეკუთვნება მხოლოდ ერთი უჯრედი ბარიუმსა და კადნიუმს შორის, ხოლო მათი ჩამოთვლა ატომური მასის ზრდის მიხედვით ცალკეა მოცემული ტაბულის ქვეშ. ასევე ცალკეა განიხილებილი აქტინიუმის Ac მომდევნო ელემენტები — აქტინიუმის ოჯახი.

ლანთანოიდებსა და აქტინოიდებს შორის განსაკუთრებული მსგავსება აიხსნება იმით, რომ მათ ატომებში ელექტრონების შევსება ხდება გარედან მესამე შრეში, ხოლო ორ გარე შრეში ელექტრონების რიცხვი ერთი და იგივე რჩება.

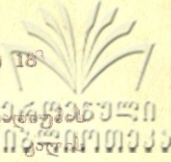
თითოეული ჯგუფი დაყოფილია ორ ქვეჯგუფად. ერთი ქვეჯგუფის ელემენტთა ქიმიური ნიშნები გადაწეულია მარცხნივ მათ მიერ დაკავებულ უჯრედში, ხოლო მეორე ქვეჯგუფის ელემენტთა ნიშნები — მარჯვნივ. მაგალითად, VII ჯგუფშია ჰალოგენებისა და მანგანუმის ქვეჯგუფები (Mn, Tc, Re).

● ქვეჯგუფებს, რომლებშიც შედის დიდი და მცირე პერიოდების ელემენტები, მთავარს უწოდებენ, ხოლო ქვეჯგუფებს, რომლებიც მხოლოდ დიდი პერიოდების ელემენტებისაგან შედგება — თანაურს. მაგალითად, VII ჯგუფში ჰალოგენების ქვეჯგუფი მთავარია. მანგანუმის ქვეჯგუფი — თანაური.

რომელ ქვეჯგუფებში — მთავარსა თუ თანაურში მოხვდა თქვენთვის ცნობილი არალითონები: ჰალოგენები, ჟანგბადი, გოგირდი, აზოტი, ნახშირბადი, ინერტული აირები? ყველა ისინი მოხვდნენ IV, V, VI, VII და VIII ჯგუფების მთავარ ქვეჯგუფებში. თანაური ქვეჯგუფები შედგება მხოლოდ ლითონებისაგან. მთავარი ქვეჯგუფების ელემენტთა ატომებში ელექტრონების რიცხვი გარე ელექტრონულ შრეზე ემთხვევა ჯგუფის ნომერს.

თითოეული ჯგუფის ქვეშ მიწერილია ელემენტთა უმაღლესი ოქსიდებისა და აქროლადი წყალბადნაერთების ზოგადი ფორმულები. უმაღლესი ოქსიდების ზოგადი ფორმულა მოცემული ჯგუფის ყველა ელემენტს მიეკუთვნება მიუხედავად იმისა, რომელ ქვეჯგუფს ეკუთვნის — მთავარსა თუ თანაურს. აქროლად წყალბადნაერთებს კი მხოლოდ არალითონები წარმოქმნის. ამიტომ აქროლადი წყალბადნაერთების ზოგადი ფორმულები მიწერილია მთავარი ქვეჯგუფების ელემენტთა ნიშნების ქვეშ.

თითოეულ მთავარ ქვეჯგუფში ელემენტის რიგობრივი ნომრის ზრდის მიხედვით ლითონური თვისებები ძლიერდება, არალითონური კი სუსტდება. მაგალითად, ტუტე ლითონების ლითონური თვისებები ძლიერდება რიგობრივი ნომრის ზრდის მიხედვით, ჰალოგენების არალითონური თვისებები კი სუსტდება.



1. რომელი ელემენტების ატომთა უკანასკნელის წინა შრეშია: ა) 8, ბ) 18 ელექტრონი?
2. რამდენი ელექტრონია: ვერცხლის (№ 47), ოქროს (№ 79), რადონის (№ 88), თუთიის (№ 30), ვერცხლისწყლის (№ 80), ტყვიის (№ 82), ვოლფრამის (№ 50), ტელურის (№ 52), ვოლფრამის (№ 74), ტანტალის (№ 73), რენიუმისა (№ 75) და ცირკონიუმის (№ 40) ატომების გარე და უკანასკნელის წინა შრეში? რომელი ელემენტებისათვის შეეძლიათ ამ საკითხის გადაწყვეტა მხოლოდ სავარაუდოდ? რატომ?
3. რა არის პერიოდული სისტემაში: ა) პერიოდი, ბ) ჯგუფი, გ) ქვეჯგუფი?
4. რა კანონზომიერება ვლინდება იმ ფაქტით, რომ III ჯგუფის მთავარ ქვეჯგუფში ბორი არალითონია, ხოლო ალუმინი — ლითონი?
5. რა ნიშან-თვისებების საფუძველზე ერთიანდებიან ელემენტები: ა) ჯგუფში, ბ) ქვეჯგუფში?
- 6.* ქიმიური ელემენტს აიროვანი უმაღლესი ოქსიდის სიმკვრივე წყალბადის მიმართ დაახლოებით 22 უდრის. როგორია ამ ელემენტის ფარდობით ატომური მასა? პასუხის დასაბუთებისას დაეყარეთ პერიოდულობის კანონს. დაასახელეთ ელემენტი და დაახასიათეთ მისი ადგილმდებარეობა პერიოდულ ტაბულაში. დაამტკიცეთ, რომ თქვენი ახსნა ერთადერთია.

§ 64. ელემენტის დახასიათება პერიოდულ ტაბულაში მისი ატომის მდებარეობისა და ატომის აღნაგობის მიხედვით

პერიოდულ ტაბულაში მდებარეობის მიხედვით შეიძლება დავახასიათოთ ნებისმიერი ქიმიური ელემენტი. განვიხილოთ ეს კალციუმის (№ 20) შავალითზე. იგი მოთავსებულია მე-4 დიდი პერიოდის II ჯგუფის მთავარი ქვეჯგუფის ლუწ მწკრივში.

ვინაიდან დიდი პერიოდების ლუწი მწკრივები მხოლოდ ლითონებისაგან შედგება, კალციუმიც ლითონი უნდა იყოს. ის მეორე ჯგუფის ელემენტია. მაშასადამე, მისი ოქსიდის ფორმულაა CaO , ხოლო აქროლად წყალბადნაერთს კალციუმი არ წარმოქმნის, თვისებებით კალციუმის ზედა ელემენტის—მაგნიუმის მსგავსი უნდა იყოს, მაგრამ უფრო მკვეთრად გამოსახული ლითონური თვისებებით. რა შეიძლება დავასკვნათ კალციუმის ატომის აღნაგობის შესახებ?

კალციუმის რიგობრივი ნომერია 20, მაშასადამე, მისი ატომის ბირთვის აქვს +20 მუხტი, ხოლო ელექტრონული გარსი 20 ელექტრონისაგან შედგება. ატომის ელექტრონული შრეების რაოდენობა ემთხვევა პერიოდის ნომერს. მაშასადამე, კალციუმის ატომში არის 4 ელექტრონული შრე (მე-4 პერიოდი). მთავარი ქვეჯგუფების ელემენტების გარე შრე შეიცავს იმდენ ელექტრონს, როგორცაა ჯგუფის ნომერი (ეს არ ეხება თანაურ ქვეჯგუფების ელემენტებს, ვინაიდან ელექტრონებით შეივსება მათი უკანასკნელის წინა შრე), კალციუმი II ჯგუფის მთავარ ქვეჯგუფშია. მისი ატომის გარე შრეზე 2 ელექტრონია.

განვავრძობთ ელემენტების ატომთა ელექტრონული აღნაგობის შეპირისპირება შე-14 ტაბულისა და პერიოდული ტაბულის გამოყენებით. თუ მოცემული გვაქვს რომელიმე ელემენტის ატომის აღნაგობის სქემა, შეგვიძლია ერთი შეხედვით ვთქვათ, ეს ელემენტი ლითონია თუ არალითონი; ყურადღებას ვაქცევთ ისევ გარე შრეს. ლითონების ატომებისათვის იგი დამთავრებას დაშორებულია — შეიცავს ელექტრონების მცირე რიცხვს, როგორც წესი 1 ან 2 ელექტრონს, ხოლო არალითონების ატომთა გარე შრე დამთავრებულია ან ახლოსაა დამთავრებასთან. თითქოს გამონაკლისია პირველი პერიოდის წარმომქმნელი ორი ელემენტი: წყალბადი და ჰელიუმი. თუმცა ჰელიუმის გარე (ერთადერთ) შრეში 2 ელექტრონია, მაგრამ იგი დასრულებულია.

წყალბადის გარე (ერთადერთ) შრეში მხოლოდ ერთი ელექტრონია, მაგრამ შრე ახლოსაა დამთავრებასთან: ამისთვის მას მეორე ელექტრონი აკლია.

ამრიგად, ლითონების ატომები არალითონების ატომებისაგან განსხვავდება აღნაგობის მიხედვით — გარე შრეში ელექტრონების მცირე რიცხვით, ხოლო თვისებების მიხედვით — მათი ელექტრონების ბირთვთან სუსტი ბმებით. რატომ არის ლითონთა ატომებში გარე ელექტრონები სუსტად ბმული? ისინი კავდებიან ატომში ატომის ჩონჩხის — ბირთვის მიზიდვით, რომელიც გარშემორტყმულია ელექტრონების შივა შრეებით, ცხადია, რომ ატომის ჩონჩხის მუხტი დადებითია და რიცხობრივად უდრის გარე ელექტრონების რიცხვს: I ჯგუფის ელემენტების ატომის ჩონჩხის მუხტი უდრის +1, II ჯგუფის ელემენტებისა +2, III ჯგუფის (მთავარი ქვეჯგუფის) ელემენტებისა +3 და ა. შ. ფიზიკის კურსიდან თქვენთვის ცნობილია, რომ სხვადასხვა სახელიანად დამუხტული სხეულები ერთიმეორისაკენ მიიქცევიან ძალით მიიზიდებიან, რაც მეტია მათი მუხტები და რაც ნაკლებია მათ შორის მანძილი. თითოეულ პერიოდში ატომის გარე შრის დასრულებასთან მიახლოებისას ატომის ჩონჩხის მუხტი უფრო და უფრო იზრდება და ამიტომ ატომთან გარე ელექტრონების ბმაც უფრო და უფრო მტკიცდება.

ამიტომ თითოეულ პერიოდში ელემენტთა რიგობრივი ნომრის ზრდასთან ერთად ლითონური თვისებები ჯერ სუსტდება, ხოლო შემდეგ არალითონური თვისებებით იცვლება.

როგორ იცვლება ელემენტების თვისებები მთავარ ქვეჯგუფებში? მთავარ ქვეჯგუფებში, მაგალითად, Li, Na, K, Rb, Cs, ან F, Cl, Br, I ატომური ჩონჩხის მუხტი იგივე რჩება, მაგრამ იზრდება ელექტრონული შრეების რიცხვი, რის გამოც ატომის რადიუსი დიდდება, გარე ელექტრონები უფრო და უფრო შორდება ატომის ბირთვს და მიიზიდ-

ეს სუსტდება. ამიტომ, რაც მეტია ელემენტის რიგობრივი ნომერი, მით უფრო ადვილად იშორებს მისი ატომი გარე ელექტრონებს: მთავარ ქვეჯგუფებში ელემენტების ლითონური თვისებები რიგობრივი ნომრის ზრდასთან ერთად ძლიერდება. სწორედ ამას ვამჩნევთ ლითონების ქვეჯგუფში.

რაც უფრო სუსტად იკავებს ატომი საკუთარ ელექტრონებს, მით უფრო ძნელად იერთებს დამატებით ელექტრონებს: ელემენტებს არალითონური თვისებები მთავარ ქვეჯგუფებში რიგობრივი ნომრის ზრდასთან ერთად სუსტდება. ამას ვამჩნევდით სწორედ ჰალოგენების ქვეჯგუფში.

ლითონების ატომებში გარე ელექტრონები სუსტადაა ბმული, არალითონების ატომებში კი — მტკიცედ. ამით აიხსნება ლითონებისა და არალითონების ფიზიკური თვისებების განსხვავება თავისუფალ მდგომარეობაში. ლითონებში გარე ელექტრონები იმდენად სუსტად არის ბმული, რომ შეიძლება მოწყდეს ატომებს და მათ შორის თავისუფლად იმოძრაოს. როგორც თქვენთვის ფიზიკის კურსიდანაც ცნობილი, ეს თავისუფლად მოხეტიალე ელექტრონები ანიჭებს ლითონებს ელექტროგამტარობას (და აგრეთვე სხვა დამახასიათებელ ფიზიკურ თვისებებს), ტიპურ არალითონებში კი ყველა ელექტრონის ატომთან მტკიცედაა ბმული, თავისუფალი ელექტრონები არ არის, შესაასაღამე, ელექტროგამტარობასაც ადვილი არა აქვს.

შემდეგში ჩვენ დავრწმუნდებით, რომ ლითონებისა და არალითონების არამცთუ საერთო ფიზიკური, არამედ საერთო ქიმიური თვისებებიც განპირობებულია იმავე მიზეზით: ლითონთა ატომებში გარე ელექტრონების სუსტი ბმით და არალითონთა ატომებში კი ელექტრონების მტკიცე ბმით.

1. რომელი ელემენტების ატომებს აქვს დამთავრებული გარე ელექტრონული შრე? რამდენი ელექტრონია მასში?
2. რამდენი ელექტრონი აკლია გარე ელექტრონული შრის დამთავრებისათვის წყალბადის ატომს, ყვანბადის ატომს, გოგირდის ატომს, აზოტის ატომს?
3. დასახელეთ ელექტრონული შრეების რიცხვი და გარე შრეში ელექტრონების რიცხვი იმ ელემენტთა ატომებისათვის, რომელთა რიგობრივი ნომრებია: 55, 53, 84, 33, 36, დასახელეთ თითოეული ქიმიური ელემენტი.
4. აღწერეთ ა) მანგანუმის, ბ) აზოტის, გ) ფოსფორისა და დ) რადონის თვისებები პერიოდულ სისტემაში მათი ადგილმდებარეობის მიხედვით ასეთი კავშირით: პერიოდის №, ჯგუფის №, მთავარი თუ თანაური ქვეჯგუფისა, ლითონია თუ არალითონი, უმადლესი ოქსიდის ფორმულა, წარმოქმნის თუ არა აქროლად წყალბადანაერთს, თუ წარმოქმნის, როგორია მისი ქიმიური ფორმულა. ბირთვის მუხტის სიდიდე და ელექტრონების რიცხვი, რამდენად

ნო ელექტრონული შრეა ატომში, რამდენი ელექტრონია გარე შრეში, შრე დამთავრებულია თუ არა?

მ. განსაზღვრეთ ელემენტის წგუფისა და მწყობრის № (კენტი ან ლუწი) ლითონია თუ არალითონი შემდეგი ნიშნების მიხედვით; ა) გარე შრეში 4 შრეში 6 ელექტრონია, უკანასკნელის წინა შრეში — 18, ბ) გარე შრეში 4 ელექტრონია, უკანასკნელის წინა შრეში — 18, გ) გარე შრეში 2, უკანასკნელის წინა შრეში 14 ელექტრონი, დ) გარე შრეში 1, უკანასკნელის წინა შრეში 16 ელექტრონი.

1. თქვენს მიერ აღრე დამზადებული ელემენტების ბარათებიდან ააგეთ 13 პერიოდი ისე, რომ ბერილიუმის ბარათი სწორი ფარდობითი ატომური მასით შეცვალებთ ბარათით, რომელზედაც აღნიშნული იქნება ბერილიუმის არასწორი ფარდობითი ატომური მასა (რაც დ. ი. მენდელეევიამდე იყო მიღებული) (13,5) და არასწორი ვალენტობა (3); გაარკვიეთ პერიოდულობის კანონის დარღვევები, რაც წარმოიშობოდა ელემენტების ასეთი გადაადგილებით.

2. თქვენს მიერ დამზადებული ბარათებიდან გვერდზე გადადეთ რომელიმე მათგანი და სცადეთ დანარჩენებიდან მე-2 და მე-3 პერიოდების აგება მათი ერთიმეორის ქვეშ განლაგებით ისევე, როგორც ამას აღრე აკეთებდით. გამოარკვიეთ ამ შემთხვევისათვის პერიოდულობის კანონის ყველა დარღვევა, როგორ შეიძლება გავიგოთ, თუ რომელ ელემენტებს შორისაა გამოტოვებული ელემენტი ისე, რომ არ ვისარგებლოთ ბარათებზე აღნიშნული რიგობრივი ნომრით?

§ 55. წარმოგვანა ძირითადი ელემენტების გარდაქმნის შესახებ

ცნების — „ქიმიური ელემენტი“ განმარტებიდან გამომდინარეობს, რომ ელემენტი უცვლელია, სანამ უცვლელი რჩება მისი ბირთვის მუხტი. ქიმიური ელემენტი სხვა ელემენტად გარდაიქმნება, თუ შეიცვლება მისი ბირთვის მუხტი.

უდიდესი რიგობრივი ნომრის მქონე ელემენტები თვითნებურად თანდათან იშლება და სხვა ელემენტებად გარდაიქმნება. მათგან გამოტყორცნილ ნაწილაკებს თავის მხრივ შეუძლია ერთი ქიმიური ელემენტის სხვა ელემენტად გარდაქმნა. ელემენტების ასეთ გარდაქმნებს ბირთვულ რეაქციებს უწოდებენ. მათ სწავლობს ფიზიკა.

რიგი ელემენტების სხვა ელემენტებად გარდაქმნისათვის ამჟამად შეგნებენ არა მარტო რადიოქიმიური ელემენტებისაგან თვითნებურად ამოტყორცნილ სწრაფად მოძრავი ნაწილაკების ნაკადს. ამ ნაწილაკთა მსგავს ნაკადს, რომელსაც ძალუქს ბირთვების დაშლა და მათთან შეერთება, ხელოვნურადაც ღებულობენ განსაკუთრებულ დანადგარებში. მათი დახმარებით ასეულობით ბირთვული გარდაქმნა განახორციელებს, მიღებულ იქნა ატომთა სახესხვაობები, რომლებიც ბუნებაში არ არსებობს. ასე მიიღეს უკვ ცნობილი ელემენტების იზოტოპები: ნახშირბადის, ფოსფორის, უანგბადისა და სხვ. ახალი ხე-

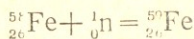
ლოვნურად მიღებული იზოტოპები, ბუნებრივისაგან განსხვავდება არა მარტო ატომური მასით, არამედ ძლიერი რადიოაქტივობითაც. ამიტომაც ისინი ბუნებაში არ შემონახულა. ხელოვნურად მიღებული ახალი ქიმიური ელემენტები, რომლებსაც ელემენტ ურანზე დიდი რიგობრივი ნომერი აქვს.

მაგალითად ელემენტი № 101 — მენდელეევიუმი (Md) მიღებულ იქნა მეორე აგრეთვე ხელოვნურად მიღებული ელემენტისაგან — რიგობრივი ნომრით 99 — აინშტაინიუმისაგან (Es). ამ უკანასკნელის უდიდესი სისწრაფით გატყორცნილი ჰელიუმის ბირთვებით დაბომბვისას რომ დაძლეულიყო ბირთვების ურთიერთგანზიდვა, 2-მუხტიანი აელიუმის ბირთვები № 99 ელემენტის ბირთვებთან შეხვედრისას შეერწყმოდნენ მათ და მიიღებოდა ახალი ბირთვები (2+99) 101 მუხტით. ელექტრონების მიზიდვით ისინი გარდაიქმნებოდა ახალი ელემენტების ატომებად:



(ბირთვების მუხტები აღინიშნება ქიმიური ელემენტების ნიშნის ქვემოთ მარცხნივ). ახალი ქიმიური ელემენტების შექმნაში პერიოდული სისტემით ყოველთვის ხელმძღვანელობენ ისევე, როგორც ბუნებაში უცნობი ელემენტების ძიების დროს. ამიტომაც ამერიკელი ქიმიკოსების მიერ აღმოჩენილ ელემენტს რიგობრივი ნომრით 101 უწოდეს მენდელეევიუმი „დიდი რუსი ქიმიკოსის დიმიტრი მენდელეევის პატივსაცემად, რომელმაც უცნობი ელემენტების თვისებების წინასწარმეტყველებისათვის პირველად გამოიყენა პერიოდული სისტემა“.

ბუნებაში აღმოუჩენელ ატომთა სახეობების მიღების ერთ-ერთი ხერხია ნივთიერებების მოთავსება ატომურ რეაქტორებში, რომლებშიც ნეიტრონები განუწყვეტილად თავისუფლდება. ბუნებრივი არარადიოაქტიური იზოტოპების ბირთვები ნეიტრონების მიტაცებით თავიანთ მასას 1 მ. ა. ე-თი აღიღებენ და მიიღება იმავე ელემენტის რადიოაქტიური იზოტოპი, მაგალითად:



(ნეიტრონი აღინიშნება ლათინური ასოთი n).

ელემენტის რადიოაქტიურ იზოტოპებს აქვს ისეთივე ქიმიური თვისებები, შედის იმავე რეაქციებში, როგორც არარადიოაქტიური იზოტოპები. უკანასკნელების თანაბრად ისინი მონაწილეობენ ფიზიოლოგიურ პროცესებში. მაგალითად, ნახშირბადის ხელოვნური რადიოაქტიური იზოტოპი მონაწილეობს მცენარეების მიერ ბუნებრივი ნახშირბადის ათვისების პროცესში. წარმოქმნილ ნაერთებში რადიოაქტიური იზოტოპების აღმოჩენა ადვილია რადიოაქტივობის აღმოჩენი ხელსაწ-

ყოების გამოყენებით. რადიექტივობა თითქოს „ნიშანია“, რის საშუალებითაც მათ აღმოაჩენენ. ამიტომ ასეთ ატომებს „ნიშანდებულ ატომებს“ უწოდებენ. მაგალითად, მცენარეს მოკლე ხნის განმავლობაში ასაზრდოებენ ნახშირორჟანგით, რომელშიც უმნიშვნელო რაოდენობით შერეულია რადიექტიური ნახშირბადი(IV)-ის ოქსიდი. შემდეგ მცენარეს სხვადასხვა დროს ამოართმევენ მასში წარმოქმნილ ორგანულ ნივთიერებებს. იმის დადგენით, თუ რომელი მათგანი უფრო ადრე გახდა რადიექტიური (ე. ი. შეიცავს რადიექტიურ ნახშირბადს) და რომელი მოგვიანებით, ასკვნიან, როგორი შუალედური ნივთიერებებიდან და როგორი თანმიმდევრობით გადადის ნახშირბადი მცენარეში, ვიდრე იგი შევა სახამებლის შედგენილობაში.

§ 66. პერიოდულობის კანონის მნიშვნელობა

ყოველი მეცნიერული თეორიის მნიშვნელობა არა მარტო უკვე ცნობილი ფაქტების ახსნით განიზომება, არამედ იგი ახალი ფაქტების წინასწარმეტყველების საშუალებაცაა.

როდესაც დ. ი. მენდელეევი პერიოდულობის კანონის დასაბუთებაზე მუშაობდა, მხოლოდ 63 ელემენტი იყო ცნობილი და ბევრი მათგანის ფარდობითი ატომური მასა სწორად არ იყო განსაზღვრული. მაგალითად, ბერილიუმის ფარდობით ატომურ მასად 9-ის ნაცვლად თვლიდნენ 13.5 და სამვალენტიან ლითონად მიიჩნდათ. მაშინ ბერილიუმი ნახშირბადსა (ფარდ. ატ. მასა 12) და აზოტის (ფარდ. ტ. მასა 14) შორის უნდა მოთავსებულყო. ამით ელემენტთა თვისებების პერიოდულობა ირღვეოდა, ვინაიდან ლითონი ბერილიუმი აღმოჩნდებოდა ორ არალითონს — ნახშირბადსა და აზოტს შორის, ხოლო ერთვალენტიანი ელემენტის ლითიუმის გვერდით, ორვალენტიათის ნაცვლად, აღმოჩნდებოდა სამვალენტიანი ელემენტი ბორი. აქედან დ. ი. მენდელეევი დაასკვნა, რომ ბერილიუმის ფარდობითი ატომური მასა უნდა იყოს ლითიუმისა (7) და ბორის (11) ატომური მასების შუალედური ე. ი. დაახლოებით 9, ხოლო მისი ვალენტობა უნდა იყოს 2-ის ტოლი და არა 3-ის. შემდგომმა გამოკვლევებმა გვიჩვენეს, რომ ბერილიუმის ჭეშმარიტი ფარდობითი ატომური მასაა 9 და იგი ნამდვილად ორვალენტიათი ელემენტი.

ამის მსგავსად დ. ი. მენდელეევი შეასწორა ზოგიერთი ელემენტის ფარდობითი ატომური მასაც, რომელთაც შესაბამისი ადგილები არ ჰქონდათ პერიოდულ სისტემაში.

ელემენტების პერიოდული ტაბულის აგებისას დ. ი. მენდელეევი შეუესებლად დატოვა უჩრდებელ მნიშვნელოვანი ნაწილი, ვინაიდან ცნობილი არ იყო შესაბამისი ფარდობითი ატომური მასებისა და თვისებების მქონე ელემენტები. დ. ი. მენდელეევი მივიდა იმ დასკვნამდე.

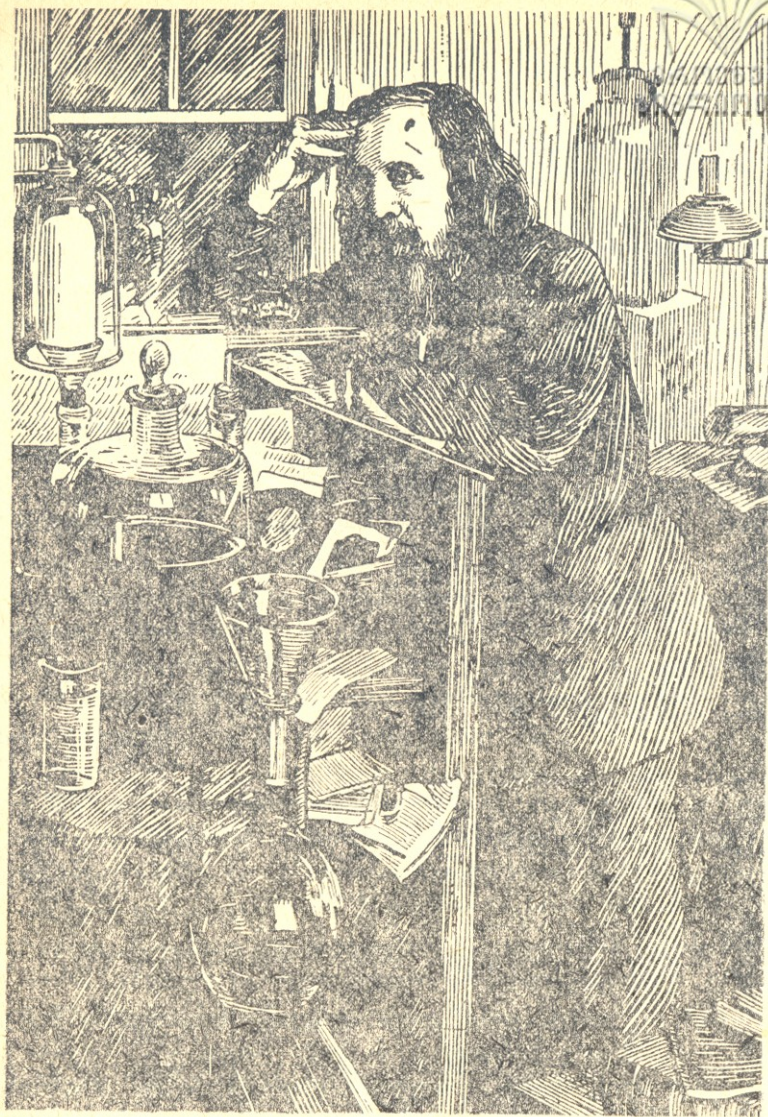
რომ ეს ელემენტები არსებობს, მაგრამ ჯერ კიდევ არ არის აღმოჩენილი. მათი თვისებები შუალედური იქნებოდა, ერთი მხრივ, იმავე პერიოდის მარცხნივ და მარჯვნივ მდებარე, და მეორე მხრივ, იმავე პერიოდის ქვედა და ზედა მეზობელ ელემენტთა თვისებებისა. ამის საფუძველზე დ. ი. მენდელეევმა ჯერ კიდევ აღმოუჩინებელი ელემენტებიდან განსაკუთრებულად დაწვრილებით აღწერა სამის თვისებები. მათ უწოდა ეკაბორი, ეკალუმინი და ეკასილიციუმი, ეს ელემენტები აღმოჩენილ იქნა შემდგომი 15 წლის განმავლობაში.

იმის საჩვენებლად, თუ რამდენად ზუსტი იყო დ. ი. მენდელეევის წინასწარმეტყველებანი, ქვემოთ ჩამოთვლილია (არა დამახსოვრებისათვის) დ. ი. მენდელეევის მიერ ნაწინასწარმეტყველები ეკასილიციუმის თვისებები, და შედარებისათვის — აღმოჩენის შემდეგ ცდით დადგენილი გერმანიუმის თვისებები (ტაბულა 15).

ატომთა აღნაგობის თეორიის გაცნობამ საშუალება მოგვცა უფრო ღრმად გაგვეგო და შეგვეფასებინა დ. ი. მენდელეევის მეცნიერული გმირობა — პერიოდულობის კანონის აღმოჩენა. ამ აღმოჩენით დაიწყო ახალი ეპოქა ქიმიისა და მისი მოსაზღვრე მეცნიერებების — ატომური ფიზიკის, გეოქიმიის (დედამიწის ქერქის ქიმია), კოსმოსის ქიმიის განვითარებაში. პერიოდულობის კანონის აღმოჩენამდე ქიმიაში ახალი ელემენტების, ახალი ნივთიერებებისა და ახალი ქიმიური რეაქციების აღმოჩენა, როგორც წესი, მოულოდნელ, შემთხვევით ხასიათს ატარებდა. როდესაც ქიმიამ პერიოდულობის კანონის სახით მიიღო თავისი წამყვანი თეორია, მისი განვითარება გეგმაზომიერი ხასიათის ვახდა. ელემენტების პერიოდული სისტემა ქიმიკოსებისათვის კომპასი, გზის მაჩვენებელი ვარსკვლავი ვახდა მათ გამოკვლევებში. მასზე დაყრდნობით ქიმიკოსები შეუდგნენ ახალი ქიმიური ელემენტების აღმოჩენას, წინასწარ დასახული საჭირო თვისებების მქონე ნივთიერების შექმნას.

ტაბულა 15

დ. ი. მენდელეევის მიერ ნაწინასწარმეტყველები ეკასილიციუმის თვისებები	ცდით დადგენილი გერმანიუმის თვისებები
<p>ფარდობითი ატომური მასა — 72 რუხი ძნელდობადი ლითონი. ფარდობითი სიმკვრივე წყლის მიმართ — 5,5 გ/სმ³ უნდა მიიღებოდეს ოქსიდიდან წყალბადით აღდგენისას ოქსიდის ფორმულა EsO_2 ოქსიდის ფარდობითი სიმკვრივე წყლის მიმართ — 4,7 გ/სმ³ ქლორიდი $EsCl_4$ სითხე ექნება 1,9 გ/სმ³ ფარდობითი სიმკვრივით თა ღოლილის ზემოპირატურით დაახლოებით 90°C</p>	<p>ფარდობითი ატომური მასა — 72,6 რუხი ძნელდობადი ლითონი. ფარდობითი სიმკვრივე წყლის მიმართ — 5,35 გ/სმ³ მიიღება ოქსიდიდან წყალბადით აღდგენისას ოქსიდის ფორმულა GeO_2 ოქსიდის ფარდობითი სიმკვრივე წყლის მიმართ — 4,7 გ/სმ³ ქლორიდი $GeCl_4$ სითხეა 1,887 გ/სმ³ ფარდობითი სიმკვრივით და დუდილის ტემპერატურით 86°C</p>



დამიტრი ივანეს ძე მენდელეევი
(1834—1907)

დემიაში ჩატარებული არჩევნების დროს მისი, მსოფლიოში განთქმუ-
ლი მეცნიერის, მსოფლიოს თითქმის ყველა აკადემიის საპატიო წევ-
რის, კანდიდატურის უარყოფისა.

გასული საუკუნის 90-იან წლებში სტუდენტების მღვდელმთავრობის
დროს დ. ი. მენდელეევი სცადა მათი ინტერესების დაცვა განათლე-
ბის მინისტრის წინაშე. უხეში პასუხის მიღების შემდეგ იგი იძულე-
ბული შეიქნა დაეტოვებინა უნივერსიტეტი.

დ. ი. მენდელეევი გარდაიცვალა 1907 წელს. უამრავმა ხალხმა
გააცოლა იგი სამარის კარამდე. წინ ქიმიურ ელემენტთა პერიოდული
ტაბულა მიუძღოდა. დ. ი. მენდელეევის მეცნიერული და ტექნიკური
იდეები ვითარდება და პრაქტიკულად ხორციელდება საბჭოთა და საზო-
ღვარგარეთის მეცნიერთა მრავალრიცხოვანი შრომებით.

§ 68. კოვალენტური ბმა

მზის სისტემის პლანეტები თავიანთ ორბიტებზე მსოფლიო მიზიდულობის ძალითაა შეკავებული. წყლის წვეთში მოლეკულები ერთიმეორესთან მოლეკულათშორისი ძალებით მიიზიდება. ჩვენს წინაშე გადასაწყვეტია საკითხი, რა ძალებითაა შეკავებული ატომები მოლეკულაში, როგორ წარმოიქმნება მათ შორის ქიმიური ბმა. ჯერ შევჩერდეთ იმ ნივთიერებების აღნაგობაზე, რომელთა მოლეკულები ერთნაირი ატომებისაგან შედგება.

ჯერ გასაგებია, რატომაა რომ ინერტული ელემენტები სხვა ელემენტებისაგან განსხვავებით ქიმიურ ნაერთებს თითქმის არ წარმოქმნიან. გავიხსენოთ აგრეთვე, რომ ინერტული ელემენტების ატომები ერთიმეორეს არ უერთდებიან: ინერტული გაზების მოლეკულები თავისუფალ მდგომარეობაში ერთატომიანებია სხვა არალითონების მოლეკულებისაგან განსხვავებით. თქვენთვის ცნობილია, თუ რით განსხვავდებიან ინერტული ელემენტების ატომები დანარჩენი ელემენტების ატომებისაგან. ცხადია, გარე ელექტრონული შრის დასრულებულობით. ამაში უნდა ვეძიოთ მათი მოლეკულების ერთატომიანობისა და ქიმიური ინერტულობის მიზეზი, ხოლო ყველა დანარჩენი ელემენტების ატომთა ერთიმეორესთან შეერთების მიზეზი — გარე შრის დაუმთავრებლობაში. ელექტრონული თეორიის თანახმად ინერტული ელემენტების ატომებისათვის დამახასიათებელი დასრულებული გარე შრეების (ორელექტრონიანი ჰელიუმისათვის და რვაელექტრონიანი დანარჩენი ინერტული ელემენტებისათვის) არის ელექტრონების განსაკუთრებულად მდგრადი მტკიცე დაჯგუფება. სწორედ ეს ანიჭებს ინერტული ელემენტების ატომებს ქიმიურ ინერტულობას.

ერთნაირი ატომების ერთიმეორესთან ბმის მიზეზი რომ გავიგოთ, მაგალითად, H_2 , O_2 , Cl_2 , ჯერ განვიხილოთ წყალბადის მოლეკულის წარმოქმნა (გავიხსენოთ, რომ წყალბადის ატომი შედგება +1 მუხტიანი ბირთვისა და ერთი ელექტრონისაგან). წყალბადის ორი ატომი ერთიმეორეს შეხვდება, თითოეული მათგანის ბირთვი მიზიდავს მეო-



	X	ბ	უ	ფ	ე	ბ	ი	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
I	1 H +1) 1							2 He +2) 2
II	3 Li +3) 2 1	4 Be +4) 2 2	5 B +5) 2 3	6 C +6) 2 4	7 N +7) 2 5	8 O +8) 2 6	9 F +9) 2 7	10 Ne +10) 2 8
III	11 Na +11) 2 8 1	12 Mg +12) 2 8 2	13 Al +13) 2 8 3	14 Si +14) 2 8 4	15 P +15) 2 8 5	16 S +16) 2 8 6	17 Cl +17) 2 8 7	18 Ar +18) 2 8 8

I. ელემენტების შრეებზე განაწილება მცირე პერიოდების ელემენტთა ატომებში.

	X	ბ	უ	ფ	ე	ბ	ი			
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
III	11 Na +11) 2 8 1	12 Mg +12) 2 8 2	13 Al +13) 2 8 3	14 Si +14) 2 8 4	15 P +15) 2 8 5	16 S +16) 2 8 6	17 Cl +17) 2 8 7	18 Ar +18) 2 8 8		
IV	19 K +19) 2 8 8 1	20 Ca +20) 2 8 8 2	21 Sc +21) 2 8 8 2 1	22 Ti +22) 2 8 8 2 2	23 V +23) 2 8 8 2 3	24 Cr +24) 2 8 8 2 4	25 Mn +25) 2 8 8 2 5	26 Fe +26) 2 8 8 2 6	27 Co +27) 2 8 8 2 7	28 Ni +28) 2 8 8 2 8
	29 Cu +29) 2 8 8 2 1	30 Zn +30) 2 8 8 2 2	31 Ga +31) 2 8 8 2 3	32 Ge +32) 2 8 8 2 4	33 As +33) 2 8 8 2 5	34 Se +34) 2 8 8 2 6	35 Br +35) 2 8 8 2 7	36 Kr +36) 2 8 8 2 8		

II. ელემენტების შრეებზე განაწილება მცირე (III) და დიდი (IV) პერიოდების ელემენტთა ატომებში.



დ. ი. გენდელევიჩის ქიმიური ელემენტების პერიოდული სისტემა ზევა

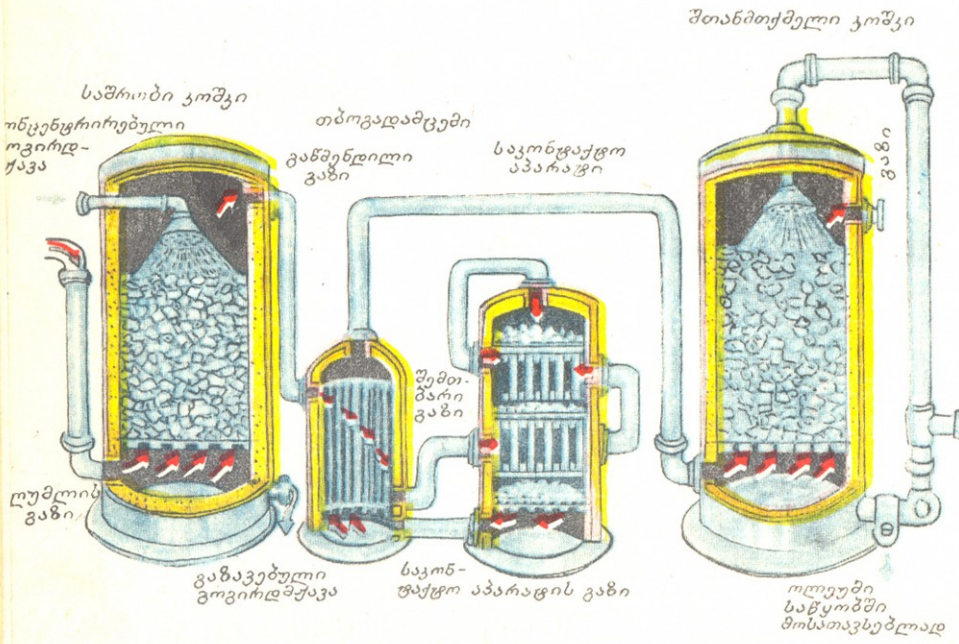
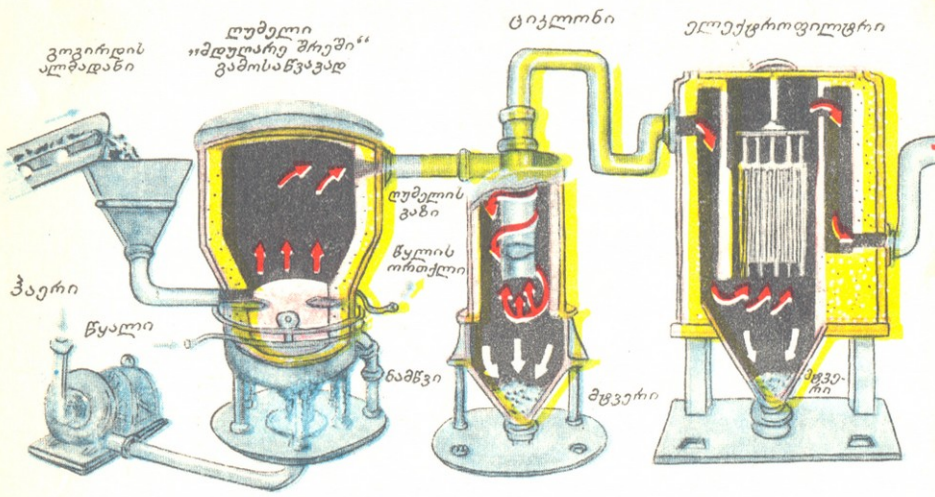


პერიოდი	ჯგუფი	I					II					III					IV					V					VI					VII					VIII									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40					
I	1	¹ H წყალბადი 1.00797																																												
II	2	³ Li ლითიუმი 6.939	⁴ Be ბერილიუმი 9.012	⁵ B ბორი 10.811	⁶ C ნახშირბადი 12.01115	⁷ N აზოტი 14.00643	⁸ O ოქსიგენი 15.9994	⁹ F ფლორი 18.998																																						
III	3	¹¹ Na ნატრიუმი 22.990	¹² Mg მაგნიუმი 24.302	¹³ Al ალუმინი 26.982	¹⁴ Si სილიციუმი 28.086	¹⁵ P ფოსფორი 30.974	¹⁶ S სერენი 32.064	¹⁷ Cl კლორი 35.453																																						
IV	4	¹⁹ K პოტაშუმი 39.102	²⁰ Ca კალციუმი 40.08	²¹ Sc სკანდიუმი 44.956	²² Ti ტიტანი 47.90	²³ V ვანადიუმი 50.942	²⁴ Mn მანგანუმი 54.938	²⁵ Fe ჰემიკონი 55.847	²⁶ Co კობალტი 58.933	²⁷ Ni ნიკელი 58.71																																				
	5	²⁹ Cu სპილენძი 63.546	³⁰ Zn ცინკი 65.37	³¹ Ga გალიუმი 69.72	³² Ge გერმანიუმი 72.59	³³ As არსენი 74.922	³⁴ Se სელენი 78.96	³⁵ Br ბრომი 79.904																																						
V	6	³⁷ Rb რუბიდიუმი 85.47	³⁸ Sr სტრონციუმი 87.62	³⁹ Y იტრიუმი 88.905	⁴⁰ Zr ზირკონი 91.22	⁴¹ Nb ნიობიუმი 92.906	⁴² Mo მოლიბდენი 95.94	⁴³ Tc ტექნიციუმი [99]	⁴⁴ Ru რუთენიუმი 101.07	⁴⁵ Rh რინდიუმი 102.905	⁴⁶ Pd პალადიუმი 106.4																																			
	7	⁴⁷ Ag ვერცხვი 107.868	⁴⁸ Cd კადმიუმი 112.40	⁴⁹ In ინდიუმი 114.82	⁵⁰ Sn სპილენძი 118.69	⁵¹ Sb ანტიმონი 121.75	⁵² Te ტელური 127.60	⁵³ I იოდი 126.904																																						
VI	8	⁵⁵ Cs ცეზიუმი 132.905	⁵⁶ Ba ბარიუმი 137.34	⁵⁷ La ლანთანი 138.91	⁵⁸ Ce ცერეუმი 140.12	⁵⁹ Pr პრომიტიუმი 140.908	⁶⁰ Nd ნიობიუმი 144.24	⁶¹ Pm პრომიტიუმი [145]	⁶² Sm სამარიუმი 150.35	⁶³ Eu ევროპიუმი 151.96	⁶⁴ Gd გადოლიუმი 157.25	⁶⁵ Tb თერბიუმი 158.925	⁶⁶ Dy დიზმიუმი 162.50	⁶⁷ Ho ჰოლიუმი 164.930	⁶⁸ Er ერბიუმი 167.26	⁶⁹ Tm თიმოფიუმი 168.934	⁷⁰ Yb იბერიუმი 173.04	⁷¹ Lu ლუთეციუმი 174.967																												
	9	⁷⁹ Au ორი 196.967	⁸⁰ Hg მერკური 200.59	⁸¹ Tl თალიუმი 204.37	⁸² Pb პლუმბი 207.19	⁸³ Bi ბიზმუტი 208.980	⁸⁴ Po პოლონიუმი [210]	⁸⁵ At ასტატი [210]																																						
VII	10	⁸⁷ Fr ფრანსიუმი [223]	⁸⁸ Ra რადიუმი [226]	⁸⁹ Ac აქტინიუმი [227]	⁹⁰ Ku კურანტიუმი [264]																																									

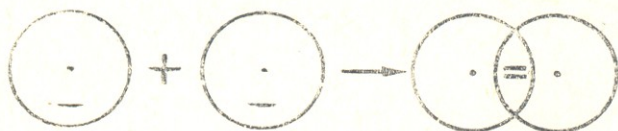
შავი ლენტოქმები	R ₂ O	RO	R ₂ O ₃	RO ₂	R ₂ O ₅	RO ₃	R ₂ O ₇	RO ₄
კარბიდები				RH ₄	RH ₃	RH ₂	RH	

*	Ce 58	Pr 59	Nd 60	Pm 61	Sm 62	Eu 63	Gd 64	Tb 65	Dy 66	Ho 67	Er 68	Tm 69	Yb 70	Lu 71
ლანთანოიდები	სკანდიუმი 140.12	პრომიტიუმი 140.907	ნიობიუმი 144.24	პრომიტიუმი [145]	სამარიუმი 150.35	ევროპიუმი 151.96	გადოლიუმი 157.25	თერბიუმი 158.925	დიზმიუმი 162.50	ჰოლიუმი 164.930	ერბიუმი 167.26	თიმოფიუმი 168.934	იბერიუმი 173.04	ლუთეციუმი 174.967
**	Th 90	Pa 91	U 92	Np 93	Pu 94	Am 95	Cm 96	Bk 97	Cf 98	Es 99	Fm 100	Md 101	No 102	Lr 103
აქტინოიდები	თორიუმი 232.038	პრომიტიუმი [231]	ურანიუმი 238.03	ნეპტუნიუმი [237]	პლუტონიუმი [242]	ამერიციუმი [243]	კურანტიუმი [247]	ბერკელიუმი [247]	კალიფორნიუმი [249]	აინსტაინი [254]	მენდელეევიუმი [253]	ნოვოვილიუმი [256]	ოგანესონი [255]	ლორენსიუმი [257]

111. ტაბულა ლითონა სიმბოლოები აღნიშნულია ზევა. არალითონებს — წითლ, ამფოტერული ნივთიერების წარმომქმნელი ელემენტების სიმბოლოები — მწვანე, კუთვლი ფერით აღნიშნულია უქვლები იმ ელემენტთა სიმბოლოებით, რომელთა ატომებში იყვება შიდა ელექტრონიული შრები



IV. გოგირდმწკვას წარმოება.



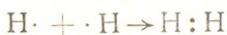
სურ. 67. ატომებისაგან წყალბადის მოლეკულის წარმოქმნა.

ჩე ატომის ელექტრონულ ღრუბელს, ორივე ატომის ღრუბელი ერთიმეორეს გადაფარავს (სურ. 67) და ბოროტვა შორის უარყოფითი მუხტი შესქელდება, რაც აწონასწორებს ურთიერთგანზიდვას. ორივე ელექტრონი, რომელთაგან თითოეული ადრე ეკუთვნოდა სხვა ატომს, გაწყვილდება, წარმოქმნის ერთ საერთო ელექტრონულ ღრუბელს და საზიარო გახდება ორივე ატომისათვის.

ატომის გარე შრის ელექტრონებს აღვნიშნავთ წერტილების სათანადო რიცხვით ქიმიურ ნიშანთან.



მაშინ ატომებისაგან წყალბადის მოლეკულების წარმოქმნა შეიძლება გამოისახოს ასე:



ორი ელექტრონი — წყალბადის თითო ატომიდან თითო — გაერთიანდა ელექტრონულ წყვილად, რომელიც წყალბადის ატომებს შორის ორი წერტილით აღვნიშნეთ. ამრიგად, ჩვენ მივიღეთ ელექტრონული ფორმულა.

● ელექტრონული წყვილებით დამყარებულ ატომთა ბმას კოვალენტური ბმა ეწოდება.

ერთნაირი ატომების ბმისას დაუმთავრებელი შრეები გარდაიქმნება დამთავრებულ შრეებად, ამის ჩვენება შეიძლება ქლორის მოლეკულის მაგალითზე. ქლორის ატომის გარე შრეში 7 ელექტრონია.

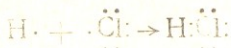
ერთ-ერთ მათგანი შეუწყვილებელია. იგი მიისწრაფვის გაერთიანდეს ქლორის მეორე ატომის გაუწყვილებელ ელექტრონთან. ქლორის მოლეკულაში ორი ატომის გაერთიანებისას ელექტრონი — თითოეული ატომიდან თითო — საზიარო გახდება ორივე ატომისათვის, ე. ი. წარმოიქმნება კოვალენტური ბმა:



კოვალენტური ბმის წარმოქმნით თითოეული ატომი ღებულობს დასრულებულ, მტკიცე 8-ელექტრონიან გარე შრეს (ოქტეტს), მაგრამ ამ 8 ელექტრონიდან მხოლოდ 6 ეკუთვნის მთლიანად ქლორის ცალკეულ ატომს, დანარჩენი 2 კი საზიაროა. აზოტის მოლეკულაში N_2 მის ორ ატომს აქვს სამი საზიარო ელექტრონული წყვილი ($:\text{N}::\text{N}:$) ყოველი ელექტრონული წყვილის წარმოქმნაში თითოეული ატომიდან თითო ელექტრონი მონაწილეობს.

კოვალენტური ბმა შეიძლება დამყარდეს არა მარტო ერთნაირ, არამედ სხვადასხვა ატომებს შორისაც. ასე წარმოიქმნება, მაგალითად, ჰალოგენწყალბადები და წყალი. წყალბადის ატომთან ქლორის ატომის მიახლოებისას ორივე ატომის შეუწყვილებელი ელექტრონების ღრუბლები გადაიფარება და ბირთვებს შორის წარმოიქმნება უარყოფითი მუხტის ისეთივე შესქელება, როგორც წყალბადის მოლეკულის H_2 წარმოქმნისას. წარმოიქმნება ერთი კოვალენტური ბმა.

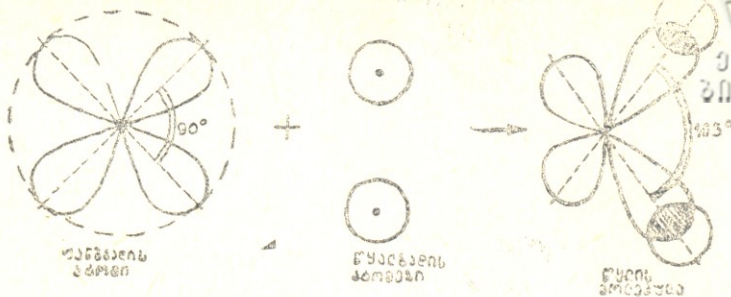
გარე შრის დასრულებისათვის ქლორის ატომს აკლია ერთი ელექტრონი. იგი მას ღებულობს ერთ ატომ წყალბადთან შეერთებით, მასთან ერთი კოვალენტური ბმის წარმოქმნის ხარჯზე:



ჟანგბადის ატომში ორი შეუწყვილებელი ელექტრონია. ორ ატომ წყალბადთან შეერთებით ის მათთან ორ კოვალენტურ ბმას წარმოქმნის:



წყლის მოლეკულაში ეს ბმები წარმოიქმნება ჟანგბადის ატომის ორი შეუწყვილებელი *p*-ელექტრონის შეწყვილებით წყალბადის ატომების შეუწყვილებელ ელექტრონებთან. *p*-ელექტრონებით წარმოქმნილ ელექტრონულ ღრუბლებს გაწეილი რვიანას ფორმა აქვს და მათი ღერძები ურთიერთპერპენდიკულარულია.

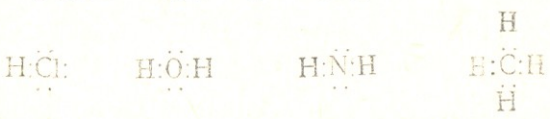


სურ. 68. ატომებისაგან წყლის მოლეკულის წარმოქმნა. სქემაში აღნიშნულია მხოლოდ ატომებში გაუწყვილებელი ელექტრონების ღრუბლები, რომლებიც მონაწილეობენ ქიმიური ბმების წარმოქმნაში.

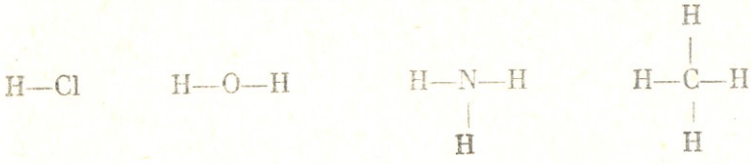
ამიტომ, კერძოდ, წყლის მოლეკულას კუთხოვანი ფორმა აქვს (სურ. 68). წყალბადის ატომები ყანბადის ატომთან შეერთებულია 105° კუთხით, ე. ი. სწორ კუთხეს რამდენადმე აღემატება (როგორც ჩანს, წყალბადის ატომების ბირთვების ურთიერთგანხილვის გამო).

ორი ატომის შემაკავშირებელ თითოეულ ელექტრონულ წყვილს იგი წერტილების ნაცვლად ხაზებით გამოვსახავთ. მივიღებთ გრაფიკულ ფორმულას. მაგალითები:

ელექტრონული ფორმულები



გრაფიკული ფორმულები

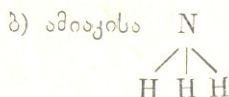
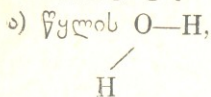


ამგვარად ბმების რიცხვი მოლეკულაში უდრის ხაზების რიცხვს გრაფიკულ ფორმულაში.

ელექტრონული და გრაფიკული ფორმულები თვალსაჩინოდ გვიჩვენებენ, თუ როგორი თანამიმდევრობითაა შეერთებული ატომები მოცემულ მოლეკულაში. მაგალითად, წყლის სტრუქტურული ფორმულა გვიჩვენებს, რომ წყლის მოლეკულაში წყალბადის ატომები ბმულია ყანბადის ატომთან და არა ერთმეორესთან უშუალოდ.

ზოგჯერ ხაზების დახმარებით გამოსახვენ მოლეკულაში არამარ-

ტო ბმის თანამიმდევრობას, არამედ სივრცეში მათ ურთიერთგანლაგებასაც — ასეთ ფორმულებს სტრუქტურული ელემენტარული სტრუქტურული ფორმულებია:



1. გამოსახეთ H_2 , F_2 , O_2 , HF , N_2 , H_2S მოლეკულების ელემენტარული და გრაფიკული ფორმულები.
2. რატომაა, რომ ინერტული აირების მოლეკულები, არალითონთა მოლეკულებისაგან განსხვავებით, თავისუფალ მდგომარეობაში ერთატომიანია?

§ 69. ელემენტარული ატომთა

ქიმიური ბმის ხასიათი დამოკიდებულია ატომთა ბუნებაზე, ე. ი. მათ აღნაგობასა და თვისებებზე. ასეთი თვისებებიდან ერთ-ერთს მიუყვებენ ელემენტარულ ატომთა.

● ატომთა თვისებას მიიზიდავს თავისკენ საერთო ელემენტარონები, რომლებიც მათ სხვა ატომებთან აკავშირებდა, ელემენტარული ატომთა უწყობილობას უწოდებენ. რაც უფრო ძლიერ ავლენს ამ თვისებას ელემენტი, ის მით უფრო ელემენტარულია.

განვიხილოთ როგორ უნდა განვსაზღვროთ ელემენტების ელემენტარული ატომთა პერიოდულ ტაბულაში მათი მდებარეობის მიხედვით. ქიმიური ელემენტი მით უფრო ელემენტარულია, რაც უფრო მტკიცედ აკავებს მისი ატომი თავის გარე ელემენტარონებს და რაც უფრო ძლიერად გადაწევს თავისკენ სხვა ატომების ელემენტარონებს. მაგრამ ჩვენთვის უკვე ცნობილია, რომ ატომებისაგან ელემენტარონების მიტაცება უფრო და უფრო ადვილდება პერიოდებში ელემენტის რიგობრივი ნომრის ზრდის, ხოლო მთავარ ქვეჯგუფებში — ქვევიდან ზევით. ამიტომ ქიმიური ელემენტებიდან ფთორი ყველაზე უფრო ელემენტარულია, აკი იგი იკავებს პერიოდული ტაბულის ზედა მარჯვენა კუთხეს, თუ მხედველობაში არ მივიღებთ ინერტულ აირებს; მაშასადამე, ნებისმიერი სხვა ელემენტ-არალითონის მიმართ ტაბულაში იგი მდებარეობს ან ზევით, ან მარჯვნივ, ან ერთდროულად ზევით და მარჯვნივ. ამიტომ ყველა სხვა ელემენტთან ფთორის შეერთებისას (დიდი რიგობრივი ნომრის მქონე ინერტული აირების ჩათვლით) ფთორის ატომები მათი ატომებიდან თავისკენ გადასწევენ ელემენტარონების წყვილებს.

ფთორის გვერდით, მაგრამ მარცხნივ ჟანგბადია, ამიტომ ჟანგბა-

დიც ყველა ნაერთში, ფთორთან ნაერთის გამოკლებით სხვა ატომებიდან თავისკენ გადაწევს ელექტრონებს.

არალითონთა ატომებს, ფთორის გარდა, შეუძლიათ მიიზიდონ, ისე განიზიდონ ელექტრონები იმის მიხედვით, თუ რომელ ელემენტს უერთდებიან ისინი.

ელექტროუარყოფითობის ზრდის მიხედვით ქიმიური ელემენტებიდან ზოგიერთი შეიძლება ასეთ მწკრივად დავალავოთ:



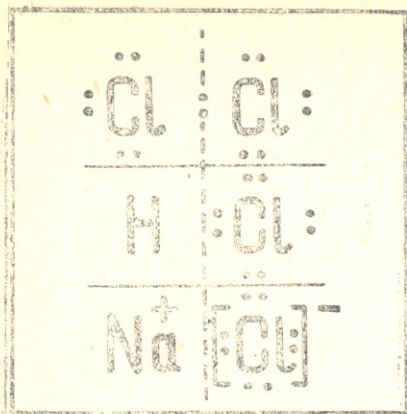
ქიმიური ელემენტების ერთიმეორესთან შეერთებისას ელექტრონები გადაიწევა მარცხნივ მდგომი ელემენტიდან მარჯვნივ მდგომი ელემენტისაკენ.

§ 70. პოლარული და აპოლარული ბმები

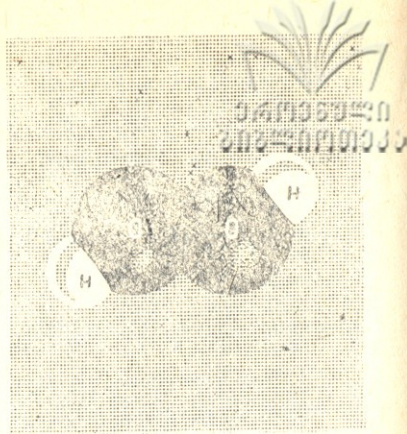
მარტივ ნივთიერებებში, რომლებიც ერთნაირი ატომებისაგან შედგება, ელექტრონული წყვილი ორივე ატომს თანაბრად ეკუთვნის, კოვალენტური ბმის ასეთ სახესხვაობას აპოლარული ეწოდება. თუ ელექტრონული წყვილი ორ სხვადასხვა ატომს აკავშირებს, იგი ყოველთვის გადაწეულია ერთი ატომიდან მეორე, დიდი ელექტროუარყოფითობის მქონე ატომისაკენ. კოვალენტური ბმის ასეთ სახესხვაობას პოლარული ანუ პოლარიზებული ეწოდება. ატომთა შორის პოლარული ბმაა, მაგალითად, HF, HCl, H₂O მოლეკულებში. ჰალოგენწყალბადებისა და წყლის მოლეკულებში ელექტრონული წყვილები წყალბადის ატომებიდან გადაწეულია ჰალოგენებისა და უანგბადის ატომებისაკენ.

ელექტრონული წყვილების გადაწევას ერთი ატომიდან მეორისაკენ გამოსახვენ ელექტრონული წყვილების აღმნიშვნელი ორი წერტილის მიახლოებით იმ ატომის ნიშანთან, რომლისკენაც გადაწეულია ელექტრონული წყვილი, როგორც ეს წარმოდგენილია 69-ე სურათზე.

ელექტრონული წყვილების გადაწევას ერთი ატომიდან მეორისაკენ ელექტროუარყოფითი ელემენტის ატომზე ჭარბი უარყოფითი მუხტის გაჩენამდე, ხოლო მეორე ატომზე ჩნდება სიდიდის მიხედვით მისი ტოლი დადებითი მუხტი.



სურ. 69. ქიმიური ბმის სახეები.



სურ. 70. წყალბადის პეროქსიდის მოლეკულის მოდელი.



1. რით ჰგავს პოლარული კოვალენტური ბმა არაპოლარულს და რით განსხვავდება მისგან?
2. რომელ ნივთიერებებშია მხოლოდ არაპოლარული კოვალენტური ბმები?
- 3.* იხელმძღვანელოთ 70-ე სურათით და გამოსახეთ წყალბადის პეროქსიდის მოლეკულის ელექტრონული და გრაფიკული ფორმულები, გამოთვალეთ, რამდენი ელექტრონია ენგბადის ატომის გარე შრეში. რამდენი ქიმიურ ბმა არის ამ მოლეკულაში; განსაზღვრეთ თითოეული ქიმიური ბმის სახე.

§ 71. იონური ბმა

იმისათვის, რომ გავიგოთ ქიმიური ბმის თავისებურება ელემენტთა ნაერთებში, რომელთა ატომები მკვეთრად განსხვავდებიან თავიანთი ელექტროუარყოფითობით, შევეუბრისპირით იმ ელემენტების ატომთა აღნაგობა (ტაბ. 16).

ტ ა ბ უ ლ ა 16

ქიმიური ელემენტი	ბირთვის მუხტი	ელექტრონების განაწილება შრეების მიხედვით			ქიმიური თვისებები
		I	II	III	
ფთორი F	+9	2	7	—	ჰალოგენი, უერთდება თითქმის ყველა ელემენტს. ყველაზე აქტიური არაღებია.
ნეონი Ne	+10	2	8	—	ინერტული აირი. ქიმიურ ნაერთებს არ წარმოქმნის.
ნატრიუმი Na	+11	2	8	1	უბრტე ლითონი, ენერგიულად უერთდება მხოლოდ არაღებთან.

რიგობრივი ნომრის ზრდის მიხედვით ელემენტებს ქიმიურ თვისებებში ორი მკვეთრი ნახტომია. პირველი (F-დან Ne-საკენ) რეზულტია, ცხადია, ატომის გარე ელექტრონული შრის დამთავრებასთან, მეორე (Ne-დან Na-საკენ) — ახალი ელექტრონული შრის წარმოქმნასთან. შრის დამთავრებისას ქიმიური აქტივობა იკარგება, ახალი შრის წარმოქმნისას აქტივობა კვლავ იჩენს თავს, მაგრამ იცვლება მისი ხასიათი: ფთორი ყველაზე ენერგიულად უერთდება ლითონებს, ხოლო ნატრიუმი — არალითონებს.

ტიპობრივი არალითონების ატომებში (ჰალოგენები, VI ჯგუფის მთავარი ქვეჯგუფის არალითონები) გარე ელექტრონული შრე დაუმთავრებელია, მაგრამ დამთავრებასთან ახლოსაა: შრის დამთავრებისათვის ჰალოგენების ატომებს აკლია მხოლოდ ერთი ელექტრონი, ყანგბადის ქვეჯგუფის ელემენტთა ატომებს — ორი ელექტრონი. ამიტომ დასახელებული ელემენტების ატომებს უნარი აქვს მიიერთოს სხვა ატომთა ელექტრონები გარე შრის დამთავრებისათვის.

მე-17 ტაბულაში წარმოდგენილია ქლორისა და მისი უახლოესი ანერტული აირის — არგონის ატომთა ელექტრონული სქემები. ქლორის ატომს გარე შრის დამთავრებისათვის ერთი ელექტრონი აკლია. დაუშვავთ, დანაკლისი ელექტრონი გარედან შეივსო. რად გარდაიქმნებოდა ქლორის ატომი? მისი ელექტრონული გარსი ისეთივე აღნაგობის გახდებოდა, როგორცაა არგონის ატომის ელექტრონული გარსი, მაგრამ ქლორის ატომი არგონის ატომად არ გარდაიქმნა, ვინაიდან მისი ბირთვის მუხტი დარჩა +17-ის ტოლი, არგონისა კი +18-ის ტოლია. ელექტრონის მიერთებამდე ქლორის ატომი დაუმუხტავი იყო, ვინაიდან მის ბირთვში დადებითი მუხტის 17 ერთეულს აწონასწორებდა 17 ელექტრონი. დამატებითი ელექტრონის მიერთებით ქლორის ატომი უარყოფითად დამუხტულ ნაწილაკად — ქლორიდ-იონად გარდაიქმნება.

ტაბულა 17

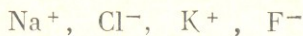
ნაწილაკი	ბირთვის მუხტი	ელექტრონების განაწილება შრეების მიხედვით		
		I	II	III
Cl ატომი	+17	2	8	7
Cl ⁻ იონი	+17	2	8	8
Ar ატომი	+18	2	8	8
Na ⁺ იონი	+11	2	8	8

ტიპობრივი ლითონების ატომთა გარე ელექტრონული შრე ყველაზე უფრო შორსაა დასრულებსაგან: ტუტე ლითონების გარე

შრეში მხოლოდ ერთი ელექტრონია, II ჯგუფის ლითონების გარე შრეში — ორი. ლითონების გარე ელექტრონები ადვილად შორდება ატომებს. ამ დროს ლითონთა ატომები დადებითად იმუხტებიან, ხოლო გარე ბირთვის მუხტი დარჩენილი ელექტრონებით ვეღარ წონასწორდება.

მაგალითად, კალიუმის ელექტრონიტრალური ატომი გარე ელექტრონის დაკარგვით გარდაიქმნება დადებითად დამუხტულ ნაწილაკად — კალიუმის იონად.

● ელექტრონების გაცემის ან შექმნის შედეგად ატომებისაგან წარმოქმნილ დამუხტულ ნაწილაკებს იონები ეწოდება. წარმოქმნილი იონის დადებითი ან უარყოფითი მუხტის სიდიდე გაცემული ან შექმნილი ელექტრონების რიცხვის ტოლია. იონის მუხტი აღინიშნება ელემენტის ქიმიური ნიშნის მარჯვნივ ზემოთ:



● იონთა შორის ქიმიურ ბმას იონური ბმა ეწოდება. იონური ბმა განპირობებულია იონების ურთიერთმიზიდვით, როგორც სხვადასხვა სახელიანად დამუხტული სხეულებისა. იონური ბმა წარმოიქმნება ქიმიური ბუნებით დიდად განსხვავებული ქიმიური ელემენტების, სახელდობრ, ტიპობრივი ლითონებისა და ტიპობრივი არალითონების შეერთებისას, მაგალითად, ჰალოგენებთან. ამასთან ლითონების ატომთა სავალენტო ელექტრონები მთლიანად გადადის ჰალოგენების ატომთა გარე ელექტრონულ დონეზე.

● იონებისაგან წარმოქმნილ ნივთიერებებს იონური ნაერთები ეწოდება. ჩვენს მიერ შესწავლილი ნივთიერებებიდან იონურ ნაერთებს მიეკუთვნება ლითონთა ოქსიდები და ლითონების ნაერთები ჰალოგენებთან. ამრიგად, ლითონთა თვისებები განპირობებულია მათი ატომებისაგან გარე ელექტრონების ადვილად მოწყვეტით, ხოლო არალითონთა თვისებები — გარე შრის დასრულებამდე მათ ატომებთან ელექტრონების ადვილად მიერთებით.

- ?
1. როგორაა დაკავშირებული ატომის აღნაგობასთან: ა) ინერტული გაზების ქიმიური ინერტულობა, ბ) დანარჩენი ელემენტების ქიმიური აქტიურობა, გ) ლითონების ქიმიური თვისებები, დ) არალითონური თვისებები?
 2. რატომ სუსტდება პერიოდებში ელემენტების ლითონური თვისებები და ძლიერდება არალითონური თვისებები რიგობრივი ნომრის გადიდებით, ხოლო მთავარ ქვეჯგუფებში — რიგობრივი ნომრის შემცირებით?
 3. რა არის იონური ბმა?
 4. Mg^{+2} , F^- იონების აღნაგობა შეადარეთ ნეონის ატომის აღნაგობას.
 5. რად გარდაიქმნებოდა არგონის ატომი ბირთვიდან ერთი პროტონის ამორთვით, თუ ელექტრონული გარსი უცვლელად დარჩებოდა?

პოლარული კოვალენტური (HCl) და იონური (NaCl) ნაერთების ელექტრონული ფორმულების შეპირისპირებიდან ჩანს, რომ კოვალენტური პოლარული ბმის მქონე ნაერთები ისევე წარმოიქმნება, როგორც იონური: ორივე შემთხვევაში ხდება გარე ელექტრონული შრის დასრულება ერთი ელემენტის ატომებში მეორე ელემენტის ატომებისაგან ელექტრონების გადაწევის ხარჯზე. მაგრამ პოლარული ბმის მქონე ნაერთებში ელექტრონები მხოლოდ გადაწეულია, იონურ ნაერთებში კი მთლიანად გადასულია ერთი ატომიდან მეორეზე. ამრიგად, პოლარული ბმა შუალედურია არაპოლარულსა და იონურ ბმებს შორის.

პოლარულ და იონურ ბმებს შორის მკვეთრი ზღვარი არ არსებობს. ამიტომ პოლარული ბმის მქონე ნაერთების შემთხვევაში პირობითად შეიძლება ვილაპარაკოთ ატომებზე, რომ მათ „გასცეს“ ელექტრონები (ე. ი. შეიძინეს პირობითად დადებითი მუხტი), ხოლო ატომებზე, რომლებსკენაც გადაწეულია ელექტრონები, რომ მათ მიიღეს ელექტრონები, ე. ი. შეიძინეს პირობითი უარყოფითი მუხტი. იონის მუხტს იონურ ნაერთებში და პირობითი მუხტს პოლარულ კოვალენტურ ნაერთებში. დაჟანგვის ხარისხი უწოდეს.

დაჟანგვის ხარისხს გამოსახავენ ერთი ატომიდან მეორე ატომისაკენ მთლიანად ან ნაწილობრივად გადაწეული ელექტრონების რიცხვით მათ ნაერთებში.

თუ ატომმა გაცა ელექტრონები, მისი დაჟანგვის ხარისხს მიუწერენ დადებით ნიშანს, თუ მიიღო — უარყოფით ნიშანს ისევე, როგორც იონებს იონურ ნაერთებში. მაგალითად, ნატრიუმის ქლორიდში, ჰალოგენწყალბადებში და წყალში ნატრიუმი და წყალბადი ავლენენ +1 ტოლ დადებით დაჟანგვის ხარისხს, ხოლო ჰალოგენები და ჟანგბადი უარყოფითს: ქლორი — 1, ჟანგბადი — 2.

თუ დაწერას დროს საჭიროა არამბული, მაგალითად, ხსნარში არსებული იონის მუხტის ჩვენება, ნიშანი „+“ ან „—“ იწერება ციფრის შემდეგ: Al^{3+} , S^{2-} , Cl^- , Na^+ , მაგრამ ნაერთში დაჟანგვის ხარისხი „+“ ან „—“ აღინიშნება ციფრის წინ: $Ca^{+2} O^{-2}$, $H_2^{+1} S^{-2}$, $Na^{+1} Cl^{-1}$.

მარტივ ნივთიერებათა მოლეკულებში ატომების დაჟანგვის ხარისხი ნულის ტოლია.

ქიმიურ ფორმულებში, როგორც წესი, პირველ ადგილზე იწერება იმ ელემენტის ნიშანი, რომელიც ნაკლებად ელექტროუარყოფითია.

ორი ელემენტისაგან შედგენილი ნაერთების ფორმულები იკითხება მარცხნიდან მარჯვნივ, ემატება რა ელექტროუარყოფითი ელემენტის სრულ ან შემოკლებულ (პირველ მარცვლამდე) საერთო მარცხნივ, ხელწოდებას სუფიქსი „იდი“ $\text{Na}^{+1} \text{Cl}^{-1}$ — ნატრიუმის ქლორიდი, $\text{Na}_2^{+1} \text{O}^{-2}$ — ნატრიუმის ოქსიდი, $\text{Na} + \text{H}^{-}$ — ნატრიუმის ჰიდრიდი, ვუჩვენოთ, როგორ განისაზღვრება ელემენტების დაჟანგვის ხარისხი და წარმოიქმნება მოცემული ფორმულის მიხედვით ნაერთის სახელწოდება, მაგალითად, Ag_3S :

1. დავადგენთ, ორი ელემენტიდან რომელმა მიიღო ელექტრონები; ეს გოგირდია, ვინაიდან მისი ქიმიური ნიშანი მეორე ადგილზეა.

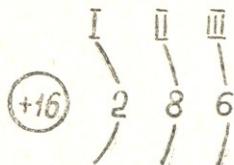
2. განესაზღვრავთ, რამდენი ელექტრონი მიიღო გოგირდის ატომმა, გოგირდი VI ჯგუფშია, მისი ატომის გარე შრეში 6 ელექტრონია, რვამდე აკლია ორი, მაშასადამე, გოგირდის ატომმა მიიღო 2 ელექტრონი; ამრიგად, გოგირდის დაჟანგვის ხარისხია -2 .

3. რამდენი ელექტრონი გასცა ვერცხლის ატომებმა. სულ ორი, მაშასადამე, თითოეულმა მათგანმა გასცა თითო ელექტრონი: ამ ნაერთში ვერცხლის დაჟანგვის ხარისხია $+1$.

ნაპოვნ ყანგვის ხარისხებს მივუწეროთ ქიმიურ ნიშნებს $\text{Ag}_2^{+1} \text{S}^{-2}$,

4. განესაზღვრავთ ნაერთის სახელწოდებას ფორმულის მარჯვნიდან მარცხნივ წაკითხვით გოგირდის ლათინური სახელწოდების — სულფურის პირველ მარცვალზე სუფიქსის „იდი“ დამატებით: ვერცხლის სულფიდი.

ახლა ჩვენთვის გასაგებია, თუ რატომაა ცვალებადი მრავალი ელემენტის დაჟანგვის ხარისხი, მაგალითად წყალბადთან გოგირდის ნაერთში H_2S დაჟანგვის ხარისხი არის -2 , ხოლო უმადლეს ოქსიდში SO_3 $+6$. გოგირდის ატომის ელექტრონული სქემა:



ელექტროუარყოფითობის მწკრივში გოგირდი არის წყალბადის მარჯვნივ, მაგრამ უანგბადიდან მარცხნივ, მაშასადამე, წყალბადთან გოგირდის შეერთებისას, ელექტრონებმა წყალბადის ატომებიდან უნდა გადაიწიოს გოგირდის ატომებისაკენ, ხოლო უანგბადთან გოგირდის შეერთებისას — გოგირდის ატომებიდან უანგბადის ატომებისაკენ. პირველ შემთხვევაში გოგირდის ატომები ელექტრონებს ღებულობენ, მეორე შემთხვევაში — ელექტრონებს გასცემენ.

გოგირდის ატომს გარე შრის დამთავრებისათვის აკლია ორი ელექტრონი, და ის მათ ღებულობს ორი ატომი წყალბადისაგან, გოგირდ-

წყალბადის ფორმულაა $H_2^{+1}S^{-2}$. ამ ნაერთში გოგირდის დაჟანგვის ხარისხია -2 .

ჟანგბადთან გოგირდის შეერთებისას კი გოგირდის ატომი, პირველ რიგში, თვით აძლევს ჟანგბადის ატომებს თავის 6 გარე ელექტრონს. თითოეულს 2 ელექტრონს, მათი გარე შრეების დასრულებისათვის. გოგირდის უმაღლესი ოქსიდის ფორმულაა $S^{+6}O_3^{-2}$, მასში გოგირდის დაჟანგვის ხარისხია $+6$.

მაგრამ მრავალი ელემენტის ატომები ქიმიური ბმების წარმოსაქმნელად აუცილებლად არ გაცემენ ყველა გარე ელექტრონს, და ამ შემთხვევაში ისინი ავლენენ დაჟანგვის უფრო დაბალ ხარისხს. მაგალითად, გოგირდი ჟანგბადში ან ჰაერზე წვის დროს, როგორც ეს თქვენთვის ცნობილია, ნაცელად უმაღლესი ოქსიდისა $S^{+6}O_3^{-2}$ წარმოქმნის ოქსიდს $S^{+4}O_2^{-2}$, რომელშიც მისი დაჟანგვის ხარისხი ტოლია $+4$, ე. ი. გოგირდის ატომმა ჟანგბადის ატომებს მისცა გარე 6 ელექტრონიდან მხოლოდ 4.

ამრიგად, ერთსა და იმავე ელემენტს შეუძლია გამოავლინოს დაჟანგვის ხარისხის ხან ერთი და ხან მეორე მნიშვნელობა იმისდა მიხედვით, გაცემენ თუ იერთებენ ელექტრონებს მისი ატომები. ატომები ღებულობენ იმდენ ელექტრონს, რამდენიც აკლია მათ გარე შრის შევსებისათვის; გაცემენ კი გარე შრის ელექტრონებს მთლიანად ან ნაწილობრივ. ატომები გაცემენ თუ მიიერთებენ ელექტრონებს, ეს დამოკიდებულია შეერთებული ელემენტების მდებარეობაზე ელექტროუარყოფითობის მწკრივში: მასში მარცხნივ მდებარე ელემენტები გაცემს, მარჯვნივ მდებარე კი ღებულობს ელექტრონებს.

ელექტროუარყოფითობის მწკრივისა და ატომთა აღნაგობის გამოყენებით შეიძლება ნაერთების ფორმულების შედგენა ისევე, როგორც ადრე ვაღგენდით ფორმულებს ელემენტების მოცემული ვალენტობის მიხედვით, იმ პირობით, რომ ელემენტი, რომელიც გაცემს ელექტრონებს, გაცემს გარე შრის ყველა ელექტრონს (ან, როგორც ადრე ვამბობდით, ავლენს უმაღლეს ვალენტობას). ფორმულა გამოიყვანება სამ ჯერად.

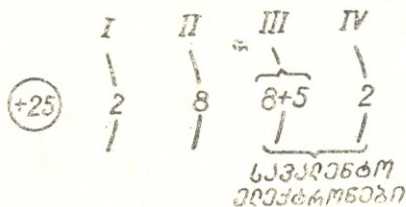
ვნახოთ ეს აზოტის სილიციუმთან ნაერთის ფორმულის შედგენის მაგალითზე.

1. ვწერთ ელემენტების ქიმიურ ნიშნებს იმ თანამიმდევრობით, როგორც ეს ელექტროუარყოფითობის მწკრივშია (პირველ ადგილზეა იმ ელემენტის ნიშანი, რომელიც გაცემს ელექტრონებს): SiN .

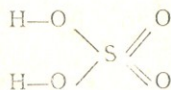
2. ატომთა აღნაგობის შესაბამისად, ნიშნების ზევით მიუვწერთ დაჟანგვის ხარისხს: $Si^{+4}N^{-3}$ (სილიციუმის ატომები გაცემს იმდენ ელექტრონს, რამდენსაც შეიცავს ატომის გარე შრე; აზოტის ატომები ღებულობს იმდენ ელექტრონს, რამდენიც აკლია გარე შრის რვა მდე შესავსებად).

3. დაუვსვამთ ინდექსებს: $Si_3^{+4} N_4^{-3}$. ეს სილიციუმის ნიტრიდის ფორმულაა.

ატომის უკანასკნელის წინა დამამთავრებელი შრის მქონე ელემენტების ელემენტები, ისევე როგორც მთავარი ელემენტების ელემენტები, ავლენენ დაჟანგვის უმაღლეს ხარისხს, ჯგუფის ნომერს რომ უტოლდება, თუმცა მათი ატომების გარე შრეში მხოლოდ 1 ან 2 ელექტრონია. ეს იმიტომ ხდება, რომ მათ აქვთ სავალენტო ელექტრონები არა მარტო გარე, არამედ უკანასკნელის წინა შრეზეც (რვის ზევით), მაგალითად, მაგნიუმის (№ 25). ელექტრონული სქემა:



1. რა არის საერთო ქიმიური ბმის ყველა სახეობის წარმოქმნაში?
2. კოვალენტური ბმის როგორი ორი სახეობა არსებობს?
3. რით ჰგავს პოლარული კოვალენტური ბმა იონურს და რით განსხვავდება მისგან?
4. რომელ ნივთიერებებში არსებობს მხოლოდ არაპოლარული კოვალენტური ბმები, მხოლოდ პოლარული კოვალენტური ბმები?
5. იხელმძღვანელეთ 71-ე სურათით და გამოსახეთ წყალბადის პეროქსიდის მოლეკულის ელექტრონული და გრაფიკული ფორმულები, გამოთვალეთ რამდენი ელექტრონი მონაწილეობს ატომებს შორის ბმების წარმოქმნაში.
6. შეადგინეთ შემდეგი ნაერთების ფორმულები: ა) ალუმინის კარბიდის (ალუმინისა და ნახშირბადის ნაერთი), ბ) ნახშირბადის ნიტრიდის (ნახშირბადისა და აზოტის ნაერთი), გ) იოდის ფთორიდის, დ) ქლორის უმაღლესი ოქსიდისა, თუ ცნობილია, რომ დასახელებულ ნაერთებში ელემენტი, რომელიც ელექტრონებს გასცემს, ავლენს დაჟანგვის ხარისხის უმაღლეს მნიშვნელობას.
- 7.* შეადგინეთ: ა) წყალბადთან კალციუმის არაპროლადი ნაერთისა (კალციუმის ჰიდრიდის) და ბ) ქსენონის უმაღლესი ოქსიდის ფორმულები.
8. ფლექტროუარყოფითობის მწკრივის გამოყენებით შეადგინეთ III პერიოდის ყველა ელემენტის წყალბადნაერთის ფორმულები.
9. გოგირდმყავას გრაფიკული ფორმულაა



განსაზღვრეთ თითოეული ელემენტის დაჟანგვის ხარისხი.

10. აღნიშნეთ ელემენტთა დაჟანგვის ხარისხები ნაერთთა ფორმულებში: ClF_3 , SF_6 , I_3N , NO_2 , SiO_2 , XeO_4 , IF_7 ; ნაერთებში არაპოლარული ბმები არ არის. დაასახელეთ ნაერთები.



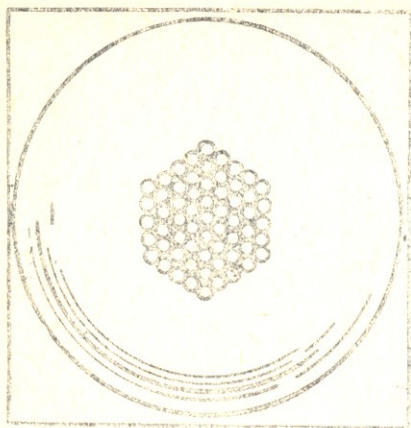
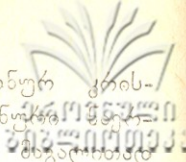
თითოეული ნივთიერების აღწერას ვიწყებთ მისი ფიზიკური თვისებებიდან: კერძოდ, მათზეა დამოკიდებული, თუ როგორ აგებულია მდგომარეობაშია მოცემული ნივთიერება ჩვეულებრივ პირობებში: მყარია იგი, თხევადი თუ აირი. იბადება კითხვა: რა გავლენას ახდენს ქიმიური ბმის ბუნება ნივთიერების ფიზიკურ თვისებებზე? შეიძლება თუ არა ნივთიერების გარეგნული ნიშნების მიხედვით ვიმსჯელოთ ნივთიერების წარმომქმნელ ნაწილაკებს შორის ქიმიური ბმების ხასიათის შესახებ?

იმ ნივთიერებებიდან, რომლებსაც ყოველდღიურად ვხვდებით, მარილი იონურ ნაერთებს მიეკუთვნება, ხოლო შაქარი და წყალი — კოვალენტურ ნაერთებს. არ არსებობს იონური და კოვალენტური ბმების მქონე ნივთიერებების განმასხვავებელი გარეგნული ნიშნები. შაქარი შეიძლება მარილში აგვერიოს.

მეორე მხრივ, კოვალენტური ბმის მქონე ნივთიერებები შეიძლება ერთიმეორეს სრულიად არ ჰგავდეს, მაგალითად, შაქარი წყალს არ ჰგავს. კოვალენტური ბმის მქონე ნივთიერებას ეკუთვნის მარტივი ნივთიერებები, რომელთა შორის აღმასიცაა — ყველაზე უფრო ძნელდნობადი და მაგარი ბუნებრივი ნივთიერება, და წყალბადიც — აირი, რომელიც თხევადდება და მყარდება ისეთ დაბალ ტემპერატურაზე, რომლის დროსაც მოლეკულების მოძრაობა თითქმის წყდება.

ნივთიერებათა თვისებების ასეთი ნაირგვარობის მიზეზები რომ გავიგოთ, გავეცნოთ მათი კრისტალების აღნაგობას. ამაში დაგვეხმარება მარტივი ცდა. ოდნავ ჩაღრმავებულ ლამბაქზე ერთი მუჭა წვრილი ბურთულები დავყაროთ და ლამბაქი შევანჯღრიოთ. ბურთულები მყისვე განლაგდება ისე, როგორც 71-ე სურათზეა ნაჩვენები — სწორ მწყრივებად, ექვსკუთხედის მოხაზულობის მქონე ფიგურის მსგავსად.

ნივთიერებების გამყარებისას მათი წარმომქმნელი ნაწილაკებიც არ ლაგდება უწესრიგოდ. კრისტალებში ნაწილაკების წესიერმა განლაგებამ მიიღო სახელწოდება „კრისტალური მესერი“, ვინაიდან იგი გვაგონებს კვანძების განლაგებას ჩვეულებრივ მესერში. კრისტალური მესრის წარმომქმნელი ნაწილაკების ბუნების მიხედვით განასხვავებენ მესრის სამ სახეს: 1) იონური მესერი (შედგება იონებისაგან), 2) მოლეკულური მესერი (შედგება მოლეკულები-საგან), 3) ატომური მესერი (შედგება ატომებისაგან).

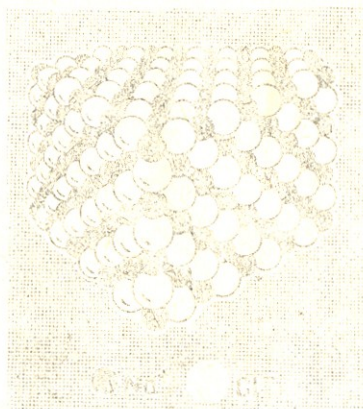
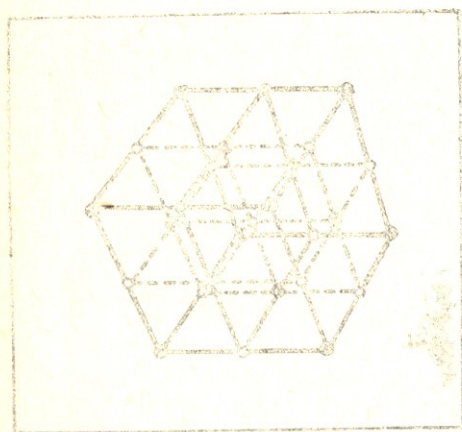


სურ. 71. მარცვლების განლაგება ლამბაჰზე შენჯღრევის შემდეგ.

ჯერ გავეცნოთ იონურ კრისტალურ მესერს. იონების წარმოქმნის შემდეგ ჩვენ განვიხილეთ ნატრიუმის ქლორიდის მოლეკულის წარმოქმნა, მაგრამ ასეთი მოლეკულების არსებობა შესაძლებელია მხოლოდ ძალიან მაღალ ტემპერატურაზე. სახელდობრ, სუფრის მარილის ორთქლში. ქლორში ნატრიუმის წვის დროს შეიმჩნევა თეთრი ბოლი — ეს ნატრიუმქლორიდის მოლეკულები კი არ არის, არამედ მათგან წარმოქმნილი უმცირესი კრისტალები. სუფრის მა-

რილის კრისტალები კი, ისევე როგორც სხვა იონური ნაერთების შემთხვევაში, მოლეკულებისაგან კი არ არის აგებული, არამედ უშუალოდ იონებისაგან; მათი განლაგება ნაჩვენებია 72-ე სურათზე.

იონები ისეა განლაგებული, რომ ნატრიუმის თითოეული იონის გარშემო ქლორის იონები თავსდება, ხოლო ქლორის თითოეული იონის გარშემო — ნატრიუმის იონები, ე. ი. დაახლოებით ისე, როგორც შავი და თეთრი უჯრებია განლაგებული ჭადრაკის დაფაზე. ასეთ განლაგებას



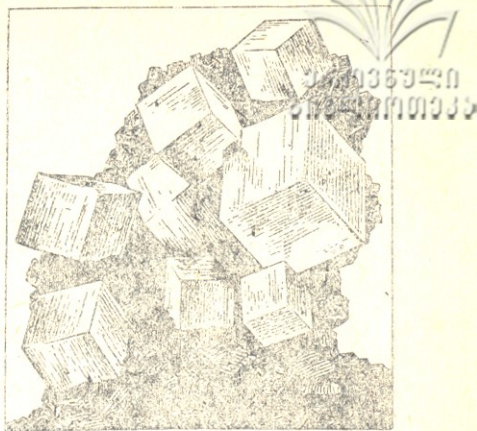
სურ. 72. ნატრიუმქლორიდის კრისტალური მესერი, თეთრი სფეროები — ქლორის იონებია, შავი — ნატრიუმის იონები. მარცხნვე ნაჩვენებია იონთა ცენტრების განლაგება.

იონები მიიღებენ მათ შორის მოქმედი ურთიერთმიზიდვისა და განზიდვის ძალების გამო.

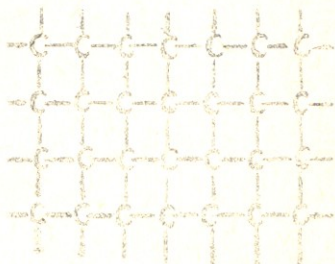
სხვადასხვა სახელიანად დამუხტული იონები (Na^+ და Cl^-) ურთიერთს იზიდავენ და ამიტომ ცდილობენ მჭიდროდ მიუახლოვდნენ ერთიმეორეს, ხოლო ერთსახელიანად დამუხტული იონებმა (Na^+ და Na^+ , Cl^- და Cl^-) განიზიდებიან და ამიტომ ცდილობენ რაც შეიძლება დაშორდნენ ერთიმეორეს. ეს ხორციელდება დადებითი და უარყოფითი იონების ჰადრაკის წესით განლაგებისას. ნატრიუმქლორიდის მესერში თითოეულ Na^+ იონს ერთვის 6 Cl^- იონი, ხოლო თითოეულ Cl^- იონს — 6 Na^+ იონი.

იონების წესიერი განლაგებით აიხსნება იონური ნაერთების კრისტალთა წესიერი ფორმა — ნატრიუმქლორიდის კრისტალები კუბის ფორმისაა (სურ. 73), ხოლო კრისტალთა სიმეტრიცე — სხვადასხვა სახელიანი იონების ძლიერი ურთიერთმიზიდვით. ყველა იონურ ნაერთს აქვს შედარებით დიდი სიმკვრივე, ძნელლობადი და არააქროლადია.

მოლეკულური მესრის მქონე ნივთიერებებს მიეკუთვნება იოდი, მის კრისტალურ მესერში (სურ. 74) გარკვევით განსხვავდება წყვილწყვილად ბმული ატომებისაგან წარმოქმნილი მოლეკულები. ატომური მესრის მქონე ნივთიერებების მაგალითია ალმასი (სურ. 75). მის კრისტალურ მესერში ისევე როგორც სუფრის მარილის მესერში, მოლეკულები არ არის; ალმასი შედგება უშუალოდ ნახშირბადის ატომებისაგან, თითოეული მათგანი კოვალენტური ბმით არის დაკავშირებული ოთხ მეზობელ ატომთან, რომლებიც მის გარშემო განლაგებულია წესიერი სამწახნაგოვანი პირამიდის — ტეტრაედრის წვეროებში. ალმასის აღნაგობა სტრუქტურული ფორმულის სახით შეიძლება ასე გამოისახოს:



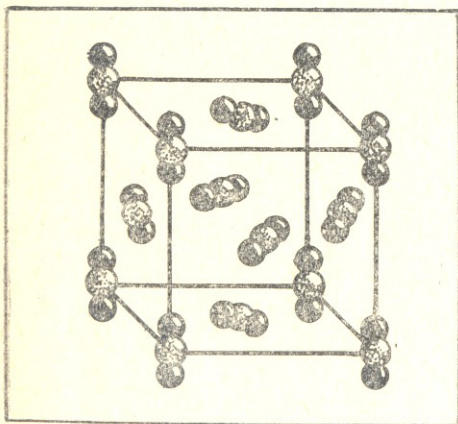
სურ. 73. ნატრიუმქლორიდის კრისტალები.



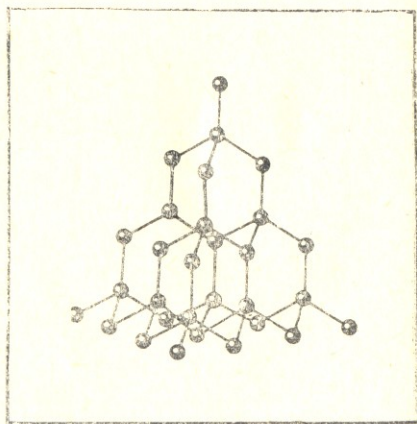
ალმასის კრისტალის დამსხვრევა შეუძლებელია ატომთა შორის ქიმიური ბმების გაუწყვეტლად: იგი თითქოს გიგანტური მოლეკულაა, დაეუბრუნდეთ ბურთულებით ჩატარებულ ცდას. ლამბაქზე მათი წესიერად განლაგების მიზეზი სიმძიმის ძალაა, რომელიც აძიულებს მარცვლებს რაც შეიძლება კომპაქტურად მოთავსდნენ ლამბაქის ცენტრში. კრისტალური მესრის წარმოქმნისას მიზიდულობის ძალის როლს ასრულებს ურთიერთმიზიდვის ძალა იონთა შორის იონური მესრის შემთხვევაში, ატომთა შორის — ატომური მესრის შემთხვევაში, მოლეკულათა შორის — მოლეკულური მესრის შემთხვევაში.

რაც მეტია მიზიდულობის ძალა, მით უფრო მტკიცეა კრისტალური მესერი. ამიტომ ნივთიერება მით უფრო ძნელად ღლევა და ძნელად გადადის აიროვან მდგომარეობაში.

მოლეკულები ერთიმეორისაკენ ბევრად უფრო სუსტად მიიზიდება, ვიდრე იონები და კოვალენტური ბმის მქონე ატომები. ამიტომ მოსალოდნელია, რომ მოლეკულური მესრის მქონე ნივთიერებები ადვილლობადი და აქროლადი იყოს ატომური და იონური მესრის მქონე ნივთიერებებთან შედარებით. მართლაც, ყველა ნივთიერებას, რომლებიც ჩვეულებრივ პირობებში აირები და სითხეებია, მყარ მდგომარეობაში მოლეკულური კრისტალური მესერი აქვს (მაგალითად, წყალი ჩვეულებრივი ყინულის სახით, ნახშირბად(IV)-ის ოქსიდი „მშრალი ყინულის“ სახით). თუმცა მოლეკულური მესრის მქონე ნივთიერებათა შორის ჩვეულებრივ პირობებში მყარი ნივთიერებებიც



ხურ. 74. მყარ ნახშირბად(IV)-ის ოქსიდის კრისტალური მესერი.



სურ. 75. ალმასის კრისტალური მესერი: რგოლებით აღნიშნულია ნახშირბადის ატომთა ცენტრები, ხაზებით — კოვალენტური ბმები.

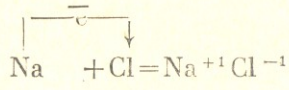
გვხვდება, როგორც მაგალითად, შაქარი, იოდი, ქაფური. მაგრამ ისინი ან ადვილდობადი (შაქარი) ან აქროლადი (იოდი, ქაფური) ნივთიერებებია. ყველაზე უფრო მაგარი და ძნელდობადი ნივთიერებები რომლებიც ახალ ტექნიკას სჭირდება, ატომური მესრის მქონე ნივთიერებებია შორის გვხვდება.

- ?
1. როგორია: ა) მოლეკულური, ბ) ატომური, გ) იონური მესრის მქონე ნივთიერებების ფიზიკური თვისებები?
 2. რა ნიშნებით შეიძლება მოლეკულური კრისტალური მესრის მქონე ნივთიერებებს მიეკუთვნოთ: ა) ნახთალინი, ბ) ყინული?
 3. თუ ერთიმეორეში ავურევთ შავ და თეთრ ბურთულებს, ისინი უწყსრივოდ განლაგდებიან: ზოგი შავი ბურთულა შავთან მოხვდება, ზოგი შავი თეთრთან, ან თეთრი თეთრთან. რატომ არ შეიძლება იონების ასე უწყსრივოდ განლაგება?
 4. ნაერთები NaCl, AlP, MgS კრისტალურ მესრებში კრისტალდებიან. დადებით და უარყოფით იონებს შორის თითქმის ერთნაირი მანძილებაა. ამ ნაერთებიდან რომელია ყველაზე უფრო მყარი და რომელს აქვს ყველაზე მაღალი ლღობის ტემპერატურა? რატომ?

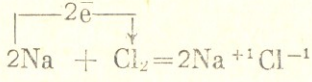
§ 74. შანვვა-აღღგენითი რეაქციები

განვიხილოთ ქლორში ნატრიუმის წვის თქვენთვის ცნობილი რეაქცია. მისი არსი იმაში მდგომარეობს, რომ ქლორის ატომები, თავიანთი დაუსრულებელი შრის შესავსებად ელექტრონებს ნატრიუმის ატომების გარე შრიდან ღებულობენ და მით დაასრულებენ თავის ვარე ელექტრონულ შრეს.

თუ ელექტრონს e^- ასოთი აღვნიშნავთ, ნატრიუმის თითოეული ატომის ურთიერთქმედება ქლორის თითოეულ ატომთან შეიძლება გამოვსახოთ განტოლებით:

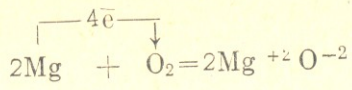
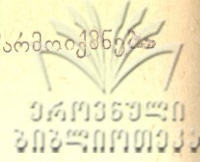


რეაქციის განტოლების შედგენისათვის მხედველობაში მისაღებაა ქლორის მოლეკულაში ატომთა რაოდენობა, მაშინ ამ რეაქციის განტოლება ასეთი იქნება:

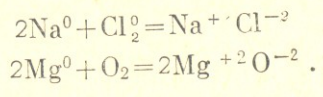


ქანვბაღში მაგნიუმის წვის დროს მაგნიუმის თითოეული ატომი

აძლევს გარე შრის 2 ელექტრონს უანგბადის ატომს. წარმოიქმნება
 მაგნიუმის ოქსიდი $Mg^{+} \cdot O^{-2}$. რეაქციის განტოლება:



თითოეული ელემენტის ნიშანს ზემოთ მივუწეროთ მისი დაუანგვს ხარისხი.

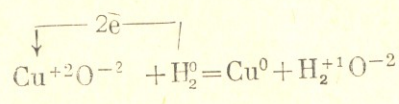


VII კლასში ელემენტების უანგბადთან შეერთების რეაქციების შესწავლისას ვამბობდით, რომ ისინი იუანგებიან. მაგრამ ლითონების შეერთებისას ქლორთან და სხვა არალითონებთან იგივე ხდება, რაც მათი უანგბადით დაუანგვის დროს: ელექტრონების გადანაცვლება ლითონის ატომებიდან არალითონის ატომებისაკენ. ამიტომ შეთანხმდნენ:

- 1) იმ რეაქციებს, რომელთა დროსაც ელექტრონები ერთი ელემენტიდან მეორისაკენ გადაინაცვლებს, უანგვა-აღდგენითი რეაქციები უწოდონ;
- 2) ელემენტი, რომელიც გასცემს ელექტრონებს, იუანგება, მას აღმდგენი უწოდონ, ხოლო ელემენტი, რომელიც ღებულობს ელექტრონებს, აღდგება, მას დამუანგავი უწოდონ.

უანგვა-აღდგენითს რეაქციებში აუცილებლად იცვლება უანგვის ხარისხი ორ ელემენტს შორის მაინც: აღმდგენის უანგვის ხარისხი იზარდება, დამუანგავისა — მცირდება, მაგალითად, ლითონები ყველა ქიმიურ რეაქციაში გასცემენ ელექტრონებს, მაშასადამე, იუანგებიან და აღმდგენის როლში გამოდიან (მათი უანგვის ხარისხი მატულობს). უანგბადთან ლითონების შეერთების რეაქციებში დამუანგავია უანგბადი, ხოლო ჰალოგენებთან ლითონების შეერთების რეაქციებში — ჰალოგენები (მათი უანგვის ხარისხი მცირდება).

ახლა განვიხილოთ სპილენძის ოქსიდის წყალბადით აღდგენის ჩვენთვის ცნობილი რეაქცია:



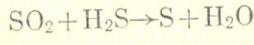
თითოეული ელემენტის ნიშანს მივუწეროთ მისი დაუანგვის ხარისხი და ხაზი გავუსვათ იმ ელემენტების ნიშნებს, რომელთაც რეაქციის შედეგად ეს ხარისხი შეეცვალა: ესენია სპილენძი და წყალბადი. მაშასადამე, რეაქცია უანგვა-აღდგენითია. ისრით ვუჩვენოთ ელექტრონების გადანაცვლება წყალბადის ატომებიდან სპილენძის იონებისაკენ.

სპილენძის ნაწილაკები Cu^{+2} ელექტრონეიტრალურ ატომებად გარდაიქმნა 2—2 ელექტრონის მიერთებით. წყალბადის ელექტრონეიტრალური H^0 ატომები გარდაიქმნა წყალბადის ნაწილაკებად H^+ , ე. ი. დაკარგეს თითო ელექტრონი. ელექტრონებმა წყალბადის ატომებიდან სპილენძის იონებისაკენ გადაინაცვლა: ელემენტი სპილენძი (Cu^{+2}) ამ რეაქციაში აღდგება, ელემენტი წყალბადი კი იჟანგება.

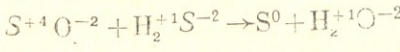
განხილულ რეაქციაში ეს მთავარი და არსებითია, დანარჩენი — შედეგია. მუხტის დაკარგვის შემდეგ სპილენძის ატომები აღარ მიიზიდა ჟანგბადის იონებმა და სპილენძი თავისუფალი სახით გამოიყო. დადებითი მუხტის მიღების შემდეგ წყალბადის იონები მიიზიდა უარყოფითად დამუხტულმა ჟანგბადის იონმა. წარმოიქმნა წყლის მოლეკულები (იონური ბმა ამ შემთხვევაში კოვალენტურ-პოლარულში გადავიდა).

დამჟანგავი ელექტრონების მიღებით აღდგება, აღმდგენი ელექტრონების გაცემით იჟანგება. თავისუფალ მდგომარეობაში ლითონები ყოველთვის აღმდგენებია; არალითონები, ფთორის გამოკლებით (რომელიც ყოველთვის დამჟანგავია), დამჟანგავებიცაა და აღმდგენებიც. მაგალითად, რეაქციაში $S^0 + H_2 = H_2^{+1} S^{-2}$ — გოგირდი დამჟანგავია, ხოლო რეაქციაში $S^0 + O_2 = S^{+4} O_2^{-2}$ — აღმდგენი.

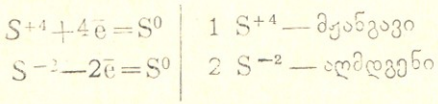
ჟანგვა-აღდგენით რეაქციათა განტოლებების შედგენისას კოეფიციენტების შერჩევა წარმოებს ანგარიშით: რამდენ ელექტრონსაც ლეზბულობენ ელემენტ-დამჟანგავის ატომები (ან იონები), იმდენ ელექტრონებს კარგავენ ელემენტ-აღმდგენის ატომები (ან იონები), მაგალითად, მოცემულია რეაქციის სქემა:



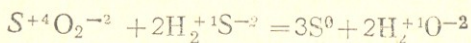
ფორმულების მიხედვით მოვნახოთ დაჟანგვის ხარისხები და თითოეული ელემენტის ქიმიურ ნიშანს მიუწეროთ ზევით:



დაჟანგვის ხარისხი შეეცვალა გოგირდის ატომებს: გოგირდ(IV)-ის ოქსიდში +4-დან 0-მდე, გოგირდწყალბადში — 2-დან 0-მდე. რეაქციის დროს მომხდარი ელექტრონების გადაინაცვლება გამოვსახოთ ელექტრონული განტოლებების სახით:



S^{-2} იონებისაგან გაცემული ელექტრონების რიცხვი უნდა უდრიდეს S^{+4} იონების მიერ მიერთებულ ელექტრონების რიცხვს. მაშასადამე, თითოეულ S^{+4} იონზე ან სხვანაირად, გოგირდ (IV) ან სილის თითოეულ მოლეკულაზე რეაქციაში მონაწილეობა იღოს S^{-2} ორმა იონმა, ე. ი. გოგირდწყალბადის H_2S ორმა მოლეკულამ. აღვნიშნოთ ეს რიცხვებით 1 და 2, და დაწვროთ ელექტრონული განტოლებების მარჯვნივ ხაზგარეთ. რეაქციაში მონაწილე ნივთიერებათა ფორმულებისათვის კოეფიციენტები უკვე ნაპოვნია. რეაქციის მოცემულ სქემაში მათი შეტანით ვღებულობთ განტოლებას:



ამგვარადვე პოულობენ ნაერთის ფორმულის მიხედვით ცვალებადი ვალენტობის მქონე ელემენტის დაყენების ხარისხსაც, თუ ცნობილია დანარჩენი ელემენტების დაყენების ხარისხი. მაგალითად, მარილში $Na_2^{+2} SO_3^{-2}$ თავიდანვე ცნობილია დაყენების ხარისხები, $O = -2$ და $Na = +1$, უანგბადის სამმა ატომმა მიიღო $2 \cdot 3 = 6$ ელექტრონი, ამათგან 2 ელექტრონი ორი ატომი ნატრიუმისაგან — თითოეულისაგან თითო, მაშასადამე, დანარჩენი 4 — გოგირდის ატომისაგან; ამრიგად, მისი დაყენების ხარისხია $+4(Na_2^{+1}O_3^{-})$.

- ? 1. ელექტრონული თეორიის თვალსაზრისით განიხილეთ რეაქციები: 1) გახურებით ვერცხლისწყლის ოქსიდის დაშლის, 2) წყალბადის მიღება თუთიაზე მარილმჟავას მოქმედებისას. თითოეულ შემთხვევაში რომელი ელემენტი: ა) იჟანგება, ბ) აღდგება, გ) მჟანგავია, დ) აღმდგენია.
2. ტექსტში მოყვანილი ნიმუშების მიხედვით შეადგინეთ რეაქციათა განტოლებები, რომლებიც გამოსახულია შემდეგი სქემებით:

- $S + H_2SO_4 \rightarrow SO_2 + H_2O$
- $Cl_2 + KI \rightarrow I_2 + KCl$
- $Al + Br_2 \rightarrow AlBr_3$
- $Cl_2 + H_2O \rightarrow HCl + HClO$
- $KClO_3 \rightarrow KClO_2 + O_2$
- $CuCl_2 + Fe \rightarrow FeCl_2 + Cu$



ჰალოგენები

§ 75. ჰალოგენების საერთო დასახიათება

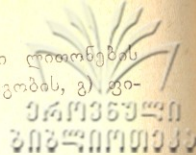
არალითონების სისტემატური შესწავლის დაწყებისას გავიხსენოთ, რით ხასიათდებიან ისინი. ელემენტების პერიოდულ სისტემაში არალითონები პერიოდების ბოლოშია განლაგებული (სურ. III). მათ ატომების გარე ელექტრონული შრე, ინერტული გაზების გამოკლებით, დაუმთავრებელია, მაგრამ დამთავრებასთან ახლოა. ამიტომ არალითონთა ატომებმა ელექტრონები უნდა მიიერთონ იმ ელემენტებთან შეერთებისას, რომელთა ატომები ადვილად გაცემენ ელექტრონებს. ასეთი ელემენტები კი ლითონები და წყალბადია. ამიტომ არალითონებისათვის ყველაზე უფრო დამახასიათებელია ლითონებთან და წყალბადთან შეერთების რეაქციები.

ტიპობრივ ლითონებთან არალითონების ნაერთებს იონური კრისტალური მესერი აქვთ და მყარი, ძნელდობადი ნივთიერებებია (§ 57).

წყალბადნაერთებში არალითონები წყალბადთან დაკავშირებულია კოვალენტურ-პოლარული ბმებით. ამ ნაერთების კრისტალური მესერი მოლეკულურია, ამიტომ ისინი ჩვეულებრივ პირობებში ან გაზებია (როგორცაა ჰალოგენწყალბადები), ან აქროლადი სითხეები (როგორცაა წყალი).

ყველაზე უფრო მკვეთრად არალითონური თვისებები ჰალოგენებში ვლინდება. ელემენტების პერიოდულ სისტემაში ჰალოგენები შეადგენენ VII ჯგუფის მთავარ ქვეჯგუფს. მათი ატომების გარე შრეში 7 ელექტრონია. ერთი p -ელექტრონი გაუწყვილებელია, გარე ელექტრონული შრის დამთავრებისათვის აკლია ერთი ელექტრონი, ამიტომ წყალბადთან და ლითონებთან ნაერთებში ჰალოგენების დაჟანგვის ხარისხი ყოველთვის — 1-ია. ქიმიური ელემენტებიდან როგორც ყველაზე უფრო ელექტროუარყოფითი — ფთორი თავის ყველა ნაერთში (არა მარტო წყალბადთან და ლითონებთან ნაერთებში) ავლენს დაჟანგვის ხარისხის ერთსა და იმავე მნიშვნელობას — 1. დანარჩენ ჰალოგენებს შეუძლიათ გამოავლინონ დაჟანგვის დადებითი ხარისხებიც +7-მდე, კერძოდ, თავის ჟანგბადნაერთებში.

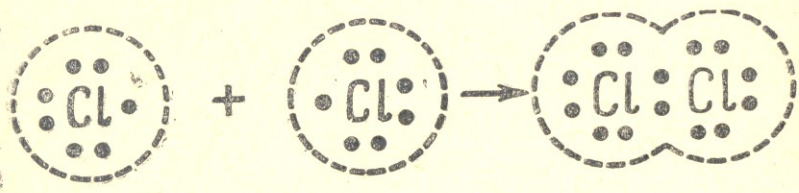
? რით განსხვავდება ჰალოგენების წყალბადნაერთები ტიპობრივი ლითონების ნაერთებისაგან: ა) ქიმიური ბმის, ბ) კრისტალური მესრის აღნაგობის, გ) ფიზიკური თვისებების მიხედვით?



§ 76. ქლორი

ქიმიური ნიშანი — Cl. ფარდობითი ატომური მასა 35,5, ბირთვის მუხტი +17, ქიმიური ფორმულა Cl₂, მოლური მასა — 71 გ/მოლი.

ქლორის ატომის გარე შრე, ისე როგორც სხვა ჰალოგენებისა, შეიცავს 7 ელექტრონს. ქლორის ატომები გარე შრის დასრულებისათვის 1 ელექტრონის დანაკლისს ივსებენ ერთიმეორესთან ისე მიახლოებით, რომ ორი ელექტრონი — თითოეული ატომიდან თითო — მათთვის საზიარო ხდება. თითოეული მათგანი მეორე ატომის ელექტრონის ხარჯზე ავსებს თავის გარე შრეს 8 ელექტრონამდე:

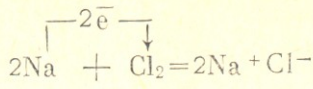
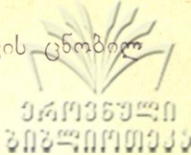


თავისუფალი ქლორის, როგორც მარტივი ნივთიერების, ელექტრონული ფორმულაა :Cl:Cl:, ხოლო გრაფიკული Cl—Cl. მყარი ქლორის კრისტალები აგებულია ისეთი ორატომიანი მოლეკულებიდან, რომლებიც მოლეკულათშორისი მიზიდვის ძალებით ისე სუსტად კავდება, რომ მათ არსებობა შეუძლიათ მხოლოდ დაბალ ტემპერატურაზე. ჩვეულებრივ პირობებში კი ქლორი აიროვან მდგომარეობაშია. ქლორი მოყვითალო-მწვანე ფერის, მძაფრი სუნის მქონე აირია. ქლორი ჰაერზე თითქმის 2,5-ჯერ მძიმეა. წყალში საკმაოდ კარგად იხსნება, ქლორის წყალხსნარს ქლორიანი წყალი ეწოდება. იგი ინარჩუნებს ქლორის ფერსა და სუნს.

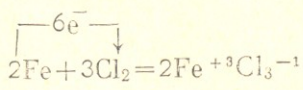
ქლორის ჩასუნთქვა იწვევს სულის ხუთვას და შეიძლება სიკვდილით დამთავრდეს. ამიტომ მას ფრთხილად უნდა ვუყენოთ.

ქლორისათვის, როგორც ჰალოგენისათვის, დამახასიათებელია წყალბადთან და ლითონებთან შეერთების რეაქციები; ამ ქლორი დამ-

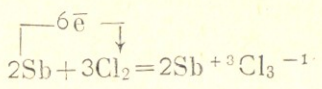
ჟანგავია, მაგალითად, ქლორში ნატრიუმის წვის თქვენთვის ცნობილ რეაქციაში:



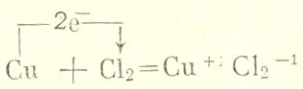
ასევე რეაგირებს ქლორთან სხვა ლითონები. ქლორიან ქილაში ლითონის კოვზზე წინასწარ გაცხელებული რკინის ფხენილის ჩაყრისას რკინის ნაწილაკები გავარვარდება, შეურთდება ქლორს და ქილა აივსება მურა ფერის კვამლით, რომელიც შედგება რეაქციის პროდუქტის — რკინა(III)-ის ქლორიდის FeCl_3 უწყვილესი ნაწილაკებისაგან:



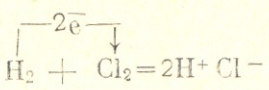
ასეთივე „ცეცხლის წვიმა“ შემჩნევა ქლორიან ქილაში სტიბიუმის ფხენილის ჩაყრისას წინასწარი გაცხელების გარეშეც კი (სურ. 76). ამ დროს ქილა სტიბიუმ(III)-ის ქლორიდის SbCl_3 თეთრი კვამლით აივსება:



წინასწარ გაცხელებული სპილენძის წვრილი მავთულის კონა ქლორში ჩაშვებისას ვარვარდება და იწვის (სურ. 77), კოლბა ივსება მურა ფერის კვამლით, რომელიც სპილენძ(II)-ის ქლორიდის CuCl_2 ნაწილაკებისაგან წარმოიქმნება:



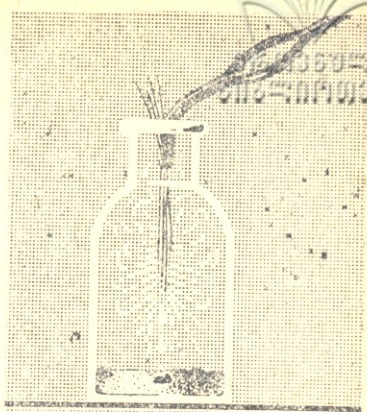
ქლორი დამჟანგავია წყალბადთან შეერთების ჩვენთვის ცნობილ რეაქციაშიც, რომელიც შეიძლება ჩავატაროთ ქლორში წყალბადის დაწვისას (სურ. 78):



ეს რეაქცია შეიძლება სხვანაირადაც წარიმართოს. თუ სქელკედლიან ცილინდრში ქლორსა და წყალბადს შევურთვეთ, ცილინდრს მუჟაოს ნაჭერს დავახურავთ და მის ახლოს მაგნიუმს ცეცხლს მოვუკიდებთ, გამაყრუებელი აფეთქება მოხდება. კაშკაშა სინათლე გამო-



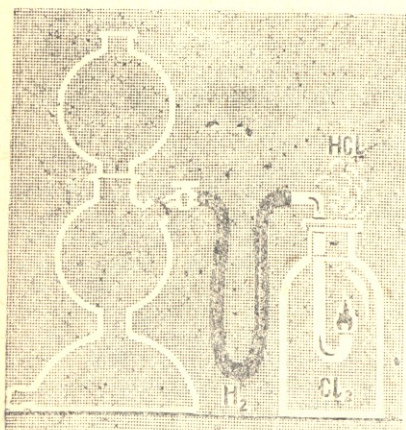
სურ. 76. სტიბიუმის წვა ქლორში.



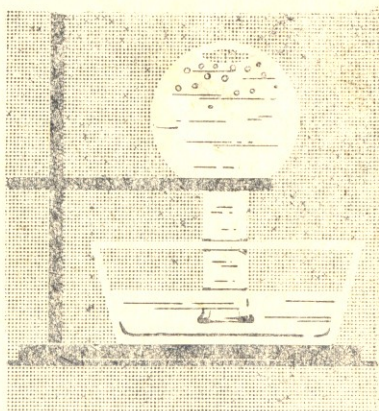
სურ. 77. სპილენძის წვა ქლორში.

იწვევს ნარევის აფეთქებას ისევე, როგორც ელექტრული ნაპერწკალი იწვევს წყალბადისა და ჟანგბადის ნარევის აფეთქებას.

რეაქცია იწყება სინათლის ენერგიის ან გათბობის ხარჯზე ქლორის მოლეკულის ატომებად დაყოფით ($\text{Cl}_2 = 2\text{Cl}$); შემდეგ ქლორის ატომები წყალბადის მოლეკულებთან შეხვედრისას უკავშირდება წყალბადის ერთ ატომს ქლორწყალბადის მოლეკულის წარმოქმნით და ათავისუფლებს წყალბადის მეორე ატომს ($\text{Cl} + \text{H}_2 = \text{HCl} + \text{H}$); ასევე რეაგირებს წყალბადის ატომები ქლორის მოლეკულებთან



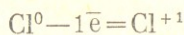
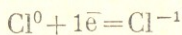
სურ. 78. წყალბადის წვა ქლორში.



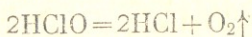
სურ. 79. წყლიდან ჟანგბადის გამოძევა ქლორით.

$(H+Cl_2=HCl+Cl)$ და ა. შ. ასეთ რეაქციებს ჯაჭვური ეწოდება. ჯაჭვურ რეაქციებს მიეკუთვნება წვის სხვა რეაქციებიც.

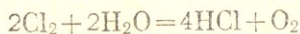
ქლორის, როგორც დამჟანგავის, ქიმიური აქტივობა ვლინდება მარტო მისი ლითონებთან და წყალბადთან შეერთების რეაქციებში, არამედ ქლორით სხვა არალითონების ჩანაცვლების რეაქციებშიც, მაგალითად, ჟანგბადისა წყალში. სინათლეზე დავდგათ ქლორიანი წყლით სავსე თასი, რომელშიც ჩაპირქვაებულია ქლორიანი წყლით სავსე კოლბა (სურ. 79). რამდენიმე ხნის შემდეგ კოლბის კედლებზე აირის ბუშტულები გამოიყოფა. ეს ჟანგბადია, იგი თანდათან გროვდება კოლბის ზედა ნაწილში, ხსნარი კარგავს მომწვანო შეფერილობას, ქლორის სუნს და გამჟავდება: მასში ლურჯი ლაკმუსი წითლდება:



ელექტრონული განტოლებებიდან ჩანს, რომ ქლორის ატომების ერთი ნაწილი ჟანგავს ქლორის ატომების მეორე ნაწილს, რის შედეგადაც შიილება ნაერთები (მჟავები), რომლებშიც ქლორის დაჟანგვის ხარისხი უარყოფითიცაა (HCl) და დადებითიც (HClO — ქვექლოროვანი მჟავა). ქვექლოროვანი მჟავა მეტად არამტკიცე ნაერთია. იგი იშლება ჟანგბადის გამოყოფით:



ჯამურად ასე დაიწერება:



ორგანულ საღებავ ნივთიერებათა დიდი ნაწილი ქლორთან ურთიერთმოქმედებისას იშლება და უფერო ნაერთებად გარდაიქმნება. ინფერ მელანში ან ლაკმუსში შეფერილი ქაღალდი ქლორში სწრაფად უფერულდება, „თეთრდება“, გათეთრება მხოლოდ წყლის ან მისი ორთქლის თანხლებით ხდება. წყალი ამ შემთხვევაში კატალიზატორია. მშრალ ქლორში მშრალი ფერადი ქსოვილი არ თეთრდება. (სურ. 80), წყლის ორთქლის არსებობა აძლიერებს ქლორის აქტივობას სხვა ნივთიერებების მიმართაც, მაგალითად, ჩვეულებრივ ტემპერატურაზე მშრალი ქლორი რკინაზე არ მოქმედებს, მაგრამ წყლის ორთქლის თანაობისას რეაგირებს მასთან.

თქვენ დარწმუნდით, რომ ქლორი ეკუთვნის არაჩვეულებრივად აქტიურ არალითონებს: სინათლეზე იგი ჟანგბადს აძევებს მისი ისეთი



სურ. 80. ქლორით საღებავი ნივთიერების გაუფერულება: 1. მზრალი შედეგით ქსოვილი არ უფერულდება; 2. სველი ქსოვილი უფერულდება.

მდგრადი ნაერთიდან, როგორცაა წყალი. განსაკუთრებით აქტიურად უერთდება იგი ლითონებსა და წყალბადს.

ლითონებთან და წყალბადთან ნაერთებში ქლორი ამჟღავნებს — I დაჟანგვის ხარისხს.

1. ჩამოთვალეთ ქლორის ფიზიკური თვისებები: რით განსხვავდება იგი გარეულ ნივთიერებებთან შედარებით ცნობილი აირებისაგან?
2. სტანდარტულ ბალონებში თავსდება 30 კგ მასის მქონე თხევადი ქლორი. რა მოცულობას დაიკავებს ეს ქლორი ნორმალურ პირობებში?
3. ჩამოთვალეთ ქლორის ქიმიური თვისებები. დაწერეთ რეაქციათა განტოლებები.
4. რატომაა, რომ ახლად დამზადებულ ქლორიან წყალში ლაკმუსის სსნარი უფერულდება, ხოლო სინათლეზე ქლორიანი წყლის დიდი ხნით დაყოვნების შემდეგ ლაკმუსი წითლდება?
5. რატომ არის აუცილებელი ქლორის გულდამით გამოშრობა, ვიდრე ამ ნივთიერებით ფოლადის ბალონებს ავავსებდეთ?

§ 77. აირბრუნვის ნივთიერებების მოღვაწეობა.
ავტორი კანონი

თხევადი და მყარი ნივთიერებები 1 მოლის რაოდენობით, როგორც 81-ე სურათზე ჩანს, იკავებს შედარებით მცირე და ამასთან სხვადასხვა მოცულობას. თხევადი და მყარი ნივთიერებების აირბრუნვის მდგომარეობაში გადასვლისას მკვეთრად იზრდება მათი მოცულობები.

მყარ და თხევად ნივთიერებებში ნაწილაკები შეხებადნენ მიანდობილია ერთმანეთს. თხევად და მყარ ნივთიერებათა მოცულობა ამიტომ დამოკიდებულია უმთავრესად თვით ნაწილაკების ზო-

მებზე. აირებში მცირე წნევისას მანძილი მოლეკულებს შორის დიდია. მოლეკულების მიერ დაკავებული მოცულობა შედარებით მცირეა.

აირის მოცულობა უმთავრესად განისაზღვრება მოლეკულებს შორის მანძილებით, ხოლო ერთნაირი ტემპერატურისა და ერთნაირი წნევის დროს ყველა აირის მოცულობა ერთნაირია. მაშასადამე, ნებისმიერი აირის მოლეკულების ერთნაირი რიცხვი, აღებული ერთნაირ პირობებში (წნევისა და ტემპერატურაზე) იკავებს ერთნაირ მოცულობას, ანუ აირების ერთნაირი მოცულობები ერთნაირ პირობებში შეიცავს მოლეკულების ერთნაირ რიცხვს. ეს კანონი ჩამოაყალიბა ა. ავოგადრომ და მისი სახელი უწოდეს. ავოგადროს კანონიდან გამომდინარეობს, რომ ნებისმიერი აირის 1 მოლი ერთნაირ პირობებში იკავებს ერთსა და იმავე მოცულობას.

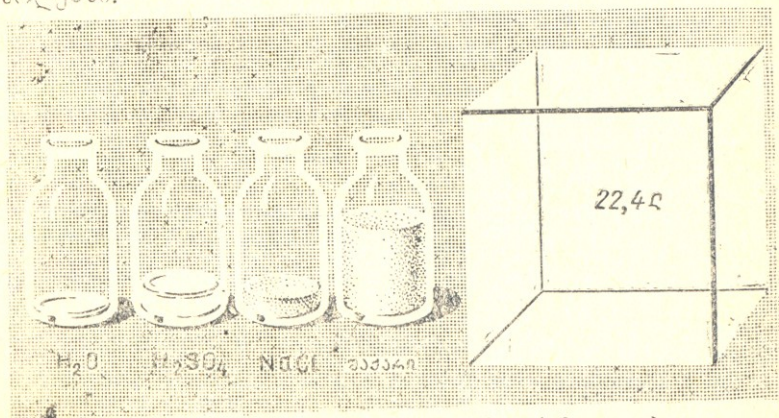
შემდეგ ჩვენ ვისარგებლებთ ე. წ. ნორმალურ პირობებში (ნ. პ.) ე. ი. 0°C ტემპ. და ნორმალურ ატმოსფერულ წნევაზე, რომელიც უდრის 101.325 კპა.

განგარიშებებში, რომლებიც დაკავშირებულია აირად ნივთიერებათა მოცულობების განსაზღვრასთან, იყენებენ აირის მოლური მოცულობის მნიშვნელობას.

აირის მოლური მოცულობა V_m — ეს არის მისი მოცულობის შეფარდება ნივთიერებების შესაბამის რაოდენობასთან. აირის მოლური მოცულობას გამოსახავენ ლიტრებში მოლზე (ლ/მოლი) ან კუბურ მეტრებში მოლზე ($\text{მ}^3/\text{მოლი}$):

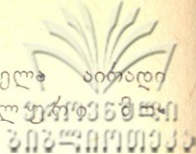
$$V_m = \frac{V}{\nu}$$

სადაც V — მოცულობაა ლიტრებში, ν — ნივთიერების რაოდენობა მოლებში.



სურ. 81. სხვადასხვა ნივთიერების 1 მოლის მოცულობა.

მოლური მოცულობა ნორმალურ პირობებში ყველა აირადი წივთიერებისათვის მუდმივი სიდიდეა. აირის მოლური მოცულობა უდრის 22,4 ლ/მოლს.



- ?
1. გამოთქვით ავოგადროს კანონი.
 2. რა არის აირის მოლური მოცულობა? რას უდრის იგი?
 3. ნორმალურ პირობებში რა მოცულობას დაიკავებს: ა) 0,5 მოლი ქლორი; ბ) 0,5 მოლი წყალბადი, გ) 0,5 გ ქლორი, დ) 0,5 გ წყალბადი, ე) 0,5 მოლი ქლორწყალბადი?

§ 78. აირების ფარდობითი სიმკვრივე

თუ ერთნაირ პირობებში ორი აირის, მაგალითად, წყალბადისა და ქლორის ერთნაირ მოცულობებს ავიღებთ, მათში მოლეკულების რიცხვი თანაბარი იქნება, მაგრამ აღებული აირების მასები — არა ერთნაირია. ცხადია, ერთი აირი (ქლორი) იმდენჯერ მძიმე იქნება მეორეზე (წყალბადზე), რამდენჯერაც პირველის (ქლორის) ფარდობითი მოლეკულური მასა მეტია მეორის (წყალბადის) ფარდობით მოლეკულურ მასაზე, ე. ი. 35,5 ჯერ (71:8).

აირების სიმკვრივები ისე შეფარდებიან ერთიმეორეს, როგორც მათი ფარდობითი მოლეკულური მასები:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{M_{r1}}{M_{r2}} = D,$$

სადაც p — აირის სიმკვრივეა გრამობით ლიტრზე, M_r — ფარდობითი მოლეკულური მასა.

$\frac{P_1}{P_2}$ შეფარდება არის ერთი აირის ფარდობითი სიმკვრივე მეორის მიმართ, რომელსაც D ასოთი აღნიშნავენ და ქვემოთ მიუწერენ იმ აირის ფორმულას, რომლის მიმართაც მოცემული აირის სიმკვრივეა განსაზღვრული. მაგალითად, D_{H_2} არის აირის ფარდობითი სიმკვრივე წყალბადის მიმართ, $D_{ავ.აირ}$ — აირის ფარდობითი სიმკვრივე ჰაერის მიმართ.

მაგალითი 1. გაიანგარიშეთ ნახშირბად(IV)-ის ოქსიდის ფარდობითი სიმკვრივე წყალბადის მიმართ.

$$M_{r(CO_2)} = 44; \quad M_{r(H_2)} = 2;$$

$$D_{H_2} = \frac{44}{2} = 22.$$

პირიქით, თუ გვეცოდინება ერთი აირის სიმკვრივე მეორესთან შედარებით და მეორე აირის ფარდობითი მოლეკულური მასა, შეიძლება გავიანგარიშოთ პირველი აირის ფარდობითი მოლეკულური მასა.

მაგალითი 2. გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის ფარდობითი სიმკვრივე წყალბადის მიმართ უდრის 32. გაიანგარიშეთ გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის მოლეკულური მასა:

$$M_r(H_2) = 2; \quad D_{H_2} = 32; \quad M_r(SO_2) = 2 \cdot 32 = 64$$

ხშირად პრაქტიკაში საჭიროა ვიცოდეთ, როგორია აირის ფარდობითი სიმკვრივე ჰაერის მიმართ.

ჰაერი აირთა ნარევი, ამიტომ არ შეიძლება ვილაპარაკოთ ჰაერის მოლეკულის მასაზე, მაგრამ შეიძლება ვილაპარაკოთ ჰაერის საშუალო ფარდობით მოლეკულურ მასაზე: იგი 29 ტოლია. ჰაერის მიმართ აირის სიმკვრივე რომ ვიპოვოთ, აირის ფარდობითი მოლეკულური მასა უნდა გავყოთ 29-ზე. მაგალითად, $M_r(Cl_2) = 71$, მაშასადამე,

$$D_{ჰაერი}(Cl_2) = \frac{71}{29} = 2,45.$$

1. გაიანგარიშეთ ა) გოგირდოვანი აირის SO_2 ; ბ) წყლის ორთქლის ფარდობითი სიმკვრივე წყალბადისა და ჰაერის მიმართ.

2. გაიანგარიშეთ ა) აზოტის ფარდობითი მოლეკულური მასა და განსაზღვრეთ მისი ქიმიური ფორმულა, რაკი ვიცით, რომ მისი ფარდობითი სიმკვრივე წყალბადის მიმართ $D_{H_2} = 14$; ბ) ფოსფორისა. რაკი ვიცით, რომ ფოსფორის ორთქლის $D_{H_2} = 62$.

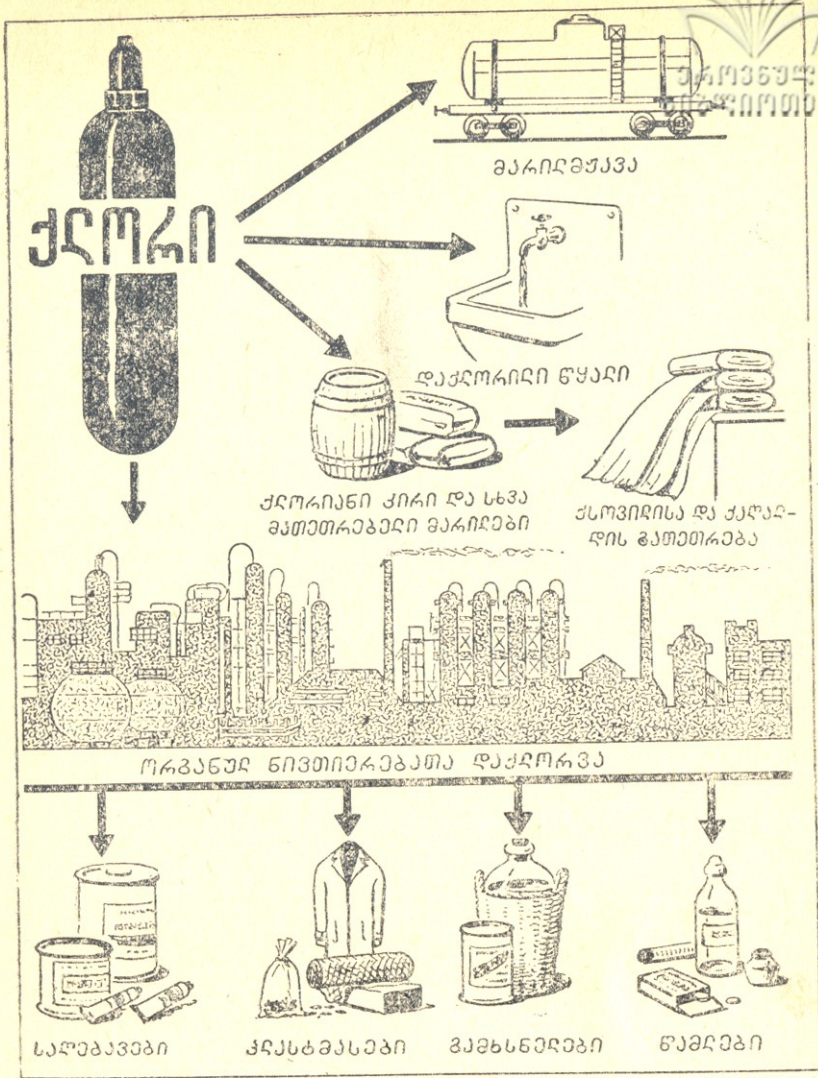
3. ჰაერის შემადგენელი ნაწილების მოცულობითი წილებია: აზოტის — 78%, ჟანგბადის — 21%, არგონის — 1%.

შეაესეთ ტაბულა და გაიანგარიშეთ: ა) ნივთიერების რაოდენობა, ბ) თითოეული აირის მასა 1 მ³ მოცულობის მქონე ჰაერში (ნ. პ.), დ) ჰაერის 1 მ³ მოცულობა (ნ. პ.).

აირის დასახელება	ფორმულა	ფარდობითი მოლეკულური მასა	მოლეკული მასა	მოცულობითი წილი, %	ნივთიერების რაოდენობა, მოლი	მასა, გ
აზოტი	?	?	?	78	?	?
ჟანგბადი	?	?	?	21	?	?
არგონი	?	?	?	1	?	?
ჯულ	—	—	—	100	?	?

§ 79. ქლორის გამოყენება და მისი არსებობა ბუნებაში

ქლორს სასმელი წყლის გაუვნებლობისათვის იყენებენ. წყალსადენის ქსელში გაშვების წინ წყალს დაქლორავენ, ე. ი. წყალში ქლორს მცირე რაოდენობით ხსნიან. ამ დროს წყალში არსებული თითქმის ყველა ბაქტერია იღუპება.



სურ. 82. ქლორის გამოყენება.

ქლორი იხმარება ქსოვილებისა და ქალაღის გასათეთრებლად სხვა მათეთრებელი ნივთიერებების სამრეწველო მიღებისათვის; ქლორის აღმოჩენამდე ეს პროცესი წარმოებდა მზისა და ჰაერის მოქმედებით. გათეთრების პროცესი თვეობით გრძელდებოდა და დიდი ღირებულობით იყო საჭირო ტილოს დია ჰაერზე გასაშლელად. ახლა ქსოვილებს ათეთრებენ რამდენიმე საათში მათეთრებელ ხსნარში დასველებით.

ბუნებაში ქლორი თავისუფალ მდგომარეობაში არ გვხვდება. ვინაიდან ქიმიურად იგი მეტად აქტიური ელემენტია. მისი ყველაზე უფრო გავრცელებული ბუნებრივი ნაერთია ნატრიუმის ქლორიდი. იგი ზღვის წყალშია. ჩვენში მას მოიპოვებენ მლაშე ტბებიდან და ოდესღაც არსებული ტბების ამოშრობის შედეგად წარმოქმნილი საბადოებიდან.

ნატრიუმის ქლორიდი საწყის მასალად იხმარება ბუნებაში არარსებული თავისუფალი ქლორისა და მისი ნაერთების სამრეწველო მიღებისათვის (სურ. 82).

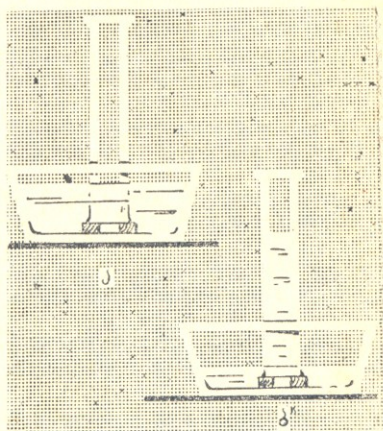
? 1. ჩამოთვალეთ თავისუფალი ქლორისა და მისი ნაერთების გამოყენების თქვენთვის ცნობილი შემთხვევები და თითოეულის გამოყენება დაუკავშირეთ ქლორისა და მისი ნაერთების თვისებებს.

▲ 2. დაუშვათ, რომ ატმოსფეროში გამოიყო თავისუფალი ქლორი. რომელ ქიმიურ რეაქციათა შედეგად შეიძლება ქლორის გადაყვანა ნაერთებში?

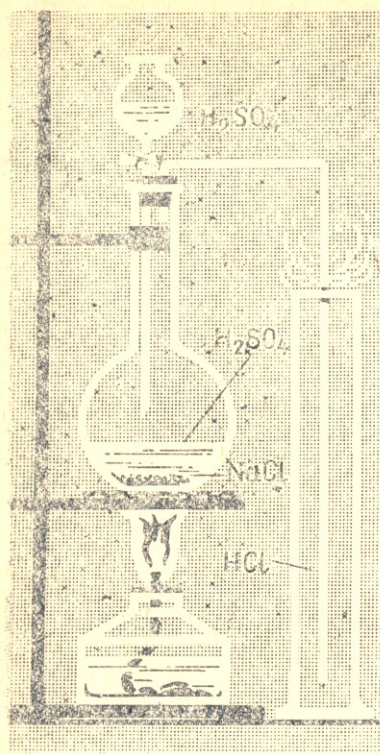
3. ქლორის რომელი ნაერთია: ა) ყველაზე უფრო გავრცელებული ბუნებაში, ბ) ვხვდებით თუ არა მას თითოეულ ოჯახში?

§ 80. ქლორწყალბადი

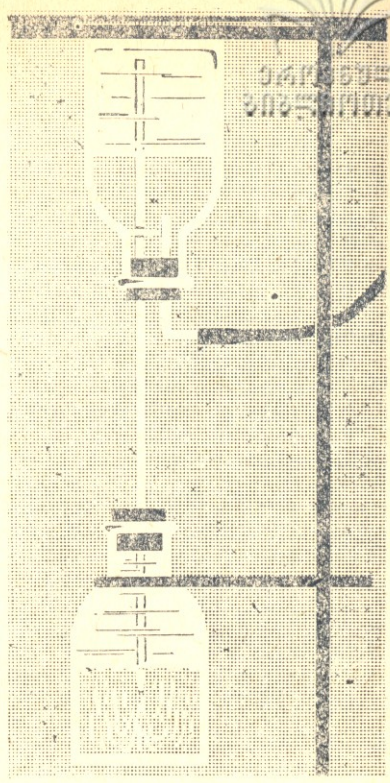
ქლორის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი ხელოვნურად მიღებული ნაერთია წყალბადთან მისი ნაერთი — ქლორწყალბადი HCl , ის უფერული, მსუთავი აირია. მისი ფარდობითი სიმკვრივე ჰაერის მიმართ ერთეულზე ცოტათი მეტია.



სურ. 83. ქლორწყალბადის გახსნა წყალში: ა — ცდის დასაწყისში, — ბ — ცდის დაწყებიდან რამდენიმე ხნის შემდეგ.



სურ. 84. ქლორწყალბადის მიღება ლაბორატორიაში.

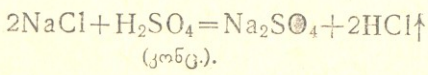


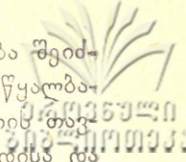
სურ. 85. ქლორწყალბადის ადვილი ხსნადობის მაჩვენებელი ცდა.

ქლორწყალბადით სავსე ცილინდრს დავახუროთ მინის საფარი, ჩავაპირქვათ წყალში და მოვაშოროთ საფარი. წყალი სწრაფად აიწევს ცილინდრში და ააფხვებს მას (სურ. 83, ბ). ეს იმიტომ ხდება, რომ ქლორწყალბადი იხსნება და წარმოქმნილ გაიშვიათებულ სივრცეში ატმოსფერული ჰაერის წნევით შედის წყალი. ცილინდრში ახლა მარილმჟავაა. ამაში შეიძლება დავრწმუნდეთ ლაკმუსის დახმარებით.

ქლორწყალბადი მიეკუთვნება წყალში განსაკუთრებულად კარგად ხსნად აირთან ნივთიერებებს: 1 მოცულობა წყალში 500 მოცულობამდე ქლორწყალბადი იხსნება (ოთახის ტემპერატურაზე).

ქიმიურ ლაბორატორიაში ქლორწყალბადს დებულობენ კონცენტრირებულ გოგირდმჟავასთან ნატრიუმის ქლორიდის გაცხელებით (სურ. 84):





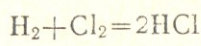
ენიდან ქლორწყალბადი ჰაერზე მძიმეა, მისი შევროვება შეიძლება გახსადენი მილის მშრალ ჭურჭელში ჩაშვებით. ქლორწყალბადი გამოდევნის ჰაერს და ავსებს ცილინდრს, რასაც ცილინდრის ზედა ნივთიერების წარმოქმნით შევნიშნავთ. ეს ნივთი ქლორწყალბადისა და ჰაერში არსებული წყლის ორთქლისაგან არმოქმნილი მარილმჟავას უმცირესი წვეთებია.

მრეწველობაში ქლორწყალბადს ნაწილობრივ ებულობენ სინთეზით, ე. ი. წყალბადთან ქლორის პირდაპირი შეერთებით.

1. ჩამოთვალეთ ქლორწყალბადის ფიზიკური თვისებები.
2. როგორ დებულობენ ქლორწყალბადს ლაბორატორიაში? დახატეთ ხელსაწყო, დაწერეთ რეაქციის განტოლება.
3. შეუთა აავსეს ქლორწყალბადით, დაახურეს მილდატანებული საცობი და ჩააპირქვავეს ისფერი ლაკმუსის ხსნარიან ჭურჭელში (სურ. 85). შემდეგ შეშაში მილით შეუშვეს წყლის ამდენიმე წვეთი. აღწერეთ მისალოდნელი მოვლენები.
- 4.* როგორი იქნება ზემოთ აღწერილი ცდის შედეგად მიღებული მარილმჟავას კონცენტრაცია (გ/ლ), თუ ცდას ატარებდნენ ნორმალურ პირობებში

§ 81. აირების მოცულობითი შეფარდანი ჰიმიური რეაქციების დროს

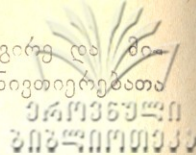
ქლორთან წყალბადის შეერთების რეაქციის მარტივ მაგალითზე შევისწავლოთ მორეაგირე აირების მოცულობების განზაროშება. ამ რეაქციის განტოლება



გვიჩვენებს, რომ წყალბადის თითოეული მოლეკულა რეაგირებს ქლორის ერთ მოლეკულასთან და წარმოიქმნება ქლორწყალბადის ორი მოლეკულა. ამ რეაქციის დროს ქლორის რამდენი მოლეკულაც არ უნდა დაიხარჯოს, წყალბადის იმდენივე მოლეკულა დაიხარჯება, ქლორწყალბადის მოლეკულები კი მიიღება ორჯერ მეტი, ვიდრე ქლორის ან წყალბადის მოლეკულები დაიხარჯება. ავოგადროს კანონის თანახმად, სხვადასხვა აირის მოლეკულათა თანაბარი რიცხვი ერთსა და იმავე პირობებში თანაბარ მოცულობას იკავებს. მაშასადამე, მორეაგირე აირების — ქლორისა და წყალბადის მოცულობები ერთნაირია, ხოლო ქლორწყალბადის მოცულობა ორჯერ მეტი იქნება, ე. ი. წყალბადის, ქლორისა და ქლორწყალბადის მოლთა რიცხვების შეფარდება $v(H_2) : v(Cl_2) : v(HCl) = 1 : 1 : 2$ უდრის მათი მოცულობების შეფარდებას $V(H_2) : V(Cl_2) : V(HCl) = 1 : 1 : 2$.

ამრიგად, თუ რეაქციაში მონაწილეობს ან რეაქციის შედეგად მიიღება აირიანი ნივთიერებები, რეაქციის ჭანტოლებით შეიძლება

დავადგინოთ მათი მოცულობითი შეფარდებები. მორეაგირე და მიღებული აირების მოცემულობები პროპორციულია ამ ნივთიერებათა რაოდენობებისა:



$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{v_1}{v_2},$$

სადაც V_1 და V_2 რიცხობრივად ტოლია კოეფიციენტებისა რეაქციის განტოლებაში. ამიტომ მორეაგირე აიროვან ნივთიერებათა მოცულობით შეფარდებებს გამოსახვენ კოეფიციენტების შეფარდებით ფორმულების წინ რეაქციის განტოლებაში.

მაგალითად აირ მეთანის წვის რეაქციის განტოლება

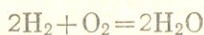


გვიჩვენებს, რომ 1 მოცულობა მეთანზე (1 ლ) იხარჯება 2 მოცულობა ჟანგბადი (2 ლ) და მიიღება 1 მოცულობა (1 ლ) ნახშირორჟანგი. მიღებული წყლის მოცულობას (გათხევადების შემდეგ) ამ ხერხით ვერ განვსაზღვრავთ, ვინაიდან წყალი აირი არ არის და მასზე ავგადროს განონი არ ვრცელდება.

ნათქვამის საფუძველზე შეიძლება ვაწარმოოთ ზოგიერთი გაანგარიშება რეაქციის განტოლებების მიხედვით, თუ გავითვალისწინებთ ფორმულების წინ მდგომ კოეფიციენტებს.

მაგალითი. რა მოცულობით ჟანგბადი დაიხარჯება 10 მ³ წყალბადს დაწვისას?

$$10 \text{ მ}^3 \times \text{მ}^3$$



რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ ჟანგბადი და წყალბადი შეერთდებიან მოცულობითი ფარდობით 2:1. მაშასადამე,

$$2:1 = 10 \text{ მ}^3 : x \text{ მ}^3$$

$$x = 5 \text{ მ}^3$$

მას უხი: 10 მ³ წყალბადის დაწვისას იხარჯება 5 მ³ ჟანგბადი (ნ. პ.).



1. გაიანგარიშეთ ჟანგბადის მოცულობა, რომელიც საჭიროა 50 ლ ნახშირბად(II)-ის ოქსიდის დასაქანგად. როგორია ნახშირბად(IV)-ის ოქსიდის მოცულობა, რომელიც ამ დროს მიიღება?

2. 2 ლ ქლორისა და 3 ლ წყალბადის ნარევი ააფეთქეს. რა მოცულობის ქლორწყალბადი იქნება მიღებული? ამ აირებიდან რომელი არ დაიხარჯება მთლიანად და რა მოცულობით დარჩება?

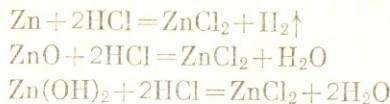
3*. 1 ლ აირადი დიციანის დაწვისას იხარჯება 2 ლ ჟანგბადი და მიიღება 1 ლ აზოტი და 2 ლ ნახშირბად(IV)-ის ოქსიდი. იპოვეთ დიციანის ფორმულა.



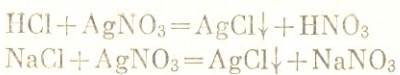
ქლორწყალბადის წყალხსნარს მარილმჟავას უწოდებენ, წყალბადის წყლის გაჯერებისას მიიღება მარილმჟავას 40% ხსნარი (HCl-ის მასური წილი 40%-მდე). კონცენტრირებულ მარილმჟავას მძაფრი სუნი აქვს და ჰაერზე „ბოლავს“.

ელექტროქიმიურ ძაბვათა მწკრივში წყალბადის მარცხნივ მდებარე ყველა ლითონი, ფუძე ოქსიდები და ჰიდროქსიდები რეაგირებენ მარილმჟავასთან და წარმოქმნიან მარილმჟავას მარილებს — ქლორიდებს.

მაგალითად:



თითქმის ყველა ქლორიდი წყალში ხსნადია. პრაქტიკულად უხსნადი ქლორიდების რიცხვს მიეკუთვნება ვერცხლის ქლორიდი. იგი გამოიყოფა ხაჭოსებრი (აჭრილ რძეს მოგვაგონებს) თეთრი ნალექის სახით მარილმჟავაზე ან მისი ნებისმიერი მარილის ხსნარზე ვერცხლის ნიტრატის ხსნარის დამატებისას:



აზოტმჟავას ხსნარის დამატებისას ნალექი არ ქრება: ვერცხლის ქლორიდი არც წყალში იხსნება და არც მჟავეში. თუ ვერცხლის ნიტრატის ხსნარის რომელიმე ხსნარზე დამატებისას თეთრი ნალექი გამოიყო და ეს ნალექი არ გაიხსნა აზოტმჟავას ხსნარის დამატებით, შეიძლება იმის მტკიცება, რომ საკვლევი ხსნარი შეიცავს მარილმჟავას ან რომელიმე მის მარილს. ვერცხლის ნიტრატი გამოყენებულია მარილმჟავას და მისი მარილების რეაქტივად. ვერცხლის ნიტრატთან რეაქცია არის თვისებითი რეაქცია მარილმჟავაზე, ქლორიდებსა და სხვა ჰალოგენიდებზე.

სინათლეზე ვერცხლის ქლორიდი თანდათან შავდება, ვინაიდან იშლება ქლორად და ლითონურ ვერცხლად. ლითონური ვერცხლი უწვრილესი შავი ფხვნილის სახით გამოიყოფა.

1. ჩამოთვალეთ მარილმჟავას თვისებები.
2. რატომ „ბოლავს“ კონცენტრირებული მარილმჟავა ჰაერზე?
3. რომელი ცდებით შეიძლება დავამტკიცოთ, რომ მარილმჟავას შედგენილობაში შედის: ა) წყალბადი; ბ) ქლორი? დაწერეთ რეაქციათა განტოლებები.

4. როგორ გამოვიცნოთ, სამი სინჯარიდან რომელია: ა) კალიუმის ქლორიდი, ბ) ქლორი, გ) ვერცხლის ნიტრატის ხსნარი?

5*. რომელი მარილი აერთიანებს სინათლეზე ქლორის სუნს და ფერილობას, ხოლო ქლორიანი წყლით დასველებისას კვლავ ფერილობას დაწერეთ რეაქციათა განტოლებები და განიხილეთ ისინი ელექტრონული თეორიის თვალსაზრისით.

§ 83. მარილმჟავას გამოყენება სახალხო მეურნეობაში

მარილმჟავას ფართო გამოყენება აქვს სახალხო მეურნეობაში და ქიმიის შესწავლისას ჩვენ ხშირად შევხვდებით მას.

მარილმჟავა დიდი როდენობით იხარჯება ფოლადის ამოსაქმელად. ყოფა-ცხოვრებაში ფართოდ იყენებენ მონიკელებულ, მოთუთიებულ, მოკალულ და მოქრომილ ნაკეთობებს. ფოლადის ნაკეთობათა და ფურცლოვანი რკინის დამცველი ლითონებით დაფარვისათვის ჯერ ზედაპირი უნდა გაიწმინდოს რკინის ოქსიდების აფსკისაგან, სხვანაირად, ზედაპირს ლითონი არ მიეკვრება. ოქსიდებს ამორებენ მარილმჟავას ან გოგირდმჟავას გამოყენებით (ნაკეთობის ამოქმად). მაგრამ ამოქმადის ის ნაკლი აქვს, რომ მჟავა არა მარტო რკინის ოქსიდზე მოქმედებს, არამედ თვით ლითონზეც. ეს რომ თავიდან აიცილონ, მჟავას მცირე რაოდენობით ინჰიბიტორს უმატებენ. ინჰიბიტორები ეწოდება ნივთიერებებს, რომლებიც ანელებენ არასასურველ რეაქციას. ინჰიბიტორის შემცველ მარილმჟავას ფოლადის ტარაში ინახავენ და ფოლადის ცისტერნებით გადააქვთ.

მარილმჟავას ხსნარის შექმნა აფთიაქებშიც შეიძლება; მარილმჟავას განზავებულ ხსნარს ექიმები უწერენ ავადმყოფებს კუჭის წვენის დაბალი მჟავიანობის შემთხვევაში.



1. ჩამოთვალეთ მარილმჟავას გამოყენების თქვენთვის ცნობილი მაგალითები.
2. რკინა(III)-ის ქლორიდი პრაქტიკაში მიიღება რკინაზე ქლორის ან რკინის ოქსიდზე მარილმჟავას მოქმედებით. დაწერეთ რეაქციათა განტოლებები.
3. რომელი ორი რეაქცია მიმდინარეობს რკინის ნაკეთობის მარილმჟავათა ამოქმადისას? დაწერეთ მათი განტოლებები.

§ 84. ფთორი, ბრომი და იოდი

ჰალოგენების ქვეჯგუფში, გარდა ქლორისა, შედის ფთორი, ბრომი და იოდი (მე-11 ტაბულა). მათი მოლეკულებიც ორატომიანია, ხოლო კრისტალური მესერი — მოლეკულური. მესერში მოლეკულების შემთავებელი მოლეკულათშორისი ძალები ჰალოგენების რიგობრივი ნომრის ზრდის მიხედვით მატულობს, ამიტომ ჰალოგენების აქროლადობა მცირდება; ჩვეულებრივ პირობებში ფთორი, ისევე როგორც ქლორი, აირია, ბრომი — აქროლადი მურა წითელი ფერის სითხე.

იოდის კი — რუხი მყარი ნივთიერება. ოდნავი გაცხელების დროს იოდი იოდის ვაქუბის გარეშე იისფერ ორთქლად გარდაიქმნება. აქედანაა მისი სახელწოდებაც „იოდი“, რაც ბერძნული სიტყვა „იოდოს“ ნავს „იისფერს“. ჭურჭლის ცივ კედლებზე, რომელშიც იოდის ცხელდება, მისი ორთქლი კვლავ კრისტალების სახით დაილექება. გაცხელებისას ნივთიერების მყარი მდგომარეობიდან გათხევადების გარეშე აიროვანში გადასვლას და, პირიქით, აქროლება ეწოდება.

ბრომი და იოდი წყალში მცირედ, მაგრამ ორგანულ გამხსნელებში კარგად იხსნება. სითხე, რომელსაც საშინაო პირობებში იოდს უწოდებენ, სინამდვილეში თავისუფალი იოდის სპირტხსნარია. ბრომისა და იოდის წყალხსნარებს (ბრომიანი წყალი, იოდიანი წყალი) ერთნაირი მურა შეფერვა აქვს. მაგრამ იოდის მოლეკულებს სახამებლით ადვილად გამოიცნობენ: მათი შეერთებით წარმოიქმნება მუქი ლურჯი ფერის პროდუქტი (მედიცინაში იგი გამოყენებულია ლურჯი იოდის სახელწოდებით). თავისუფალი იოდი ლურჯ შეფერვას ჩვენთვის ცნობილი ნივთიერებებიდან მხოლოდ სახამებელთან იძლევა. ამიტომ სახამებელი თავისუფალი იოდის, ე. ი. იოდის მოლეკულების რეაქტივია (იოდი კი — სახამებლის რეაქტივი).

ფთორი არალითონთა შორის ქიმიურად ყველაზე აქტიურია. იგი რეაგირებს თითქმის ყველა მარტივ და რთულ ნივთიერებასთან, ინერტული აირების — კრიპტონის, ქსენონის ჩათვლით. მასში წყალიც კი იწვის ცხელი ალით; რეაქცია მდგომარეობს წყალში ფთორით უანგბადის ჩანაცვლებაში:



ეს ამტკიცებს, რომ ფთორი უფრო აქტიური არალითონია, ვიდრე უანგბადი.

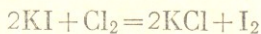
რიგობრივი ნომრის ზრდის მიხედვით ფთორის (№ 9) შემდეგ ქლორია (№ 17), ქლორის მომდევნოა ბრომი (№ 35), ბრომის მომდევნო — იოდი (№ 53). მაღალი ქიმიური აქტივობა ჰალოგენების საერთო ქიმიური თვისებაა. ჰალოგენების არაერთნაირი აქტივობა — ეს არის მათი განმასხვავებელი თვისება. ეს ყველაზე თვალსაჩინოდ ვლინდება რეაქციაში ერთი ჰალოგენის მიერ მეორის გამოძევებით.

ნატრიუმის ბრომიდის ხსნარს დავასხათ ქლორიანი წყალი. ხსნარი მყისვე მურა ფერს მიიღებს, რაც დამახასიათებელია ბრომის მოლეკულებისათვის. ქლორმა ნატრიუმის ბრომიდში ჩანაცვლა ბრომი:



კალეუმის იოდიდის ხსნარს დავასხათ ქლორიანი წყალი. ხსნარი

მაშინვე მურა ფერს მიიღებს. ეს შეფერვა რომ იოდის მოლეკულებს ეკუთვნის, ამაში ადვილად დავრწმუნდებით სახამებლის ხსნარის და-
მატებით: მურა შეფერვა მუქ ლურჯად შეიცვლება. კალიუმის იოდის
ში ქლორმა ჩანაცვლა იოდი, და იოდი თავისუფალი სახით გამოიყო:



კალიუმის იოდის ხსნარს დავასხათ ბრომიანი წყალი. ეს ხსნარიც მურა ფერს მიიღებს. მაგრამ ეს შეფერვა შეიძლება ეკუთვნოდეს რო-
გორც ბრომის, ისე იოდის მოლეკულებს. დავამატოთ სახამებლის ხსნარი. იგი ლურჯად შეიფერება. მასასადამე, ხსნარში იოდის მოლე-
კულები წარმოიშვა (არც კალიუმის იოდი და არც ბრომი სახამე-
ბელთან შეფერვას არ იძლევა). კალიუმის იოდის იოდი ბრომმა ჩანაცვლა, და იოდი თავისუფალი სახით გამოიყო:



ასეთი ცდები გვიჩვენებს, რომ

ფთორი (№ 9) წყალბადისა და ლითონთა ნაერთებიდან აძევებს ყველა დანარჩენ ჰალოგენს;

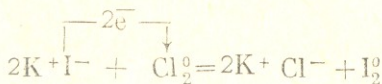
ქლორი (№ 17) აძევებს ბრომსა და იოდს;

ბრომი (№ 35) აძევებს მხოლოდ იოდს;

იოდი (№ 53) წინა ჰალოგენებიდან ვერცერთს ვერ აძევებს.

ჰალოგენების ერთიმეორით ჩანაცვლების რიგი შეეუფარდოთ მათ მდებარეობას ელემენტების პერიოდულ სისტემაში, მცირე რიგობრივი ნომრის მქონე ჰალოგენები აძევებენ ნებისმიერ უფრო დიდი რიგობ-
რივი ნომრის მქონე ჰალოგენს, და არა პირიქით.

აღწერილი ჩანაცვლების რეაქციებიდან რომელიმე გავარჩიოთ ელექტრონული თეორიის თვალსაზრისით, მაგალითად, კალიუმის იოდის იოდის ქლორით იოდის ჩანაცვლება. საწყის ნივთიერებებში იოდი უარყოფითად დამუხტული იონების სახითაა (კალიუმის იოდის იოდი), ქლორი კი — ელექტრონეიტრალური ატომების სახით (ქლორის მო-
ლეკულებში), ხოლო რეაქციის პროდუქტებში, პირიქით: ქლორი უარ-
ყოფითად დამუხტული იონების სახით, იოდი კი — ატომების სახით:



რეაქცია მდგომარეობს იოდის იონებიდან ქლორის ატომებისაკენ ელექტრონების გადანაცვლებაში. იოდის იონები ელექტრონებს კარ-
გავენ, ე. ი. იხანებებიან და ელექტრონეიტრალურ ატომებად გარდაიქ-
მნებიან: იოდის ნეიტრალურ ატომები წყვილ-წყვილად ერთდებიან

თავისუფალი იოდის მოლეკულებად. ქლორის ატომები ელექტრონებს
წაერთებენ, ე. ი. აღდგებიან და უარყოფითად დამუხტულ
იონებად გარდაიქმნებიან.

მაშინ, როცა თავისუფალი ფთორი განსაკუთრებულად აქტიურია,
მისი ნაერთები, პირიქით, ჩვეულებრივ ქიმიური ინერტულო-
ბით გამოირჩევა. მჟავების, ტუტეების, დამჟანგავებისა და სხვა
ქიმიური რეაქტივების მოქმედებისადმი ყველაზე მდგრადი მასალა
აღმოჩნდა პლასტმასა — ფთოროპლასტი — ნახშირბადთან ფთორის
ნაერთების ნარევი. ბრომი შეუცვლელია ფოტოფირის წარმოებაში.
ფოტოგრაფირება ემყარება სინათლის მოქმედებით ვერცხლის ბრო-
მიდის დამლას, გამომჟღავნებულ ფოტოფირზე შავი გამოსახულება
წარმოქმნილია გამოყოფილი ლითონური ვერცხლის უწყრილესი ნა-
წილაკებით. ნატრიუმის ბრომიდს, რასაც ყოფა-ცხოვრებაში შეც-
დომით „ბრომს“ უწოდებენ. ექიმის რეცეპტით იყენებენ ნერვული
სისტემის დამამშვიდებელ საშუალებად.

ფთორი და იოდი არის ჩვენს ორგანიზმში: ფთორი — კბილებში,
იოდი კი ორგანული ნაერთების სახით ფარისებრ ჯირკვლებში გროვ-
დება. ორივე ამ ჰალოგენს ჩვენი ორგანიზმი საჭმელთან, სასმელ
წყალთან ერთად მარილების სახით ღებულობს მეტად მცირე რაოდენ-
ობით. მაგრამ ჩვენი ორგანიზმიც ძალიან მცირედ საჭიროებს ფთო-
რისა და იოდის მარაგის განახლებას.

ზოგ ადგილას სასმელ წყალში ფთორის ნაერთები თითქმის არ
არის. ამას შეიძლება მოჰყვეს კბილების დაავადება, რომელსაც ექი-
მები ფთორის ნაერთებით მკურნალობენ. კბილების დაავადებას იწ-
ვევს აგრეთვე სასმელ წყალში ფთორის სიჭარბე. სხვა ადგილებში,
იოდის ნაერთების უკმარისობაა. ეს იწვევს ფარისებრი ჯირკვლის
მოქმედების დარღვევას, რის შედეგად ვითარდება მძიმე დაავადება
(ჩიყვი). ამის თავიდან ასაცილებლად ასეთი ადგილების მოსახლეო-
ბას აწვდიან იოდირებულ საჭმელ მარილს, ე. ი. მასში ამატებენ
იოდიდებს.

?



1. როგორ იცვლება ჰალოგენების როგორც დამჟანგავების აქტივობა რეაგონ-
რივი ნომრის ზრდის მიხედვით, რაში ვლინდება იგი?
2. ჰალოგენებიდან რომლები რეაგირებს: ა) კალიუმის ქლორიდთან. ბ) კალ-
ციუმის ბრომიდთან, გ) ნატრიუმის იოდიდთან? დაწერეთ რეაქციათა განტო-
ლებები. რა იყენება თითოეულ მათგანში და რა აღდება?

II. რომელი რეაქციების დახმარებით შეიძლება გავარჩიოთ: ა) ნატრიუმის ქლორიდის, ბ) ნატრიუმის ბრომიდის, დ) კალიუმის იოდიდის

ქსენონის
ბრომიდის

1. ჩაახლოთ სინჯარაში იოდის (იოდის ნაყენის) რამდენიმე წვეთი შეთბობით. აკვარელის საღებავით დახატეთ იოდის ნაყენიდან გამოყოფილი კარტონის ფერი. დააკვირდით იოდის კრისტალების აქროლებას.

2. იოდის ნაყენის რამდენიმე წვეთს დაუმატეთ ცოტა წყალი და მიღებულ ხსნარით განსაზღვრეთ სახამებლის არსებობა სხვადასხვა კვების პროდუქტში. ამისათვის ხსნარი დაწვეთეთ კარტოფილისა და სტაფილოს კრილზე, ფქვილზე, თეთრი ან შავი პურის ნაჭერზე, ჩენჩოვაცილი ბარდის მარცვალზე, დღის ხანთლზე მოწყვეტილ მწვანე ფოთოლზე და სხვ. კვლევის შედეგი ჩაიწერეთ.

მედიკალი

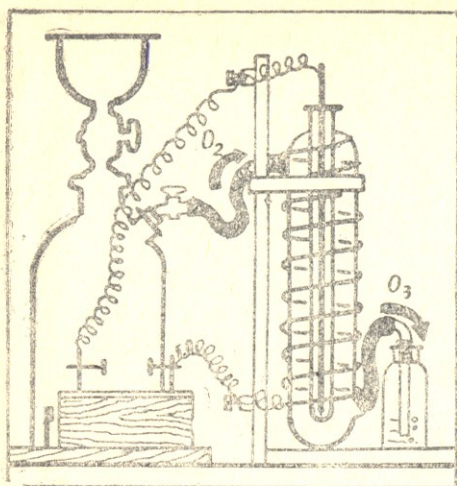
ჰალოგენები ქმნიან VII ჯგუფის მთავარ ქვეჯგუფს. ცხადია, რომ ყველაზე მეტად ქიმიური თვისებების მიხედვით ჰალოგენებს უნდა უახლოვდებოდნენ არალითონები, რომლებიც ქმნიან VI ჯგუფის მთავარ ქვეჯგუფს. არალითონების ეს ქვეჯგუფი უანგბადით იწყება.

უანგბადის ქვეჯგუფის ფლემენტების ატომები გარე შრეზე შეიცავენ 6 ელექტრონს: 2 შეწყვილებულ s-ელექტრონს და 4 p-ელექტრონს, ამათგან 2 შეწყვილებულია და 2 შეუწყვილებელი. p-ელექტრონების ელექტრონული ღრუბლების დერაძები ურთიერთპერპენდიკულარულია, ამიტომ მათ მიერ წარმოქმნილი კოვალენტური ბმებიც განლაგებულია 90° მახლობელი კუთხით. შრის შეესებადნენ აკლია ორი ელექტრონი. ასეთი ატომები ლითონებსა და წყალბადს უნდა უერთდებოდეს და დაუანგვის უარყოფით ხარისხს იჩენდეს. ტიპურ ლითონებთან მათ ნაერთებს უნდა ჰქონდეს იონური კრისტალური მესერი და მყარი ძნელდნობადი ნივთიერებები იყოს, ხოლო H_2O ტიპის წყალბადთან ნაერთებს, ჰალოგენწყალბადების მსგავსად, მოლეკულური მესერი უნდა ჰქონდეს და აქროლადი ნივთიერებები უნდა იყოს.

ვინაიდან ქვეჯგუფი იწყება უანგბადით, რომელიც ყველაზე ელექტროუარყოფითია განსახილველი არალითონებიდან, მასთან ნაერთებში სხვა არალითონები უნდა ავლენდნენ ელექტროდადებით უანგვის ხარისხს +n-ის ჩათვლით და წარმოქმნიდნენ MO_3 შედგენილობის ოქსიდებს.

§ 85. უანგბადი და ოზონი, ალობროპია

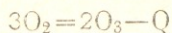
VII კლასში თქვენ დაწვრილებით შეისწავლეთ უანგბადის ფიზიკური და ქიმიური თვისებები. როგორც ცნობილია, უანგბადის მოლეკულები წარმოიქმნება ორი ატომისაგან შეკავშირებული არაპოლარული კოვალენტური ბმით. ის წარმოქმნილია ორი საზიარო ელექტრონული წყვილის მეშვეობით.



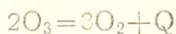
სურ. 86. ოზონატორი (სქემა).

ერთი ასეთი ოზონატორი. იგი შედგება მინის მილისაგან, რომელსაც გარედან დახვეული აქვს ლითონის მავთული. მილის შიგნით მისი ღერძის გასწვრივ გადის ლითონის მეორე მავთული. მილში ატარებენ ჟანგბადს, ხოლო მავთულებს უერთებენ ინდუქციური კოჭის პოლუსებს. ჟანგბადში გაივლის ელექტრონული განმუხტვა.

ჟანგბადის გარდაქმნა ოზონად გამოისახება განტოლებით:

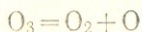


ოზონი ჩვეულებრივ პირობებში აირია. იგი ატმოსფეროში არ გროვდება იმიტომ, რომ ეს ნივთიერება უმდგრადია და ჟანგბადად საკმაოდ სწრაფად გარდაიქმნება:



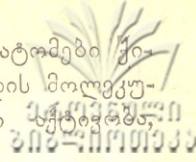
ჩვეულებრივი ჟანგბადისაგან ოზონი თვისებების მიხედვით განსხვავდება. ის 1,5-ჯერ მძიმეა ჟანგბადზე, წყალში უკეთ იხსნება. ოზონს გაცილებით მეტი ქიმიური აქტივობა ახასიათებს. მაგალითად, ვერცხლს ჟანგბადი გახურების დროსაც არ უერთდება, ხოლო ოზონი ოთახის ტემპერატურაზე ჟანგავს ვერცხლს და ვერცხლის ოქსიდს წარმოქმნის.

ჟანგბადად ოზონის გარდაქმნისას ოზონის მოლეკულას მოსწყდება ჟანგბადის ერთი ატომი:



წარმოქმნილი ჟანგბადის ატომები შეერთდება მოლეკულად:





ოზონის მოლეკულებისაგან მოწყვეტილი ჟანგბადის ატომები ქიმიურად გაცილებით მეტად აქტიურებია, ვიდრე ჟანგბადის მოლეკულები, ამიტომ ოზონს ახასიათებს უფრო მეტი ქიმიური ვიდრე ჟანგბადს.

ჟანგბადის მაგალითზე თქვენ გაიგეთ, რომ ერთი და იგივე ელემენტი თავისუფალ მდგომარეობაში შეიძლება არსებობდეს რამდენიმე მარტივი ნივთიერების სახით, რომლებიც ელემენტის ალოტროპიული სახეცვლილებებია.

ალოტროპია არის ელემენტების ატომთა თვისება — წარმოქმნას ორი ან რამდენიმე მარტივი ნივთიერება. ეს მარტივი ნივთიერებანი განირჩევიან მოლეკულების შედგენილობის, კრისტალური მესრის ფორმის მიხედვით და მაშასადამე, თვისებების მიხედვითაც.

ჟანგბადი და ოზონი — ალოტროპიული სახეცვლილებებია, რომლებიც განსხვავდებიან მოლეკულების შედგენილობით, ფიზიკური და ქიმიური თვისებებით.



1. ბუნებაში რა უფრო მეტი არსებობს: ქიმიური ელემენტები თუ მარტივი ნივთიერებები? რატომ?
2. თქვენთვის ცნობილი რა განსხვავებაა ჟანგბადისა და ოზონის თვისებებში? რით არის ისინი გაპირობებული? რატომ აუფერულებს ოზონი ზოგიერთ საღებავს (მაგალითად, ფუქსინს), ხოლო ჟანგბადი არ აუფერულებს?
3. ცნობილია თუ არა თქვენთვის რეაქციები, რომლების დროს: ა) ერთი ქიმიური ელემენტი გარდაიქმნება მეორე ელემენტად, ბ) ერთი მარტივი ნივთიერება გარდაიქმნება მეორე ნივთიერებად.

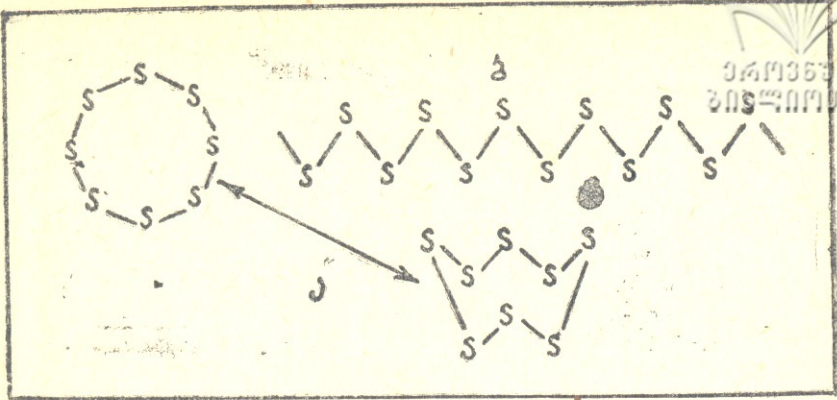
§ 36. ბ რ ბ ი რ დ ი

ქიმიური ნიშანი — S. ფარდობითი ატომური მასა ≈ 32.

ბირთვის მუხტი + 16.

გოგირდი ჟანგბადის შემდეგ ყველაზე გავრცელებული და პრაქტიკულად მნიშვნელოვანი არალითონია პერიოდული სისტემის მეექვსე ჯგუფის მთავარი ქვეჯგუფის ელემენტებიდან.

ჰალოგენების ატომებს მხოლოდ წყვილ-წყვილად ბმისას შეუძლიათ წარმოქმნან ელექტრონული ოქტეტი. ჰალოგენებს ალოტროპიული სახეცვლილებები არა აქვს. გოგირდსაც შეუძლია წარმოქმნას ორატომიანი S=S მოლეკულები ორი ელექტრონული წყვილით ბმის ხარჯზე. მაგრამ გოგირდის ატომს შეუძლია თავისი ვალენტობის ორი ერთეული დახარჯოს გოგირდის ორი სხვადასხვა ატომის მიერთებაზე ჯაჭვების —S—S—S—S—S—S—S— წარმოქმნით, რომლებიც შეიძლება რგოლად ჩაიკეტოს (სურ. 87, ა); ჟანგბადის მსგავსად გოგირდი წარმოქმნის ალოტროპიულ სახეცვლილებებს.



სურ. 87. კრისტალური გოგირდისა (ა) და პლასტიკური გოგირდის (ბ) მოლეკულების აღნაგობა.

თავისუფალი გოგირდი ბუნებაში გვხვდება ოქროსფერ-ყვითელი გამჭვირვალე კრისტალების სახით.

ფიზიკური თვისებები. გოგირდი ყვითელი ფერის მყიფე ნივთიერებაა. იგი ადვილად ინაყება. ასეთი ფხვნილი იყიდება დაფქვილი გოგირდის სახელწოდებით. გოგირდის კრისტალური მესერი მოლეკულურია და რვა რგოლისებრი S_8 მოლეკულისაგან არის აგებული, როგორც მოლეკულური მესრის მქონე ყველა ნივთიერება, გოგირდიც ადვილდობადია. იგი ღვება ტემპერატურაზე, რომელიც სულ ცოტათი აღემატება წყლის დუდილის ტემპერატურას და გარდაიქმნება გამჭვირვალე ყვითელ, ძალიან მოძრავ სითხედ. გაღობილი გოგირდის შემდგომი გაცხელებისას იგი მუქდება და მოძრაობის უნარს კარგავს: ჭურჭლის გადმოპირქვაებისას გოგირდი აღარ გადმოიღვრება, არამედ ნელა, როგორც ფისი ისე მიცოცავს მის კედლებზე. გადახურებული გოგირდის სწრაფად გაცივებისას მიიღება ყავისფერი გამჭვირვალე მასა, რომელიც ფიზიკური თვისებებით რეზინს ჰგავს: გაჭიმვისას იგი ძალიან იწელება, მოშვებისას კი მოკლდება. გოგირდის ამ ალოტროპიულ სახეცვლილებას პლასტიკური გოგირდი ეწოდება. პლასტიკური გოგირდის მოლეკულები გოგირდის ატომების ძალიან გრძელი ძეწკვებია. გაუქმიან პლასტიკურ გოგირდში ეს მოლეკულა-ძეწკვები უწყსრიგოდაა გადახლართული, გაჭიმვისას სწორდება და ერთმანეთისადმი პარალელურად ლაგდება გამჭიმავი ძალების მიმართულებით, ხოლო მოშვებისას ისევ დაიგრავნება როგორც დახლართული ზამბარების გორგალი გაჭიმვისა და მოშვების დროს.

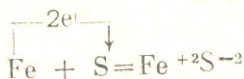
კრისტალური გოგირდი და პლასტიკური გოგირდი ალოტროპიული სახეცვლილებებია, რომლებსაც აქვს მოლეკულების სხვადასხვა შედგენილობა, აღნაგობა და სხვადასხვა თვისება.

ძლიერი გაცხელებისას გოგირდი დუღს და მურა ფერის გარდამქმნება.

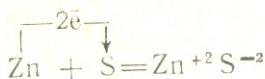
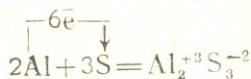
გოგირდი წყალში არ იხსნება და არც სველდება. თუ წყალში ცოტადენ გოგირდის ფხვნილს ჩავეყრით, გოგირდის ნაწილაკები წყალში არ ჩაიძირება, არამედ მის ზედაპირზე დარჩება — მასზე ყვითელ აფსკს წარმოქმნის. წყლით დაუსველებელი ნივთიერებების უმცირესი ნაწილაკების ასეთ ამოტივტივებას ფლოტაცია ეწოდება (იგივე ფუძე აქვს სიტყვა „ფლოტს“).

თავისუფალი გოგირდის მსგავსად წყლით არ სველდება გოგირდის მრავალი ბუნებრივი ნაერთი ლითონებთან, მინარევეები კი ასეთ მადნებში „ფუჭ ქანს“ ქმნის, წყლით სველდება. ამიტომ ფლოტაცია, როგორც მადნების გამდიდრების მეთოდი, ე. ი. ფუჭი ქანისაგან საჭირო მინერალის გამოყოფის ხერხი, ფართოდ არის გამოყენებული მეტალურგიაში.

ქიმიური თვისებები. რამდენადაც გოგირდი არალითონია, ჯერ შევისწავლოთ მისი რეაქციები ლითონებთან. ჩვენთვის უკვე ცნობილია, რომ გოგირდისა და რკინის ფხვნილების ნარევი ერთ ადგილზე გახურების შემდეგ თავისთავად გავარვარდება მიმდინარე ეგზოთერმული რეაქციის შედეგად, და მიიღება რკინის სულფიდი:

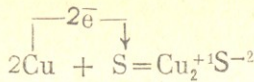


გოგირდისა და ალუმინის ან გოგირდისა და თუთიის ფხვნილების ნარევი ანთების დროს მყისვე რეაგირებს დამაბრმავებელი ფეთქებით. თეთრი ფხვნილის სახით წარმოიქმნება ალუმინის სულფიდი ან თუთიის სულფიდი:



ამასთან რეაქციის პროდუქტის ნაწილი უწვრილესი ნაწილაკების სახით ამოისროლება ჰაერში და თეთრ ღრუბელს წარმოქმნის.

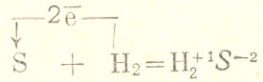
სპილენძის წვრილი მავთულების კონა იწვის გოგირდის ორთქლში (სურ. 88) შავი სპილენძ(I)-ის სულფიდის წარმოქმნით:



ზოგიერთ ლითონთან გოგირდი ურთიერთქმედებს ჩვეულებრივი ტემპერატურის დროსაც კი. მაგალითად, როდინში თხევადი ვერცხლისწყლისა და გოგირდის ფხვნილის გასრესის დროს მიიღება ვერცხლისწყლის სულფიდი HgS.

გოგირდის ნაერთებს, რომლებშიც იგი ელექტროუარყოფითია, სულფიდები ეწოდება.

გოგირდი ურთიერთქმედებს აგრეთვე წყალბადთან. მდულარე თხევადგოგირდიან სინჯარში წყალბადის გატარებისას (სურ. 89) გაზგამყვანი მილის ბოლოსთან შეიგრძნობა ლაყე კვერცხის სუნი. ეს არის წყალბადისა და გოგირდის აიროვანი ნაერთის — გოგირდწყალბადის სუნი*. რეაქციის განტოლება:



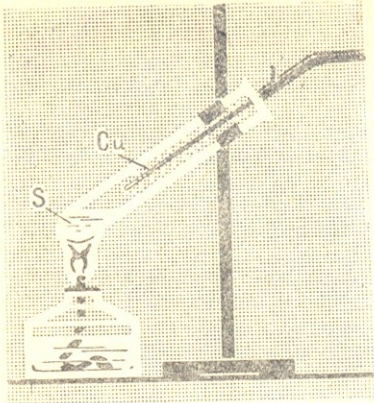
გოგირდს, ისევე როგორც ჟანგბადს, წყალბადსა და ლითონებთან ნაერთებში აქვს ჟანგვის ხარისხი — 2. ამიტომ გოგირდწყალბადი შედგენილობის მიხედვით წყლის მსგავსია, ხოლო სულფიდები — ლითონთა ოქსიდების მსგავსი:

$\text{H}_2^+ \text{O}^{-2}$	$\text{Na}_2^+ \text{O}^{-2}$	$\text{Zn}^{+2} \text{O}^{-2}$	$\text{Al}_2^+ \text{O}_3^{-2}$
$\text{H}_2^+ \text{S}^{-2}$	$\text{Na}_2^+ \text{S}^{-2}$	$\text{Zn}^{+2} \text{S}^{-2}$	$\text{Al}_2^+ \text{S}_3^{-2}$

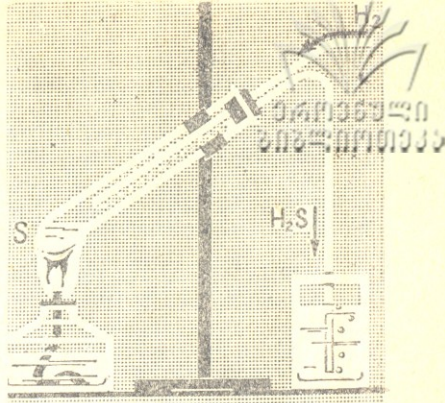
ასლა განვიხილოთ ჟანგბადთან გოგირდის შეერთების რეაქციები. ჟანგბადის მიმართ გოგირდი გამოდის როგორც აღმდგენი. ჟანგბადთან მისი ბმა პოლარულია, მათში გოგირდი ჟანგვის დადებით, ხოლო ჟანგბადი — უარყოფით ხარისხს ავლენს. ამ ბმების წარმოქმნაში გოგირდის ატომის 6 სავალენტო ელექტრონიდან მონაწილეობის მიღება შეუძლია 4 ან ექვსივეს. პირველ შემთხვევაში წარმოიქმნება ოქსიდო SO₂, მეორე შემთხვევაში — SO₃.

გოგირდი ჟანგბადს ადვილად უერთდება, ჰაერზე გოგირდი იწვის ცისფერი, ხოლო ჟანგბადში — კაშკაშა ლურჯი ალით, ამასთანავე

* ფრთხილად, საწამლავია! (მთარგმნ.).

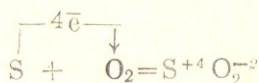


სურ. 88. სპილენძის წვა
გოგირდის ორთქლში;



სურ. 89. გოგირდწყალბა-
დის სინთეზი.

ჩნდება გოგირდოვანი აირის — გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის SO_2 და მახასიათებელი მკვეთრი სუნი:



1. ჩამოთვალეთ გოგირდის: ა) ფიზიკური და ბ) ქიმიური თვისებები.
 2. როგორი სამი ხერხით შეიძლება დავაშოროთ თვითნაბადი გოგირდი ფუჭი ქანის მინარევებს, მაგალითად ქვიშას?
 3. დაწერეთ გოგირდის რეაქციების განტოლებები: ა) ნატრიუმთან, ბ) მაგნიუმთან, დასახელებთ რეაქციის პროდუქტები.

§ 87. გოგირდის გამოყენება. გოგირდი ბუნებაში

სოფლის მეურნეობაში დატყვილ გოგირდს იყენებენ მცენარეთა მავნებლების წინააღმდეგ საბრძოლველად: მას შეაფრქვევენ ბამბისა და ვაზის ფოთლებზე. გოგირდთან კაუჩუკის უშუალო გახურებით მიიღება რეზინი, რომლისგანაც ამზადებენ საბურავებს, კალოშებს, რეზინის მილებსა და შლანგებს. გოგირდი (ან სულფიდები) როგორც საწვავი ნივთიერება შედის ასანთის თავის შედგენილობაში. ამაში ადვილად შეიძლება დარწმუნდეთ გოგირდოვანი აირის სუნით, რომელიც ჩნდება ასანთის აალების მომენტში. თავისუფალი გოგირდი შედის შავი ანუ სანადირო ღენთის შედგენილობაში.

ყველაზე მეტი გოგირდი იხარჯება გოგირდმუავას მიღებაზე.

ქანგბადის მსგავსად გოგირდი ბუნებაში გვხვდება როგორც მარტივი ნივთიერების, ისე ნაერთების სახით. თავისუფალი გოგირდის

ბურობები სსრ კავშირში გვხვდება დასავლეთ უკრაინაში, ვოლგისპირეთსა და შუა აზიაში.

მიწის წიაღი გაცილებით მდიდარია გოგირდის ნაერთებით, ვიდრე მიეკუთვნება სხვადასხვა ლითონთან გოგირდის ნაერთები: ოკინის ალმადანი ანუ პირიტი FeS_2 , თუთიის კრიალა ZnS და სხვ. გოგირდი ბუნებაში გვხვდება აგრეთვე გოგირდმყუას მარილების სახით, უმთავრესად თაბაშირის $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ და ნატრიუმის სულფატის Na_2SO_4 სახით. პირიტის ჩანართების სახით გოგირდს ჩვეულებრივ შეიცავს ქვანახშირი. გოგირდი მიეკუთვნება იმ ელემენტებს, ურომლისოდაც სიცოცხლე შეუძლებელია, ვინაიდან გოგირდი შედის ცილების შედგენილობაში. გოგირდის ნაერთებზე მცენარეთა მოთხოვნილებანი ჩვეულებრივ უზრუნველყოფილია ნიადაგში ამ ნაერთების მარაგით.

1. ჩამოთვალეთ პრაქტიკულად რაში იყენებენ გოგირდს.
2. რა ფორმით გვხვდება გოგირდი ბუნებაში? ისარგებლეთ მეორე ფორმაცზე მოცემული სურათით და აღწერეთ გოგირდის მიმოქცევა ბუნებაში.

§ 88. გოგირდწყალბადი

როგორც ყველა არალითონი გოგირდი წყალბადთან ქმნის აქროლად ნერთს — გოგირდწყალბადს H_2S . გოგირდწყალბადის ელექტრონული ფორმულაა $H : S : H$, გრაფიკული ფორმულა კი $H-S-H$.

ისევე როგორც გოგირდის ოქსიდებში, წყალბადთან გოგირდის ბმა ხორციელდება შემაკავშირებელი ელექტრონული წყვილების ხარჯზე, ე. ი. კოვალენტურია. მაგრამ გოგირდის ოქსიდებში ეს წყვილები გოგირდის ატომებიდან გადაწეულია ჟანგბადის ატომებისაკენ, ხოლო გოგირდწყალბადში — წყალბადის ატომებიდან გოგირდის ატომებისაკენ, ე. ი. გოგირდი ამჟღავნებს ჟანგვის უარყოფით ხარისხს — 2.

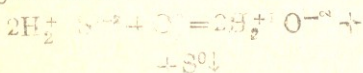
ფიზიკური თვისებები. გოგირდწყალბადი უფრო აირია, რომელსაც ლაყე კვერცხის სუნი აქვს, უფრო სწორი იქნებოდა გვეთქვა, რომ ლაყე კვერცხს აქვს გოგირდწყალბადის სუნი, ვინაიდან იგი ყოველთვის წარმოიქმნება ცილების ღებობის დროს და არასასიამოვნო სუნის მიზეზია.

გოგირდწყალბადის სუნი — ეს თითქმის საშიშროების ნიშანია. გოგირდწყალბადი მომწამლავია. ის შლის სისხლის ჰემოგლობინს, მისგან ვამოაქვს რკინა და ქმნის რკინის სულფიდს, ამიტომ გოგირდწყალბადის მცირე რაოდენობით ხანგრძლივი ჩასუნთქვაც კი იწვევს თანდათანობით მოწამვლას.

ქიმიური თვისებები. გოგირდ-წყალბადი წვადი ნივთიერებაა. ჰაერზე ის ცისფერი ალით იწვის. ამ დროს გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის სუნი იგრძნობა, ხოლო ალის ზევით დამაგრებულ კოლბაში წყლის წვეთები ჩნდება (სურ. 90):

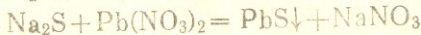


ცივ საგანს უშუალოდ გოგირდწყალბადის ალში თუ შეიტანთ, მაშინ ალის ვაცივების შედეგად ხდება გოგირდწყალბადის არასრული წვი და საგანზე გოგირდი დაიწყებს ყვითელი ლაქების სახით:

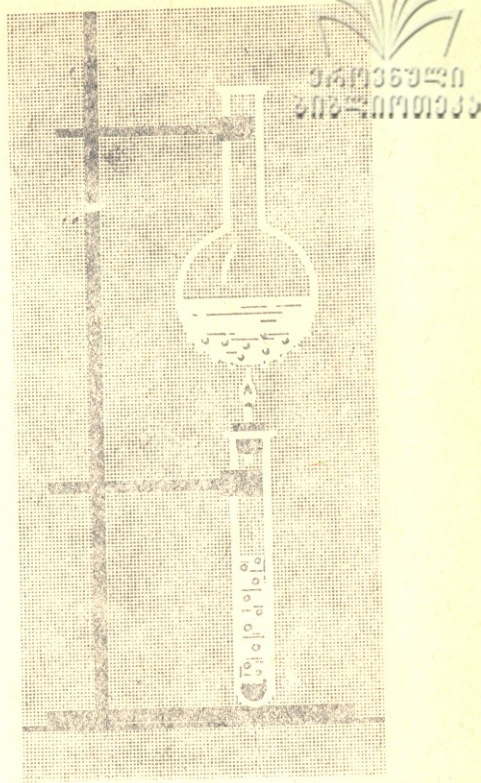


ეს რეაქცია გვიჩვენებს, რომ ჟანგბადს შეუძლია გოგირდწყალბადისაგან გოგირდის გამოძევება, ე. ი. ჟანგბადი უფრო აქტიურია, ვიდრე გოგირდი. გოგირდი აღმდგენია.

გოგირდწყალბადი წყალში ხსნაღია, და მისი ხსნარი — გოგირდწყალბადიანი წყალი — ლაკმუსს აწითლებს. გოგირდწყალბადის ხსნარი მჟავაა. გოგირდწყალბადის მჟავას მარილებს სულფიდები ეწოდება. მათ რიცხვს მიეკუთვნება ჩვენთვის ცნობილი რკინის სულფიდი FeS. გოგირდწყალბადის ან რომელიმე სულფიდის ხსნარზე ტყვიის რომელიმე მარილის ხსნარის დასხმისას გამოიყოფა ტყვიის სულფიდის შავი ნალექი:

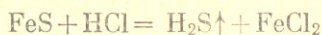


ამიტომ ტყვიის მარილი გოგირდწყალბადმჟავასა და მისი ხსნადი მარილების რეაქტივია. გოგირდწყალბადის აღმოსაჩენად შეიძლება გამოვიყენოთ ტყვიის მარილის ხსნარით გაჟღენთილი ქაღალდი. ქაღალდის გაშავება გვიჩვენებს ჰაერში (ან ხსნარში) გოგირდწყალბადის ან მისი ხსნადი მარილის არსებობას.



სურ. 90. გოგირდწყალბადის წვი წყლის წარმოქმნით.

ლაბორატორიაში გოგირდწყალბადს ჩვეულებრივ დებულბენ/ რკინის სულფიდზე განზავებული მარილმჟავას მოქმედებით:



ქართული
ენული

რკინა(II)-ის ქლორიდი ხსნარში ჩიება, ხოლო გოგირდწყალბადი აქროლდება. გოგირდწყალბადი ბუნებაში წარმოიქმნება ყველგან, სადაც კი ორგანული ნაშთები ღებება. მას შეიცავს კავკასიისა და სხვა ადგილების ზოგიერთი წყაროს წყალი. ამ ბუნებრივ წყლებს სამკურნალოდ იყენებენ გოგირდწყალბადის აბაზანების სახით*.



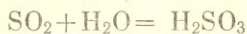
1. აღწერეთ გოგირდწყალბადის: ა) ფიზიკური, ბ) ქიმიური თვისებები.
2. მოცემულია გოგირდი, რკინა და მარილმჟავა, როგორ მივიღოთ გოგირდწყალბადი?
3. თუჯები გოგირდს შეიცავს რკინის სულფიდის სახით. როგორ გამოვავლოთ იგი ტყეის მარილის ხსნარით გაყენებითი ქაღალდით?
4. გოგირდწყალბადიანი წყალი ჰაერზე იმღვრევა და ლაკმუსს აღარ აწითლებს. გაითვალისწინეთ ჟანგბადისა და გოგირდის არაერთნაირი ელექტროუარყოფითობა და შეადგინეთ რეაქციის განტოლება.
5. რატომ შავდება სისხლი მასში გოგირდწყალბადის გატარებისას?

§ 89. გოგირდის ოქსიდები

გოგირდი წარმოქმნის ორ ოქსიდს: გოგირდ(IV)-ის ოქსიდს ანუ გოგირდოვან აირს SO_2 გრაფიკული ფორმულით $\text{O}=\text{S}=\text{O}$, და გოგირდ(VI)-ის ოქსიდს SO_3 გრაფიკული ფორმულით $\text{O}=\text{S}=\text{O}$.



გოგირდ(IV)-ის ოქსიდი SO_2 უფრო აირია დამახასიათებელი მკვეთრი სუნით. იგი მრავალ ორგანულ საღებავს აუფერულებს — მათთან უფერულ ნაერთებს წარმოქმნის, მაგალითად, გოგირდოვან აირში ჩაშვებულ წითელ ვარდს შეფერილობა ეკარგება და იგი თეთრდება. ფუქსინის ხსნარი (წითელი საღებავი) და იისფერი მელანი აგრეთვე უფერულდება მათში გოგირდოვანი აირის გატარებისას. გოგირდოვანი აირის წყალხსნარი ლურჯ ლაკმუსს აწითლებს, ვინაიდან ხსნარში წარმოიქმნება გოგირდოვანი მჟავა:



გოგირდოვან მჟავას ხსნარს გოგირდოვანი აირის სუნი აქვს და ღია ჭურჭლიდან იგი „ორთქლდება“: მისგან გოგირდოვანი აირი ქროლდება.

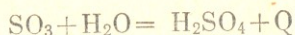
* გოგირდწყალბადს შეიცავს თბილისის, მენჯის, ხაშურის, ხცისის, ნასაკიარლოს, ციხის, მიწობისა და სხვა მინერალური წყლები (მთარგმნ.).

გოგირდოვანი აირი ხოცავს მიკროორგანიზმებს. ამიტომ მას იყენებენ ბოსტნეულის საცავების, ნაყოფებისა და ხილის შესახრჩოლებლად, რომ თავიდან აიცილონ მათი ჩაღებობა. ამ გზით ინახება ნაყოფებისა და ხილის მოსავლის ნაწილი, რომელიც საკონსერვო ქარხანას არ შეუძლია დაუყოვნებლივ გადაამუშაოს მურაბად და ჯემად, ეს უზრუნველყოფს ქარხნის შეუფერხებლად მუშაობას მთელი წლის განმავლობაში.

გოგირდოვან აირს იყენებენ შალის, მატყლისა და აბრეშუმის გასათეთრებლად.

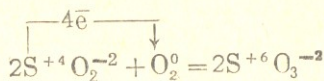
ქიმიურ მრეწველობაში გოგირდოვანი აირი შუალედი პროდუქტია გოგირდმჟავას წარმოების დროს.

გოგირდ(VI)-ის ოქსიდი SO_3 აქროლადი სითხეა. იგი ჰაერზე „ბოლავს“. „ბოლი“ ან უფრო ზუსტად, ნისლი, გოგირდმჟავას უწვრილესი წვეთებია, რომლებიც წარმოიქმნება გოგირდ(VI)-ის ოქსიდის ორთქლის შეერთებისას ჰაერში არსებულ წყლის ორთქლთან:



წყალში გახსნისას გოგირდ(VI)-ის ოქსიდიც წარმოქმნის გოგირდმჟავას.

გოგირდ(VI)-ის ოქსიდი მიიღება გოგირდ (IV)-ის ოქსიდის დაჟანგვით კატალიზატორის თანაობისას:



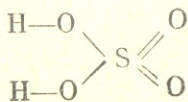
ამასთან გოგირდის ჟანგის ხარისხი იცვლება +4-დან +6-მდე.

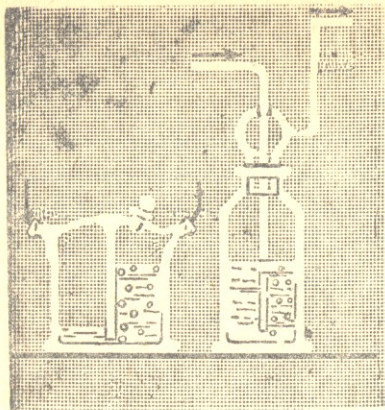


1. ჩამოთვალეთ გოგირდ(VI)-ის ოქსიდის: ა) ფიზიკური, ბ) ქიმიური თვისებები.
2. ნახშირის დაკოქსვის დროს მიღებული საწვავი აირი გოგირდწყალბადს შეიცავს. რატომ არ შეიძლება გოგირდწყალბადისაგან გაწმენდის გარეშე ამ აირის გამოყენება საწვავად გაზის ქურბში?

§ 90. გოგირდმჟავა

გოგირდმჟავას ფორმულაა H_2SO_4 , მისი გრაფიკული ფორმულა





სურ. 91. აირების გასაშრობი
შუშები.

გრაფიკული ფორმულიდან ჩანს, რომ გოგირდის ვალენტობა ექვსის ტოლია. გოგირდის ვალენტობის დაქანგვის ხარისხი გოგირდის ვაში ისეთივეა, როგორც ოქსიდში SO_2 , ე. ი. უდრის +6.

ფიზიკური თვისებები. გოგირდმჟავა უფერო, წყალზე თითქმის ორჯერ მძიმე და ბლანტი სითხეა, როგორც მცენარეული ზეთი. ჩვეულებრივი ტემპერატურის დროს არააქროლია და ამიტომ სუნი არა აქვს. წყალში გოგირდმჟავას გახსნისას ხსნარი ძლიერ ხურდება გოგირდმჟავას

მტკიცე ჰიდრატების წარმოქმნის ხარჯზე. თუ გოგირდმჟავაში ჩავსხამთ წყალს, წყლის ნაწილი, რომელიც ვერ ასწრებს მჟავასთან შერევას, უცბად ცხელდება აღუღებამდე. ეს იწვევს მჟავას გაშხეფებას და შეიძლება სილამწვრეც გამოიწვიოს.

თუ თავლია ჭიქას, რომელშიც კონცენტრირებული გოგირდმჟავაა, სასწორზე გავაწონასწორებთ, მალე ჭიქიანი ჯამი ძირს დაიწვეს. ეს იმის გამო ხდება, რომ კონცენტრირებული გოგირდმჟავა ჰაერიდან შთანთქავს წყლის ორთქლს. ამიტომ მას ნივთიერებათა გასაშრობად იყენებენ. აირებს აშრობენ მათი გატარებით კონცენტრირებულ გოგირდმჟავიან გამრეცხ შუშებში (სურ. 91).

კანზე მოხვედრისას კონცენტრირებული გოგირდმჟავა ძლიერ დამწვრობას იწვევს. ამიტომ მასთან მუშაობის დროს მეტისმეტად ფრთხილად უნდა ვიყოთ, კანზე ან ქსოვილზე მოხვედრილი გოგირდმჟავა მაშინვე უნდა მოვირეცხოთ ბევრი წყლით, შემდეგ სასმელი სოდის ხსნარით და ისევ წყლით.



1. ჩამოთვალეთ გოგირდმჟავას ფიზიკური თვისებები.
2. როგორ იყენებენ გოგირდმჟავას: ა) თხევად და მყარ, ბ) აირთან ნივთიერებათა გასაშრობად?
3. ზამთარში ზოგჯერ ფანჯრის ჩარჩოებს შორის დგამენ კონცენტრირებულ გოგირდმჟავიან ჭიქებს. რატომ? რატომ არ შეიძლება გოგირდმჟავას ჩასხმა ჭიქაში პირამდე?

§ 91. გოგირდმჟავას ფიზიკური თვისებები

გოგირდმჟავა ორფუძიანია, ამიტომ ის წარმოქმნის ორი რივის მარილებს: საშუალოსა და მჟავა მარილებს. მაგალითად:

$\text{Na}_2\text{SO}_4, \text{K}_2\text{SO}_4$ — ასეთ მარილებს სულფატები ეწოდება (საშუალო მარილები);

$\text{NaHSO}_4, \text{KHSO}_4$ — ასეთ მარილებს ჰიდროსულფატები ეწოდება (მყავა მარილები).

მყავა მარილები ეწოდება ისეთ მარილებს, რომლებშიც მყავას ყველა წყალბადი ლითონით არ არის ჩანაცვლებული.

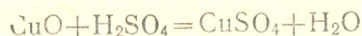
ამ წყალბადს მყავებშიც შეუძლია ჩანაცვლოს ლითონით.

მიიღება თუ არა სულფატი ან ჰიდროსულფატი ტუტესთან გოგირდმყავას ურთიერთქმედებით, ეს დამოკიდებულია მორეაგირე ნივთიერებების რაოდენობით თანაფარდობაზე;

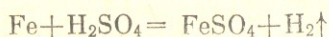


როგორც განტოლებიდან ჩანს, ჰიდროსულფატი მიიღება მაშინ, როცა მყავას თითოეულ მოლთან რეაქციაში შედის 1 მოლი მწვავე ნატრიუმი, სულფატი კი მიიღება, როცა რეაქციაში შედის 2 მოლი.

გოგირდმყავა რეაგირებს აგრეთვე ფუძე ოქსიდებთან, წარმოქმნის სულფატსა (ან ჰიდროსულფატს) და წყალს, მაგალითად:



განზავებული გოგირდმყავა ლითონებთან ურთიერთქმედებს წყალბადის გამოყოფით და მარილის წარმოქმნით. იგი ასე ურთიერთქმედებს მხოლოდ იმ ლითონებთან, რომლებიც ელექტროქიმიურ ძაბვათა მწკრივში წყალბადამდეა განლაგებული. მაგალითად:

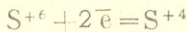
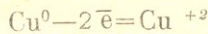
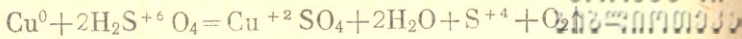


ამ რეაქციაში მყანგავად ითვლება მყავაში არსებული წყალბადის ატომები, რომლებსაც +1 უანგვის ხარისხი აქვს.

ელექტროქიმიური ძაბვის მწკრივში წყალბადის შემდეგ განლაგებულ ლითონებზე (სპილენძი, ვერცხლისწყალი, ვერცხლი, ოქრო) განზავებული გოგირდმყავა არ მოქმედებს.

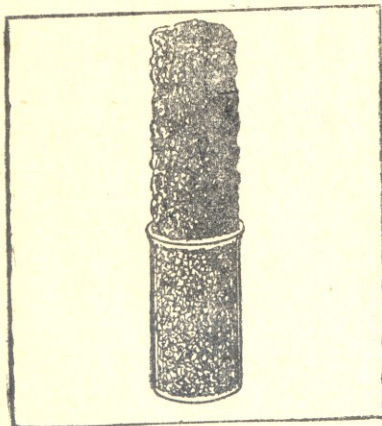
გოგირდმყავას განხილული რეაქციები სხვა მყავებისთვისაც საერთოა. მაგრამ ამასთან მას აქვს აგრეთვე ისეთი თვისებები, რომლებიც სხვა მყავებისაგან განასხვავებს. კონცენტრირებული გოგირდმყავა გაცხელებისას თითქმის ყველა ლითონზე მოქმედებს ელექტროქიმიური ძაბვის მწკრივში მათი მდებარეობისაგან დამოუკიდებლად. ამ დროსაც წარმოიქმნება მარილი, მაგრამ წყალბადი არ გამოიყოფა, არამედ მიიღება სხვა პროდუქტები. მაგალითად, სპილენძთან კონცენტრირებული გოგირდმყავას გაცხელების დროს წარმოიქმნება გო-

გირდ(IV)-ის ოქსიდი, რომელიც აირის სახით გამოიყოფა, ხოლო სსნარში დარჩება მარილი — სპილენძ(II)-ის სულფატი:

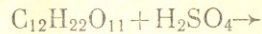


კონცენტრირებული გოგირდმჟავა გამოდის სპილენძის მჟანგავის როლში. გოგირდმჟავა ამნაირადვე მოქმედებს მრავალ სხვა ლითონზე, (ამ შემთხვევაში მჟანგავის როლში გამოდის გოგირდის ატომები, რომელთა ჟანგვის ხარისხია +6). მაგრამ განზავებული მჟავასაგან განსხვავებით, კონცენტრირებული გოგირდმჟავა ჩვეულებრივი ტემპერატურის დროს რკინაზე არ მოქმედებს. ამიტომ კონცენტრირებული გოგირდმჟავა შეიძლება შევინახოთ და გადავიტანოთ ფოლადის ჭურჭლით. ამრიგად, კონცენტრირებული და განზავებული გოგირდმჟავა ლითონების მიმართ ისე მოქმედებს თითქოს ორი სხვადასხვა ნივთიერება იყოს.

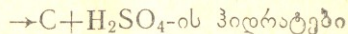
კონცენტრირებულ გოგირდმჟავაში ჩაგდებული ხის ნაჭერი შავდება — იგი დანახშირდება. დანახშირება ხდება აგრეთვე კონცენტრირებული გოგირდმჟავას მოქმედების დროს შაქარზე და ნახშირბადის, წყალბადის და ჟანგბადის შემადგენელ ზოგიერთ სხვა ორგანულ ნივთიერებაზე. ეს იმიტომ ხდება, რომ გოგირდმჟავა ასეთ ნივთიერებათაგან წყალბადსა და ჟანგბადს წყლის სახით აცილებს, ხოლო ნახშირბადი ნახშირის სახით თავისუფლდება. მაგალითად, თუ ჭიქაში კონცენტრირებულ გოგირდმჟავას ავურევთ დანაყილ შაქარს ფაფისებრ მასად, რამდენიმე ხნის შემდეგ მასა გაშავდება, და მალე ჭიქიდან გადმოსვლას დაიწყებს ფოროვანი ნახშირის მასა (სურ. 92).



სურ. 92 შაქრის დანახშირება გოგირდმჟავით.



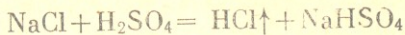
შაქარი (კონც.)



ორგანულ ნივთიერებათა დანახშირება კონცენტრირებული გოგირდმჟავით ხდება გოგირდმჟავას მტკიცე ჰიდრატების წარმოქმნის გამო.

როგორც არააქროლად მჟავას, კონცენტრირებულ გოგირდმჟავას შეუძლია გამოაძევეს სხვა აქროლადი მჟავები მათ მარილებ-

თან გახურების დროს. მაგალითად, კონცენტრირებულ გოგირდმჟავასთან სუფრის მარილის გახურებისას წარმოიქმნება და აქროლდება ქლორწყალბადი და დარჩება ნატრიუმის სულფატი:



1. ჩამოთვალეთ გოგირდმჟავას ქიმიური თვისებები, მოიხსენიეთ რეაქციების განტოლებები და აღნიშნეთ, რომელ შემთხვევაში ეხმარება გოგირდმჟავა: ა) როგორც დამყანავი, ბ) როგორც წყალწამარი, გ) როგორც არააქროლადი მჟავა.

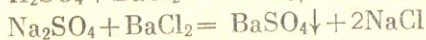
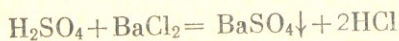
2.* გოგირდმჟავას ხსნარი გაყვეს სამ ტოლ ულუფად. პირველი ულუფა ნატრიუმის ჰიდროქსიდით გაანეიტრალეს. როგორი მარილი წარმოიქმნა? დაწერეთ რეაქციის განტოლება. მეორე და მესამე ულუფები კვლავ შეუთიეს ერთმანეთს და ხსნარს დაუმატეს ტუტის ხსნარი ზუსტად იმავე რაოდენობით, როგორც პირველ შემთხვევაში. როგორი მარილი წარმოიქმნა? დაწერეთ რეაქციის განტოლება. დაასახელეთ რეაქციის პროდუქტები.

3. დაწერეთ რეაქციის განტოლებები: ა) განზავებულ გოგირდმჟავასთან ალუმინის ურთიერთქმედების, ბ) კონცენტრირებულ გოგირდმჟავასთან ვერცხლის ურთიერთქმედებისა გახურების დროს.

4. შეიძლება გოგირდმჟავას შენახვა და გადატანა ფოლადის ქურჭლით?

§ 92. თვისებითი რეაქცია გოგირდმჟავასა და სულფატებზე

გოგირდმჟავას მარილები წყალში ხსნადია, ვარდა გოგირდმჟავა ბარიუმისა BaSO_4 (აგრეთვე SrSO_4 , RaSO_4 , PbSO_4). თუ გოგირდმჟავას ან მისი რომელიმე მარილის ხსნარს მივუმატებთ ბარიუმის ქლორიდის BaCl_2 ხსნარს, გამოიყოფა ბარიუმის სულფატის თეთრი ნალექი:



ბარიუმსულფატი BaSO_4 წყალსა და მჟავებში უხსნადია. ამით იგი განირჩევა წყალში უხსნადი ბარიუმის სხვა მარილებისაგან, როგორცაა მაგალითად, BaSO_3 , რომლებიც იხსნება მჟავებში ხსნადი ნაერთების წარმოქმნით.

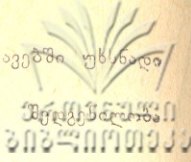
ბარიუმის ხსნადი მარილები რეაქტივად ითვლება გოგირდმჟავასა და მისი ხსნადი მარილებისათვის. თუ რომელიმე ხსნარს დავუმატებთ ბარიუმის მარილის ხსნარი და წარმოიქმნა თეთრი ნალექი, რომელიც აზოტმჟავაში არ იხსნება, მაშინ შეიძლება ვთქვათ, რომ გამოსაკვლევ ხსნარში არის გოგირდმჟავა ან მისი რომელიმე მარილი.



1*. სოფლის მეურნეობის მავნე მწერების წინააღმდეგ შხამქიმიკატად იყენებენ წყალში ხსნად მარილს. მის ხსნარზე: ა) აზოტმჟავა ვერცხლის ხსნარის დასხმისას მიიღება წყალსა და მჟავებში უხსნადი ნალექი. ბ) ნატრიუმის

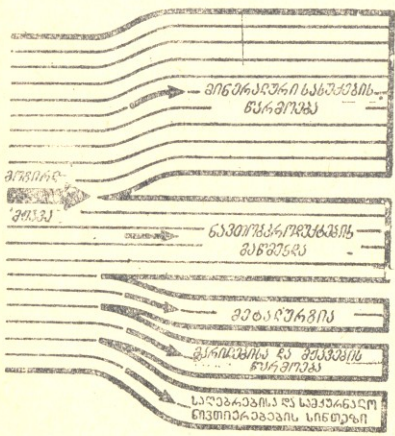
მის სულფატის ხსნარის დასხმისას მიიღება წყალსა და მყავებში უხარისხი ნალექი. რა მარილია ეს? დიწვერთ რეაქციის განტოლებები

2. შეადარეთ გოგირდმჟავასა და გოგირდწყალბადმჟავას თვისებები.
3. შეადარეთ მარილმჟავასა და გოგირდმჟავას თვისებები.



§ 93. გოგირდმჟავას სახალსო-ხავერდოვანი მნიშვნელობა

ქიმიური მრეწველობა უშეუძლებელია ათასობით ქიმიურ პროდუქტს, რომელთაგან ერთ-ერთი — გოგირდმჟავა ასრულებს განსაკუთრებით დიდ როლს. თავისი თვისებების გამო, რომელთაგან მრავალს თქვენ უკვე გაცნობთ, და აგრეთვე იმასთან დაკავშირებით, რომ იგი სხვა მჟავებზე უფრო იაფია, გოგირდმჟავას ფართოდ იყენებენ როგორც ქიმიურ მრეწველობაში, ისე ლითონდაამუშავებელ, ნავთობგადამამუშავებელ და მრეწველობის სხვა დარგებში (სურ. 93). გოგირდმჟავას სამართლიანად უწოდებენ ქიმიური მრეწველობის საფუძველს.



სურ. 93. გოგირდმჟავას გამოყენება. ლიგანა წარმოდგენს იძლევა მრეწველობის აღნიშნულ დარგებში გამოყენებული გოგირდმჟავას შეფარდებით რაოდენობათა შესახებ.

ჩვენი ქვეყნის წინაშე დგას სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლის შემდგომი მნიშვნელოვანი გადიდების ამოცანა. მოსავლიანობის გადიდებაში უმნიშვნელოვანეს როლს ასრულებს მინერალური სასუქები. გოგირდმჟავას უძეტეს ნაწილს იყენებენ მათი წარმოებისათვის.

გოგირდმჟავა რეაგირებს მრავალ ორგანულ ნერთთან. მისი ეს თვისება გამოიყენება ძვენე მინარეგებისაგან ბენზინისა და ნავთის გასაწმენდად. ისინი გოგირდმჟავასთან წარმოქმნიან ნავთობპროდუქტებში

უხსნად ნერთებს. გოგირდმჟავას ფართოდ იყენებენ მრავალი ქიმიური ბოჭკოს, გამრეცხი საშუალებების, ფეთქებადი ნივთიერებების, საღებრების წარმოებაში.



1. რა თვისებების გამო დაიკავა გოგირდმჟავამ ასეთი ადგილი მრეწველობაში? განიხილეთ რამდენიმე წარმოება, რომლებშიც განსაკუთრებით ბევრ გოგირდმჟავას იყენებენ.

2. კონცენტრირებული სასუქების მისაღებად აუცილებელია ფოსფორმჟავა შეადგინეთ კალციუმის ფოსფატა $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ და გოგირდმჟავას შორის რეაქციის განტოლება და ახსენით, რატომ არის მიზანშეწონილი ფოსფორმჟავის მიღება ამ რეაქციით.

3. გოგირდმჟავას რომელი თვისების გამო იყენებენ მას აირების გასაშრობად?

§ 94. ჟანგბადის ქვეჯგუფი

VI ჯგუფის მთავარ ქვეჯგუფში არის კიდევ ორი ელემენტი, რომლებიც ჟანგბადისა და განსაკუთრებით გოგირდის მსგავსია; სელენი და ტელური. წყალბადთან ისინიც წარმოქმნიან აიროვან ნერთებს — სელენწყალბადსა H_2Se და ტელურწყალბადს H_2Te . გოგირდწყალბადის მსგავსად ამ ნერთებს არასასიამოვნო სუნი აქვს და უხამიანია, სელენწყალბადისა და ტელურწყალბადის წყალხსნარები, გოგირდწყალბადის წყალხსნარის მსგავსად მუავებია.

ცნობილია აგრეთვე სელენოვანი მჟავა H_2SeO_3 და სელენმჟავა H_2SeO_4 , ტელუროვანი მჟავა H_2TeO_3 , რომლებიც თავიანთი შედგენილობით გოგირდოვანმჟავასა H_2SO_3 და გოგირდმჟავას H_2SO_4 მსგავსებია.

გოგირდის მსგავსად სელენი და ტელური თავიანთ ნერთებში ავლენენ ჟანგვის ხარისხს -2 , $+4$ და $+6$.

ჟანგბადის ქვეჯგუფში ისევე, როგორც ჰალოგენების ქვეჯგუფში, რიგობრივი ნომრის ზრდასთან ერთად ხდება არალითონური თვისების შესუსტება. თავისუფალ მდგომარეობაში გოგირდი სრულიად არ ატარებს ელექტრულ დენს, სელენი ცუდად ატარებს, ხოლო ტელური — საკმაოდ კარგად ატარებს და ლითონური ბზინვა აქვს. სელენი და ტელური ნახევარგამტარებია.

7 რაში მდგომარეობს მსგავსება და განსხვავება თვისებების მიხედვით: ა) ჟანგბადსა და გოგირდს, ბ) გოგირდს, სელენსა და ტელურს შორის; გ) ერთი მხრივ, ჟანგბადის ქვეჯგუფის ელემენტებსა და მეორე მხრივ — ჰალოგენებს შორის?

ქიმიური რეაქციების
ქიმიური
კანონზომიერებანი.
გოგიტიანი
ნაწილები



§ 95. ქიმიური რეაქციების სიჩქარე

თქვენ შეისწავლეთ მრავალი ქიმიური რეაქცია. მათზე დაკვირვებისას შეამჩნიეთ, რომ ამა თუ იმ რეაქციის დამთავრებისათვის საჭიროა სხვადასხვა დრო. მაგალითად, ოთახის ტემპერატურისა და ატმოსფერულ წნევაზე ტუტეებით მყავების ნეიტრალიზაციის რეაქციები პრაქტიკულად მყისიერად მიმდინარეობს, ხოლო ფოლადის ფურცლის ზედაპირზე ჟანგის (ჟანგბადსა და წყლის ორთქლთან რკინის ურთიერთქმედების პროდუქტი) წარმოსაქმნელად აუცილებელია რამდენიმე დღე-ღამე. ამგვარად, ერთსა და იმავე პირობებში მიმდინარე რეაქციები ერთმანეთისაგან შეიძლება მკვეთრად განსხვავდებოდეს სიჩქარის მიხედვით.

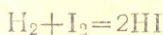
ნივთიერებების, მაგალითად, ნახშირის, გოგირდის, ფოსფორის წვისას ჰაერსა და სუფთა ჟანგბადში მიმდინარეობს ერთი და იგივე რეაქციები — მორეაგირე ნივთიერებები და რეაქციის პროდუქტები ერთი და იგივეა, მაგრამ რეაქციები ჟანგბადში გაცილებით უფრო ჩქარა მიდის, ვიდრე ჰაერში იმიტომ, რომ მასში ჟანგბადის კონცენტრაცია უდრის $\approx 0,28$ გ/ლ.

თქვენ შეგიძლიათ მოიყვანოთ რეაქციის დაჩქარების მრავალი მაგალითი მყარი ნივთიერებების დაქუცმაცების ხარისხის გადიდებით: გოგირდთან რკინის, მარილმჟავასთან თუთიის და სხვ. ურთიერთქმედება.

ქიმიური რეაქციების სიჩქარე დამოკიდებულია მორეაგირე ნივთიერებების ქიმიურ შედგენილობასა და რეაქციის ჩატარების პირობებზე, უწინარეს ყოვლისა, მორეაგირე ნივთიერებების კონცენტრაციასა და ტემპერატურაზე.

ქიმიის მეცნიერებისა და ქიმიური წარმოებისათვის მეტად მნიშვნელოვანია ჰქონდეთ მონაცემები, რომლებიც საშუალებას იძლევა გამოვთვალოთ, რა დროა აუცილებელი ჩვენთვის საინტერესო რეაქციების მიმდინარეობისათვის, რომელთა დროს ესა თუ ის რეაქცია მიმდინარეობს წარმოებისათვის აუცილებელი სიჩქარით.

განვიხილოთ, როგორ წყდება ასეთი ამოცანები წყალბადსა და იოდის ორთქლს შორის რეაქციით იოდწყალბადის წარმოქმნის მაკულითზე, რომელიც მიმდინარეობს მუდმივ ტემპერატურაზე, მაგალითად, 300°C -ზე.



ცდით ნაპოვნია, რომ მისი სიჩქარე პირდაპირ პროპორციულია მორეაგირე ნივთიერებათა მოლური კონცენტრაციების¹ ნამრავლისა:

$$v = k \cdot C(\text{H}_2) \cdot C(\text{I}_2)$$

სადაც v — რეაქციის სიჩქარეა, k — პროპორციულობის კოეფიციენტი, რომელსაც ეწოდება რეაქციის სიჩქარის კონსტანტა, $C(\text{H}_2)$, $C(\text{I}_2)$ — წყალბადისა და იოდის მოლური კონცენტრაციები მოცემულ მომენტში.

რეაქცია ტარდებოდა V ლიტრი მოცულობის დახურულ ჭურჭელში მუდმივ ტემპერატურაზე (ჭურჭელი მოთავსებული იყო თერმოსტატში). რადგან რეაქცია მიმდინარეობს მოლელების რიცხვის ცვლილების გარეშე, ამიტომ წნევა ჭურჭელში რეაქციის განმავლობაში მუდმივი რჩება. როგორ იცვლება ამ დროს რეაქციაში მონაწილე ნივთიერებების მოლური კონცენტრაციები? თუ, მაგალითად, რაღაც t_1 მომენტში ალბაში იყო წყალბადის n_1 მოლი, ხოლო t_2 მომენტში — წყალბადის n_2 მოლი, მაშინ შესაბამისად მისი C_1 და C_2 კონცენტრაციები ტოლი იქნება (მოლი/ლ-ობით):

$$C_1 = \frac{n_1}{V}, \quad C_2 = \frac{n_2}{V}$$

$t_2 - t_1$ დროის შუალედში მოლური კონცენტრაციის შეცვლის საშუალო სიჩქარე უდრის (მოლი/ლ. წამ.):

$$v = \frac{C_1 - C_2}{t_2 - t_1},$$

ანუ

$$v = \frac{\Delta C}{\Delta t},$$

განსახილველი რეაქცია რომ ჩატარებულიყო იმავე ტემპერატურასა და წნევაზე, მაგრამ მოცულობით ორჯერ უფრო დიდ ჭურჭელში, მაშინ რეაქციაში შესული წყალბადის რაოდენობა დროის ერთეულ-

¹ ნივთიერების ნაწილაკთა მოლური კონცენტრაცია ეწოდება ფიზიკურ სიდიდეს, რომელიც უდრის ნივთიერების რაოდენობის ფარდობას ხსნარის ან სხვა ნარევის საერთო მოცულობასთან. მოლური კონცენტრაციის ერთეულია მოლი ლიტრზე (მოლი/ლ).

ში ორჯერ მეტი იქნებოდა. მაშასადამე, რეაქციის სიჩქარე დამოკიდებული არ არის კურტლის მოცულობაზე.

ახლა შეიძლება დავწეროთ რეაქციის სიჩქარის განტოლება შემდეგნაირად:

$$\frac{\Delta C}{\Delta t} = k \cdot C(H_2) \cdot C(I_2)$$

ასეთი განტოლებებით, რომელსაც კინეტიკურს უწოდებენ, შეიძლება გამოიანგარიშოთ მორეაგირე ნივთიერებების კონცენტრაციის ცვლილება დროის განსაზღვრულ შუალედში.

როგორ ავხსნათ რეაქციის სიჩქარის დამოკიდებულება მორეაგირე ნივთიერებების კონცენტრაციებზე? მოლეკულური და კინეტიკური თეორიების საფუძველზე შეიძლება წარმოვიდგინოთ წყალბადისა და იოდის ურთიერთქმედების მექანიზმი. ორივე აირის მოლეკულები განუწყვეტლივ მოძრაობაშია და მრავალჯერ ეჯახება ერთმანეთს. მოლეკულათა შეჯახების რიცხვი წამში ძალიან დიდია, და რომ თითოეული მათგანი იოდწყალბადის მოლეკულის წარმოქმნას იწვევდეს. მაშინ რეაქცია მყისიერად წარიმართებოდა. ამასთან იგი მოითხოვს საკმარის დიდ დროს შუალედს, მაშასადამე. მხოლოდ ზოგიერთი შეჯახება არის „იბლანის“ შეჯახებათა რიცხვი დამოკიდებულია ნივთიერებების კონცენტრაციაზე და იზრდება კონცენტრაციის გადიდებით — იგი მათი ნამრავლის პროპორციულია, ე. ი. იცვლება იმავე კანონით, რომლის მიხედვითაც განსახილველი რეაქციის სიჩქარე.

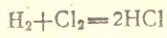
ამ ამოცანების საფუძველზე შეიძლება ჩამოვაყალიბოთ ზოგადი დასკვნა:

თუ რეაქცია ხდება წყვილ-წყვილ მოლეკულათა შეჯახების შედეგად, მაშინ მათი სიჩქარე მოცემული ნივთიერებების მოლური კონცენტრაციების ნამრავლის პროპორციულია:

$$v = k \cdot C(A) \cdot C(B)$$

სადაც v — რეაქციის სიჩქარეა, k — მოცემული რეაქციის სიჩქარის კონსტანტა, $C(A)$ და $C(B)$ — რეაქციაში შესული A და B ნივთიერებების მოლური კონცენტრაციები.

განვიხილოთ რეაქციის სიჩქარე:

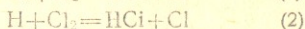
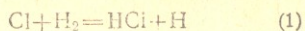


როგორია ამ რეაქციის სიჩქარის განტოლება? თუ თქვენ უბასუხებთ:

$$v = k \cdot C(H_2) \cdot C(Cl_2),$$

შეცდომას დაუშვებთ.

გახსენეთ, რომ მოცემული რეაქცია წაყვურია (§ 76) და წაქვის განვითარება მოიცავს ორ სტადიას:



ამ მონაცემების საფუძველზე შეიძლება შევადგინოთ თითოეული ამ სტადიის კინეტიკური განტოლება. ზოგადი კანონზომიერების (მორეაგირე ნივთიერებების მოლური კონცენტრაციების ნამრავლისადმი პროპორციულობა) თანახმად ისინი იქნება:

$$v_1 = k_1 \cdot C(\text{Cl}) \cdot C(\text{H}_2)$$

$$v_2 = k_2 \cdot C(\text{H}) \cdot C(\text{Cl}_2)$$

ცხადია, რომ კინეტიკური განტოლება არ შეიძლება დაიწეროს ქიმიური განტოლების საფუძველზე. ქიმიური განტოლებები მეტყველებს მხოლოდ იმაზე, თუ რეაქციაში რა ნივთიერებები და რა რაოდენობით შედის, რა წარმოიქმნება და არაფერს ამბობს რეაქციის მექანიზმზე.

რატომაა, რომ სიჩქარე რეაქციებისა, რომლებშიც მონაწილეობს ნივთიერებები მყარ მდგომარეობაში, იზრდება ამ ნივთიერებათა დაქუცმაცების ხარისხის გადიდებით?

წარმოვიდგინოთ, მაგალითად, რეაქცია აირსა და მყარ ნივთიერებას შორის. აირის მოლეკულები ეჯახება მყარი ნივთიერების ზედაპირს. რაც უფრო მეტია ასეთი შეჯახებები დროის ერთეულში, მით უფრო ჩქარა მიდის რეაქცია. შეჯახებათა რიცხვი მატულობს როგორც რეაქციაში მონაწილე აირის კონცენტრაციის გადიდებისას, ისე მყარი სხეულის ზედაპირის გადიდებისას. ასეთი კანონზომიერება ვრცელდება აგრეთვე სხვადასხვა აგრეგატულ მდგომარეობაში არსებულ ნივთიერებებს შორის. ყველა რეაქციას: გაზსა და მყარ ნივთიერებას შორის, აირსა და თხევად ნივთიერებას შორის, სითხესა და მყარ ნივთიერებას შორის, ორ მყარ ნივთიერებას შორის, ორ სითხეს შორის, რომლებიც ერთმანეთს არ ერევა. ამ რეაქციებს ეწოდება ჰეტეროგენული, განსხვავებით ჰომოგენურისაგან, აირებს შორის ან ორ სითხეს შორის, რომლებიც ერთმანეთს ერევა. ჰეტეროგენული რეაქციის სიჩქარე პირდაპირ პროპორციულია მორეაგირე ნივთიერებების შეხების ზედაპირის სიდიდისა.

როგორ დავახასიათოთ რეაქციის სიჩქარის დამოკიდებულება ტემპერატურაზე? მოვიყვანოთ ამ დამოკიდებულების ცდისეული მონაცემები წყალბადისა და ქანგბადის ნარევიდან წყლის წარმოქმნის რეაქციისათვის. ოთახის ტემპერატურაზე რეაქცია არ მიდის — მისი სიჩქარე ნულის ტოლია. 440°C-ზე მთავრდება დაახლოებით 80 დღე-ღამის შემდეგ. 500°C-ზე — 2 საათის შემდეგ, 600°C-ზე — რეაქცია

მყისიერად მიმდინარეობს — აფეთქებით. რით აიხსნება ტემპერატურის ასეთი ძლიერი ვაგლენა ქიმიური რეაქციების სიჩქარეზე?

ტემპერატურის აწევასა და დიდება ნაწილაკთა შეჯახებების რიცხვს. მაგრამ მნიშვნელოვნად ნაკლებჯერ, ვიდრე რეაქციის სიჩქარე, მაშასადამე, მიზეზი ეს არ არის. რეაქციაში შედის მხოლოდ ის მოლეკულები, რომლებსაც აქვს ენერგია, რომელიც აღემატება მოცემული რეაქციისათვის რომელიც განსაზღვრულ სიდიდეს. ტემპერატურის აწევასა და ასეთი მოლეკულების რიცხვი მკვეთრად იზრდება. საშუალო მონაცემების მიხედვით უმეტესი ქიმიური რეაქციების სიჩქარე იზრდება 2—4-ჯერ ტემპერატურის ყოველი 10°C-ით აწევასა. შესაბამისად იცვლება სიჩქარის კონსტანტების მნიშვნელობები.



1. თქვენთვის ცნობილი რომელი რეაქციების მაგალითზე შეიძლება დაავიკინო რეაქციის სიჩქარის დამოკიდებულებას: ა) მორეაგირე ნივთიერებების კონცენტრაციებზე, ბ) ტემპერატურაზე, გ) მორეაგირე ნივთიერებების შეხების ზედაპირზე?

2. იოდთან წყალბადის რეაქციის სიჩქარის ექსპერიმენტული განსაზღვრისას რატომ ვატარებთ მას მუდმივ ტემპერატურაზე? რატომ არ იცვლება წნევა კუროეტში ამ რეაქციის მსვლელობისას?

3. იოდთან წყალბადის რეაქციის სიჩქარეზე მსჯელობდნენ წყალბადის კონცენტრაციის შეცვლის მიხედვით. როგორია იოდისა და იოდწყალბადის მოლური კონცენტრაციების ცვლილების საშუალო სიჩქარე დროის იმავე შუალედში?

4. გამოიანგარიშეთ ნახშირბად(II)-ის ოქსიდსა და აირთან ქლორის შორის რეაქციის საშუალო სიჩქარე აირიანი პროდუქტის — ფოსგენის COCl_2 წარმოქმნით: $\text{CO} + \text{Cl}_2 = \text{COCl}_2$, თუ ქლორის ან ნახშირბად(II)-ის ოქსიდის საწყისი მოლური კონცენტრაცია უდრიდა 0,01874 მოლი/ლ, ხოლო მოლური კონცენტრაცია 12 წუთის შემდეგ — 0,01794 მოლი/ლ.

5. რამდენჯერ გადიდდება რეაქციის სიჩქარე ტემპერატურის აწევასა 200-დან 300°C-მდე, თუ ტემპერატურის ყოველ 10°C აწევასა რეაქციის სიჩქარე ორჯერ დიდდება?

6. როგორ იცვლება ქიმიური რეაქციების უმრავლესობის სიჩქარის კონსტანტები ტემპერატურის აწევასა?

7. შეადარეთ რეაქციის მიმდინარეობის სამი შემთხვევა აირთან ნივთიერებების $A + B = 2D$ შორის, რომლის სიჩქარე გამოისახება განტოლებით:

$$v = k \cdot C(A) \cdot C(B)$$

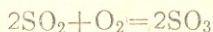
პირველ შემთხვევაში თითოეული აირის კონცენტრაცია რეაქციის დასაწყისში იყო 0,01 მოლი/ლ. მეორე შემთხვევაში A ნივთიერების კონცენტრაცია იყო 0,04 მოლი/ლ, ხოლო B ნივთიერებისა — წინანდებურად 0,01 მოლი/ლ. მესამე შემთხვევაში თითოეული ნივთიერების საწყისი კონცენტრაციები უდრიდა 0,04 მოლი/ლ. რამდენჯერ მეტია მოლეკულათა შეჯახების რიცხვი დროის ერთეულში მეორე და მესამე შემთხვევაში, ვიდრე პირველ შემთხვევაში?

VII კლასში წყალბადის პეროქსიდიდან ჟანგბადის მიღების შესწავლისას გაიგეთ, რომ წყალბადის პეროქსიდის დაშლის სიჩქარე მკვეთრად მატულობს, თუ მას მცირეოდენი მანგანუმ(IV)-ის ოქსიდი აქვს დამატებული. ამასთან მანგანუმ(IV)-ის ოქსიდი არ დახარჯულა, იგი კატალიზატორია.

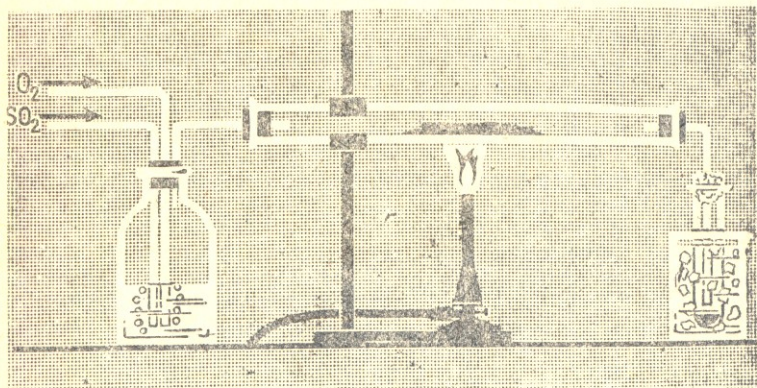
● კატალიზატორი ეწოდება ნივთიერებას, რომელიც მონაწილეობს რომელიმე ქიმიურ რეაქციაში, ცვლის მის სიჩქარეს, თვითონ კი ქიმიურად უცვლელი რჩება რეაქციის დამთავრებისას.

კატალიზი არის ქიმიური რეაქციის სიჩქარის შეცვლა კატალიზატორის თანაობისას.

გავეცნოთ კატალიზის ზოგიერთ ზოგად კანონზომიერებას ჟანგბადით გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის დაჟანგვის ცდის ჩატარებისას:



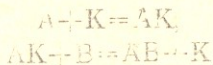
ცარიელ მინის მილში გავატაროთ გოგირდ(IV)-ის ოქსიდისა და ჰაერის ნარევი. ჯერ 20—25°C ტემპერატურაზე გავატაროთ, ხოლო შემდეგ გახურებისას. რეაქცია არ შეიმჩნევა. გავიმეოროთ ცდა. მილში წინასწარ მოვათავსოთ რკინა(III)-ის ოქსიდის ნაჭრები (სურ. 94). რეაქცია 20—25°C ტემპერატურაზე მაინც არ მიმდინარეობს. მაგრამ რეაქცია იწყება 500°C-ის მახლობელ ტემპერატურაზე და უფრო მაღალ ტემპერატურაზე საკმაოდ სწრაფად მიმდინარეობს. მიმღებ სინჯარაში ჩნდება გოგირდ(VI)-ის ოქსიდი. ამ დროს რკინა (III)-ის ოქსიდი არ იცვლება. მაშასადამე, მოცემული რეაქცია კატალიზურია, ხოლო რკინა(III)-ის ოქსიდი — კატალიზატორი. თავის აქტივობას იგი 500°C-სა და უფრო მაღალ ტემპერატურაზე ავლენს.



სურ. 94. გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის დაჟანგვა კატალიზატორის თანაობისას.

როგორ ავხსნათ რკინა(III)-ის ოქსიდის როლი ამ რეაქციაში? ხომ არ შეიძლება კატალიზის ახსნას მივუღვეთ იმ წარმოდგენებს საფუძველზე, რომ ქიმიური რეაქციები, როგორც წესი, მოიცავენ ნამიმდევრულ სტადიებს?

წარმოვიდგინოთ, რომ აირის მოლეკულები უკავშირდება რკინა(III)-ის ოქსიდის ზედაპირს — ადსორბირდება მასზე. ანაზღაურებს ერთი ან ორივე რეაგენტი კატალიზატორთან წარმოქმნილ ანაზღაურებულ შუალედურ ნაერთებს. სტადიების ეს თანმიმდევრობა შეიძლება სქემატურად ჩავწეროთ შემდეგი განტოლებებით:



სადაც A და B — მორეაგირებელი ნივთიერებების ფორმულებია, K — კატალიზატორია.

თითოეული ეს სტადია მიმდინარეობს ბევრად უფრო ჩქარა, ვიდრე საწყისი ნივთიერებათა მოლეკულების უშუალო ურთიერთქმედება. თუ ამ თეორიას გამოვიყენებთ, მაშინ იბადება რიგი კითხვები, ვინაშე სჯელობთ ზოგიერთ მათგანზე.

თითოეული კატალიზური რეაქციისათვის მხოლოდ ერთი კატალიზატორი არსებობს თუ რამდენიმე? შეუძლია თუ არა ერთსა და იმავე ნივთიერებას იყოს რამდენიმე რეაქციის კატალიზატორი?

კატალიზური რეაქციების შესწავლის გამოცდილება გვიჩვენებს, რომ მრავალი ქიმიური რეაქცია ჩქარდება სხვადასხვა კატალიზატორის მონაწილეობით. კერძოდ, გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის დაქანგვის კატალიზატორებია ლითონები — დაქუცმაცებული პლატინა და ლითონების ოქსიდები, მაგალითად, რკინა(III)-ის ოქსიდი, ვანადიუმი(V)-ის ოქსიდი. ერთი და იგივე ნივთიერება შეიძლება იყოს სხვადასხვა რეაქციის კატალიზატორი, მაგალითად, გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის დაქანგვის კატალიზატორები: რკინა(III)-ის ოქსიდი და პლატინა კარგი კატალიზატორებია სხვა რეაქციისათვისაც, მაგალითად, ამიაკის აზოტ(II)-ის ოქსიდად დაქანგვისათვის, რომელსაც დიდი საწარმოო მნიშვნელობა აქვს.

კატალიზატორიან მილში ვატარებდით სუფთა გოგირდ(IV)-ის ოქსიდისა და ჰაერის ნარევს. თუ ამ ნარევს დავუმატებთ უმნიშვნელო რაოდენობით დარიშხან(V)-ის ოქსიდს, მაშინ ქანგვის სიჩქარე მცირდება, ხოლო შემდეგ რეაქცია მთლიანად შეწყდება. ასეთ მოვლენ-

ნას ეწოდება კატალიზატორის მოწამვლა, ხოლო ნივთიერებას, რომლის მინარევი მკვეთრად ამცირებს კატალიზური რეაქციის სიჩქარეს, ეწოდება კატალიზური შხამი.

კატალიზატორის მოწამვლა შეიძლება ავხსნათ მისი ურთიერებით „შხამთან“ უფრო მდგრადი ნაერთების წარმოქმნით, ვიდრე ისინია, რომლებიც წარმოიქმნება კატალიზატორთან საწყისი მორეაგირე ნივთიერებების ურთერთქმედების დროს.

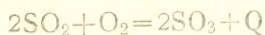
კატალიზი არაჩვეულებრივად ფართოდ არის გავრცელებული ბუნებაში. იგი დიდ როლს ასრულებს ყველა ორგანიზმის ცხოველქმედებაში. დიდია კატალიზის მნიშვნელობა მრეწველობაში: იგი საშუალებას იძლევა ჩქარა ჩატარდეს მრავალი მნიშვნელოვანი რეაქცია. კატალიზმა განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა პოვა უკანასკნელ თვეულელებში. კერძოდ, მასზე დაუფიქნებელია ახლახან შექმნილი დარგი — ნავთობქიმიური მრეწველობაც.

1. როგორ არის დამოკიდებული კატალიზური რეაქციის სიჩქარე მორეაგირე ნივთიერებების მოლურ კონცენტრაციებზე?
2. ჩამოაყალიბეთ კატალიზური რეაქციის სიჩქარის ცვლილების კანონზომიერება ტემპერატურის აწევისას.
3. აქვს თუ არა მნიშვნელობა კატალიზატორის ნაწილაკების ზომისა და ფორიანობას?

§ 97. ქიმიური წონასწორობა

ჩვენ ვიცით, რომ მრავალი ქიმიური რეაქცია ურთიერთსაპირისპირო მიმართულებით მიმდინარეობს, მაგალითად, ვერცხლისწყლის ოქსიდის დაშლა ვერცხლისწყლად და ჟანგბადად და მისი წარმოქმნა ვერცხლისწყლისა და ჟანგბადისაგან, წყლის წარმოქმნა და დაშლა, გოგირდმჟავას წარმოქმნა და დაშლა და სხვ.

ამ ფაქტსაზრისით განვიხილოთ გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის დაჯანგვის რეაქცია:



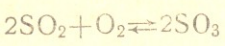
თუ გოგირდ(IV)-ის ოქსიდს გავატარებთ იმავე კატალიზატორზე, რომელსაც ვიყენებთ გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის დაჯანგვისათვის, და ამასთან იმავე ტემპერატურას შევეუნარჩუნებთ, მაშინ აღმოჩნდება, რომ გოგირდ(VI)-ის ოქსიდი ნაწილობრივ იშლება გოგირდ(IV)-ის ოქსიდად და ჟანგბადად, ე. ი. მიმდინარეობს რეაქცია:



ამ რეაქციებიდან ერთ-ერთს, მაგალითად, გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის

დაქანგვას, შეიძლება პირდაპირი რეაქცია ვუწოდოთ, ხოლო სეორეს — შექცეული რეაქცია.

ამ რეაქციებისათვის ორი ცალკე განტოლების დაწერა არის. ორივე განტოლება შეიძლება გავაერთიანოთ, თუ ტოლომის წინშეს შევცვლით ორი, ურთიერთსაპირისპირო მხარეს მიმართული ისრით:



● ქიმიურ რეაქციებს, რომლებიც ერთდროულად ერთსა და იმავე პირობებში საპირისპირო მიმართულებებით მიმდინარეობს, შექცევადი რეაქციები ეწოდება.

როგორც პირდაპირი, ისე შექცეული რეაქციების სიჩქარეები დიდდება ტემპერატურის აწევის ზოგადი კანონზომიერების შესაბამისად, მაგრამ მკლანდდება შემდეგი მოვლენა: 400°C-ზე მაქსიმალურად იქანგებო გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის 99,2%, 500°C-ზე — 93,5%, 600°C-ზე — 73,0%, 1000°C-ზე — მხოლოდ 5%. რაოდენ ხანგრძლივადაც არ უნდა ჩავატაროთ რეაქცია მოცემულ ტემპერატურაზე, აირთა ნარევიში მაინც რჩება რეაქციაში შეუსვლელი გოგირდ(IV)-ის ოქსიდი. ბოლომდე არ მიდის შექცეული რეაქცია — ნარევიში რჩება დაუშლელი გოგირდ(VI)-ის ოქსიდი, და ამასთან სწორედ იმდენი, რამდენიც იმავე პირობებში გოგირდ(IV)-ის ოქსიდისა და ჟანგბადისაგან წარმოიქმნება.

ისმის კითხვა: რატომ არ მიდის ბოლომდე შექცევადი რეაქციები, არამედ მიაღწევს თუ არა განსაზღვრულ ზღვარს, თითქოს შეწყდება? ამ კითხვაზე პასუხი რომ მივიღოთ, დავაკვირდეთ გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის ჟანგვისას როგორ იცვლება პირდაპირი და შექცეული რეაქციების სიჩქარეები მუდმივი ტემპერატურისა და წნევის დროს.

გოგირდ(IV)-ის ოქსიდისა და ჟანგბადის მოლური კონცენტრაციები აირთა ნარევიში თანდათან მცირდება, შესაბამისად ეცემა ჟანგვის სიჩქარე. პირდაპირი რეაქციის სიჩქარე $v_{პირ}$ პირიქით, წარმოიქმნილ გაზთა ნარევიში გოგირდ(VI)-ის ოქსიდის მოლური კონცენტრაცია თანდათან დიდდება და მასასადამე, შექცეული რეაქციის სიჩქარეც $v_{შექც}$ იზრდება. რამდენიმე ხნის შემდეგ პირდაპირი და შექცეული რეაქციების სიჩქარეები, ცხადია, ტოლები გახდება:

$$v_{პირ} = v_{შექც}$$

როგორც პირდაპირი, ისე შექცეული რეაქცია განაგრძობს მიმდინარეობას, მაგრამ ნივთიერებათა ნარევის შედგენილობა, ამ რეაქციების სიჩქარეების ტოლობის შედეგად, მუდმივი რჩება.

● მორეაგირე ნარევის მდგომარეობას, როცა თითოეული ნივთიერების იმდენივე მოლესულა წარმოიქმნება, რამდენიც იხარჯება, ქიმიური წონასწორობა ეწოდება. ნარევის შედგენილობას, რომელიც ქი-

მიუღი წონასწორობის მდგომარეობაშია, წონასწორობაშია. გახსოვდეთ, რომ წონასწორობა იმიტომ კი არ მყარდება, რომ რეაქციები შეწყდა, არამედ პირდაპირი და შექცეული რეაქციების ერთდროულად საპირისპირო მიმართულებით ერთნაირი სიჩქარით მიმდინარეობის შედეგად. ასეთ წონასწორობას დინამიკურს უწოდებენ.

ზემოთ მოყვანილი მონაცემები გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის დაჟანგვის მაქსიმალური ხარისხის შესახებ ახასიათებს სხვადასხვა ტემპერატურაზე ნარევის წონასწორობულ შედგენილობას. ტემპერატურის აწევით ასეთ ნარევეში გოგირდ(VI)-ის ოქსიდის შემცველობა მცირდება. რატომ?

ტემპერატურის აწვევისას პირდაპირი და შექცეული რეაქციების სიჩქარეები არაერთნაირად იზრდება. გოგირდ(VI)-ის ოქსიდის დაშლის (შექცეული) რეაქციის სიჩქარე უფრო სწრაფად იზრდება, ვიდრე პირდაპირი რეაქციის სიჩქარე. აღვნიშნავთ, რომ პირდაპირი რეაქცია ეგზოთერმულია, ხოლო შექცეული — ენდოთერმული.

მოცემულ შემთხვევაში ვლინდება საერთო კანონზომიერება, რომელიც ახასიათებს ტემპერატურაზე წონასწორობის დამოკიდებულებას: ტემპერატურის აწევრისას ეგზოთერმული რეაქციის წონასწორობა გადაინაცვლებს საწყისი ნივთიერებების წარმოქმნის მხარეზე, ხოლო ენდოთერმული რეაქციის წონასწორობა — რეაქციის პროდუქტების წარმოქმნის მხარეზე.

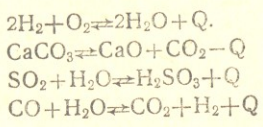
ახდენს თუ არა გავლენას კატალიზატორი წონასწორობის მდგომარეობაზე? ამ კითხვაზე პასუხი შეიძლება მივიღოთ სხვადასხვა კატალიზატორზე რეაქციის ჩატარებით. მაგალითად, აღმოჩნდა, რომ როგორი კატალიზატორიც არ უნდა გამოვიყენოთ, ერთსა და იმავე პირობებში მაქსიმალურად იჟანგება გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის ერთნაირი წილი. ეს საერთო კანონზომიერებაა, კატალიზატორი ერთნაირად აჩქარებს როგორც პირდაპირ, ისე შექცეულ რეაქციას, მაგრამ წონასწორობას ვერ გადაინაცვლებს.

დინამიკური წონასწორობა მყარდება ფიზიკური პროცესების დროსაც. მაგალითად, თუ დახშულ ჭურჭელში მუდმივ ტემპერატურაზე არის რაღაც რაოდენობით წყალი, რომელიც მის მოცულობას მთლიანად არ ავსებს, რამდენიმე ხნის შემდეგ წონასწორობა მყარდება წყალსა და წყლის ორთქლს შორის: დროის ერთეულში ორთქლდება წყლის იმდენივე მოლეკულა, ორთქლის რამდენი მოლეკულაც კონდენსირდება.

ცნებას ქიმიური წონასწორობის, ისევე როგორც ცნებას ქიმიური რეაქციების სიჩქარის — ქიმიური კინეტიკის შესახებ, ძალიან დიდი მნიშვნელობა აქვს როგორც ქიმიისათვის, ისე ქიმიური წარმოებისათვის.

თუ ხელთა გვაქვს მონაცემები ქიმიური წონასწორობის შესახებ, შეიძლება გამოვთვალოთ პროდუქტის წონასწორული (მაქსიმალური) გამოსავალი მორეაგირე ნივთიერებათა მოლურ კონცენტრაციებში წნეებასა და ტემპერატურაზე დამოკიდებულებით.

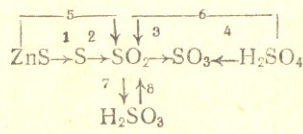
1. რომელ მხარეს გადაინაცვლებს წონასწორობა ტემპერატურის აწევისას:



2. გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის, ქანგზადისა და გოგირდ(VI)-ის ოქსიდის ქიმიური წონასწორობის დროს 1 წმ წარმოიქმნა გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის n მოლეკულა: რამდენი ქანგზადის მოლეკულა წარმოიქმნა ამავე დროის განმავლობაში?

3. განიხილეთ სითხეში მყარი ნივთიერების გახსნის პროცესი წონასწორობის დამყარებამდე. მიმდინარეობს თუ არა გახსნა და კრისტალიზაცია დამყარებული წონასწორობის დროს? როგორ გადაინაცვლოთ წონასწორობა გახსნის მხარეს?

4. დაწერეთ რეაქციების განტოლებები, რომლებიც მოყვანილ სტემაში თითოეულ ისარს უბასუხებს. იმსჯელეთ თითოეული მათგანის თავისებურებისა და პირობების შესახებ:

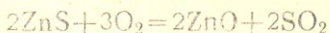


§ 98. გოგირდშეშავას წარმოება. ნედლეული გოგირდშეშავას წარმოებისათვის

გოგირდი ჩვენს პლანეტაზე მეტისმეტად გავრცელებულ ქიმიურ ელემენტთა რიცხვს მიეკუთვნება. დედამიწის ქერქი მას შეიცავს თავისუფალი გოგირდის, ლითონთა სულფიდების, სხვადასხვაგვარი სულფატებისა და სხვა ნაერთების სახით. გოგირდის ნაერთებს შეიცავს წიაღისეული სათბობის ყველა სასეობა.

ცნობილია თვითნაბადი გოგირდის, გოგირდის ალმადანისა FeS_2 და კალციუმის სულფატის მდიდარი საბადოები. ნედლეულის ყველა ამ სახეს იყენებენ გოგირდშეშავას წარმოებისათვის. მაგრამ მრეწველობა ამით არ იფარგლება.

მრავალ ფერად ლითონს, მაგალითად, სპილენძს, თუთიას, ტყვიასა და სხვებს, ბუნებრივი სულფიდებისაგან ლებულობენ. ამ ლითონურ წარმოების პირველ სტადიად ითვლება მათი გამოწვა ჰაერის ნაქსიდიდს. ამ დროს წარმოიქმნება ლითონის ოქსიდი და გოგირდი(IV)-ის ნაქსიდი, მაგალითად,



ცოტა ხნის წინათ მათ უშვებდნენ ატმოსფეროში, რაც დიდ ზიანს აყენებდა გარემოს. ამჟამად უკვე ფერადი მეტალურგიის მრავალ ქარხანაში ამ ნარჩენისაგან — გოგირდი(IV)-ის ოქსიდისაგან გოგირდმჟავას ლებულობენ.

სპილენძის მადნები სპილენძის გოგირდოვან ნაერთებთან ერთად ხშირად შეიცავენ გოგირდის ალმადანს FeS_2 . ასეთ მადნებს ყოფენ სპილენძის შედარებით მაღალი შემცველობის კონცენტრატად და ნარჩენად, რომელიც შეიცავს გოგირდის ალმადანს.

წილისეული საწვავების დიდ ნაწილს იყენებენ როგორც სათბობს თბოელექტროსადგურებში, თბოცენტრალებში, სამრეწველო და საყოფაცხოვრებო საცეცხლეებში. რომელ თქვენგანს არ უგრძნია გოგირდოვანი აირის სუნი, რომელიც შედის კვამლის აირებში, და არ დაფიქრებულა კითხვაზე, ნუთუ არ შეიძლება კვამლის აირების გაწმენდა ამ მინარევებისაგან, თუ მას გამოვიყენებთ, მაგალითად, გოგირდმჟავას მისაღებად? ეს პრობლემა აქამდე არ არის ვადაჭრილი უმთავრესად იმიტომ, რომ გოგირდი(IV)-ის ოქსიდის კონცენტრაცია კვამლის აირებში დაბალია. ეს ერთ-ერთი ძალიან აქტუალური პრობლემაა, რომელზეც დღეს მრავალი მკვლევარი მუშაობს.

კოქსის მიღების მიზნით ქვანახშირის უჰაეროდ გახურებისას წარმოიქმნება კოქსის აირი, რომელიც გოგირდწყალბადს შეიცავს. კოქს-ქიმიურ ქარხნებში მისგან ლებულობენ გოგირდს ან გოგირდი(IV)-ის ოქსიდს.

მრავალი ბუნებრივი საწვავი აირი შეიცავს მნიშვნელოვანი რაოდენობით გოგირდწყალბადს, რომლისგანაც ისინი უნდა გაიწმინდოს. მიზანშეწონილია მისგან გოგირდისა და გოგირდმჟავას წარმოება.

ამგვარად, თქვენ ხედავთ, რომ გოგირდმჟავას წარმოებისათვის ბუნებრივი ნედლეულთან ერთად შეიძლება და აუცილებელია სხვა წარმოებების ყოველგვარი ნარჩენების გამოყენება. ამ დროს ვაღწევთ ორ მიზანს: მცირდება მავნე აირებით ატმოსფეროს გაჭუჭყიანება და მცირდება ნედლეულის და, მაშასადამე, გოგირდმჟავას ღირებულება.

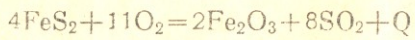
ბუნებრივი რესურსების ასეთ გამოყენებას, რომლის დროსაც ნედლეულის შედგენილობაში შემავალი ყველა ელემენტი გადაამუშავდება სასარგებლო პროდუქტებად, კო მ პ ლ ე ქ ს უ რ ი ე წო ლ ბ ა.

სოციალისტურ მეურნეობაში, რომელიც ემყარება სასაქონლო გეგმებს ხალხის ინტერესებისათვის, ბუნებრივი რესურსების კომპლექსური გამოყენება არის წარმოების განვითარების უმნიშვნელოვანესი მიმართულება.

1. რატომ არის საწვავი სულფიდის შემცველი წიაღისეული?
 2. რომელი რეაქტივების საშუალებით შეიძლება გოგირდმჟავას მიღება:
 ა) გოგირდისაგან, ბ) გოგირდის ალმადანისაგან, გ) გოგირდწყალბადისაგან, დ) სპილენძსაღნობი ქარხნების ნარჩენი აირებისაგან?
 3. სსრ კავშირში 1958 წელს გოგირდმჟავას 71,4% მიღებული იყო გოგირდის ალმადანისაგან, მათ შორის სპილენძის მადნების გამდიდრების დროს მიღებული ნარჩენებისაგან. 1970 წელს გოგირდმჟავას წარმოების საერთო მნიშვნელოვანი ზრდის დროს გოგირდის ალმადანის გამოყენება დაეცა 41,8%-მდე. რა შეიძლება ითქვას ამ მონაცემების საფუძველზე გოგირდმჟავას ახალი საამქროების ნედლეულის ბაზების შესახებ?
 4. დახატეთ სპილენძის საბადოების კომპლექსური ვადამუშავეების სქემა.

§ 99. გოგირდმჟავას წარმოების პირველი სტადია — გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის მიღება

წინა პარაგრაფის ბოლოში მოყვანილ მეორე კითხვაზე პასუხის გაცემით თქვენ ნახეთ, რომ გოგირდისაგან, გოგირდის ალმადანისა და გოგირდწყალბადისაგან გოგირდმჟავას წარმოების პირველი სტადია არის მათი დაწვა გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის შემცველი აირის მიღების მიზნით, თქვენ ადვილად შეგიძლიათ წარმოიდგინოთ გოგირდწყალბადის, გამდნარი გოგირდისა და გოგირდის ალმადანის წვის პირობები აიროვანი საწვავის, მახუთის ან ქვანახშირის წვის ანალოგიით. დაწვრილებით განვიხილოთ მყარი ნედლეულის — გოგირდის ალმადანის გამოწვა:

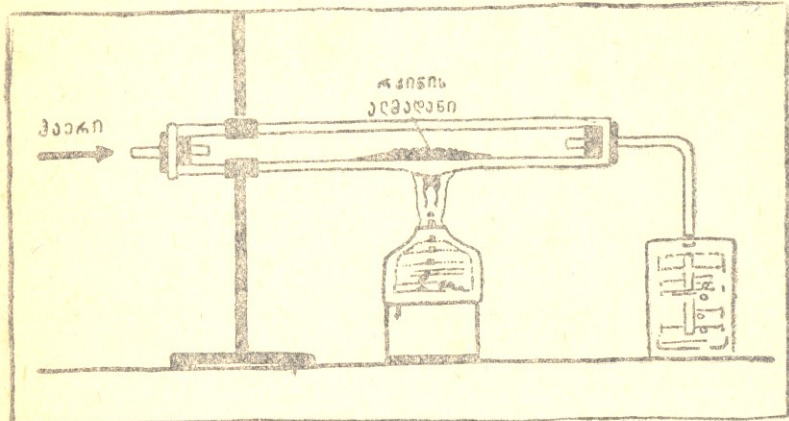


ცხადია, რომ ამ რეაქციის ჩატარება სასურველია ქარხნებში ისეთ პირობებში, რომელთა დროს ალმადანში შემცველი გოგირდი შეძლებისდაგვარად მთლიანად გამოიყენება გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის მისაღებად და რეაქცია ჩქარა მიმდინარეობს. უკანასკნელი მოთხოვნა განპირობებულია იმით, რომ ღუმელის მწარმოებელურობა, ე. ი. დღე-ღამის განმავლობაში მასში დამწვარი ალმადანის რაოდენობა, იზრდება გამოწვის სინქარის გადიდებით.

ოპტიმალური პირობების შერჩევისათვის უპირველეს ყოვლისა აუცილებელია ფიზიკურ-ქიმიური მონაცემები რეაქციის ქიმიური წონასწორობისა და სინქარის შესახებ. მოცემული რეაქცია შეუქცევა-

დია. მისი სიჩქარე იზრდება ჟანგბადის კონცენტრაციის გადიდებისას. ტემპერატურის აწევისას და აირისა და ალმადანის შეხების ზედაპირის გადიდებისას, ე. ი. ალმადანის ნაწილაკების ზომის შემცირებისას.

იმისათვის, რომ დავაზუსტოთ რეაქციის მიმდინარეობის ბი, ჩავატაროთ ცდა ლაბორატორიულ დანადგარში (სურ. 95). ოთახის ტემპერატურაზე ალმადანის ფენაში გავატაროთ ჰაერი — ამ პირობებში რეაქცია არ მიმდინარეობს. იგი შესამჩნევი ხდება ალმადანის დაახლოებით 400°C-მდე გახურებისას და ჩქარდება ტემპერატურის შემდგომი აწევისას. ჰაერის მიწოდების შეუწყვეტლად სპირტქურა გავდგათ განზე — რეაქცია გრძელდება, მაშასადამე, იგი ეგზოთერმულ-



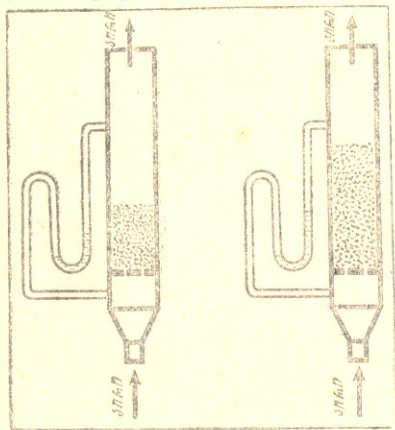
სურ. 95. რკინის ალმადანის გამოწვა.

ლია. ცდის ბოლომდე მიყვანისას ვამჩნევთ, რომ მილში დარჩა (გმსჯელობთ ფერის მიხედვით) რკინა (III)-ის ოქსიდი. გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის წარმოქმნაზე მიუთითებს ინდიკატორის ფერის შეცვლა და აირის სუნი.

ჰაერი შევცვალოთ ჟანგბადით — რეაქცია ჩქარდება. იგი ჩქარდება აგრეთვე ალმადანის ნაწილაკების ზომის შემცირებისას. თუმცა იმისდა მიხედვით, რაც უფრო მკვრივი ხდება მყარი მასალის ფენა, მით უფრო ძნელია მასში აირის გატარება. გვეცნოთ ამ მოვლენას უფრო დაწვრილებით 96-ე სურათზე გამოსახულ დანადგარში ცდის ჩატარებით. მილში წვრილნასვრეტებიან ცხატურზე მოვათავსოთ ქვიშის წვრილი ნაწილაკები. საჭიროა შევქმნათ ჰაერის საკმაოდ დიდი წნევა, რომ მან შეაღწიოს ამ ფენაში, მაგრამ ამასთან ქვიშის ნაწილაკებს ჰაერის ნაკადი წარიტაცებს. თუმცა შემჩნეულია მეტად საყურადღებო მოვლენა: აირის რამდენადმე მცირე სიჩქარისას მყარი მასალის ნაწილაკებს თითქმის არ წარიტაცებს აირის ნაკადი, მაგრამ

ფენა ფევიერდება, დიდი მოცულობის ხდება. ასეთ ფენას მდლუარე სუქოდებენ იმიტომ, რომ მას აქვს მდლუარე სითხის თვისებების მსგავსი ზოგიერთი თვისება.

გაიზრდება თუ არა რეაქციის სიჩქარე მისი ვატარებით ფენაში? შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ გაიზრდება, რადგანაც მორეაგირე ნივთიერებების შეხების ზედაპირი იზრდება, თითოეული მყარი ნაწილაკი ირწყვება აირით, მდლუარე ფენის შიგნით ხდება აირის და მყარი ნივთიერების შერევა, მთელ ფენაში ერთნაირი ტემპერატურა შეინარჩუნება.



სურ. 96. მყარი მასალის ფენის მდგომარეობა მასში აირის სხვადასხვა სიჩქარით გავლის დროს:
 ა) უძრავნაწილაკებიანი ფენა, ბ) „მდლუარე ფენა“.

როგორია გოგირდის ალმადანის გამოწვის ოპტიმალური პირობები წარმოებაში: ჟანგბადის შემცველობა გამოწვისათვის მიწოდებულ აირში, ალმადანის ნაწილაკების ზომა, რეაქციის ტემპერატურა?

ჰაერის შეცვლა უსაფრთხო პროცესის ინტენსიფიცირების საშუალებას იძლევა, მაგრამ ჟანგბადმა ჯერ კიდევ ვერ პოვა გამოყენება გოგირდშეფუთვას წარმოებაში მისი შედეგებით მაღალი ღირებულების გამო. გამოწვას ატარებენ ჰაერის ნაკადში.

„მდლუარე“ ფენის არსებობის აღმოჩენამ შესაძლებლობა მო-

ცა ბევრად დაჩქარებულყო მრავალი რეაქციის ჩატარება მყარ ფაზაში აიროვან ნივთიერებებს შორის. მდლუარეფენიან ღუმელში გამოწვა მიმდინარეობს რამდენიმე წამის განმავლობაში, მაშინ როცა ადრე გამოყენებულ ღუმელებში იგი მთავრდებოდა რამდენიმე საათის შემდეგ. ამიტომ გასაგებია, რომ გოგირდშეფუთვას ყველა ახალი დანადგარი აღჭურვილია მდლუარე ფენის მქონე ასეთი აპარატებით.

რასაკვირველია, ასეთ ღუმელში პროცესი უწყვეტი და მთლიანად მექანიზებულია (სურ. IV). ალმადანი ღენტიანია ტრანსპორტიორით ბუნკერს გადაეცემა და იქიდან ღუმელს მიეწოდება განუწყვეტლივ. ქვევიდან მრავალი მილით შეიტუმბება ჰაერი. ნაწილი ნაწილობრივ წართმევა ღუმელის აირით, ნაწილობრივ კი გაიტანება ღუმელის გვერდითი ხვრელით.

ცხადია, სასურველია, რაც შეიძლება მაღალი ტემპერატურა იყოს

შენარჩუნებული, მაგრამ უნდა შემოვიფარგლოთ 800°C-ით, რადგან უფრო მაღალ ტემპერატურაზე მყარი მასალის ნაწილაკები შეცნობის იწყებს და წარმოქმნის მსხვილ ფუნდებს. ტემპერატურას არეგულირებენ რეაქციის ჩატარებით თეორიულზე რამდენადმე მეტი ჰაერის სიჭარბით. ვარდა ამისა სარეაქციო აპარატში ათავსებენ ორთქლის ქვაბის მიღებს. წარმოქმნილ წყლის ორთქლს იყენებენ ელექტრო-ენერჯის წარმოებისათვის ან სხვა მიზნით.

როგორია ლუმელის ოპტიმალური სიმძლავრე, ე. ი. რა რაოდენობით აღმადანის გამოწვაზე უნდა გავითვალისწინოთ იგი?

ქიმიური რეაქტორების სიმძლავრის გადიდებით მცირდება კაბიტალური დანახარჯები პროდუქციის ერთეულზე და პროდუქციის ღირებულება, იზრდება შრომის ნაყოფიერება. ამიტომ გოგირდმჟავას ახალი სამქრობები აღჭურვილია ლუმელებით, რომელთა სიმძლავრეა 300 ათასი ტ წელიწადში 100-პროცენტთან გოგირდმჟავაზე გადაანგარიშებით.

თანამედროვე მძლავრ დანადგარებს, რომლებშიც მკაცრად უნდა იყოს დაცული მოცემული ოპტიმალური პირობები, არ აკონტროლებენ და არ მართავენ ხელით. ისინი აღჭურვილია მრავალი ავტომატურად მოქმედი და ჩამწერი საკონტროლო-გამზომი აპარატით, რომლებიც შესაძლებლობას იძლევა დროის ნებისმიერ მომენტში გვექონდეს ყველა აუცილებელი მონაცემი. ოპტიმალური რეჟიმი შენარჩუნებულია ავტომატური მოწყობილობების მქონე ამ ხელსაწყოების ჩვენების საფუძველზე. ისინი აუცილებლობის დროს რეაქციის ზონაში ქვეითებენ ტემპერატურას ჰაერის მიწოდების გაზრდით და ა. შ.

აღმადანის გამოწვის გაცნობით თქვენ გაიგეთ რიგი ქიმიური წარმოებებისათვის საერთო კანონზომიერებები:

სარეაქციო აპარატების მწარმოებლურობის გადიდების მიზნით ქიმიურ რეაქციებს ატარებენ ქარხნებში რაც შეიძლება დიდ სიჩქარეზე.

მყარ და აიროვან ნივთიერებებს შორის რეაქციები მიზანშეწონილია ჩატარდეს „მდულარე ფენაში“;

რეაქციის სიბზო შეიძლება გამოვიყენოთ, მაგალითად, წყლის ორთქლის წარმოებისათვის;

მიზანშეწონილია დიდი სიმძლავრის რეაქტორების დაყენება;

წარმოება უნდა იყოს მთლიანად მექანიზებული, უწყვეტი, პროცესის კონტროლი და მისი მართვა ავტომატიზებული.

- ?
1. რატომ არ შეიძლება დავუშვათ ნაწილაკების შეცნობა „მდულარე ფენაში“ აღმადანის გამოწვისას?
 2. ჩამოთვალეთ მყარ ნივთიერებებთან აიროვანი ნივთიერებების ურთიერთქმედების სიჩქარის გადიდების ყველა ხერხი.
 3. რეაქციის სიჩქარის შესახებ მონაცემების საფუძველზე ახსენით, რა-

ტომ ვურიგდებით იმას, რომ ნამწვთან ერთად გოგირდის რაოდენობა იკარგება?

4: ოქტიმალური პირობების დროს შესაძლებელია გოგირდ(IV)-ის ოქსიდი გარდაიქმნას გოგირდის დაახლოებით 98%. რამდენი ოქსიდი წარმოიქმნება 1 ტ გოგირდის ალმადანის გამოწვისას, რომელიც 45% გოგირდს შეიცავს?

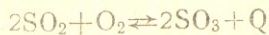
5: ალმადანის გამოსაწვავი საქარხნო დანადგარი განუწყვეტილად მუშაობს. ლაბორატორიული დანადგარი, რომელშიც ტარდებოდა ზემოთ აღწერილი ცდა, პერიოდულად მოქმედებს. თქვენი აზრით, რაში უდგომარეობს უწყვეტი მოქმედების აპარატების უპირატესობანი პერიოდულად მოქმედ აპარატებთან შედარებით?

6: რა რაოდენობით ალმადანი გამოიწვება ღღე-ღამის განმავლობაში ღუმელში, რომლის სიმძლავრე მითითებულია პარაგრაფის ტექსტში, თუ გადაუმუშავებისას იკარგება გოგირდის 5% იმ რაოდენობიდან, რომელიც შედის ალმადანის შედგენილობაში? ღუმელი მთელი წლის განმავლობაში განუწყვეტილად მუშაობს.

7: რა შასალისაგან აგებენ ალმადანის გამოსაწვავ ღუმლებს?

§ 100. გოგირდშავას წარმოების მიზან სხადია — გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის დაშანგვა

გოგირდ(IV)-ის ოქსიდი უნდა დავუანგოთ გოგირდ(VI)-ის ოქსიდად:



ეს რეაქცია შექცევადია. როგორც მივუთითებდით, 400°C-ის დროს მაქსიმალურად დავუანგება გოგირდის ოქსიდის 99,2% (ატმოსფერული წნევისა და უანგბადის რამდენადმე სიჭარბის დროს), 600°C დროს — მხოლოდ 73%. ცნობილია გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის დავუანგვის ასეთი კატალიზატორები: პლატინა, რკინისა და ვანადიუმის ოქსიდები. ტოლფასია თუ არა ისინი? პლატინაზე რეაქციის სინქარე შესამჩნევი ხდება უკვე დაახლოებით 350°C-ზე, ვანადიუმიან კატალიზატორზე — დაახლოებით 400°C-ზე, რკინის კატალიზატორზე — დაახლოებით 550°C-ზე, მამასადამე, ჩამოთვლილი კატალიზატორებიდან პლატინა ყველაზე უფრო აქტიურია, რკინა(III)-ის ოქსიდი ყველაზე ნაკლებად აქტიური, ვანადიუმ(V)-ის ოქსიდს შუალედური მდგომარეობა უჭირავს.

კატალიზურ რეაქციებს მიეკუთვნება საერთო კანონზომიერება — რეაქციის სინქარის გადიდება ტემპერატურის აწევისას, მაგრამ მათ აქვთ ზოგიერთი თავისებურება: თითოეული მყარი კატალიზატორისათვის გარკვეული ტემპერატურის ზევით რეაქციის სინქარე მკვეთრად ეცემა. ვანადიუმის კატალიზატორისათვის ეს ტემპერატურაა



62°C. ცხადია, ამ ტემპერატურის დროს კატალიზატორში იწყება პროცესები, რომლებიც იწვევენ მისი სტრუქტურისა და ქიმიური შედგენილობის ცვლილებასაც კი. ასეთი ცვლილებები ოპტიმალური პირობების დროსაც მიმდინარეობს, მაგრამ ისინი შესამჩნევი ხდება მხოლოდ რამდენიმე, ხანდახან დროის ხანგრძლივი შუალედის შემდეგ. მაგალითად, პლატინის კატალიზატორები აქტიურობას ინარჩუნებენ 10—15 წლის განმავლობაში, რის შემდეგ გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის გარდაქმნის ხარისხი შემცირებას იწყებს. ვანადიუმიანი კატალიზატორებისათვის ეს ვადა დაახლოებით 5 წლით განისაზღვრება.

ალმადანის გამოწვევით მიღებულ აირში არის ზოგიერთი მინარევი, კერძოდ, დარიშხან(III)-ის ოქსიდი. ისინი წამლავენ კატალიზატორებს. მოცემული რეაქცია მიმდინარეობს აირებს შორის აირის წარმოქმნით. მაგრამ მყარი კატალიზატორის მონაწილეობით. ეს პეტეროგენული რეაქციაა, და მას მიყენებული აქვს კანონზომიერებები, რომლებიც ალმადანის გამოწვევის მაგალითზე იქნა დადგენილი.

ახლა ჩვენ შეგვიძლია განვიხილოთ საკითხი წარმოებაში გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის დაქანგვის ოპტიმალური პირობების შესახებ, რომელ კატალიზატორს ვამჯობინებთ? შეიძლება ყველაზე უფრო აქტიურს — პლატინას? მას ადრე იყენებდნენ, მაგრამ რადგან იგი ძალიან ძვირია, დიდი მუშაობა ჩატარდა უფრო იაფი, მაგრამ საკმაოდ აქტიური და მდგრადი კატალიზატორის ძიებისათვის. ასეთი აღმოჩნდა კატალიზატორი, რომლის საფუძველია ვანადიუმ(V)-ის ოქსიდი. მან ახლა გამოყენება პოვა გოგირდმჭავას ქარხნებში.

იმისათვის, რომ საკმაოდ სრულად დაეყანგოთ გოგირდ(IV)-ის ოქსიდი, რეაქცია უნდა დაგვამთავროთ დაახლოებით 400—450°C ტემპერატურაზე, მაგრამ ამ ტემპერატურაზე რეაქცია ნელა მიმდინარეობს. იმისათვის, რომ მივაღწიოთ აგრეთვე რეაქციის დიდ სიჩქარეს; იგი უნდა დავიწყოთ დასაშვებ მაქსიმალურ ტემპერატურაზე (დაახლოებით 600°C) და გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის კონცენტრაციის გადიდების მიხედვით ტემპერატურა თანდათანობით დავწიოთ 400—450°C-მდე.

როგორი უნდა იყოს გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის დაქანგვის პროცესის სქემა ოპტიმალურ პირობებში? ალმადანის გამოწვევის მიიღება მტკვრითა და შხამიანი ნივთიერებებით გაბინძურებული აირების ნარევი (გოგირდისა და გოგირდწყალბადის დაწვისას წარმოქმნილი აირების ნარევი გაცილებით სუფთაა, რაც არსებითად ამარტივებს წარმოებას). აირების ნარევის გაწმენდა მტკვრისაგან მრეწველობაში ფართოდ გავრცელებული და ფრიალ მნიშვნელოვანი ოპერაციაა. ვავეცნოთ ორი აპარატის მოქმედების პრინციპებს, რომლებსაც იყენებენ გოგირდმჭავას წარმოებაში: ციკლონსა და ელექტროფილტრს.

ციკლონში აირების ნარევეს მტვრის ნაწილაკები შორდება ცენტრიდანული ძალის მოქმედებით. ციკლონი (სურ. IV) შედგება ირი, ერთიმეორეში ჩადგმული ცილინდრისაგან. აირი შედის გარე ცილინდრში გვერდიდან და გადაინაცვლებს ზევიდან ქვევით მტვრის ნაწილაკები განვითარებული ცენტრიდანული ძალის მოქმედებით გადაისროლება გარე ცილინდრის კედლისაკენ, ცვივა აპარატის კონუსურ ნაწილში, საიდანაც მას ამორებენ. გაწმენდილი აირი გამოდის აპარატიდან შიგა ცილინდრის გავლით. ეს მარტივი და ეკონომიური აპარატია, მაგრამ მასში არ შეიძლება აირი მთლიანად გაიწმინდოს — ძალიან წვრილი მტვერი მასში რჩება.

აირების ზედმიწევნით გაწმენდისათვის იყენებენ ელექტროფილტრებს (სურ. IV). ძლიერი ელექტრული ველის მოქმედებით აიროვანი ნივთიერების მოლეკულები დაიონდება. მტვრის მარცვლები იონებთან შეჯახებისას თავის მხრივ მუხტს იძენს, მიიზიდება ერთ-ერთი ელექტროდისაკენ, განიმუხტება და ილექება. ელექტროდების შენჯღრევებისას მტვერი ძირს ცვივა და შორდება აპარატს. დაბოლოს, აირს ამრობენ, რისთვისაც მას კონცენტრირებულ გოგირდმჟავასთან შეახებენ. ეს ჰეტეროგენული პროცესია, და მამასადამე, მისი სიჩქარე იზრდება აირისა და სითხის შეხების ზედაპირის გადიდებით. წარმოიღვინეთ კოშკი, რომელიც ავსებულია რგოლებით (კერამიკული ან ლითონის) (სურ. IV). კოშკში ზევიდან განუწყვეტლივ მიეწოდება სითხე, რომელიც ჩაედინება ქვევით და რგოლების ზედაპირზე წარმოქმნის აფსკს, ქვევიდან კოშკში განუწყვეტლივ მიეწოდება აირი. ასეთ კოშკში აირისა და სითხის შეხების ზედაპირი ბევრად უფრო მეტია, ვიდრე ცარიელში. სითხე და აირი მოძრაობენ საპირისპირო მიმართულებით — წინა დღენით. რატომ არის აუცილებელი წინაღღენი? წინაღღენის დროს აირი, რომელიც კოშკიდან გამოდის, ხედება კოშკში შესულ კონცენტრირებულ გოგირდმჟავას, რომელიც ხარბად იკავშირებს წყალს. ამიტომ აირის გაშრობის ხარისხი მაღალია.

გაწმენდილი აირი უნდა შევათბოთ რეაქციის დაწყების ტემპერატურამდე. შეიძლება თუ არა ენერჯის ეკონომიის მიზნით გამოვიყენოთ გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის დაჟანგვის სითბო? ეს რასაკვირველია, მიზანშეწონილია. ასეთი თბოგადაცემა შესათბობ და ცხელ აირებს შორის, რომლებიც ტოვებენ კატალიზატორს, ხორციელდება თბოგადაცემებში (სურ. IV). უმეტესად ეს ცილინდრული აპარატებია, რომელთა შიგნით განლაგებულია მილები. მილებში გადის ცხელი აირი, ხოლო მილთა შორის სივრცეში — წინაღღენით შესათბობი აირი, აირისა და მყარი კატალიზატორის შეხების ზედაპირის გადიდებისათვის ამცირებენ კატალიზატორის ნაწილაკების ზომას, ამასთან შეიძლება გამოიყენონ ძალიან წვრილი ნაწილაკებიც მდულარე ფენაში

პროცესის ჩატარებით. დაიწყეს კატალიზატორის მდულარე ფენის მქონე აპარატების გამოყენება მრეწველობაში, მაგრამ ჯერჯერობით შეტწილად იყენებენ ცხაურზე დაყრილ უძრავკატალიზატორის აპარატებს.

IV სურათზე გამოსახულ საკონტაქტო აპარატში მოთავსებულია კატალიზატორის რამდენიმე ფენა და მათ შორის განლაგებულია თბოგადამცემი, რომლებშიც თბება შემავალი აირი. ასე წყდება კატალიზატორის ტემპერატურის რეგულირების ამოცანა.

თანამედროვე საკონტაქტო აპარატები სიმძლავრის მიხედვით შეესაბამება ახალ აგებულ ღუმელებს, ე. ი. ერთ მძლავრ ღუმელში მიღებული მთელი აირი გადამუშავდება ერთ აპარატში. გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის დაჟანგვის ხარისხი უახლოვდება 99%.

მოცემული პროცესის შესწავლისას თქვენ გამოიყენეთ წინა პარაგრაფში ჩამოყალიბებული კანონზომიერებები. იმავე დროს თქვენ შეხვდით აგრეთვე ფართოდ გამოყენებულ რიგ ახალ კანონზომიერებებს ქიმიურ და სხვა წარმოებებში.

1. შეუქცევადისაგან განსხვავებით, შექცევადი ეგზოთერმული რეაქციის ჩატარებისას ოპტიმალურია ტემპერატურული რეჟიმი, რომელიც ხასიათდება რეაქციის მსვლელობაში ტემპერატურის თანდათანობით დაწვეით.

2. სამრეწველო კატალიზატორისადმი ზოგადი მოთხოვნები: აქტიურობა, მდგრადობა, სიცოცხლის დიდი ხანგრძლივობა, შედარებით სითაფე, შეძლებისდაგვარად მოწამვლისადმი მედეგობა. მოთხოვნა რეაგენტების მიმართ: კატალიზატორის მომწამვლელი და გამაბინძურებელი ნივთიერებების არარსებობა.

3. რეაგენტების წინაღღენით მოძრაობა.

4. თბოგადამცემა მონაწილე ნივთიერებათა ნაკადებს შორის, როგორც ტემპერატურის რეგულირებისა და რეაქციის სითბოს გამოყენების საშუალება.

1: რა შემთხვევაშია გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის დაჟანგვა გოგირდმჟავას წარმოების არა მეორე. არამედ, პირველი სტადია?

2. რატომ არის მიზანშეწონილი ალმადანის გამოწვის ჩატარება მუდმივი ტემპერატურის დროს. მაგალითად 800°C-ზე, ხოლო გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის დაჟანგვა ცვალებად ტემპერატურაზე?

3. რატომ არ იყენებენ იაფ და ხანგრძლივ კატალიზატორს — რკინა(III)-ის ოქსიდს მრეწველობაში?

4. რატომ არის აუცილებელი მყარი კატალიზატორის ნაწილაკების შემცველი აპარატისაკენ მიმართული აიროვანი ნარევის ზედმიწევნით გაწმენდა მტერისაგან მაშინაც კი, როცა მტვერი შხამიან ნივთიერებებს არ შეიცავს?

5. რატომ არის აუცილებელი აირის გაწმენდა?

6. თუ იცით კონცენტრირებული გოგირდმჟავას თვისებები და ქიმიური

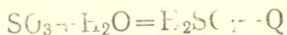
- კინეტიკის კანონზომიერებანი, დაასაბუთეთ საშრობი კოშკის მოწყობილობა.
7. რატომ იზრდება კატალიზატორის ფენის სიმაღლე აირის გავლისას?
8. რატომ არ იქანება მთლიანად გოგირდ(IV)-ის ოქსიდი?

საქართველოს
ინჟინერული
სკოლის

§ 101: გოგირდმჟავას წარმოების დასკვნითი სტადია

საკონტაქტო აპარატში წარმოქმნილი გოგირდ(VI)-ის ოქსიდი უნდა გამოვეყნოთ აირების ნარევიდან, რომელშიც იგი შედის დაახლოებით 7 მოცულობით პროცენტით, და მივიღოთ კონცენტრირებული გოგირდმჟავა ან გოგირდის ანჰიდრიდის ხსნარი გოგირდმჟავაში — ოლეუმი.

გოგირდმჟავა წარმოიქმნება გოგირდ(VI)-ის ოქსიდისაგან:



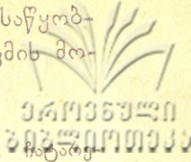
ეს რეაქცია შეუქცევია დაასაბუთეთ სწრაფ ტემპერატურის დროს. რეაქცია მიმდინარეობს ჩქარა. მისი სიჩქარე იზრდება აირისა და სითხის შეხების ზედაპირის გაზრდით.

ობტიმალური პირობების შერჩევა თითოეულ ძნელ ან არის. რეაქცია უნდა ჩავატაროთ არამალალ ტემპერატურების დროს. სარეაქციო აპარატად გამოვიყენოთ რგოლების საცმიანი კოშკი აირების ნარევისა და გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის შთანთქმელი სითხის წინაღობით მოძრაობით. მაგრამ ანგარიში უნდა გავუწიოთ ერთ სიძნელეს, რაც განპირობებულია გოგირდ(VI)-ის ოქსიდის ძალიან დიდი სიჩქარით ურთიერთქმედებით წყლის ართქლთან. ამ დროს მყისვე წარმოიქმნება გოგირდმჟავას ართქლი. აირების ნარევი აღმოჩნდება შენაჯერი ორთქლისებრი გოგირდმჟავა.

თქვენ იცით, რა ხდება ჰაერის სწრაფი გაცივებისას მდინარის ხეობაში — წარმოიქმნება ნისლი, რომელიც, როგორც ცნობილია, დიდი ხანი „ჩამოკიდებულია“ ატმოსფეროში. იგივე ემართება გოგირდმჟავას ორთქლს, მით უმეტეს, რომ გოგირდმჟავა კონდენსირდება საკმაოდ მაღალი ტემპერატურის დროს. ეს ნისლი სითხესთან შეხებისას მთლიანად არ კავდება შთანთქმელ კოშკებში, და თუ არ გამოიყენეს სპეციალური ხერხები, გამობოლქვილ აირებთან ერთად მოხვდება ატმოსფეროში, ხოლო შემდეგ ნელ-ნელა ილექება გარემოცველ არეში. ცხადია, ამ მოვლენის დაშვება არ შეიძლება. არ შეიძლება რეაქცია ჩავატაროთ გოგირდ(VI)-ის ოქსიდსა და წყალს შორის ისე, რომ ნისლი არ წარმოიქმნას?

თურმე შესაძლებელია გოგირდ(VI)-ის ოქსიდი შთანთქმას გოგირდმჟავამ, რომელიც შეიცავს ცოტა წყალს — მისი მასური წილის მხოლოდ 2%-მდე. ასეთ ხსნარში წყლის ორთქლის წნევა ძალიან მცირეა და ნისლი არ წარმოიქმნება. შთანთქმელ კოშკში მჟავას კონ-

ცენტრაცია რამდენადმე დიდდება, მისი ნაწილი იგზავნება საწყობ-ში, ხოლო ნაწილი განზავების შემდეგ ბრუნდება კომპში საცმის მო-სარწყავად.



1. როგორია ქარხნებში შექცევადი ეგზოთერმული რეაქციების ბის პირობები?
2. როგორია ჰეტეროგენული რეაქციების ჩატარების პირობები?
3. როგორია კატალიზური რეაქციების ჩატარების პირობები?
4. როგორ იყენებენ ეგზოთერმული რეაქციების ენერჯიას? თქვენს პასუხებში დაახსიათეთ აგრეთვე აპარატების მოწყობილობაც.

§ 102. ადამიანისა და ზუსების დაცვა

გოგირდმჟავას წარმოებაში გადაამუშავებენ და იღებენ ისეთ ნივთიერებებს, როგორიცაა გოგირდწყალბადი, გოგირდ(IV)-ის ოქსიდი, გოგირდ(VI)-ის ოქსიდი, გოგირდმჟავა. ამ ნივთიერებების არსებობა ჰაერში მაგნე გავლენას ახდენს ადამიანის ჯანმრთელობაზე, დამლუბველად მოქმედებს მცენარეებზე, ანგრევს ნაგებობებს, გოგირდის შემცველი ნედლეულის დაფხვნის დროს წარმოქმნილი მტვერი მაგნებელია. ხომ არ გამოდინარეობს აქედან, რომ საამქროს მუშები მაგნე ნივთიერებების გავლენას განიცდიან? ეს ასეც იყო რამდენიმე ათეული წლის წინათ. მაშინ გოგირდმჟავას საამქროები ისევე, როგორც სხვა ქიმიური წარმოებების უმრავლესობა, დიდ ზიანს აყენებდა მუშების ჯანმრთელობას, იღუპებოდა მცენარეულობა, ინგრეოდა ნაგებობანი.

თანამედროვე ტექნიკა ნებას გვაძლევს თავიდან ავიცილოთ მაგნე ნივთიერებებით ატმოსფეროს გაჭუჭყიანება. ამისათვის აუცილებელია აპარატურის პერმეტიზაცია, დროული რემონტი, დადგენილი რეჟიმის დაცვა, საამქროების მოწყობა ვენტილაციით და ნარჩენი გაზებიდან მაგნე ნივთიერებების დამჭერი აპარატებით. გოგირდმჟავას საამქროებში იყენებენ აგრეთვე ინდივიდუალური დაცვის ზომებს. მაგალითად, მჟავას სინჯების შერჩევისას დამცველ სათვალეებსა და რეზინის ხელთათმანებს იკეთებენ, ავარიის დროს აირწინაღებს იყენებენ.

საბჭოთა კავშირში ადამიანისა და ბუნების დაცვას ძალიან დიდი ყურადღება ექცევა, რადგან ჩვენს ქვეყანაში წარმოება მიმართულია ადამიანთა მოთხოვნილებების დაკმაყოფილების და არა მოგების მიღების მიზნით, როგორც კაპიტალისტურ ქვეყნებში.



1. „წიკითხეთ“ IV სურათზე გამოსახული გოგირდმჟავას წარმოების ტექნოლოგიური სქემა. გაცანით გადასამუშავებელი მასალების ნაკადებისა და სითბოს ნაკადების მოძრაობას, გარჩიეთ ყველა აპარატის მოწყობილობა და დაახსიათეთ თითოეულ მათგანში დაცული პირობები.

2: დასახელებული გოგირდმჟავის თქვენთვის ცნობილი გამოყენება მის თვისებებთან დაკავშირებით.

3. ჩვენს ქვეყანაში გოგირდმჟავის წარმოების ზრდის შესახებ შეტყულებს შემდეგი მონაცემები. 1913 წ. — 165 ათასი ტ., 1960 წ. — 5398 ათასი ტ მჟავა, 1965 წ. — 8518 ათასი ტ, 1970 წ. — 12058 ათასი ტ. 1978 წ. — 22400 ათასი ტ., 1981 წ. — 24100 ათასი ტ. ჩვენს ქვეყანას გოგირდმჟავის წარმოების მიხედვით 1913 წ. მეცამეტე ადგილი ეკავა მსოფლიოში, ახლა კი მეორე ადგილი უჭირავს. რა დასკვნა შეიძლება გავაკეთოთ ქიმიური მრეწველობის განვითარების შესახებ სსრ კავშირში დიდი თქტომბრის სოციალისტური რეფორმაციის შემდგომ წლებში?



1. თუთიის ჰიდროქსიდის ურთიერთმოქმედება მჟავებისა და ტუტეების რებთან

თუთიის ჰიდროქსიდთან სინჯარაში ჩაასხით ცოტაოდენი მარილმჟავა, თუთიის ჰიდროქსიდთან მეორე სინჯარაში — ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარი. სინჯარების შიგთავსები აურიეთ. რას ამჩნევთ? შეიძლება თუ არა თუთიის ჰიდროქსიდის ა) მჟავებს, ბ) ტუტეებს მიეკუთვნოთ?

2. იოდის გამოცნობა სახამებლით. მარილმჟავასა და ქლორიდების გამოცნობა ცდა. 1. სინჯარაში ჩაასხით განზავებული იოდიანი წყალი (სინჯარის $1/4$) და დაუმატეთ სახამებლის ხსნარის რამდენიმე წვეთი. რას ამჩნევთ?

ცდა 2. კალიუმის იოდიდის ხსნარიან სინჯარაში ჩაასხით მცირეოდენი (სინჯარის $1/4$) სახამებლის ხსნარი. რას ამჩნევთ?

რატომ მოხდა პირველ შემთხვევაში სახამებლის შეფერვის ცვლილება, ხოლო მეორეში — არა?

ცდა 3. 1. მარილმჟავიან სინჯარაში ჩაასხით ვერცხლის ნიტრატის ხსნარის რამდენიმე წვეთი. დაწერეთ რეაქციის განტოლება. აღწერეთ ვერცხლის ქლორიდის ნალექის გარეგნული სახე (რას მოგვაგონებს ის?) ვერცხლის ქლორიდის ნალექს დაასხით 1 მლ აზოტმჟავა. იხსნება თუ არა აზოტმჟავაში ვერცხლის ქლორიდი?

2. წინა ცდა გაიმეორეთ, მაგრამ მარილმჟავას ნაცვლად აიღეთ ნატრიუმის ქლორიდის ხსნარი. შეამოწმეთ, იხსნება თუ არა აზოტმჟავაში გამოყოფილი ნალექი.

3. სინჯარაში ჩაასხით ნატრიუმის კარბონატის ხსნარის 1 მლ და დაუმატეთ მას ვერცხლის ნიტრატის ხსნარის რამდენიმე წვეთი. ვერცხლის კარბონატის ნალექს დაასხით აზოტმჟავა. იხსნება თუ არა ვერცხლის კარბონატის ნალექი?

გამოიტანეთ დასკვნა: როგორ შეიძლება გამოვიცნოთ მარილმჟავა და მისი მარილები?

8. ერთი ჰალოგენის მეორით გამოძევება მათი ნაერთებიდან. ბრომიდების, იოდიდების გამოცნობა

რომ გამოვარკვიოთ. რომელ ჰალოგენს გამოაძევენს ნაერთებიდან სხვა ჰალოგენი, უნდა ჩაატაროთ შემდეგი ცდები:

1. ქლორით იმოქმედოთ ბრომისა და იოდის ნაერთებზე;
2. ბრომით — ქლორისა და იოდის ნაერთებზე;
3. იოდით — ქლორისა და ბრომის ნაერთებზე.

ცდა 1. ერთ სინჯარაში ჩაასხით კალიუმის ბრომიდის ხსნარი, მეორეში — კალიუმის იოდიდის ხსნარი. ორივე სინჯარაში დაუმატეთ ცოტაოდენი ქლორიანი წყალი. რას ამჩნევთ? აძევენს თუ არა ქლორი ბრომსა და იოდს მათი ნაერთებიდან?

ცდა 2. ერთ სინჯარაში ჩაასხით კალიუმის ქლორიდის ხსნარი, მეორეში — კალიუმის იოდიდის ხსნარი. ორივე სინჯარას დაუმატეთ ბრომიანი წყალი: მეორე სინჯარას დაუმატეთ სახამებლის ხსნარის ერთი-ორი წვეთი. რას ამჩნევთ? აძევენს თუ არა ბრომი ქლორსა და იოდს მათი ნაერთებიდან?

ცდა 3. ერთ სინჯარაში ჩაასხით კალიუმის ქლორიდის ხსნარი, მეორეში — კალიუმის ბრომიდის ხსნარი. ორივე სინჯარას დაუმატეთ იოდიანი წყალი. რას ამჩნევთ? აძევენს თუ არა იოდი ქლორსა და ბრომს მათი ნაერთებიდან?

გამოკვლევის შედეგები შეიტანეთ ტაბულაში. დაწერეთ მომხდარი რეაქციების განტოლებანი.

4. გოგირდისა და მისი ნერთების ნიმუშების განხილვა

ყურადღებით დათვალიერეთ თქვენთვის მოცემული გოგირდისა და მისი ნებრივი ნერთების ნიმუშები, ყურადღება მიაქციეთ ჩვეულებრივ პირობებში თითოეული ნიმუშის ფიზიკურ მდგომარეობას, მათ ფერსა და სუნს.

ჩვეულებში ჩაბაზეთ ტაბულა და შეავსეთ იგი ცნობებით თქვენს ნიმუშების შესახებ.

№№	სახელწოდება	შედგენილობა (ქიმიური ფორმულა)	ფიზიკური თვისებები		
			ფიზიკური მდგომარეობა	ფერი	სუნი

პრაქტიკული მასალები

ს ა მ უ შ ა ო 1. მარილმჟავას მიღება და ცდები მასზე

მარილმჟავა ქლორწყალბადის ხსნარია. ქლორწყალბადი შეიძლება მიიღოს ქლორიდის (მაგალითად, NaCl-ის) გოგირდმჟავასთან ურთიერთქმედებით. დაწვრივ რეაქციის განტოლება.

ცდა 1. ქლორწყალბადისა და მარილმჟავას მიღებაა დაწყეთ ხელსაწყო. კოლბაში ჩაყარეთ ნატრიუმის ქლორიდი დაახლოებით სინჯარის 1/4-ის რაოდენობით და დაასხით (ფრთხილად!) იმდენი გოგირდმჟავა (2:1), რომ მარილი მთლიანად დაასველოს: კოლბას მაშინვე დაუცეთ საცობი გაზსადენი მილით. მილის ბოლო ჩაუშვით სინჯარაში, რომელშიც 1/4-მდე წყალი ასხია. გაზსადენი მილის ბოლო წყლის ზედაპირიდან 0,5 სმ-ით უნდა იყოს დაცილებული.

კოლბა, რომელშიც სუფრის მარილი და გოგირდმჟავაა, გაათბეთ სპეციალურ ბადეზე.

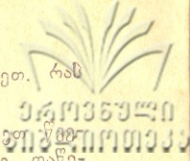
დააკვირდით წყლიან სინჯარაში ქლორწყალბადის გახსნას; ყურადღებით დაკვირვებისას შეიძლება დინახოთ, როგორ ეშვება წყლის ზედაპირიდან ძირს მძიმე სითხის ჭაულები. ახსენით ეს მოვლენა.

ქლორწყალბადი წყალში გაატარეთ მანამდე, სანამ კოლბაში. რეაქცია არ შეწყდება. თუ ქლორწყალბადის ხსნარი ძლიერ გათბება, მაშინ წარმოქმნილი მარილმჟავიანი სინჯარა შეიძლება შეცვალოთ მეორე ციფწყლიანი სინჯარით.

მიღებული მარილმჟავიანი სინჯარა შტატივში ჩადეთ. ამ მჟავას შემდეგი სამუშაოსათვის გამოიყენებთ.

ცდა 2. მარილმჟავას თვისებები. თქვენ მიერ მიღებული მჟავა თანაბრად გაანაწილეთ 3 სინჯარაში.

პირველ სინჯარაში მოათავსეთ თუთიის ნაქერი და დააკვირდით, რა ხდება დაწვრივ რეაქციის განტოლება.



მეორე სინჯარაში ჩაყარეთ მცირეოდენი მაგნიუმის ოქსიდი და აურიეთ. რას ამჩნევთ? დაწერეთ რეაქციის განტოლება.

მესამე სინჯარაში დაუმატეთ 1-2 წვეთი ლაქმუსის ხსნარი და მიუმატეთ თობით ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარი მყავას სრულ ნეიტრალიზაციამდე. დაწერეთ რეაქციის განტოლება.

დასკვნაში დაახასიათეთ მარილმყავას ქიმიური თვისებები.

ცდა 3. მარილმყავასა და მისი მარილების გამოცნობა.

1. მარილმყავან სინჯარაში დაუმატეთ ვერცხლის ნიტრატის ხსნარის რამდენიმე წვეთი. დაწერეთ რეაქციის განტოლება. აღწერეთ ვერცხლის ქლორიდის (რას მოგაგონებთ ის?) ნალექის გარეგნული სახე. ვერცხლის ქლორიდის ნალექს მიუმატეთ 1 მლ აზოტმყავა. იხსნება თუ არა ვერცხლის ქლორიდი აზოტმყავაში?

2. გაიმეორეთ წინა ცდა, მაგრამ მარილმყავას ნაცვლად აიღეთ ნატრიუმის ქლორიდის ხსნარი. შეამოწმეთ, გამოყოფილი ნალექი იხსნება თუ არა აზოტმყავაში?

3. სინჯარაში ჩაასხით ნატრიუმის კარბონატის ხსნარის 1 მლ, დაუმატეთ ვერცხლის ნიტრატის ხსნარის რამდენიმე წვეთი. ვერცხლის კარბონატის ნალექს მიუმატეთ აზოტმყავა. გიხსნა თუ არა ვერცხლის კარბონატი? გამოიტანეთ დასკვნა: როგორ შეიძლება აღმოვაჩინოთ მარილმყავა და შისი მარილები?

ს ა მ უ შ ა ო 2. ექსპერიმენტული ამოცანების ამოხსნა თემაზე „შალოგენები“

ამოცანა 1. ცდის საშუალებით დაამტკიცეთ, რომ მარილმყავას შედგენილობაში შედის წყალბადი და ქლორი.

ამოცანა 2. გაარკვეეთ, ნატრიუმის ნიტრატის მოცემული ნიმუში ქლორიდის მინარევებს ხომ არ შეიცავს.

ამოცანა 3. გაარკვეეთ, არის თუ არა თქვენთვის მოცემული ქაღალდი იოდსახამებლიანი (ე. ი. სახამებლის ბუბკოთი და იოდკალიუმის ხსნარით გაჟღენთილი).

ამოცანა 4. ცდის საშუალებით დაამტკიცეთ, რომ თქვენთვის მოცემული ნივთიერება იოდლია.

ამოცანა 5. ცდის საშუალებით დაამტკიცეთ, რომ თქვენთვის მოცემული ნივთიერება ბრომილია.

ამოცანა 6. ჩაატარეთ მარილმყავასათვის დამახასიათებელი რეაქციები.

ამოცანა 7. გაარკვეეთ, თქვენთვის მოცემული მყარნივთიერებიანი ოთხი სინჯარიდან რომელშია ნატრიუმის ქლორიდი, ნატრიუმის ბრომიდი, ნატრიუმის იოდიდი, ნატრიუმის კარბონატი.

ამოცანა 8. სინჯარაში, რომელშიც ნახევრამდე ბრომიანი წყალია, ჩაუმატეთ თუთიის ფხვნილი, აურიეთ მინის წკირით და ოდნავ შეათბეთ. დააცადეთ სითხეს დაწვდომა. თუ უფერო სითხე მიიღეთ, მაშინ ის ჩაასხით ორ სინჯარაში (თუ სითხე არ გაუფერულდა, ხოლო თუთია იხარჯება, კიდევ დაუმატეთ თუთია, ნარევი აურიეთ და ხელახლა შეათბეთ).

ერთ სინჯარაში ჩაასხით ქლორიანი წყალი, ხოლო მეორეში — ვერცხლის ნიტრატის ხსნარი. დააკვირდით ყველა ცვლილებას და ახსენით.

ამოცანა 9. გაარკვეეთ თქვენთვის მოცემული ხსნარებიან სინჯარებში რომელშია მარილმყავა, ნატრიუმის ჰიდროქსიდი, ვერცხლის ნიტრატი.

სამუშაო 3. ექსპერიმენტული ამოცანების ამოხსნა თემაზე „უანგბადის ქვეჯგუფი“.

ამოცანა 1. ჩაატარეთ გოგირდმჟავას. თვისებითი შედგენილობის დამტკიცებელი რეაქციები.

ამოცანა 2. ორ სინჯარაში თითოეულში მოათავსეთ 2—3 ნაჭერი თუთია, ერთ-ერთ სინჯარაში ჩაასხით 1 მლ განწავებული გოგირდმჟავა, ხოლო მეორეში — კონცენტრირებული გოგირდმჟავა (ფრთხილად). რას ამჩნევთ? სინჯარა, რომელშიც რეაქცია არ შეიმჩნევა, ოდნავ შეათბეთ (ფრთხილად). რას ამჩნევთ?

როგორი დასკვნის გაკეთება შეიძლება განწავებულ და კონცენტრირებულ გოგირდმჟავასთან თუთიის ურთიერთქმედების შესახებ? დაწერეთ რეაქციების განტოლებები.

ამოცანა 3. ნატრიუმის სულფიდის ხსნარიან ერთ სინჯარაში ჩაასხით ქლორიან წყალი, ხოლო მეორეში — ბრომიანი წყალი. რას ამჩნევთ? ახსენით დაკვირვებანი.

ამოცანა 4. გაარკვიეთ, თქვენთვის მოცემული ხსნარებიდან რომელია მარილმჟავა, რომელში — გოგირდმჟავა, რომელში — ნატრიუმის ჰიდროქსიდი.

ამოცანა 5. გაარკვიეთ, სუფრის მარილი შეიცავს თუ არა სულფიტების მინარევებს.

ამოცანა 6. დამახასიათებელი რეაქციების საშუალებით გაარკვიეთ — თქვენთვის მოცემული მარილი სულფატი, იოდინი თუ ქლორიდი.

ამოცანა 7. სპილენძ(II)-ის ოქსიდისაგან მიიღეთ სპილენძის სულფატის ხსნარი და მისგან გამოყავით კრისტალური შაბიამანი.

ამოცანა 8. მოცემული გაქვით სამი სინჯარა — ნატრიუმის ქლორიდით, ნატრიუმის სულფატით და გოგირდმჟავას ხსნარით. მხოლოდ ერთი რეაქტივის დახმარებით გაარკვიეთ, რომელ სინჯარაშია თითოეული აღნიშნული ნივთიერება.

ამოცანა 9. მიმოცვლის რეაქციით მიიღეთ ბარიუმის სულფატი და გამოყავით ის ნარევიდან.

ამოცანა 10. დაამტკიცეთ, რომ თქვენთვის მოცემული ცისფერი კრისტალები სპილენძის სულფატს შეიცავს.

პასუხები პარაკვლავებით აღნიშნულ კითხვებზე

გვ. 165,6. მოცემულ ოქსიდის მოლეკულაში არ შეიძლება შევიდეს 2 ატომი უანგბადის მეტი; თუ ერთი ატომი შედის, მაშინ მისი ფარდობითი ატომური მასა არის 28, ხოლო უმაღლესი ვალენტობა 2, ე. ი. ეს ელემენტი II ჯგუფისაა. სოლიციუმის ფარდობითი ატომური მასაა 28, მაგრამ იგი IV ჯგუფშია. მაშასადამე, საძიებელი ელემენტი ნახშირბადია.

გვ. 182,3. სამი ბმა: ერთი ბმა კოვალენტური არაპოლარულია, ორი — კოვალენტური პოლარულია (O და H შორის).

გვ. 186,7. $Xe + 8 O_4^{-2}$. ვინაიდან ქსენონის ატომის გარე შრე დამთავრებულია და ელექტრონების გადაწევა შეიძლება მოხდეს მხოლოდ ქსენონიდან უანგბადისაკენ.

გვ. 209,4, დაუშვათ, კოლბის მოცულობა x ლიტრია. მასში თავსდება x : 22,4 მოლი HCl. რაც შეადგენს $(35,5 + 1) \cdot x : 22,4$ (გ) HCl, ცდის შედეგად ამავე რაოდენობას შეიცავს იგივე x მოცულობა მარილმჟავას სახით. მაშასადამე, მიღებულ 1 მოცულობა შეიცავს $36,5 : 22,4 = 1,64$ (გ) HCl.

გვ. 210,5. ვერცხლის ქლორიდი.

გვ. 212,3, დაწერეთ განტოლება: $x + 2O_2 = N_2 + 2CO_2$, საიდანაც $x = C_2N_2$.

გვ. 231,2, სულფატი, ჰიდროსულფატი.

გვ. 231, 1 ბარიუმის ქლორიდი.



მე-7 კლასი

1. დაწყებითი ქიმიური ცნებები

ქიმიის საგანი

§ 1. ნივთიერებები	4
§ 2. სუფთა ნივთიერებები და ნარევიები	6
§ 3. ფიზიკური მოვლენები	10
§ 4. ქიმიური მოვლენები	11
§ 5. ქიმიური რეაქციების მიმდინარეობის ნიშნები და პირობები	14
§ 6. ქიმიური რეაქციები ჩვენს ირგვლივ	15
§ 7. ატომები	16
§ 8. მარტივი და რთული ნივთიერებები	19
§ 9. ქიმიური ელემენტები	21
§ 10. ქიმიური ელემენტების ნიშნები	23
§ 11. ელემენტის ფარდობითი ატომური მასა	24
§ 12. ნივთიერებათა შედგენილობის მუდმივობა	26
§ 13. ქიმიური ფორმულები, ნივთიერების ფარდობითი მოლეკულური მასა	27
§ 14. ელემენტთა ატომების ვალენტობა	31
§ 15. ფორმულების შედგენა ვალენტობის მიხედვით	34
§ 16. ატომურ-მოლეკულური მოძღვრება ქიმიაში	35
§ 17. ნივთიერებათა მასის მუდმივობის კანონი	37
§ 18. ქიმიური განტოლებები	39
§ 19. ქიმიური რეაქციათა ტიპები	40

2. ჟანგბადი. ოქსიდები. წვა

§ 20. ჟანგბადი	44
§ 21. ჟანგბადის თვისებები	45
§ 22. ჟანგვა. ოქსიდები	48
§ 23. ალი	50
§ 24. ჟანგბადის გამოყენება	52
§ 25. ჟანგბადის მიღება	55
§ 26. ჰერის შედგენილობა	57
§ 27. წვა და ნელი ჟანგვა	60
§ 28. ჰერის გამოყენება. სათბობის წვა	62

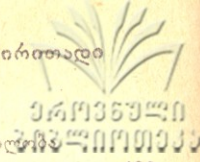
3. წყალბადი. მჟავები. მარილები

§ 29. წყალბადის მიღება	66
§ 30. წყალბადის ფიზიკური თვისებები	68
§ 31. წყალბადის ქიმიური თვისებები	70
§ 32. წყალბადი ბუნებაში. მჟავები	74
§ 33. მჟავების შედგენილობა. მარილები	76
§ 34. მჟავების მოქმედება ლითონების ოქსიდებზე, მამოცვლის რეაქციები	79

4. წყალი. ხსნარები. ფუძეები

§ 35. წყალი ბუნებაში: სუფთა წყლის მიღება და მისი ფიზიკური თვისებები	81
§ 36. წყალი როგორც გამხსნელი. ხსნალობა	84
§ 37. გახსნილი ნივთიერებების მასური წილი	87
§ 38. ხსნარების მნიშვნელობა ბუნებაში, სამრეწველო წარმოებაში, სოფლის მეურნეობასა და ყოფა-ცხოვრებაში	88
§ 39. წყლის შედგენილობა	89
§ 40. წყლის ქიმიური თვისებები	91
§ 41. ფუძეები. ტუტეები	94
§ 42. ფუძეების ურთიერთქმედება მჟავებთან. ნეიტრალიზაციის რეაქცია	96
§ 43. ტუტეების ურთიერთქმედება არალითონების ოქსიდებთან	98

ცნობების განზოგადება არაორგანული ნაერთების ძირითადი კლასების შესახებ



§ 44. ოქსიდების, ფუძეების, მჟავებისა და მარილების შედგენილობა და სახელწოდებანი	100
ოქსიდები	
§ 45. ოქსიდების კლასიფიკაცია	101
§ 46. ოქსიდების ქიმიური თვისებები	102
მჟავები	
§ 47. მჟავების კლასიფიკაცია	104
§ 48. მჟავების ქიმიური თვისებები	104
ფუძეები	
§ 49. ფუძეების კლასიფიკაცია და მათი ქიმიური თვისებები	106
მარილები	
§ 50. მარილების შედგენილობა და სახელწოდებანი	107
§ 51. გენეტიკური კავშირი ოქსიდებს, ფუძეებს, მჟავებსა და მარილებს შორის	108
ლაბორატორიული ცდები	111
პრაქტიკული შეცადინებები	120

მე-8 კლასი

რაოდენობრივი თანაფარდობანი ქიმიასში

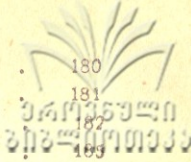
§ 52. ნივთიერების რაოდენობა. მოლი — ნივთიერების რაოდენობის ერთეული	128
§ 53. მოლური მასა	130
§ 54. გაზგარიშვანი ქიმიური ფორმულების და განტოლებების მიხედვით	131
§ 55. ქიმიური რეაქციის სითბური ეფექტი	135

დ. ი. მენდელეევის პერიოდულობის კანონი და ქიმიური ელემენტების პერიოდული სისტემა

§ 56. ქიმიური ელემენტების კლასიფიკაციის პირველი ცდები	138
§ 57. ტუტე ლითონები და პალოგენები	140
§ 58. დ. ი. მენდელეევის პერიოდულობის კანონი. ქიმიური ელემენტის რიგობრივი ნომერი	146
§ 59. ატომურ ბირთვის შედგენილობა	151
§ 60. იზოტოპები	152
§ 61. ატომების ელექტრონული გარსების აღნაგობა	154
§ 62. ქიმიური ელემენტების პერიოდული სისტემა. მცირე და დიდი პერიოდები	160
§ 63. ქიმიური ელემენტების პერიოდული სისტემის ჯგუფები და ქვეჯგუფები	163
§ 64. ელემენტის დახასიათება პერიოდულ ტაბულაში მისი ადგილმდებარეობისა და ატომის აღნაგობის მიხედვით	165
§ 65. წარმოდგენა ქიმიური ელემენტების გარდაქმნის შესახებ	168
§ 66. პერიოდულობის კანონის მნიშვნელობა	170
§ 67. დ. ი. მენდელეევის ცხოვრება და მოღვაწეობა	172

ქიმიური ბმა. ნივთიერების აღნაგობა

§ 68. კოვალენტური ბმა	176
-----------------------	-----



§ 69 ელექტროუარყოფითობა	180
§ 70 ზოლარული და არაზოლარული ბმები	181
§ 71. იონური ბმა	182
§ 72. დაენგვის ხარისხი	183
§ 73. კრისტალური მესრები	189
§ 74. ჟანგვა-აღდგენითი რეაქციები	193

შალოგენები

§ 75. შალოგენების საერთო დახასიათება	197
§ 76. ქლორი	198
§ 77. აიროვანი ნივთიერებების მოლური მოცულობა. აეოგადროს კანონი	202
§ 78. აირების ფარდობითი სიმკვრივე	204
§ 79. ქლორის გამოყენება და მისი არსებობა ბუნებაში	205
§ 80. ქლორწყალბადი	207
§ 81. აირების მოცულობითი შეფარდებანი ქიმიური რეაქციების დროს	209
§ 82. მარილმჟავა	211
§ 83. მარილმჟავას გამოყენება სახალხო მეურნეობაში	212
§ 84. ფთორი, ბრომი და იოდი	212

ჟანგბადის ქვეჯგუფი

§ 85. ჟანგბადი და ოზონი. ალუტროპია	217
§ 86. გოგირდი	219
§ 87. გოგირდის გამოყენება. გოგირდი ბუნებაში	223
§ 88. გოგირდწყალბადი	224
§ 89. გოგირდის ოქსიდები	226
§ 90. გოგირდმჟავა	227
§ 91. გოგირდმჟავას ქიმიური თვისებები	228
§ 92. თვისებითი რეაქცია გოგირდმჟავასა და სულფატებზე	231
§ 93. გოგირდმჟავას სახალხო-სამეურნეო მნიშვნელობა	232
§ 94. ჟანგბადის ქვეჯგუფი	233

ქიმიური რეაქციების ძირითადი კანონზომიერებანი.

გოგირდმჟავას წარმოება

§ 95. ქიმიური რეაქციების სინქარე	234
§ 96. კატალიზი	239
§ 97. ქიმიური წონასწორობა	241
§ 98. გოგირდმჟავას წარმოება. ნედლეული გოგირდმჟავას წარმოებისათვის	244
§ 99. გოგირდმჟავას წარმოების პირველი სტადია — გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის მიღება	246
§ 100. გოგირდმჟავას წარმოების მეორე სტადია — გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის დაენგვა	250
§ 101. გოგირდმჟავას წარმოების დასკენითი სტადია	254
§ 102. ადამიანისა და ბუნების დაცვა	255

ლაზორატორიული ცდები	257
პრაქტიკული მეცადინეობები	259

ბასუნები ვარსკვლავებით აღნიშნულ კითხვებზე	260
	263

Юрий Владимирович Ходаков
Давид Аркадьевич Эйнштейн
Павел Александрович Глорисзов
НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Учебник для 7-8 классов
(на грузинском языке)



მთარგმნელები: გ. ჯაფარიძე
დ. იმნაძე
ბ. კიკვიძე

რედაქტორი თ. კობერიძე
მხატვრული რედაქტორი ნ. ლაფაჩი
ტექნიკური რედაქტორი ნ. ძნელაძე
კორექტორი ე. გაფრინდაშვილი

ИБ № 2996

გადაეცა ასაწყობად 24.07.86. ხელმოწერილია დასაბეჭდად 28.11.86. ქაღალდის ზომა 60×90¹/₁₆. საბეჭდი ქაღალდი № 2. გარნიტურა ეენა, ბეჭდვის ხერხი მაღალი. ნაბეჭდი თაბახი 16,5+0,25 ფ. ჩ. +0,25 ფორზ. საღებავგატარება 18,25, სა- აღრიცხვო-საგამომცემლო თაბახი 15,04+0,29 ფ. ჩ. +0,39 ფორზ. ტირაჟი 70 000 შეკვ. № 6884.

ფასი 35 კპ.

გამომცემლობა „განათლება“, თბილისი, ორჯონიკიძის ქ. № 50.
Издательство «Ганатиება», Тбилиси, ул. Орджоникидзе, 50.
1987

საქართველოს სსრ გამომცემლობათა, პოლიგრაფიისა და წიგნის ვაჭრობის საქმეთა სახელმწიფო კომიტეტის ქუთაისის პოლიგრაფიული საწარმოო გაერთიანება, ქ. ქუთაისი, ი. ჭავჭავაძის პროსპექტი, 33.

Кутаисское полиграфическое производственное объединение
Государственного комитета по делам издательств, полиграфии и
книжной торговли Грузинской ССР,
г. Кутаиси, пр. И. Чавчавадзе, 33.

შეძახინე



კამ.



ქართული
ნაციონალური
ბიბლიოთეკა