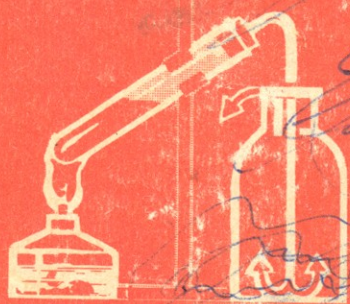
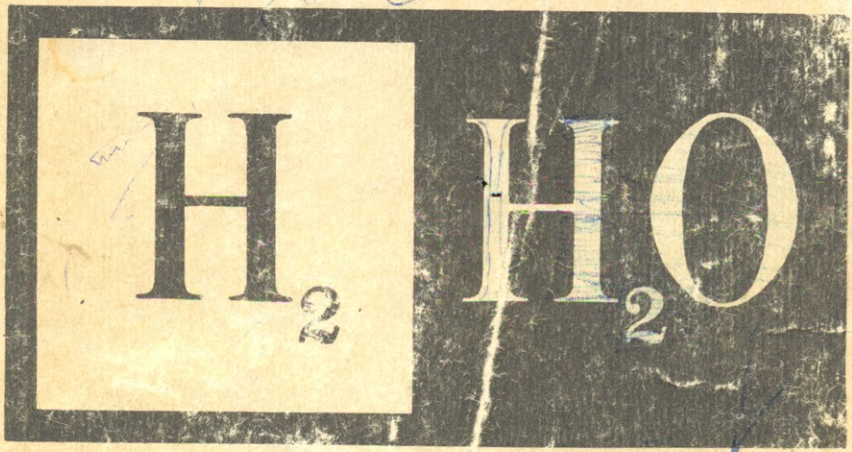


K 3



საქართველოს  
საზღვარი



H<sub>2</sub>

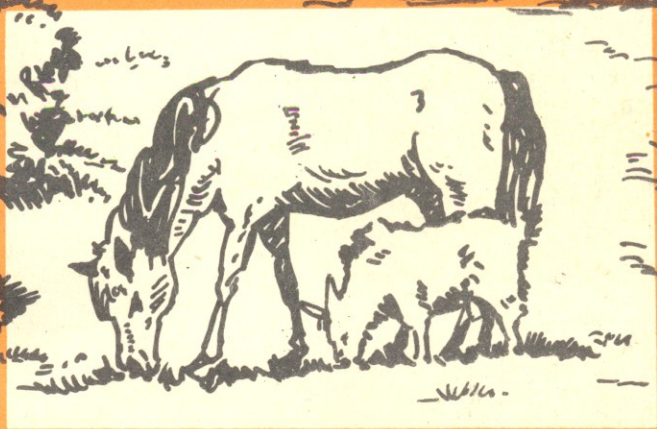
H<sub>2</sub>O

8-9

საქართველოს

ქიმიკა

$SO_2$



სურფიდეზი

სურფაბეზი

$SO_2$

ი. ვ. ხოდაკოვი  
დ. ა. ვაშტინი  
პ. ა. გლორიოზოვი



# აკაკი ბანაძე ქიზია

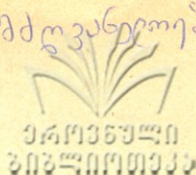
მე-8-9 კლასების სახელმძღვანელო

მეცხრამეტე გამოცემა

დამტკიცა სსრ კავშირის განათლების  
სამინისტრომ

24Я72  
540(075)  
б 674

ახსოვანული ქიზის სახერმძვანელო



პირობითი ნიშნები

● — წესები

▲ — სავარჯიშოები და ამოცანები

? — კითხვები

■ — სამინაო დავალებები

თარგმანი დაამტკიცა საქართველოს სსრ  
განათლების სამინისტრომ

ვინ როგორ უვლის სახელმძვანელოს

№	მოსწავლის სახელი და გვარი	სასწავლო წელი	წიგნის მდგომარეობა	
			წლის დასა- წყისში	წლის ბოლოს
1.	გუგუნიძე თევზი	1983/84	ახალი	

4306021400—042  
X M-602(08)—88 52—88

- © Издательство «Просвещение», 1981 г.
- © Издательство «Просвещение», 1985 г.  
с изменениями
- © ქართული თარგმანი.  
გამომცემლობა «განათლება», 1986 წ.  
ცვლილებებით

53082000  
 შემოწმებულია

საქ. სსრ კ. მთავრობის  
სახ. საბ. წესდება  
1985



ქიმიის საგანი

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 „ფაბრიკაა“, 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 მასალებისაგან — მცენარეული ბოჭკოებისაგან, მატყლისა და ცხოველთა ტყავისაგან. ამჟამად კი სულ უფრო დიდი როლდენობით ნაწარმი მიიღება კაპრონის, ნაილონისა და სხვა ხელოვნური მასალებისაგან. ბუნებაში ასეთი მასალები არ მოიპოვება. ისინი გამომუშავდება 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. ზოგიერთ კვების პროდუქტს ჯერჯერობით მზა სახით ვღებულობთ ბუნებიდან, მაგრამ სოფლის მეურნეობა მაინც ვერ დააკმაყოფილებდა მოსახლეობის მოთხოვნილებებს კვების პროდუქტებზე ქიმიური მრეწ-

ველობის დახმარების გარეშე; ქიმიური მრეწველობა ამარაგებს სრულ-  
ლის მეურნეობას მინერალური სასუქებით. ქიმიის მონაწილეობის გარეშე  
შეუძლებელი იქნებოდა ტექნიკის ისეთი მონაპოვარი, როგორიცაა შიგაატომური ენერჯის ათვისება და კოსმოსში საბალსტიკური მოძრაობის  
სო გაფრენები.

საბჭოთა კავშირის კომუნისტური პარტიის პროგრამაში ჩაწერი-  
ლია: „ერთ-ერთი უაღრესად დიდი ამოცანაა — ყველა ღონისძიებით  
განვავითაროთ ქიმიური მრეწველობა, სახალხო მეურნეობის ყველა  
დარგში სრულად გამოვიყენოთ მიღწევები თანამედროვე ქიმიისა,  
რომელიც უაღრესად აფართოებს სახალხო სიმდიდრეს, ზრდის წარ-  
მოების ახალი, უფრო სრულყოფილი და იაფი საშუალებებისა და სა-  
ხალხო მოხმარების საგნების გამომშვების შესაძლებლობებს“.

(ნივთიერებების გარდაქმნას ყოველთვის თან ახლავს ფიზიკური მოვ-  
ლენები: სითბოს გამოყოფა ან შთანთქმა, სხივური ენერჯის გამოსხი-  
ვება და შთანთქმა, ნივთიერებათა მდგომარეობის შეცვლა.) ამიტომ  
ქიმიკოსები თავიანთ გამოკვლევებში ემყარებიან გამოკვლევის ფიზი-  
კურ მეთოდებსა და ფიზიკურ თეორიებს. თავის მხრივ ბიოლოგიური  
პროცესები მჭიდრო კავშირშია ნივთიერებათა გარდაქმნებთან, რომ-  
ლებიც მიმდინარეობს ცოცხალ ორგანიზმებში. ამიტომ ქიმიისა — გამოკ-  
ვლევების ქიმიური მეთოდები და ქიმიის თეორიები — დიდ დახმარებას  
უწევნენ ბიოლოგიურ მეცნიერებებს და მედიცინას მათი პრობლემების  
გადაჭრის საქმეში. ქიმიის ცოდნა სულ უფრო აუცილებელი ხდება შე-  
მოქმედებითი შრომისათვის ნებისმიერ დარგში, რომელსაც კი აირჩევთ  
სკოლის დამთავრების შემდეგ.

ამრიგად, ვიწყებთ ჩვენთვის ახალი მეცნიერების პირველი ფურც-  
ლების განხილვას.

## § 1. ნივთიერებათა

ირველი მიმოვიხედოთ. თვითონ ჩვენ, (ყველაფერი, რაც ჩვენს  
გარშემოა — ცოცხალი და არაცოცხალი ბუნება, და ყველაფერი, რაც  
ადამიანის ხელით არის შექმნილი, — ნივთიერებებისაგან შედგება.) ფი-  
ზიკის კურსიდან გაიხსენეთ, რა განსხვავებაა ნივთიერებასა და სხეულს  
შორის. (გვაქვს ორი სხვადასხვა საგანი ანუ სხეული: ლურსმანი და  
ნალი, ისინი დამზადებულია ერთი და იგივე ნივთიერებისაგან — რკი-  
ნისაგან. ალუმინის მავთულის ნაჭერი და ალუმინის ქვაბიც — სხვა-  
დასხვა სხეულებია, მაგრამ დამზადებულია ერთი და იგივე ნივთიერე-  
ბისაგან — ალუმინისაგან.)

რკინა, ალუმინი, სპილენძი, წყალი, შაქარი, ქანგბადი, ნახშირორ-  
ქანგი, სახამებელი, ცილები — ნივთიერებებია.)

ამყამად ცნობილია სამ მილიონზე მეტი ნივთიერება, მაგრამ მათი სია მუდმივად ივსება. (ზოგიერთი ნივთიერება ბუნებაში გვხვდება ხოლმე, ზოგიც, კაპრონისა და ნაილონის მსგავსად, ხელოვნურად მოიპოვება. (თითოეული ნივთიერება შესწავლილია და თითოეულს აქვს თავისი სახელწოდება.) ნივთიერებები შეიძლება რაიმეთი ემსგავსებოდეს ერთმანეთს, მაგრამ თითოეული მათგანი აუცილებლად რაიმეთი განსხვავდება ყველა დანარჩენი ნივთიერებისაგან, თითოეულს აქვს თავისი ნიშნები, თავისი თვისებები.

(ქიმიის ერთ-ერთი ამოცანაა ნივთიერებების აღწერა) პირველ ყოვლისა სწორედ ნივთიერებების აღწერა უნდა ისწავლოთ. (ნივთიერების აღწერა კი ნიშნავს მისი თვისებების ჩამოთვლას. მაგალითად, სუფრის მარილს ასე აღწვწვროთ: უფერო ნივთიერებაა) (დაქუცმაცებული სახით თეთრია), (მლაშე გემო აქვს, მყიფეა, წყალხსნადია და ა. შ. ნივთიერებების აღწერისას აღნიშნავენ მათ ისეთ თვისებებსაც, რომლებიც შეიძლება გაიზომოს, მაგალითად, ლღობისა და დუდილის ტემპერატურები, სიმკვრივე და ა. შ. ნივთიერებათა თვისებებს მიეკუთვნება აგრეთვე ორგანიზმზე მათი მოქმედება. ბევრი ნივთიერება მომშხამავია. ამიტომ უცნობი ნივთიერებების გემოს გასინჯვა დაუშვებელია, შეიძლება მოიწამლოთ. ზოგიერთ ნივთიერებასთან შეხებაც კი არ შეიძლება, ისინი კანს აზიანებენ.

(ნივთიერებათა თვისებები თუ ვიცით, შეგვიძლია თითოეული მათგანი ჩვენს სასარგებლოდ გამოვიყენოთ. მაგალითად, ჩვენმა შორეულმა წინაპრებმა შეაფასეს და გამოიყენეს მინერალ კაყის განსაკუთრებული თვისება — არაჩვეულებრივი სიმკვრე — და მისგან დაამზადეს თავდაცვისა და (შრომის პირველი იარაღები.)

(ნივთიერებათა თვისებების ცოდნა იმისთვისაც არის საჭირო, რომ ისინი მართებულად გამოვიყენოთ. მაგალითად, კაპრონისა და ნაილონის ნაკეთობების გაუთოება არ შეიძლება ძალიან გახურებული უთოთი, ვინაიდან ეს ნივთიერებები ადვილლღობადია და გაუთოების დროს შეიძლება გალღვს.

(ნივთიერებათა თვისებების ცოდნა კიდევ იმისთვისაცა საჭირო, რომ გამოვიცნოთ და განვასხვავოთ ისინი ერთმანეთისაგან. შემდგომ კი გავიგებთ, ნივთიერებების თვისებების შესწავლით როგორ გაირკვა მათი შინაგანი აღნაგობის საიდუმლოება.

?

1. ცალ-ცალკე ამოიწერეთ ნივთიერებებისა და სხეულების სახელწოდებები:  
 ა) ქვემოთ ჩამოთვალთაგან: ჭიქა, ჟანგბადი, ვისალები, ყინულის ნატეხი, ვერცხლისწყალი, სანთელი, წყალი, რკინა; ბ) ჩამოთვლილი საშენი მასალებიდან: კრამიტი, კირი, კერამიკული მიწები, თაბაშირი.  
 2. აღწერეთ თვისებები: ა) რკინის, ბ) წყლის, გ) ნახშირის, დ) ნახშირორჟანკის.

ზეპირსიტყვიერად აღწერეთ შაქარი იმ გეგმის მიხედვით, რომელიც მოტანილია მე-10 გვ-ზე. აღწერაში ჩაურთეთ ცდების შედეგები: გაარკვიეთ, ღვება თუ არა შაქარი ასანთის ალში, იწვის თუ არა ის ჩვეულებრივ პირობებში. ამისათვის მათთან აიღეთ შაქრის ნატეხი, შეიტანეთ ასანთის ალში ისე, რომ იგი რაიმე ლითონის ფირფიტის, მაგალითად კონსერვის კოლოფის სახურავის ზემოთ გვეჭიროს. ც ე ც ხ ლ ი ფ რ თ ხ ი ლ ა ღ გ ა მ ო ი ყ ე ნ ე თ .

§ 2. სუფთა ნივთიერებაები 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 იმიტომ 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 არამოლეკულური აღნაგობა. აიროვან და ორთქლისებრ მდგომარეობაში ყველა ნივთიერება მოლეკულებისაგან შედგება, მაგრამ კრისტალურ ნივთიერებებზე ამის თქმა არ შეიძლება. მაგალითად, კვარცის, გრანიტის, ქვიშის და სხვათა მყარი კრისტალების შემადგენელი ნაწილია სილიციუმის ატომები, რომლებიც ჟანგბადთან ქიმიურად არის შეერთებული. კვარცის კრისტალში მოლეკულები არ არის. მსხვილი და წვრილი კრისტალებს მქონე მრავალი სხვა ნივთიერებაც არამოლეკულური აღნაგობისაა. მაგალითად, თქვენთვის ცნობილ კრისტალურ ნივთიერებებში — სუფრის მარილსა და სოდაში მოლეკულები არ არის.



თითოეული ნივთიერების ყველა მოლეკულა, მაგალითად, წყლის ყველა მოლეკულა ერთნაირია, მაგრამ განსხვავდება ანებისმიერი 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 მინარევებით 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 ( $100^{\circ}\text{C}$ ), კრისტალიზაციის ერთი და იგივე ტემპერატურა ( $0^{\circ}\text{C}$ ), ერთი და იგივე სიმკვრივე ( $1 \text{ გ/სმ}^3$   $4^{\circ}\text{C}$ -ზე) და ა. შ. ბუნებრივი წყლების თვისებები კი ერთნაირი არ არის და დამოკიდებულია მათში გახსნილ მინარევებზე.

პრაქტიკაში სრულიად სუფთა ნივთიერებებს არ ვხვდებით, და მათი სისუფთავის სხვადასხვა ხარისხით ვკმაყოფილდებით.

ახალ ტექნიკას სჭირდება ნივთიერებები, რომლებშიც გარეშე მინარევების შემცველობა ერთ მემილიონედ პროცენტს არ აღემატება. ასეთ ნივთიერებებს: ზესუფთა ნივთიერებები ეწოდება. ზესუფთა ნივთიერებების გარეშე შეუძლებელი აქნებოდა რადიოტექნიკის განვითარება, კოსმოსური ხომალდებისათვის მზის ენერჯის „მახვების“ — მზის ბატარეების დამზადება.

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

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

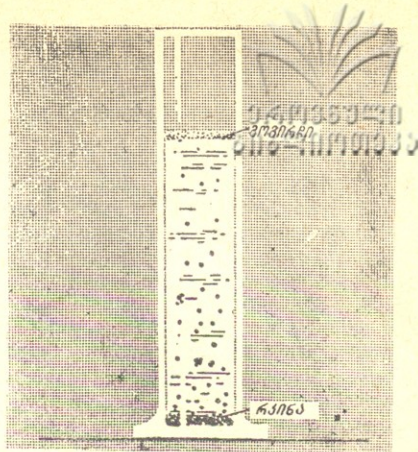
ნება, მაგრამ მიკროსკოპში ჩანს, რომ იგი შედგება სითხეში შეტივტივებული ცხიმის წვეთებისაგან, მასასადამე, რძე ნივთიერებათა ნარევი.

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

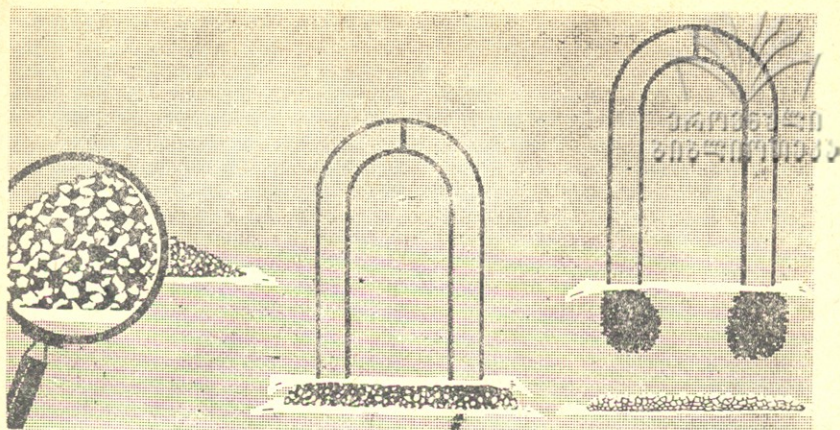
შაქარი წყალში გახსნის დროს ქუცმაცდება მოლეკულებად, რომლებიც წყლის მოლეკულებს შორის ნაწილდება.

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

სოველდღიური დაკვირვებებიდან ვასკვნით, რომ ნარევებში ცალკეული ნივთიერებები თავის თავისებებს ინარჩუნებენ. ეს შეიძლება ცდით შევამოწმოთ. გვაქვს წვრილკრისტალური 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 განცალკავდება: 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 — წყალი,

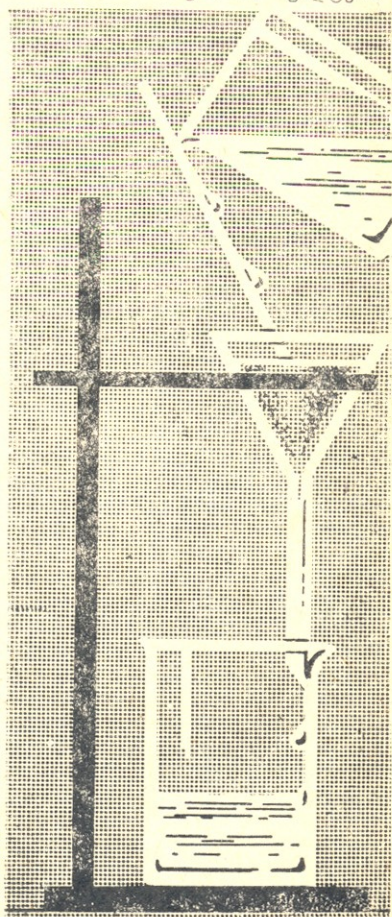


სურ. 2. ფილტვრა.

ბ — მაგნიტი.

ცელი დავაფაროთ და მას მაგნიტი მივუახლოვოთ, რკინა და გოგირდი ამ შემთხვევაშიც დაიყოფა. რკინის ნაწილაკებს (დაფარებული ქაღალდის ქვეშ), მაგნიტი მიიზიდავს, ხოლო გოგირდი ქაღალდზე 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. მოთათებული ნიშნებიდან — ფორმა, დუღილის ტემპერატურა, ზომა, მასა — რომელი ნივთიერება აღინიშნოს და რომელი არა: ა) ნივთიერების, ბ) მოლეკულის აღწერის დროს?



2. ბუნებისმცოდნეობისა და ბოტანიკის კურსიდან თქვენთვის ცნობილი ნარეგების დაყოფის შემდეგი ხერხები: დალექვა, ფილტვრა (ხვრ. 2), აორთქლება, როდის იყენებენ თითოეულ ამ ხერხს? მოიყვანეთ მაგალითები.
3. რძის შემადგენელი ნაწილების თვისებების რა განსხვავებით განსხვავდება დალექვით ნაღების მიღებასა?
4. რათ იხსენება, 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 ნარეგების სახელწოდებები: შაქარი, ნადაგი, ყანგბადი, ჰაერი, რძე, ალუმინი, გრანიტი.
8. რა მასალებსაგან აშხადებენ ფილტვრებს?

ღამტკიცეთ სასმელ წყალში გახსნილი მყარი ნივთიერებების არსებობა.

### § 3. ფიზიკური მოვლენები

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

მაგალითად, შაქრის ნატეხი როდინში შეიძლება ისე გავაფხვიეროთ, რომ ოდნავ 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 გარდაქმნათ აირად. მზის გარე  
გარსში, სადაც ტემპერატურა  $6000^{\circ}\text{C}$  აღწევს, ლითონები აიროვან  
მდგომარეობაშია. პირიქით, ნებისმიერი აირი გაცივებით შეიძლება გა-  
დავიყვანოთ თხევად და მყარ მდგომარეობაში, მაგალითად, ნახშირორ-  
ქანგი — „მშრალ ყინულად“ ვაქციოთ.

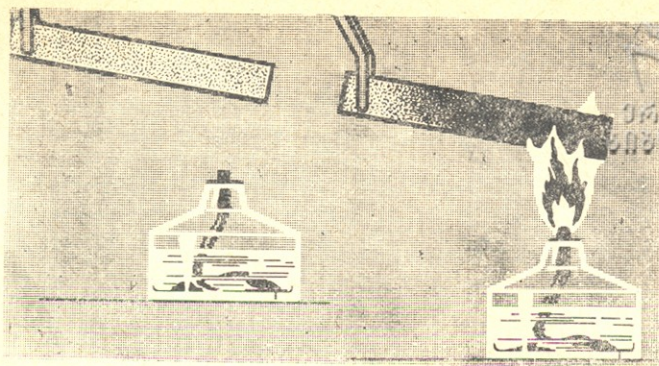
● ამ მოვლენების დროს ახალი ნივთიერებები არ წარმოიქმნება.  
როგორც თქვენთვის ფიზიკის კურსიდანაა ცნობილი, მოვლენებს, რო-  
მელთა დროს არ ხდება ერთი ნივთიერებიდან მეორე ნივთიერებად გარ-  
დაქმნა, ფიზიკური მოვლენები ეწოდება.

- ?
1. მიეკუთვნება თუ არა ფიზიკურ მოვლენებს: ა) დრუბლების წარმოქმნა, ბ) ფილტვო, გ) კრისტალიზაცია, დ) აორთქლება? რატომ?
  2. რომელ ფიზიკურ მოვლენებს დაკვირვებიახარ: 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 გამოვიყენოთ შემდეგი ნარევის დაყოფისას: ა) რკი-  
ნისა და სპილენძის ნაქლიბების, ბ) ცარცისა და შაქრის, გ) მცენარეული  
ზეთისა და წყლის.
  5. როგორ გამოვეყოთ სუფრის მარილი მისი წყალხსნარიდან? თითოეულ შემ-  
თხვევაში აღნიშნეთ, ნარევის შემადგენელი ნივთიერებების რა თვისებებს ემ-  
ყარება მათგან ერთ-ერთის გამოყოფა.

#### § 4. ძივიური მოვლენები

ახლა განვიხილოთ მოვლენები, რომლებიც განსხვავდება ფიზიკური  
მოვლენებისაგან.

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

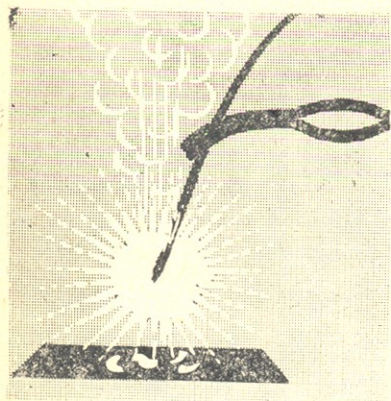


საქართველო  
საბჭოთა კავშირი

სურ. 3. სპილენძის გაფარვარება ჰაერზე.

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

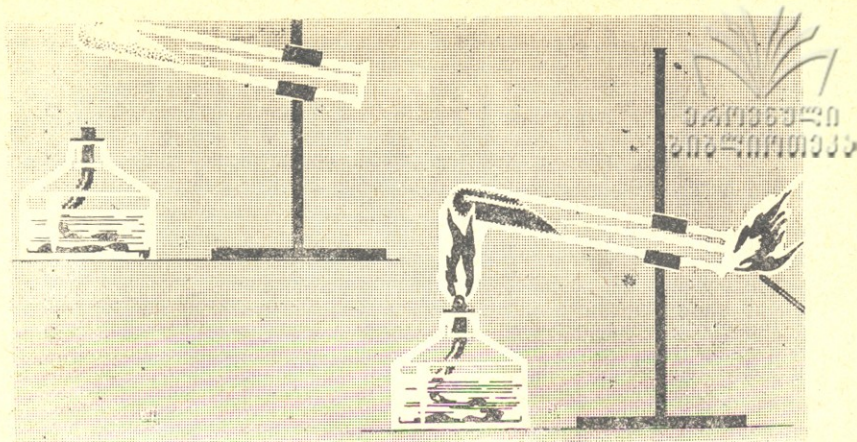
ლითონ მაგნიუმის ლენტი, თუ მას ცეცხლს მოვუკიდებთ (სურ. 4), თვალისმომჭრელი სინათლით იწვის. მიიღება თეთრი ფერის ახალი ნივთიერება — მაგნიუმის ოქსიდი.



სურ. 4. მაგნიუმის წვა.

ავიღოთ მინის მილი და ამონასუნთქი ჰაერი ჩავბეროთ კირის ხსნარში — კირიან წყალში (გაიხსენეთ ბუნებისმცოდნეობის გაკვეთილები). სითხე აიმღვრევა, 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, უღობო, წყალში უხსნად შავ ნივთიერებად. ეს ნახშირია. შაქარი დაიშალა ახალ ნივთიერებად, მათ შორის წყლად და ნახშირად, რომლებიც სრულიად არ ჰგავს 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 აიმღვრევა. ჩვენთვის ცნობილია, რომ ასეთი თვისება — კირიანი წყლის ამღვრევა — ნახშირორჟანგს ახასიათებს. ამრიგად, მერქანი დაწვისას უკვალოდ კი არ ქრება, არამედ გარდაიქმნება 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, გ) შაქრის დაშლის, დ) სპილენძის ვაერვარებისას.

▲ 2. ქვემოთ დასახელებული მოვლენებიდან რომლები მიეკუთვნება ქიმიურ მოვლენებს და რატომ: ა) ლითონის ქედვა; ბ) გადახურებულ ტაფაზე საკმლის მიწვა, გ) მურაბის დამაქრება, დ) რძის შემეყვება, 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 ვასკნით, რომ მოხდა ქიმიური რეაქცია.

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

შეფერილობისა და სუნის შეცვლა, ნალექის წარმოქმნა, აირის გაჩენა, ენერგიის გამოყოფა ან შთანთქმა — 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 გავეთდეს 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 რეაქციაც 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 მავნიუმის, მერქნისა და სხვა წყალდი ნივთიერებების წვის დროს.

საქართველო  
საქართველო  
საქართველო

- ?  როგორი ნიშნები აქვს შემდეგ რეაქციებს: ა) რკინის ჟანგვას, ბ) სანთლის წვას, გ) შაქრის დაშლას?
- ▲  ჩანოთვალეთ პირობები, რომლებიც ხელს უწყობს ქიმიური რეაქციების დაწყებასა და სწრაფ მიმდინარეობას.
- რა შემთხვევებშია გახურება საჭირო მხოლოდ იმისათვის, რომ რეაქცია დაიწყოს?
- ა) როგორ დავაქვს მათ შაქრას ნატეხი მოლეკულადად, ბ) როგორ დავშალთ შაქრის მოლეკულა?

§ 6 ქიმიური რეაქციები ჩვენს ირგვლივ

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

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

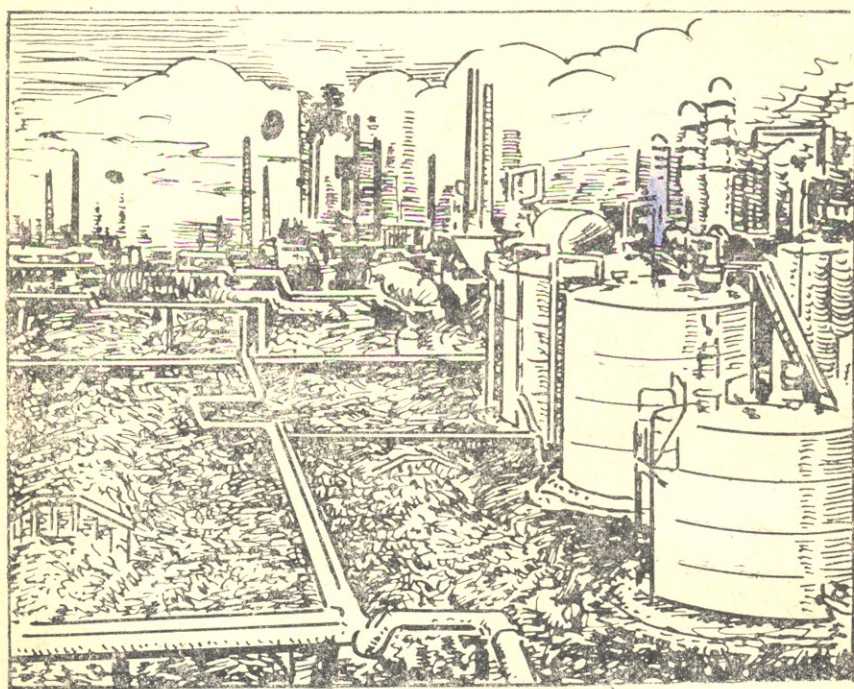
ქიმიური რეაქციების დროს გამოყოფილი ენერგია ფართოდ გამოიყენება ყოფა-ცხოვრებაშიც, წარმოებაშიც და კოსმოსური ხომალდების გაშვების დროსაც. „ფართოდ გაუშლია ქიმიას თავისი ხელები ადამიანთა საქმიანობაში. რასაც შევხვდავთ, საითაც მიმოვიხედავთ, ჩვენს მზერას ყველგან წარმოუდგება მისი გულმოდგინეობის მიღწევები“ (მ. ვ.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

ქიმიურ მოვლენებს ადამიანი გაეცნო გაცილებით ადრე, ვიდრე მათ შესახებ მეცნიერება წარმოიშობოდა. წვის რეაქციის აღმოჩენა კაცობრიობას დაეხმარა გადაეტანა დედმიწის (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 დაბეჩავებულ 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 ქიმიური რეაქციის კურსიდან უნდა გავიხსენოთ, რომ ნივთიერებები შედგებიან ატომებისაგან.]

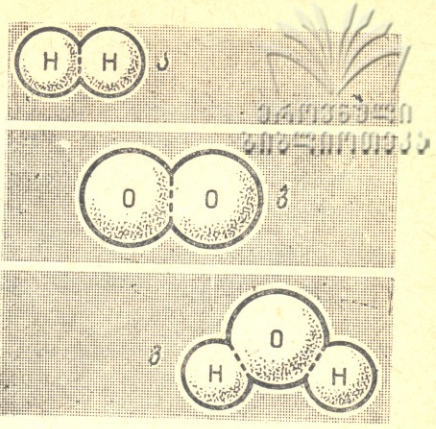
როგორც მიკროსკოპის გამოგონების შემდეგ გახდა შესაძლებელი მიკრობებზე დაკვირვება, ასევე უფრო მეტად გამაღიღებელი ხელსაწყოების გამოგონებით ხერხდება ატომებზე დაკვირვება და ატომებისა და მოლეკულების ფოტოსურათების გადაღებაც კი. ასეთ ფოტოსურათებზე ატომები ჩანს განთხეული ლაქების სახით, ხოლო მოლეკულები — ასეთი ლაქების 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 მოლეკულები ან კრისტალები. მაგალითად, ცნობილია რამდენიმე ნივთიერება, რომლებიც მხოლოდ ორი სახის ატომებისაგან — ჟანგბადისა და წყალბადის ატომებისაგან არის წარმოქმნილი. ასეთ ნივთიერებებს მიეკუთვნება წყალი, წყალბადი და ჟანგბადი, რომელთა მოლეკულების სქემები გამოსახულია მე-7 სურათზე.

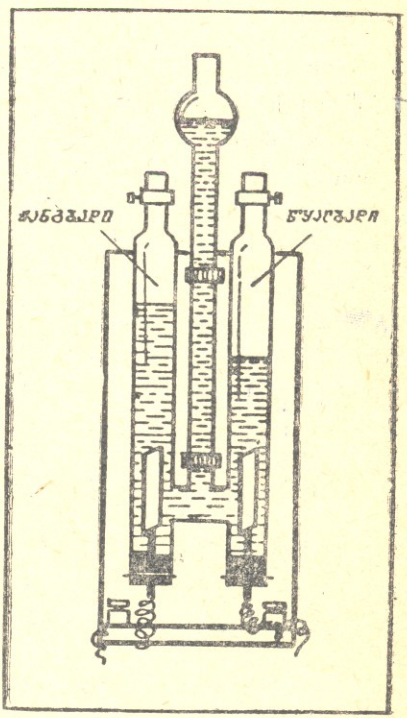


სურ. 7. წყალბადის (ა), ჟანგბადისა (ბ) და წყლის (გ) მოლეკულების სქემა.

წყლის მოლეკულა შედგება სამი, ერთმანეთთან დაკავშირებული ნაწილაკისაგან. სწორედ ეს არის ატომები. ჟანგბადის ატომთან (ქიმიისში ჟანგბადის ატომი აღინიშნება O ასოთი) მიერთებულია წყალბადის ორი ატომი (ისინი აღინიშნება H ასოთი). ჟანგბადის მოლეკულა შედგება ჟანგბადის ორი ატომისაგან, წყალბადის მოლეკულა — წყალბადის ორი ატომისაგან.

რა ემართება მოლეკულებსა და ატომებს ქიმიური რეაქციების დროს? ამ კითხვაზე პასუხისათვის უფრო დაწვრილებით შევისწავლოთ ერთ-ერთი რეაქცია — წყლის დაშლა.

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

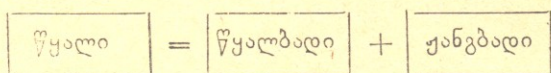


სურ. 8. ხელსაწყო წყლის ელექტროლიზისათვის.

2. არაორგანული ქიმია,

საქ. სსრ კ. მარტვილი  
სახ. საბ. რესპუბ. 17

ნის ორი ფირფიტა, რომლებიც მიერთებულია მუდმივი დენის წყაროს-  
თან და ჩავრთოთ დენი. თუ ელექტრული დენით წყლის დასაშლელ  
ხელსაწყოში ფირფიტებს მოვაქცევთ მილებში, მაშინ შევძლებთ აირე-  
ბის შეგროვებას (სურ. 8). ერთ-ერთ მილში დაგროვდება ორჯერ მეტი  
მოცულობის აირი, ვიდრე მეორეში. ანთებული კვარის მონალოების  
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 ნაც-  
ვლად მბუჭტავ კვარს თუ მივუახლოვებთ, იგი აფეთქდება. როგორც  
ჩვენთვის ცნობილია, მბუჭტავი კვარის აალება ხდება ჟანგბადში. მაშა-  
სადამე, მეორე აირი ჟანგბადია. წყლის დაშლა წყალბადად და ჟან-  
გბადად შეიძლება გამოვსახოთ სქემით:

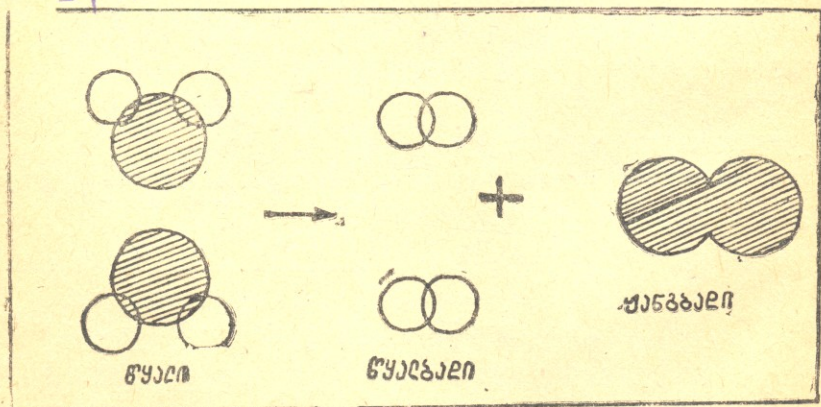


რა მოსდის წყლის მოლეკულებს დაშლის რეაქციის დროს?

ეს რეაქცია შეიძლება წარმოვიდგინოთ ისე, როგორც ეს სქემატუ-  
რად 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 — წყალბადი-  
სა და ჟანგბადის მოლეკულებად. ამრიგად, მოლეკულები იშლება, ატო-  
მები კი არ იცვლება.

ამრიგად, ატომები ნივთიერების ქიმიურად განუყოფელი ნაწილა-  
კებია.



სურ. 9. წყლის დაშლის რეაქციის სქემა.

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

ქიმიური რეაქციების დროს ახალი ნივთიერებები წარმოიქმნება იმავე ატომების ლევისგანაც 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? (გაიხსენეთ, რა ნივთიერებები აღმოვაჩინეთ შაქრის დაშლის პროდუქტებში).
  3. რა არის ქიმიური რეაქციები ატომური მოძღვრების მიხედვით?
  - 4: როგორ აიხსნება ნივთიერებათა მრავალგვარობა?

### § 8. მარტივი და რთული ნივთიერება

ჩვენ შევხვედრივართ სხვადასხვა შედგენილობის ნივთიერებებს. ზოგი მათგანი, მაგალითად, აიროვანი ჟანგბადი და აიროვანი წყალბადი ერთი სახის ატომებისაგან წარმოქმნილი 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, მარტივი ნივთიერება ეწოდება.

თქვენთვის ცნობილი ნივთიერებებიდან წყალბადისა და ჟანგბადის გარდა მარტივ ნივთიერებებს მიეკუთვნება გრაფიტი, გოგირდი 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.

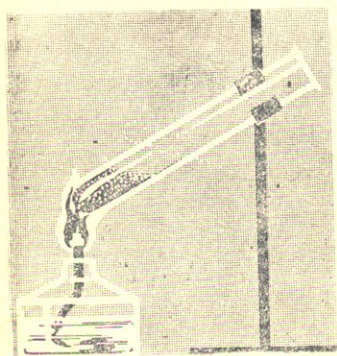
● ნივთიერებას, რომელიც სხვადასხვა სახის ატომებისაგან შედგება, რთული ნივთიერება ეწოდება.

წყალი, ნახშირორჟანგი, სპილენძის ოქსიდი — რთული ნივთიერებებია.

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

დავილოთ გოგირდისა და რკინის ფხვნილები ცდის საშუალებით უკვე დაერწმუნდით (გვ. 8), რომ ორივე ფხვნილის შერევისას მივიღოთ 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 ჩავეყაროთ სინჯარაში და ოდნავ შევათბოთ (სურ. 10). მალე ნარევი]

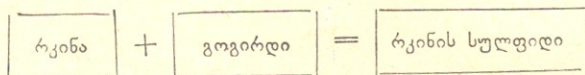


სურ. 10. რკინის შეერთება გოგირდთან.

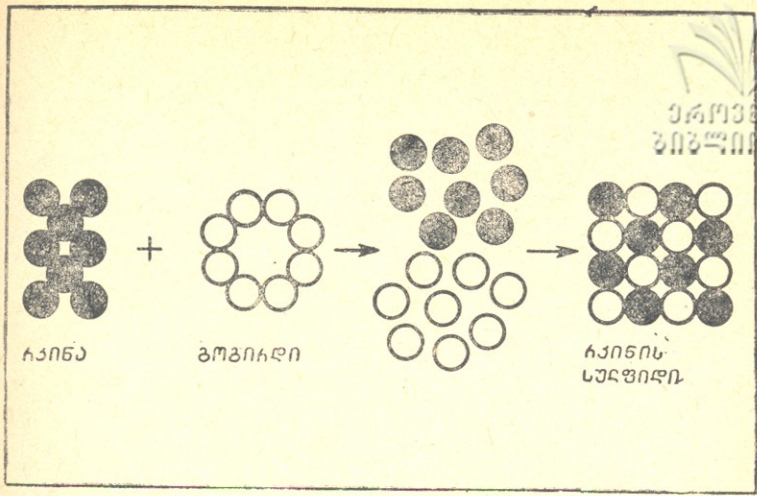
შემდგომი გათბობის გარეშე თვით [დაიწყებს წითლად გავარვარებას, ეს იმას ნიშნავს, რომ გოგირდისა და რკინას შორის ხდება ქიმიური რეაქცია, რომლის დროსაც სითბო გამოიყოფა. თუ გამოვიკვლევთ მიღებულ ნივთიერებას, ვეღარ შევამჩნევთ ვერც გოგირდისა და ვერც რკინის ნაწილაკებს. ჩვენს წინაშეა ერთგვაროვანი შავი ფხვნილი ფხვნილს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

გირდად და რკინად.] ის გოგირდისა და რკინისაგან განსხვავდება სიმკვრივით, ღლობის 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 — არამოლეკულური 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.**

- ?** 1. ნახშირორჟანგის მოლეკულის შედგენილობაში შედის ნახშირბადის ატომი და ჟანგბადის ატომები. რომელ ნივთიერებებს მიაკუთვნებთ ნახშირორჟანგს შედგენილობის მიხედვით?
- ▲** 2. რა განსხვავებაა წყალბადისა და ჟანგბადის ნარევისა და წყლის ორთქლის შორის?
3. აღწერეთ რკინის და გოგირდის შეერთების რეაქცია და განმარტეთ ატომური მოძღვრების თვალსაზრისით.

**§ 9. ჰიმიური ელემენტები**

ძველი დროის მოაზროვნეთაგან ქიმიაში სიტყვა „ატომის“ გარდა გადმოვიდა სიტყვა „ელემენტი“, რაც შემადგენელ ნაწილს ნიშნავს რკინის სულფიდის შემადგენელი ნაწილები რკინა და გოგირდი. 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. ატომების  
ცნობილია) 100 სახის ატომი — [100 ქიმიური ელემენტი.] ამ ქიმიური  
ელემენტების უმრავლესობისაგან შედგება მთელი სამყარო ყველაზე  
შორეულ ვარსკვლავებსა და ნისლოვანებამდე. სწორედ ქიმიური ელე-  
მენტები წარმოქმნიან ნივთიერებებს, ხოლო ეს ნივთიერებები განიც-  
დიან გარდაქმნებს, რომელთაც ქიმია შეისწავლის.

საჭიროა განვასხვავოთ ცნებები: „ქიმიური ელემენტი“ და „მარ-  
ტივი ნივთიერება“. შაქრის გავარვარების შემდეგ დარჩენილ მყარ  
ნაშთში გამოვიცანით ნახშირი. აქედან ვასკვნით, რომ შაქრის შედგე-  
ნილობაში 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 ატომებ-  
თან ბმებისაგან და დაუკავშირდეს ერთმანეთს. სწორედ ეს მოხდა  
გახურებით შაქრის დაშლის დროს. იგივე მოხდის საჭმელს, რომელიც  
ცეცხლზე უყურადღებოდ დატოვებულ ჭურჭელშია (საჭმელი მიიწ-  
ვება).

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

განხილულ შემთხვევაში ქიმიური ელემენტი (ნახშირბადი) და მი-  
სი შესატყვისი მარტივი ნივთიერება (ნახშირი) სხვადასხვა სახელწო-  
დებით აღინიშნება. ელემენტების უმრავლესობას კი ისეთივე სახელწო-  
დებები აქვს, როგორც მათ შესატყვის მარტივ ნივთიერებებს. ამიტომ  
სიტყვები „ჟანგბადი“, „რკინა“ და ა. შ. შეიძლება აღნიშნავდეს ელე-  
მენტსაც და იგივე სახელწოდების მარტივ ნივთიერებასაც, სახელდობრ  
რას, უნდა განვასხვავოთ თითოეულ შემთხვევაში. როდესაც ამბო-  
ბენ: „ჟანგბადით ვსუნთქავთ“, „ჟანგბადი აირია“, ცხადია, ლაპარაკია  
ჟანგბადის, როგორც მარტივი ნივთიერების შესახებ (სხვაგვარად —  
ჟანგბადის მოლეკულების შესახებ), ხოლო როდესაც ამბობენ: „ჟან-  
გბადი შედის წყლის შედგენილობაში“, მაშინ ლაპარაკია ჟანგბადის,  
როგორც ქიმიური ელემენტის შესახებ (სხვაგვარად — ჟანგბადის ატო-  
მების შესახებ). როდესაც ამბობენ: „მაგნიტი იზიდავს რკინას“, „რკი-  
ნისაგან 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 არალითონებად. ლითონთა ატომები წარმოქმნიან მარტივ ნივთიერებებს. ლითონებს, როგორც მარტივ ნივთიერებებს, აქვთ რიგი საერთო თვისებები. ლითონები არაგამჟვავალეა და ახასიათებს „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 ისეთი მკვეთრი გარეგნული მსგავსება, როგორც ლითონებს. მათი საერთო თავისებურება ის არის, რომ მათ არა აქვთ ლითონური თვისებები: როგორც წესი, არ ახასიათებთ ლითონური ბზინვა, ცუდად ატარებენ ელექტრულ დენსა და სითბოს.

- ?
1. რა არის ქიმიური ელემენტები?
  2. რომელ ორ ჯგუფად იყოფა ქიმიური ელემენტები, როგორია იმ მარტივ ნივთიერებათა გარეგნული ნიშნები, რომლებსაც ამ ჯგუფის ელემენტები წარმოქმნიან?
  3. რა ელემენტებისაგან შედგება: ა) წყალი, ბ) შაქარი?
  4. ვადაიწერეთ ქვემოთ მოყვანილი წინადადებები და ერთი ხაზბ გაუსვით სიტყვა „ჟანგბადს“, თუ ლაბარაკია ჟანგბადზე, როგორც ქიმიურ ელემენტზე, და ორი ხაზი გაუსვით, თუ მხედველობაშია ჟანგბადი, როგორც მარტივი ნივთიერება: ა) სუფთა წყალი შეიცავს ჟანგბადს, ბ) წყალსადენის წყალი შეიცავს ვახსნილ ჟანგბადს, გ) წყლის დაშლისას მიიღება ჟანგბადი, დ) თევზი სუნთქავს არა წყლის შემადგენელი ჟანგბადით, არამედ წყალში გახსნილი ჟანგბადით.
  5. რეველში ჩაწერეთ მარტივი და რთული ნივთიერებების განსაზღვრება (გამოიყენეთ ცნება „ქიმიური ელემენტი“).

## § 10. ქიმიური ელემენტების ნიშნები

ქიმიურ ელემენტებს 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) — აღნიშნება H ასოთი, ვერცხლისწყალი Hydrargyrum (ჰიდრარგიუმ) — Hg ასოებით, ჟანგბადი — Oxygenium (ოქსიგენიუმ) — O ასოთი და ა. შ. H ნიშნით აღნიშნება 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 მასა<sup>1</sup>

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	ჰიდრარგიუმ	Hg	201	ჰიდრარგიუმ
გოგირდი	სულფურ	S	32	ეს
ნახშირბადი	კარბონუმ	C	12	ცე
ფოსფორი	ფოსფორუმ	P	31	პე

- ?
1. დაიმახსოვრეთ 1-ელ ტაბულაში ჩამოთვლილი ყველა ელემენტის ქიმიური ნიშანი (და მათი გამოთქმა).
  2. 1-ელ ტაბულაში აღნიშნული ქიმიური ელემენტებიდან რომლებს შეხვედრისხარით 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: 0,000 000 000 000 000 000 000 001 663 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 მასა

<sup>1</sup> 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 ატომები, როგორც წესი, განსხვავდებიან მასებით. მაგალითად, ქლორის ბუნებრივ ნიმუშში არის ისეთ ატომთა სახეობები, რომელთა მასებაც 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 მნიშვნელობა:

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

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:

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

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

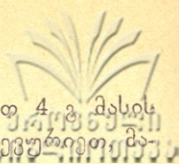
$$A_r(S) = 32,064, \text{ დამრგვალებულად } 32$$

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

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 ქვანახების.



რკინის სულფიდის მისაღებ ცდაში რატომ შევსურით 4 გ მასის მქონე გოგირდი ზუსტად 7 გ მასის მქონე რკინას და არ გავლითად, 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  $A_r(\text{Fe}) \approx 56$ ,  $A_r(\text{S}) \approx 32$ , მაშინ რკინისა და გოგირდის მასების ფარდობა რკინის სულფიდში შეიძლება ასე გამოვიანგარიშოთ

$$56 \cdot n : 32 \cdot n = 7 : 4.$$

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

რა ხერხითაც უნდა მივიღოთ რკინის სულფიდი, მისი 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, მხოლოდ ან 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 ზეპირად ამოხსენით.

2. თუთიის სულფიდი შედგება ერთი ატომი თუთიისა და ერთი ატომი გე

ნინო ვასილის ძე ლომონოსოვი  
(1711—1765)

დიდი რუსი მეცნიერი, ზღვისპირელი ეთნოგრაფის შეილი. ა. ს. პუშკინის გამოთქმით: „ისტორიკოსი, რიტორი, მექანიკოსი, ქიმიკოსი, მინერალოგი, მხატვარი და პოეტი — მან ყველაფერი განიცადა და ყველაფერს ჩასწვდა“; დასაბუთა ასის მუღმეობის კანონი, მის საფუძველზე ახსნა ლითონების გამოწვა. ჩათავაობა ატომურ-მოლეკულური მოძღვრების საფუძვლები. ქიმიკში შემოიღო გამოკვლევის რაოდენობითი მეთოდები, ახალ მეცნიერებაში — ფიზიკურ ქიმიკში გააერთიანა ქიმიკა და ფიზიკა. ფიზიკოსები, განსაკუთრებით კი ქიმიკოსები, წყვილადღი მოქმედებენ, თუ მათ არ იციან უხილავი ნაწილაკების მიზანი აღნაგობა“.



საქართველო  
საქართველო

(მ. გ. ლომონოსოვი).

გირდისაგან. როგორი მასური ფარდობით უნდა ავიღოთ გოგირდი და თუთია რეაქციისათვის, რომ მივიღოთ მხოლოდ თუთიის სულფიდი გოგირდისა და თუთიის მინარეგების გარეშე? (თუთიის ფარდობითი ატომური მასაა 65, ხოლო გოგირდის — 32).

18. ქიმიური ფორმულები. ნივთიერების ფარდობითი მოლეკულური მასა

მარტივი და რთული ნივთიერებების შედგენილობა შეიძლება გამოვსახოთ ქიმიური ფორმულებით. მარტივი ნივთიერების ფორმულის დასაწერად წერენ ელემენტის ქიმიურ 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 ქიმიური ელემენტებისაგან შედგება ნივთიერება (თვისებითი შედგენილობა) და თითოეული ელემენტის რამდენ ატომს შეიცავს მისი მოლეკულა (რაოდენობითი შედგენილობა). წერენ ქიმიური 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.

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



გამოჩენილი ინგლისელი მეცნიერი. ფეიქრის შვილმა თვითშესწავლით ატომთა 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 მეჩვენება. თუ არ ვალიარებთ 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  $\omega$  — 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 ატომურადებით, უფრო ხშირად კი — პროცენტობით.

განვიხილოთ მაგალითები.

**მაგალითი 1.** გამოთვალეთ ქიმიური ელემენტების — ჟანგბადისა 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:

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

$$0,11 = 0,89 \text{ ანუ } 89\%.$$

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.** მზუთავი 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 გამოვიანგაროთ: 1) ნივთიერების ფარდობითი მოლეკულური მასა, 2) ნივთიერებაში ელემენტების მასური წილები; 3) რთულ ნივთიერებაში ელემენტების მასების ფარდობა (იხ. §12).

ქიმიური ფორმულების გამოყენებისას გვხვდება ალნიშვნები, 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 O<sub>2</sub> (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: 3O<sub>2</sub> (სამი-ო-ორი), 4H<sub>2</sub>O (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, 7H<sub>2</sub>, 2CO<sub>2</sub>? წაიკითხეთ ჩანაწერები.

3. აირ ქლორწყალბადის ფორმულა HCl. მისი შედგენილობა დადგენილია ცლით: H — 2,74%, Cl — 97,26%. ამ მონაცემების მიხედვით გამოიანგარიშეთ ქლორის ფარდობითი ატომური მასა, თუ A<sub>r</sub>(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 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ბ) ნახშირბადის ოქსიდის CO<sub>2</sub>, გ) მაგნიუმის ოქსიდის MgO.

9. წაიკითხეთ ქიმიური ფორმულა, ჩაატარეთ აუცილებელი გაანგარიშებანი და ზემოთ მოყვანილი გემის მიხედვით აღწერეთ შემდეგი ნივთიერებები: ა) გლუკოზა C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>, ბ) გოგირდმჟავა H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

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



FeS<sub>2</sub>; 2) 1 ტ მასის მქონე მაგნიტურ რკინაქვასა Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, თუ 1 ტ მასის მქონე წითელ რკინაქვაში:

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

18. 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.

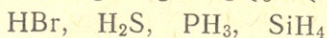
ნივთიერებები ძალიან ბევრია, და მათი ფორმულების დაზეპირება რომ იყოს საჭირო, მაშინ ქიმიის შესწავლა ძალიან გაძნელებოდა. აღმოჩნდა, რომ ნივთიერების შედგენილობაზე მსჯელობა და მისი ფორმულის დაწერა შეიძლება, თუ ვიცით ატომების შეერთების კანონზომიერებები. ამისათვის აუცილებელია გავეცნოთ ატომთა ახალ თვისებას — ვალენტობას.

განვიხილოთ რამდენიმე ნივთიერების შედგენილობა: HCl, H<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub>.

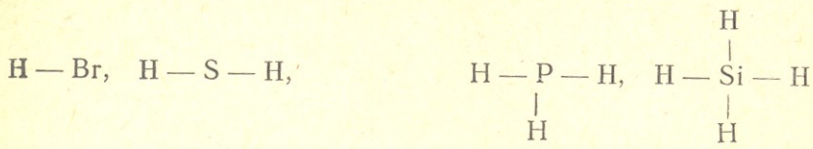
მოტანილი ფორმულებიდან ჩანს, რომ ქლორის ატომი შეერთებულია ერთ ატომ წყალბადთან. სხვა ელემენტების — ჟანგბადის, აზოტის, ნახშირბადის ატომები შეერთებულია სხვადასხვა რაოდენობით წყალბადის ატომთან — 2, 3, 4.

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: ენციკლოპედია



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  $\text{CH}_4$  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 ლაპარაკია 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 — ფორმულის  $P_2O_5$  მიხედვით. ამისათვის ვიპოვით ჟანგბადის ვალენტობის ერთეულების საერთო რიცხვს, რისთვისაც მის ვალენტობას (2) გავამრავლებთ მისი კულში ჟანგბადის ატომთა რიცხვზე (5). ვღებულობთ 10. ასეთივე უნდა იყოს ორი ატომი ფოსფორის ვალენტობის ერთეულების საერთო რიცხვი. მაშასადამე, ფოსფორის ოქსიდში ფოსფორის ვალენტობა ტოლია  $10 : 2 = 5$ . ფორმულებში ელემენტების ვალენტობა აღინიშნება

მათი ქიმიური ნიშნის თავზე დაწერილი რომაული ციფრებით:  $P_2O_5$ .  
 ზოგი ქიმიური ელემენტი ყველა თავის ნაერთში ერთსა და იმავე მუდმივ ვალენტობას ამჟღავნებს, ზოგი — სხვადასხვას, ცვალებად ვალენტობას (ტაბულა 2). მაგალითად, ნატრიუმი და კალიუმი ქიმიურ ნაერთებში ყოველთვის ერთვალენტიანებია; 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 ელემენტისაგან შემდგენილი რთულ ნივთიერებათა ფორმულები. 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

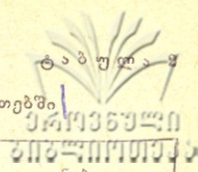
ნავთ ვალენტობებს:  $AlO$ . ვალენტობის გამომხატველი რიცხვების (2 და 3) უმცირესი საერთო ჯერადი ტოლია 6-ის. იმისათვის, რომ ვიპოვოთ ალუმინისა და ჟანგბადის ატომთა რაოდენობები, უმცირეს ჯერადს ვყოფთ ალუმინის ვალენტობაზე (3), და ვიღებთ  $6:3=2$  (2 ატომ ალუმინს); იგივე უმცირეს ჯერადს ვყოფთ ჟანგბადის ვალენტობაზე (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.



ვალენტობის სიდიდე	ლითონები	არალითონები
ერთვალენტური ორვალენტური	Na, K, Ag, Cu, Hg, Mg, Ca, Ba, Cu, Hg, Fe Zn, Sn, Pb, Cr	H, Cl O, S
სამვალენტური ოთხვალენტური ხუთვალენტური ექვსვალენტური	Al, Cr, Fe	N C, Si, S N, P S

შენიშვნა: შავი შრიფტით გამოყოფილია მუდმივი ვალენტობის მქონე ელემენტები.

**§ 16. ატომურ-მოლეკულური მოძვრება ქიმიადი**

როგორც ადრე დავრწმუნდით, ნივთიერებებში მიმდინარე ფიზიკური მოვლენები მოლეკულური თეორიით აიხსნება. ატომების შესახებ მოძვრების 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.

მოძვრება 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. მოძვრება ატომების შესახებ, როგორც ათეისტური მოძვრება, ეკლესიის მსახურებისაგან

მრავალი საუკუნის განმავლობაში დევნას განიცდიდა. მის მიმდევრებს დევნიდნენ, მათ წიგნებს წვაებდნენ. 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 იგივე 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 გამოვიყენებდით (ნივთიერება, მოლეკულა, ატომი):

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

ა) ჰაერი — ნარევი, რომლის შედგენილობაში არის ქანგბადის...

ბ) წყლის... შეიცავს ქანგბადის...

გ) წყალში ქანგბადის გახსნისას ქანგბადის... განაწილდება წყლის... შორის,

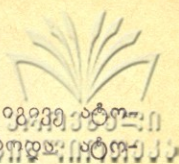
დ) ცხოველების სუნთქვისათვის აუცილებელია ქანგბადის...

ე) მურაბის ტკბილი გემო გაპირობებულია მასში არსებული შაქრის..

ვ) წყლის... შედგება წყალბადისა და ქანგბადის,,

ზ) იოდის ნაყენის სუნი გაპირობებულია მისგან იოდის.. აორთქლებით.

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



ნებისმიერი ქიმიური რეაქციის პროდუქტები შედგება მებნისაგან, რომელთაგანაც საწყისი ნივთიერებები შედგებიან. 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.

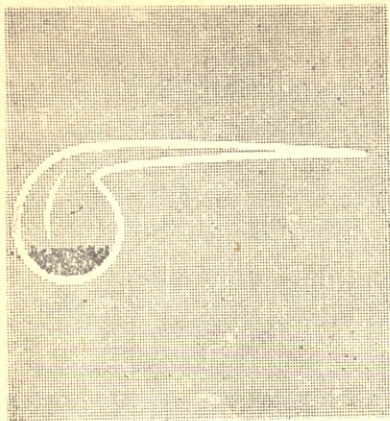
ზოგჯერ ცდის შედეგები თითქოს ეწინააღმდეგება ამას. მაგალითად, ლითონები ჰაერზე გავარვარებისას გარდაიქმნება მყიფე ხენჯად. რომლის მასა ყოველთვის მეტია ცდამდე აღებული ლითონის მასაზე. შეიძლება ლითონს ჰაერიდან უერთდება რაიმე ნაწილაკები? როგორ დავრწმუნდეთ ამაში? ეს საკითხი მარტივად ახსნა მ. ვ. ლომონოსოვმა, იგი ლითონებს ჰაერზე კი არ ავარვარებდა, არამედ მიჩილულ 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 გავარვარებული 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 წვს 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, ნახშირორთქანგისა 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 ჟანგბადის მასა, ამისათვის არ არის აუცილებელი ჟანგბადის შეგროვება და მისი აწონა. საკმარისია ცდამდე განვსაზღვროთ ვერცხლისწყლის ოქსიდის მასა და ცდის შედეგად მიღებული ვერცხლისწყლის მასა. მასის მუდმივობის კანონის თანახმად, ვერცხლისწყლისა და ჟანგბადის მასათა ჯამი დაშლილი ვერცხლისწყლის ოქსიდის მასის ტოლია, მაშასადამე, თუ ვერცხლისწყლის ოქსიდის მასას გამოვაკლებთ მიღებული ვერცხლისწყლის მასას, გავიგებთ გამოყოფილი ჟანგბადის მასას. მაგალითად, ავიღეთ 2,17 გ ვერცხლისწყლის ოქსიდი და მივიღეთ 2,01 გ ვერცხლისწყალი:

2,17 გ

2,01 გ

m

ვერცხლისწყლის = ვერცხლისწყალი + ჟანგბადი  
ოქსიდი

მიღებული ჟანგბადის მასა უნდა უდრიდეს:

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

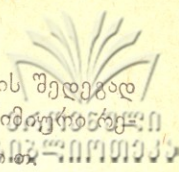


1. გამოთქვით მასის მუდმივობის კანონი.

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

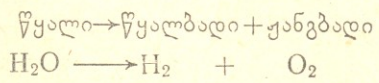
3: როდესაც მ. ვ. ლომონოსოვი ლითონიანი ჭურჭლის გავარვარების შემდეგ მოტეხდა მის მირჩილულ ბოლოს, მაშინ ჭურჭლისა და მოტეხილი ბოლოს საერთო მასა მეტი აღმოჩნდებოდა, ვიდრე ლითონიანი ჭურჭლის მასა გავარვარებამდე, ახსენით ეს მოვლენა.



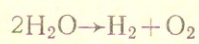


თუ ცნობილია ქიმიურ რეაქციაში მონაწილე და რეაქციის შედეგად მიღებული ყველა ნივთიერების ქიმიური ფორმულა, მაშინ ქიმიურ რეაქცია შეიძლება გამოვსახოთ ქიმიური განტოლებების სახელით.

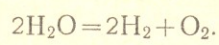
რეაქციის განტოლების შედგენისათვის, მაგალითად, წყლის დაშლის რეაქციისა, მარცხენა მხარეზე ვწერთ აღებული ნივთიერების ფორმულას (ან ფორმულებს, თუ რამდენიმე ნივთიერებაა აღებული), ხოლო მარჯვენა მხარეზე — წარმოქმნილ ნივთიერებათა ფორმულებს, როგორც საწყისი, ისე წარმოქმნილი ნივთიერებების ფორმულებს ვაერთებთ „+“ ნიშნით:



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<sub>2</sub>) წარმოქმნისათვის საჭიროა ჟანგბადის ორი ატომი. ამისათვის უნდა დაიშალოს წყლის ორი მოლეკულა. მაშასადამე, ფორმულის H<sub>2</sub>O 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<sub>2</sub> 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 ნაწილების გადაადგილების დროს სავსებით იცვლება მისი მნიშვნელობა, თუ განტოლების  $2\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2 + \text{O}_2$  ნაცვლად დაწერეთ განტოლებას  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$ , მაშინ ის გამოსახავს სრულიად სხვა რეაქციას.

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

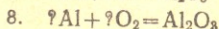
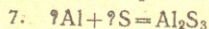
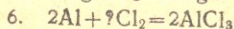
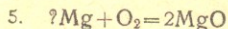
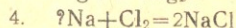
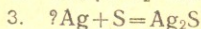
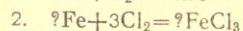
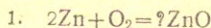
ქიმიური რეაქციის განტოლების შედგენის ეს მაგალითი საშუალებას იძლევა ჩამოვაყალიბოთ შემდეგი წესი:

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 ( $\text{HgO}$ ) დაშლის რეაქციის განტოლება, თუ ვიცით, რომ ამ დროს მიიღება ორი ნივთიერება — ვერცხლისწყალი ( $\text{Hg}$ ) და ჟანგბადი ( $\text{O}_2$ ).

3. ქვემოთ მოყვანილ რეაქციების განტოლებებში დაწერეთ შესაბამისი კოეფიციენტები:



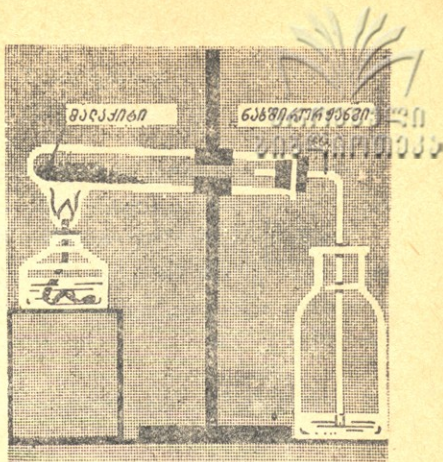
შეამოწმეთ, ტოლია თუ არა თითოეული ელემენტის ატომების რიცხვი განტოლების მარცხენა და მარჯვენა ნაწილებში.

## § 19 ქიმიურ რეაქციებში მონაწილე ნივთიერებები

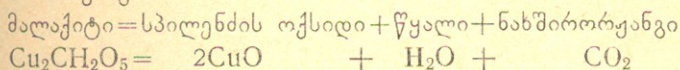
ქიმიური რეაქციები შეიძლება დავყოთ რამდენიმე ძირითად ტიპად ისეთი ნიშნების მიხედვით, როგორცაა საწყისი და წარმოქმნილი ნივთიერებების რიცხვი და შედგენილობა.

**დაშლის რეაქციები.** მალაქიტის ფხვნილი (მწვანე ფერის ნივთიერება) მოვათავსოთ სინჯარაში (სურ. 13), მოვარგოთ მოხრილმილიანი საცობი, მილის ბოლო ჩავუშვათ ჭიქაში, 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 აიძვრება. ეს, როგორც თქვენთვის ცნობილია, ნახშირორჟანგის წარმოქმნის ნიშანია. რა მოუვიდა მალაქიტს? მისგან წარმოიქმნა საში ახალი ნივთიერება: სპილენძის ოქსიდი, წყალი და ნახშირორჟანგი:

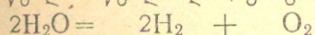


სურ. 13. მალაქიტის დაშლა.



გავიხსენოთ მსგავსი რეაქცია:

წყალი = წყალბადი + ჟანგბადი



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

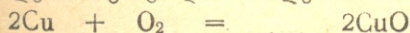
ქიმიურ რეაქციებს, რომელთა დროს ერთი რთული ნივთიერებისაგან რამდენიმე სხვა ნივთიერება მიიღება, დაშლის რეაქციები ეწოდება.

- ?
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:

სპილენძი + ჟანგბადი = სპილენძ(II)-ის ოქსიდი



გავიხსენოთ რკინა(II)-ის სულფიდის მიღების რეაქცია:  
 რკინა + გოგირდი = რკინა(II)-ის სულფიდი



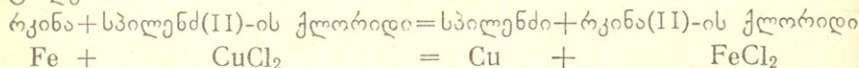
ორივე შემთხვევაში რამდენიმე (ამ შემთხვევაში ორი) ნივთიერება საგან ერთი ახალი ნივთიერება მიიღება.

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

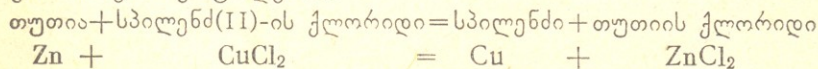
? შეიძლება თუ არა შეერთების რეაქციის შედეგად მივიღოთ მარტივ ნივთიერებები? რატომ?

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

სპილენძ(II)-ის ქლორიდის — მისი ფორმულაა  $\text{CuCl}_2$  — ცისფერ ხსნარში მოვათავსოთ 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  $\text{FeCl}_2$ . რეაქცია გამოისახება განტოლებით:



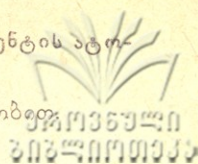
თუ სპილენძ(II)-ის ქლორიდის ხსნარში რკინის ნაცვლად თუთიის  $\text{Zn}$  ნატეხს ჩავაგდებთ, ზუსტად ამგვარადვე გამოიყოფა სპილენძი. ხსნარი გაუფერულდება, ვინაიდან რეაქციის მეორე პროდუქტი იქნება თუთიის ქლორიდი  $\text{ZnCl}_2$ , ამ ნივთიერების ხსნარი კი უფეროა. რეაქცია გამოისახება განტოლებით:



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-

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



კიდევ ერთი ტიპის ქიმიურ რეაქციას შემდგომ გავეცნობთ.

1. სინჯარაში გაახურეს ვერცხლისწყალ(II)-ის ოქსიდისა და სპილენძის ფხვნილების ნარევი. დაწერეთ ქიმიური რეაქციის განტოლება, თუ ცნობილია, რომ რეაქციის შედეგად მიიღება ორი ნივთიერება: ერთი მარტივი, ხოლო 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. $4P + 5O_2 \rightarrow 2P_2O_5$ | 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) პლატინის 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  $PbO_2$  გავარჯარებით (რომელი აირი გამოიყოფა ამ დროს?), ბ) ყვითელი საღებავის მურდასანჯის  $PbO$  ჰაერზე გავარჯარებით (რომელი აირი შთაინთქმება ამ დროს ჰაერიდან?). შეადგინეთ ორივე რეაქციის ქიმიური განტოლება, რომელი ტიპის რეაქციებს მიეკუთვნება თითოეული მათგანი?

§ 20. ქანგბადი

რაკი გავეცანით ქიმიური 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.

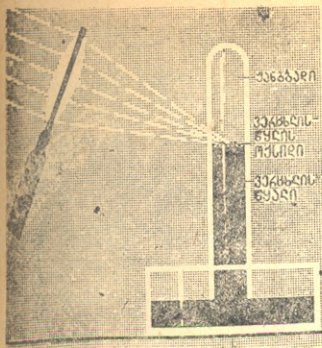
XVIII საუკუნის დასასრულს ინგლისელი მეცნიერი ჯოზეფ პრისტლი სხვადასხვა ნივთიერებას შვის სხივებზე ახურებდა გამადიდებელი მინის (ლუპის) გამოყენებით. როდესაც მან ამ ხერხით გაახურა ვერცხლისწყალ(II)-ის ოქსიდი მე-14 სურათზე გამოსახულ ხელსაწყოში, დიდი რაოდენობით აირი გამოიყო. ჯ. პრისტლიმ თავდაპირველად იფიქრა, რომ ეს იყო ჰაერი. მაგრამ, როდესაც მან შეგროვილი აირით აესებულ ჭურჭელში ანთებული სანთელი ჩაუშვა, არაჩვეულებრივი რამ დაინახა: „მე გამაკვირვა, — წერდა ჯ. პრისტლი: — უფრო მეტად, ვიდრე გამოთქმა შემეძლო, 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 დაიხრჩო, მეორე ჭურჭელში კი თავი იმავე დროს განმავლობაში კარგად გრძნობდა თავს და ცოცხლად მოძრაობდა. ჯ. პრისტლიმ თვითონაც ჩაისუნთქა მიღებული აირი და დარწმუნდა, რომ სუნთქვა განსაკუთრებით ადვილად სასიამოვნო გახდა.

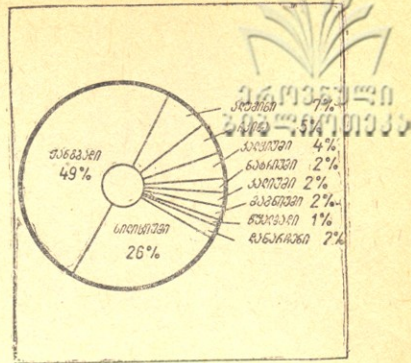
ჯ. პრისტლის მიერ აღმოჩენილი აირი ქანგბადი იყო.

**ქანგბადის ქიმიური ნიშანი — O, ფარდობითი ატომური მასა — 16. ქანგბადის ვალენტობა ნაერთებში ორის ტოლია. ქანგბადის მოლეკულა ორი ატომისაგან შედგება. მისი ფორმულაა O<sub>2</sub>. 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 მასის



სურ. 14. პრისტლის ცდა.



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

თითქმის წახევარს. ჟანგბადი შედის იმ ქიმიურ ნაერთებში, რომლებსაც შედეგება მცენარეების, ცხოველებისა და ადამიანის ორგანიზმები.

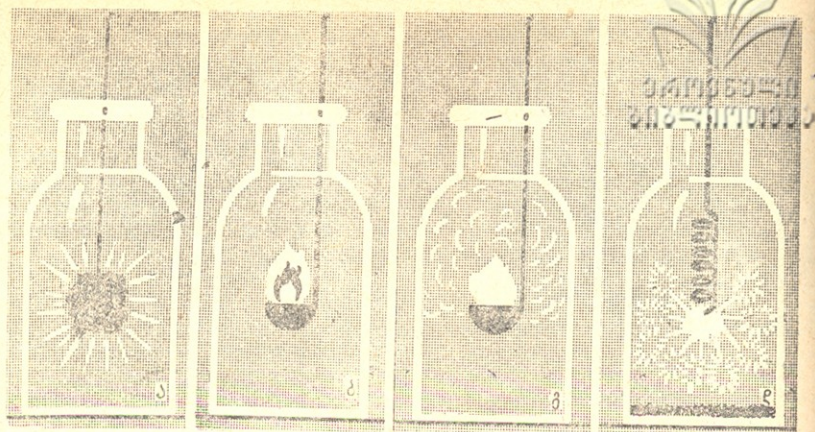
1. როგორი სახით (მარტივი ნივთიერებისა თუ სხვა ელემენტებთან ნაერთების სახით) მოიპოვება ჟანგბადი ბუნებაში: ა) ატმოსფეროში, ბ) ბუნებრივ წყლებში, გ) დელამიფის ქერქში?
2. გამოიანგარიშეთ ჟანგბადის მასური წილი წყალში  $H_2O$ , თეთრ ქვიშაში  $SiO_2$ .
3. ჟანგბადის რა თვისებები იცით ჰაერზე ყოველდღიური დაკვირვების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

### § 21. შანგაბალის 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 ხივთიერებების იმ თვისებებს, რომლებიც ქიმიურ რეაქციებში მუდმივდება). ჟანგბადს გამოვიცნობთ მისი თვისების მიხედვით, — იგი ხელს უწყობს საწვავი ნივთიერების წვას; მბუჟტავ კვარს მასში ცეცხლი ეკიდება. გავეცნოთ მარტივ ნივთიერებებთან ჟანგბადის შეერთების რამდენიმე რეაქციას.

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



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

გუშვათ კოვზი ანთებული ფოსფორით (სურ. 16, გ). ფოსფორი ჟანგბადში 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 დაილექება. ცილინდრში წყლის ჩასხმისას ჯერ ამღვრეულ სითხეს შივილებთ, 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 ჟანგბადმა? ალბათ, ეს არის ჟანგბადთან ფოსფორის შეერთების რეაქცია. ასეთ შემთხვევაში ფოსფორთან ერთად ჟანგბადიც უნდა დახარჯულიყო.

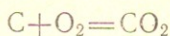
ეს რომ შევამოწმოთ, ფოსფორი ხელახლა დავწვით ჟანგბადში. მაგრამ არა თავლია ჭურჭელში, არამედ ზარხუფში (უძირო ჭურჭელში, იხ. სურ. 26, გვ. 58), რომელიც წყალშია ჩაშვებული. ფოსფორიანი კოვზის მავთულის ტარი საცობშია გატარებული. ანთებული ფოსფორის ჟანგბადში შეტანისთანავე ზარხუფს მჭიდროდ დავუცოთ ეს საცობი. ფოსფორის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

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

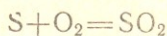


2. ნახშირის ნატეხი რკინის კოვზით შევიტანოთ სპირტქურის ალ-  
ში. როდესაც ნახშირი გავარვარდება, ალიდან გამოვიტანოთ და ჰა-  
ერზე გავაჩეროთ. რამდენიმე ხნის განმავლობაში ნახშირი ბუნებრივად  
და შემდეგ ჩაქრება. იგი ჰაერზე ცუდად იწვის. ნახშირი ხედავს  
გავარვაროთ და ჟანგბადიან ქილაში შევიტანოთ (სურ. 16, ა). ჟან-  
გბადში ნახშირი კი არ ქრება, როგორც ეს ჰაერზე მოხდა, არამედ  
სითეთრემდე ვარვარდება, უალოდ და უკვამლოდ იწვის და თანდა-  
თანობით პატარავდება. მაგრამ ბოლოს ნახშირი ჩაქრა. ქილაში შევი-  
ტანოთ ანთებული კვარი. ის ჩაქრება. ქილაში ჩავასხათ კირიანი წყა-  
ლი, ის აიძვრევა. ეს ნახშირორჟანგის CO<sub>2</sub> ანუ ნახშირბად(IV)-ის  
ოქსიდის ჩვენთვის ცნობილი ნიშნებია.

მოხდა ქიმიური რეაქცია. ჟანგბადი შეუერთდა ნახშირბადს. რე-  
აქციის განტოლება:

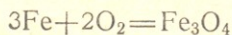


3. კოვზზე მოთავსებულ გოგირდს ცეცხლი მოვუკიდოთ. ჰაერზე  
ის ლურჯი ფერის პატარა ალით იწვის. შემდეგ ანთებული გოგირდი  
კოვზით ჩავუშვათ ჟანგბადში. გოგირდის წვა გაძლიერდება (სურ.  
16, ბ). ჟანგბადში ის მეტად ლამაზი ლურჯი ფერის ალით იწვის. გო-  
გირდის წვის შედეგად მიიღება გოგირდოვანი აირი ანუ გოგირდ(IV)-ის  
ოქსიდი, რომელიც ნახშირორჟანგისაგან განსხვავდება მკვეთრი სუნით.  
გოგირდოვანი აირის ფორმულაა SO<sub>2</sub>. ჟანგბადთან გოგირდის შეერ-  
თების რეაქცია გამოისახება განტოლებით:



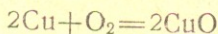
ნივთიერებების წვის სიჩქარე სუფთა ჟანგბადში მეტია, ვიდრე ჰაერში.

4. ჟანგბადში შეიძლება დაიწვას ისეთი ნივთიერებებიც, რომლებ-  
საც ჩვეულებრივ უწვავ ნივთიერებებად ვთვლით, მაგალითად,  
რკინა. ფოლადის მავთულის ბოლოზე ასანთის ღერი დავამაგროთ.  
ასანთი ავანთოთ და ანთებულასანთიანი მავთული ჟანგბადის ჭურ-  
ჭელში ჩავუშვათ (სურ. 16, დ). ასანთიდან ცეცხლი მოედება რკი-  
ნას. ნახშირის მსგავსად, რკინაც უალოდ და უკვამლოდ, მაგრამ ძლი-  
ერი ტკაცანით იწვის. წარმოქმნილი რკინის ხენჯის Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> გამდნარი  
წვეთები კი კაშკაშა ნაბერწყლების სახით იფანტება. რკინის წვა ჟან-  
გბადში გამოისახება განტოლებით:



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

ნახშირის, გოგირდის, ფოსფორისა და რკინის მსგავსად ქანგბადს უერთდება სხვა არააქტივობისა და ლითონების უმეტესობას. ამ რეაქციებს წვა ყოველთვის არ ახლავს თან. მაგალითად, სპილენძი ქანგბადში გავარვარების დროს (ისევე როგორც ჰაერზე გავარვარებისას) წვის გარეშე უერთდება ქანგბადს და გარდაიქმნება 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 ნახშირორჟანგის, გოგირდოვანი აირის, რკინის ხენჯის შესახებ?
  4. აღწერეთ ქიმიური რეაქციების განტოლებები ქანგბადსა და შემდეგ ელემენტებს შორის: მაგნიუმი  $Mg$ , თუთია  $Zn$ , სილიციუმი  $Si$ , ვოლფრამი  $W$ , ღარიშხანი  $As$ , თუ ცნობილია, რომ ამ ელემენტების ქანგბადნაერთების ფორმულებია:  $MgO$ ,  $ZnO$ ,  $SiO_2$ ,  $WO_3$ ,  $As_2O_3$ .
  5. მიიღება თუ არა სიცარიელე, როცა ქანგბადიან თავდაცობილ ჭურჭელში დავწვავთ რკინის მავთულის ნაჭრებს? რატომ? თუ ნახშირს დავწვავთ?

## § 2. შანგვა. ოქსიდები

ნივთიერებებთან ქანგბადის ქიმიურ რეაქციებს უანგვის რეაქციებს. მიეკუთვნებენ, ხოლო წარმოქმნილ ნაერთებს — ოქსიდებს.

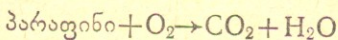
ოქსიდი არის რთული ნივთიერება, რომელიც შედგება ორი ელემენტის ატომებისაგან, რომელთაგან ერთ-ერთი ქანგბადია.

ფოსფორი წვის დროს იუანგება და მიიღება ფოსფორ(V)-ის ოქსიდი  $P_2O_5$ . ნახშირი, გოგირდი, რკინა წვის დროს იუანგება და წარმოქმნის ოქსიდებს, სახელდობრ, ნახშირორჟანგს  $CO_2$  — ნახშირბად(IV)-ის ოქსიდს, გოგირდოვან აირს  $SO_2$  — გოგირდ(IV)-ის ოქსიდს, რკინის ხენჯს  $Fe_3O_4$  — რკინა(II)-ისა და (III)-ის ოქსიდებს.

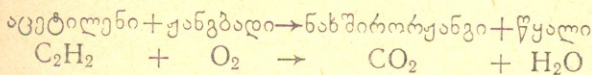
ლითონის ოქსიდები, რკინის ხენჯისა და სპილენძ (II)-ის ოქსიდის მსგავსად, მყარი ნივთიერებებია, არალითონების ოქსიდები შეიძლება იყოს მყარიც, როგორცაა ფოსფორ (V)-ის ოქსიდი (წყალი), აზროვანიც, როგორცაა ვოგირდოვანი აირი და ნახშირორჟანგი (ჩვეულებრივ პირობებში).

ოქსიდები მიიღება ჟანგბადით არა მარტო მარტივი ნივთიერებების დაჟანგვისას, არამედ ზოგიერთი რთული ნივთიერების დაჟანგვის დროსაც. ავანთოთ სანთელი და ჩვეულებრივ 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 აიმღვრევა. თქვენთვის ცნობილია, რომ ეს ნახშირბად (IV)-ის ოქსიდის — ნახშირორჟანგის თვისებაა.

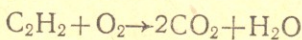
სანთელი დამზადებულია პარაფინისაგან, რომლის შედგენილობაშია შედის ელემენტები ნახშირბადი და წყალბადი. სანთლის წვის დროს ნახშირბადი უერთდება ჟანგბადს და მიიღება ნახშირბადის ოქსიდი, ხოლო წყალბადი ჟანგბადთან შეერთებით წარმოქმნის წყალს:



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



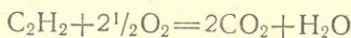
ჯერ გამოვიანგარიშოთ: ა) რამდენი მოლეკულა ნახშირორჟანგი და ბ) რამდენი მოლეკულა წყალი წარმოიქმნება ერთი მოლეკულა აცეტილენის დაჟანგვის დროს.  $C_2H_2$  მოლეკულაში ორი ატომი ნახშირბადია, ხოლო  $CO_2$ -ის მოლეკულაში — ერთი. მაშასადამე, ერთი მოლეკულა აცეტილენისაგან მიიღება ორი მოლეკულა ნახშირორჟანგი.  $C_2H_2$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



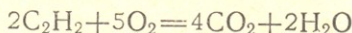
ახლა განვსაზღვროთ, რამდენი ატომი ჟანგბადი დაიხარჯება ორ მოლეკულა ნახშირორჟანგისა და ერთი მოლეკულა წყლის წარმოსაქმნელად. ჟანგბადის ატომები იმდენი დაიხარჯება, რამდენსაც ეს მო-

ლეკულები შეიცავს, ე. ი. 5 ატომი ჟანგბადი. 5 ატომი ჟანგბადი შეადგენს ორნახევარ მოლეკულას. განტოლების კოეფიციენტები ნაპოვნია:

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 მადნის — 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) აირივანი, ბ) თხევადი, გ) მყარო (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 ჟანგბადის ფარდობითი ატომური მასასა. შეადგინეთ ამ ნაერთის წვის რეაქციის განტოლება.

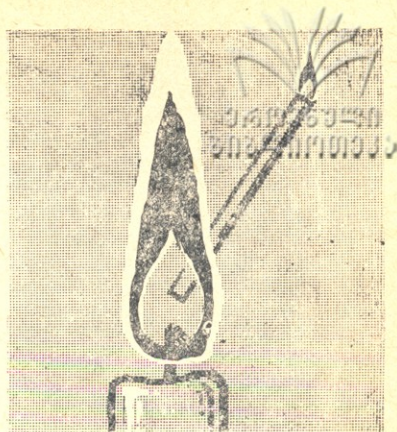
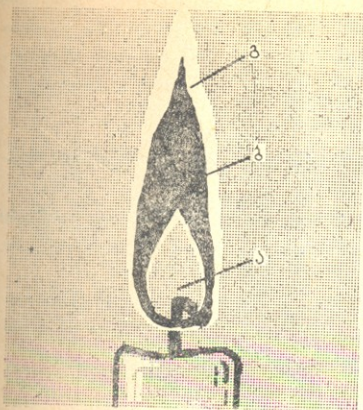
## § 28. ა ლ ი

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

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



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

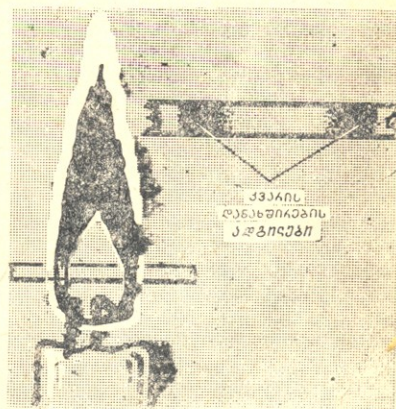
სურ. 18. ალის შიგა ნაწილიდან გამო-  
 ყვანილი პარაფინის ორთქლის წვა.

ნაწილში — მნათ კონუსში. ჯამი დაიფარება ქვარტლით, მამსადაძე, 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 ნახშირორჟანგი. ალში ცოტა ხნით შევიტანოთ კვარი, როგორც ეს გამოსახულია მე-19 სურათზე.

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

საიდან ჩნდება ნახშირი ალის შუა ნაწილში? სანთლის პატრუქთან ანთებული ასანთის ღერის მიახლოებისას პარაფინი ღვება და ორთქლდება. პატრუქიდან აღმავალი ორთქლი ინთება. მაღალი ტემპერატურის გამო ალის შუა ნაწილში პარაფინის ორთქლი იშლება.

ამ დროს წარმოიქმნება ნახშირის უწყრილესი ნაწილაკები, წყალბადი და ნახშირბადისა და წყალბადის აქროლადი ნაერთები. წყალბადი იწვის ალში ქვემოდან შეღწეული ჰაერის ხარჯზე, ხოლო წვის შედეგად გამოყოფილი სითბოს 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 განათებულობა მცირდება.



სურ. 19. კვარის დანახშირება ალის შესაბამის ნაწილში.

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 განათებულობა მცირდება.

თუ სანთლის ალში ჩაებერავეთ ჰაერს მინის მილით, ალი თითქმის არამართვ  
გახდება და ასეთ ალში შეტანილ ფაიფურის ჯამზე ჰეარტლი არ დაიღუპება. ეს იმით  
აბსნება, რომ ჰაერის ჰარბად მიწოდების დროს ნახშირის ნაწილაკები ნაწილაკად  
იწვის და არ რჩება ალში. ამნაირადვე წარმოიქმნება ალი ღუმელებსა და სხვა  
რებში.

- 7
1. ჩამოთვალეთ: ა) ფიზიკური მოვლენები, ბ) ქიმიური რეაქციები, რომ-  
ლებიც 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 გავდგათ, მის უკან მოთავსე-  
ბულ ქაღალდზე გაჩნდება მუქი ჩრდილი სანთლის ალის სწორედ იმ ნაწი-  
ლისაგან, რომელიც უფრო კაშკაშად ანთებს. რატომ?
  4. როგორ მივიღოთ უჰეარტლო ალი?

## § 24. ჟანგბადის გამოყენება

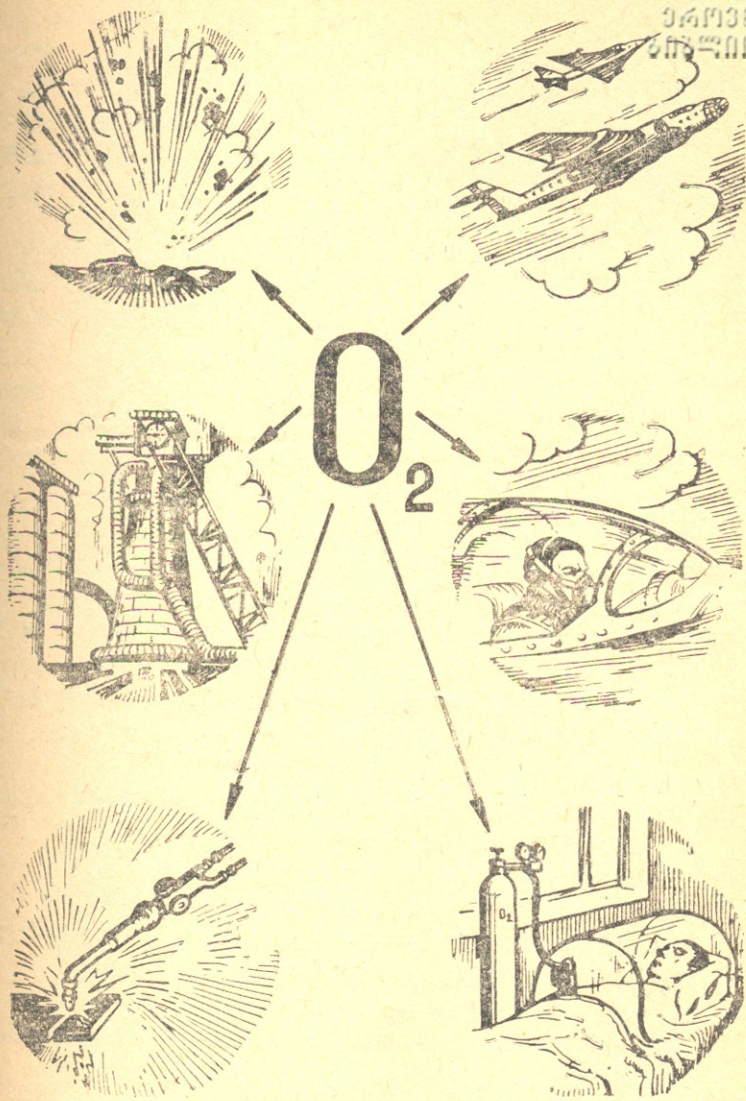
ჟანგბადის გამოყენება (სურ. 20) ემყარება მის თვისებებს — იგი ხელს უწყობს წვასა და სუნთქვას.

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 ვკიდება და იწვის თეთრი ალით, რომლის ტემპერატურა  $3000^{\circ}\text{C}$  აღწევს.

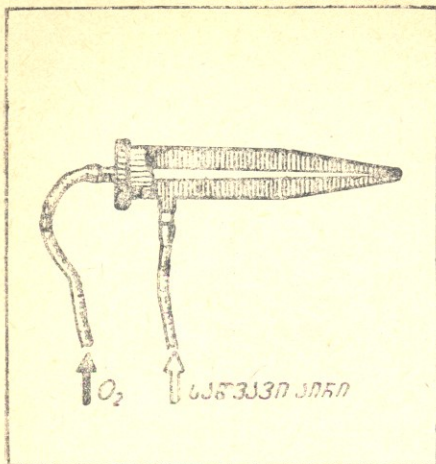
ჟანგბად-აცეტილენის ალის დახმარებით შეიძლება არა მხოლოდ შედუღება, არამედ ფოლადის გაჭრაც. ამისათვის მის გავარვარებულ ზედაპირზე დამატებითი მილით ჟანგბადის ძლიერ ნაკადს უშვებენ. რკინა, როგორც იცით, ჟანგბადში იწვის, ამიტომ ჟანგბადის ნაკადი გამოწვავს ფოლადს და ცვლის ბურღს. ნაპერწკალთა კონა, რომელიც ჟანგბადით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

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

თხევადი ჟანგბადით გაჟღენთილი ფოროვანი საწვავი მასალები,



სურ. 20. ჟანგბადის გამოყენება.



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

მაგალითად, ხის ნახერხი, მშრალი ხავსი, კოქსი მყისვე იწვის. თუ მათი წვა დახშულ 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 ნარევებად სამთო და სამშენებლო საქმეში. სამთო საქმეში ასეთი ნარევი გამოიყენება მადნის მოპოვების დროს, სამშენებლო საქმეში — რკინიგზისა და გვირაბების გაყვანი-

სას, ჰიდროელსადგურების ჯებირების მშენებლობაში. თხევადი ჟანგბადი დამქანგავად 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. მენახძრეები აღჭურვილი არიან განსაკუთრებული ნიღბებით, რომელთა ფოლადის ბალონებში ჟანგბადია მომარაგებული. ამიტომ ისინი თავის ამოცანას დაუბრკოლებლად ასრულებენ კვამლში ან მოწამლულ გარემოში.

დიდ სიმაღლეზე ასვლისას, ჰაერის გაუხშოების 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.

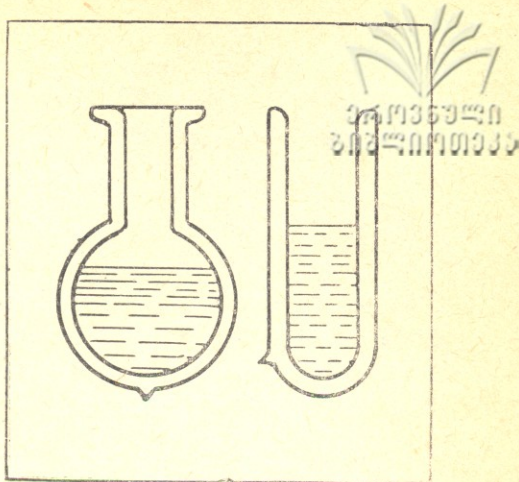


სახალხო მეურნეობას უდი-  
დესი რაოდენობით ჟანგბადი  
სჭირდება. ჟანგბადზე მოთხო-  
ვნილება ყოველწლიურად იზ-  
რდება.

აიროვან ჟანგბადს ინახავენ  
და გადააქვთ ფოლადის ბალო-  
ნებით, სადაც ის წნევის ქვეშ  
იმყოფება. ჟანგბადიანი ბა-  
ლონები რომ სხვა აირებით  
სავსე ბალონებში არ აერიოთ,  
მათ ყოველთვის ცისფრად —  
თხევადი ჟანგბადისფრად ლე-  
ბავენ.

თხევადი ჟანგბადის შენახვა  
და გადატანაც შეიძლება. ამი-  
სათვის კი საჭიროა მისი დაცვა გარემომცველი ჰაერით გათბობი-  
საგან. ჰაერი ზამთარშიც კი „ცხელია“ თხევად ჟანგბადთან შედარე-  
ბით, რომელიც —  $183^{\circ}\text{C}$ -ზე დუღს. ამიტომ თხევად ჟანგბადს ინახა-  
ვენ 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 — ჟანგბა-  
დის ტანკები, რომლებშიც ინახავენ და გადააქვთ დიდი რაოდენობით  
თხევადი ჟანგბადი.



სურ. 22. დიუარის ჭურჭელი თხევადი  
ჟანგბადის შესანახად.

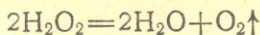


1. მე-20 სურათის მიხედვით აღწერეთ პრაქტიკის სხვადასხვა დარგში რა გა-  
მოყენება აქვს: ა) აიროვან, ბ) თხევად ჟანგბადს.
2. აცეტილენის ფორმულაა  $\text{C}_2\text{H}_2$ , დაწერეთ განტოლებები რეაქციებისა,  
რომლებიც გამოყენებულია ფოლადის შედუღებისა და ჭრის დროს.
3. მყვინთავ-შემდუღებელი წყალში ჩადის ანთებული ჟანგბად-აცეტილენის  
სანთურით. რატომ ხერხდება მისი ალის გამოყენებით წყალქვეშ შედუღება  
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 ლებულობენ ისეთი ნივთიერებების  
გახურებით, რომლებიც ადვილად იშლება ჟანგბადის გამოყოფით.

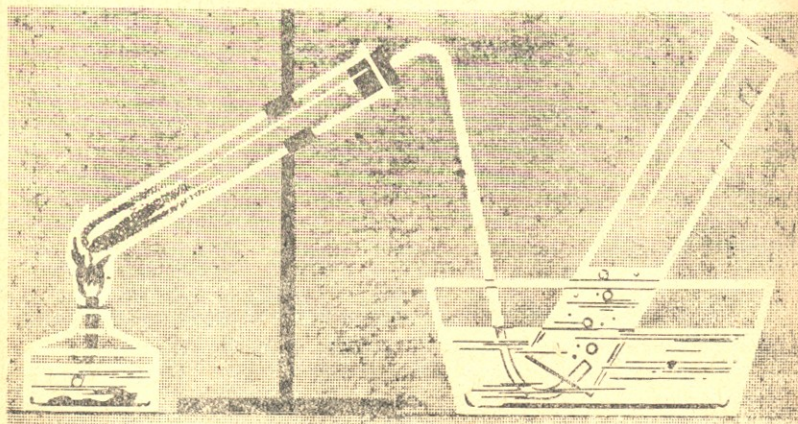
ასეთ ნივთიერებებს მიეკუთვნება კალიუმპერმანგანატი  $KMnO_4$  (საშინაო აფთიაქებში აქვთ ხოლმე „მარგანცოვკის“ სახელწოდებით) და წყალბადის პეროქსიდი  $H_2O_2$ . გახურებისას წყალბადის პეროქსიდი იშლება ჟანგბადის გამოყოფით და წყლის წარმოქმნით:



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

რეაქციის დასაჩქარებლად წყალბადის პეროქსიდს შეუვრევენ ცოტოდენ მანგანუმ (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.

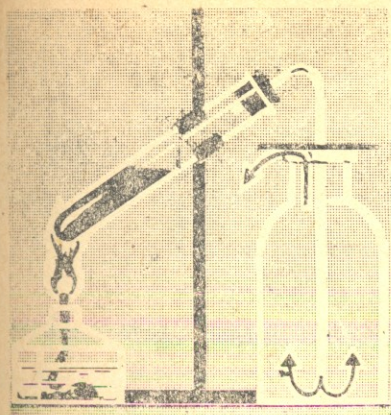
ნარევის დაყოფა ადვილია ფილტვრით. წყალი გადის ფილტრში, შავი ფხვნილი კი ფილტრზე რჩება. ფილტრზე დარჩენილი შავი ფხვნილი არ შეიცვლება არც თვისებებით და არც მასით. მისი გამოყენება კვლავ შეიძლება წყალბადის პეროქსიდის ახალი ულუფების დაშლის დასაჩქარებლად.



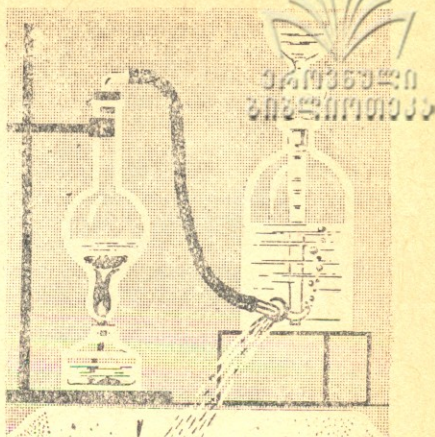
სურ. 23. აირის შეგროვება წყლის ზედაპირზე.

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 ადრე ქროლდება, ჟანგბადი კი თხევად მდგომარეობაში რჩება.



სურ. 24. აირის შეგროვება ჰაერის გამოძევებით.



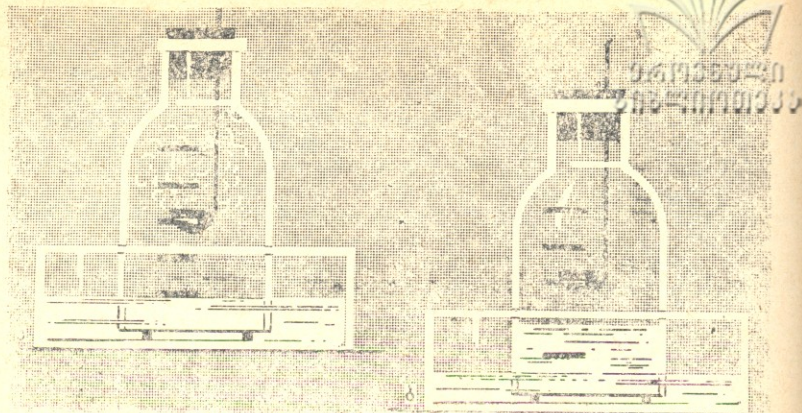
სურ. 25. აირის შეგროვება გაზომეტრში.

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

- 2
1. როგორ იღებენ ჟანგბადს ლაბორატორიაში?
  2. როგორ იღებენ ჟანგბადს მრეწველობაში?
- რატომ არ იყენებენ მრეწველობაში ჟანგბადის მისაღებად კალიუმის პერმანგანატსა და წყალბადის პეროქსიდს?

## § 26. ჰაერის შედგენილობა

ჰაერის შედგენილობის გამოსაკვლევად ვისარგებლოთ ზარხუფით, რომლის მოცულობა წინასწარ დავყოთ ნიშნებით ექვს ტოლ ნაწილად (სურ. 26). თავდია ზარხუფი ჩავუშვათ ჭურჭელში და ამ ჭურჭელში წყალი ჩავასხათ ზარხუფის პირველ დანაყოფამდე. ახლა ჰაერი იკავებს მოცულობას, რომელიც ხუთი ნაწილის ტოლია. ავანთოთ ფოსფორი კოვზზე, ეს კოვზი აალებული ფოსფორით ჩავუშვათ ზარხუფში და ზარხუფს სწრაფად დავუცოთ საცობი. (კოვზი გაყრილია საცობში). დავაცადოთ 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 ზარბუფი ვაცივდება, ამ დროს წყალი ზარბუფში აიწევს მეორე ნიშნამდე. ჰაერის მოცულობა  $1/5$ -ით შემცირდა იმის გამო, რომ მას გამოაქლდა წვაზე დახარჯული ჟანგბადი. მაშასადამე, ჟანგბადის მოცულობითი წილი ჰაერში შეადგენს დაახლოებით  $1/5$ -ს. გამოვიკვლიოთ ჰაერის დარჩენილი ნაწილი. ჭურჭელში ჩავასხათ წყალი ზარბუფში არსებული წყლის დონემდე, რათა საცობის მოხსნისას ზარბუფში ჰაერი არ მოხვდეს. მოვხსნათ საცობი და ზარბუფში ანთებული კვარი შევიტანოთ. კვარი ქრება, მაშასადამე, ჰაერის ჟანგბადი მთლიანად დახარჯულა.

ფოსფორის დაწვის შემდეგ ზარბუფში დარჩა აირი, რომელიც წვას ხელს არ უწყობს. იქნებ ეს აირი ნახშირორჟანგია? ზარბუფს დაუვუცოთ საცობი, რომელშიც გატარებულა გაზგამყვანი მილი. ამ მილის ბოლო ჩაუშვავთ ჭიქაში, რომელშიც კირიანი წყალია ჩასხმული. ჭურჭელში წყლის ჩამატებისას ზარბუფში არსებული აირი გამოიძევება და კირიან წყალში გაივლის ბუშტების სახით. კირიანი წყალი არ ამღვრევა, 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

ჰაერში 78%

ეროვნული  
ქანობა

ინერტული აირები 0,94%

ნახშირორჟანგი 0,03%

სხვა აირები და მონარევი 0,03%

სურ. 27. ჰაერის მოცულობითი შედგენილობის დიაგრამა.

ნივთიერებების მოლეკულები 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 ნერთებს, აქედან წარმოიშვა მათი სახელწოდება — ინერტული. მხოლოდ უკანასკნელ დროს მოხერხდა მათი ნერთების 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.

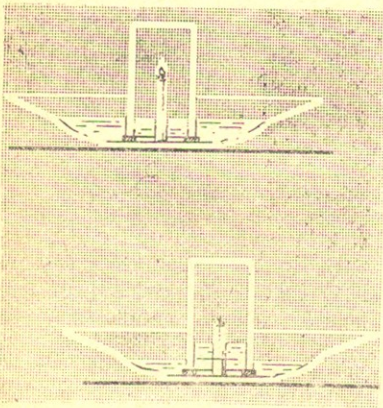
სსრკ კონსტიტუციაში ასახულია საბჭოთა სახელმწიფოს ზრუნვა ბუნებრივი სიმდიდრის დაცვისა და ადამიანის გარემოს გაუმჯობესების შესახებ. ჩვენს ქვეყანაში უდიდესი თანხები იხარჯება გამწმენდ მოწყობილობათა შესაქმნელად და უნარჩენო წარმოებათა დასაწერად, რათა დავიცვათ გარემო მასში მავნე ნივთიერებათა მოხვედრისაგან. 1980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

ლი არსების საცხოვრებელი გარემო, ამიტომ ვაჭუჭყიანებისაგან მისი დაცვის პრობლემას უნდა წყვეტდეს მსოფლიოს ყველა სახელმწიფო. ამიტომაც ბუნების დაცვის საქმეში დიდ როლს ასრულებს საერთაშორისო თანამშრომლობა.

საერთაშორისო  
ნივლითობა

▲ ?

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 ნაფიფქით დაიფარა. დარჩენილი აირი არც წვას უწყობდა ხელს, არც სუნთქვას. მაშინ ა. ლავუაზიემ ვერცხლისწყლის ზედაპირიდან შეაგროვა ნარინჯისფერი ნაფიფქი, მოათავსა სინჯარაში, ძლიერ გაახურა და ამ დროს გამოყოფილი აირი შეაგროვა. შეგროვილი აირი მან შეურია 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 ჰიქაში შეიტანეთ, თუ სანთელი შინ არ მოგეპოვებათ, თვითონვე მოისაზრეთ, რა შეიძლება დავწვათ ჰაერზე მის ნაცვლად. აღწერეთ და განმარტეთ ყველაფერი, რაც შეამჩნიეთ ცდის ჩატარებისას.

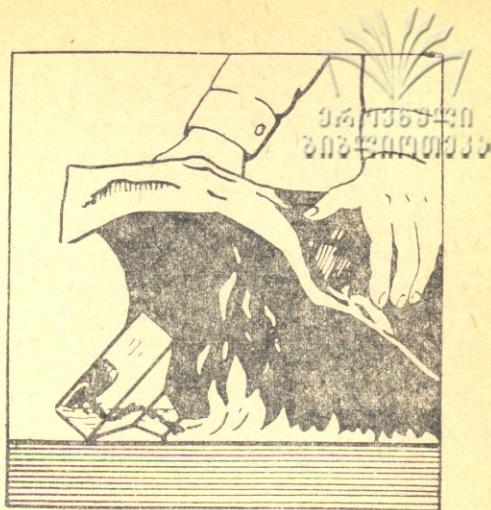
§ 27. წვა და ნელი ჟანგვა

ქანგვის რეაქციებს, რომლებსაც თან ახლავს 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 ნაკლები 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 გაღვსვის დროს წარმოქმნილი ნაპერწკლები იგივე რკინის ზნჯის გავარვარებული ნაწილაკებია, რომლებიც წარმოიქმნება სუფთა ჟანგბადში ფოსფორის წვის დროს.



სურ. 29. ალის ჩაქრობა მაგიდაზე.

ნივთიერება რომ ჰაერში დაეწვათ, 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, არ უნდა გავაცვიფოთ ნივთიერება და ამით ტემპერატურა დაეწიოთ აალების ტემპერატურაზე დაბლა, ანდა შევწყვიტოთ მასთან ჟანგბადის შეღწევა.

ფაიფურის ჯამში ჩაეასხათ 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 აღმოადგებულ 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 ჩასაქრობად მათ

წყალს ასხამენ. წყალი აცივებს ცეცხლმოკიდებულ ნივთიერებებს და აბრკოლებს მათთან ჰაერის შეღწევას.

ნივთიერებების ჟანგვა თუმცა სითბოს გამოყოფით მიმდინარეობს, მაგრამ შეიძლება წვა არ ახლდეს თან. ასეთ პროცესს ნელი ჟანგვა ეწოდება.

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

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

- ?
- 1. რატომ ხდება ჰაერში წვა უფრო ნელა, ვიდრე ჟანგბადში?
  - 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, თვითაღება?

### § 28. ჰაერის გამოყენება. სათბოების წვა

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

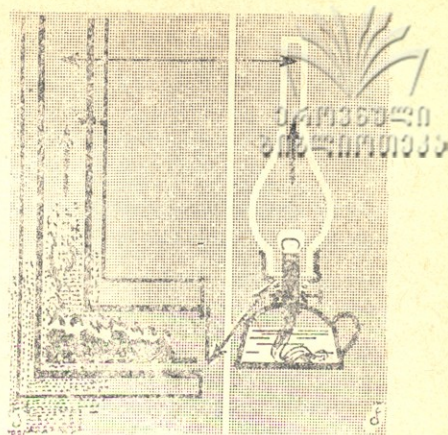
წარმოებასა და ყოფა-ცხოვრებაში ფართოდ იყენებენ წვადი ნივთიერების წვის რეაქციას. წვად მასალებს, რომლებსაც წვავენ ამ დროს გამოყოფილი ენერჯის გამოყენების მიზნით, სათბობი ეწოდება.

სათბობი არის მყარი, თხევადი და აირიანი. ანსხვავებენ 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 მიღებულ-



ლი 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 ადგილიდან იგი გადაიცემა მილებით, რაც განტვირთავს ტრანსპორტს.



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

30-ე (ა) სურათზე წარმოდგენილია მყარი სათბობის (შეშის, ქენახშირის) დასაწვავი უმარტივესი მოწყობილობის სქემა, საცეცხლეში ცეცხლმოკიდებულ სათბობამდე ჰაერი შეაღწევს ქვედა ხვრელიდან — ქვესაბერიდან. წვის აიროვანი პროდუქტების სუფთა ჰაერით შეცვლის დასაქარებლად იყენებენ ჰაერმბერ მანქანებს ან საცეცხლეს მიაშენებენ საკვამლე მილებს. წვის შედეგად მიღებული ძლიერ გახურებული აიროვანი პროდუქტები მილებით ზევით ადის. ასე წარმოიქმნება წვევა, რომლის მეშვეობითაც ქვევიდან, ქვესაბერში გავლით, სუფთა ჰაერი შეიწოვება. ლუმელების საცეცხლეში მიმდინარე პროცესების ასახსნელად გამოვიყენოთ 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 არასაკმაო 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 ლუმელში ჰაერს მცირე სიჭარბით უშვებენ. თუ ლუმელში ძალიან ბევ-

რი ჰაერი შევიდა, მაშინ სათბობი სრულად კი დაიწვება, მაგრამ ამ დროს გამოყოფილი სითბო ფუჭად დაიხარჯება ნაჭარბი ჰაერის გასახურებლად. სათბობის არასწორი წვა სახალხო მეურნეობას დიდ ზარალს აყენებს.

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

მტერისებრ სათბობს შეწონილ მდგომარეობაში წვავენ. მას საცეცხლეში უბერავენ ფრქვევანას მეშვეობით, 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 შივაწვის ძრავებში, ავტომანქანებისა და ტრაქტორების ასამოძრავებლად. აიროვანი სათბობის წვა გამოიყენება როგორც ქარხნებსა და ფაბრიკებში, ისე შინ.

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

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

ჩვენ განვიხილეთ ჰაერის გამოყენება, რომელიც დაკავშირებულია მასში ჟანგბადის 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. კრიპტონით ავსებენ ელნათურებს. კრიპტონი 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 მანძილიდანაც ჩანს.



- 1. საცეცხლის მარტივი მოდელია ნავთის ლამპა (სურ. 30, ბ). რა ასრულებს მასში ქვესაბერის როლს? კვამლსადენი მილის როლს? ანთებულ ლამპას რომ შუშა მოეხადოთ, ალი ბოლვას დაიწყებს. რატომ? თუ ლამპის ჩაწეულ პატრუქს ავანთებთ და შემდეგ თანდათანობით ამოვწევთ, მაშინ ალის განათებულობა მოიმატებს, მაგრამ თუ ამის შემდეგ კიდევ უფრო მაღლა ამოვწევთ პატრუქს, ალი გამკრთალდება და ბოლვას დაიწყებს. რატომ? იგივე მოხდება, თუ გვერდითი ნახვრეტების ნაწილს თითებით დავვარავთ, რატომ?
- 2. როგორ განვახორციელოთ პირველ სავარჯიშოში აღწერილი ორი ცდ., თუ ლამპის ნაცვლად ავიღებთ სანთელს და დაახლოებით სანთლის დაამტრის მქონე მინის მილის გადანაჭერს?
- 3. აღწერეთ საცეცხლის მოწყობილობა და მოქმედება.
- 4. რის მაჩვენებელია 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?

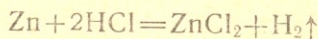
- 1. დაასახელოთ: ა) სათბობის სახეები, რომლებსაც შინ იყენებენ, ბ) მათ დასაწვავად გამოყენებული ხელსაწყოები. გამოიყოფა თუ არა ამ დროს წყალი?
- 2. მოამზადეთ (ზეპირად) მოხსენება თემაზე: „რა ვიცი წარმოებაში გამოყენებული სათბობების, მათი წვის ხერხებისა და ამ დროს გამოყოფილი ენერჯის გამოყენების შესახებ“.
- 3.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

მას შემდეგ, რაც ცნობილი გახდა მქავეები, ქიმიკოსები ხშირად ამჩნევდნენ, რომ ზოგიერთ ლითონზე მქავეს ხსნარის დასხმისას წარმოიქმნება „წვადი ჰაერი“. აღის მიახლოებისას 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 აირივანია ნივთიერება იყო. თუ ის სუფთაა, წყნარად იწვის, მაგრამ ჰაერთან მისი ნარევი ანთებისას ფეთქდება. შემდგომ ამ აირს წყალბადი უწოდეს, წყალბადი მარტივი ნივთიერებაა. რომლის მოლეკულები წარმოქმნილია იმავე სახელწოდების ელემენტის ორი ატომისაგან.

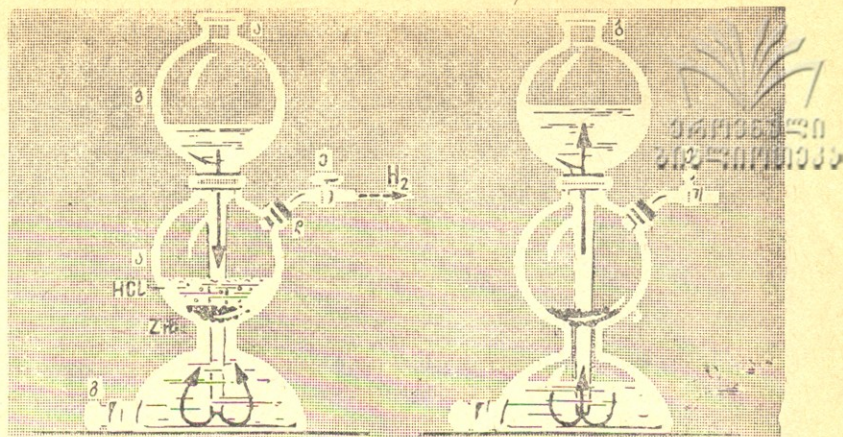
§ 29. წყალბადის მიღება

ელემენტ წყალბადის ქიმიური ნიშანი — H, ფარდობითი ატომური მასა — 1,008, წყალბადის ფორმულა H<sub>2</sub>; ფარდობითი მოლეკულური მასა 2.

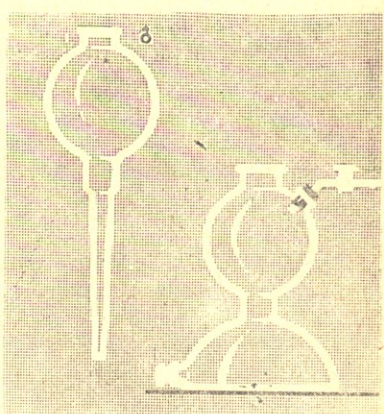
თუთიის ნატეხებზე მარილმქავეს ხსნარის დასხმისას, მის ზედაპირზე ჩნდება აირის ბუშტულები. ისინი წყდებიან თუთიის ნატეხებს და სითხის ზედაპირზე ამოტივტივდებიან, სითხე თითქოს დუღს, ხოლო თუთიის ნატეხები თანდათანობით თითქოს იხსნება და ბოლოს სრულიად ქრება. ჭურჭელში რჩება უფერო გამჭვირვალე ხსნარი. ამ ხსნარის ამოშრობით შეიძლება გამოვყოთ მყარი ნივთიერება, რომლის შედგენილობაშიც თუთია გადავიდა. ამ ნივთიერების ფორმულაა ZnCl<sub>2</sub>. რეაქცია გამოისახება განტოლებით:



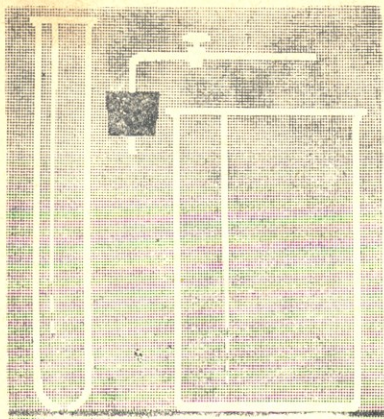
წყალბადი გამოიყოფა მქავედან მასში თუთიით წყალბადის ჩანაცვლების (გამოძევების) შედეგად. ახლა გასაგებია თუ რატომ წყდებოდა თუთიიდან აირის ბუშტულები: ლითონის ნატეხების ზედაპირზე მქავე ეხებოდა თუთიას და მიმდინარე რეაქციის შედეგად გამოიყოფოდა აირი წყალბადი.



ლაბორატორიაში წყალბადის მისაღებად ჩვეულებრივ იყენებენ კიპის აპარატს, რომელიც გამოსახულია 31-ე სურათზე. კიპის აპარატი შედგება ბ ძაბრისა და ა ჭურჭლისაგან, რომელიც არის სფერო და მასთან შეერთებული ნახევარსფერო. როდესაც ძაბრი ჩასმულია ჭურჭელში, ძაბრის მილსა და ჭურჭლის 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. კიპის აპარატი: ა — მოჭმეღებისას. ბ — გამოყენების შემდეგ; გ — დაშლილი.



სურ. 32. წყალბადის მისაღება ხელსაწყო დეტალები.

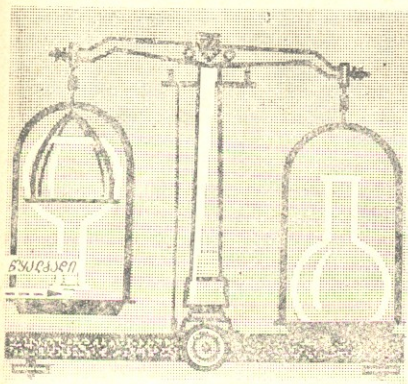
გამო თუთია ვეღარ ეხება მკაფას და მათ შორის რეაქცია წყდება, მაგრამ სფეროში წყალბადის მისაღება რაგი იმ დრომდე რჩება, ვიდრე ის რეაქციისათვის ხელახლა დაგვჭირდება.

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

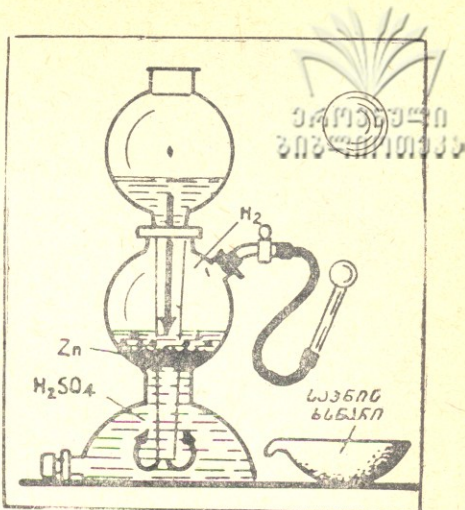
- ?
1. 32-ე სურათზე გამოსახული ლაბორატორიული მოწყობილობის საგნებიდან (მათ შორის მოცემულია სინჯარა პატარა ნახვრეტით ფსკერზე) შეიძლება აიწყო წყალბადის მისაღები ხელსაწყო, რომელიც კიბის აპარატის მსგავსად მოქმედებს. დახატეთ ასეთი ხელსაწყო.
  2. დახატეთ კიბის აპარატის სქემა ისეთ მდგომარეობაში, როდესაც ის არ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

### § 30. წყალბადის ფიზიკური თვისებები

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



სურ. 33. წყალბადი ჰაერზე მსუბუქია.



სურ. 34. საპნის ბუშტების ავსება წყალბადით.

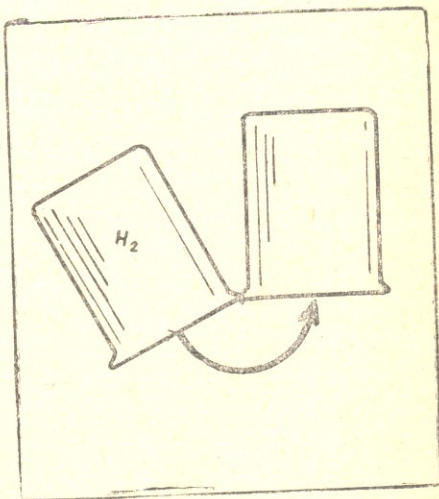
წყალბადით გავსებული საპნის ბუშტები ჰაერში სწრაფად აღის (სურ. 34).

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

? 1. რით განსხვავდება წყალბადი ჟანგბადისაგან ფიზიკური თვისებების მიხედვით?

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

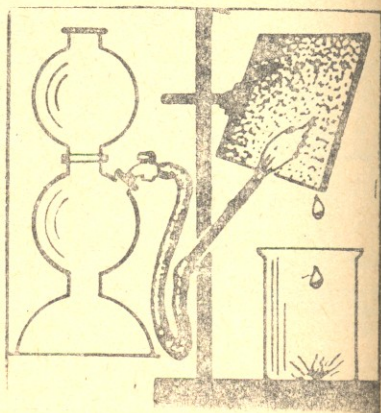
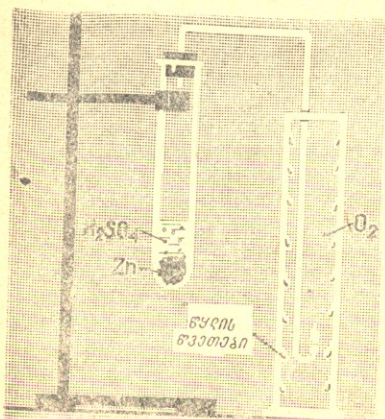
3. რა ხერხებით შეიძლება ჭურჭელში წყალბადის შეგროვება? წყალბადის რა თვისებებს ემყარება ეს ხერხები?



სურ. 35. წყალბადის გადასხმა ჭურჭლიდან ჭურჭელში.

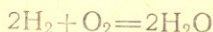


გავეცნოთ წყალბადის ქიმიურ თვისებებს. ავანთოთ გაზგამყვანი მილიდან გამომავალი სუფთა წყალბადი და



სურ. 36. წყალბადის წვა ქანგბადში. სურ. 37. წყლის წარმოქმნა წყალბადის წვის დროს.

მილი ანთებული წყალბადით ჩავუშვათ ქანგბადიან ჭურჭელში. ქანგბადში წყალბადის წვა გრძელდება (სურ. 36). ჭურჭლის კედლებზე ჩნდება წყლის წვეთები. მაშასადამე, ქანგბადში 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 დანამება. მაშასადამე, ჰაერზე წყალბადის წვის დროსაც წარმოიქმნება წყალი, ე. ი. წყალბადი უერთდება ჰაერის ქანგბადს, წყალბადის წვის რეაქცია გამოისახება განტოლებით:



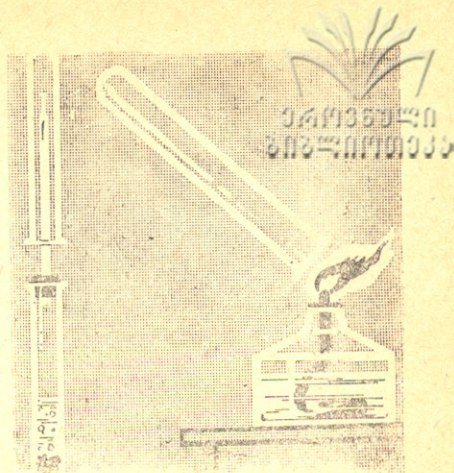
წვის დროს წყალბადი წარმოქმნის („ბადებს“) წყალს. აქედან წარმოდგება მისი სახელწოდებაც — წყალბადი.

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 შეფერილობას იძლევა მინის აორთქლებული შემადგენელი ნაწილები.

წყალბადის, ისე როგორც ყველა საწვავი აირის, ანთებისას დიდი ლღვრთხილვაა 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 შემოვახვიოთ 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



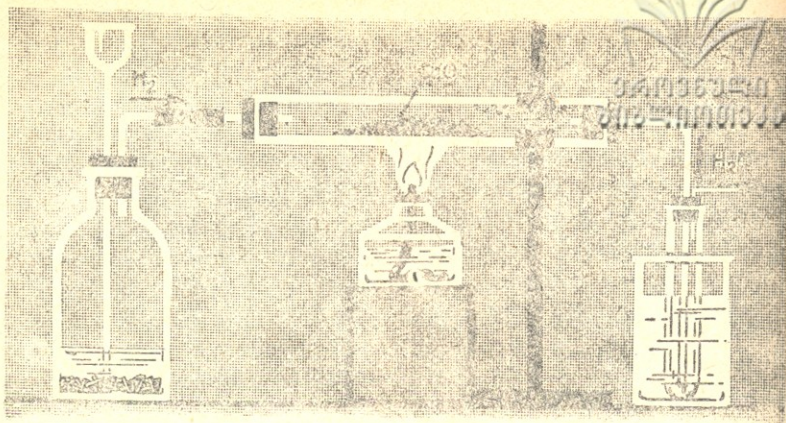
სურ. 38. წყალბადის სისუფთავის შემოწმება.

აქედან უნდა დავასკვნათ, რომ აპარატიდან 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 თავდათანობით, წყალბადისა და ჟანგბადის მოლეკულების შერევის შესაბამისად ხდება, ხოლო აფეთქებისას — მყისიერად, ვინაიდან ორივე აირის მოლეკულები თავიდანვე შერეულია.

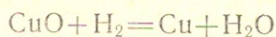
წყალბადი უერთდება არა მარტო ჟანგბადს, არამედ ზოგიერთ სხვა მარტივ ნივთიერებასაც.

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:

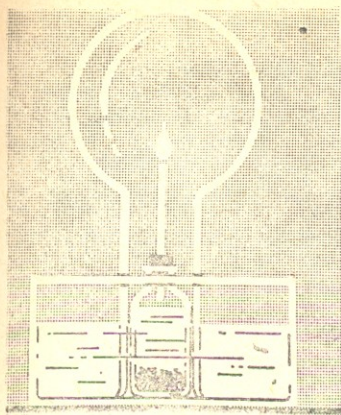


სპილენძ(II)-ის ოქსიდს წყალბადმა წაართვა ჟანგბადი და აღადგინა სპილენძი. ამასთანავე წარმოიქმნა წყალიც.

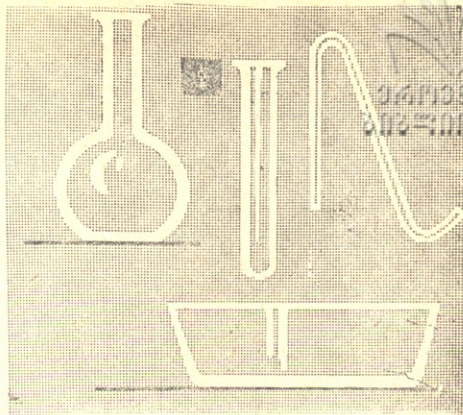
ამრიგად, წყალბადი არა თუ უერთდება თავისუფალ ჟანგბადს, არამედ მას შეუძლია ჟანგბადი ჩამოაცილოს სხვა ელემენტების ოქსიდებს. ეს წყალბადის კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი ქიმიური თვისებაა. ასე მიიღება, მაგალითად, ლითონი ვოლფრამი, რომლისგანაც ამზადებენ ელნათურების სავარვარო ძაფებს.

ნივთიერებებს, რომლებიც ჟანგბადს სხვა ნივთიერებებს ჩამოაცილებს, აღმდგენები ეწოდება. როგორც დავრწმუნდით, წყალბადი აღმდგენებს მიეკუთვნება.

წყალბადის გამოყენება დაკავშირებულია მის სიმსუბუქესა და აღმდგენის თვისებასთან. წყალბადით ავსებენ ატმოსფეროს ზედა ფენების 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. ხელსაწყო დეტალები (საცობი გაზხრტილია მილის გასატარებლად).

როგორ ამიაკის  $NH_3$ , მჟავებისა 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 მკლავდება 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 ახსენით მოვლენები, რომლებიც ამ დროს შეიმჩნეოდა, თუ ცნობილია, რომ ამ პირობებში წყალბადი აზოტს არ უერთდება.
6. სამი ქილა აირებითაა ავსებული. ერთში ჰაერია, მეორეში — ჟანგბადი. მესამეში — წყალბადი. როგორ გავიგოთ რომელ ქილაში რომელი აირია?
7. 41-ე სურათზე გამოსახული დეტალებისაგან როგორ შეიძლება ავაწყოთ ხელსაწყო იმის დასამტკიცებლად, რომ ჟანგბადში წყალბადის წვის დროს ჟანგბადი იხარჯება? დახატეთ ხელსაწყო და მოყევით თუ როგორ ჩაატარებთ ამ ცდას.
8. აღწერეთ რისთვის იყენებენ წყალბადს.



ვინაიდან წყალბადი შედის მეტად გავრცელებულ ნივთიერებაში — წყლის შედგენილობაში, ის მიეკუთვნება დედამიწაზე ყველაზე გავრცელებულ ელემენტებს. წყალბადი შედის აგრეთვე იმ რთული ნივთიერებების შედგენილობაში, რომლებიც განაპირობებენ ყველა ცოცხალი ორგანიზმის, წყალბადის ქიმიურ ნაერთებს მიეკუთვნება მჟავები, ბუნებაში ბევრი მჟავა გვხვდება: ლიმონმჟავა ლიმონში, ვაშლის მჟავა ვაშლში, მჟაუნმჟავა მჟაუნას ფოთლებში. ჭიანჭველეთი მტრისაგან თავს იცავენ ჭიანჭველმჟავას მწვავე წვეთების გამოშვებით (ეს მჟავა მოიპოვება ფუტკრის შხამსა და ჭინკრის მსუსხავ ბუსუსებშიც).

ყურძნის წვეწვანის 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, ადუღდეს და გოგირდმჟავას წვეთები მომუშავეს სახესა და ხელებზე შეემხეფოს, ეს რომ არ მოხდეს, გოგირდმჟავას გახსნის დროს წყალში გოგირდმჟავა წვრილა ჭავლით უნდა ჩავსახათ და ვურიოთ; არ შეიძლება, პირიქით — წყლის ჩასხმა გოგირდმჟავაში.

გოგირდმჟავა მერქანს, ტყავსა და ქსოვილებს ანახშირებს. თუ გოგირდმჟავიან სინჯარაში კვარს ჩავუშვებთ, ხდება ქიმიური რეაქცია — მერქანი ნახშირდება. გასაგებია, თუ რა საშიშია გოგირდმჟავას მხეფების 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 მარილმჟავას უწყრილესი წვეთებისაგან; მჟავა „ბოლავს“.

**მჟავების საერთო თვისებები.** გოგირდმჟავასა და მარილმჟავას ხსნარები გამოიყენოთ მჟავების ზოგიერთი საერთო თვისებების ცოდნით კვებად.

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

ორივე მჟავას ხსნარიან სინჯარებში მოვათავსოთ თუთიის, მაგნიუმის, რკინისა და სპილენძის თითო ნატეხი. თუთია, მაგნიუმი და რკინა ორივე მჟავადან გამოაძევებს 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 არაერთნაირ აქტიურობით აძევებენ წყალბადს მჟავებიდან, ზოგი ლითონი კი საერთოდ ვერ აძევებს. ამის გარკვევა შეიძლება ლითონების ძაბვათა ელექტროქიმიური მწკრივის საფუძველზე (თუ რატომ ეწოდება მწკრივს ასე, გავიგებთ მოგვიანებით):

აძევებენ წყალბადს  
K Ca Na Mg Al Zn Fe Ni Sn Pb (H<sub>2</sub>)

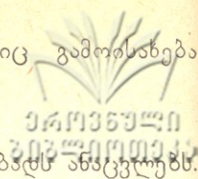
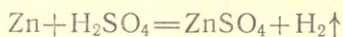
ვერ აძევებენ წყალბადს  
Cu Hg Ag Pt Au

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

სწორედ თუთიისა და მარილმჟავას HCl ხსნარს შორის მიმდინარე რეაქციით ვისარგებლეთ წყალბადის მისაღებად. ამ დროს თუთიის (ორვალენტიანი ლითონის) ატომები მარილმჟავას მოლეკულაში ორ ატომ წყალბადს ანაცვლებენ და წარმოიქმნება თუთიის ქლორიდი ZnCl<sub>2</sub>. ვინაიდან მარილმჟავას მოლეკულა HCl შეიცავს ერთ ატომ წყალბადს. ამიტომ თუთიის ატომთან რეაქციაში შედის მარილმჟავას ორი მოლეკულა (იხ. განტოლება, გვ. 66).

წყალბადის მისაღებად მარილმჟავას ნაცვლად შეიძლება გამოიყენოთ სხვა მჟავები, მაგალითად, გოგირდმჟავას წყალხსნარი. თუთია-

სა და გოგირდმჟავას შორის ხდება რეაქცია, რომელიც გამოისახება განტოლებით:



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

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

- ?
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 დავამტკიცოთ, რომ მარილმჟავას შედგენილობაში შედის წყალბადი?

სკოლიდან წაიღეთ (მასწავლებლის ნებართვით) ლაკმუსის ქაღალდის რამდენიმე ფურცელი (ლაკმუსის ხსნარით გაყენილი ქაღალდი) და დაამტკიცეთ მჟავას არსებობა პროდუქტებში, რომლებშიც ისინი მოიპოვება თქვენი ვარაუდით. მაგალითად, ლაკმუსის ქაღალდით შეეხეთ ვაშლის ნაჭერს, დაასველეთ მაწვნის წვენი 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
ზოტმჟავა . . . . .	HNO <sub>3</sub>	I NO <sub>2</sub>
გოგირდმჟავა . . . . .	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	II SO <sub>4</sub>
ფოსფორმჟავა . . . . .	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	III PO

შევადართ სხვადასხვა მჟავას შედგენილობა.

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

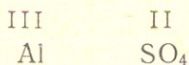
ვალენტობას ამჟღავნებს არა მხოლოდ ატომები, არამედ ატომთა ჯგუფებიც, მაგალითად, მჟავური ნაშთები. თუ მჟავას მოლეკულაში მჟავური ნაშთი წყალბადის ერთ ატომთან არის შეერთებული, მაშინ, ის ერთვალენტიანია, თუ ორ ატომთან — ორვალენტიანია. სამთან — სამვალენტიანი და ა. შ. მჟავური ნაშთების ვალენტობა მე-3 ტაბულაში რომაული 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 ნერთის ფორმულებს. შევადგინოთ, მაგალითად, ალუმინის სულფატის ფორმულა, თუ ვიცით, რომ ალუმინი სამვალენტიანია.

ა) დავწეროთ ალუმინის ქიმიური ნიშანი და გოგირდმჟავას მჟავური ნაშთის ნიშანი, ზემოთ, მათ დავაწეროთ 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  $Al_2(SO_4)_3$ .

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  $\equiv PO_4$  — ფოსფატი. ამის შესაბამისად

მარილებს ეწოდება:  $\text{NaCl}$  — ნატრიუმქლორიდი,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  — ნატრიუმ-სულფატი,  $\text{NaNO}_3$  — ნატრიუმნიტრატი,  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  — ნატრიუმფოსფატი (ტაბ. 4).

ცვალებადვალენტიანი ლითონების მარილებს ვეძებთ რიცხვი, რომელიც აღნიშნავს ლითონის ვალენტობას, მაგალითად  $\text{FeCl}_3$  — რკინა(III)-ის ქლორიდი,  $\text{FeCl}_2$  — რკინა(II)-ის ქლორიდი,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  — რკინა(III)-ის სულფატი,  $\text{FeSO}_4$  — რკინა(II)-ის სულფატი.

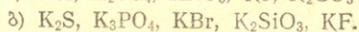
ტ ა ბ უ ლ ა 4

მარილთა ნომენკლატურა

მ ქ ა ვ ე ბ ი		მარილების სახელწოდება
დასახელება	ქიმიური ფორმულა	
ფთორწყალბადმჟავა (მალღობელი მჟავა)	$\text{HF}$	ფთორიდები
ქლორწყალბადმჟავა (მარილმჟავა)	$\text{HCl}$	ქლორიდები
ბრომწყალბადმჟავა	$\text{HBr}$	ბრომიდები
იოდწყალბადმჟავა	$\text{HI}$	იოდიდები
გოგირდმჟავა	$\text{H}_2\text{SO}_4$	სულფატები
გოგირდწყალბადმჟავა	$\text{H}_2\text{S}$	სულფიდები
აზოტმჟავა	$\text{HNO}_3$	ნიტრატები
ფოსფორმჟავა	$\text{H}_3\text{PO}_4$	ფოსფატები
ნახშირმჟავა	$\text{H}_2\text{CO}_3$	კარბონატები
სილიციუმმჟავა	$\text{H}_2\text{SiO}_3$	სილიკატები

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

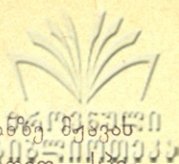
2. დაწერეთ შემდეგი მარილების სახელწოდებები:



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

4. ქვემოთ დასახელებული ნივთიერებებიდან:  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{K}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{FeCl}_2$  ცალ-ცალკე ამოიწერეთ: ა) ოქსიდების, ბ) მჟავების, გ) მარილების ფორმულები. დაასახელეთ თითოეული ნივთიერება.



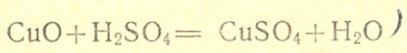


(ყველა მარილის მიღება არ ხერხდება შესაბამის ლითონზე მჟავის მოქმედებით) როდესაც გოგირდმჟავას ხსნარში ვათავსებდით სპილენძის ნატეხებს, არავითარი ქიმიური რეაქცია არ შეიმჩნეოდა. სპილენძი, ისევე როგორც სხვა ლითონები, (რომლებიც დაბნეული ელექტროქიმიურ მწკრივში წყალბადის შემდეგ დგას,) მჟავადან წყალბადს არ აძევენ) მაშ, როგორ მიიღება ისეთი მარილები, როგორიცაა:  $\text{AgCl}$ ,  $\text{CuSO}_4$ , და ა. შ. ასეთი ლითონების მარილებს ღებულობენ, მაგალითად, (ლითონების ოქსიდებზე მჟავების მოქმედებით. განვიხილოთ მჟავას ურთიერთმოქმედება ლითონის ოქსიდთან გოგირდმჟავას ხსნარსა და სპილენძ(II)-ის ოქსიდს შორის რეაქციის მაგალითზე.)

(სპილენძ(II)-ის ოქსიდი  $\text{CuO}$  (ტყვენთვის ცნობილი შავი ფხვნილი) ის წყალში არ იხსნება. სინჯარაში, რომელშიც სპილენძ(II)-ის ოქსიდია, (ჩავამატოთ გოგირდმჟავას ხსნარი და გავაცხელოთ, მიიღება ცისფერი ხსნარი. მისგან შეიძლება გამოვყოთ ნივთიერება  $\text{CuSO}_4$  — ეს სპილენძის სულფატია.) სპილენძ(II)-ის ოქსიდსა და გოგირდმჟავას შორის რეაქცია გამოისახება განტოლებით:

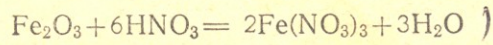


ამრიგად, გვეცანით მჟავების კიდევ ერთ საერთო თვისებას: (მჟავები ურთიერთმოქმედებენ ლითონების ოქსიდებთან და წარმოიქმნება შესაბამისი მარილები და წყალი.) ამ დროს, ისევე, როგორც ლითონებთან მჟავების ურთიერთმოქმედებისას, მჟავური ნაშთები უცვლელად გადადის მიღებული მარილის შედგენილობაში. (წყლის მოლეკულები წარმოიქმნება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



კოეფიციენტების შერჩევა არ დაგვჭირდა, ვინაიდან ოქსიდის ერთ ატომ ჟანგბადზე ზუსტად მოდის მჟავას ორი წყალბადატომი.)

შევადგინოთ რკინა(III)-ის ოქსიდსა და აზოტმჟავას შორის რეაქციის განტოლება;



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

(მჟავებთან ლითონების ოქსიდების რეაქციის დროს ორე რთული ნივთიერება — ოქსიდი და მჟავა — მიმოცვლის თავის ნაწილებს: ოქსიდი ჟანგბადის ატომებს გაცვლის მჟავურ ნაშთებზე, ხოლო მჟავა — წყალბადატომებს ლითონის ატომებზე. ასეთ რეაქციებს მიმოცვლის რეაქციებს მიაკუთვნებენ.)

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

? 1. შეადგინეთ შემდეგი რეაქციების განტოლებები:

- 1)  $ZnO + HNO_3 \rightarrow$
- 2)  $Al_2O_3 + HCl \rightarrow$
- 3)  $Na_2O + H_2SO_4 \rightarrow$
- 4)  $MgO + HNO_3 \rightarrow$

დაასახლეთ მიღებული მარილები.

2. რომელი ოთხი ტიპის ქიმიურ რეაქციას იცნობთ? რომელს მიეკუთვნება: ა) მარტივი ნივთიერებების დაჟანგვა ჟანგბადით, ბ) ოქსიდებიდან ლითონების აღდგენა წყალბადით, გ) მჟავებიდან წყალბადის გამოქვება ლითონებით, დ) რეაქციები მჟავებსა და ლითონების ოქსიდებს შორის, ე) ჟანგბადის მიღება წყალბადის პეროქსიდისაგან? მოიყვანეთ თითოეული ტიპის რეაქციის თითო მაგალითი.

3. სხვადასხვა ქიმიურ რეაქციაში გვხვდებით 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 ჟანგბადი იწვის; ბ) მერქანი და წყალბადი არ იწვის, გ) მალაქიტი მასზე ლუპობ მიმართულ სხივებში გარდაიქმნება არა შავ, არამედ წითელ ფხვნილად, დ) წყალბადით ავსებული მეტეოროლოგიური ზონდიბურთი ზევით არ აღის? დაწერეთ აღნიშნული რეაქციების განტოლებები.

ხედი  
ხსენებნი  
ფეხები



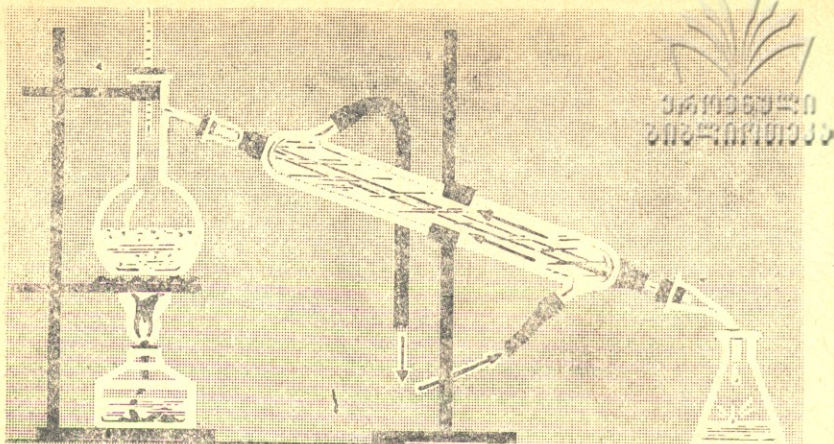
§ 85. წყალი ბუნებაში. სუბტა წყლის მიღება და მისი ფიზიკური თვისებები

(წყალბადის ნაერთებიდან ბუნებაში ყველაზე უფრო გავრცელებულია მისი ოქსიდი — წყალი  $H_2O$ ) (სხვადასხვა სახით) ის ყველგან მოიპოვება წყალი (ავსებს) დედამიწის ზედაპირზე წარმოქმნის ზღვებსა და ოკეანეებს. (ის თოვლისა და ყინულის ვეებერთელა მასებით ფარავს პოლარულ ქვეყნებსა და მაღალი მთების მწვერვალებს.) წყლის უხილავი ორთქლი ყოველთვის არსებობს ჰაერში: მისი უწვრილესი წვეთები წარმოქმნის ღრუბელს, რომლიდანაც მოდის წვიმა; (წვიმის წყლით იქვინება 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, (საერთვე დაავადებათა გამომწვევ მიკროორგანიზმებს,) რომელთაგანაც მას ასუფთავებენ. (ქალაქების წყალსაწმენდ სადგურებში წყალს ჯერ გაატარებენ ცხრილებში, რომლებიც შეიკავენს დიდი ზომის მოტივტივე საგნებს. (ამის შემდეგ წყალს) აწლობენ სალექარ-აუზებში და (ფილტრავენ ქვიშის ფენაში,) აქ შეიკავდება უხსნადი მყარი ნაწილაკე-



სურ. 42. წყლის გამოსახდელი ხელსაწყო.

ბი. (შემდგომ გაფილტრულ წყალს დაამუშავებენ ქლორით მიკრო-ორგანიზმების გასანადგურებლად) (ამჟამად ქლორს ცვლიან 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.

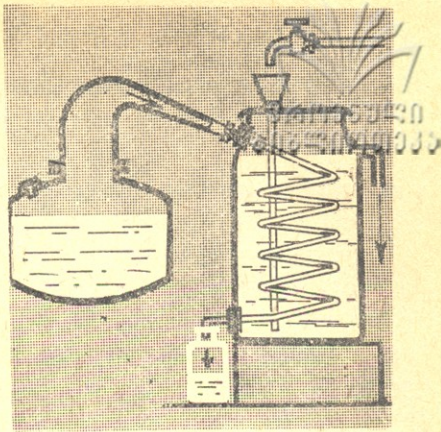
(აფთიაქებში წამლების დასამზადებლად და ქიმიურ ლაბორატორიებში იყენებენ) გახსნილი მინარევებისაგანაც (გასუფთავებულ წყალს. წყლის ან რომელიმე სხვა სითხისაგან გახსნილი მინარევების მოსაცილებლად მიმართავენ გამოხდას.)

(გამოხდა არის სითხის გაცხელება აღუღებამდე, რის შედეგადაც იგი გადაიქცევა ორთქლად, რომელიც გაცივებით ხელახლა წარმოქმნის სითხეს.)

ლაბორატორიაში წყლის გამოსახდელად გამოყენებულ ხელსაწყო გამოსახულია 42-ე სურათზე. ის წამი 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 გახსნილი მყარი ნივთიერებები კოლბაში რჩება, მიმ-

დებში კი სუფთა წყალი გროვდება. გამოხდით მიღებულ წყალს გამოხდილი (დისტილარებული) წყალი ეწოდება

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



სურ. 43. გამოსახდელი კუბი.

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

ახელსაწყოში 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  $100^{\circ}\text{C}$ -ზე (ნორმალური ატმოსფერული წნევის დროს  $101,3$  კპა),  $0^{\circ}\text{C}$ -ზე კრისტალდება, მისი სიმკვრივე  $4^{\circ}\text{C}$  დროს  $1$  გ/სმ<sup>3</sup>-ის ტოლია.)

*მოხის კუბი*

(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. სსრ კავშირის კონსტიტუციაში ჩაწერილია: „სსრკ მოქალაქეები ვალდებული არიან გაუფრთხილდნენ ბუნებას, დაიცვან მისი სიმდიდრე“.

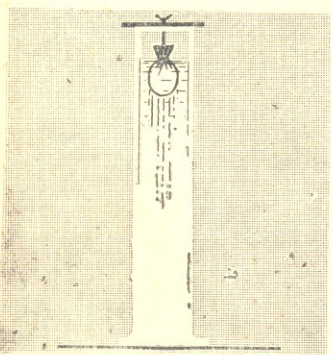
- ?
- 1 რომელი ბუნებრივი წყალი — მდინარის თუ წყაროს — შეიცავს ნაკლები რაოდენობით მინარევებს? რატომ?
  - 2 როგორ ასუფთავებენ სასმელ წყალს მინარევებისაგან?
  - 3 რა შემთხვევაში გამოიყენება გამოსხივების დახატეთ გამოყენების დასახელებით მისი ნაწილები და მოყვებით, როგორ მოქმედებს?

§ 86. წყალი როგორც გამხსნელი. ხსნადობა

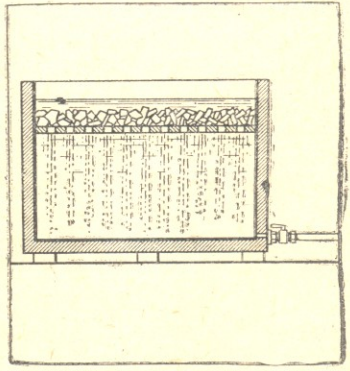
(ბუნებისმცოდნეობის კურსიდან და ყოველდღიური ცხოვრებიდან ჩვენთვის ცნობილია, რომ წყალში იხსნება სხვადასხვა ნივთიერება. ქიმიის გაკვეთილებზე ვიყენებდით მყავებისა და ტუტეების ხსნარებს. ახლა ნივთიერებათა შედგენილობისა და აღნაგობის ცოდნის საფუძველზე შეგვიძლია გავარკვიოთ — რაში მდგომარეობს გახსნის პროცესი და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

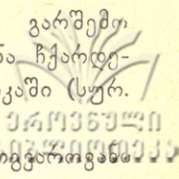


სურ. 44. შაბიამნის გახსნა წყალში.



სურ. 45. გასახსნელი ავზი.

კვრივეზე, 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 ერთგვარდება.

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, ნაჯერი ხსნარი ეწოდება, ხოლო ხსნარს, რომელშიც მოცემული ნივთიერება შეიძლება დამატებითი რაოდენობით გაიხსნას — უჯერი ხსნარი ეწოდება.)

ნივთიერების ხსნადობა გვიჩვენებს ნივთიერების მასას, რომელიც შეიძლება გაიხსნას წყლის განსაზღვრულ მოცულობაში<sup>1</sup> მოცემულ ტემპერატურაზე, რომ ხსნარი ნაჯერი გახდეს.) ჩვეულებრივ ნივთიერების ხსნადობას ზომავენ კილოგრამობით კუბურ მეტრზე ან გრამობით ლიტრზე (კგ/მ<sup>3</sup> ან გ/ლ).

ნივთიერებათა ხსნადობა სხვადასხვაგვარია. ზოგიერთი ნივთიერების ხსნადობა იმდენად მცირეა, რომ მათ პრაქტიკულად უხსნადად თვლიან.) მაგალითად, 20°C-ზე ბარიუმსულფატის BaSO<sub>4</sub> 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 გავხსნათ იმდენი კალიუმნიტრატი და ნატრიუმქლორიდი, რომ მივიღოთ მათი ნაჯერი ხსნარები, გავაცხლოთ ორივე ნაჯერი ხსნარი დუღილის ტემპერატურამდე და ვამატოთ თითოეული მარილი, ვიდრე მათი გახსნა შეწყდება. მივიღებთ ნაჯერ ხსნარებს იმ ტემპერატურა-

<sup>1</sup> წყლის მოცულობის ცვლილება 0-დან 100°C-მდე ინტერვალში შეიძლება უგულებელვყოთ.

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

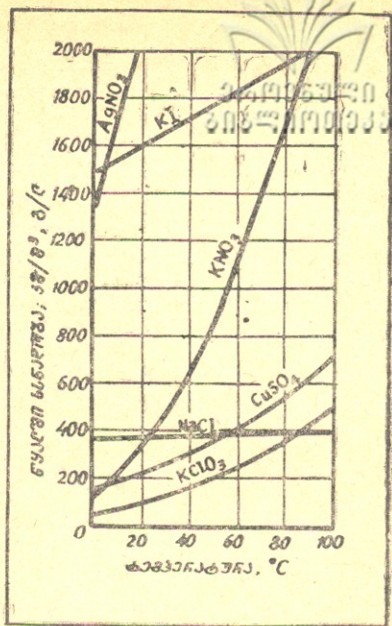
(კალიუმნიტრატის ხსნადობა გაცხელებისას უფრო მეტად იზრდება, ვიდრე ნატრიუმქლორიდის ხსნადობა.)

(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 გლიცერინი. მაგრამ ბენზინი და მცენარეული ზეთი წყალში თითქმის არ იხსნება.)

(წყალში აირებიც იხსნება, მაგალითად, ქანგბადი, აზოტი, ნახშირორჟანგი. წყალში რომ ჰაერის აირები იხსნება, ადვილად დავრწმუნდებით, 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 მძალი წნევის პირობებში. საცობის

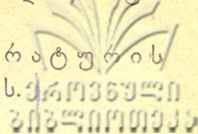


სურ. 46. ზოგიერთი მარილის ხსნადობის მრუდები.



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

აირის ხსნადობა იზრდება ტემპერატურის  
დაწვევისა და წნევის გადიდების დროს.



1. როგორ ახსნით წყალში შაქრის გახსნის 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 აწვევის დროს; აირების ხსნადობა ტემპერატურის აწვევისას, წნევის გადიდებისას?
5. რატომ არ გამოდგება ნადუდი 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 ნივთიერების 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 გამო-  
სახავენ:

$$\omega \% = \frac{m \text{ გახსნილი ნივთიერების}}{m \text{ ხსნარის}} \cdot 100$$

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

ეს ამგვარად ჩაიწერება: ω % (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 გ : 100 გ = 0,05 ანუ 5%, ხოლო მეორე ხსნარში — 20 გ : 100 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 გ — 10 გ = 90 გ) წყალს.

(მაგალითი 3. როგორ მოვაშაღოთ ნატრიუმქლორიდის 6-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:  $250 \text{ გ} - 15 \text{ გ} = 235 \text{ გ}$ .  
შასადამე, 250 გ მასის მქონე 6-პროცენტიანი ხსნარის მონაწილეობა ლაღ უნდა ავიღოთ 15 გ ნატრიუმქლორიდი და 235 მლ წყალი (თუ ჩავთვლით, რომ წყლის სიმკვრივე ტოლია 1 გ/მლ). ამ მიზნით ავწონით 15 გ ნატრიუმქლორიდს და მენზურით 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 გ მასის მქონე მყარი ნაშთი. როგორია კალიუმნიტრატის მასური წილი ამ ხსნარში?
5. მოცემულია გოგირდმჟავას 10-პროცენტიანი ხსნარი. ხსნარის მასაა 500 გ. როგორი იქნება გოგირდმჟავას მასური წილი ხსნარში, თუ ამ ხსნარში ჩავამატებთ 0,5 ლ წყალს?

§ 88. ხსნარების მნიშვნელობა გუნებაში, სამრეწველო წარმოებაში, სოფლის მეურნეობასა და სოფა-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 ერთ-ერთი 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.

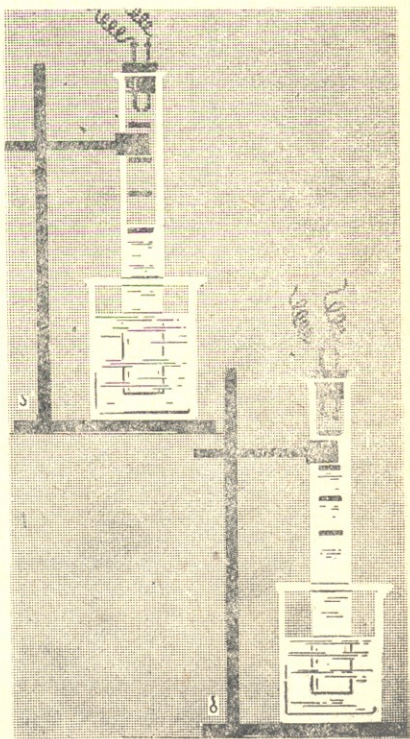
ქიმიის შესწავლისას ხშირად ვიყენებთ ნივთიერებათა წყალხსნარებს. ნივთიერებების წინასწარი გახსნა წყალში უზრუნველყოფს მათ შორის ქიმიური რეაქციების სწრაფ მიმდინარეობას. ამ მიზნით წყალი უდიდესი როლდენობით იხარჯება ქიმიურ მრეწველობასა და მრავალ არაქიმიურ წარმოებაში.

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

### § 39. წყლის შედგენილობა

წყალი რომ ჟანგბადისა და წყალბადისაგან შედგება, ჩვენ ღაღრწმუნდით, 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. ევდიომეტრში (სურ. 47). ევდიომეტრი სქელკედლიანი მინის მილია. მას მჭიდროდ აქვს მორგებული რეზინის საცობი, რომელშიც სპილენძის ორი მაგთულია გატარებული. მილის გარე ზედაპირზე ტოლი მანძილით დაშორებული დანაყოფებია აღნიშნული. ევდიომეტრს წყლით ავსებენ, ღია ბოლოთი ჩაუშვებენ წყლიან ჯამში ისე, რომ ევდიომეტრიდან წყალი არ გადმოიღვაროს, და შტატივის თათში ამაგრებენ. ევდიომეტრში იმდენი ჟანგბადს შეუშვებენ, რომ მან მილი შეავსოს მეორე დანაყოფ-



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

ფამდე (ორი მოცულობა), ხოლო მომდევნო ორ მოცულობას წყალბადით ავსებენ. ევდიომეტრის სპილენძის მავთულების თავისუფალ ბოლოებს აერთებენ საინდუქციო კოჭასთან, უკანასკნელს კი — ელექტრული დენის წყაროსთან. დენის ჩართვისას მილში სპილენძის მავთულებს შორის ჩნდება ელექტრული ნაპერწკალი, რომლისგანაც ჟანგბადისა და წყალბადის ნარევი ფეთქდება, წყლის დონე ევდიომეტრში ზუსტად სამი დანაყოფით აიწევს. იმისათვის, რომ გაიგონ აფეთქების შემდეგ ევდიომეტრში რომელი აირი დარჩა, მილის ღია ბოლოს დაუტოებენ საცობს, ევდიომეტრს შტატივიდან ათავისუფლებენ და გადააბრუნებენ. საცობს მოხსნიან და მილში სწრაფად შეიტანენ მბუხტავ კვარს, ის აინთება. მაშასადამე, აფეთქების შემდეგ ევდიომეტრში 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.

დავეშვათ, 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):

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

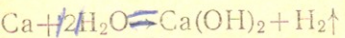
$$8 : 9 = 0,89 \text{ ანუ } 89\% \text{ ჟანგბადი}$$

1. როგორი ორი სერხით შეიძლება დავამტკიცოთ, რომ წყალი ჟანგბადისა და წყალბადისაგან შედგება?
2. აღწერეთ ელექტრული დენით 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 დენით წყლის დაშლისას წარმოიქმნება 100 მლ წყალბადი. რამდენი ჟანგბადი წარმოიქმნება ამ დროს?

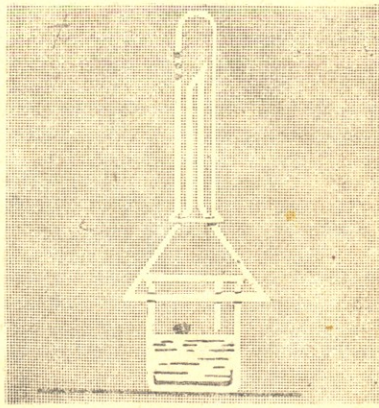
§ 40. წყლის ქიმიური თვისებები

განვიხილოთ წყლის ქიმიური თვისებები.

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



ამ რეაქციის დროს წყლის  $H_2O$  მოლეკულიდან, რომელიც უნდა წარმოვიდგინოთ როგორც  $H-OH$  ჯგუფი ( $-OH$  ჰიდროქსი-ჯგუფია),  $-OH$  გადადის კალციუმის ჰიდროქსიდის შედგენილობაში. ვინაიდან კალციუმის ატომი ორვალენტანია, ორი მოლეკულა წყლიდან იგი გამოაძეგებს ორ ატომ წყალბადს, ხოლო დარჩენილი ორი  $-OH$  ჯგუფი კალციუმის ატომს უერთდება. (რეაქცია უფრო ენერგიულად მიმდინარეობს ნატრიუმსა და



სურ. 48. ნატრიუმის ურთიერთმოქმედება წყალთან.

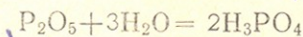
წყალს შორის. ნატრიუმის ნატეხი მოვათავსოთ წყლიან ჭიქაში. ნატრიუმი ამოტივტივდება წყლის ზედაპირზე, ლღვება და გარდაიქმნება კრიალა წვეთად. ის სწრაფად მოძრაობს წყლის ზედაპირზე, უშვანებს და პატარავდება. ხსნარის ამოშრობისას შევნიშნავთ მყარ თეთრ ნივთიერებას — ნატრიუმის ჰიდროქსიდს  $\text{NaOH}$ . თუ ცდისათვის გამოვიყენებთ 48-ე სურათზე გამოსახულ ხელსაწყოს და რეაქციის დამთავრების შემდეგ მოვხსნით სინჯარას, მასში აღმოვაჩინებ წყალბადს. მაშასადამე, წყალთან ნატრიუმის ურთიერთმოქმედებისას მიიღება ნატრიუმის ჰიდროქსიდი და წყალბადი:



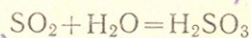
ნატრიუმი და კალციუმი მიეკუთვნება ქიმიურად მეტად აქტიურ ლითონებს (იხ. ლითონების ძაბვათა ელექტროქიმიური მწკრივი) ლითონებთან წყლის რეაქციების განხილული მაგალითებით გავეცანით წყლის მნიშვნელოვან ქიმიურ თვისებას: ის ურთიერთმოქმედებს განსაკუთრებით აქტიურ ლითონებთან (კალიუმთან, ნატრიუმთან, კალციუმთან, ბარიუმთან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

გამოვარკვიოთ, შედის თუ არა წყალი ოქსიდებთან რეაქციაში?

წყლის ურთიერთმოქმედება არალითონების ოქსიდებთან. ქილაში კოვზზე დავწვათ წითელი ფოსფორი. ჩავასხათ ცოტაოდენი წყალი, დავაცადოთ ვიდრე მიღებული ფოსფორ(V)-ის ოქსიდი  $\text{P}_2\text{O}_5$  გაიხსნება. ხსნარს დავამატოთ რამდენიმე წვეთი იისფერი ლაკმუსის ხსნარი, ლაკმუსი წითლად შეფერადდება. მაშასადამე, ხსნარში მყავაა. ფოსფორ(V)-ის ოქსიდი უერთდება წყალს და მიიღება ფოსფორმჟავა  $\text{H}_3\text{PO}_4$ :

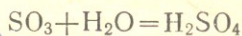


ქილაში, რომელშიც მცირე რაოდენობით წყალია, დავწვათ გოგირდი და მიღებული ხსნარი ლაკმუსის ხსნარით გამოვიკვლიოთ. ისიც წითლად შეფერადდება. გოგირდის წვის დროს წარმოქმნილი გოგირდ(IV)-ის ოქსიდი წყალს შეუერთდა და მივიღეთ გოგირდოვანი მჟავა  $\text{H}_2\text{SO}_3$ :

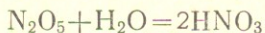


გოგირდი ცვალებადვალენტიანი ელემენტია, ოქსიდის  $\text{SO}_2$  გარდა, რომელშიც გოგირდი ოთხვალენტიანია, ის მეორე ოქსიდს —  $\text{SO}_3$

წარმოქმნის; ამ ნაერთში გოგირდი ექვესვალენტანია; გოგირდის ოქსიდი წყალთან ურთიერთმოქმედებისას წარმოქმნის გოგირდმჟავას  $H_2SO_4$ :



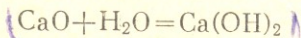
აზოტს შეუძლია წარმოქმნას ოქსიდი  $N_2O_5$ . ამ ოქსიდის წყალთან ურთიერთმოქმედებისას მიიღება აზოტმჟავა  $HNO_3$ :



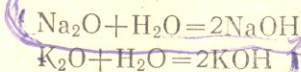
არალითონთა ოქსიდების წყალთან ნაერთები მიეკუთვნება მჟავებს.)

წყლის ურთიერთმოქმედება ლითონების ოქსიდებთან. ახლა განვიხილოთ ლითონთა ოქსიდების დამოკიდებულება წყალთან. ჭიქებში ჩავეყაროთ სპილენძის ოქსიდი  $CuO$ , რკინის ოქსიდი  $Fe_2O_3$ , თუთიის ოქსიდი  $ZnO$  და კალციუმის ოქსიდი  $CaO$ . თითოეულს დავამატოთ ცოტაოდენი წყალი. სპილენძის, რკინისა და თუთიის ოქსიდები წყალში არ იხსნება და არ უერთდება მას. კალციუმის ოქსიდთან **ნუ** ჩაუმქრალ კირთან წყლის მოქმედებისას სხვაგვარი მოვლენა ხდება.

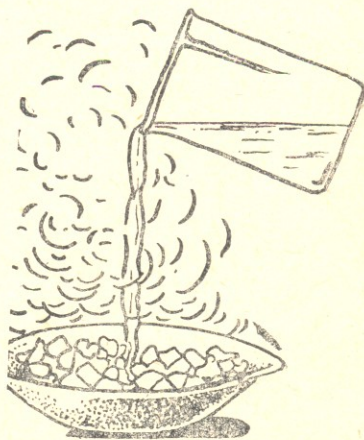
ჩაუმქრალი კირის ნატეხებზე წყლის დასხმისას შეიმჩნევა ისეთი ძლიერი გახურება, რომ წყლის ნაწილი ორთქლად იქცევა, ხოლო ჩაუმქრალი კირის ნატეხები გარდაიქმნება მშრალ ფაშარ ფხვნილად — ჩამქრალ კირად ანუ კალციუმის ჰიდროქსიდად  $Ca(OH)_2$  (სურ. 49):



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 ურთიერობს წყალთან (უმრავლესობა ასეთია), ზოგიერთი კი (კალიუმის, ნატრიუმის, კალციუმის, ბარიუმისა და სხვა ოქსიდები) უერთდება წყალს, და წარმოქმნის ჰიდროქსიდებს. რომლებიც მიეკუთვნება ფუძეებს.

1. დაწერეთ წყლის ქიმიური თვისებები.
2. გახურებულ რკინის მილში წყლის ორთქლს თუ გავატარებთ, წარმოიქმნება წყალბადი, ხოლო მილის შიგა კედლებზე გაჩნდება რკინის ოქსიდი ( $Fe_2O_3$ ). დაწერეთ ამ რეაქციის განტოლება. რომელი ტიპისაა ეს რეაქცია?
3. თავანდილ ქილაში ფოსფორ(V)-ის ოქსიდის შენახვისას შეითავსის მასა მატულობს, ხოლო თავანდილ ქილაში სპილენძ(II)-ის ოქსიდის შენახვისას კი შეითავსის მასა არ იცვლება, როგორ ავხსნათ ეს მოვლენები?
4. თქვენთვის ცნობილი რომელი ორი ხერხით შეიძლება მივიღოთ კალციუმჰიდროქსიდი? დაწერეთ რეაქციათა განტოლებები.
5. ბარიუმისა და ბარიუმის ოქსიდის წყალთან ურთიერობებისას მიიღება ბარიუმჰიდროქსიდი. დაწერეთ ამ რეაქციების განტოლებები. რეაქციათა რომელ ტიპს მიეკუთვნება თითოეული მათგანი?
6. დაასახელეთ ლითონთა 4 ოქსიდი, რომლებიც ურთიერობენ წყალთან.
7. დაასახელეთ 4 ლითონი, რომლებიც ურთიერობენ 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 იცაა იგი: ნატრიუმისა და კალიუმის ერთვალენტია ატომები — ერთ ჰიდროქსიჯგუფს, კალციუმისა და სპილენძის ორვალენტია ატომები — ორ ჰიდროქსიჯგუფს, რკინის სამვალენტია ატომი — სამ ჰიდროქსიჯგუფს. (რაკი ეს ვიცით, ადვილია ლითონთა ჰიდროქსიდების ფორმულების შედგენა: ლითონის ქიმიური ნიშანს უნდა მივუწეროთ იმდენი ჰიდროქსიჯგუფი, რამდენ ვალენტია იცაა 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 განითხევა;) წყალში კარგად იხსნება. ნატრიუმჰიდროქსიდის წყალში გახსნისას სითბო გამოიყო-



ფა. ნატრიუმჰიდროქსიდის წყალხსნარები შეხებისას საპნისებრი და მეტად მწვავეა, მოქმედებს კანზე (აწყლულებს), ქსოვილებზე, ქაღალდსა 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 ჩავსხამთ, ლაკმუსი გალურჯდება. თუ ლაკმუსის ხსნარის ნაცვლად მას ფენოლფთალეინის უფერო სპირტხსნარს დავამატებთ, ფენოლფთალეინის ხსნარი ყოლოსფერი გახდება. მეთილნარინჯის ხსნარი ნატრიუმჰიდროქსიდის ხსნარში ყვითლდება.

კალიუმჰიდროქსიდი  $\text{KOH}$  — ესეც მყარი თეთრი ნივთიერებაა, წყალში კარგად იხსნება. წყალში მისი გახსნისას დიდი რაოდენობით სითბო გამოიყოფა. კალიუმჰიდროქსიდის ხსნარიც, ნატრიუმჰიდროქსიდის მსგავსად, შეხებისას საპნისებრი და მეტად მწვავეა. ჩამის გამო კალიუმჰიდროქსიდს სხვაგვარად <sup>კეპე</sup> მწვავე კალიუმი ეწოდება. (კალიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარი ფერს უცვლის ინდიკატორებს ისევე, როგორც ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარი.)

ამრიგად, კალიუმჰიდროქსიდი თავისი თვისებებით ნატრიუმჰიდროქსიდის მსგავსია.

კალციუმჰიდროქსიდი  $\text{Ca(OH)}_2$  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.

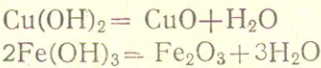
ჩამქრალი კირი იხმარება სამშენებლო „ხსნარების“ დასამზადებლად. მას კედლების აგებისა და შელესვის დროს იყენებენ.)

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 ჯერი მითითებულია მე-5 ტაბულაში)

ინდიკატორის დასახელება	ინდიკატორის ფერი ხსნარებში		
	ნეიტრალურში	მჟავაში	ტუტევი ზედა ნივთიერებაში
ლაკმუსი . . . . .	ისიფერი	წითელი	ლურჯი
მეთილნარინჯი . . . . .	ნარინჯისფერი	ვარდისფერი	ყვითელი
ფენოლფთალეინი . . . . .	უფერო	უფერო	ჟოლოსფერი

რამდენიმე წყალხსნადი ფუძის გარდა ცნობილია ბევრი უხსნადი ფუძე, მაგალითად:  $(\text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{სპილენძ(II)})$ -ის ჰიდროქსიდი,  $(\text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{რკინა(III)})$ -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 დაეყოს ორ ჯგუფად: წყალში ხსნადებად (ტუტეები) 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) მაგნიუმჰიდროქსიდის, გ) ქრომ(III)-ის ჰიდროქსიდის ქიმიური ფორმულები.
  5. ქვემოთ ჩამოთვლილიდან ცალ-ცალკე ამოიწერეთ: ა) ოქსიდების, ბ) ფუძეების, გ) მჟავების, დ) მარილების ფორმულები:  $\text{CaO}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ,  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{LiOH}$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{CuCl}_2$ ,  $\text{Mn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{SO}_2$ .
  6. შეადგინეთ იმ ოქსიდების ფორმულები, რომლებიც შეესაბამება შემდეგ ფუძეებს:  $\text{KOH}$ ,  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Cr}(\text{OH})_2$ . მიუთითეთ მათი სახელწოდებები.
  7. შეადგინეთ იმ ფუძეების ფორმულები, რომლებიც შეესაბამება შემდეგ ოქსიდებს:  $\text{CuO}$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{Li}_2\text{O}$ ,  $\text{BaO}$ ; მიუთითეთ მათი სახელწოდებები.

§ 42. ფუძეების ურთიერთმოქმედება მჟავებთან.  
ნეიტრალიზაციის რეაქცია

ყველა ფუძის საერთო თვისებაა მათი უნარი რეაქციაში შევიდეს მჟავებთან. ნატრიუმჰიდროქსიდის  $\text{NaOH}$  ხსნარს დავამატოთ მარილ-

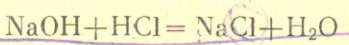
ეროვნული  
ცენტრალი

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. ხსნარში ჩავაწვეთოთ იისფერი ლაკმუსი. ხსნარი გალურჯდება. შემდეგ ტუტის ხსნარს ბიურეტიდან (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.

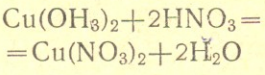
ხსნარი განეიტრალდა. ხსნარის ამოშრობისას მივიღებთ მარილს — ნატრიუმქლორიდს NaCl.

მარილმყავსთან ნატრიუმჰიდროქსიდის ურთიერთმოქმედებისას ნატრიუმქლორიდის წარმოქმნა გამოისახება განტოლებით:



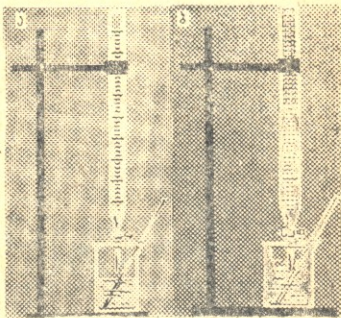
ამ რეაქციის არსი ის არის, რომ ფუძეში შემავალი ჰიდროქსიჯგუფები (-OH) უერთდება წყალბადის ატომებს, რომლებსაც მყავა შეიცავს და წარმოიქმნება წყალი.

შედის თუ არა მყავსთან რეაქციაში უხსნადი ფუძეები? ჭიქაში ჩავყაროთ ცისფერი სპილენძ(II)-ის ჰიდროქსიდი Cu(OH)<sub>2</sub>. დავამატოთ წყალი. სპილენძ(II)-ის ჰიდროქსიდი არ გაიხსნება. ახლა მეორე ჭიქაში სპილენძ(II)-ის ჰიდროქსიდს დავამატოთ 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 თვი-



სურ. 50. ნეიტრალიზაციის რეაქცია.

7. არაორგანული ქიმია,

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 მაგნიუმჰიდროქსიდს, ბ) აზოტმჟავასა და რკინა(III)-ის ჰიდროქსიდს, გ) გოგირდმჟავასა და კალიუმჰიდროქსიდს, დ) ფოსფორმჟავასა და კალციუმჰიდროქსიდს შორის.

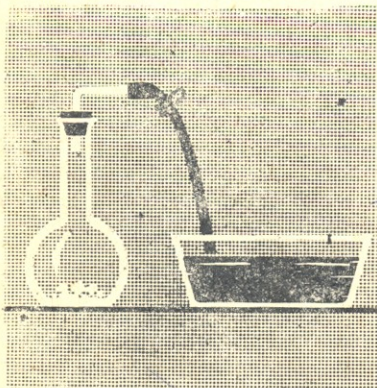
3. რით განსხვავდება ქიმიური თვისებების მიხედვით ფუძეები მჟავებისაგან?

4. დაწერეთ გოგირდმჟავას ხსნარით ნატრიუმჰიდროქსიდის ხსნარის განეიტრალების რეაქციის განტოლება და გამოიანგარიშეთ, როგორი მასური შეფარდებით შედის რეაქციაში ეს ნივთიერებები.

5. რომელ ნივთიერებებთან შევა რეაქციაში მარილმჟავა: თუთიასთან, რკინა(III)-ის ოქსიდთან, ბარიუმჰიდროქსიდთან თუ ვერცხლისწყალთან? დაწერეთ შესაძლო რეაქციების განტოლებები.

#### § 43. ტუტეების ურთიერთქმედება არალითონების ოქსიდებთან

თქვენთვის უკვე ცნობილია, რომ ზოგიერთი ოქსიდი ურთიერთქმედებს მჟავებთან მარილისა და წყლის წარმოქმნით. ისეთი ოქსიდები, როგორიცაა 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?

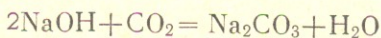


სურ. 51. ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ურთიერთქმედება ნახშირორჟანგთან.

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

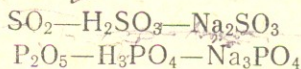
თუ ნახშირორჟანგი შევიდა რეაქციაში ნატრიუმჰიდროქსიდთან, მაშინ შეიძლება დავუშვათ, რომ კოლბაში წარმოიქმნა გაუხშობება. ამის შესამოწმებლად, როცა კოლბა გაცივდება 20—25°C ტემპერატურამდე, ხელსაწყოს რეზინის მილის ბოლო მოვათავსოთ წყლიან ნახშირორჟანგის ზატორში და მომჭერი გავხსნათ. წყალი სწრაფად შეიჭრება კოლბაში. ჩვენი ვარაუდი კოლბაში გაუხშობების 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:



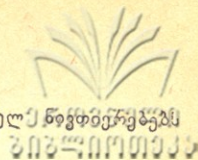
- ?
1. ბარიუმჰიდროქსიდის ხსნარში ჰაერის გატარებისას ხსნარი იმღვრა. რომელმა აირმა გამოიწვია ხსნარის ამღვრევა? რა ნივთიერება დაილექება? დაწერეთ რეაქციის განტოლება.
  2. მოცემულია ნატრიუმის ოქსიდი, ნახშირბად(IV)-ის ოქსიდი, ფოსფორ(V)-ის ოქსიდი, სპილენძ(II)-ის ოქსიდი. გოგირდ(VI)-ის ოქსიდი, ბარიუმის ოქსიდი.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

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

თქვენ შეისწავლეთ ორი ქიმიური ელემენტი — ქანგბადი და წყალბადი, მათი უმნიშვნელოვანესი ქიმიური ნაერთები და გაცანით ქიმიური ნაერთების ძირითად კლასებს: ოქსიდებს, ფუძეებს, მჟავებს, მარილებს და განსაკუთრებული ყურადღება დაუთმეთ მათ საერთო ქიმიურ თვისებებს. ეს გავიადვილებს 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.

- ?
- რომელ ნივთიერებებს უწოდებენ ოქსიდებს, მჟავებს, ფუძეებსა და მარილებს?
  - ქიმიური თვისებების მიხედვით თქვენთვის ცნობილ რომელ ორ ჯგუფად იყოფა ოქსიდები?
  - შეადგინეთ: ა) კალიუმის, თუთიის, ალუმინის; ბ) ნატრიუმის, მაგნიუმის, რკინა(III)-ის ოქსიდებისა და ჰიდროქსიდების ფორმულები და დაასახელეთ ისინი.
  - რომელ ნივთიერებებს უწოდებენ ტუტეებს? დაწერეთ სამი ტუტის შესაბამისი ფორმულები და სახელწოდებები.
  - შეადარეთ ერთიმეორეს: ა) მჟავებისა და მარილების; ბ) ფუძეებისა და მარილების შედგენილობა. რა მსგავსება და განსხვავებაა მათ შორის?
  - დაწერეთ მარლის, აზოტის, გოგირდის, ფოსფორის, მანგანუმის მჟავების ალუმინთან ურთიერთქმედებით წარმოქმნილი მარილების ფორმულები და დაასახელეთ ისინი.
  - მოყვანილი ნუსხიდან ამოიწერეთ ცალ-ცალკე: ა) ოქსიდების, ბ) ფუძეების, გ) მჟავების, დ) მარილების ფორმულები.
- 1)  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ,  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{HCl}$ ;
  - 2)  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ,  $\text{CuCl}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ,  $\text{PbO}$ ;
  - 3)  $\text{CaO}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{FeS}$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ .

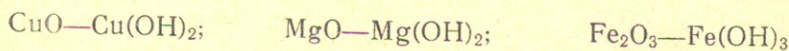


ოქსიდების თვისებათა განზოგადებისათვის გაიხსენეთ, რომელ ნივთიერებებში მიაკუთვნებენ მათ. მოიყვანეთ მაგალითები (იხ. გვ. 48).

§ 45. ოქსიდების კლასიფიკაცია

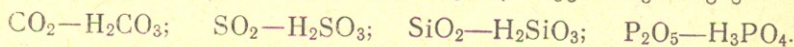
ჩვენთვის ცნობილი ოქსიდების ქიმიური თვისებები შეიძლება საფუძვლად დაედოს მათ კლასიფიკაციას.

● ოქსიდებს, რომლებიც ურთიერთქმედებენ მჟავებთან მარილისა 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  $\text{MgO}$ , კალციუმის ოქსიდი  $\text{CaO}$ , ბარიუმის ოქსიდი  $\text{BaO}$ .

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



მჟავა ოქსიდებს წარმოქმნიან არალითონები და ზოგიერთი ლითონი, მაგალითად,  $\text{SO}_2$  — გოგირდ(IV)-ის ოქსიდი,  $\text{SO}_3$  — გოგირდ(VI)-ის ოქსიდი,  $\text{P}_2\text{O}_5$  — ფოსფორ(V)-ის ოქსიდი,  $\text{CrO}_3$  — ქრომ(VI)-ის ოქსიდი,  $\text{Mn}_2\text{O}_7$  — 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:  $\text{CrO}$  — ქრომ(II)-ის ოქსიდი,  $\text{MnO}$  — მანგანუმ(II)-ის ოქსიდი. მათ შეესაბამება ფუძეები:  $\text{Cr(OH)}_2$  — ქრომ(II)-ის ჰიდროქსიდი და  $\text{Mn(OH)}_2$  — მანგანუმ(II)-ის ჰიდროქსიდი. ოქსიდები, რომლებშიც ქრომი და მანგანუმი ავლენენ უმაღლეს ვალენტობას, მჟავა ოქსიდებია:  $\text{CrO}_3$  — ქრომ(VI)-ის ოქსიდი,  $\text{Mn}_2\text{O}_7$  — მანგანუმ(VII)-ის ოქსიდი. მათ შეესაბამება მჟავები:  $\text{H}_2\text{CrO}_4$  — ქრომმჟავა,  $\text{HMnO}_4$  — 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 გამოიხატება ფორმულებით:  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CuO}$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{BaO}$ . ამ ნივთიერებებიდან რომლებთან რეაგირებს; ა) მარილმჟავა, ბ) ნატრიუმჰიდროქსიდი დაწერეთ შეესაბამებული რეაქციების განტოლებები.

3. ჯერ ამოიწერეთ ფუძე ოქსიდების ფორმულები, შემდეგ კი მჟავა ოქსიდებისა:  $\text{N}_2\text{O}_5$ ,  $\text{BaO}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{NiO}$ .

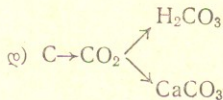
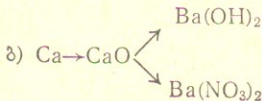
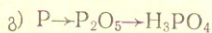
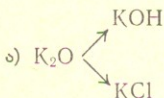
4. ცდით როგორ გაარკვევთ ფუძე ოქსიდი თუ მჟავა ოქსიდი, თუ ვიცით, რომ ის წყალში იხსნება? პასუხი განმარტეთ მაგალითებით. დაწერეთ რეაქციათა განტოლებები.

5. ცდით როგორ გაარკვევთ, 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:  $\text{Cr}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Cr}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Mn}(\text{OH})_2$ .

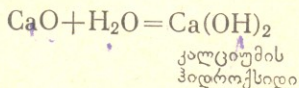
7. რით ემსგავსება და რით განსხვავდება ოქსიდების: ა)  $\text{CO}_2$  და  $\text{SiO}_2$ ; ბ)  $\text{CuO}$  და  $\text{SiO}_2$ ; გ)  $\text{BaO}$  და  $\text{CO}_2$  ქიმიური თვისებები? პასუხი დაასაბუთეთ რეაქციათა განტოლებებით.

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, როგორცაა კალიუმი, ნატრიუმი, ბარიუმი, კალციუმი, ურთიერთმოქმედებს წყალთან და წარმოქმნის ფუძეს (ტუტეს), მაგალითად:

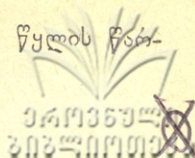
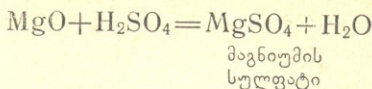


მრავალი ფუძე ოქსიდი, მაგალითად, სპილენძ(II)-ის ოქსიდი, რკინა(II)-ის ოქსიდი და სხვ. წყალთან არ ურთიერთმოქმედებს, მაგრამ მათაც შეესაბამება ფუძეები.

ფუძე ოქსიდების ურთიერთმოქმედება მჟავებთან. ყველა ფუძე

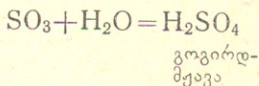


ოქსიდი ურთიერთმოქმედებს მჟავებთან მარილისა და წყლის წარმოქმნით, მაგალითად:



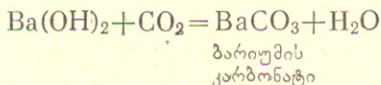
ე. ი. ოქსიდის ფუძე ხასიათის დასაბუთებისათვის შეიძლება გამოვიყენოთ მისი რეაქცია მჟავებთან.

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



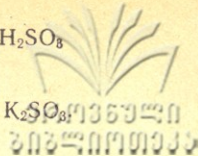
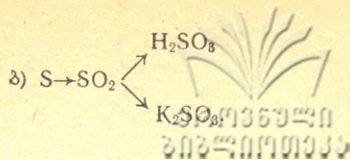
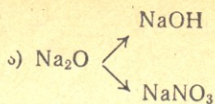
ზოგიერთი მჟავა ოქსიდი, მაგალითად, სილიციუმ(IV)-ის ოქსიდი  $\text{SiO}_2$  წყალთან არ ურთიერთმოქმედებს, მაგრამ მათაც შეესაბამება მჟავები. სილიციუმ(IV)-ის ოქსიდს შეესაბამება სილიციუმმჟავა  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ .

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



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, ფოსფორ(V)-ის ოქსიდის. დაასახელეთ რეაქციათა პროდუქტები.
2. დაწერეთ რეაქციათა განტოლებები: ა) კალციუმის ოქსიდისა აზოტმჟავასთან, ბ) რკინა(III)-ის ოქსიდისა გოგირდმჟავასთან, გ) მაგნიუმის ოქსიდისა მარილმჟავასთან. დაასახელეთ 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. დაასახელეთ რეაქციის პროდუქტები.
4. დაწერეთ შემდეგი ჰიდროქსიდების შესაბამისი ოქსიდების ფორმულები:  $\text{KOH}$ ,  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{Cr}(\text{OH})_2$ . გაანაწილეთ ისინი ორ ჯგუფად: 1) ფუძე ოქსიდები, 2) მჟავა ოქსიდები.
5. რომელ ოქსიდებთან  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{MnO}$  ურთიერთმოქმედებს ა) აზოტმჟავა; ბ) კალიუმის ჰიდროქსიდი? დაწერეთ რეაქციათა განტოლებები და დაასახელეთ ნივთიერებები.
6. დაწერეთ რეაქციათა განტოლებები, რომელთა დახმარებით შეიძლება განხორციელდეს შემდეგი გარდაქმნები:



## მ შ ა ვ ე ბ ი

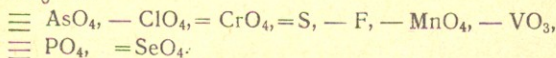
მეავეების თვისებათა განზოგადოებისათვის გაიხსენეთ, რომელ ნივთიერებებს აკუთვნებენ მათ. მოიყვანეთ მეავეათა მაგალითები (იხ. გვ. 74—77).

### § 47. მ შ ა ვ ე ბ ი ს კლასიფიკაცია

შედგენილობით (მეავეები არის **უანგბადიანი** (გოგირდის  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , გოგირდოვანი  $\text{H}_2\text{SO}_3$ , აზოტის  $\text{HNO}_3$ , ფოსფორის  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , ნახშირის  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , სილიციუმის  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ) და **უუანგბადო** (ფთორწყალბადის  $\text{HF}$ , ქლორწყალბადის (მარილმეავეა)  $\text{HCl}$ , ბრომწყალბადის  $\text{HBr}$ , იოდწყალბადის  $\text{HI}$ , გოგირდწყალბადის  $\text{H}_2\text{S}$ ).

მეავეს მოლეკულაში შემავალი და ლითონით ჩანაცვლების უნარის მქონე წყალბადის ატომების რიცხვის მიხედვით (მეავეები იყოფა: **ერთფუძიანი** ( $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$ ), **ორფუძიანი** ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ), **სამფუძიანი** ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) მეავეებად).

▲ მოცემულია მეავეათა ნაშთების ფორმულები, მათი ვალენტობა აღნიშნულია ხაზებით:



დაწერეთ 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

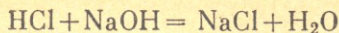
თქვენს მიერ მიღებული ცოდნა მეავეების შესახებ საშუალებას იძლევა მათი ქიმიური თვისებების საკმაოდ სრული დახასიათებისათვის.

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

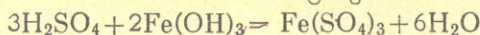
მეავეათა ხსნარები ფერს უცვლის ინდიკატორებს: ლაკმუსს აწითლებს და მეთილნარინჯს ავარდისფერებს. მეავეების ეს თვისება გამოყენებულია სხვა ნივთიერებათა შორის მათ გამოსაცნობად.

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

H<sub>2</sub>O



ქლორ-  
ნატრიუმი

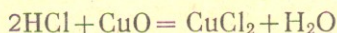


რკინა(III)-ის  
სულფატი

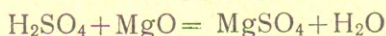


როგორც თქვენთვის ცნობილია, ფუძეებთან მჟავების ამ რეაქციას ნეიტრალიზაციის რეაქცია ეწოდება.

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



სპილენძ(II)-ის  
ქლორიდი



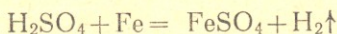
მაგნიუმის  
სულფატი

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

მჟავების ურთიერთმოქმედება ლითონებთან. ზოგიერთი მჟავას (გოგირდის, მარილის, ფოსფორისა და სხვ.) ხსნარები ურთიერთმოქმედებენ 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 რეაქტივებით და ჩაატარეთ შესაბამისი ცდები.
  2. რაში მდგომარეობს ნეიტრალიზაციის რეაქციის არსი? რა პროდუქტები წარმოიქმნება ამ რეაქციის დროს.

3. პრაქტიკულად როგორ განეიტრალებთ გოგირდმჟავას ხსნარს კალციუმის ჰიდროქსიდის ხსნარით? დაწერეთ რეაქციის განტოლება.
4. დაწერეთ რეაქციათა განტოლებები: ა) გოგირდმჟავას ხსნარსა და ბარიუმის, ალუმინის, თუთიის, კალციუმის ჰიდროქსიდებს შორის; ბ) გოგირდმჟავას ხსნარსა და კალციუმის, რკინა(II)-ის, ტყვია(II)-ის, ნატრიუმის ჰიდროქსიდებს შორის.
5. გადაწერეთ მჟავების ფორმულები, აღნიშნეთ მათი სახელწოდებები და ფორმულების თავზე რომელი ციფრებით აღნიშნეთ მჟავათა ნაშთების ვალენტობა: ა) HBr, H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub>, ბ) HI, H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>, HF.
6. დაწერეთ ფორმულები და აღნიშნეთ სახელწოდებები იმ ოქსიდებისა, რომლებიც შეესაბამება შემდეგ მჟავებს: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>.
7. ქვემოთ ჩამოთვლილია ნივთიერებათა ფორმულები: ა) Cu, CuO, Cu(OH)<sub>2</sub>, Fe; ბ) Zn, ZnO, Zn(OH)<sub>2</sub>, Ag; ამათგან რომელი ნივთიერებები რეაგირებს მარილმჟავასთან? დაწერეთ შესაძლებელ რეაქციათა განტოლებები და დასახელები ნივთიერებები.
8. მოსწავლეს მისცეს უშუაშები შემდეგი ნივთიერებებით: Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Mg და NaOH, HCl და ფენოლფთალეინის ხსნარები. მჟავებისათვის დამახასიათებელი როგორი რეაქციები შეიძლება ჩატარდეს ამ ნივთიერებების გამოყენებით? დაწერეთ ამ რეაქციათა განტოლებები.

## ფუძეები

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

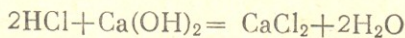
### § 49. ფუძეების კლასიფიკაცია და მათი ძირითადი თვისებები

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

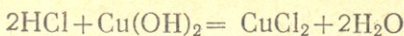
ტუტეთა ხსნარები ხელის შეხებისას საპნისმაგვარია, აზიანებს კანსა და ქსოვილებს, ამიტომ მათ მწვავეს უწოდებენ. ტუტეებია კალციუმის ჰიდროქსიდი KOH, ნატრიუმის ჰიდროქსიდი NaOH, კალციუმის ჰიდროქსიდი Ca(OH)<sub>2</sub>, ბარიუმის ჰიდროქსიდი Ba(OH)<sub>2</sub> და სხვ.

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.

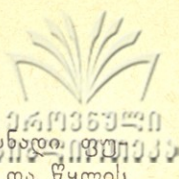
ფუძეების ურთიერთმოქმედება მჟავებთან. ყველა ფუძე ურთიერთმოქმედებს მჟავებთან მარილისა და წყლის წარმოქმნით:



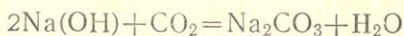
კალციუმის  
ჰლორიდი



სპილენძი(II)-ის  
ჰლორიდი

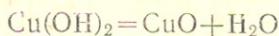


ფუძეების ურთიერთმოქმედება მუავა ოქსიდებთან. ფუძეები ურთიერთმოქმედებენ მუავა ოქსიდებთან მარილისა და წყლის წარმოქმნით:



ნატრიუმის  
კარბონატი

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



სპილენძი(I)-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(III)-ის ჰიდროქსიდებისა და მათი შესაბამისი ოქსიდების ფორმულები.
4. ქვემოთ ჩამოთვლილია ნივთიერებათა ფორმულები: ა)  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{CuO}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{KOH}$ ; ბ)  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ; ამთავან რომელი ნივთიერება ურთიერთმოქმედებს ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნართან და რომელი — მარილმუავასთან? დაწერეთ შესაძლებელ რეაქციათა განტოლებები.
5. რატომაა აუცილებელი მწვავე ტუტეების ( $\text{KOH}$ ,  $\text{NaOH}$ ) ქილებში შენახვისას ამ ქილებს ისე დავუცოთ 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 მუავას ხსნარია, მეორეში — ტუტისა. როგორ გამოიცნობთ ცდის საშუალებით თითოეულ მათგანს?

## მ ა რ ი ლ ე ბ ი

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

### § 50. მარილების შედგენილობა და სახელოდებანი

ოქსიდების, მუავებისა და ფუძეების შესწავლისას მუდამ ვხვდებით რეაქციებს, რომელთა შედეგად წარმოიქმნება მარილები. თი-

თოვული მარილი შეიძლება განვიხილოთ როგორც მყავაში წყალბადის ატომების ლითონთა ატომებით ჩანაცვლების პროდუქტი.

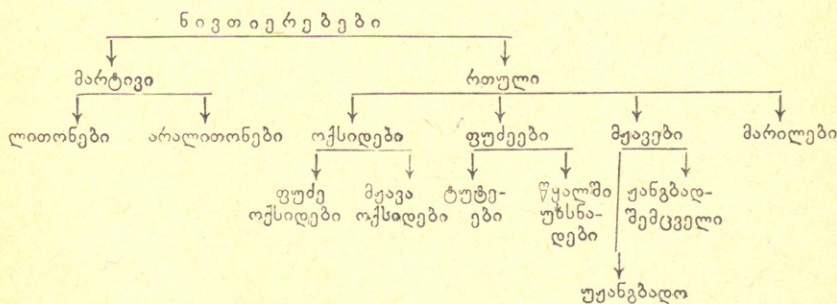
მარილების სახელწოდებანი წარმოქმნილია მყავათა ნაშთების ლათინური სახელწოდებებიდან (იხ. ტაბ. 4, გვ. 78).

ცვალბადი ვალენტობის მქონე ლითონთა მარილების სახელწოდებას ემატება ლითონის ვალენტობის მაჩვენებელი რიცხვი, მაგალითად,  $\text{FeCl}_3$  — რკინა(III)-ის ქლორიდი,  $\text{FeCl}_2$  — რკინა(II)-ის ქლორიდი,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  — რკინა(III)-ის სულფატი,  $\text{FeSO}_4$  — რკინა(II)-ის სულფატი.

- ▲ 1. გადაწერეთ მარილთა ფორმულები და დასახელოთ: ა)  $\text{NaCl}$ ,  $\text{BaSO}_4$ ,  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{NaI}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ; ბ)  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{CaBr}_2$ ,  $\text{NaF}$ ,  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ .
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.

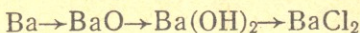
§ 51. გენეტიკური კავშირი ოქსიდებს, ფუძეებს, მყავებსა და მარილებს შორის

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 დაჯანგვისას შეიძლება ბარიუმის ოქსიდი მივიღოთ, ხოლო უქანასკნელის წყალთან ურთიერთმოქმედებით — ბარიუმის ჰიდროქსიდი, რომელიც მყავასთან რეაქციის

დროს წარმოქმნის მარილს. ყველა ეს გარდაქმნა შეიძლება წარმოვადგინოთ სქემით:

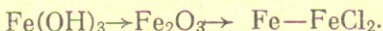


ეროვნული  
ბიბლიოთეკა

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



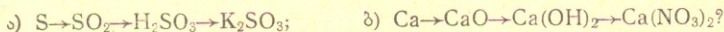
შესაძლებელია სხვადასხვა კლასის ნაერთების გენეტიკური კავშირის სხვა სქემებიც, მაგალითად:



?



1. აღწერეთ ოქსიდები, ფუძეები და მჟავები შემდეგი გვერის მიხედვით. 1) განსაზღვრა და შედგენილობა, 2) ქიმიური თვისებები.
2. როგორ ნივთიერებებს ეწოდება მარილები? როგორია მათი შედგენილობა?
3. როგორ განვახორციელოთ 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 მაჩვენებელი სქემისათვის. დაწერეთ რეაქციათა განტოლებები.
7. გადაწერეთ ნაერთებს შორის გენეტიკური კავშირის ამსახველი სქემა ოქსიდებს, ფუძეებს, მჟავებსა და მარილებს შორის, და ხაზებით შეაერთეთ იმ კლასების ნივთიერებათა სახელწოდებანი, რომლებსაც შეუძლიათ ერთიმეორესთან რეაქციაში შესვლა. დაწერეთ განტოლებები რეაქციებისა, რომლებიც შეესაბამება კავშირის თითოეულ ხაზს თქვენს მიერ შედგენილ სქემაში.
8. როგორ განვახორციელებთ შემდეგ გარდაქმნებს:

- ა) კალციუმი → კალციუმის ოქსიდი → კალციუმის ჰიდროქსიდი → კალციუმის ნიტრატი;
- ბ) გოგირდი → გოგირდ(IV)-ის ოქსიდი → გოგირდოვანი მჟავა → კალციუმის სულფიტი;
- გ) სპილენძ(II)-ის ჰიდროქსიდი → სპილენძ(II)-ის ოქსიდი → სპილენძ(II)-ის ქლორიდი;

დ) რკინა(III)-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, გოგირდ(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 აგრეგატულ მდგომარეობაშია ჩვეულებრივ პირობებში ნივთიერება და როგორი ფერისაა ის?

2. გაეცანით 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 ხედება არა აირის ნაკადი, არამედ ჰაერისა და აირის ნარევი, ამიტომ ძლიერი გაღიზიანება არ მოხდება.

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

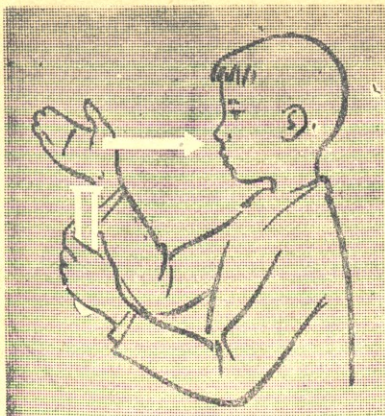
3. განსაზღვრეთ ნივთიერების სიმაგრე თქვენთვის მოცემული სიმაგრის სკალის გამოყენებით. თუ ასეთი სკალა არ გაქვთ, ისარგებლეთ ფრჩხილით ან მინის ნატეხით. ფრჩხილის სიმაგრე 2—2,5 ტოლია, მინისა 5.

მოცემული ნივთიერების ზედაპირზე ფრჩხილი გაატარეთ; თუ შეიმჩნევა განაკაწრი, მაშინ ამ თვისებების სიმაგრე ორზე ნაკლებია. თუ განაკაწრი არ განიხილება, მაშინ შეეცადეთ ნივთიერებით გაკაწროთ 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.

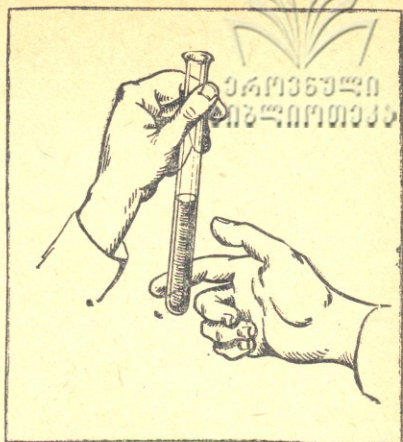
4. იმის გასაგებად, იხსნება თუ არა ნივთიერება წყალში, სინჯარაში ან ჰიქსაში უნდა მოათავსოთ ცოტაოდენი ნივთიერება, დაუმატოთ წყალი და აურიოთ. თუ მყარი ნივთიერების ნაწილაკები გაქრა ან მათი რაოდენობა საგრძნობლად შემცირდა, ეს იმას ნიშნავს, რომ ნივთიერება წყალში ხსნაღია.

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

5. ნივთიერება მოათავსეთ წყლიან ჰიქსაში 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 დუღილის ტემპერატურების შესახებ მონახეთ ცნობარში.

7. ზოგიერთი სხვა თვისების — პლასტიკურობის, ელექტროგამტარობისა და თბოგამტარობის 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, სიმაგრე, პლასტიკურობა, ელექტროგამტარობა, თბოგამტარობა, წყალხსნადობა, სიმკვრივე, ლღობის ტემპერატურა, დუღილის ტემპერატურა.

## 2. ნარევის დაყოფა

ნარევის დაყოფის ხერხის შერჩევისათვის მნიშვნელოვანია დავადგინოთ, თუ როგორი თვისებებით ხასიათდება ნარევის შემადგენელი ნივთიერებები და ამ თვისებათაგან რომელი უფრო მიზანშეწონილია საფუძველად დაედოს ნარევის დაყოფას.

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

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

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

4. მინის წყირით ორივე ფხვნილი გულდასმით აურეთ ქალაღდის ფურცელზე. როგორა ფერისაა მიღებული ნარევი? შეიცვალა თუ არა გოგირდისა და რკინის ნაპეცეების ეს თვისება?

5. ცოტადენი მიღებული ნარევი მოათავსეთ წყლიან სინჯარაში, სინჯარაში რას ამჩნევთ? შეადარეთ თქვენი დაკვირვებები მე-2 პუნქტის მიხედვით დაკვირვებებს.

6. ქალაღდის ფურცელზე დარჩენილ ნარევს დააფარეთ ქალაღდი 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?

### 3. შიზიპური 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 ნატები მოათავსეთ ტიგელში. აიღეთ იგი მაშით ან საჭერელათა, პარაფინიანი ტიგელი შეიტანეთ სანთურის ალის ზედა ნაწილში. როგორ იცვლება პარაფინი გახურებისას? პარაფინის გაღობის შემდეგ ტიგელი დადგით ახლებსტიან ბადეზე და სანთურა ჩააქრეთ. ტიგელის გაცივების შემდეგ დაათვალიერეთ პარაფინი. წარმოიქმნა თუ არა ახალი ნივთიერება?

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

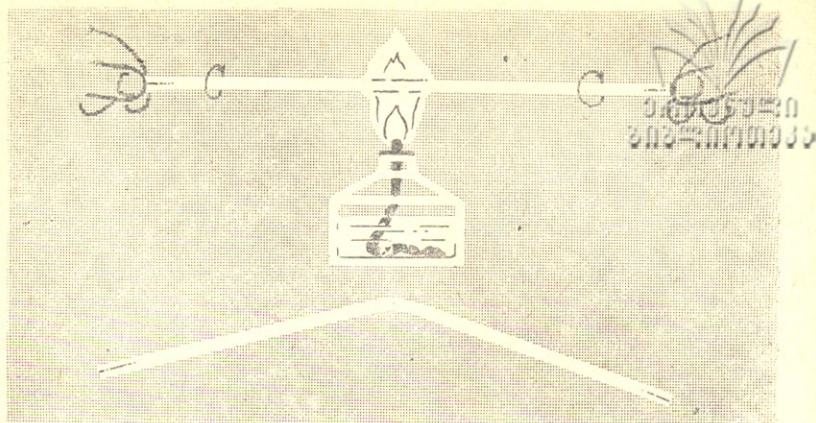
### 4. ქიმიური მოვლენები

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

2. პატარა ქიქაში ფრთხილად ისე, რომ ფსკერი არ გატეხოთ, მოათავსეთ მარმარილოს ან ცარცის 3—5 პატარა ნატები, დაუმატეთ იმდენი მარილმჟავა, რომ დაფაროს მარმარილოს ნატებები. რას ამჩნევთ? ანთვით 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 ორი ცდის ჩატარებისას?

### 5. არაორგანული ქიმია



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 გავსებავებინათ არალითონებისაგან?

### 6. სპილენძის კარბონატის დაშლა

1. დაათვალიერეთ სპილენძის კარბონატის (მალაქიტის) ფხვნილი, როგორც ფერისა 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 ჭიქაში 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 მჭიდროდ არ აქვს დაცობილი. ამიტომ საცობი კარგად უნდა მოარგოთ ან საცობი გამოცვალოთ. ამის შემდეგ ხელახლა უნდა შეამოწმოთ ხელსაწყოს ჰერმეტიულობა.

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

5. ქილაში ან ჭიქაში 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 ჩაძირული.

6. შეათბეთ მთელი სინჯარა, შემდეგ კი გაახურეთ ის ადგილას, სადაც მილი დააბრუნეთ. 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 შენიშნეთ 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. რამდენავე ხნის 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 ნივთიერების გაცნობა**

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

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

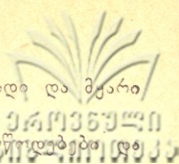
ტ ა ბ უ ლ ა 6.

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

## მ. სხვადასხვა სახის სათბობის გაცნობა

1. ყურადღებით დათვალიერეთ თქვენთვის მოცემული თხევადი და მყარი სათბობის ნიმუშები.

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



## მ0. წყალბადის მიღება

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

რამდენიმე ხნის შემდეგ, როდესაც სინჯარიდან ჰაერი გამოიძევება, ანთებულ ასანთი მიიტანეთ სინჯარის პირთან. რას ამჩნევთ?

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

რა ნივთიერებები წარმოიქმნა თუთიის მარილმჟავასთან რეაქციის დროს?

## მ1. წყალბადის ურთიერთმომომადება სპილენძ(II)-ის ოქსიდთან

1. 56-ე სურათის მიხედვით ააწყვეთ ხელსაწყო და შეამოწმეთ მისი ჰერმეტიკულობა. სინჯარაში მოათავსეთ 8—10 ნატეხი თუთია და დაასხით 4—5 მლ გოგირდმჟავას ხსნარი. სინჯარას თავი დაუცეთ საცობით, რომელსაც მორგებულ იქვს გაზსადენი მილი. ხელსაწყო დაამაგრეთ შტატივის თათში. შეამოწმეთ გამოყოფილი წყალბადის სისუფთავე და გაზსადენი მილის ბოლოზე წამოაცვით 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 ოქსიდია მოთავსებული. რას ამჩნევთ სინჯარის კედლებზე და სპილენძის ნატეხების ზედაპირზე? ამ ნატეხების ფერის შეცვლის შემდეგ შეწყვიტეთ გახურება, მაგრამ ძილიდან სინჯარა არ მოხსნათ მის სრულ გაცივებამდე.

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

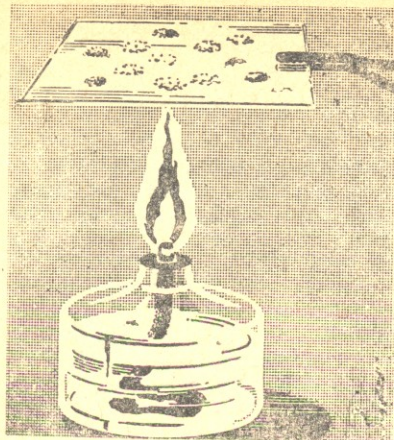
წყალბადის რომელ თვისებას გაცნობთ ამ ცდის ჩატარებისას?

## მ2. მჟავათა ხსნარების მოქმედება ინდიკატორებზე

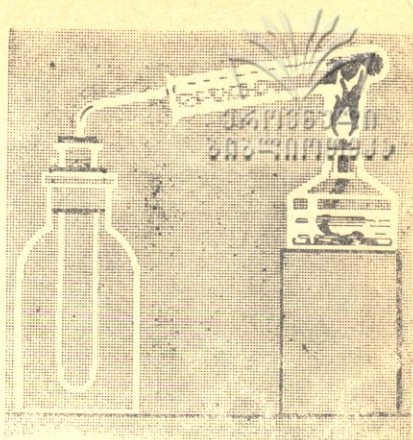
მჟავათა ხსნარებს ფრთხილად უნდა მოეკვრათ.

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

2. ასეთივე ცდა ჩატარეთ გოგირდმჟავას ხსნარზე. რას ამჩნევთ? რა მსგავსება მარილმჟავასა და გოგირდმჟავას თვისებებს შორის ინდიკატორების მიმართ. დაიხსენეთ. როგორ ფერს მიიღებს ლაქმუსი და მეთილნარინჯი მჟავათა ხსნარებში.



სურ. 55. ხსნარის წვეთების ამოშრობა მინის ფიოფიტაზე.



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 ნაქლიბი და თითოეულს დაამატეთ იგივე მჟავები. მესამე წყვილ სინჯარაში მოათავსეთ ცოტაოდენი სპილენძის ბურბუშელა 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. გარკვეეთ რომელია აირი. აძვევებს თუ არა ყველა ლითონი წყალბადს მჟავებიდან?

### 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 შიგთავსით ცოტათი შეათბეთ (ფრთხილად!). რას ამჩნევთ? იმ შემთხვევაში, თუ რკინა(III)-ის ოქსიდი სრულად გაიხსნება, ცოტაოდენი რკინა(III)-ის ოქსიდის ფხვნილი კიდევ დაამატეთ და ხელახლა გააცხელეთ.

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

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

### 15. მჟარი ნივთიერებების ხსნალობა წყალში.

#### ხსნალობის 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 სინჯარების არევა.

გააკეთეთ დასკვნა კალიუმის ნიტრატისა და ნატრიუმის ქლორიდის სინჯარების შესახებ.

2. კალიუმის ნიტრატის და ნატრიუმის ქლორიდის გაჯერებულ სინჯარებთან სინჯარები რიგრიგობით გააცხელეთ 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. დუღილის ტემპერატურის მაქსიმალურ ტემპერატურაზე მიღებული კალიუმის ნიტრატისა და ნატრიუმის ქლორიდის ნაჯერი ხსნარები დატოვეთ ნელი გაციებისათვის და დააკვირდით მას. რა ხდება ხსნარებში? რომელი მარილი გამოიყოფა მჭიტი რაოდენობით?

გააკეთეთ დასკვნა მყარი ნივთიერებების ხსნადობის ტემპერატურაზე დამოკიდებულების შესახებ.

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

1. დაათვალიერეთ 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? ამღვრეული სითხეები გაფილტრეთ.

3. გაფილტრული სითხეები და ნატრიუმჰიდროქსიდის ხსნარი გაყავით ორ ნაწილად, ერთ ნაწილს დაამატეთ 2—3 წვეთი ნეიტრალური ლაკმუსის ხსნარი (ან მინის წკირით ხსნარის წვეთი გადაიტანეთ ლაკმუსის ქაღალდზე), მეორე ნაწილს დაამატეთ ამღვნივე ფენოლფთალეინის 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	ფენოლფთალეინზე



## 17. ნეიტრალზაციის რეაქციები

1. ფაიფურის ჯამზე დაასხით დაახლოებით 5 მლ (სინჯარის  $\frac{1}{4}$ ) ნატრიუმჰიდროქსიდის ხსნარი. ხსნარს დაამატეთ 1—2 წვეთი ფენოლფთალიენის ხსნარი. როგორ შეიცვალა ხსნარის ფერი? პიპეტით ამატეთ მარილმჟავას ხსნარი. ამოიღეთ დამატების შემდეგ ხსნარი მინის წკირით აურიეთ. ჯერ ამატეთ 1—2 მლ მარილმჟავას ხსნარი, შემდეგ კი — წვეთობით. როდესაც ხსნარის ეოლოსფერი შეფერილობა გაქრება ერთი წვეთი მჟავას დამატებით, მისი დამატება შეწყვიტეთ.

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

## 18. უხსნადი ფუძეების ურთიერთმოქმედება მჟავებთან

ერთ სინჯარაში მოათავსეთ ცოტაოდენი სპილენძ(II)-ის ჰიდროქსიდი, მეორეში — რკინა(III)-ის ჰიდროქსიდი. დაათვალიერეთ ისინი. პირველ სინჯარაში მცირე ულუფებით ამატეთ გოგირდმჟავას ხსნარი, მეორეში — მარილმჟავას ხსნარი, ვიდრე 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 დაზღაპრება გოგირდმჟავას ხსნარს

სინჯარაში მოათავსეთ მცირე რაოდენობით სპილენძ(II)-ის ჰიდროქსიდი. სადგარზე სინჯარის დახრილად, პირით ქვემოთ დამატების 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.

ს ა მ უ შ ა ო (1) სპირტურისა (გაზის სანთურის) და ლაბორატორიული შტატის  
ვის გამოყენების ხერხები

### სპირტურის გამოყენება. ალის აგეგმვა

1. სპირტურის მოწყობილობა. სპირტურა შედგება: რეზერვუარისაგან, რომელიც 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 მომზადება. სპირტურის გამართვა შემდეგი თანამიმდევრობით ხდება: რეზერვუარში ძაბრით ასხამენ სპირტს (არა უმეტეს რეზერვუარის ტევადობის  $\frac{2}{3}$ -ისა); მილში ათავსებენ ბამბის ძაფის პატრუქს ისე, რომ მილიდან არ ვარდებოდეს. პატრუქის ბოლოს მაკრატლით გადაჭრიან. ანთების წინ პატრუქს სპირტით ასველებენ, სპირტურას თალფაქს დაახურავენ (ბამბის ძაფი თუ არა აქვთ, პატრუქს ბამბისაგან ამზადებენ).

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

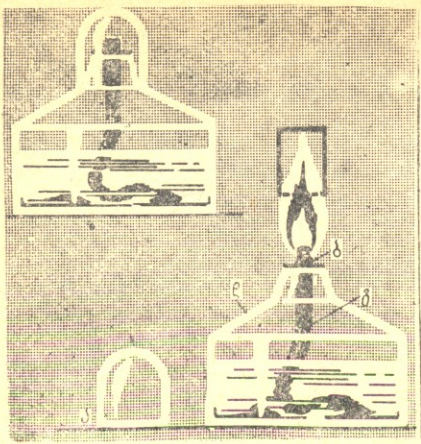
3. სპირტურის ანთება და ჩაქრობა. სპირტურას ანთებენ ასანთით ან კვარით. მისი ანთება არ შეიძლება მეორე ანთებული სპირტურით. ამან შეიძლება ხანძარი გამოიწვიოს. სულის შებერვით ანთებული სპირტურის ჩაქრობა დაუშვებელია. ამასაც შეიძლება ხანძარი მოჰყვეს.

ანთეთ სპირტურა. ჩააქრეთ ის თალფაქის დახურვით.

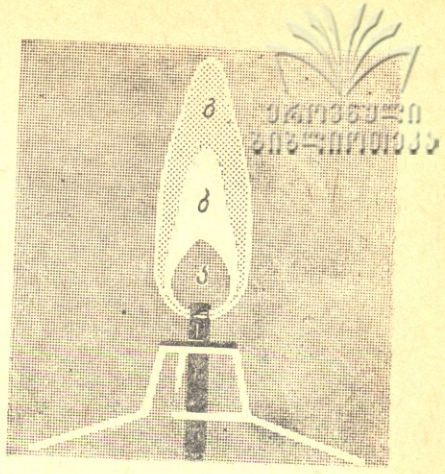
ალის გადიდებისათვის ჩამქრალი სპირტურის პატრუქი ოდნავ ამოწიეთ; ამისათვის მარცხენა ხელით დაიკავეთ დისკო, მარჯვენა ხელით კი ამოწიეთ პატრუქი, ხელახლა აანთეთ სპირტურა.

4. გახურება სპირტურაზე. დააკვირდით სპირტურის ალის (სურ. 58). ის ძრავრთგვაროვანია: პატრუქის ზევით ალი მუქი ფერისაა, კიდებზე 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 მიზანშეწონილი გასახურებელი საგნის შეტანა?

სინჯარაში ჩაასხით (მისი ტევადობის  $\frac{1}{4}$ ) წყალი, სინჯარა ალის ზედა მესამედში დაიკავეთ და განუწყვეტლივ არხიეთ ან წრიულად ამოძრავეთ. გახურებისას არ შეიძლება სინჯარის ფსკერის პატრუქთან შეხება. შედარებით ცივსა და სველ პატრუქთან შეხებისას სინჯარა შეიძლება გასკდეს. როდესაც წყალი აღუღდება, გაცხელება შეწყვეტეთ და სპირტურა ჩააქრეთ. სპირტურაზე მხოლოდ ხელეკედლიანი 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 გამოყენება**

1. ტეკლუს გაზის სანთურის აღნაგობა. ტეკლუს გაზის სანთურა შედგება სადგარისა და მასში ჩაბრაზნილი მილისაგან (სურ. 59) ამოხრაზნეთ 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 გახსნით შეიძლება აირის დიდი ან მცირე რაოდენობით მიწოდება.

სანთურის მილის ქვედა ნაწილში ხრახნს კუბოხვილი აქვს; ამით შესაძლებელი ხდება მისი ჩახრაზვნა სადგარში. მილის ამავე ქვედა ნაწილზე რგოლია ჩახრაზნილი. სანთურის მილი შუა ადგილას გაფართოებულია. მილის გაფართოებული ნაწილი ქვევიდან დახურულია ნახვრეტებიანი ფირფიტით, რომლითაც ჰაერი შედის სანთურის მილში და მის ფართო ნაწილში ერქვა 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 ამოხრაზვნისას ჰაერი შეაღწევს სანთურაში.

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

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

ბ) გაზის მიმწოდებელი ხრახნი საწყისი მდგომარეობიდან 1 — 2-ჯერ გადაბრუნეთ. ხრახნის ბრუნების რაოდენობა გაზის ქსელში გაზის წნევაზეა დამოკიდებული;

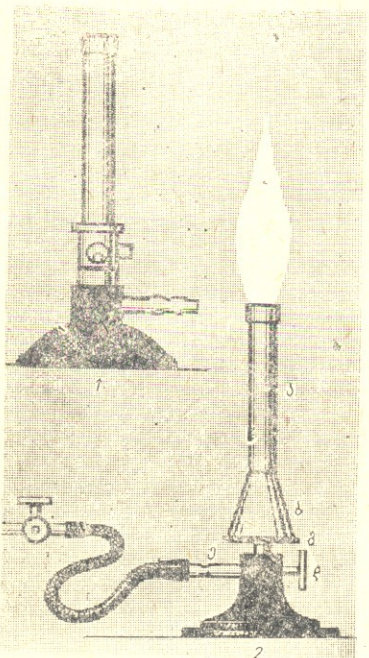
გ) ჰაერის მიმწოდებელი რგოლი ბოლომდე ასწიეთ; თუ სანთურის ანთების დროს ჰაერის რეგულატორი გახსნილი იქნა, გაზი შეიძლება ანთოს სანთურის შიგა ნაწილში ან როგორც ამბობენ, „ალი გახტეს“. ასეთ შემთხვევაში გაზის ონკანი სწრაფად უნდა დაიკეტოს; სანთურის გაცივების შემდეგ ჰაერის მიმწოდებელ რეგულატორს დაკეტავენ და სანთურას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

ჩაატარეთ 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 სანთურას ჩასაქრობად გაზის ონკანი უნდა დაკეტოთ.

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



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

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

**5. დახატეთ სანთურა და სურათზე აღნიშნეთ მისი ნაწილების სახელწოდებები.**

**ლაბორატორიული შტატივის გამოსვენება**

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

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

ღეროზე მომჭკობით (დ) ამაგრებენ შტატივის თათს (ე) და რგოლს (გ). ღეროზე მომჭკობების გადაადგილება შეიძლება ზევით და ქვევით, აგრეთვე მის ირგვლივ, ამისათვის საჭიროა იმ ხრახნის მოშვება, რომლითაც მომჭკერი დამაგრებულია ღეროზე. მომჭკერი დაამაგრეთ

ღეროს შუა ადგილზე. გადაადგილეთ ის ზევით, დასწიეთ ქვევით. ხელახლა გადაადგილეთ ღეროს შუა ადგილზე. მომჭერის მეორე ხრახნით მასში ამაგრებენ რგოლს ან შტატივის თათს. მომჭერში დამაგრეთ რგოლი, მეორეში კი — თათი.

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

**2. შტატივის გამოყენება.** შტატივის თათში სინჯარა დამაგრეთ ვერტიკალურად ისე, რომ მას პირი ზემოთ ჰქონდეს. სინჯარა თათში ისე უნდა დავამაგროთ, რომ არ ჩამოვარდეს და ამასთანავე შეიძლებოდეს მისი გადაადგილება.

ძლიერ მოჭერით დამაგრებული სინჯარა შეიძლება გასკდეს. თათში სინჯარას ამაგრებენ მის პირთან ახლოს და არა შუა ნაწილით, რომ შეიძლებოდეს მთელ სიგრძეზე გახურება. იგივე სინჯარა თათიდან გამოუღებლად შტატივზე დამაგრეთ ჰორიზონტალურად. ამისათვის საჭიროა იმ ხრახნის მოშვება, რომლითაც თათი დამაგრებულია მომჭერში და შტატივის თათის მობრუნება სინჯარიდან 90°-ით.

შტატივზე დამაგრეთ ჭიქა, შემდეგ კი ფაიფურის ჯამი. ჭიქის დასამაგრებლად შტატივის რგოლზე დებენ სპეციალურ ბადეს, ხოლო მასზე დგამენ ჭიქას. სანთურის ალით ხურდება ბადე, მისგან კი ჭიქის 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.

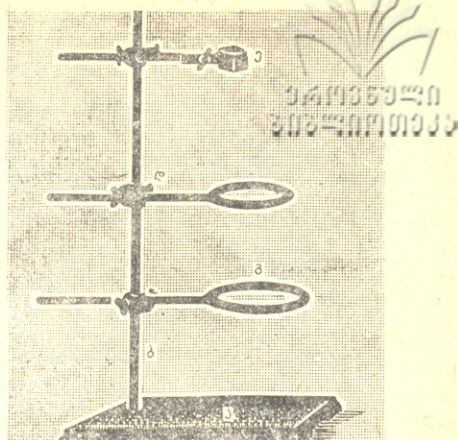
### ს ა მ უ შ ა ო 2. სუფრის მარილის გასუფთავება

ამ სამუშაოს შესრულებისას თქვენ გაცნობით ხსნადი მყარი ნივთიერებების უხსნადი მინარევებისაგან გასუფთავების ერთ-ერთ ხერხს და შეისწავლით: ქალაქის ფილტრის დამზადებას, სითხის ფილტვრას და ხსნარის ამოშრობით მარილის მიღებას.

**1. გაჭუჭყიანებული მარილის გახსნა.** ჭიქაში ჩაასხით 20 მლ გამოხდილი წყალი და მასში კოვზით ჩაყარეთ ჭუჭყიანი მარილი მცირე ულუფებით. მარილის გახსნის დასაჩქარებლად სითხე აურიეთ მინის წკირით, რომელსაც ბოლოზე წამოცმული ჭიქის რეზინის პატარა მილი, როდესაც არევის მიუხედავად, მარილის გახსნა შეწყდება, შეწყვიტეთ მარილის დამატება. როგორია მიღებული ხსნარის გარეგნული მესახედაობა?

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

ალით მინის ძაბრის დიამეტრზე ორჯერ უფრო დიდი სივანის ფილტრის ქალა-



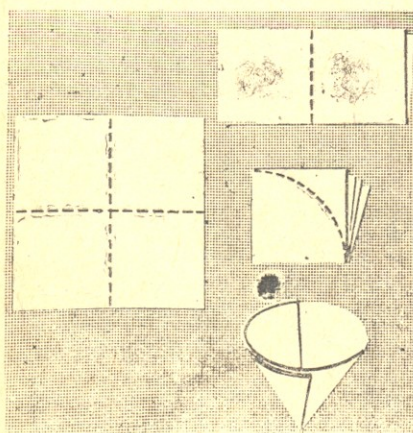
სურ. 60. ლაბორატორიული შტატივი: ა — სადგარი, ბ — ღერო, გ — რგოლი, დ — მომჭერი, ე — შტატივის თათი.

დის ფურცელი (ამ ძაბრში უნდა ჩადეთ ფილტრი). ფურცელი კვადრატული უნდა იყოს. იმის შესამოწმებლად, რომ აღებული ქაღალდის ფურცელი კვადრატულია, ქაღალდის ფურცლის ერთი მხარე დაზოიფეთ იმავე ფურცლის მისაზღვრე მხარეს, ზედმეტი გადააკეთე და გადანაკეცი მაკრატლით ჩამოჭერ. შემდეგ კვადრატული ქაღალდის ფურცელი ოთხად დაკეციე. შემდეგ ჩინებას კიდევები შემოქცერით 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 მკიდროდ 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 კედლისაგან 0,5 სმ-ით უნდა იყოს დაშორებული, თუ ძაბრის კედეს გადაცილებულია, შემოქცერით.

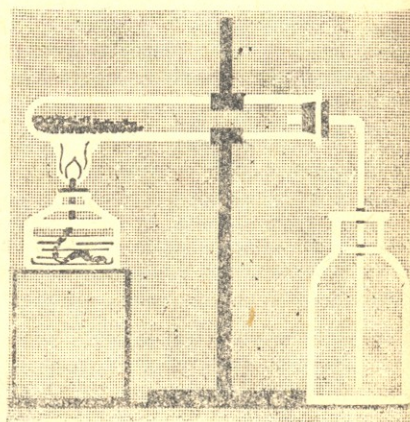
ძაბრში ჩაფენილი ფილტრი წყლით დასველეთ. დასველების დროს ძაბრი ჭიქის ან ქილის ზევით დასრილად დაიკავეთ და აბრუნეთ. ფილტრის დასველება შეიძლება მინის წკირით მასზე წყლის წვეთების გადატანით. დასველებული ფილტრი ძაბრის კედლებს ეწებება და არ ამოვარდება. ფილტრიანი ძაბრი მოათავსეთ კოლბის ყელში ან შტატივის რგოლში,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

ჭეშქვიანი მარილის ხსნარი ფილტრზე დასხით 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 გაიხვს. ძაბრში სითხე იმდენი უნდა ჩაასხათ, რომ სითხის დონე ფილტრის კიდებიდან 0,5 სმ-ით დაბლა იყოს, თუ სითხის დონე მეტი იქნა, მაშინ ის ფილტრსა და ძაბრის კედლებს შორის ჩაედინება და მინარევებისაგან არ გასუფთავდება.

3. გასუფთავებული მარილის ხსნარის აორთქლება. მიღებული ფილტრატი ფაიფურის ჯამში ჩაასხით და შტატივის რგოლზე დადგით. ხსნარიანი ჯამი სანთურის



სურ. 61. ფილტრის დაძაბვება.



სურ. 62. ჭანგბადის ძისაღები და ნესაგროვებელი ხელსაწყო.

ალით გააცხელეთ. სითხე რომ არ გაიშხეფოს, მინის წკირით ურჩეთ. როდესაც  
საც ჯამში მარილის კრისტალები გაჩნდება, გახურება შეწყვიტეთ. 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.

#### ს ა მ უ შ ა ო შ. უანგბადის მიღება და თვისებები

ამ სამუშაოს შესრულებისას განიმტკიცებთ ცოდნას უანგბადის ფიზიკური და ქიმიური თვისებების შესახებ. ამასთანავე გეცნობით ჰურტელში გაზის შეგროვებას ჰაერის გამოქვებების ხერხით.

#### უანგბადის მიღება და შეგროვება

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

ხელსაწყოში ჩაყარეთ მისი მოცულობის  $\frac{1}{4}$  კალიუმპერმანგანატი, დაუცეთ საცობი გაზსადენი მილით, სინჯარის შიგნით საცობთან მოათავსეთ ბამბის გუნდი. ხელსაწყო დაამკვრეთ 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 მოათავსებული.

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

გაზსადენი მილის ბოლოსთან მიიტანეთ მბეჭუტავი კვარი, რომლითაც უნდა გაარკვიოთ — დამთავრდა თუ არა სინჯარიდან ჰაერის გამოქვება და დაიწყო უანგბადის გამოყოფა.

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

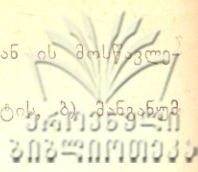
#### ნაშვირის წვა უანგბადში

3. რკინის კოვზზე მოათავსეთ ხის ნაშვირის ნატეხი და გაავარჯარეთ სანთურის ალით. კოვზი მბეჭუტავი ნაშვირიანად შეიტანეთ უანგბადიან ქილაში. რა შეიძინება? როდესაც წვა შეწყდება, იმავე მილში ჩაასხით ცოტაოდენი 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 რეაქტივის განტოლება. დასკვნაში ჩამოთვალეთ უანგბადის ფიზიკური და ქიმიური თვისებები, რომლებიც ცდის ჩატარებისას შეინიშნეთ.

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

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



**სამუშაო 4. შაბამნის 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 ჩვენებს.

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

2. დაამზადეთ ფილტრი.

3. სინჯარაში ჩაასხით (ფ რ თ ხ ი ლ ა დ!) დაახლოებით 5 მლ გოგირდმჟავას ხსნარი. ხსნარი თითქმის აღუღებამდე გააცხელეთ (ფ რ თ ხ ი ლ ა დ!) და დამატეთ ცოტაოდენი (ჩაის კოვზის 1/4) სპილენძ(II)-ის ოქსიდი. ჭიქის შიგთავსი მინის წკირით აურიეთ. როდესაც სპილენძ(II)-ის ოქსიდი გაიხსნება, დამატეთ შემდეგი ულუფა, ხელახლა აურიეთ და დაელოდეთ მის გახსნას. სპილენძ(II)-ის ოქსიდის დამატება გაიმეორეთ მანამდე, ვიდრე მისი გახსნა შეწყდება. ხსნარი გაშუღმებით აცხელეთ, მაგრამ არ ააღულოთ, 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, დაცადეთ 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. გაანგარიშეთ მოცემული მასის მქონე ხსნარის დასამზადებლად საჭირო მარილისა და წყლის მასები, რომელიც შეიცავს მარილის მოცემულ მასურ წილს.

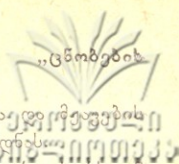
2. გამოანგარიშების შესაბამისად სასწორზე აწონეთ (აწონის წესები გაიხსენეთ ფიზიკის კურსიდან) საჭირო მასის მქონე მარილი და საზომი ცილინდრით გამოზომეთ (გაიხსენეთ სითხეების გაზომვის წესები) საჭირო მოცულობის გამომდინარე წყალი.

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 გაანგარიშება.





ს ა მ უ შ ა ო 6. ექსპერიმენტული ამოცანების ამოხსნა თემაზე განზოგადება არაორგანულ ნაერთთა ძირითადი კლასების შესახებ.

ამ მეცადინეობაზე თქვენ გამოყენებთ ოქსიდების, ფუძეებისა და მარილების ქიმიური თვისებებისა და კლასიფიკაციის შესწავლისას მიღებულ ცოდნას.

ამოცანა 1. როგორ გავწმინდოთ რკინის ლურსმანი ჟანგისაგან ქიმიური ხერხით? გააკეთეთ ეს და ახსენით, მიიღეთ მხედველობაში, რომ რკინის ჟანგის შედგენილობაშია რკინა(III)-ის ჰიდროქსიდი.

ამოცანა 2. მოცემული გაქვთ თუთიისა და სპილენძის ფხვნილთა ნარევი. ამ ნარევიდან ქიმიური ხერხით გამოყავით სპილენძის ფხვნილი. დაწერეთ რეაქციის განტოლება.

ამოცანა 3. მოცემული გაქვთ შავი ფერის ნივთიერებათა ფხვნილისებრი ნარევი. გვიჩვენეთ, არის თუ არა ამ ნარევი სპილენძ(II)-ის ოქსიდი. დაწერეთ რეაქციის განტოლება.

ამოცანა 4. განსაზღვრეთ, თქვენთვის მოცემული სინჯარებიდან რომელშია ნატრიუმქლორიდის ხსნარი. მკაფიოდ ხსნარი და ტუტის ხსნარი.

ამოცანა 5. ცდით დაადასტურეთ, რომ მაგნიუმის ჰიდროქსიდს ფუძის თვისებები აქვს.

ამოცანა 6. ცდით დაადასტურეთ, 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 <sup>4</sup>	მანგანუმი	Mn	55
ალუმინი	Al	27	ნატრიუმი	Na	23
ბარიუმი	Ba	137	ნახშირბადი	C	12
ბორი	B	11 <sup>8</sup>	ნიკელი	Ni	59
ბრომი	Br	80	ოქრო	Au	197
ბისტუმი	Bi	209	პლატინა	Pt	195
გოგირდი	S	32 <sup>12</sup>	ჟანგბადი	O	16
დარიშხანი	As	75	რკინა	Fe	56
ვერცხლი	Ag	108	სილიციუმი	Si	28
ვერცხლისწყალი	Hg	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 <sup>11</sup>
კალიუმი	K	39 <sup>9</sup>	თთორი	F	19
კალციუმი	Ca	40 <sup>10</sup>	ქლორი	Cl	35,5 <sup>13</sup>
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 (თანხმად 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“ წარმოიქმნილია ლათინური სიტყვიდან *miles*, რაც რაოდენობას, სიმრავლეს ნიშნავს.

**მოლი — ნივთიერების რაოდენობის ერთეულია.**

ერთი მოლი ტოლია ნივთიერების იმ რაოდენობისა, რომელიც შეიცავს მოცემული ნივთი-

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

რიცხვს  $6 \cdot 10^{23}$  XIX ს. იტალიელი მეცნიერის ა. ავოგადროს პატენტისაგან ეწოდა ავოგადროს მუდმივა<sup>1</sup>. 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, როგორცაა ბუნებაში არსებული უდიდესი სიჩქარის — სინათლის სიჩქარის განსაზღვრა.

ამრიგად, ქიმიაში 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 მოლი, გ) 0,1 მოლი. რამდენი ატომია თითოეულ მათგანში?

რადგან 1 მოლ გოგირდში  $6 \cdot 10^{23}$  ატომია, ამიტომ: ა) გოგირდის 2 მოლი შეიცავს  $2 \cdot 6 \cdot 10^{23} = 12 \cdot 10^{23}$  ატომს; ბ) გოგირდის 0,5 მოლი შეიცავს  $0,5 \cdot 6 \cdot 10^{23} = 3 \cdot 10^{23}$  ატომს; გ) 0,1 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.

<sup>1</sup> ავოგადროს მუდმივას უფრო ზუსტი მნიშვნელობაა  $6,022045 \cdot 10^{23}$  მოლი<sup>-2</sup>

- ? **▲**
1. რას აჩვენებს ფიზიკური სიდიდე — ნივთიერების რაოდენობა?
  2. რამდენი მოლეკულაა 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 ოქსიდის  $P_2O_5$ -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;  $\nu$  — 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.

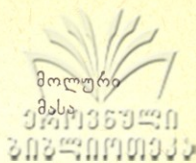
მაგალითად, წყლის მოლური მასის იგივე მნიშვნელობა მიიღება, თუ ავიღებთ ნივთიერების ნებისმიერი მასის შეფარდებას მოცემული ნივთიერების შესაბამის რაოდენობასთან:

$$M(H_2O) = \frac{36 \text{ გ}}{2 \text{ მოლი}} = \frac{9 \text{ გ}}{0,5 \text{ მოლი}} = \frac{1,8 \text{ გ}}{0,1 \text{ მოლი}} = 18 \text{ გ/მოლი}$$

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 მოლეკუ-  
ლური და ფარდობითი  
ატომური მასები



მოლური  
მასა  
გ/მოლი

$H_2SO_4$	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 გა-  
მონგარიშება ნივთიერების ცნობილი რაოდენობიდან და პირიქით,  
ნივთიერების რაოდენობის გამონგარიშება, თუ ცნობილია მისი მასა.

**მაგალითი 1.** რეაქციისათვის აუცილებელია 0,5 მოლი სპილენძ  
(II)-ის ოქსიდი. რა რაოდენობით უნდა ავზომოთ სპილენძ(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 სპილენძ(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 ავილოთ 16 გ გოგირდის ნაცვლად  
0,5 მოლი? რატომ?
  7. მოსწავლეს რეაქციისათვის უნდა აედო 0,2 მოლი მაგნიუმი. მან სასწორ-  
ზე გამოწონა 6 გ მაგნიუმი. სწორად შეასრულა თუ არა მან დავალება?  
თქვენ როგორ მოიქცეოდით?

§ 54. ბანანბარიშვებანი ჰიმიური ფორმულებისა და განტოლებების  
მიხედვით

ჰიმიური ფორმულებისა და განტოლებების მიხედვით გაანგარი-  
შებისას მხედველობაში უნდა ვიქონიოთ, რომ ამოხსნელი ამოცანის

პირობის მიხედვით ნივთიერების ქიმიურ ფორმულაში შეიძლება გვ  
 გულისხმობთ მისი არა მარტო ცალკეული მოლეკულა, არამედ ნივთიე-  
 რების რაოდენობა, 1 მოლი. მაგალითად, ფორმულა  $H_2O$  აღნიშნავს  
 წყლის მოლეკულასაც მისი ფარდობითი მოლეკულური მასით 18 მოლ-  
 ლურ მასასაც 18 გ/მოლს, და წყლის 1 მოლსაც.

**განვხაროთ ახალი ქიმიური ფორმულის მიხედვით**

**მაგალითი 1.** როგორია 40 გ რკინა(III)-ის ოქსიდში შემავალი რკინის მასა?

რკინა (III)-ის ოქსიდის ფორმულაა  $Fe_2O_3$ .

$$M(Fe_2O_3) = 2 \cdot 56 + 3 \cdot 16 = 112 + 48 = 160$$

$$M(Fe_2O_3) = 160 \text{ გ/მოლი}$$

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:

$$M(NaOH) = 23 + 16 + 1 = 40$$

$$M(NaOH) = 40 \text{ გ/მოლი}$$

$$m(NaOH) = 40 \text{ გ/მოლი} \cdot 1 \text{ მოლი} = 40 \text{ გ.}$$

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.

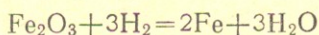


### განმარტებული მათემატიკური განმარტების მიხედვით

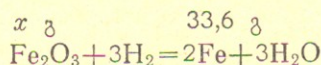
**მაგალითი 3.** რამდენი რკინის ოქსიდია  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  საჭირო მისგან წყალბადით აღდგენის დროს 33,6 გ რკინის მისაღებად?

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:

$$M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 160 \text{ გ/მოლი}, \quad M(\text{Fe}) = 56 \text{ გ/მოლი}$$

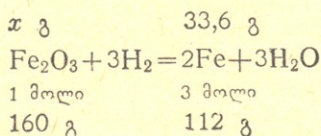
და ვპოულობთ ნივთიერებათა მასებს:

$$m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 160 \text{ გ} \quad m(\text{Fe}) = 56 \text{ გ}$$

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 ნაპოვნ მნიშვნელობას.

ჩანაწერი ახლა მიიღებს ასეთ სახეს:



5. ვადგენთ პროპორციას:

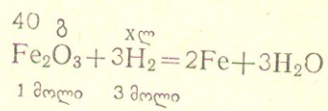


ვღებულობთ:  $x$  გ:33,6 გ=160 გ:112 გ

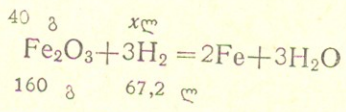
$$x = \frac{160 \text{ გ} \cdot 33,6 \text{ გ}}{112 \text{ გ}} = 48 \text{ გ.}$$

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 ალდგენაზე.



$M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 160$  გ/მოლი;  $m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 160$  გ/მოლი · 1 მოლი = 160 გ მასის და მოცულობის ნაპოვნი მნიშვნელობანი მივუწეროთ რეაქციის განტოლების ქვეშ:

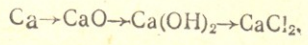


$$160 \text{ გ} : 3 \text{ მოლი} = 40 \text{ გ} : x \text{ მოლი}$$

$$x = \frac{3 \text{ მოლი} \cdot 40 \text{ გ}}{160 \text{ გ}} = 0,75 \text{ მოლი.}$$

პასუხი: რკინის ალდგენაზე დაიხარჯება 0,75 მოლი წყალბადი.

- ?
1. როგორია ა) კალციუმის, ბ) ნახშირბადისა და გ) ჟანგბადის მასა 1 კგ კალციუმის კარბონატში  $\text{CaCO}_3$ ?
  - ▲ 2. რამდენ გრამ რკინას შეიცავს 2 მოლი წითელი რკინაქვა ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) და მაგნიტური რკინაქვა ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )?
  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 პიდროქსიდის გასანეიტრალებლად?
  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 აღებულ იყო 80 გ მასის მქონე კალციუმი?

9. რამდენი (გ/მოლი) თითოეული პროდუქტი მიიღება შემდეგი გარდაქმნებისას: გოგირდი→გოგირდი(IV)-ის ოქსიდი→გოგირდმჟავა→კალციუმის სულფიტი, თუ აღებულ 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 ალდგენაზე დაიხარჯა 1 კგ მასის მქონე წყალბადი?

13. რა მასის მქონე ჟანგბადი დაიხარჯება 6 კგ მასის მქონე ნახშირის დაწვავაზე?

### § 55. ქიმიური რეაქციის სითბური ეფექტი

ქიმიურ რეაქციებს თან ახლავს ენერგიის გამოყოფა ან შთანთქმვა. თუ რეაქციის დროს ენერგია შთანთქმდება, უნდა ვიზრუნოთ საამისოდ 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.

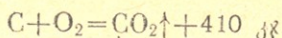
ხშირად პრაქტიკაში ქიმიური რეაქციები გამოიყენება არა ნივთიერების, არამედ ენერგიის მისაღებად. მაგალითად, სხვადასხვა ლუგებში, კოსმოსური რაკეტების წვის კამერებში სათბობის დაწვის დროს რეაქციის პროდუქტები ჰაერში ან კოსმოსურ სივრცეში იკარგება, იყენებენ მხოლოდ რეაქციის დროს გამოყოფილ ენერგიის ნაწილს. შევისწავლოთ 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 კილოჯოულებით გამოისახება და კალორიმეტრით იზომება.

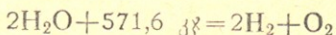
ქიმიურ განტოლებაში რეაქციის სითბური ეფექტის შეტანა განვიხილოთ კონკრეტულ მაგალითზე. თუ კალორიმეტრში 1 გ ნახშირს დავწვავთ და გამოყოფილ სითბოს გავზომავთ, აღმოჩნდება, რომ გა-

მოყოფილია 34,17 კგ სითბო. 1 მოლი და მასით 12 გ ნახშირბადი და-  
იწვევა 410 კგ სითბოს გამოყოფით. მივეწეროთ ეს რიცხვი ნახშირის  
წვის რეაქციის განტოლების მარჯვენა მხარეს:

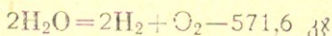
ეროვნული  
ნივლითობა



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

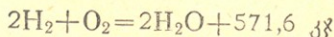


ქიმიურ განტოლებას, რომელშიც ნაჩვენებია რეაქციის სითბური  
ეფექტი Q, თერმოქიმიური განტოლება ეწოდება.

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, დინამიტი  
აფეთქებისას, იგი ნაწილობრივ მექანიკურ ენერგიად გარდაიქმნება,  
გალვანურ ელემენტებსა და აკუმულატორებში — ელექტრულ ენერ-  
გიად, ამასთანავე ყოველთვის ენერგიის მუდმივობის და  
გარდაქმნის კანონის შესაბამისად.

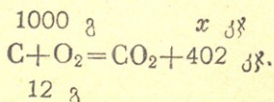
**მაგალითი 1.** შეადგინეთ მარტივი ნივთიერებებისაგან წყლის მი-  
ლების თერმოქიმიური განტოლება.

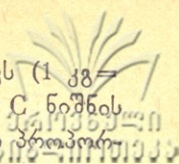
ეს რეაქცია წყლის დაშლის შებრუნებული რეაქციაა. ამიტომ ზე-  
მოთ მოყვანილი რეაქციის მარცხენა და მარჯვენა მხარეები გადავა-  
ნაცვლოთ და მივიღებთ პასუხს:



**მაგალითი 2.** რა რაოდენობით გამოიყოფა სითბო 1 კგ ნახშირის  
დაწვისას?

წვერთ რეაქციის თერმოქიმიურ განტოლებას:





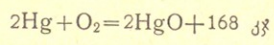
C ნიშანს თავზე დავაწერთ ამოცანაში მოცემულ რიცხვს (1 კგ = 1000 გ), სითბური ეფექტის თავზე — xკჯ (საძიებელი), C ნიშნის ქვეშ ნახშირბადის მასას გრამებში, ე. ი. 12 გ და შევადგენთ პროპორციას:

$$x \text{ კჯ} : 402 \text{ კჯ} = 1000 \text{ გ} : 12 \text{ გ}$$

საიდანაც

$$x = 34170 \text{ კჯ}$$

1. ვერცხლისწყლის ოქსიდის მიღების რეაქციის თერმოქიმიური განტოლებაა:



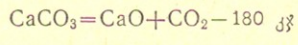
დაწერეთ ვერცხლისწყლის ოქსიდის დაშლის თერმოქიმიური რეაქციის განტოლება.

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?

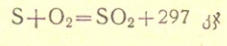
4. რა მოცულობით (ნ. პ.) დაიხარჯა ენგბადი ნახშირის დაწვაზე, თუ ამ დროს გამოიყო 2050 კჯ?

5. ჩაუქმრალი კირის მიღების რეაქციის განტოლებას დაუმატეთ სითბური ეფექტი:



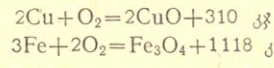
კირის გამოსაწვავ ღუმელში რეაქციის მიმდინარეობისათვის აუცილებელი ენერგია მიიღება მასში ნახშირის დაწვით. მისი რა უმცირესი რაოდენობა უნდა დაიხარჯოს თითოეული ტონა ჩაუქმრალი კირის მისაღებად?

8. რეაქციის თერმოქიმიური განტოლებების



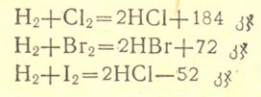
მიხედვით გაიანგარიშეთ, რამდენი სითბო გამოიყოფა: ა) 1 კგ მასის მქონე გოგირდის დაწვისას, ბ) 1 კგ გოგირდოვანი აირის მიღებისას.

7. თერმოქიმიური განტოლებების:



მიხედვით გაიანგარიშეთ, რამდენი სითბო გამოიყოფა: ა) 1 კგ მასის მქონე თითოეული ლითონის დაქანვისას, ბ) 1 კგ თითოეული ლითონის ოქსიდის წარმოქმნისას.

8. რეაქციის თერმოქიმიური განტოლებების



მიხედვით გაიანგარიშეთ, რამდენი სითბო გამოიყოფა ან შთანიტქმება:

ა) თუ რეაქციაში შევიდა 2 მოლი წყალბადი, ბ) თუ რეაქციის შედეგად მიღებულ იქნა 1 მოლი ჰალოგენწყალბადი.

§ 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 მცენრებისა 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 შესახედაობასა და წყალში ან ხმელეთზე ბინადრობას. ამ ნიშნების მიხედვით ვეშაპებს, მათი ანატომიური აგებულების მიუხედავად, თევზებთან აერთიანებდნენ.

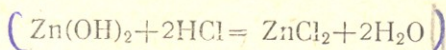
ზოოლოგია შეისწავლის ცხოველთა სახეობებს, ქიმია კი — ატომთა სახეობებს ანუ ქიმიურ ელემენტებს. ქიმიური ელემენტების სამყაროც მრავალფეროვანია. ახლა ცნობილია 107 ელემენტი. (რა ნიშნების მიხედვით ახდენენ მათ კლასიფიკაციას?)

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 ფუძეებია, არალითონების მჟავები; (ლითონები წყალბადთან არ წარმოქმნის აქროლად ნაერთებს, არალითონები კი წარმოქმნის მათ.)

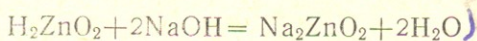
(ამასთანავე არსებობს ელემენტები, რომლებიც ავლენენ როგორც ლითონურ ისე არალითონურ თვისებებს, მაგალითად, არალითონი იოდი თავისუფალ მდგომარეობაში ლითონის მსგავსია, შესამჩნევად

ატარებს ელექტრულ დენს.) ელემენტებს, რომლებიც ხასიათდებიან როგორც ლითონების, ისე არალითონური თვისებებით, ეკუთვნის ყველასათვის ცნობილი თუთიაც. ფიზიკურ თვისებებით იგი ლითონურია. მაგრამ გამოვლევით თუთიის ჰიდროქსიდის ქიმიური თვისებები. (ჰიდროქსიდის მისაღებად თუთიის რომელიმე მარილის ხსნარს დაუმატოთ ტუტის ხსნარი.) ხსნარი თუთიის ჰიდროქსიდის  $Zn(OH)$  ნალექითურთ ჩავსხათ ორ სინჯარაში. ერთ მათგანს დავსხათ მარილმჟავა. ნალექი გაიხსნება, ვინაიდან წარმოიქმნება ხსნადი მარილი  $ZnCl_2$ . (ამ რეაქციაში თუთიის ჰიდროქსიდი ავლენს ფუძის თვისებებს.)



მეორე სინჯარაში, რომელშიც თუთიის ჰიდროქსიდი, ჩავსხათ 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 გამოსახება 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, არალითონებისაყენ, 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, (სხვა როგორც ცხოველებისა და მცენარეების სახეობებს შორის,) ვლინდება ოჯახები, რომლებიც განსაკუთრებულად მსგავს ელემენტებს აერთიანებს. (ელემენტების ერთი ასეთი ოჯახი თქვენთვის უკვე ცნობილია.) ეს ინერტული ელემენტებია, რომლებიც მარტივი ნივთიერებების სახით წარმოქმნის ეგრეთ წოდებულ კეთილშობილ აირებს. (სხვა დანარჩენი არალითონებისაგან განსხვავებით, ინერტული აირები წყალბადსა და ლითონებთან ნერთებს არ წარმოქმნიან, ე. ი. ამ ელემენტების მიმართ ნულ ვალენტობას ავლენენ.) ინერტული აირების მოლეკულები ერთატომიანებია: He, Ne, Ar, Kr, Xe.

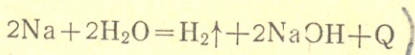
(ახლა გავეცნობით ელემენტების კიდევ ორ ბუნებრივ ოჯახს: ერთ მათგანში ზედმიწევნით მკაფიოდ მყოფადება ლითონების ქიმიური თვისებები, მეორეში — არალითონებისა.)

- ▲ 1. აღწერეთ: ა) ტიპური ლითონებისა და ბ) ტიპური არალითონების თვისებები.  
 2. მოიყვანეთ ელემენტ-ლითონებსა და ელემენტ-არალითონებს შორის მკვეთრი ზღვრის არარსებობის დამადასტურებელი ფაქტები.  
 3. აღწერეთ ინერტული აირების ფიზიკური და ქიმიური თვისებები.

## § 57. ტუბა 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, ადვილად ღვობადი, რბილი და პლასტიკური 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 ვალლობადე მივყავართ. იგი წყალში ანაცვლებს წყალბადს და ნატრიუმის ჰიდროქსიდს წარმოქმნის:



(ჰაერზე გაცხელებისას ნატრიუმი ღვება, აინთება და იწყის, წარმოიქმნება (სხვა პროდუქტებთან ერთად) ნატრიუმის ოქსიდი  $\text{Na}_2\text{O}$ . ნატრიუმის ოქსიდი ფუძე ოქსიდებს მიეკუთვნება.) წყალთან შეერთ-

ბით იგი წარმოქმნის ჰიდროქსიდის NaOH. ნატრიუმის ჰიდროქსიდის იხსნება წყალში, ე. ი. ტუტეა.)

ნატრიუმი ყველა თავის ნაერთში ერთვალენტია.

არსებობს კიდევ ნატრიუმის ფრიად მსგავსი 5 ელემენტი (თონი: ლითიუმი Li, კალიუმი K, რუბიდიუმი Rb, ცეზიუმი Cs და ფრანციუმი. Fr.) ყველა მათ, როგორც მარტივ ნივთიერებებს, მცირე სიმკვრივე აქვთ, პლასტიკური და ადვილადლღობადებია, იწვიან, 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 ღლიობისა და დუღილის ტემპერატურა; არაერთნაირი ქიმიური აქტივობა.) ტუტე ლითონები განვალაგოთ ფარდობითი ატომური მასის ზრდის მიხედვით და ერთიმეორეს შევადაროთ მათი ფიზიკური (ტაბულა 9) და ქიმიური (ტაბულა 10) თვისებები.)

მაიქციეთ ყურადღება ტუტე ლითონების ფიზიკური და ქიმიური თვისებების კანონზომიერ ცვლილებას, რაც როგორც ჩანს, აიხსნება ელემენტების ფარდობითი ატომური მასის გადიდებასთან ერთად მარტივი ნივთიერებების აღნაგობის შეცვლით.

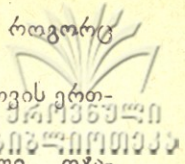
ტაბულა 9

ტუტე ლითონების ფიზიკური თვისებები

ელემენტის სახელწოდება და სიმბოლო	ფარდობითი ატომური მასა	ღლიობის ტემპერატურა (°C)	დუღილის ტემპერატურა (°C)	სიმკვრივე (გ/სმ <sup>3</sup> -ობით)
ლითიუმი, Li . . . . .	6,9	179	1370	0,53
ნატრიუმი, Na . . . . .	23,0	97,8	883	0,97
კალიუმი, K . . . . .	39,1	63,6	760	0,85
რუბიდიუმი, Rb . . . . .	85,5	39,0	66	1,52
ცეზიუმი, Cs . . . . .	132,9	28,6	685	1,87





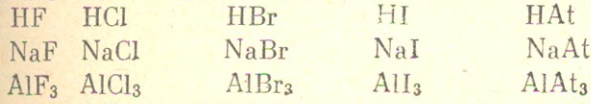


ქლორწყალბადის წყალხსნარი მყავური თვისებისაა, და როგორც თქვენთვის ცნობილია, მას მარილმყავა ეწოდება.

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 მყავებია, ხოლო ლითონებთან ჰალოგენების ნაერთები — მარილები. აქედან წარმოდგა სახელწოდება „ჰალოგენები“ (ლათინური სიტყვებიდან), რაც ქართულად „მარილმადებს“ ნიშნავს.

მსგავსებასთან ერთად ჰალოგენები განსხვავებასაც ავლენენ: ჩვეულებრივ პირობებში ახასიათებთ სხვადასხვა აგრეგატული მდგომარეობა, სხვადასხვა ფერი, არაერთნაირი ქიმიური აქტივობა. ატომური მასის ზრდასთან ერთად ჰალოგენების თვისებები კანონზომიერად იცვლება (ტაბულა 11).

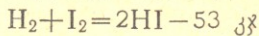
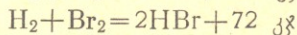
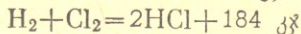
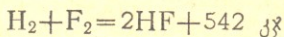
ტაბულა 11

ჰალოგენების ფიზიკური თვისებები

ელემენტის სახელწოდება და სიმბოლო	ფარდობითი ატომური მასა	ატომური ნივთიერების ფორმულა	მდგომარეობა ხვეულებრივ პირობებში	ფერი	დუღილის ტემპერატურა (°C)	სიმკვრივე (გ/სმ <sup>3</sup> -ობით)
ფთორი, F	19,0	F <sub>2</sub>	აირი	ღია ყვითელი	— 187	1,1 (თხევადი სახით)
ქლორი, Cl	35,5	Cl <sub>2</sub>	აირი	ყვითელ-მწვანე	— 34	1,57 (თხევადი სახით)
ბრომი, Br	79,9	Br <sub>2</sub>	სითხე	მურა-წითელი	59	3,14
იოდი, I	12,7	I <sub>2</sub>	კრისტალები	მუქი იისფერი	185	4,94

ახლა შევადართო ჰალოგენების ქიმიური აქტივობა წყალბადის მიმართ.

წყალბადთან ჰალოგენების შეერთების რეაქციის სიძლიერეები 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 შთაინთქმება. 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 იისფერი ორთქლი.

ჰალოგენების ქიმიური აქტივობა ლითონებისა და წყალბადის მიმართ ფარდობითი ატომური მასის ზრდასთან ერთად ეცემა. ამიტომ ჰალოგენებიდან ყველაზე უფრო აქტიურია ფთორი. ის ყველაზე აქტიურია არა მარტო ჰალოგენთა, არამედ სხვა არალითონთა შორისაც.

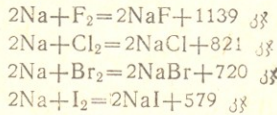
1. რომელი საერთო თვისებების საფუძველზე ერთიანდება ტუტე ლითონები ქიმიური ელემენტების ერთ ბუნებრივ ოჯახში?
2. როგორ იცვლება ფარდობითი ატომური მასის ზრდის მიხედვით ტუტე ლითონების: ა) ფიზიკური თვისებები თავისუფალ მდგომარეობაში. ბ) მათი ქიმიური თვისებები და გ) მათი ჰიდროქსიდების ხსნალობა?
3. როგორია ხელოვნურად მიღებული ელემენტის — ფრანციუმის თვისებები (ფარდობითი ატომური მასა 223), რომელიც აგრეთვე ტუტე ლითონებს მიეკუთვნება? ჩაიძირება თუ ამოტივტივდება იგი წყალში? როგორ იმოქმედებს მასზე ენერჯიული, წყალი (დაწერეთ წყალთან რეაქციის განტოლება)? როგორია მისი ჰიდროქსიდის ფორმულა და თვისებები? დაწერეთ 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 გადიდებით.
5. ჩამოთვალეთ ქლორის ქიმიური თვისებები. მოიყვანეთ მისთვის დამახასიათებელ რეაქციათა განტოლებები.

6. დაწერეთ თუთიის ქლორიდის მდებარეობის რეაქციათა განტოლებები თქვენთვის ცნობილი ოთხი ხერხით.
7. ჩამოთვალეთ ჰალოგენების როგორც მარტვე ნივთიერებების საერთო ქიმიური თვისებები.
8. როგორ იცვლება თავისუფალ მდგომარეობაში ჰალოგენების ქიმიური თვისებები ფარდობითი ატომური მასების ზრდის მიხედვით?
9. აღწერეთ ალუმინის შეერთების რეაქციები: ა) ბრომთან, ბ) იოდთან.
10. აღწერეთ ჰალოგენების წყალბადნერთების ფიზიკური და ქიმიური თვისებები.

Na 23 1 —	C 12 4 4
--------------------	-------------------

სურ. 64. ბარათების ნიმუშები.

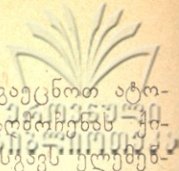
11. თერმოქიმიური განტოლებების:



მიხედვით გაიანგარიშეთ, რა როდენობით სითბო გამოიყოფა თითოეულ შემთხვევაში, თუ რეაქციაში შევა: ა) 1 გ ჰალოგენი, ბ) 1 გ ნატრიუმი, გ) 1 სმ<sup>3</sup> მოცულობის ნატრიუმი.

მითითება: უკანასკნელი კითხვის ამოსახსნელად გამოიყენეთ მე-9 ტაბულა.

დამზადეთ 18 ბარათი 64-ე სურათზე გამოსახული ნიმუშის მიხედვით, თითოეული ელემენტის ნიშნის ქვეშ დაწერეთ მისი ფარდობითი ატომური მასა, ქვემოთ — ელემენტის ვალენტობა მის უმაღლეს ოქსიდში. უფრო ქვემოთ — ვალენტობა აქროლად წყალბადნერთში (თუ იგი არსებობს). თუ ელემენტი ლითონია, ბარათის ქვედა კიდეზე გაავლეთ ლურჯი ხაზი, თუ ლითონის ჰიდროქსიდი ამფოტერულია — წითელი და ლურჯი, თუ ელემენტი არა-ლითონია — წითელი ხაზი; გარდა ამისა, რაიმე ნიშანი დაადეთ ტუტე ლითონების ბარათებს, სხვა ნიშანი — ჰალოგენების ბარათებს, ასევე განსხვავებული ნიშანი — ინერტული აირების ბარათებს. ბარათების შევსებისას ისარგებლეთ 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 (?).



ახლა თქვენ მომზადებული ხართ იმისათვის, რომ გაეცნოთ ატომურ-მოლეკულური მოძღვრების შემდგომ უდიდეს აღმოჩენას — ქიმიასში — 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 საფუძვლად დ. ი. მენდელეევი მიიჩნია მათი ფარდობითი ატომური მასები,<sup>1</sup> როგორც მათი ატომების „ძირეული“ მუდმივი (მაგალითად: ვალენტობისაგან განსხვავებით) თვისება და დასახა ამოცანა: გამოინახოს საერთო კანონი, რომელიც ელემენტების ქიმიურ თვისე-

ტაბულა 12

ელემენტი	სიმანი	ფარდობითი ატომური მასა	ვალენტობა		შენიშვნა
			უმაღლეს 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	6	2	?
ნახშირბადი . .	C	?	4	4	არალითონი
ფოსფორი . . .	P	31	5	3	არალითონი
ფლორი . . .	F	19	—	?	?
ქლორი . . .	Cl	35	?	?	?

ბებს დააკავშირებდა 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

<sup>1</sup>წინათ ამ სიდიდეს „ატომურ წონას“ უწოდებდნენ.

მიხედვით, თითოეული ელემენტის ნომერს ამ ელემენტის რიგობრივი ნომერი<sup>1</sup> ვუწოდოთ (ტაბულა 13).

ერთი და იმავე ბუნებრივი ოჯახის ქიმიური ელემენტები ამ მწკრივში უშუალოდ ერთიმეორეს კი არ მისდევს, არამედ — ელემენტის შემდეგ. მიღებული მწკრივი დავყოთ 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 მკვეთრად გამოისახული, ეს თვისებები სუსტდება ბერილიუმთან — მისი ჰიდროქსიდი 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 ადგილი უკავია ნეონს — ინერტული აირების წარმომადგენელს.

გადავიდეთ ნეონის მომდევნო ელემენტზე. მეტერთმეტე ელემენტი ნატრიუმი, ისევე როგორც ლითიუმი, ტუტე ლითონია. მისი ვალენტობა ერთის ტოლია. ნატრიუმიდან მაგნიუმზე, შემდეგ ალუმინზე გადასვლით და ა. შ. ქლორამდე, ელემენტების ვალენტობა მათ უმაღლეს მაგნიუმთან იზრდება, თითოეულ შემთხვევაში 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 ჰიდროქსიდი ამფოტერულია) და სილიციუმთან არალითონურ თვისებებში გადადის. მომდევნო ელემენტების — ფოსფორისა და გოგირდის — არა-

<sup>1</sup> სამეცნიერო ლიტერატურაში ელემენტის რიგობრივი ნომერს ატომური ნომერი ვუწოდებთ.

ელემენტის დასახელება	წყალბადი	ჰელიუმი	ლითიუმი	ბერილიუმი	ბორი	კარბონი
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 <sub>2</sub> O	—	Li <sub>2</sub> O	BeO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub>
ვალენტობა უმაღლესი ოქსიდში	1	0	1	2	3	4
აქროლადი წყალბადნაერთის ფორმულა	—	—	—	—	—	CH <sub>4</sub>
ვალენტობა მათში	—	—	—	—	—	4

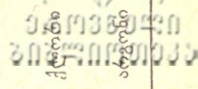
ლითონური თვისებები ძლიერდება და ქლორთან, როგორც ჰალოგენების ჯგუფის წარმომადგენელთან, უფრო ცხადად ვლინდება.

ელემენტთა თვისებების ცვლილება შეიძლება ცხადვით ცდებით იმ მარტივ და რთულ ნივთიერებებზე, რომელთა შედგენილობაშიც ისინი შედიან.

თუ ნატრიუმის ნაჭერს, მაგნიუმის, ალუმინის, სილიციუმის, ფოსფორის, გოგირდის ფხვნილებს დავწვავთ, მივიღებთ ოქსიდების თეთრ ფხვნილებს: Na<sub>2</sub>O, (დასხვა შედგენილობის ზოგიერთ ოქსიდს), MgO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. გოგირდი წარმოქმნის ოქსიდს, რომელიც მძაფრი სუნის მქონე აირია — SO<sub>2</sub>, აგრეთვე რკინა(III)-ის ოქსიდს, როგორც კატალიზატორის თანხლებიას — SO<sub>3</sub>. 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 უნაგბადს უშუალოდ არ უერთდება, მაგრამ ქლორს შეესაბამება უმაღლესი ოქსიდი, რომლის ფორმულაა Cl<sub>2</sub>O<sub>7</sub>. წყალში გახსნისას იგი წარმოქმნის HClO<sub>4</sub> შედგენილობის მჟავას.

ამგვარად, ლითიუმიდან ნეონამდე და ნატრიუმიდან არგონამდე ქიმიური ელემენტების თვისებები ერთნაირად იცვლება ფარდობითი ატომური მასის ზრდასთან ერთად, სახელდობრ:

აბო	ჟანგბადი	ფთორი	ნეონი	ნატრიუმი	მაგნიუმი	ალუმინი	სილიციუმი	ფოსფორი	გოგირდი	ბრომი	იოდინი
7	3	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 <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	—	—	Na <sub>2</sub> O	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	Cl <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	—
5	—	—	0	1	2	3	4	5	6	7	0
NH <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O	HF	—	—	—	—	SiH <sub>4</sub>	PH <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> S	HCl	—
3	2	1	0	—	—	—	4	3	2	1	0



- ლითონური თვისებები სუსტდება,
- არალითონური თვისებები ძლიერდება,
- უმადლესი ვალენტობა დიდდება ოქსიდებში,
- ვალენტობა მცირდება წყალბადნაერთებში (არალითონებში),
- ელემენტთა ნაერთების თვისებები იცვლება: ფუძის თვისებებიდან ამფოტერულ და აქედან მჟავურ 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 ინერტული აირით მთავრდება, პერიოდები ეწოდება.

პერიოდების ერთიმეორის ქვეშ განლაგებით მიიღება ქიმიური ელემენტების პერიოდული ტაბულა, რომელიც პერიოდულობის კანონის თვალსაჩინო გამოსახვაა (იხ. III ფერადი სურათი).

რიგობრივი ნომრის მიხედვით, არგონის მომდევნო ელემენტით უნდა დაიწყოს ახალი პერიოდი და მამასადამე, 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 მსგავსად, დ. მენდელეევის ტაბულაში ფარდობითი ატომური მასის ცხრილს საწინააღმდეგოდ არის განლაგებული, რიცხობრივად აღმოჩნდა მათთვის განკუთვნილი რიგობრივი ნომრების ტოლი.

ამრიგად, ქიმიური ელემენტების რიგობრივი ნომერი ატომური ბირთვის მუხტის „სიდიდეს“ მთხვევა.

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. მენდელეევმა პერიოდულობის კანონი აღმოაჩინა ელემენტების ფარდობითი ატომური მასის საფუძველზე, რაც იმ დროს ატომებისათვის ცნობილი ერთადერთი რიცხვობრივი მახასიათებელი იყო.

- ?
1. როგორია ელემენტის რიგობრივი ნომრის ფიზიკური არსი?
  2. გამოთქვით პერიოდულობის კანონი.
  3. 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  $\alpha$ -ნაწილაკებისა და  $\beta$ -ნაწილაკების გამოსხივებით.  $\beta$ -ნაწილაკები ელექტრონებია.

$\beta$ -ნაწილაკებთან შედარებით  $\alpha$ -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  $\alpha$ -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 მასით, 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. როგორცაა მოცემული ელემენტების რიგობრივი ნომერი) ატომის მასა განისაზღვრება ბირთვის შემადგენელი ნაწილაკების — პროტონებისა და ნეიტრონების საერთო რიცხვით. (მათი მასები თითქმის ერთნარია. დაახლოებით 1 მ. ა. ე.) აქედან ატომის ბირთვში არსებული ნეიტრონების რიცხვი უნდა უდრიდეს (ელემენტის მთელ რიცხვამდე დამრგვალებულ) 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 ატომიკული წმედგება 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.

## § 60. იზოტოპები

ჩვენ გავიგეთ, 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 ექნებოდა მასა 35,45. ელემენტი ქლორი ატომთა ორი სახეობის ნარევი

ნაპოვნი ქლორის ფარდობითი ატომური მასა 35,45, ეს მხოლოდ

საშუალო მნიშვნელობაა ქლორის ატომთა მასების რიცხვითი მნიშვნელობებისა ატომთა მეტი ან ნაკლები მასების წილის არააღრიცხვით. ნაკლები მასის მქონე ატომებს ქლორი შეიცავს მეტი რაოდენობით, ამიტომ ატომთა მასების საშუალო რიცხვითი მნიშვნელობაა 35,45 (იხ. 11).

ქლორის მსგავსად, ქიმიური ელემენტების უმრავლესობა ატომური მასით განსხვავებული, მაგრამ ერთი და იგივე ბირთვის მუხტის მქონე ატომთა ნარევი. ერთი და იგივე ელემენტის ატომთა ასეთ სახესხვაობებს 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:  $^{35}\text{Cl}$ ,  $^{37}\text{Cl}$ .

თითოეული ელემენტის იზოტოპის ბირთვი შეიცავს პროტონების ერთი და იგივე, ხოლო ნეიტრონების სხვადასხვა რიცხვს, მაგალითად,  $^{35}\text{Cl}$  და  $^{37}\text{Cl}$  იზოტოპების ბირთვები შეიცავს 17—17 პროტონს (ქლორის რიგობრივი ნომერია 17) და ნეიტრონების სხვადასხვა რიცხვს:  $^{35}\text{Cl}$ -ის ბირთვი შეიცავს 18 ნეიტრონს, ხოლო  $^{37}\text{Cl}$ -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 მოუხედავად, ადასტურებს უკვე აღრე მიღებულ დასკვნას: ქიმიური ელემენტების თვისებები დამოკიდებულია არა ამდენად ფარდობით ატომურ მასაზე, რამდენადაც ატომური ბირთვის მუხტზე.

იზოტოპების შესახებ მიღებული ცოდნის მიხედვით შეგვიძლია უხსტად განვსაზღვროთ ცნება „ქიმიური ელემენტი“ ქიმიური ელემენტი არის ერთნაირ მუხტისა და ბირთვის მქონე ატომთა სახეობა.

ეროვნული  
ბიბლიოთეკა

- ?
- ▲ 1. რა არის: ა) იზოტოპები, ბ) ქიმიური ელემენტი ატომის აღნაგობის თვალსაზრისით?
2. იზოტოპების რა თავისებურებაა ხაზგასმული სახელწოდებით „იზოტოპები“?
3. არგონი შედგება სამი იზოტოპისაგან:  $^{36}\text{Ar}$ ,  $^{38}\text{Ar}$ ,  $^{40}\text{Ar}$ ; კალიუმიც — სამი იზოტოპისაგან:  $^{39}\text{K}$ ,  $^{40}\text{K}$ ,  $^{41}\text{K}$ . 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  $^1\text{H}$  და  $^2\text{H}$ . ხოლო ეანბადი —  $^{16}\text{O}$  და  $^{17}\text{O}$  იზოტოპებისაგან. ამიტომ ბუნებრივი წყალი სხვადასხვა მოლეკულებისაგან 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 აკმარა. 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 მარტონით 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, გავცნოთ ატომთა ელექტრონული გარსების აღნაგობას.

როგორც თქვენთვის ცნობილია ფიზიკის კურსიდან, ბირთვი თითოეული ელემენტის ატომის ცენტრშია, ელექტრონული გარსის წარმომქმნელი ელექტრონები კი შრეებადაა განლაგებული ბირთვის გარშემო: ერთნი ბირთვის ახლოს, მეორენი — ბირთვიდან დაშორებით.

მაზობელ ელექტრონებს ბირთვი უფრო ძლიერად იზიდავს, დამო-  
რებულს — სუსტად. I სურათზე მოცემულია პირველი 18 ქიმიური  
ელემენტის ატომთა აღნაგობის პირობითი სქემები. ამ სქემების მი-  
ხედვით ჩანს, თუ რამდენი ელექტრონული შრე აქვს მათთვის  
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 გარშე-  
მო მოძრაობს ორი ელექტრონი. ჰელიუმის ატომში ორივე ელექტრო-  
ნი ბირთვიდან თანაბარი მანძილებით არის დაშორებული და მისკენ  
ერთნაირი ძალით მიიზიდება. გავიხსენოთ, რომ ჰელიუმი ინერტული  
აირია. წყალბადი და ჰელიუმი შეადგენენ პირველ პედიოდს; მომდევ-  
ნო პერიოდებისაგან განსხვავებით იგი მხოლოდ 2 ელემენტს შეიცავს  
და, ყველა შემდგომი პერიოდისაგან განსხვავებით, ტუტე ლითონით  
არ იწყება.

მომდევნო, მეორე პერიოდი იწყება ტუტე ლითონით — ლითი-  
უმით, ლითიუმის ატომში (№ 3) ბირთვთან დაახლოებული ორი  
ელექტრონის ისეთივე დაჯგუფებაა, როგორც ჰელიუმის ატომში და  
გარდა ამისა, დამატებით არის მესამე ელექტრონი. ეს ელექტრონი  
ბირთვიდან დაშორებულია და მისკენ უფრო სუსტად მიიზიდება,  
ვიდრე პირველი ორი. ამრიგად, ლითიუმის ატომს აქვს ორი ელექ-  
ტრონული შრე; შიგა — ორელექტრონიანი და გარე — ერთელექ-  
ტრონიანი. ლითიუმიდან ბერილიუმზე (№ 4), ბერილიუმიდან ბორზე  
(№ 5) გადასვლით და ა. შ. ბირთვის მუხტი ყოველთვის ერთით ღი-  
დება. 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, რო-  
გორც შეიძლება მოითავსოს, იგი დამთავრე-  
ბულია, თუ ნაკლებს — დაუმთავრებელი.

ნეონის მომდევნო ელემენტს — ტუტე ლითონ ნატრიუმს (№ 11)  
აქვს აგრეთვე ორი შრე (ორ- და რვაელექტრონიანი), როგორც ნე-  
ონის ატომს, მაგრამ გარდა ამისა, აქვს მეთერთმეტე ელექტრონი,  
რომელიც ბირთვიდან კიდევ უფრო დაშორებულია. ამრიგად, ნატრი-  
უმის ატომში ჩნდება მესამე ელექტრონული შრე, ხოლო პერიოდულ  
ტაბულაში ნატრიუმიდან იწყება მესამე პერიოდი. ამ პერიოდის ელ-  
მენტთა ბირთვების მუხტებიც თანმიმდევრულად იზრდება, ხოლო მყ-

სამე — გარე ელექტრონული შრე, როგორც მეორე შრე, ელექტრონებით რვაგზე 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 პერიოდულად ქიმიური ელემენტების თვისებები, დაფუძრულდეთ 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.

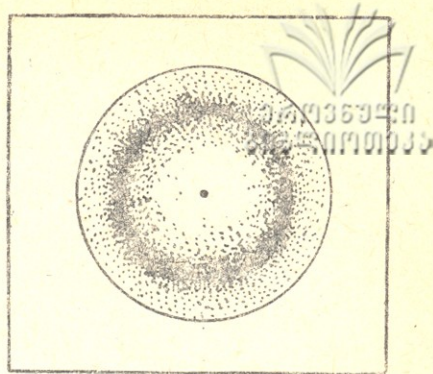
ქიმიური ელემენტების თვისებები რიგობრივი ნომრის ზრდასთან ერთად პერიოდულად იმიტომ იცვლება, რომ პერიოდულად იცვლება ელექტრონების რიცხვი ატომის გარე შრეში.

პერიოდულობის კანონის დამკვიდრების შემდეგ ატომთა შესახებ ცნობების დაგროვება ფიზიკოსების დამსახურებაა, პერიოდულობის კანონის საფუძველზე მათ დაადგინეს ატომების ელექტრონული აღნაგობა და გახსნეს გზა მათი ქიმიური თვისებების ახსნისაკენ.

ატომში ელექტრონების მდგომარეობა შეიძლება წარმოვიდგინოთ მოდელის სახით, რომლის დახასიათება და გამოსახვა შესაძლოა სუ-

რათებით. ატომში თითოეული ელექტრონი ბირთვის ირგვლივ მოძრაობს, ელექტრონის მოძრაობის სიჩქარე იმდენად დიდია, რომ სივრცის რომელიმე ვანსახვრულ წერტილში მის არსებაზე ლაპარაკი არ შეიძლება.

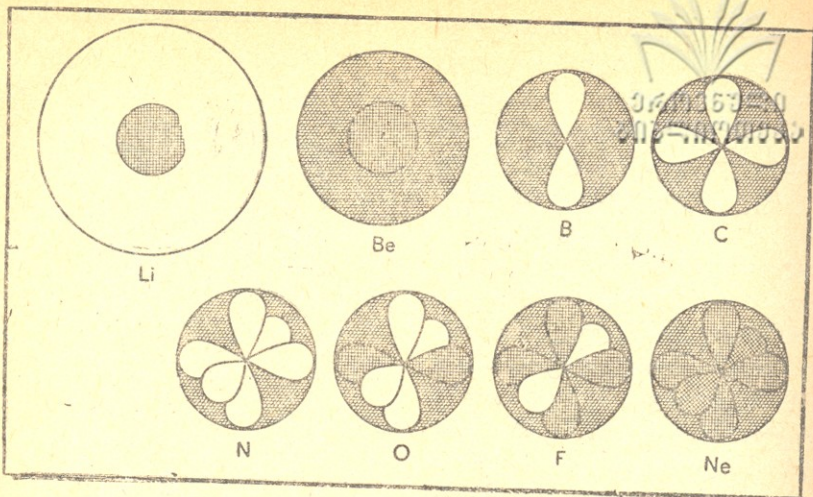
აღმოჩნდა, რომ შეუძლებელია ატომში ელექტრონის მოძრაობის გზის მიკვლევა, ელექტრონს არ აქვს მოძრაობის ტრეკტორია. თუ ჩვენ შევძლებდით გაგვესახვრა ელექტრონის მდგომარეობა ბირთვის მახლობლად დროის რომელიმე მომენტში და აღვნიშნავდით მას წერტილით, მაშინ ამ ოპერაციის მრავალჯერ გამეორებისას შეიძლებოდა მიგველო ბირთვის მახლობლად ელექტრონის მოძრაობის სურათი. წერტილების სიხშირის მიხედვით ჩვენ შევძლებდით გაგვესახვრა 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 სიმკვრივე (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 იმისდა მიხედვით, 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 ატომა გარე ელექტრონული შრეების აღნაგობის სქემა.

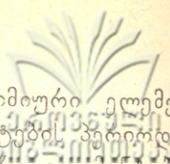
ლაგებულია სამი ურთიერთპერპენდიკულარული ღერძის კოორდინატთა გასწვრივ (სურ. 66).

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 არაუმეტეს 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 6-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-







პერიოდულობის კანონიდან გამომდინარეობს ქიმიური 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.

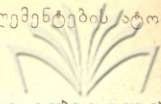
გობრივი ნომრის ზრდის მიხედვით დამატებითი ელექტრონები ყოველთვის ატომის გარე შრეს უერთდებიან.

ახლა მე-14 ტაბულის მიხედვით გაწვიხლოთ მომდევნო, მეოთხე პერიოდის ელემენტთა ატომების ელექტრონული გარსების აღსაგებად. ეს პერიოდის, როგორც წინა მცირე პერიოდი, იწყება ტუტე ლითონ კალიუმით (№ 19), რომლის ატომში ჩნდება ახალი ელექტრონული ნივთიერება. კალციუმთან (№ 20) შრეს მიუერთდება მეორე ელექტრონი. შემდეგაც რომ დამატებითი ელექტრონები გარე შრეს უერთდებოდეს, პერიოდში მერვე ადგილი ინერტულ აირს უნდა დაეკავებინა. მის წინ კი ჰალოგენებს. მაგრამ IV პერიოდში მერვე ადგილზე, მოსალოდნელი ინერტული აირის ნაცვლად, ადგილი უკავია ყველასათვის ცნობილ ისეთ ლითონს, როგორცაა რკინა. ლითონებია აგრეთვე რკინის წინ მდგომი ელემენტები.

მესამე ელემენტიდან — სკანდიუმიდან (№ 21) დაწყებული IV პერიოდში ატომების გარე 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 გაიზარდება. ვიდრე უკანასკნელის წინა (გარედან მეორე) შრეზე ელექტრონების დაგროვება ხდება, გარე შრეში, როგორც წესი, 2 ელექტრონი რჩება (ტაბ. 14).

მაგრამ არის გამონაკლისები. ნიკელიდან (№ 28) სპილენძისაყენ (№ 29) გადასვლისას უკანასკნელის წინა შრეზე მორიგ ელექტრონთან ერთად გადაინაცვლებს გარე ორი ელექტრონიდან ერთ-ერთი. სპილენძის ატომის გარე შრეში დარჩა ერთი ელექტრონი, ხოლო უკანასკნელის წინა შრეში გროვდება 18 ელექტრონი, და ეს შრე საბოლოოდ ივსება. ასეთივე რჩება იგი სპილენძის მომდევნო ელემენტებისათვისაც. მათ გარე 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, დიდი 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.



პერიოდულ ტაბულაში ქიმიური ელემენტები განლაგებულია მკვირვებულად, მწკრივებად, ჯგუფებად და ქვეჯგუფებად თანმიმდევრობითა და ნომრული არაბული ციფრებით. 1-ლი პერიოდი შედგება ორი ელემენტის — წყალბადისა და ჰელიუმისაგან, მე-2 და მე-3 პერიოდებში 8-8 ელემენტია. მე-4 და მე-5 პერიოდებში — 18-18 ელემენტი, ხოლო მე-6 პერიოდში — 32 ელემენტი. მე-7 პერიოდში ამჟამად 18 ელემენტია. იგი დაუმთავრებელია, 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 მწკრივად იყოფა. მწკრივებში ელემენტების უმაღლესი ვალენტობა ოქსიდებში ისე, როგორც მცირე პერიოდებში, 1-დან 7-მდე იზრდება. ეს მწკრივები 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 დიდი პერიოდის თითოეული ელემენტი თავსდება ერთ ვერტიკალურ სვეტში მცირე პერიოდების იმ ელემენტებთან, რომლებიც ისეთსავე უმაღლეს ვალენტობას ავლენენ, მაგალითად, მე-5 პერიოდი, რომელიც რუბიდიუმით იწყება და ქსენონით მთავრდება, გაყოფილია ორ მწკრივად. ზედა მწკრივი მთავრდება სამი ლითონით — რუთენიუმით, როდიუმითა და პალადიუმით, ქვედა მწკრივი კი იწყება ვერცხლით. ორივე მწკრივში ელემენტის უმაღლესი ვალენტობა ოქსიდებში, ისევე როგორც მცირე პერიოდებში, იზრდება 1-დან (რუბიდიუმთან და ვერცხლთან) 8-მდე (რუთენიუმთან და ქსენონთან).

თითოეული დიდი პერიოდის ზედა მწკრივს ლუწი ნომერი აქვს (ლუწი მწკრივი), ქვედას — კენტი ნომერი (კენტი მწკრივი). ლუწ მწკრივებში მხოლოდ ლითონებია, და მხოლოდ კენტი მწკრივების ბოლოს, ე. ი. პერიოდის ბოლოს თავს იჩენს არალითონები. მათი ქიმიური ნიშნები გამოყოფილია წითელი ფერით.

დიდი პერიოდების ლუწი და კენტი მწკრივების ელემენტთა ატომების აღნაგობა ერთნაირი არ არის. ლუწ მწკრივებში მხოლოდ ორი პირველი 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 ელემენტების უკანასკნელის წინა შრე უკვე შევსებულია; იგი შეიცავს 18 ელექტრონს, 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 აქვეჯგუფები

● 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. მერვე ჯგუფი შედგება დიდი პერიოდების ლუწი და კენტი მწკრივების დამაკავშირებელი ელემენტებისა და ინერტული აირებისაგან. ჯგუფის ნომერს ემთხვევა ამ ჯგუფში გაერთიანებული ელემენტების უმაღლესი ვალენტობა უანგბადნაერთებში. მხოლოდ რამდენიმე ელემენტი არ ემორჩილება ამ წესს, მაგალითად, I ჯგუფის ელემენტი — სპილენძი ორვალენტიანიც არის, ხოლო VII ჯგუფის ელემენტი — ფთორი არ წარმოქმნის ნაერთებს, რომლებშიც იგი შვიდვალენტიანი იქნებოდა. (VIII ჯგუფის ელემენტებიდან უმაღლეს 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-9 პერიოდში ორვალენტიან ლითონ ბარიუმსა Ba (№ 56) და ოთხვალენტიან ლითონ ჰაფნიუმს Hf (№ 72) შორის ერთი სამვალენტიანი ელემენტის ლანთანის La (№ 57) გარდა ადგილს 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 პოტა-  
ნიუმს შორის, (ხოლო მათი ჩამოთვლა ატომური მასის ზრდის მი-  
ხედვით ცალკეა მოცემული ტაბულის ქვეშ.) ასევე ცალკეა გამოთვლი-  
ლი აქტინიუმის Ac მომდევნო ელემენტები — აქტინიუმი, რადიუმი, პოლონიუმი,  
ოჯახი.

ლანთანოიდებსა და აქტინოიდებს შორის განსაკუთრებული მსგავს-  
ება აიხსნება იმით, რომ მათ ატომებში ელექტრონების შევსება  
ხდება გარედან მესამე შრეში, ხოლო ორ გარე შრეში ელექტრონე-  
ბის რიცხვი ერთი და იგივე რჩება.

(თითოეული ჯგუფი დაყოფილია ორ ქვეჯგუფად. ერთი ქვეჯგუფის  
ელემენტთა ქიმიური ნიშნები გადაწეულია მარცხნივ მათ მიერ დაკა-  
ვებულ 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, რომლე-  
ბიც მხოლოდ დიდი პერიოდების ელემენტებისაგან შედგება — თანა-  
ურს. მაგალითად VII ჯგუფში ჰალოგენების ქვეჯგუფი მთავარია.  
მანგანუმის ქვეჯგუფი — თანაური.

(რომელ ქვეჯგუფებში — მთავარსა თუ თანაურში მოხვდა თქვენ-  
თვის ცნობილი არალითონები: ჰალოგენები, ჟანგბადი, გოგირდი, აზო-  
ტი, ნახშირბადი, ინერტული აირები? ყველა ისინი მოხვდნენ IV, V,  
VI, VII და VIII ჯგუფების მთავარ ქვეჯგუფებში.) თანაური ქვეჯგუ-  
ფების ელემენტთა ატომებში ელექტრონების  
რიცხვი გარე ელექტრონულ შრეზე ემთხვევა  
ჯგუფის ნომერს.

(თითოეული ჯგუფის ქვეშ მიწერილია ელემენტთა უმაღლესი ოქ-  
სიდებისა და აქროლადი წყალბადნაერთების ზოგადი ფორმულები.  
უმაღლესი ოქსიდების ზოგადი ფორმულა მოცემული ჯგუფის ყვე-  
ლა ელემენტს მიეკუთვნება მიუხედავად იმისა, რომელ ქვეჯგუფს  
ეკუთვნის — მთავარსა თუ თანაურს. აქროლად წყალბადნაერთებს კი  
მხოლოდ არალითონები წარმოქმნის. ამიტომ აქროლადი წყალბად-  
ნაერთების ზოგადი ფორმულები მიწერილია მთავარი ქვეჯგუფების  
ელემენტთა ნიშნების ქვეშ.)

თითოეულ მთავარ ქვეჯგუფში ელემენტის რიგობრივი ნომრის  
ზრდის მიხედვით ლითონური თვისებები ძლიერდება, არალითონუ-  
რი კი სუსტდება. მაგალითად, ტუტე ლითონების ლითონური თვისე-  
ბები ძლიერდება რიგობრივი ნომრის ზრდის მიხედვით, ჰალოგენების  
არალითონური თვისებები კი სუსტდება.

?

1. რომელი ელემენტების ატომთა უქანასკნელის წინა შრეშია: ა) 8, ბ) 18 ელექტრონი?

2. ჩამდენი ელექტრონია: ვერცხლის (№ 47), ოქროს (№ 79), რადიუმის (№ 88), თუთიის (№ 30); ვერცხლისწყლის (№ 80), ტყვიის (№ 82), ვალის (№ 50), ტელურის (№ 52), ვოლფრამის (№ 74), ტანტალის (№ 73), რენუმისა (№ 75) და ცირკონიუმის (№ 40) ატომების გარე და უქანასკნელის წინა შრეში? რომელი ელემენტებისათვის შეგიძლიათ ამ საკითხის გადაწყვეტა მხოლოდ სავარაუდოდ? რატომ?

3. რა არის პერიოდული სისტემაში: ა) პერიოდი, ბ) ჯგუფი, გ) ქვეჯგუფი?

4. რა კანონზომიერება ვლინდება ამ ფაქტით, რომ III ჯგუფის მთავარ ქვეჯგუფში ბორი არალითონია, ხოლო ალუმინი — ლითონი?

5. რა ნიშან-თვისებების საფუძველზე ერთიანდებათ ელემენტები: ა) ჯგუფში, ბ) ქვეჯგუფში?

6.\* ქიმიური ელემენტის აიროვანი უმაღლესი ოქსიდის სიმკვრივე წყალბადის მიმართ დაახლოებით 22 უდრის. როგორია ამ ელემენტის ფარდობით ატომური მასა? პასუხის დასაბუთებისას დაემყარეთ პერიოდულობის კანონს. დაასახელეთ ელემენტი და დაახასიათეთ მისი ადგილმდებარეობა პერიოდულ ტაბულაში. დაამტკიცეთ, რომ თქვენე ახსნა ერთადერთია.

§ 64. ელემენტის დახასიათება პერიოდულ ტაბულაში მისი ადგილმდებარეობისა და ატომის აღნაგობის მიხედვით

პერიოდულ ტაბულაში მდებარეობის მიხედვით შეიძლება დავახასიათოთ ნებისმიერი ქიმიური ელემენტი. განვიხილოთ ეს კალციუმის (№ 20) მაგალითზე. 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 უქანასკნელის წინა შრე), კალციუმი II ჯგუფის მთავარ ქვეჯგუფშია. მისი ატომის გარე შრეზე 2 ელექტრონია.

განვავრძოთ ელემენტების ატომთა ელექტრონული აღნაგობის შეპირისპირება მე-14 ტაბულისა და პერიოდული ტაბულის გამოყენებით) თუ მოცემული ვაქვს რომელიმე ელემენტის ატომის აღნაგობის სქემა, შეგვიძლია ერთი შეხედვით ვთქვათ, ეს ელემენტი ლითონია თუ არალითონი; ყურადღებას ვაქცევთ ისევ გარე ელემენტების 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 შიგა 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 მითმეტი 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-



ვა 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 ვამჩნევდით ტუტე ლითონების ქვეჯგუფში.

(რაც უფრო სუსტად იკავებს ატომი საკუთარ ელექტრონებს, მით უფრო ძნელად იერთებს დამატებით ელექტრონებს.) ელემენტების 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 კურსიდანაა ცნობილი, ეს თავისუფლად მოხეტიალე ელექტრონები ანიჭებს ლითონებს ელექტროგამტარობას ((და აგრეთვე სხვა დამახასიათებელ ფიზიკურ თვისებებს). ტიპურ არალითონებში კი ყველა ელექტრონი ატომთან მტკიცედაა ბმული, თავისუფალი ელექტრონები არ არის, მაშასადამე, 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 ელემენტები ატომებს აქვს დამთავრებული გარე ელექტრონული შრე? რამდენი ელექტრონია მასში?
  2. რამდენი ელექტრონი აკლია გარე ელექტრონული შრის დამთავრებისათვის წყალბადის ატომს, ყანგბადის 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 გეგმით: პერიოდის №, ჯგუფის №, მთავარი თუ თანაური ქვეჯგუფისაა, ლითონია თუ არალითონი, უმაღლესი ოქსიდის ფორმულა, წარმოქმნის თუ არა აქროლად წყალბადნაერთს, თუ წარმოქმნის, როგორია მისი ქიმიური ფორმულა. ბირთვის მუხტის სიდიდე და ელექტრონების რიცხვი, რამდე-

ნო ელექტრონული შრეა ატომში, რამდენი ელექტრონია გარე შრეში, შრე დამთავრებულია თუ არა?

5. განსაზღვრეთ ელემენტის ჯგუფისა და მწყკრვის № (კენტი ა თუ ლუწი), ლითონია თუ არა ლითონი შემდეგი ნიშნების მიხედვით; ა) ატომის გარე შრეში 6 ელექტრონია, უკანასკნელის წინა შრეში — 18, ბ) გარე შრეში 2 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 II პერიოდი ისე, რომ ბერილიუმის ბარათი სწორი ფარდობითი ატომური მასით შეცვალეთ ბარათით, რომელზედაც აღნიშნული იქნება ბერილიუმის არასწორი ფარდობითი ატომური მასა (რაც დ. ი. მენდელეევიმდე 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?

## § 65. წარმოდგანა ქიმიური ელემენტების გარდაქმნის შესახებ

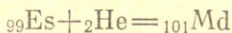
ცნების — „ქიმიური ელემენტი“ განმარტებიდან გამომდინარეობს, რომ ელემენტი უცვლელია, სანამ უცვლელი რჩება მისი ბირთვის მუხტი. ქიმიური ელემენტი სხვა ელემენტად გარდაიქმნება, თუ შეიცვლება მისი ბირთვის მუხტი.

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 იყენებენ არა მარტო რადიოქტიური ელემენტებისაგან თვითნებურად ამოტყორცნილ სწრაფად მოძრავი ნაწილაკების ნაკადს. ამ ნაწილაკთა მსგავს ნაკადს, რომელსაც ძალუძს ბირთვების დაშლა და მათთან მიერთება, ხელოვნურადაც ღებულობენ განსაკუთრებულ დანადგარებში. მათი დახმარებით ასეულობით ბირთვული გარდაქმნა განახორციელეს, მიღებულ იქნა ატომთა სახესხვაობები, რომლებიც ბუნებაში არ არსებობს, ასე მიიღეს უკვე ცნობილი ელემენტების იზოტოპები: ნახშირბადის, ფოსფორის, ჟანგბადისა და სხვ. ახალი ხე-

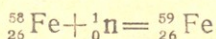
ლოვნურად მიღებული იზოტოპები, ბუნებრივისაგან განსხვავდება არა მარტო ატომური მასით, არამედ ძლიერი რადიოაქტივობითაც: ამიტომაც ისინი ბუნებაში არ შემონახულა. ხელოვნურად მიღებული ახალი ქიმიური ელემენტები, რომლებსაც ელემენტ ურანის უფროსი დიდი რიგობრივი ნომერი აქვს.

მაგალითად, ელემენტი № 101 — მენდელეევიუმი (Md) მიღებულ იქნა მეორე ავრეთვე ხელოვნურად მიღებული ელემენტისაგან — რიგობრივი ნომრით — 99 — აინშტაინუმისაგან (Es). ამ უკანასკნელის უდიდესი სისწრაფით გატყორცნილი ჰელიუმის ბირთვებით დაბომბვისას რომ დაძლეულიყო ბირთვების ურთიერთგანზიდვა, 2-მუხტიანი ჰელიუმის 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 ნეიტრონების მოთავსება ატომურ რეაქტორებში, რომლებშიც ნეიტრონები განუწყვეტლოვ 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. რადიაქტივობა თითქოს „ნიშანია“ რის საძიებ  
ალებითაც მათ აღმოაჩინენ. ამიტომ ასეთ ატომებს „ნიშანდებულ  
ატომებს“ უწოდებენ. მაგალითად, მცენარეს მოკლე ხნის ეგზეპერიმენტში  
ში ასაზრდოებენ ნახშირორჟანგით, რომელშიც უმნიშვნელო რაოდენობაში  
ნობით შერეულია რადიაქტიური ნახშირბად (IV)-ის ოქსიდი. შემდეგ  
მცენარეს სხვადასხვა დროს ამოართმევენ მასში წარმოქმნილ ორგანი-  
ზულ ნივთიერებებს. იმის დადგენით, თუ რომელი მათგანი უფრო აღ-  
რე გახდა რადიაქტიური (ე. ი. შეიცავს რადიაქტიურ ნახშირბადს) და  
რომელი მოგვიანებით, ასკვნიან, როგორი შუალედური ნივთიერებე-  
ბიდან და როგორი თანმიმდევრობით გადადის ნახშირბადი მცენარე-  
ში, ვიდრე იგი შევა სახამებლის შედგენილობაში.

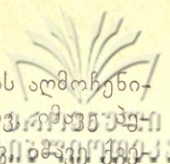
### § 66. პერიოდულობის კანონის მნიშვნელობა

ყოველი მეცნიერული თეორიის მნიშვნელობა არა მარტო უკვე  
ცნობილი ფაქტების ახსნით განიზომება, არამედ იგი ახალი ფაქტე-  
ბის წინასწარმეტყველების საშუალებაა.

როდესაც დ. ი. მენდელეევი პერიოდულობის კანონის დასაბუთე-  
ბაზე მუშაობდა, მხოლოდ 63 ელემენტი იყო ცნობილი და ბევრი მათ-  
განის ფარდობითი ატომური მასა სწორად არ იყო განსაზღვრული.  
მაგალითად, ბერილიუმის ფარდობით ატომურ მასად 9-ის ნაცვლად  
თვლიდნენ 13,5 და სამვალენტიან ლითონად მიაჩნდათ. მაშინ ბერი-  
ლიუმი ნახშირბადსა (ფარდ. ატ. მასა 12) და აზოტის (ფარდ. ტ. მასა  
14) შორის უნდა მოთავსებულიყო. ამით ელემენტთა თვისებების პე-  
რიოდულობა ირღვეოდა, ვინაიდან ლითონი ბერილიუმი აღმოჩნდე-  
ბოდა ორ არალითონს — ნახშირბადსა და აზოტს შორის. ხოლო ერთ-  
ვალენტიანი ელემენტის ლითიუმის გვერდით, ორვალენტიანის ნაც-  
ვლად, აღმოჩნდებოდა სამვალენტიანი ელემენტი ბორი. აქედან დ. ი.  
მენდელეევი დაასკვნა, რომ ბერილიუმის ფარდობითი ატომური მას-  
სა 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 ჰემარიტი ფარდობითი ატომური მასაა 9 და იგი  
ნამდვილად ორვალენტიანი ელემენტია.

ამის მსგავსად დ. ი. მენდელეევი შეასწორა ზოგიერთი ელემენ-  
ტის ფარდობითი ატომური მასაც, რომელთაც შესაბამისი აღვილები  
არ ჰქონდათ პერიოდულ სისტემაში.

ელემენტების პერიოდული ტაბულის აგებისას დ. მენდელეევი  
შეუვსებლად დატოვა უჩრდების მნიშვნელოვანი ნაწილი, ვინაიდან  
ცნობილი არ იყო შესაბამისი ფარდობითი ატომური მასებისა და თვის-  
ებების მქონე ელემენტები. დ. ი. მენდელეევი მივიდა იმ დასკვნამდე.



რომ ეს ელემენტები არსებობს, მაგრამ ჯერ კიდევ არ არის აღმოჩენილი. მათი თვისებები შუალედური იქნებოდა, ერთი მხრივ, მხარობის მარცხნივ და მარჯვნივ მდებარე, და მეორე მხრივ, მხარობის მარჯვნივ და ზედა მეზობელ ელემენტთა თვისებებისა. ამის საფუძველზე დ. ი. მენდელეევი ჯერ კიდევ აღმოუჩენელი 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 გავვეგო და შეგვეფასებინა დ. ი. მენდელეევის მეცნიერული გმირობა — პერიოდულობის კანონის აღმოჩენა. ამ აღმოჩენით დაიწყო ახალი ეპოქა ქიმიისა და მისი მოსახლერე მეცნიერებებს — 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 გახდა. ელემენტების პერიოდული სისტემა ქიმიკოსებისათვის კომპასი, გზის მაჩვენებელი ვარსკვლავი გახდა მათ გამოკვლევებში. მასზე დაყრდნობით ქიმიკოსები შეუდგნენ ახალი ქიმიური ელემენტების აღმოჩენას, წინასწარ დასაბუთი საჭირო თვისებების მქონე ნივთიერების შექმნას.

ტ ა ბ უ ლ ა 15

დ. ი. მენდელეევის მიერ ნაწინასწარმეტყველები ეკასილიციუმის თვისებები	ცდით დადგენილი გერმანიუმის თვისებები
ფარდობითი ატომური მასა — 72 რუხი ძნელლლობადი ლითონი. ფარდობითი სიმკვრივე წყლის მიმართ — 5,5 გ/სმ <sup>3</sup> . უნდა მიიღებოდეს ოქსიდიდან წყალბადით აღდგენისას ოქსიდის ფორმულა $EsO_2$ ოქსილია ფარდობითი სიმკვრივე წყლის მიმართ — 4,7 გ/სმ <sup>3</sup> ქლორიდი $EsCl_4$ სითხე იქნება 1,9 გ/სმ <sup>3</sup> ფარდობითი სიმკვრივით და დუღილის ტემპერატურით დაახლოებით 90°C	ფარდობითი ატომური მასა — 72,6 რუხი ძნელლლობადი ლითონი. ფარდობითი სიმკვრივე წყლის მიმართ — 5,35 გ/სმ <sup>3</sup> მიიღება ოქსიდიდან წყალბადით აღდგენისას ოქსიდის ფორმულა $GeO_2$ ოქსიდის ფარდობითი სიმკვრივე წყლის მიმართ — 4,7 გ/სმ <sup>3</sup> ქლორიდი $GeCl_4$ სითხეა 1,887 გ/სმ <sup>3</sup> ფარდობითი სიმკვრივით და დუღილის ტემპერატურით 86°C

მაგალითად, № 75 ელემენტი — რენიუმი, ბუნების ეს მეტად იშვიათი ელემენტი, აღმოჩენილი არ იქნებოდა, რომ პერიოდულობის კანონის საფუძველზე ნაწინასწარმეტყველები არ ყოფილიყვნენ მისი არსებობა და თვისებები, პრაქტიკული გამოყენება და ისიც კი, თუ რომელ მინერალში უნდა ვეძებოთ იგი და როგორ გამოვყოთ მისგან.

სამყარო ერთსა და იმავე ელემენტებს შეიცავს ყველაზე უფრო შორეულ ვარსკვლავებამდე, რომელთაგან სინათლე ჩვენამდე აღწევს მილიონობით წლის შემდეგ. ეს ის ელემენტებია, რომლებიც ერთიმეორის მიყოლებითაა აღმოჩენილი დედამიწის სფეროს შედგენილობაში, არც არსებობა, არც თითოეული მათგანის ნებისმიერი თვისება შემთხვევითი არ არის: ყველა ქიმიური ელემენტი, როგორც ეს პერიოდულობის კანონმა ცხადპყო, ერთიმეორის მონათესავეა.

პერიოდულობის კანონმა გახსნა გზა ატომებისა და მათი ბირთვების აღნაგობის შეცნობისაკენ, ამის პრაქტიკული შედეგია შიგაატომური ენერჯის დაუფლება.

ისევე, როგორც სხვა დიდმა აღმოჩენებმა, რომლებიც მოიცავს არა ცალკეულ ფაქტებს ან ფაქტების ჯგუფებს, არამედ მეცნიერების მთელ მასალას, პერიოდულობის კანონისა და ქიმიური ელემენტების პერიოდული სისტემის აღმოჩენამ მაღალი შეფასება მიიღო მარქსიზმ-ლენინიზმის კლასიკოსებისაგან. დ. ი. მენდელეევის აღმოჩენას ფ. ენგელსმა მეცნიერული გმირობა უწოდა.

■ იმისათვის რომ დაედასტურებინათ დ. ი. მენდელეევის მიერ ერთერთ ლითონის ფარდობითი ატომური მასის შესწორება, განსაზღვრეს მისი ქლორიდის ორთქლის ფარდობითი სიმკვრივე წყალბადის მიმართ. იგი დაახლოებით 40 ტოლი აღმოჩნდა. ლითონი ერთვალენტიანი არ არის. როგორია ლითონის ფარდობითი ატომური მასა? რა ლითონია იგი? პასუხი შეამოწმეთ ქიმიური ელემენტების პერიოდული ტაბულით.

## § 67. დ. ი. მენდელეევის ცხოვრება და მოღვაწეობა

დომიტრი ივანეს ძე მენდელეევი დაიბადა 1834 წ. ტობოლსკის გიმნაზიის დირექტორის ოჯახში. გიმნაზიის დამთავრების შემდეგ მან სწავლა განაგრძო პეტერბურგის პედაგოგიურ ინსტიტუტში. აქ დ. ი. მენდელეევი გაიტაცა ქიმიამ, შეასრულა პირველი მეცნიერული შრომები და მისი ცხოვრების გზაც განისაზღვრა. ოქროს მედალზე ინსტიტუტის დამთავრების შემდეგ დ. ი. მენდელეევი ორი წლის განმავლობაში მასწავლებლობდა, მერე კი ქიმიის კურსს ხელმძღვანელობდა პეტერბურგის უნივერსიტეტში.

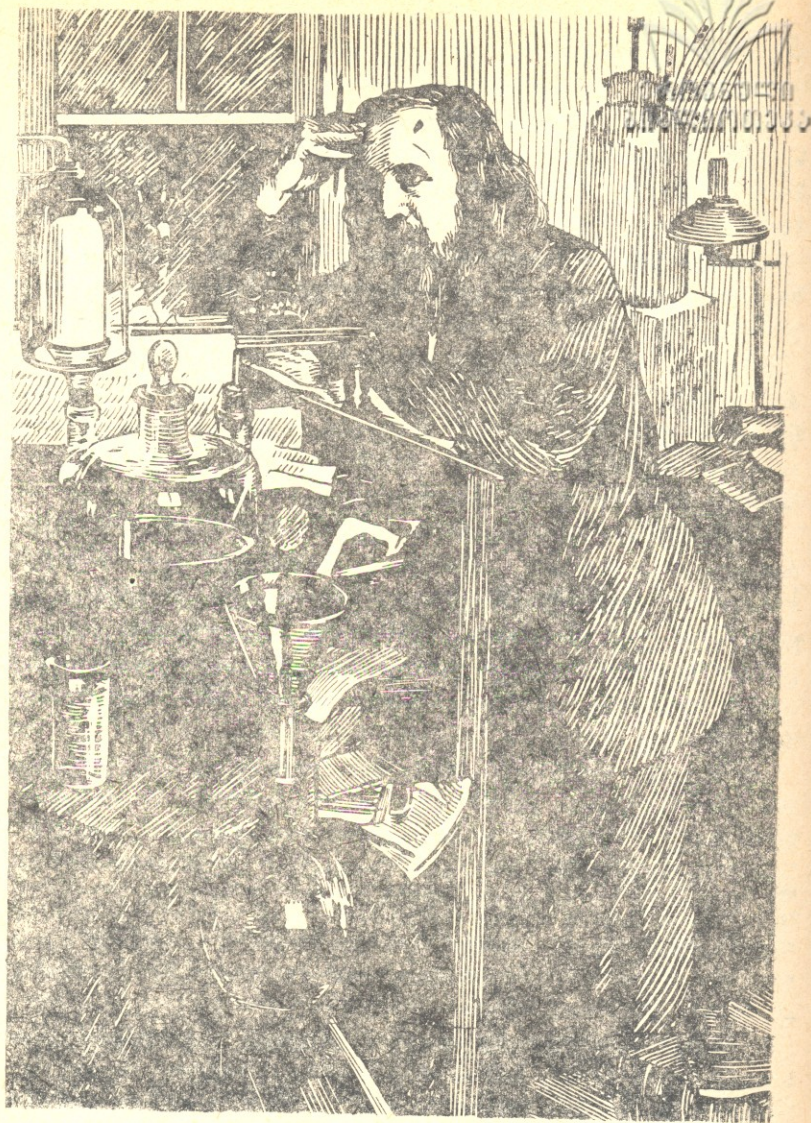
მნიშვნელოვანი მოვლენა იყო სახლგარეგანო მივლინება, აქ კარლსრუეში ზხალგაზრდა მეცნიერი ესწრებოდა ქიმიკოსების მსოფლიო ისტორიულ ყრილობას. დალტონმა წამოაყენა ატომური მასის ზედგანობა, მაგრამ ატომური მასების განსაზღვრის მისი მეთოდი აღმოჩნდა. ამან ქიმიკოსებს შორის შეურიგებელი უთანხმოებანი წარმოშვა. საქმე ატომთა არსებობის უარყოფამდეც კი მივიდა. ამ უთანხმოებათა დასაძლევად მოიწვიეს ყრილობა კარლსრუეში. ატომისტური მოძღვრების მოწინააღმდეგეებმა ყრილობაზე სასტიკი მარცხი განიცადეს: გამოჩნულ და დადასტურებულ იქნა ატომური მასების განსაზღვრის უდავო წესები.

მალე დ. ი. მენდელეევი დაიცვა დისერტაცია: „მსჯელობა წყალთან სპირტის შეერთების შესახებ“. ამ მეცნიერული შრომიდან დაწყებული დ. ი. მენდელეევი ავითარებს ხსნარების ქიმიურ თეორიას, რომლის თანახმად ხსნადობა უკავშირდება გამხსნელთან გახსნილი ნივთიერების არამტკიცე ნაერთების წარმოქმნას.

მაგრამ დ. ი. მენდელეევი მსოფლიო სახელი მოუტანა 1869 წ. პერიოდულობის კანონის აღმოჩენამ. საამისოდ პირველი ნაბიჯები მან ჯერ კიდევ სტუდენტობის დროს შესრულებული შრომებით გადადგა. კარლსრუეს ყრილობაზე ჭეშმარიტი ატომური მასების დამტკიცებამ უზრუნველყო აუცილებელი მასალის დაგროვება, თუმცა ამ დროისათვის მრავალი ელემენტის ატომური მასა დაზუსტებული არ იყო.

რომელ საკითხსაც არ უნდა შეხებოდა დ. ი. მენდელეევი თავის შრომებში, თეორია განუწყვეტლად ეთავსებოდა პრაქტიკას. მისი მეცნიერული ინტერესი არაჩვეულებრივად ფართო იყო, მან ღრმა კვალი დატოვა ზუსტ გაზომვათა ტექნიკაში, პაერნაოსნობის თეორიაში, ფიზიკასა და ქიმიურ ტექნოლოგიაში, დ. ი. მენდელეევი მთელი თავისი ძალღონე მოახმარა რუსეთის ბუნებრივი სიმდიდრეების ყოველმხრივი და გონივრული გამოყენებისა და თავისი ქვეყნის ტერიტორიაზე ფაბრიკა-ქარხნების რაციონალური განლაგების პროპაგანდის საქმეს, აგრეთვე პედაგოგიურ მოღვაწეობას, რაც სამშობლოსათვის თავის მეორე სამსახურად მიაჩნდა. როგორც მეცნიერი დ. ი. მენდელეევი მეცნიერების საბოლოო მიზანს ხედავდა მეცნიერულ წინასწარ განჭვრეტასა და მისი მიღწევების პრაქტიკულ გამოყენებაში. მეცნიერებისადმი მისი სამსახურის საბოლოო მიზანი კი იყო — შეძლებისდაგვარად ხელი შეეწყო სამშობლოს აყვავებისათვის, მისი ეკონომიკური და პოლიტიკური დამოუკიდებლობისათვის.

როგორც მგზნებარე პატრიოტს, დ. ი. მენდელეევი არა ერთი მტერი ჰყავდა ცარიზმის მლიქვნელებისა და მეცნიერ-მოხელეთა წრიდან. ეს ერთ-ერთი მიზეზი გახდა პეტერბურგის მეცნიერებათა



დმიტრი ივანეს ძე მენდელეევი  
(1834 — 1907)



აკადემიაში ჩატარებული არჩევნების დროს მისი, მსოფლიოში გან-  
თქმული მეცნიერის, მსოფლიოს თითქმის ყველა აკადემიის საპატიო-  
წევრის, კანდიდატურის უარყოფისა.

გასული საუკუნის 90-იან წლებში სტუდენტების  
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  
გააცილა იგი სამარის კარამდე. წინ ქიმიურ ელემენტთა პერიოდული  
ტაბულა მიუძღოდა. დ. ი. მენდელეევის მეცნიერული და ტექნიკური  
იდეები ვითარდება და პრაქტიკულად ხორციელდება საბჭოთა და საზ-  
ღვარგარეთის მეცნიერთა მრავალრიცხოვანი შრომებით.

§ 88. კოვალენტური ბმე

მზის სისტემის პლანეტები თავიანთ ორბიტებზე მსოფლიო მიზიდულობის ძალითაა შეკავებული. წყლის წვეთში მოლეკულები ერთიმეორესთან მოლეკულათაშორისი ძალებით მიიზიდება. ჩვენს წინაშე გადასაწყვეტია საკითხი, რა ძალებითაა შეკავებული ატომები მოლეკულებში, როგორ წარმოიქმნება მათ შორის ქიმიური ბმე. 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 მიიზიდავს მეო-

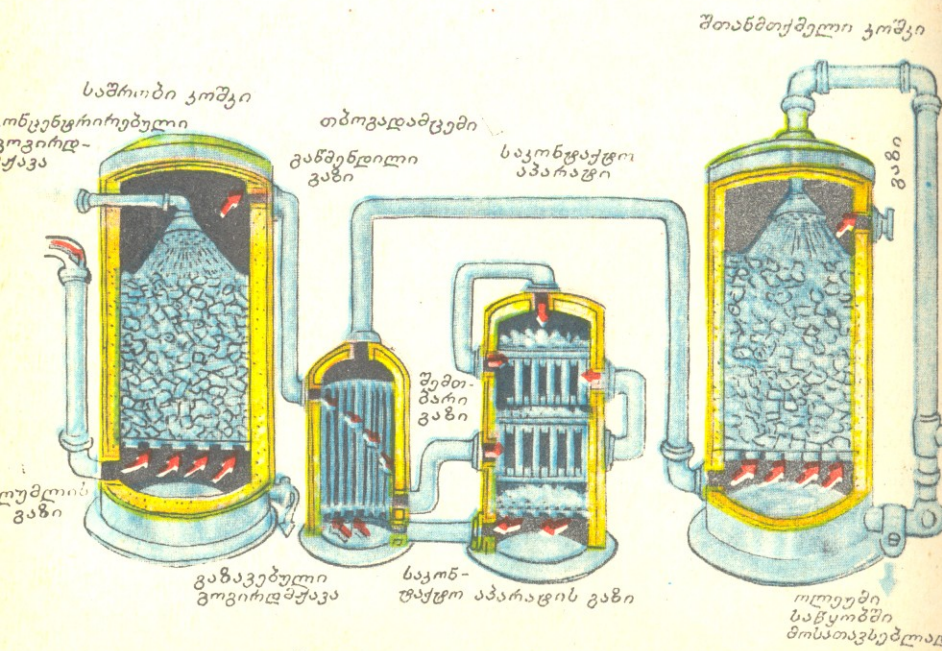
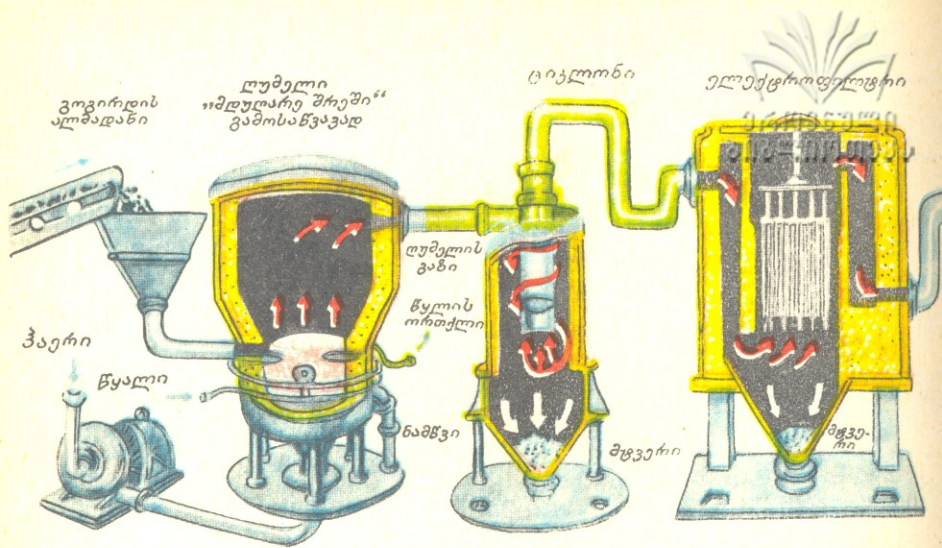


პერიოდი	X							VIII
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
I	1 <b>H</b> +1 ) 1							2 <b>He</b> +2 ) 2
II	3 <b>Li</b> +3 ) 2 1	4 <b>Be</b> +4 ) 2 2	5 <b>B</b> +5 ) 2 3	6 <b>C</b> +6 ) 2 4	7 <b>N</b> +7 ) 2 5	8 <b>O</b> +8 ) 2 6	9 <b>F</b> +9 ) 2 7	10 <b>Ne</b> +10 ) 2 8
III	11 <b>Na</b> +11 ) 2 8 1	12 <b>Mg</b> +12 ) 2 8 2	13 <b>Al</b> +13 ) 2 8 3	14 <b>Si</b> +14 ) 2 8 4	15 <b>P</b> +15 ) 2 8 5	16 <b>S</b> +16 ) 2 8 6	17 <b>Cl</b> +17 ) 2 8 7	18 <b>Ar</b> +18 ) 2 8 8

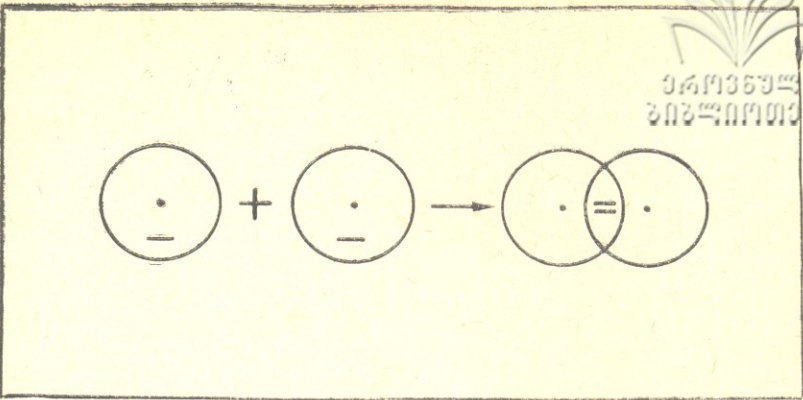
I. ელემენტების შრეებად განაწილება მცირე პერიოდების ელემენტთა ატომებში.

პერიოდი	X							VIII		
	I	II	III	IV	V	VI	VII			
III	11 <b>Na</b> +11 ) 2 8 1	12 <b>Mg</b> +12 ) 2 8 2	13 <b>Al</b> +13 ) 2 8 3	14 <b>Si</b> +14 ) 2 8 4	15 <b>P</b> +15 ) 2 8 5	16 <b>S</b> +16 ) 2 8 6	17 <b>Cl</b> +17 ) 2 8 7	18 <b>Ar</b> +18 ) 2 8 8		
IV	19 <b>K</b> +19 ) 2 8 8 1	20 <b>Ca</b> +20 ) 2 8 8 2	21 <b>Sc</b> +21 ) 2 9 8 2	22 <b>Ti</b> +22 ) 2 10 8 2	23 <b>V</b> +23 ) 2 11 8 2	24 <b>Cr</b> +24 ) 2 13 8 2	25 <b>Mn</b> +25 ) 2 13 8 2	26 <b>Fe</b> +26 ) 2 14 8 2	27 <b>Co</b> +27 ) 2 15 8 2	28 <b>Ni</b> +28 ) 2 16 8 2
	29 <b>Cu</b> +29 ) 1 18 8 2	30 <b>Zn</b> +30 ) 2 16 8 2	31 <b>Ga</b> +31 ) 2 18 3	32 <b>Ge</b> +32 ) 2 8 18 4	33 <b>As</b> +33 ) 2 8 18 5	34 <b>Se</b> +34 ) 2 8 18 6	35 <b>Br</b> +35 ) 2 8 18 7			36 <b>Kr</b> +36 ) 2 8 18 8

II. ელემენტების შრეებად განაწილება მცირე (III) და დიდი (IV) პერიოდების ელემენტთა ატომებში.



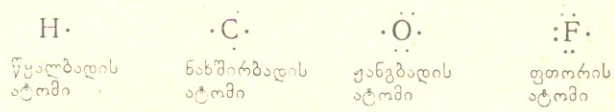
IV. გოგირდმკვას წარმოება.



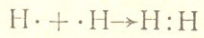
სურ. 67. ატომებისაგან წყალბადის მოლეკულის წარმოქმნა.

რე ატომის ელექტრონულ ღრუბელს, ორივე ატომის ღრუბელი ერთიმეორეს გადაფარავს (სურ. 67) და ბირთვთა 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 ელექტრონების აღვნიშნავთ წერტილების სათანადო რიცხვით ქიმიურ ნიშანთან.



მაშინ ატომებისაგან წყალბადის მოლეკულების წარმოქმნა შეიძლება გამოისახოს ასე:



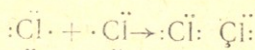
ორი ელექტრონი — წყალბადის თითო ატომიდან თითო — გაერთიანდა ელექტრონულ წყვილად, რომელიც წყალბადის ატომებს შორის ორი წერტილით აღვნიშნეთ. ამრიგად, ჩვენ მივიღეთ ელექტრონული ფორმულა.

● 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 ელექტრონი.

ერთ-ერთი მათგანი შეუწყვილებელია. იგი მისწრაფვის გაერთიანდეს ქლორის მეორე ატომის გაუწყვილებელ ელექტრონთან.

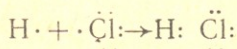
ქლორის მოლეკულაში ორი ატომის გაერთიანებისას ორივე ელექტრონი — თითოეული ატომიდან თითო — საზიარო გახდება ორივე ატომისათვის, ე. ი. წარმოიქმნება კოვალენტური ბმა:



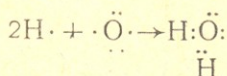
კოვალენტური ბმის წარმოქმნით თითოეული ატომი ღებულობს დასრულებულ, მტკიცე 8-ელექტრონიან გარე შრეს (ოქტეტს), მაგრამ ამ 8 ელექტრონიდან მხოლოდ 6 ეკუთვნის მთლიანად ქლორის ცალკეულ ატომს, დანარჩენი 2 კი საზიაროა. აზოტის მოლეკულაში  $\text{N}_2$  მის ორ ატომს აქვს სამი საზიარო ელექტრონული წყვილი ( $:\text{N}::\text{N}:$ ) 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 ასეთივე შესქელება, როგორც წყალბადის მოლეკულის  $\text{H}_2$  წარმოქმნისას. წარმოიქმნება ერთი კოვალენტური ბმა.

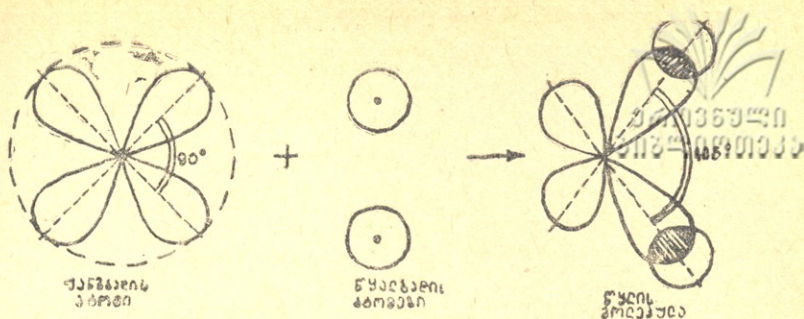
გარე შრის დასრულებისათვის ქლორის ატომს აკლია ერთი ელექტრონი. იგი მას ღებულობს ერთ ატომ წყალბადთან შეერთებით, მასთან ერთი კოვალენტური ბმის წარმოქმნის ხარჯზე:



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 გაწელილი რვიანას ფორმა აქვს და მათი ღერძები ურთიერთპერპენდიკულარულია.

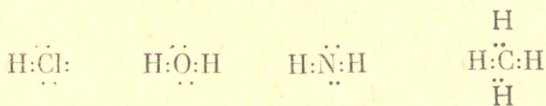


სურ. 68. ატომებისაგან წყლის მოლეკულის წარმოქმნა. სქემაში აღნიშნულია მხოლოდ ატომებში გაუწყვილებელი ელექტრონების ღრუბლები, რომლებიც მონაწილეობენ ქიმიური ბმების წარმოქმნაში.

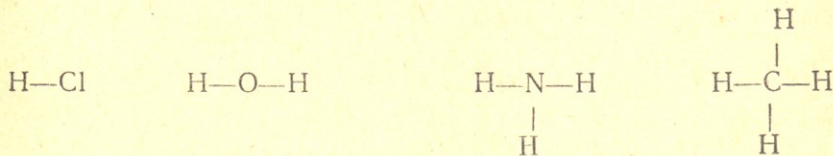
ამიტომ, კერძოდ, წყლის მოლეკულას კუთხოვანი ფორმა აქვს (სურ. 68). წყალბადის ატომები ჟანგბადის ატომთან შეერთებულია  $105^\circ$  კუთხით, ე. ი. სწორ კუთხეს რამდენადმე აღემატება (როგორც ჩანს, წყალბადის ატომების ბირთვების ურთიერთგანზიდვის გამო).

ორი ატომის შემაკავშირებელ თითოეულ ელექტრონულ წყვილს თუ წერტილებს 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 ჟანგბადის ატომთან და არა ერთიმეორესთან უშუალოდ.

ზოგჯერ ხაზების დახმარებით გამოსახვენ მოლეკულაში არა მარ-

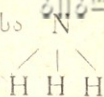
ტო ბმის თანამიმდევრობას, არამედ სივრცეში მათ ურთიერთგანლაგებასაც — ასეთ ფორმულებს სტრუქტურული ეწოდება.

სტრუქტურული ფორმულებია:

ა) წყლის  $O-H$ ,



ბ) ამიაკისა



- პ
1. გამოსახეთ  $H_2$ ,  $F_2$ ,  $O_2$ ,  $HF$ ,  $N_2$ ,  $H_2S$  მოლეკულების ელექტრონული და გრაფიკული ფორმულები.
  2. რატომაა, რომ ინერტული აირების მოლეკულები, არალითონთა მოლეკულებსაგან განსხვავებით, თავისუფალ მდგომარეობაში ერთატომიანია?

### § 69. ელექტროუარყოფითობა

ქიმიური ბმის ხასიათი დამოკიდებულია ატომთა ბუნებაზე, ე. ი. მათ აღნაგობასა და თვისებებზე. ასეთი თვისებებიდან ერთ-ერთს მიეკუთვნება ელექტროუარყოფითობა.

● ატომთა თვისებას მიიზიდოს თავისკენ საერთო ელექტრონები, რომლებიც მათ სხვა ატომებთან აკავშირებდა, ელექტროუარყოფითობას ეწოდებენ. რაც უფრო ძლიერ ავლენს ამ თვისებას ელემენტი, ის მით უფრო ელექტროუარყოფითია.

განვიხილოთ როგორ უნდა განვსაზღვროთ ელემენტების ელექტროუარყოფითობა პერიოდულ ტაბულაში მათი მდებარეობის მიხედვით. ქიმიური ელემენტი მით უფრო ელექტროუარყოფითია, რაც უფრო მტკიცედ აკავებს მისი ატომი თავის გარე ელექტრონებს და რაც უფრო ძლიერად გადაწევს თავისკენ სხვა ატომების ელექტრონებს. მაგრამ ჩვენთვის უკვე ცნობილია, რომ ატომებისაგან ელექტრონების მიტაცება უფრო და უფრო ადვილდება პერიოდებში ელემენტის რიგობრივი ნომრის ზრდის, ხოლო მთავარ ქვეჯგუფებში — ქვევიდან ზევით. ამიტომ ქიმიური ელემენტებიდან ფთორი ყველაზე უფრო ელექტროუარყოფითია, 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 გადასწევს ელექტრონების წყვილებს.

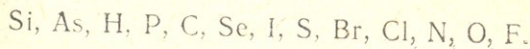
ფთორის გვერდით, მაგრამ მარცხნივ ჟანგბადია, ამიტომ ჟანგბა-



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 მწყობრად დავალაგოთ:



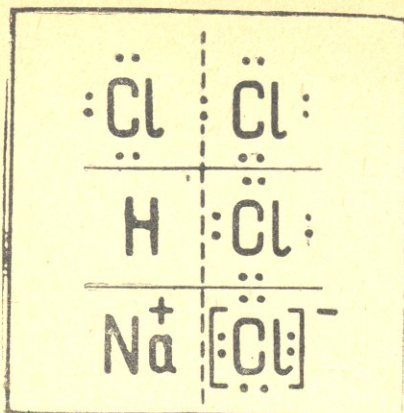
ქიმიური ელემენტების ერთიმეორესთან შეერთებისას ელექტრონები გადაიწევა მარცხნივ მდგომი ელემენტიდან მარჯვნივ მდგომი ელემენტისაკენ.

#### § 70. პოლარული და არაპოლარული გვიგზი

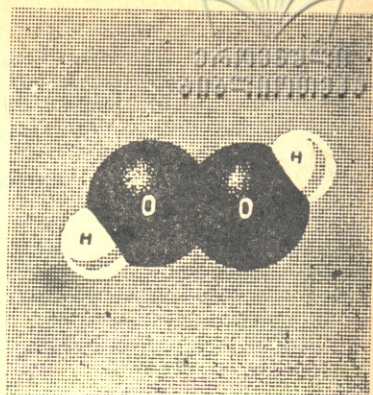
მარტივ ნივთიერებებში, რომლებიც ერთნაირი ატომებისაგან შედგება, ელექტრონული წყვილი ორივე ატომს თანაბრად ეკუთვნის, კოვალენტური ბმის ასეთ სახესხვაობას არაპოლარული ეწოდება. თუ ელექტრონული წყვილი ორ სხვადასხვა ატომს აკავშირებს, იგი ყოველთვის გადაწეულია ერთი ატომიდან მეორე, დიდი ელექტროუარყოფითობის მქონე ატომისაკენ. კოვალენტური ბმის ასეთ სახესხვაობას პოლარული ანუ პოლაროზებული ეწოდება. ატომთა შორის პოლარული ბმაა, მაგალითად, HF, HCl, H<sub>2</sub>O მოლეკულებში. ჰალოგენწყალბადებისა და წყლის მოლეკულებში ელექტრონული წყვილები წყალბადის ატომებიდან გადაწეულია ჰალოგენებისა და ჟანგბადის 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 ასეთ გადაწევას მივყავართ უფრო 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, გამოთვალოთ, რამდენი ელექტრონია უანგბადის ატომის გარე შრეში. რამდენი ქიმიური ბმა არას ამ მოლეკულაში; განსაზღვრეთ თითოეული ქიმიური ბმის სახე.

### § 71. იონური ბმა

იმისათვის, რომ გავიგოთ ქიმიური ბმის თავისებურება ელემენტთა ნაერთებში, რომელთა ატომები მკვეთრად განსხვავდებიან თავიანთი ელექტროუარყოფითობით, შევუპირისპიროთ 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 არალითონია.
ნეონი Ne	+10	2	8	—	ინერტული აირი, ქიმიურ ნაერთებს არ წარმოქმნის.
ნატრიუმი Na	+11	2	8	1	ტუტე ლითონი, ენერგიულად უერთდება მხოლოდ არალითონებს.

რიგობრივი ნომრის ზრდის მიხედვით ელემენტების ქიმიურ თვისებებში ორი მკვეთრი ნახტომია. პირველი (F-დან Ne-საკენ) დაკავშირებულია, ცხადია, ატომის გარე ელექტრონული შრის დამთავრებასთან, მეორე (Ne-დან Na-საკენ) — ახალი ელექტრონული შრის დაწყებასთან. 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. უანგბადის 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 ინერტული აირის — არგონის ატომთა ელექტრონული სქემები. ქლორის ატომს გარე შრის დამთავრებისათვის ერთი ელექტრონი აკლია. დაუშვათ, დანაკლისი ელექტრონი გარედან შეივსო. რად გარდაიქმნებოდა ქლორის ატომი? მისი ელექტრონული გარსი ისეთივე აღნაგობის ვახდებოდა, 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.

ტ ა ბ უ ლ ა 17

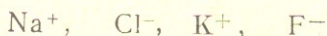
ნაწილაკი	ბირთვის მუხტი	ელექტრონების განაწილება შრეების მიხედვით		
		I	II	III
Cl ატომი	+17	2	8	7
Cl <sup>-</sup> იონი	+17	2	8	8
Ar ატომი	+18	2	8	8
Na <sup>+</sup> იონი	+11	2	8	8

ტიპობრივი ლითონების ატომთა გარე ელექტრონული შრე ყველაზე უფრო შორსაა დასრულებისაგან: ტუტე ლითონების გარე

შრეში მხოლოდ ერთი ელექტრონია, II ჯგუფის ლითონების გარე შრეში — ორი. ლითონების გარე ელექტრონები ადვილად შორდება ატომებს. ამ დროს ლითონთა ატომები დადებითად მუხტდება. რადგან ბირთვის მუხტი დარჩენილი ელექტრონებით ვეღარ წონასწორდება.

მაგალითად, კალიუმის ელექტრონეიტრალური ატომი გარე ელექტრონის დაკარგვით გარდაიქმნება დადებითად დამუხტულ ნაწილაკად — კალიუმის იონად.

● ელექტრონების გაცემის ან შექენის შედეგად ატომებისაგან წარმოქმნილ დამუხტულ ნაწილაკებს იონები ეწოდება. წარმოქმნილი იონის დადებითი ან უარყოფითი მუხტის სიდიდე გაცემული ან შექენილი ელექტრონების რიცხვის ტოლია. იონის მუხტი აღინიშნება ელემენტის ქიმიური ნიშნის მარჯვნივ ზემოთ:



● იონთა შორის ქიმიურ ბმას იონური ბმა ეწოდება. იონური ბმა განპირობებულია იონების ურთიერთმიზიდვით, როგორც სხვადასხვასახელიანად 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 ღონეზე.

● 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.  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{F}^-$  იონების აღნაგობა შეადარეთ ნეონის ატომის აღნაგობას.

5. რად გარდაიქმნებოდა არგონის ატომი ბირთვიდან ერთი პროტონის ამორთმევით, 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 გადაწვევის ხარჯზე. მაგრამ პოლარული ბმის მქონე ნაერთებში ელექტრონები მხოლოდ გადაწვეულია, 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, რომლებსაც გადაწვეულია ელექტრონები, რომ მათ მიიღეს ელექტრონები, ე. ი. შეიძინეს პირობითი უარყოფითი მუხტი. იონის მუხტს იონურ ნაერთებში და პირობით მუხტს პოლარულ კოვალენტურ ნაერთებში დაჯანგვის ხარისხი უწოდებს.

დაჯანგვის ხარისხს გამოსახავენ ერთი ატომიდან მეორე ატომისაკენ მთლიანად ან ნაწილობრივად გადაწვეული ელექტრონების რიცხვით მათ ნაერთებში.

თუ ატომმა გასცა ელექტრონები, მისი დაჯანგვის ხარისხს მიუწერენ დადებით ნიშანს, თუ მიიღო — უარყოფით ნიშანს ისევე, როგორც იონებს იონურ ნაერთებში. მაგალითად, ნატრიუმის ქლორიდში, პლოგენწყალბადებში და წყალში ნატრიუმი და წყალბადი ავლენენ +1 ტოლ დადებით დაჯანგვის ხარისხს, ხოლო პლოგენები და ჟანგბადი უარყოფითს: ქლორი — 1, ჟანგბადი — 2.

თუ დაწერის დროს საჭიროა არაბმული, მაგალითად, ხსნარში არსებული იონის მუხტის ჩვენება, ნიშანი „+“ ან „—“ იწერება ციფრის შემდეგ:  $Al^{3+}$ ,  $S^{2-}$ ,  $Cl^{-}$ ,  $Na^{+}$ , მაგრამ ნაერთში დაჯანგვის ხარისხი „+“ ან „—“ აღინიშნება ციფრის წინ:  $Ca^{+2}$   $H_2^{+1}$   $S^{-2}$ ,  $Na^{+1}$   $Cl^{-1}$ .

მარტივ ნივთიერებათა მოლეკულებში ატომების დაჯანგვის 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) საერთაშორისო სახელწოდებას სუფიქსი „იდი“  $\text{Na}^{+1}\text{Cl}^{-1}$  — ნატრიუმის ქლორიდი,  $\text{Na}_2^{+1}\text{O}^{-2}$  — ნატრიუმის ოქსიდი,  $\text{Na}^{+1}\text{H}^{-1}$  — ნატრიუმის ჰიდრიდი, ვუჩვენოთ, როგორ განისაზღვრება ელემენტების დაქანგვის ხარისხი და წარმოიქმნება მოცემული ფორმულის მიხედვით ნაერთის სახელწოდება, მაგალითად,  $\text{Ag}_3\text{S}$ :

1. დავადგენთ, ორი ელემენტიდან რომელმა მიიღო ელექტრონები; ეს გოგირდია, ვინაიდან მისი ქიმიური ნიშანი მეორე ადგილზეა.

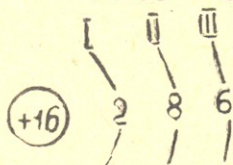
2. განვსაზღვრავთ, რამდენი ელექტრონი მიიღო გოგირდის ატომმა, გოგირდი VI ჯგუფშია, მისი ატომის გარე შრეში 6 ელექტრონია, რვამდე აკლია ორი, მაშასადამე, გოგირდის ატომმა მიიღო 2 ელექტრონი; ამრიგად, გოგირდის დაქანგვის ხარისხია —2.

3. რამდენი ელექტრონი გასცა ვერცხლის ატომებმა. სულ ორი, მაშასადამე, თითოეულმა მათგანმა გასცა თითო ელექტრონი: ამ ნაერთში ვერცხლის დაქანგვის ხარისხია +1.

ნაპოვნ ქანგვის ხარისხებს მივუწერთ ქიმიურ ნიშნებს  $\text{Ag}_2^{+1}\text{S}^{-2}$

4. განვსაზღვრავთ ნაერთის სახელწოდებას ფორმულის მარჯვნიდან მარცხნივ წაითხვით გოგირდის ლათინური სახელწოდების — სულფურის პირველ მარცვალზე სუფიქსის „იდი“ დამატებით: ვერცხლის სულფიდი.

ახლა ჩვენთვის გასაგებია, თუ რატომაა ცვალებადი მრავალი ელემენტის დაქანგვის ხარისხი, მაგალითად წყალბადთან გოგირდის ნაერთში  $\text{H}_2\text{S}$  დაქანგვის ხარისხი არის —2, ხოლო უმადლეს ოქსიდში  $\text{SO}_3+6$ . გოგირდის ატომის ელექტრონული სქემა



ელექტროუარყოფითობის მწკრივში გოგირდი არის წყალბადის მარჯვნივ, მაგრამ უნებადიდან მარცხნივ, მაშასადამე, წყალბადთან გოგირდის შეერთებისას, ელექტრონებმა წყალბადის ატომებიდან უნდა გადაიწიოს გოგირდის ატომებისაკენ, ხოლო უნებადთან გოგირდის შეერთებისას — გოგირდის ატომებიდან უნებადის 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, პირიქით, 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 გასცემენ ყველა გარე ელექტრონს, და ამ შემთხვევაში ისინი ავლენენ დაჟანგვის უფრო დაბალ ხარისხს. მაგალითად, გოგირდი ჟანგბადში ან ჰაერზე წვის დროს, როგორც ეს თქვენთვის ცნობილია, ნაცვლად 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; გასცემენ კი გარე შრის ელექტრონებს მთლიანად ან ნაწილობრივ. ატომები გასცემენ თუ მიიერთებენ ელექტრონებს, ეს დამოკიდებულია შეერთებული ელემენტების მდებარეობაზე ელექტროუარყოფითობის მწკრივში: მასში მარცხნივ მდებარე ელემენტა გასცემს, მარჯვნივ მდებარე კი ღებულობს ელექტრონებს.

ელექტროუარყოფითობის მწკრივისა და ატომთა აღნაგობის გამოყენებით შეიძლება ნაერთების ფორმულების შედგენა ისევე, როგორც ადრე ვაძგენდით ფორმულებს ელემენტების მოცემული ვალენტობის მიხედვით, იმ პირობით, რომ ელემენტი, რომელიც გასცემს ელექტრონებს, გასცემს გარე შრის ყველა ელექტრონს (ან, როგორც ადრე ვამბობდით, ავლენს უმაღლეს ვალენტობას). ფორმულა გამოიყვანება სამ ჯერად.

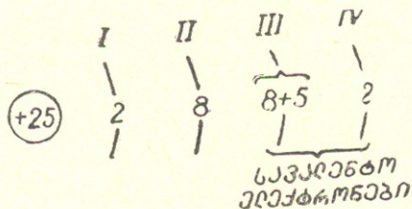
ვნახოთ ეს აზოტის სილიციუმთან ნაერთის ფორმულის შედგენის მაგალითზე.

1. ვწერთ ელემენტების ქიმიურ ნიშნებს იმ თანამიმდევრობით, როგორც ეს ელექტროუარყოფითობის მწკრივშია (პირველ ადგილზეა იმ ელემენტის ნიშანი, რომელიც გასცემს ელექტრონებს):  $SiN$ .

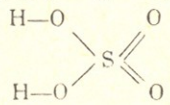
2. ატომთა აღნაგობის შესაბამისად, ნიშნების ზევით მივუწერთ დაჟანგვის ხარისხს:  $Si^{+4} N^{-3}$  (სილიციუმის ატომები გასცემს იმდენ ელექტრონს, რამდენსაც შეიცავს ატომის გარე შრე; აზოტის ატომები ღებულობს იმდენ ელექტრონს, რამდენიც აკლია გარე შრის რამდენ შესავსებად).

3. დავუსვამთ ინდექსებს:  $\text{Si}_8^{+4}\text{N}_4^{-3}$ . ეს სილიციუმ-ს ნიტრიდის ფორმულაა.

ატომის უკანასკნელის წინა დამამთავრებელი შრის ელემენტური ქვეჯგუფის ელემენტები, ისევე როგორც მთავარი ელემენტები, ავლენენ დაქანგვის 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:



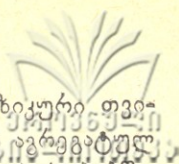
- ?
1. რა არის საერთო კიბიური ბმის ყველა სახეობას წარმოქმნაში?
  2. კოვალენტური ბმის როგორი ორი სახეობა არსებობს?
  3. რით ჰგავს პოლარული კოვალენტური ბმა იონურს და რით განსხვავდება მისგან?
  4. რომელ ნივთიერებებში არსებობს მხოლოდ არაპოლარული კოვალენტური ბმები, მხოლოდ პოლარული კოვალენტური ბმები?
  5. იხელმძღვანელეთ 71-ე სურათით და გამოსახეთ წყალბადის პეროქსიდის მოლეკულის ელექტრონული და გრაფიკული ფორმულები, გამოთვალეთ რამდენი ელექტრონი მონაწილეობს ატომებს შორის ბმებას წარმოქმნაში.
  6. შეადგინეთ შემდეგი ნაერთების ფორმულები: ა) ალუმინის კარბიდის (ალუმინისა და ნაწშირბადის ნაერთი), ბ) ნაწშირბადის ნიტრიდის (ნაწშირბადისა და აზოტის ნაერთი), გ) იოდის ფთორიდის, დ) ქლორის უმაღლესი ოქსიდისა. თუ ცნობილია, რომ დასახელებულ ნაერთებში ელემენტი, რომელიც ელექტრონებს გასცემს, ავლენს დაქანგვის ხარისხის უმაღლეს მნიშვნელობას.
  - 7.\* შეადგინეთ: ა) წყალბადთან კალციუმის არააქროლადი ნაერთისა (კალციუმის ჰიდრიდის) და ბ) ქსენონის უმაღლესი ოქსიდის ფორმულები.
  8. ელექტროუარყოფითობის მწკრივის გამოყენებით შეადგინეთ III პერიოდის ყველა ელემენტის წყალბადნაერთის ფორმულები.
  9. გოგირდმჟავას გრაფიკული ფორმულაა



განსაზღვრეთ თითოეული ელემენტის დაქანგვის ხარისხი.

10. აღნიშნეთ ელემენტთა დაქანგვის ხარისხები ნაერთთა ფორმულებში:  $\text{ClF}_3$ ,  $\text{SF}_6$ ,  $\text{I}_3\text{N}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{XeO}_4$ ,  $\text{IF}_7$ ; ნაერთებში არაპოლარული ბმები არ არის. დასახელეთ ნაერთები.





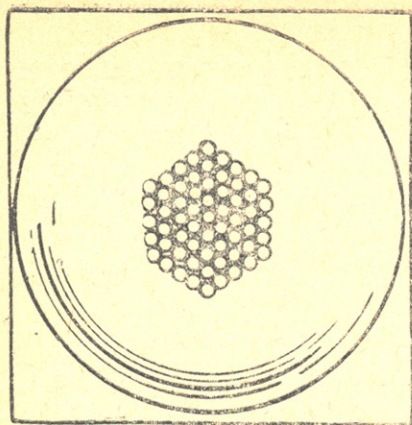
თითოეული ნივთიერების აღწერას ვიწყებთ მისი ფიზიკური თვისებებიდან: კერძოდ, მათხეა დამოკიდებული, თუ როგორ ავლენს მდგომარეობაშია მოცემული ნივთიერება ჩვეულებრივ პირობებში: მყარია იგი, თხევადი თუ აირი. იბადება კითხვა: რა გავლენას ახდენს ქიმიური ბმის ბუნება ნივთიერების ფიზიკურ თვისებებზე? შეიძლება თუ არა ნივთიერების გარეგნული ნიშნების მიხედვით ვიმსჯელოთ ნივთიერების წარმომქმნელ ნაწილაკებს შორის ქიმიური ბმების ხასიათის შესახებ?

იმ ნივთიერებებიდან, რომლებსაც ყოველდღიურად ვხვდებით, მარტივი იონური ნაერთებს მიეკუთვნება, ხოლო შაქარი და წყალი — კოვალენტურ ნაერთებს. არ არსებობს იონური და კოვალენტური ბმების მქონე ნივთიერებების განმასხვავებელი გარეგნული ნიშნები. შაქარი შეიძლება მარტივად ავკერიოს.

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 აღქმადია — ყველაზე უფრო ძნელდნობადი და მავარი 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 მწყკრივებად, ექვსკუთხედის მოხაზულობის მქონე ფიგურის მსგავსად.

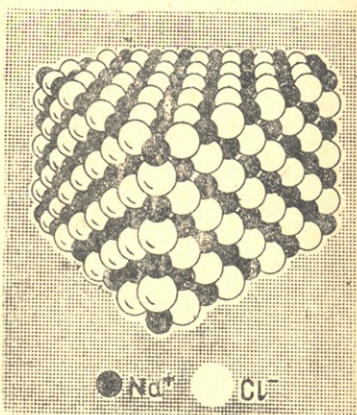
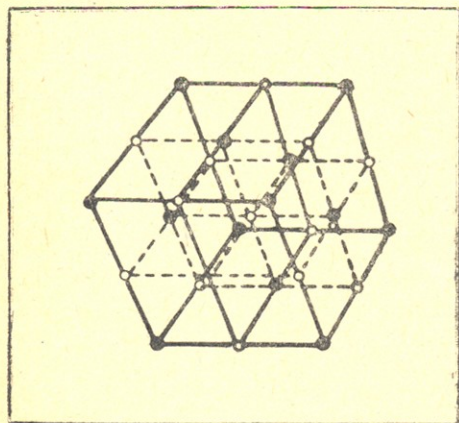
ნივთიერებების გამყარებისას მათი წარმომქმნელი ნაწილაკებიც არ ლაგდება უწყესრიგოდ. კრისტალებში ნაწილაკების წესიერმა განლაგებამ მიიღო სახელწოდება „კრისტალური მესერი“, ვინაიდან იგი გვაგონებს კვანძების განლაგებას ჩვეულებრივ მესერში. კრისტალური მესრის წარმომქმნელი ნაწილაკების ბუნების მიხედვით განასხვავებენ მესრის სამ სახეს: 1) იონური მესერი (შედგება იონებისაგან), 2) მოლეკულური მესერი (შედგება მოლეკულებისაგან), 3) ატომური მესერი (შედგება ატომებისაგან).



სურ. 71. მარცვლების განლაგება  
ლაბბაქზე შენჯღრევის შემდეგ.

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



●  $\text{Na}^+$     ●  $\text{Cl}^-$

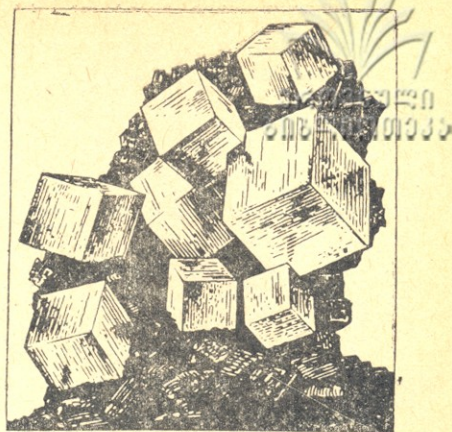
სურ. 72. ნატრიუმქლორიდის კრისტალური მესერი, თეთრი სფეროები — ქლორის იონებია, შავი — ნატრიუმის იონები. მარცხნივ ნაჩვენებია იონთა ცენტრების განლაგება.

იონები მიიღებენ მათ შორის მოქმედი ურთიერთმიზიდვისა და განზიდვის ძალების გამო.

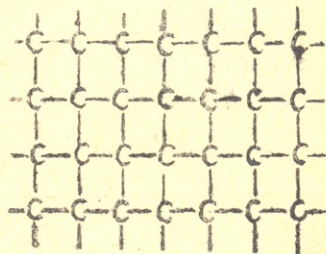
სხვადასხვა სახელიანად დამუხტული იონები ( $\text{Na}$  და  $\text{Cl}$ ) ურთიერთს იზიდავენ და ამიტომ ცდილობენ მჭიდროდ მიუახლოვდნენ ერთიმეორეს, ხოლო ერთსახელიანად დამუხტული იონები ( $\text{Na}^+$  და  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  და  $\text{Cl}^-$ ) განიზიდებიან და ამიტომ ცდილობენ რაც შეიძლება დაშორდნენ ერთიმეორეს. ეს ხორციელდება დადებითი და უარყოფითი იონების ჭადრაკის წესით განლაგებისას ნატრიუმქლორიდის მესერში თითოეულ  $\text{Na}^+$  იონს ერთვის 6  $\text{Cl}^-$  იონი, ხოლო თითოეულ  $\text{Cl}^-$  იონს — 6  $\text{Na}^+$  იონი.

იონების წესიერი განლაგებით აიხსნება იონური ნაერთების კრისტალთა წესიერი ფორმა — ნატრიუმქლორიდის კრისტალები კუბის ფორმისაა (სურ. 73), ხოლო კრისტალთა სიმტკიცე — 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 — ტეტრაედის წვეროებში. ალმასის აღნაგობა სტრუქტურული ფორმულის სახით შეიძლება ასე გამოისახოს:



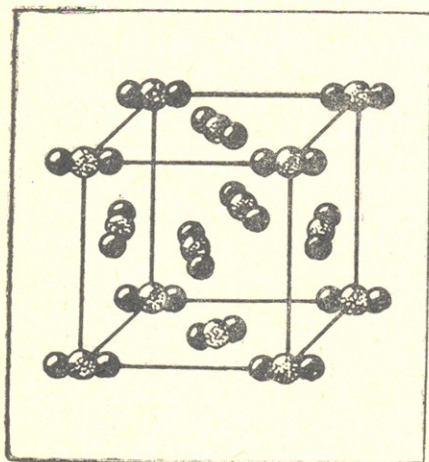
სურ. 73. ნატრიუმქლორიდის კრისტალები.



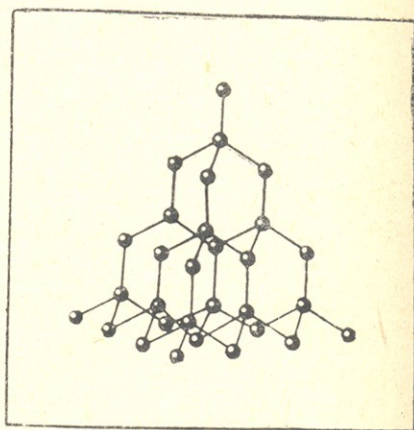
ალმასის კრისტალის დამსხვრევა შეუძლებელია ატომთა შორის ქიმიური ბმების გაუწყვეტლად: იგი თითქოს გიგანტური მოლეკულაა. დავუბრუნდეთ ბურთულებით ჩატარებულ ცდას, რომელიც მათი წესიერად განლაგების მიზეზი სიძიმის ძალაა, რომელიც აბრუნებს მარცვლებს რაც შეიძლება კომპაქტურად მოთავსდნენ ლამბაქის ცენტრში. კრისტალური მესრის 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 ადვილდობადი 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



ურ. 74. მყარ ნახშირბად(IV)-ის ოქსიდის კრისტალური მესერი.



სურ. 75. ალმასის კრისტალური მესერი. რგოლებით აღნიშნულია ნახშირბადის ატომთა ცენტრები, ხაზებით — კოვალენტური ბმები.

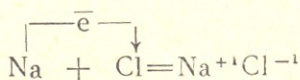
გვხვდება, როგორც მაგალითად, შაქარი, იოდი, ქაფური, მაგრამ ისინი ან ადვილლლობადი (შაქარი) ან აქროლადი (იოდი, ქაფური) ნივთიერებებია. ყველაზე უფრო მაგარი და ძნელლობადი ნივთიერებები რომლებიც ახალ ტექნიკას სჭირდება, ატომური მესრის მქონე ნივთიერებებია შორის გვხვდება.

- ?
- ▲
1. აიგორია: ა) მოლეკულური, ბ) ატომური, გ) იონური მესრის მქონე ნივთიერებების ფიზიკური თვისებები?
  2. რა ნიშნებით შეიძლება მოლეკულური კრისტალური მესრის მქონე ნივთიერებებს მივაკუთვნოთ: ა) ნაფთალინი, ბ) ყინული?
  3. თუ ერთიმეორეში აკურევენ შავ და თეთრ ბურთულებს, ისინი უწყსრიგოდ განლაგდებიან: ზოგი შავი ბურთულა შავთან მოხვდება, ზოგი შავი თეთრთან, ან თეთრი თეთრთან. რატომ არ შეიძლება იონების ასე უწყსრიგოდ განლაგება?
  4. ნაერთები NaCl, AlP, MgS კრისტალურ მესრებში კრისტალდებიან. დადებით და უარყოფით იონებს შორის თითქმის ერთნაირი მანძილებია. ამ ნაერთებიდან რომელია ყველაზე უფრო მყარი და რომელს აქვს ყველაზე მაღალი ლლობის ტემპერატურა? რატომ?

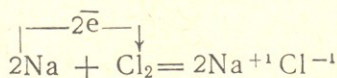
#### § 74. ჰანგვა-ალგენითი რეაქციები

განვიხილოთ ქლორში ნატრიუმის წვის თქვენთვის ცნობილი რეაქცია. მისი არსი იმაში მდგომარეობს, რომ ქლორის ატომები, თავიანთი დაუსრულებელი შრის შესავსებად ელექტრონებს ნატრიუმის ატომების გარე შრიდან ლებულობენ და მით დაასრულებენ თავის გარე ელექტრონულ შრეს.

თუ ელექტრონს  $e^-$  ასოთი აღვნიშნავთ, ნატრიუმის თითოეული ატომის ურთიერთქმედება ქლორის თითოეულ ატომთან შეიძლება გამოვსახოთ განტოლებით:

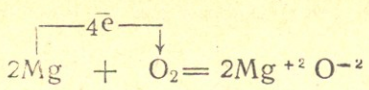
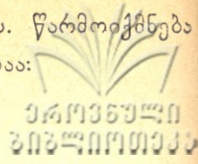


რეაქციის განტოლების შედგენისათვის მხედველობაში მისაღება ქლორის მოლეკულაში ატომთა რაოდენობა, მაშინ ამ რეაქციის განტოლება ასეთი იქნება:

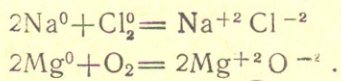


ჟანგბადში მაგნიუმის წვის დროს მაგნიუმის თითოეული ატომი

აძლევს გარე შრის 2 ელექტრონს ქანგბადის ატომს. წარმოიქმნება მაგნიუმის ოქსიდი  $Mg^{+2}O^{-2}$ . რეაქციის განტოლებაა:

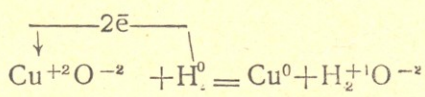


თითოეული ელემენტის ნიშანს ზემოთ მივუწეროთ მისი დაქანგვის ხარისხი.



VII კლასში ელემენტების ქანგბადთან შეერთების რეაქციების შესწავლისას ვამბობდით, რომ ისინი იქანგებიან. მაგრამ ლითონების შეერთებისას ქლორთან და სხვა არალითონებთან იგივე ხდება, რაც მათი ქანგბადით დაქანგვის დროს: ელექტრონების გადასაცვლება ლითონის ატომებიდან არალითონის ატომებისაკენ. ამიტომ შეთანხმდნენ: 1) იმ რეაქციებს, რომელთა დროსაც ელექტრონები ერთი ელემენტიდან მეორისაკენ გადაინაცვლებს, ქანგვა-აღდგენითი რეაქციები უწოდონ; 2) ელემენტი, რომელიც გაცემს ელექტრონებს, იქანგება, მას აღმდგენი უწოდონ, ხოლო ელემენტი, რომელიც ლებულობს ელექტრონებს, აღდგება, მას დამქანგავი უწოდონ. ქანგვა-აღდგენითს რეაქციებში აუცილებლად იცვლება ქანგვის ხარისხი ორ ელემენტს შორის მაინც: აღმდგენის ქანგვის ხარისხი იზრდება, დამქანგავისა — მცირდება, მაგალითად, ლითონები ყველა ქიმიურ რეაქციაში გაცემენ ელექტრონებს, მაშასადამე, იქანგებიან და აღმდგენის როლში გამოდიან (მათი ქანგვის ხარისხი მატულობს). ქანგბადთან ლითონების შეერთების რეაქციებში დამქანგავია ქანგბადი, ხოლო ჰალოგენებთან ლითონების შეერთების რეაქციებში — ჰალოგენები (მათი ქანგვის ხარისხი მცირდება).

ახლა განვიხილოთ სპილენძის ოქსიდის წყალბადით აღდგენის ჩვენთვის ცნობილი რეაქცია:



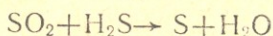
თითოეული ელემენტის ნიშანს მივუწეროთ მისი დაქანგვის ხარისხი და ხაზი გავუსვათ იმ ელემენტების ნიშნებს, რომელთაც რეაქციის შედეგად ეს ხარისხი შეეცვალა: ესენია სპილენძი და წყალბადი. მაშასადამე, რეაქცია ქანგვა-აღდგენითია. ისრით ვუჩვენოთ ელექტრონების გადასაცვლება წყალბადის ატომებიდან სპილენძის იონებისაკენ.

სპილენძის ნაწილაკები  $\text{Cu}^{+2}$  ელექტრონეიტრალურ ატომებზე გარდაიქმნა 2—2 ელექტრონის მიერთებით. წყალბადის ელექტრონეიტრალური  $\text{H}^0$  ატომები გარდაიქმნა წყალბადის ნაწილაკებად  $\text{H}^+$  ე. ი. დაკარგეს თითო ელექტრონი. ელექტრონებმა წყალბადის ატომებიდან სპილენძის იონებისაკენ გადაინაცვლა: ელემენტი სპილენძი ( $\text{Cu}^{+2}$ ) ამ რეაქციაში აღდგება, ელემენტი წყალბადი კი იჟანგება.

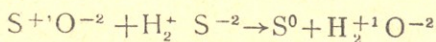
განხილულ რეაქციაში ეს მთავარი და არსებითია, დანარჩენი — შედეგია. მუხტის დაკარგვის შემდეგ სპილენძის ატომები აღარ მიიზიდა ჟანგბადის იონებმა და სპილენძი თავისუფალი სახით გამოიყო. დადებითი მუხტის მიღების შემდეგ წყალბადის იონები მიიზიდა უარყოფითად დამუხტულმა ჟანგბადის იონმა. წარმოიქმნა წყლის მოლეკულები (იონური 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  $\text{S}^0 + \text{H}^0 = \text{H}_2^+ \text{S}^{-2}$  — გოგირდი დამჟანგავია, ხოლო რეაქციაში  $\text{S}^0 + \text{O}_2^0 = \text{S}^{+4} \text{O}^{-2}$  — აღმდგენი.

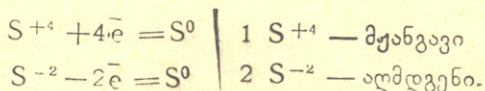
ჟანგვა-აღდგენით რეაქციათა განტოლებების შედგენისას კოეფიციენტების შერჩევა წარმოებს ანგარიშით: რამდენ ელექტრონსაც დებულობენ ელემენტ-დამჟანგავის ატომები (ან იონები), იმდენ ელექტრონებს კარგავენ ელემენტ-აღმდგენის ატომები (ან იონები), მაგალითად, მოცემულია რეაქციის სქემა:

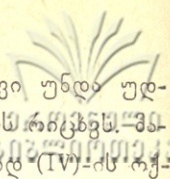


ფორმულების მიხედვით მოვანახოთ დაჟანგვის ხარისხები და თითოეული ელემენტის ქიმიურ ნიშანს მივუწეროთ ზევით:

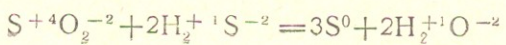


დაჟანგვის ხარისხი შეეცვალა გოგირდის ატომებს: გოგირდ(IV)-ის ოქსიდში +4-დან 0-მდე, გოგირდწყალბადში — 2-დან 0-მდე. რეაქციის დროს მომხდარი ელექტრონების გადაინაცვლება გამოვსახოთ ელექტრონული განტოლებების სახით:





$S^{-2}$  იონებისაგან გაცემული ელექტრონების რიცხვი უნდა უდრიდეს  $S^{+4}$  იონების მიერ მიერთებულ ელექტრონების რიცხვს. მაშასადამე, თითოეულ  $S^{+1}$  იონზე ან სხვანაირად, გოგირდ (IV)-ის რეჟისიდის თითოეულ მოლეკულაზე რეაქციაში მონაწილეობა უნდა მიიღოს  $S^{-2}$  ორმა იონმა, ე. ი. გოგირდწყალბადის  $H_2S$  ორმა მოლეკულამ. აღვნიშნოთ ეს რიცხვებით 1 და 2, და დავწეროთ 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  $Na = +1$ , ჟანგბადის 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  $+4(Na_2^{+2}O_3^{-2})$ .

1. ელექტრონული თეორიის თვალსაზრისით განიხილეთ რეაქციები: 1) გახურებით ვერცხლისწყლის ოქსიდის დაშლის, 2) წყალბადის მიღება თუთიაზე მარილმჟავას მოქმედებისას. თითოეულ შემთხვევაში რომელი ელემენტია: ა) იჟანგება, ბ) აღდგება, გ) მჟანგავია, დ) აღმდგენია.
2. ტექსტში მოყვანილი ნიმუშების მიხედვით შეადგინეთ რეაქციათა განტოლებები, რომლებიც გამოსახულია შემდეგი სქემებით:

- ა)  $S + H_2SO_4 \rightarrow SO_2 + H_2O$
- ბ)  $Cl_2 + KI \rightarrow I_2 + KCl$
- გ)  $Al + Br_2 \rightarrow AlBr_3$
- დ)  $Cl_2 + H_2O \rightarrow HCl + HClO$
- ე)  $KClO_3 \rightarrow KClO_2 + O_2$
- ვ)  $CuCl_2 + Fe \rightarrow FeCl_2 + Cu$ .



§ 75. პატენტების საერთო დახასიათება

არალითონების სისტემატური შესწავლის დაწყებისას გავიხსენოთ, რით ხასიათდებიან ისინი. ელემენტების პერიოდულ სისტემაში არალითონები პერიოდების ბოლოშია განლაგებული (სურ. III). მათი ატომების გარე ელექტრონული შრე, ინერტული გაზების გამოკლებით, დაუმთავრებელია, მაგრამ დამთავრებასთან ახლოა. ამიტომ არალითონთა ატომებმა ელექტრონები უნდა მიიერთონ იმ ელემენტებთან შეერთებისას, რომელთა ატომები ადვილად გასცემენ 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, ძნელღობადი ნივთიერებებია (§ 57).

წყალბადნაერთებში არალითონები წყალბადთან დაკავშირებულია კოვალენტურ-პოლარული ბმებით. ამ ნაერთების კრისტალური მესერი მოლეკულურია, ამიტომ ისინი ჩვეულებრივ პირობებში ან გაზებია (როგორცაა პატენტისწყალბადები), ან აქროლადი სითხეები (როგორცაა წყალი).

ყველაზე უფრო მკვეთრად არალითონური თვისებები პატენტებში ვლინდება. ელემენტების პერიოდულ სისტემაში პატენტები 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 პატენტების 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 პატენტებს შეუძლიათ გამოავლინონ დაჟანგვის დადებითი ხარისხებიც +7-მდე, კერძოდ, თავის ჟანგბადნაერთებში.

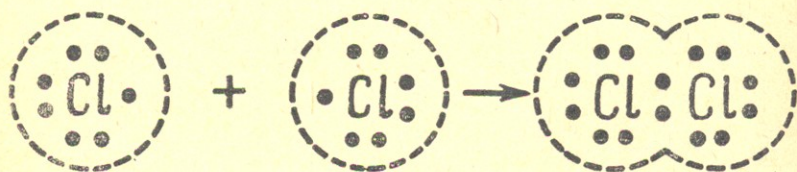
7, რით განსხვავდება ჰალოგენების წყალბადნერთები ტიპობრივი ლითონების ნერთებისაგან: ა) ქიმიური ბმის, ბ) კრისტალური მესრის აღნაგობის, გ) ფიზიკური თვისებების მიხედვით?

ქართული  
ენების ინსტიტუტი

§ 76. ქლორი

ქიმიური ნიშანი — Cl. ფარდობითი ატომური მასა 35,5, ბირთვის მუხტი +17, ქიმიური ფორმულა Cl<sub>2</sub>, მოლური მასა — 71 გ/მოლი.

ქლორის ატომის გარე შრე, ის 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:

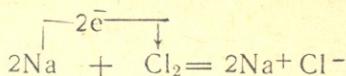
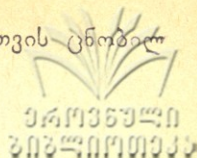


თავისუფალი ქლორის, როგორც მარტივი ნივთიერების, ელექტრონული ფორმულაა :Cl:Cl:, ხოლო გრაფიკული Cl—Cl. მყარი ქლორის კრისტალები აგებულია ისეთი ორატომიანი მოლეკულებისაგან, რომლებიც მოლეკულათშორისი მიზიდვის ძალებით ისე სუსტად კავდება, რომ მათ არსებობა შეუძლიათ მხოლოდ დაბალ ტემპერატურაზე. ჩვეულებრივ პირობებში კი ქლორი აირიდან 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.

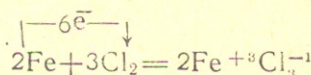
ქლორის ჩასუნთქვა იწვევს სულის ხუთვისა და შეიძლება სიკვდილით დამთავრდეს. ამიტომ მას ფრთხილად უნდა ვუყენოთ.

ქლორისათვის, როგორც ჰალოგენისათვის, დამახასიათებელია წყალბადთან და ლითონებთან შეერთების რეაქციები; აქ ქლორი დამ-

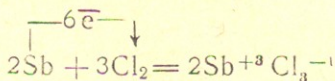
ქანგავია, მაგალითად, ქლორში ნატრიუმის წვის თქვენთვის ცნობილ რეაქციაში:



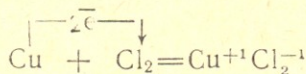
ასევე რეაგირებს ქლორთან სხვა ლითონები. ქლორიან ქილაში ლითონის კოვზზე წინასწარ გაცხელებული რკინის ფხენილის ჩაყრისას რკინის ნაწილაკები გავარდნება, შეუერთდება ქლორს და ქილა აივსება მურა ფერის კვამლით, რომელიც შედგება რეაქციის პროდუქტის — რკინა(III)-ის ქლორიდის  $\text{FeCl}_3$  უწყვილესი ნაწილაკებისაგან:



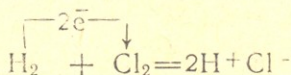
ასეთივე „ცეცხლის წვიმა“ შეიმჩნევა ქლორიან ქილაში სტიბიუმის ფხენილის ჩაყრისას წინასწარი გაცხელების გარეშეც კი (სურ. 76). ამ დროს ქილა სტიბიუმ(III)-ის ქლორიდის  $\text{SbCl}_3$  თეთრი კვამლით აივსება:



წინასწარ გაცხელებული სპილენძის წვრილი მავთულის კონა ქლორში ჩაშვებისას ვარვარდება და იწვის (სურ. 77), კოლბა ივსება მურა ფერის კვამლით, რომელიც სპილენძ(II)-ის ქლორიდის  $\text{CuCl}_2$  ნაწილაკებისაგან წარმოიქმნება:



ქლორი დამკანგავია წყალბადთან შეერთების ჩვენთვის ცნობილ რეაქციაშიც, რომელიც შეიძლება ჩავატაროთ ქლორში წყალბადის დაწვისას (სურ. 78):



ეს რეაქცია შეიძლება სხვანაირადაც წარიმართოს. თუ სქელკედლიან ცილინდრში ქლორსა და წყალბადს შევურევთ, ცილინდრს მუყაოს ნაჭერს დავახურავთ და მის ახლოს მაგნიუმს ცეცხლს მოვუქვიდებთ, გამაყრუებელი აფეთქება მოხდება. კაშკაშა სინათლე გამო-



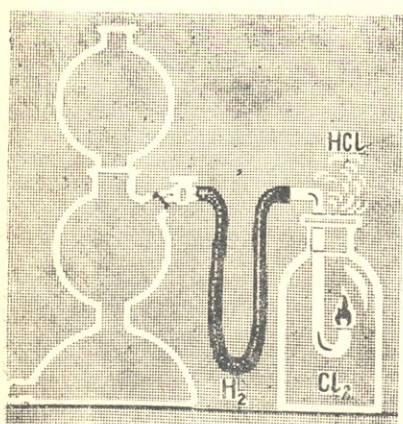
სურ. 76. სტიბიუმის წვა ქლორში.



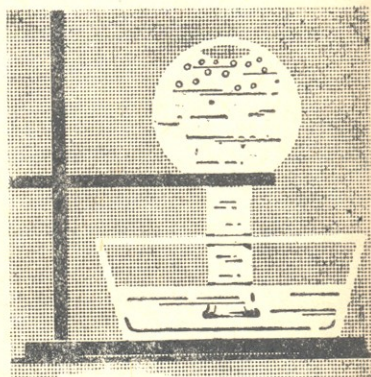
სურ. 77. სპილენძის წვა ქლორში.

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



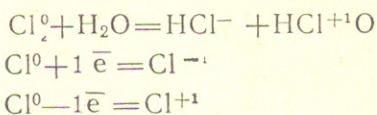
სურ. 78. წყალბადის წვა ქლორში.



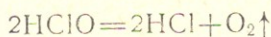
სურ. 79. წყლიდან ჟანგბადის გამოქვივა ქლორით.

$(H+Cl_2=HCl+Cl)$  და ა. შ. ასეთ რეაქციებს ჯაჭვური ეწოდება. ჯაჭვურ რეაქციებს მიეკუთვნება წვის სხვა რეაქციებიც.

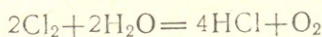
ქლორის, როგორც დამჟანგავის, ქიმიური აქტივობა ვლინდება არა მარტო მისი ლითონებთან და წყალბადთან შეერთების რეაქციებში, არამედ ქლორით სხვა არალითონების ჩანაცვლების რეაქციებშიც, მაგალითად, ჟანგბადისა წყალში. სინათლეზე დავდგათ ქლორიანი წყლით სავსე თასი, რომელშიც ჩაპირქვევებულია ქლორიანი წყლით სავსე კოლბა (სურ. 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 მიიღება ნაერთები (მჟავები), რომლებშიც ქლორის დაჟანგვის ხარისხი უარყოფითიცაა (HCl) და დადებითიც (HClO — ქვექლოროვანი მჟავა). ქვექლოროვანი მჟავა შეტად არამტკიცე ნაერთია. იგი იშლება ჟანგბადის გამოყოფით:

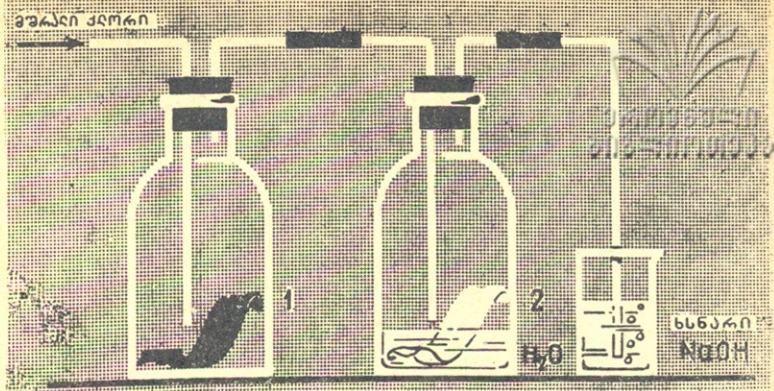


ჯამურად ასე დაიწერება:



ორგანულ საღებავ ნივთიერებათა დიდი ნაწილი ქლორთან ურთიერთმოქმედებისას იშლება და უფერო ნაერთებად გარდაიქმნება. იისფერ 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. მზარდი შეღებულ ქსოვილი არ უფერულდება; 2. სველი ქსოვილი უფერულდება.

მდგრადი ნაერთიდან, როგორცაა წყალი. განსაკუთრებით აქტიურად უერთდება იგი ლითონებსა და წყალბადს.

ლითონებთან და წყალბადთან ნაერთებში ქლორი ამჟღავნებს — დაქანგვის ხარისხს.

- ?
1. ჩამოვალეთ ქლორის ფიზიკური თვისებები: რით განსხვავდება იგი გრეგნული ნიშნებით თქვენთვის ცნობილი აირებისაგან?
  2. სტანდარტულ ბალონებში თავსდება 30 კგ მასის მქონე თხევადი ქლორი. რა მოცულობას დაიკავებს ეს ქლორი ნორმალურ პირობებში?
  3. ჩამოვალეთ ქლორის ქიმიური თვისებები. დაწერეთ რეაქციათა განტოლებები.
  4. რატომაა, რომ ახლად დამზადებულ ქლორიან წყალში ლაკმუსის ხსნარს უფერულდება, ხოლო სინათლეზე ქლორიანი წყლის დიდი ხნით დაყოვნების შემდეგ ლაკმუსი წითლდება?
  5. რატომ არის აუცილებელი ქლორის გულდასმით გამოშრობა, ვიდრე ნივთიერებით ფოლადის ბალონებს ავავსებდეთ?

## § 77. აიროვანი ნივთიერებების მოლური მოცულობა. ავოგადროს კანონი

თხევადი და მყარი ნივთიერებები 1 მოლის რაოდენობით, როგორც 81-ე სურათზე ჩანს, იკავებს შედარებით მცირე და ამასთან სხვადასხვა მოცულობას. თხევადი და მყარი ნივთიერებების აიროვან მდგომარეობაში გადასვლისას მკვეთრად იზრდება მათი მოცულობები.

მყარ და თხევად ნივთიერებებში ნაწილაკები შეხებამდე მიახლოებულია ერთიმეორესთან. თხევად და მყარ ნივთიერებათა მოცულობა ამიტომ დამოკიდებულია უმთავრესად თვით ნაწილაკების ზო-

მეზზე. 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.

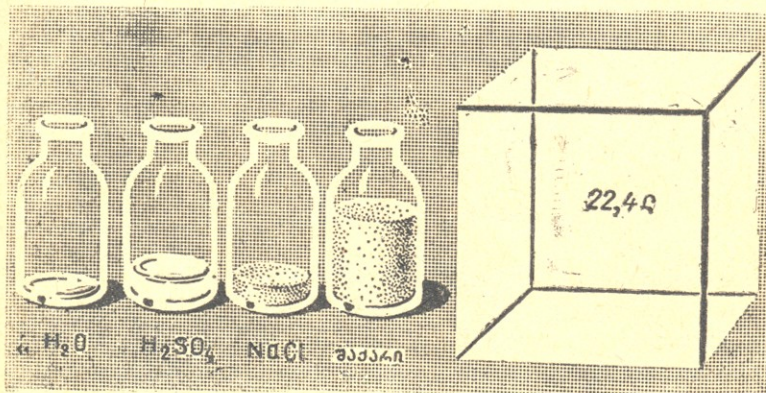
შემდეგ ჩვენ ვისარგებლებთ ე. წ. ნორმალურ პირობებში (ნ. პ.) ე. ი.  $0^{\circ}\text{C}$  ტემპ. და ნორმალურ ატმოსფერულ წნევაზე, რომელიც უდრის 101,325 კპა.

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 მოლურ მოცულობას გამოსახავენ ლიტრებში მოლზე (ლ/მოლი) ან კუბურ მეტრებში მოლზე (მ<sup>3</sup>/მოლი):

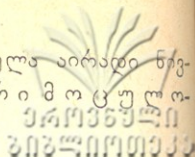
$$V_m = \frac{V}{\nu}$$

სადაც  $V$  — მოცულობაა ლიტრებში,  $\nu$  — ნივთიერების რაოდენობა მოლებში.



სურ. 81. სხვადასხვა ნივთიერების 1 მოლის მოცულობა.

მოლეური მოცულობა ნორმალურ პირობებში ყველა აირადი ნივთიერებისათვის მუდმივი სიდიდეა. აირის მოლეური მოცულობა უდრის 22,4 ლ/მოლს.



2. გამოთქვით ავოგადროს კანონი.
3. რა არის აირის მოლეური მოცულობა? რას უდრის იგი?
4. 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 ადებული აირების მასები — არაერთნაირია. ცხადია, ერთი აირი (ქლორი) იმდენჯერ მძიმე იქნება მეორე (წყალბადზე), რამდენჯერაც პირველის (ქლორის) ფარდობითი მოლეკულური მასა მეტია მეორის (წყალბადის) ფარდობით მოლეკულურ მასაზე, ე. ი. 35,5 ჯერ (71 : 8).

აირების სიმკვრივები ისე შეეფარდებიან ერთმეორეს, როგორც მათი ფარდობითი მოლეკულური მასები:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{M_{r_1}}{M_{r_2}} = D,$$

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,  $D_H$  არის აირის ფარდობითი სიმკვრივე წყალბადის მიმართ,  $D_{აირი}$  — აირის ფარდობითი სიმკვრივე ჰაერის მიმართ.

მაგალითი 1. გაიანგარიშეთ ნახშირბად (IV)-ის ოქსიდის ფარდობითი სიმკვრივე წყალბადის მიმართ.

$$M_r(\text{CO}_2) = 44; \quad M_r(\text{H}_2) = 2;$$

$$D_{\text{H}_2} = \frac{44}{2} = 22.$$

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.

ჰერი აირთა ნარევი, ამიტომ არ შეიძლება ვილაპარაკოთ ჰერის მოლეკულის მასაზე, მაგრამ შეიძლება ვილაპარაკოთ ჰერის საშუალო ფარდობით მოლეკულურ მასაზე: იგი 29 ტოლია. ჰერის მიმართ აირის სიმკვრივე რომ ვიპოვოთ, აირის ფარდობითი მოლეკულური მასა უნდა გავყოთ 29-ზე. მაგალითად,  $M_r(Cl_2) = 71$ , მაშასადამე,

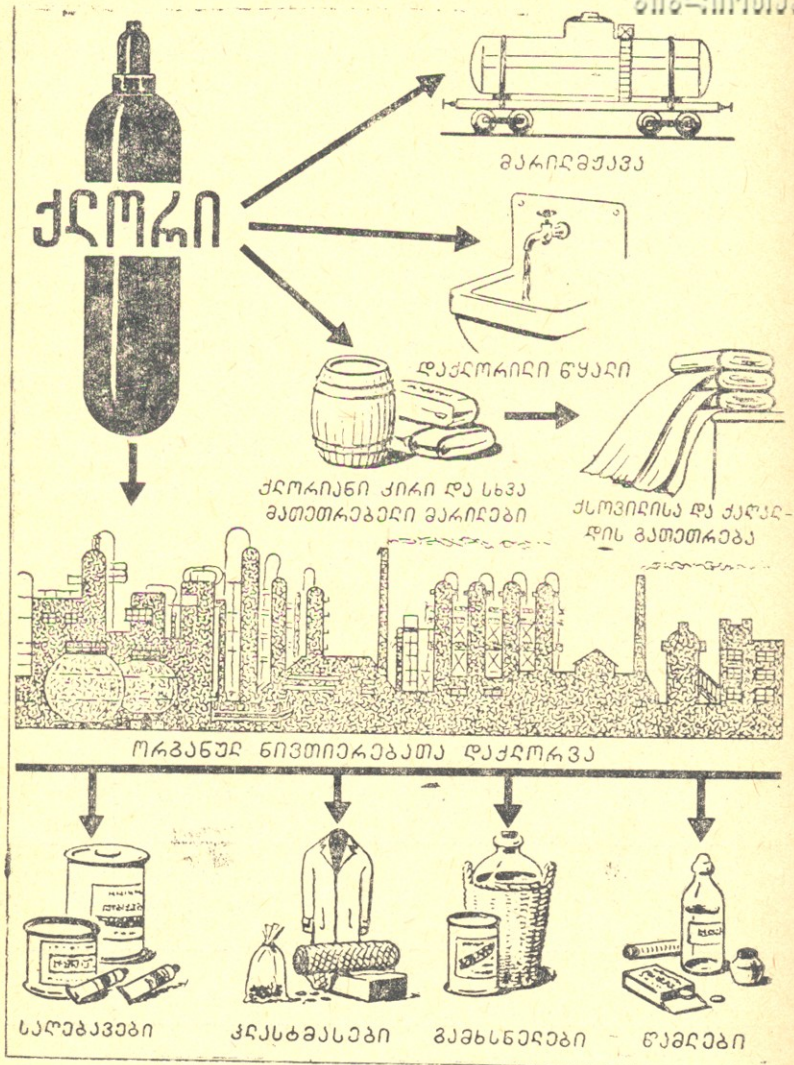
$$D_{ჰერი}(Cl_2) = \frac{71}{29} = 2,45.$$

1. გაიანგარიშეთ ა) გოგირდოვანი აირის  $SO_2$ ; ბ) წყლის ორთქლის ფარდობითი სიმკვრივე წყალბადისა და ჰერის 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) ფორსფორისა. რაკი ვიცით, რომ ფოსფორის ორთქლის  $D_{H_2} = 62$ .
3. ჰერის შემადგენელი ნაწილების მოცულობითი წილებია: აზოტის — 78%, ჟანგბადის — 21%, არგონის — 1%.
- შევესეთ ტაბულა და გაიანგარიშეთ: ა) ნვითერების რაოდენობა, ბ) თითოეული აირის მასა 1 მ<sup>3</sup> მოცულობის მქონე ჰერში (ნ. პ.), დ) ჰერის 1 მ<sup>3</sup> მოცულობა (ნ. პ.).

აირის დასახელება	ფორმულა	ფარდობითი მოლეკულური მასა	მოლეკური მასა	მოცულობითი წილი, %	ნვითერების რაოდენობა, მოლი	მასა, გ
აზოტი	?	?	?	78	?	?
ჟანგბადი	?	?	?	21	?	?
არგონი	?	?	?	1	?	?
სულ	—	—	—	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 ქაღალდის გასათეთრებლად, სხვა მათეთრებელი ნივთიერებების სამრეწველო მიღებისათვის; ქლორის აღმოჩენამდე ეს პროცესი წარმოებდა მზისა და ჰაერის მზისქიშკლებით. გათეთრების პროცესი თევობით გრძელდებოდა და დიდი ფაქტობი იყო საჭირო ტილოს ღია 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 წარმოქმნილ 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.

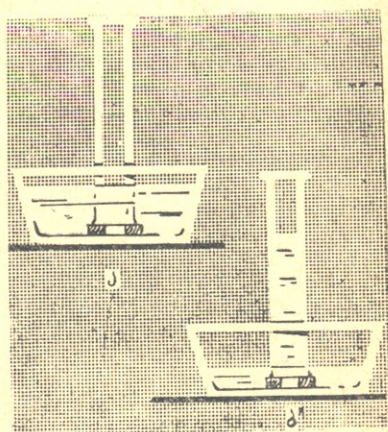
2. დაფუძვით, რომ ატმოსფეროში გამოიყო თავისუფალი ქლორი. რომელ ქიმიურ რეაქციათა შედეგად შეიძლება ქლორის გადაყვანა ნაერთებში?

3. ქლორის რომელი ნაერთია:

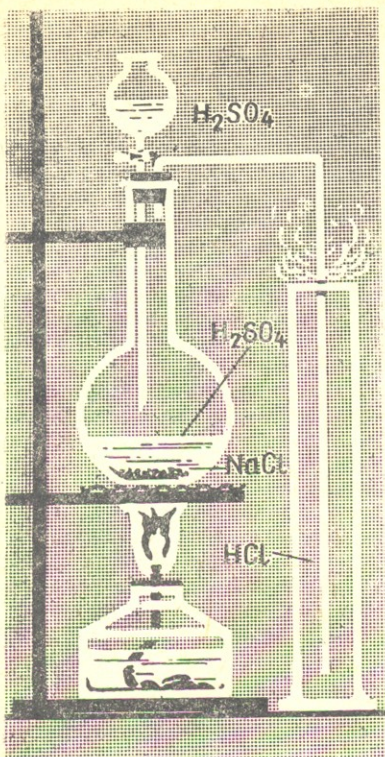
ა) ყველაზე უფრო გავრცელებული ბუნებაში, ბ) ვხვდებით თუ არა მას თითოეულ ოჯახში?

### § 80. ქლორწყალბადი

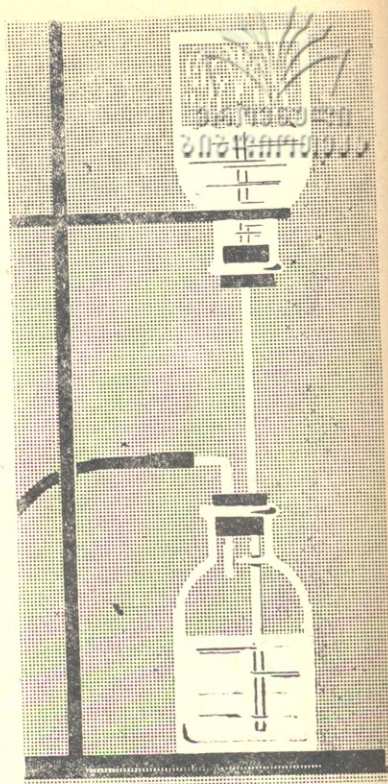
ქლორის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი ხელოვნურად მიღებული ნაერთია წყალბადთან მისი ნაერთი — ქლორწყალბადი  $HCl$ , ის უფერული, მხუთავი აირია. მისი უარდობითი სიმკვრივე ჰაერის მიმართ ერთეულზე ცოტათი მეტია.



სურ. 83. ქლორწყალბადის გახსნა წყალში: ა — ცდის დასაწყისში; ბ — ცდის დაწყებიდან რამდენიმე ხნის შემდეგ.



სურ. 84. ქლორწყალბადის მიღება ლაბორატორიაში.

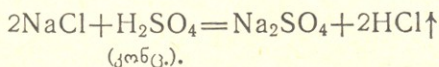


სურ. 85. ქლორწყალბადის ადვილად ხსნადობის მაჩვენებელი ცდა.

ქლორწყალბადით სავსე ცილინდრს დავახუროთ მინის საფარი, ჩავაბირქვაოთ წყალში და მოვაშოროთ საფარი. წყალი სწრაფად აიწევს ცილინდრში და აავსებს 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 აჩრვან ნივთიერებებს: 1 მოცულობა წყალში 500 მოცულობამდე ქლორწყალბადი იხსნება (ოთახის ტემპერატურაზე).

ქიმიურ ლაბორატორიაში ქლორწყალბადს ღებულობენ კონცენტრირებულ გოგირდმჟავასთან ნატრიუმის ქლორიდის გაცხელებით. (სურ. 84):



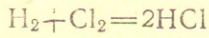
ვინაიდან ქლორწყალბადი ჰაერზე მძიმეა, მისი შეგროვება შეუძლებელია გაზსადენი მილის მშრალ ჭურჭელში ჩაშვებით. ქლორწყალბადი გამოდევნის ჰაერს და ავსებს ცილინდრს, რასაც ცილინდრის თავზე ნისლის წარმოქმნით შევნიშნავთ. ეს ნისლი ქლორწყალბადისაა. ჰაერში არსებული წყლის ორთქლისაგან წარმოქმნილი უმცირესი წვეთებია.

მრეწველობაში ქლორწყალბადს ნაწილობრივ დებულობენ სინთეზით, ე. ი. წყალბადთან ქლორის პირდაპირი შეერთებით.

1. ჩამოთვალეთ ქლორწყალბადის ფიზიკური თვისებები.
2. როგორ დებულობენ ქლორწყალბადს ლაბორატორიაში? დახატეთ ხელსაწყო, დაწერეთ რეაქციის განტოლება.
3. შუშა აავსეს ქლორწყალბადით, დაახურეს მილდატანებული საცობი და ჩააპირქვევს იისფერი ლაკმუსის ხსნარიან ჭურჭელში (სურ. 85). შემდეგ შუშაში მილით შეუშვეს წყლის რამდენიმე წვეთი. აღწერეთ მოსალოდნელი მოვლენები.
- 4.\* როგორი იქნება ზემოთ აღწერილი ცდის შედეგად მიღებული მარილმკვავას კონცენტრაცია (გ/ლ), თუ ცდას ატარებდნენ ნორმალურ პირობებში?

85. აირების მოცულობითი უფარავლადანი ჰიმისური რეაქციების დროს

ქლორთან წყალბადის შეერთების რეაქციის მარტივ მაგალითზე შევისწავლოთ მორეაგირე აირების მოცულობების გაანგარიშება. ამ რეაქციის განტოლება

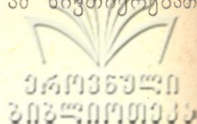


გვიჩვენებს, რომ წყალბადის თითოეული მოლეკულა რეაგირებს ქლორის ერთ მოლეკულასთან და წარმოიქმნება ქლორწყალბადის ორი მოლეკულა. ამ რეაქციის დროს ქლორის რამდენი მოლეკულაც არ უნდა დაიხარჯოს, წყალბადის იმდენივე მოლეკულა დაიხარჯება, ქლორწყალბადის მოლეკულები კი მიიღება ორჯერ მეტი, ვიდრე ქლორის ან წყალბადის მოლეკულები 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  $\nu(H_2) : \nu(Cl_2) : \nu(HCl) = 1 : 1 : 2$  უდრის მათი მოცულობების შეფარდებას  $V(H_2) : V(Cl_2) : V(HCl) = 1 : 1 : 2$ .

ამრიგად, თუ რეაქციაში მონაწილეობს ან რეაქციის შედეგად მიიღება აიროვანი ნივთიერებები, რეაქციის განტოლებით შეიძლება

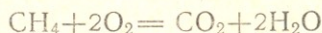
დავადგინოთ მათი მოცულობითი შეფარდებები. მორეაგირე და მიღებული აირების მოცემულობები პროპორციულია ამ ნივთიერებათა რაოდენობებისა:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{v_1}{v_2},$$



სადაც  $V_1$  და  $V_2$  რიცხობრივად ტოლია კოეფიციენტებისა რეაქციის განტოლებაში. ამიტომ მორეაგირე აიროვან ნივთიერებათა მოცულობით შეფარდებებს გამოსახავენ კოეფიციენტების შეფარდებით ფორმულების წინ რეაქციის განტოლებაში.

მაგალითად, აირ მეთანის წვის რეაქციის განტოლება

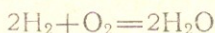


გვიჩვენებს, რომ 1 მოცულობა მეთანზე (1 ლ) იხარჯება 2 მოცულობა ჟანგბადი (2 ლ) და მიიღება 1 მოცულობა (1 ლ) ნახშირორჟანგი. მიღებული წყლის მოცულობას (გათხევადების შემდეგ) ამ ხერხით ვერ განვსაზღვრავთ, ვინაიდან წყალი აირი არ არის და მასზე ავოგადროს კანონი არ ვრცელდება.

ნათქვამის საფუძველზე შეიძლება ვაწარმოოთ ზოგიერთი გაანგარიშება რეაქციის განტოლებების მიხედვით, თუ გავითვალისწინებთ ფორმულების წინ მდგომ კოეფიციენტებს.

**მაგალითი.** რა მოცულობით ჟანგბადი დაიხარჯება 10 მ<sup>3</sup> წყალბადის დაწვისას?

$$10\text{მ}^3 \times \text{მ}^3$$



რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რომ ჟანგბადი და წყალბადი შეერთდებიან მოცულობითი ფარდობით 2:1. მაშასადამე,

$$2 : 1 = 10 \text{ მ}^3 : x \text{ მ}^3$$

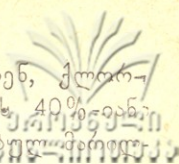
$$x = 5 \text{ მ}^3$$

(პასუხი: 10 მ<sup>3</sup> წყალბადის დაწვისას იხარჯება 5 მ<sup>3</sup> 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?

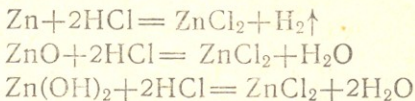
3\*. 1 ლ აირადი დიციანის დაწვისას იხარჯება 2 ლ ჟანგბადი და მიიღება 1 ლ აზოტი და 2 ლ ნახშირბად(IV)-ის ოქსიდი. იპოვეთ დიციანის ფორმულა.



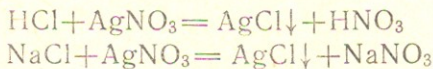
ქლორწყალბადის წყალხნარს მარილმჟავას უწოდებენ, ქლორწყალბადის წყლის გაჯერებისას მიიღება მარილმჟავას 40%-იანი ხნარი (HCl-ის მასური წილი 40%-მდე). კონცენტრირებული მარილმჟავას მძაფრი სუნი აქვს და ჰაერზე „ბოლავს“.

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 მჟავებში. 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.

- 2
1. ჩამოთვალეთ მარილმჟავას თვისებები.
  2. რატომ „ბოლავს“ კონცენტრირებული მარილმჟავა ჰაერზე?
  3. რომელი ცდებით შეიძლება დაეამტკიცოთ, რომ მარილმჟავას შედგენილობაში შედის: ა) წყალბადი; ბ) ქლორი? დაწერეთ რეაქციათა განტოლებები.

4. როგორ გამოვიცნოთ, საში სინჯარიდან რომელშია: ა) კალიუმის ქლორიდი, ბ) ქლორი, გ) ვერცხლის ნიტრატის ხსნარი?  
 5\*. რომელი მარილი ავრცელებს სინათლეზე ქლორის სუნს და იცვლის შეფერილობას, ხოლო ქლორიანი წყლით დასველებისას კვლავ შეფერილება? დაწერეთ რეაქციათა განტოლებები და განიხილეთ ისინი ქლორის თვისებების თვალსაზრისით.

§ 83. მარილმჟავას გამოყენება სახალხო მეურნეობაში

მარილმჟავას ფართო გამოყენება აქვს სახალხო მეურნეობაში და ქიმიის შესწავლისას ჩვენ სშირად შევხვდებით მას.

მარილმჟავა დიდი რაოდენობით იხარჯება ფოლადის ამოსაჭმელად. 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 ამოჭმა). მაგრამ ამოჭმას ის ნაკლი აქვს, რომ მჟავა არა მარტო რკინის ოქსიდზე მოქმედებს, არამედ თვით ლითონზეც. ეს რომ თავიდან აიცილონ, მჟავას მცირე დაოდენობით 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 მარილმჟავათი ამოჭმისას? დაწერეთ მათი განტოლებები.

§ 84. ფთორი, ბრომი და იოდი

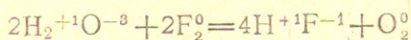
ჰალოგენების ქვეჯგუფში, გარდა ქლორისა, შედის ფთორი, ბრომი და იოდი (მე-11 ტაბულა). მათი მოლეკულებიც ორატომიანია, ხოლო კრისტალური მესერი — მოლეკულური. მესერში მოლეკულების შემაკავებელი მოლეკულათშორისი ძალები ჰალოგენების რიგობრივი ნომრის ზრდის მიხედვით მატულობს, ამიტომ ჰალოგენების აქროლადობა მცირდება; ჩვეულებრივ პირობებში ფთორი, ისევე როგორც ქლორი, აირია, ბრომი — აქროლადი მურა წითელი ფერის სითხე,



იოდი კი — რუხი მყარი ნივთიერება. ოდნავი გაცხელების დროსაც კი იოდი გალღობის გარეშე იისფერ ორთქლად გარდაიქმნება. აქედანაა მისი სახელწოდებაც „იოდი“, რაც ბერძნული სიტყვაა და ნიშნავს „იისფერს“. ჭურჭლის ცივ კედლებზე, რომელშიც იოდი ცხილდება, მისი ორთქლი კვლავ კრისტალების სახით დაილექება. გაცხელებისას ნივთიერების მყარი მდგომარეობიდან გათხვევადების 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 გამოიცინობენ: 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).

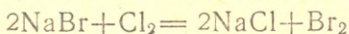
ფთორი არალითონთა შორის ქიმიურად ყველაზე აქტიურია. იგი რეაგირებს თითქმის ყველა მარტივ და რთულ ნივთიერებასთან, ინერტული აირების — კრიპტონის, ქსენონის ჩათვლით. მასში წყალიც კი იწვის ცხელი ალით; რეაქცია მდგომარეობს წყალში ფთორით ჟანგბადის ჩანაცვლებაში:



ეს ამტკიცებს, რომ ფთორი უფრო აქტიური არალითონია, ვიდრე ჟანგბადი.

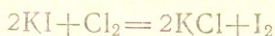
რიგობრივი ნომრის ზრდის მიხედვით ფთორის (№ 9) შემდეგ ქლორია (№ 17), ქლორის მომდევნოა ბრომი (№ 35), ბრომის მომდევნო — იოდი (№ 53). მაღალი ქიმიური აქტივობა ჰალოგენების საერთო ქიმიური თვისებაა. ჰალოგენების არაერთნაირი აქტივობა — ეს არის მათი განმასხვავებელი თვისება. ეს ყველაზე თვალსაჩინოდ ვლინდება რეაქციაში 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:



კალიუმის იოდიდის ხსნარს დავასხათ ქლორიანი წყალი. ხსნარი

მაშინვე მურა ფერს მიიღებს. ეს შეფერვა რომ იოდის მოლეკულებს ეკუთვნის, ამაში ადვილად დავრწმუნდებით სახამებლის ექსპერიმენტით: მურა შეფერვა მუქ ლურჯად შეიცვლება. კალიუმის იოდისა და ში ქლორმა ჩაანაცვლა იოდი, და იოდი თავისუფალი სახით გამოიყო:



კალიუმის იოდის ხსნარს დავასხათ ბრომიანი წყალი. ეს ხსნარიც მურა ფერს მიიღებს. მაგრამ ეს შეფერვა შეიძლება ეკუთვნოდეს როგორც ბრომის, ისე იოდის მოლეკულებს. დავამატოთ სახამებლის ხსნარი. იგი ლურჯად შეიფერება. მაშასადამე, ხსნარში იოდის მოლეკულები წარმოიშვა (არც კალიუმის იოდიდი და არც ბრომი სახამებელთან შეფერვას არ იძლევა). კალიუმის იოდიდში იოდი ბრომმა ჩაანაცვლა, და იოდი თავისუფალი სახით გამოიყო:



ასეთი ცდები გვიჩვენებს, რომ

ფთორი (№ 9) წყალბადისა და ლითონთა ნაერთებიდან აძევებს ყველა დანარჩენ ჰალოგენს:

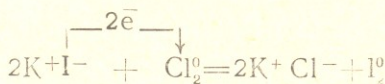
ქლორი (№ 17) აძევებს ბრომსა და იოდს;

ბრომი (№ 35) აძევებს მხოლოდ იოდს;

იოდი (№ 53) წინა ჰალოგენებიდან ვერცერთს ვერ აძევებს.

ჰალოგენების ერთიმეორის ჩანაცვლების რიგი შევუფარდოთ მათ მდებარეობას ელემენტების პერიოდულ სისტემაში, მცირე რიგობრივი ნომრის მქონე ჰალოგენები აძევებენ ნებისმიერ უფრო დიდი რიგობრივი ნომრის მქონე ჰალოგენს, და არა პირიქით.

აღწერილი ჩანაცვლების რეაქციებიდან რომელიმე გავარჩიოთ ელექტრონული თეორიის თვალსაზრისით, მაგალითად, კალიუმის იოდიდში ქლორით იოდის ჩანაცვლება. საწყის ნივთიერებებში იოდი უარყოფითად დამუხტული იონების სახითაა (კალიუმის იოდიდში), ქლორი კი — ელექტრონეიტრალური ატომების სახით (ქლორის მოლეკულებში), ხოლო რეაქციის პროდუქტებში, პირიქით: ქლორი უარყოფითად დამუხტული იონების სახით, იოდი კი — ატომების სახით:



რეაქცია მდგომარეობს იოდის იონებიდან ქლორის ატომებისაკენ ელექტრონების გადანაცვლებაში. იოდის იონები ელექტრონებს კარგავენ, ე. ი. იჟანგებიან და ელექტრონეიტრალურ ატომებად გარდაიქმნებიან: იოდის ნეიტრალური ატომები წყვილ-წყვილად ერთდებიან

თავისუფალი იოდის ზოლეკულებად. ქლორის ატომები ელექტრონებს იერთებენ, ე. ი. აღდგებიან და უარყოფითად დამუხტულ ქლორის იონებად გარდაიქმნებიან.

ქლორის  
ეკონომიკური  
ნივთიერება

მაშინ, როცა თავისუფალი ფთორი განსაკუთრებულად მისი ნაერთები, პირიქით, ჩვეულებრივ ქიმიური ინერტულობით გამოირჩევა. მკვებების, ტუტეების, დამყანგავებისა და სხვა ქიმიური რეაქტივების მოქმედებისადმი ყველაზე მდგრადი მასალა აღმოჩნდა პლასტმასა — ფთორპლასტი — ნახშირბადთან ფთორის ნაერთების ნარევი. ბრომი შეუცვლელია ფოტოფირის წარმოებაში. ფოტოგრაფირება ემყარება სინათლის მოქმედებით ვერცხლის ბრომიდის დაშლას, გამომჟღავნებულ ფოტოფირზე შავი გამოსახულება წარმოქმნილია გამოყოფილი ლითონური ვერცხლის უწყვრილესი ნაწილაკებით. ნატრიუმის ბრომიდს, რასაც ყოფა-ცხოვრებაში შეცდომით „ბრომს“ უწოდებენ, ექიმის რეცეპტით იყენებენ ნერვულა სისტემის დამამშვიდებელ საშუალებად.

ფთორი და იოდი არის ჩვენს ორგანიზმში: ფთორი — კბილებში, იოდი კი ორგანული ნაერთების სახით ფარისებრ ჯირკვლებში გროვდება. ორივე ამ ჰალოგენს ჩვენი ორგანიზმი საჭმელთან, სასმელწყალთან ერთად მარილების სახით ღებულობს მეტად მცირე რაოდენობით. მაგრამ ჩვენი ორგანიზმიც ძალიან მცირედ საჭიროებს ფთორისა და იოდის მარაგის განახლებას.

ზოგ ადგილას სასმელ წყალში ფთორის ნაერთები თითქმის არ არის. ამას შეიძლება მოჰყვეს კბილების დაავადება, რომელსაც ექიმები ფთორის ნაერთებზე მკურნალობენ. კბილების დაავადებას იწვევს 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 მოსახლეობას აწვდიან იოდირებულ საჭმელ მარილს, ე. ი. მასში ამატებენ იოდიდებს.



1. როგორ იტვლება ჰალოგენების როგორც დამყანგავების აქტივობა რიგობრივი ნომრის ზრდის მიხედვით, რაში ვლინდება იგი?
2. ჰალოგენებიდან რომლები რეაგირებს: ა) კალიუმის ქლორიდთან. ბ) კალციუმის ბრომიდთან, გ) ნატრიუმის იოდიდთან? დაწერეთ რეაქციათა განტოლებები. რა იყანგება თითოეულ მათგანში და რა აღდგება?

3. რომელი რეაქციების დახმარებით შეიძლება გავარჩიოთ: ა) ნატრიუმის ქლორიდის, ბ) ნატრიუმის ბრომიდის, დ) კალიუმის იოდიდის ხსნარები?

1. ჩაასხით სინჯარაში იოდის (იოდის ნაყენის) რამდენიმე წვეთს და შეათბეთ. აკვარელის საღებავით დახატეთ იოდის ნაყენიდან გამოყოფილი ორთქლის ფერი. დააკვირდით იოდის კრისტალების აქროლებას.

2. იოდის ნაყენის რამდენიმე წვეთს დაუმატეთ ცოტა წყალი და მიღებული ხსნარით განსაზღვრეთ სახამებლის არსებობა სხვადასხვა კვების პროდუქტში. ამისათვის ხსნარი დააწვეთეთ კარტოფილისა და სტაფილოს ჭრილზე, ფქვილზე, თეთრი ან შავი პურის ნაჭერზე, ჩენჩოგაცილი ბარდის მარცვალზე, დღის სინათლეზე მოწყვეტილ მწვანე ფოთოლზე და სხვ. კვლევის შედეგი ჩაიწერეთ.

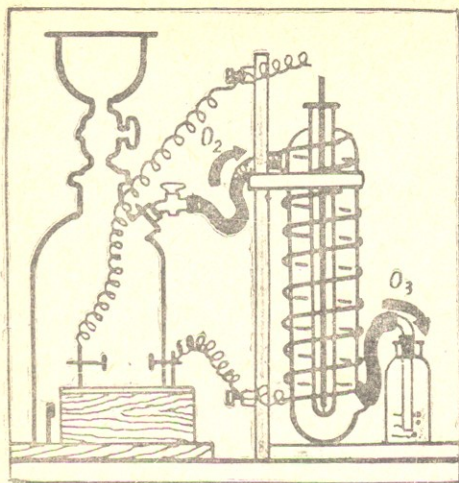
ჰალოგენები ქმნიან VII ჯგუფის მთავარ ქვეჯგუფს. ცხადია, რომ ყველაზე მეტად ქიმიური თვისებების მიხედვით ჰალოგენებს უნდა უახლოვდებოდნენ არალითონები, რომლებიც ქმნიან VI ჯგუფის მთავარ ქვეჯგუფს. არალითონების ეს ქვეჯგუფი ქანგბადით იწყება.

ქანგბადის ქვეჯგუფის ელემენტების ატომები გარე შრეზე შეიცავენ 6 ელექტრონს: 2 შეწყვილებულ s-ელექტრონს და 4 p-ელექტრონს, ამათგან 2 შეწყვილებულია და 2 შეუწყვილებელი. p-ელექტრონების ელექტრონული ღრუბლების ღერძები ურთიერთპერპენდიკულარულია, ამიტომ მათ მიერ წარმოქმნილი კოვალენტური ბმებიც განლაგებულია  $90^\circ$  მახლობელი კუთხით. შრის შეგვებამდე აკლია ორი ელექტრონი. ასეთი ატომები ლითონებსა და წყალბადს უნდა უფროდებოდეს და დაქანგვის უარყოფით ხარისხს იჩენდეს. ტიპურ ლითონებთან მათ ნაერთებს უნდა ჰქონდეს იონური კრისტალური მესერი და მყარი ძნელდნობადი ნივთიერებები იყოს, ხოლო  $H_2$  ტიპის წყალბადთან ნაერთებს, ჰალოგენწყალბადების მსგავსად, მოლეკულური მესერი უნდა ჰქონდეს და აქროლადი ნივთიერებები უნდა იყოს.

ვინაიდან ქვეჯგუფი იწყება ქანგბადით, რომელიც ყველაზე ელექტროუარყოფითია განსახილველი არალითონებიდან, მასთან ნაერთებში სხვა არალითონები უნდა ავლენდნენ ელექტროდადებით ქანგვის ხარისხს  $+6$ -ის ჩათვლით და წარმოქმნიდნენ  $EO_3$  შედგენილობის ოქსიდებს.

#### § 86. ქანგბადი და ოზონი, ალოტროპია

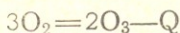
VII კლასში თქვენ დაწვრილებით შეისწავლეთ ქანგბადის ფიზიკური და ქიმიური თვისებები. როგორც ცნობილია, ქანგბადის მოლეკულები წარმოიქმნება ორი ატომისაგან შეკავშირებული არაპოლარული კოვალენტური ბმით. ის წარმოქმნილია ორი საზიარო ელექტრონული წყვილის მეშვეობით.



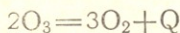
სურ. 86. ოზონატორი (სქემა).

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:

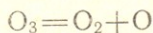


ოზონი ჩვეულებრივ პირობებში აირია. იგი ატმოსფეროში არ გროვდება იმიტომ, რომ ეს ნივთიერება უმდგრადია და ჟანგბადად საკმაოდ სწრაფად გარდაიქმნება:

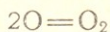


ჩვეულებრივი ჟანგბადისაგან ოზონი თვისებების მიხედვით განსხვავდება. ის 1,5-ჯერ მძიმეა ჟანგბადზე, წყალში უკეთ იხსნება. ოზონს გაცილებით მეტი ქიმიური აქტივობა ახასიათებს. მაგალითად, ვერცხლს ჟანგბადი გახურების დროსაც არ უერთდება, ხოლო ოზონი ოთახის ტემპერატურაზე ჟანგავს ვერცხლს და ვერცხლის ოქსიდს წარმოქმნის.

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 აქტიურობა 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.

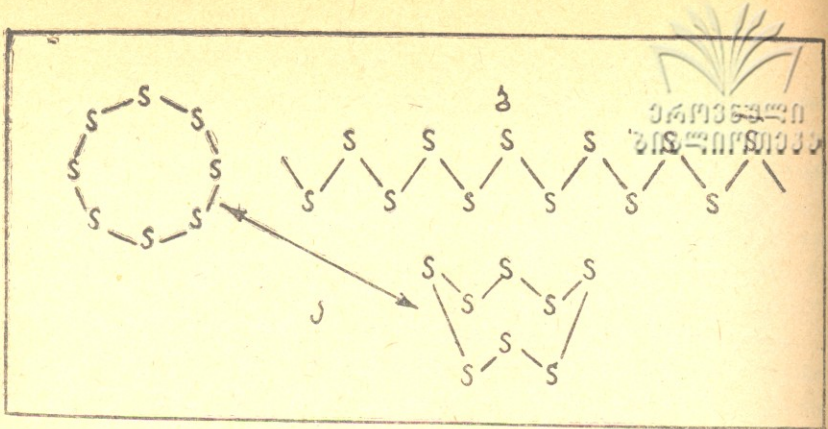
2. ბუნებაში რა უფრო მეტი არსებობს: ქიმიური ელემენტები თუ მარტივი ნივთიერებები? რატომ?
3. თქვენთვის ცნობილი რა განსხვავებაა ჟანგბადისა და ოზონის თვისებებში? რით არის ისინი გაპირობებული? რატომ აუფერულებს ოზონი ზოგიერთ საღებავს (მაგალითად, ფუქსინს), ხოლო ჟანგბადი არ აუფერულებს?
4. ცნობილია თუ არა თქვენთვის რეაქციები, რომლების დროს: ა) ერთი ქიმიური ელემენტი გარდაიქმნება მეორე ელემენტად, ბ) ერთი მარტივი ნივთიერება გარდაიქმნება მეორე ნივთიერებად.

## § 86. პოპირდი.

ქიმიური ნიშანი — S. ფარდობითი ატომური მასა  $\approx 32$ .  
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.

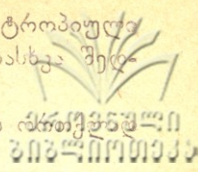
თავისუფალი გოგირდი ბუნებაში გვხვდება ოქროსფერ-ყვითელი გამჭვირვალე კრისტალების სახით.

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 ღძვება 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 სახელცვლილებას პლასტიკური გოგირდი ეწოდება. პლასტიკური გოგირდის მოლეკულები გოგირდის ატომების ძალიან გრძელი ძეწკვებია. გაუჭიმავ პლასტიკურ გოგირდში ეს მოლეკულა-ძეწკვები უწყესრიგოდაა გადახლართული, გაჭიმვისას სწორდება და ერთმანეთისადმი პარალელურად ლავდება გამჭიმავი ძალების მიმართულებით, ხოლო მოშვებისას ისევ დაიგრაგნება როგორც დახლართული ზამბარების გორგალი გაჭიმვისა და მოშვების დროს.



კრისტალური გოგირდი და პლასტიკური გოგირდი ალოტროპიული სხეულებებია, რომლებსაც აქვს მოლეკულების სხვადასხვა შედგენილობა, აღნაგობა და სხვადასხვა თვისება.

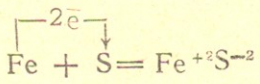
ძლიერი გაცხელებისას გოგირდი დუღს და მურა ფერის გარდაიქმნება.



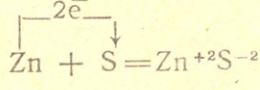
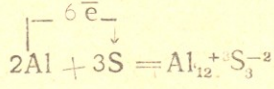
გოგირდი წყალში არ იხსნება და არც სველდება. თუ წყალში ცოტაოდენ გოგირდის ფხვნილს ჩავეყრით, გოგირდის ნაწილაკები წყალში არ ჩაიძირება, არამედ მის ზედაპირზე დარჩება—მასზე ყვითელ აფსკს წარმოქმნის. წყლით დაუსველებელი ნივთიერებების უმცირესი ნაწილაკების ასეთ ამოტივტივებას ფლოტაცია ეწოდება (იგივე ფუძე აქვს სიტყვა „ფლოტს“).

თავისუფალი გოგირდის მსგავსად წყლით არ სველდება გოგირდის მრავალი ბუნებრივი ნაერთი ლითონებთან, მინარევი 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 შევსწავლოთ მისი რეაქციები ლითონებთან. ჩვენთვის უკვე ცნობილია, რომ გოგირდისა და რკინის ფხვნილების ნარევი ერთ ადგილზე გახურების შემდეგ თავისთავად გავარგარდება მიმდინარე ეგზოთერმული რეაქციის შედეგად, და მიიღება რკინის სულფიდი:

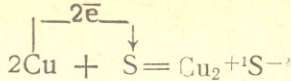


გოგირდისა და ალუმინის ან გოგირდისა და თუთიის ფხვნილების ნარევი ანთების დროს მყისვე რეაგირებს დამაბრმავებელი ფეთქებით. თეთრი ფხვნილის სახით წარმოიქმნება ალუმინის სულფიდი ან თუთიის სულფიდი:



ამასთან რეაქციის პროდუქტის ნაწილი უწყვირლესი ნაწილაკების სახით ამოისროლება ჰაერში და თეთრ ღრუბელს წარმოქმნის.

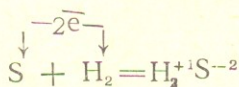
სპილენძის წვრილი მავთულების კონა იწვის გოგირდის ორთქლში (სურ. 88) შავი სპილენძი(I)-ის სულფიდის წარმოქმნით:



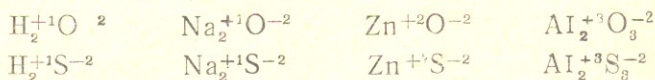
ზოგიერთ ლითონთან გოგირდი ურთიერთქმედებს ტემპერატურის დროსაც კი. მაგალითად, როდინში თხევადი ვერცხლისწყლისა და გოგირდის ფხვნილის გასრესის დროს მიიღება ვერცხლისწყლის სულფიდი HgS.

გოგირდის ნაერთებს, რომლებშიც იგი ელექტროუარყოფითია, სულფიდები ეწოდება.

გოგირდი ურთიერთქმედებს აგრეთვე წყალბადთან. მდუღარე თხევადგოგირდიან სინჯარაში წყალბადის გატარებისას (სურ. 89) გაზგამყვანი მილის ბოლოსთან შეიგრძნობა ლაყე კვერცხის სუნი. ეს არის წყალბადისა და გოგირდის აიროვანი ნაერთის — გოგირდწყალბადის სუნი\*. რეაქციის განტოლება:



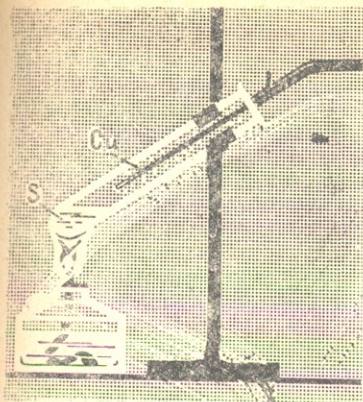
გოგირდს, ისევე როგორც ქანგბადს, წყალბადსა და ლითონებთან ნაერთებში აქვს ქანგვის ხარისხი — 2. ამიტომ გოგირდწყალბადი შედგენილობის მიხედვით წყლის მსგავსია, ხოლო სულფიდები — ლითონთა ოქსიდების მსგავსი:



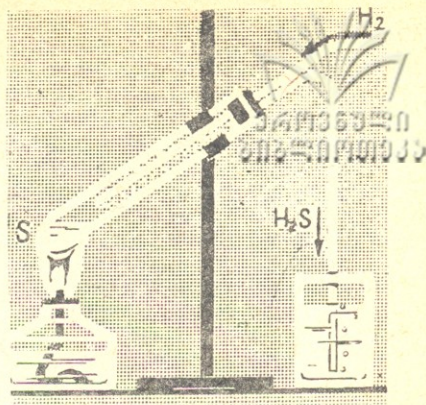
ახლა განვიხილოთ ქანგბადთან გოგირდის შეერთების რეაქციები. ქანგბადის მიმართ გოგირდი გამოდის როგორც აღმდგენი. ქანგბადთან მისი ბმა პოლარულია, მათში გოგირდი ქანგვის დადებით, ხოლო ქანგბადი — უარყოფით ხარისხს ავლენს. ამ ბმების წარმოქმნაში გოგირდის ატომის 6 სავალენტო ელექტრონიდან მონაწილეობის მიღება შეუძლია 4 ან ექვსივეს. პირველ შემთხვევაში წარმოიქმნება ოქსიდი SO<sub>2</sub>, მეორე შემთხვევაში — SO<sub>3</sub>.

გოგირდი ქანგბადს ადვილად უერთდება, პაერზე გოგირდი იწვის ცისფერი, ხოლო ქანგბადში — კაშკაშა ლურჯი ალით, ამასთანავე

\* ფრთხილად, საწამლავია! (მთარგმნ.).

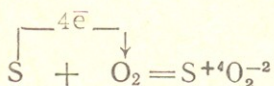


სურ. 88. სპილენძის წვა გოგირდის ორთქლში;



სურ. 89. გოგირდწყალბადის სინთეზი.

ჩნდება გოგირდოვანი აირის — გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის  $SO_2$  დამახასიათებელი მკვეთრი სუნით:



1. ჩამოთვალეთ გოგირდის: ა) ფიზიკური და ბ) ქიმიური თვისებები.
2. როგორი სამი ხერხით შეიძლება დავაშოროთ თვითნაბადი გოგირდი ფუქი ქანის მინარევეს, მაგალითად ქვიშას?
3. დაწერეთ გოგირდის რეაქციების განტოლებები: ა) ნატრიუმთან, ბ) მაგნიუმთან, დასახელებთ რეაქციის პროდუქტები.

### § 87. გოგირდის გამოყენება. გოგირდი ბუნებაში

სოფლის მეურნეობაში დაფქვილ გოგირდს იყენებენ მცენარეთა მავნებლების წინააღმდეგ საბრძოლველად: მას შეაფრქვევენ ბამბისა და ვაზის ფოთლებზე. გოგირდთან კაუჩუკის უშუალო გახურებით მიიღება რეზინი, რომლისგანაც ამზადებენ საბურავებს, კალოშებს. რეზინის მიღებასა 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 დენთის შედგენილობაში.

ყველაზე მეტი გოგირდი იხარჯება გოგირდმჟავას მიღებაზე.

ქანბადის მსგავსად გოგირდი ბუნებაში გვხვდება როგორც მარტივი ნივთიერების, ისე ნაერთების სახით. თავისუფალი გოგირდის

ბუნებები სსრ კავშირში გვხვდება დასავლეთ უკრაინაში, ცოლგის-პირეთსა და შუა აზიაში.

მიწის წიაკი გაცილებით მდიდარია გოგირდის ნაერთებით. მათ მიეკუთვნება სხვადასხვა ლითონთან გოგირდის ნაერთებიც. მათგან მადანი, ანუ პირიტი  $\text{FeS}_2$ , თუთიის კრიალა  $\text{ZnS}$  და სხვა. გოგირდი ბუნებაში გვხვდება აგრეთვე გოგირდმჟავას მარილების სახით, უმთავრესად თაბაშირის  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  და ნატრიუმის სულფატის  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  სახით. პირიტის ჩანარების სახით გოგირდს ჩვეულებრივ შეიცავს ქვანახშირი. გოგირდი მიეკუთვნება იმ ელემენტებს, ურთმლისოდაც სიცოცხლე შეუძლებელია, ვინაიდან გოგირდი შედის ცილების შედგენილობაში. გოგირდის ნაერთებზე მცენარეთა მოთხოვნილებანი ჩვეულებრივ უზრუნველყოფილია ნიადაგში ამ ნაერთების მარაგით.

2. ჩამოთვალეთ პრაქტიკულად რაში იყენებენ გოგირდს.
- ▲ 2. რა ფორმით გვხვდება გოგირდი ბუნებაში? ისარგებლეთ მეორე ფორმაზე მოცემული სურათით და აღწერეთ გოგირდის მიმოქცევა ბუნებაში.

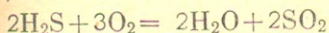
### § 88. გოგირდწყალბადი

როგორც ყველა არალითონი, გოგირდი წყალბადთან ქმნის აქროლად ნაერთს — გოგირდწყალბადს  $\text{H}_2\text{S}$ . გოგირდწყალბადის ელექტრონული ფორმულაა  $\text{H} : \text{S} : \text{H}$ , გრაფიკული ფორმულა კი  $\text{H}-\text{S}-\text{H}$ . ისევე როგორც გოგირდის ოქსიდებში, წყალბადთან გოგირდის ბმა ხორციელდება შემაკავშირებელი ელექტრონული წყვილების ხარჯზე, ე. ი. კოვალენტურია. მაგრამ გოგირდის ოქსიდებში ეს წყვილები გოგირდის ატომებიდან გადაწეულია ქანგბადის ატომებისაკენ, ხოლო გოგირდწყალბადში — წყალბადის ატომებიდან გოგირდის ატომებისაკენ, ე. ი. გოგირდი ამჟღავნებს ქანგვის უარყოფით ხარისხს — 2.

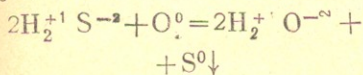
**ფიზიკური თვისებები.** გოგირდწყალბადი უფერო აირია, რომელსაც ლაყე კვერცხის სუნი აქვს, უფრო სწორი იქნებოდა გვეთქვა, რომ ლაყე კვერცხს აქვს გოგირდწყალბადის სუნი, ვინაიდან იგი ყოველთვის წარმოიქმნება ცილების ღებობის დროს და არასასიამოვნო სუნის მიზეზია.

გოგირდწყალბადის სუნი — ეს თითქოს საშიშროების ნიშანია. გოგირდწყალბადი მომწამლავია. ის შლის სისხლის ჰემოგლობინს, მისგან გამოაქვს 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):

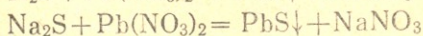
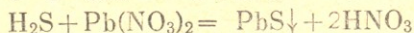


ცივ საგანს უშუალოდ გოგირდწყალბადის ალში თუ შევიტანთ, მაშინ ალის გაცივების შედეგად ხდება გოგირდწყალბადის არასრული წვა და საგანზე გოგირდი დაილექება ყვითელი ლაქების სახით:

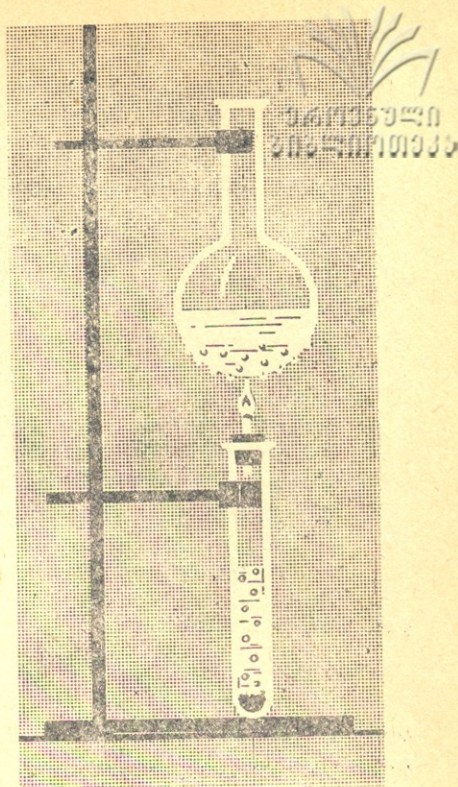


ეს რეაქცია გვიჩვენებს, რომ ჟანგბადს შეუძლია გოგირდწყალბადისაგან გოგირდის გამოძევება, ე. ი. ჟანგბადი უფრო აქტიურია, ვიდრე გოგირდი. გოგირდი აღმდგენია.

გოგირდწყალბადი წყალში ხსნადია, და მისი ხსნარი — გოგირდწყალბადიანი წყალი — ლაკმუსს აწითლებს. გოგირდწყალბადის ხსნარი მჟავაა. გოგირდწყალბადის მჟავას მარილებს სულფიდები ეწოდება. მათ რიცხვს მიეკუთვნება ჩვენთვის ცნობილი რკინის სულფიდი  $\text{FeS}$ . გოგირდწყალბადის ან რომელიმე სულფიდის ხსნარზე ტყვიის რომელიმე მარილის ხსნარის დასხმისას გამოიყოფა ტყვიის სულფიდის შავი ნალექი:

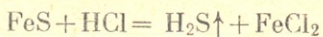


ამიტომ ტყვიის მარილი გოგირდწყალბადმჟავასა და მისი ხსნადი მარილების რეაქტივია. გოგირდწყალბადის აღმოსაჩენად შეიძლება გამოვიყენოთ ტყვიის მარილის ხსნარით გაჟღენთილი ქაღალდი. ქაღალდის გაშავება გვიჩვენებს ჰაერში (ან ხსნარში) გოგირდწყალბადის ან მისი ხსნადი მარილის არსებობას.



სურ. 90. გოგირდწყალბადის წვა წყლის წარმოქმნით.

ლაბორატორიაში გოგირდწყალბადს ჩვეულებრივ დებულადაა რკინის სულფიდზე განზავებული მარილმჟავას მოქმედებით:



გოგირდწყალი  
ნივლიანობა

რკინა(II)-ის ქლორიდი ხსნარში რჩება, 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\*.

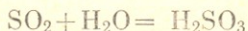
- ?
1. აღწერეთ გოგირდწყალბადის: ა) ფიზიკური, ბ) ქიმიური თვისებები.
  2. მოცემულია გოგირდი, რკინა და მარილმჟავა, როგორ მივიღოთ გოგირდწყალბადი?
  3. თუჯები გოგირდს შეიცავს რკინის სულფიდის სახით. როგორ გამოვეყოთ იგი ტყვიის მარილის ხსნარით გაქვნილი ქაღალდით?
  4. გოგირდწყალბადიანი წყალი ჰაერზე იმღვრება და ლაკმუსს აღარ აწითლებს. გაითვალისწინეთ ვანგბადისა და გოგირდის არაერთნაირი ელექტროუარყოფითობა და შეადგინეთ რეაქციის განტოლება.
  5. რატომ შავდება სისხლი მასში გოგირდწყალბადის გატარებისას?

### § 89. გოგირდის ოქსიდები

გოგირდი წარმოიქმნის ორ ოქსიდს: გოგირდ(IV)-ის ოქსიდს ანუ გოგირდოვან აირს  $\text{SO}_2$  გრაფიკული ფორმულით  $\text{O}=\text{S}=\text{O}$ , და გოგირდ(VI)-ის ოქსიდს  $\text{SO}_3$  გრაფიკული ფორმულით  $\text{O}=\text{S}=\text{O}$ .



გოგირდ(IV)-ის ოქსიდი  $\text{SO}_2$  უფერო აირია დამახასიათებელი მკვეთრი სუნით. იგი მრავალ ორგანულ საღებავს აუფერულებს — მათთან უფერულ ნაერთებს წარმოიქმნის, 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.

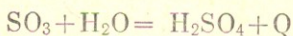
\* გოგირდწყალბადს შეიცავს თბილისის, მენჯის, ხაშურის, სცისის, ნასაკირალის, ცაიშის, მიწობისა და სხვა მინერალური წყლები (მთარგმნ.).

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.

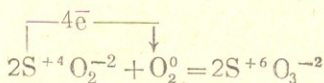
ქიმიურ მრეწველობაში გოგირდოვანი აირი შუალედი პროდუქტია გოგირდმჟავას წარმოების დროს.

გოგირდ(VI)-ის ოქსიდი  $SO_3$  აქროლადი სითხეა. იგი ჰაერზე „ბოლავს“. „ბოლი“ ან უფრო ზუსტად, ნისლი, გოგირდმჟავას უწყვილესი 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 დაქანგვით კატალიზატორის თანაობისას:



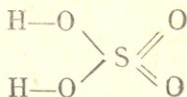
ამასთან გოგირდის ქანგვის ხარისხი იცვლება +4-დან +6-მდე.

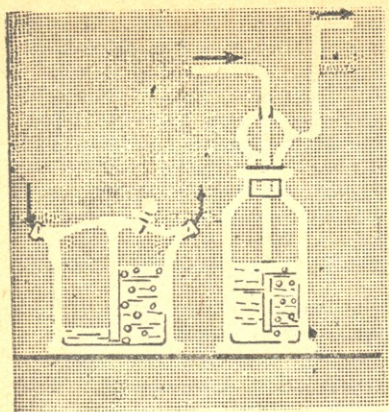


1. ჩამოთვალეთ გოგირდ(VI)-ის ოქსიდის: ა) ფიზიკური, ბ) ქიმიური თვისებები.
2. ნახშირის დაკოქსვის დროს მიღებული საწვავი აირი გოგირდწყალბადს შეიცავს. რატომ არ შეიძლება გოგირდწყალბადისაგან გაწმენდის გარეშე ან აირის გამოყენება საწვავად გაზის ქურბში?

### § 90. გოგირდმჟავა

გოგირდმჟავას ფორმულაა  $H_2SO_4$ , მისი გრაფიკული ფორმულა





სურ. 91. აირების გასაშრობი  
შუშები.

გრაფიკული ფორმულიდან ჩანს, რომ გოგირდის ვალენტობა ექვსის ტოლია. გოგირდის ატომის დაყენების ხარისხი გოგირდში ვაში ისეთივეა, როგორც ოქსიდში  $SO_3$ , ე. ი. უდრის +6.

**ფიზიკური თვისებები.** გოგირდმჟავა უფერო, წყალზე თითქმის ორჯერ მძიმე და ბლანტი სითხეა, როგორც მცენარეული ზეთი. ჩვეულებრივი ტემპერატურის დროს არააქროლა და ამიტომ სუნი არა აქვს. წყალში გოგირდმჟავას გახსნისას ხსნარი ძლიერ ხურდება გოგირდმჟავას

მტკიცე ჰიდრატების წარმოქმნის ხარჯზე. თუ გოგირდმჟავაში ჩავსახამთ წყალს, წყლის ნაწილი, რომელიც ვერ ასწრებს მჟავასთან შერევას, უცბად ცხელდება ადუღებამდე. ეს იწვევს მჟავას გაშხეფებას და შეიძლება სიღამწვრეც 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 მოიირეცხოს ბევრი წყლით, შემდეგ სასმელი სოდის ხსნარით და ისევ წყლით.



1. ჩამოთვალეთ გოგირდმჟავას ფიზიკური თვისებები.
2. როგორ იყენებენ გოგირდმჟავას: ა) თხევად და მყარ, ბ) აიროვან ნივთიერებათა გასაშრობად?
3. ზამთარში ზოგჯერ ფანჯრის ჩარჩოებს შორის დგამენ კონცენტრირებულ გოგირდმჟავიან ჭიქებს. რატომ? რატომ არ შეიძლება გოგირდმჟავას ჩასხმა ჭიქაში პირამდე?

### § 91. გოგირდმჟავას ძირითადი თვისებები

გოგირდმჟავა ორფუძიანია, ამიტომ ის წარმოქმნის ორი რივის მარილებს: საშუალოსა და მჟავა მარილებს. მაგალითად:



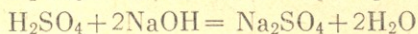
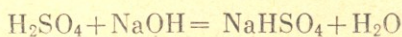
$\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$  — ასეთ მარილებს სულფატები ეწოდება (საშუალო მარილები);

$\text{NaHSO}_4$ ,  $\text{KHSO}_4$  — ასეთ მარილებს ჰიდროსულფატები ეწოდება (მჟავა მარილები).

მჟავა მარილები ეწოდება ისეთ მარილებს, რომლებშიც მჟავას ყველა წყალბადი ლითონით არ არის ჩანაცვლებული.

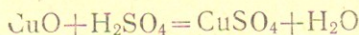
ამ წყალბადს მჟავებშიც შეუძლია ჩანაცვლოს ლითონით.

მიიღება თუ არა სულფატი ან ჰიდროსულფატი ტუტესთან გოგირდმჟავას ურთიერთქმედებით, ეს დამოკიდებულია მორეაგირე ნივთიერებების რაოდენობით თანაფარდობაზე;

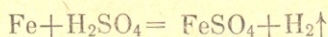


როგორც განტოლებიდან ჩანს, ჰიდროსულფატი მიიღება მაშინ, როცა მჟავას თითოეულ მოლთან რეაქციაში შედის 1 მოლი მწვავე ნატრიუმი, სულფატი კი მიიღება, როცა რეაქციაში შედის 2 მოლი.

გოგირდმჟავა რეაგირებს აგრეთვე ფუძე ოქსიდებთან, წარმოქმნის სულფატსა (ან ჰიდროსულფატს) და წყალს, მაგალითად:



განზავებული გოგირდმჟავა ლითონებთან ურთიერთქმედებს წყალბადის გამოყოფით და მარილის წარმოქმნით. იგი ასე ურთიერთქმედებს მხოლოდ იმ ლითონებთან, რომლებიც ელექტროქიმიურ ძაბვათა მწკრივში წყალბადამდეა განლაგებული. მაგალითად:

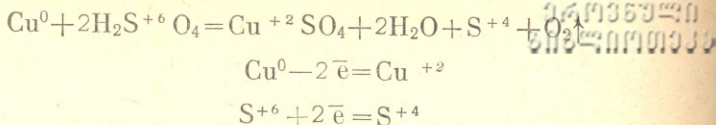


ამ რეაქციაში მჟანგავად ითვლება მჟავაში არსებული წყალბადის იონები, რომლებსაც +1 უნგვის ხარისხი აქვს.

ელექტროქიმიური ძაბვის მწკრივში წყალბადის შემდეგ განლაგებულ ლითონებზე (სპილენძი, ვერცხლისწყალი, ვერცხლი, ოქრო) განზავებული გოგირდმჟავა არ მოქმედებს.

გოგირდმჟავას განხილული რეაქციები სხვა მჟავებისთვისაც საერთოა. მაგრამ ამასთან მას აქვს აგრეთვე ისეთი თვისებები, რომლებიც სხვა მჟავებისაგან განასხვავებს. კონცენტრირებული გოგირდმჟავა 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 გოგირდმჟავას გაცხელების დროს წარმოიქმნება გო-

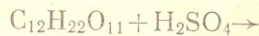
გირდ(IV)-ის ოქსიდი, რომელიც აირის სახით გამოიყოფა, ხოლო ხსნარში დარჩება მარილი — სპილენძ(II)-ის სულფატი:



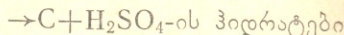
კონცენტრირებული გოგირდმჟავა გამოდის სპილენძის მყანგავის როლში. გოგირდმჟავა ამნაირადვე მოქმედებს მრავალ სხვა ლითონზე, (ამ შემთხვევაში მყანგავის როლში გამოდის გოგირდის ატომები, რომელთა ჟანგვის ხარისხია +6). მაგრამ განზავებული მჟავასაგან განსხვავებით, კონცენტრირებული გოგირდმჟავა ჩვეულებრივი ტემპერატურის 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 ჩავდებული ხის ნაჭერი შეედება — 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 გად-

მოსვლას დაიწყებს ფოროვანი ნახშირის მასა (სურ. 92).

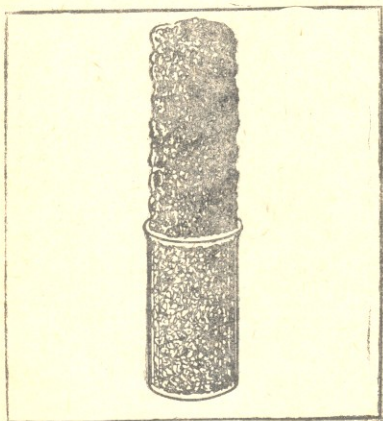


შაქარი (კონც.)



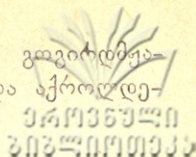
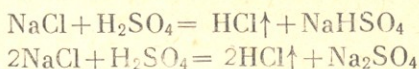
ორგანულ ნივთიერებათა დანახშირება კონცენტრირებული გოგირდმჟავათი ხდება გოგირდმჟავას მტკიცე ჰიდრატების წარმოქმნის გამო.

როგორც არააქროლად მჟავას, კონცენტრირებულ გოგირდმჟავას შეუძლია გამოაძევეს სხვა აქროლადი მჟავები მათ მარილებ-



სურ. 92. შაქრის დანახშირება გოგირდმჟავათი.

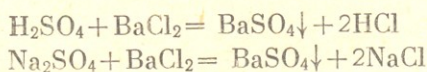
თან გახურების დროს. მაგალითად, კონცენტრირებულ გოგირდმჟავასთან სუფრის მარილის გახურებისას წარმოიქმნება და აქროლდება ქლორწყალბადი და დარჩება ნატრიუმის სულფატი:



1. ჩამოთვალეთ გოგირდმჟავას ქიმიური თვისებები. მოიყვანეთ რეაქციების განტოლებები და აღნიშნეთ, რომელ შემთხვევაში გვევლინება გოგირდმჟავა: ა) როგორც დამჟანავი, ბ) როგორც წყალწამრთმევი ნივთიერება, 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 შეურიეს 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 ჭურჭლით?

## § 92. თვისებითი რეაქცია გოგირდმჟავასა და სულფატებზე

გოგირდმჟავას მარილები წყალში ხსნადია, გარდა გოგირდმჟავა ბარიუმისა  $\text{BaSO}_4$  (აგრეთვე  $\text{SrSO}_4$ ,  $\text{RaSO}_4$ ,  $\text{PbSO}_4$ ). თუ გოგირდმჟავას ან მისი რომელიმე მარილის ხსნარს მივუმატებთ ბარიუმის ქლორიდის  $\text{BaCl}_2$  ხსნარს, გამოიყოფა ბარიუმის სულფატის თეთრი ნალექი:



ბარიუმსულფატი  $\text{BaSO}_4$  წყალსა და მჟავებში უხსნადია. ამით იგი განირჩევა წყალში უხსნადი ბარიუმის სხვა მარილებისაგან, როგორცაა, მაგალითად,  $\text{BaSO}_3$ , რომლებიც იხსნება მჟავებში ხსნადი ნერთების წარმოქმნით.

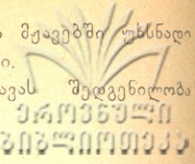
ბარიუმის ხსნადი მარილები რეაქტივად ითვლება გოგირდმჟავასა და მისი ხსნადი მარილებისათვის. თუ რომელიმე ხსნარს დაეუმატეთ ბარიუმის მარილის ხსნარი და წარმოიქმნა თეთრი ნალექი, რომელიც აზოტმჟავაში არ იხსნება, მაშინ შეიძლება ვთქვათ, რომ გამოსაკვლევ ხსნარში არის გოგირდმჟავა ან მისი რომელიმე მარილი.

- 1\*. სოფლის მეურნეობის მვენე მწერების წინააღმდეგ შხამქიმიკატად იყენებენ წყალში ხსნად მარილს. მის ხსნარზე: ა) აზოტმჟავა ვერცხლის ხსნარის დასხმისას მიიღება წყალსა და მჟავებში უხსნადი ნალექი. ბ) ნატრიუ-

მის სულფატის ხსნარის დასხმისას მიიღება წყალსა და მჟავებში უხსნად ნალექი. რა მარილია ეს? დაწერეთ რეაქციის განტოლებები.

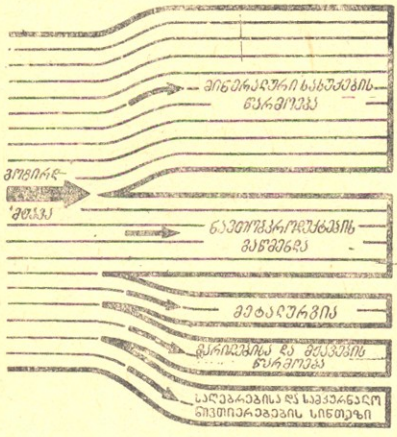
2. შეადარეთ გოგირდმჟავასა და გოგირდწყალბადმჟავას შედგენილობა და თვისებები.

3. შეადარეთ მარილმჟავასა და გოგირდმჟავას თვისებები.



§ 93. გოგირდმჟავას სახალხო-სამეურნეო მნიშვნელობა

ქიმიური მრეწველობა უშვებს ათასობით ქიმიურ პროდუქტს, რომელთაგან ერთ-ერთი — გოგირდმჟავა ასრულებს განსაკუთრებით დიდ როლს. თავისი თვისებების გამო, რომელთაგან მრავალს თქვენ უკვე გაეცანით, და აგრეთვე იმასთან დაკავშირებით, რომ იგი სხვა მჟავებზე უფრო იაფია, გოგირდმჟავას ფართოდ იყენებენ როგორც ქიმიურ მრეწველობაში, ისე ლითონდამამუშავებელ, ნავთობგადამამუშავებელ და მრეწველობის სხვა დარგებში (სურ. 93). გოგირდმჟავას სამართლიანად უწოდებენ ქიმიური მრეწველობის საფუძველს.



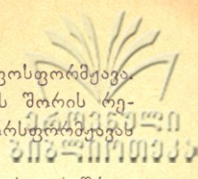
სურ. 93. გოგირდმჟავას გამოყენება. ლიგანამა წარმოდგენას იძლევა მრეწველობის აღნიშნულ დარგებში გამოყენებული გოგირდმჟავას შეფარდებით რაოდენობათა შესახებ.

ჩვენი ქვეყნის წინაშე დგას სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლის შემდგომი მნიშვნელოვანი გადიდების ამოცანა. მოსავლიანობის გადიდებაში უმნიშვნელოვანეს როლს ასრულებს მინერალური სასუქები. გოგირდმჟავას უმეტეს ნაწილს იყენებენ მათი წარმოებისათვის.

გოგირდმჟავა რეაგირებს მრავალ ორგანულ ნაერთთან. მისი ეს თვისება გამოიყენება ძვენე მინარევეებისაგან ბენზინისა და ნავთის გასაწმენდად. ისინი გოგირდმჟავასთან წარმოქმნიან ნავთობპროდუქტებში

უხსნად ნაერთებს. გოგირდმჟავას ფართოდ იყენებენ მრავალი ქიმიური ბოჭკოს, გამრეციხი 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 ფოსფატის  $Ca_3(PO_4)_2$  და გოგირდმჟავას შორის რეაქციის განტოლება და ახსენით, რატომ არის მიზანშეწონილი ფოსფორმჟავის მიღება ამ რეაქციით.
3. გოგირდმჟავას რომელი თვისების გამო იყენებენ მას აირების გასაშრობად?

**§ 41. ქანგბადის ქვეჯგუფი**

VI ჯგუფის მთავარ ქვეჯგუფში არის კიდევ ორი ელემენტი, რომლებიც ქანგბადისა და განსაკუთრებით გოგირდის მსგავსია; სელენი და ტელური. წყალბადთან ისინიც წარმოქმნიან აიროვან ნაერთებს — სელენწყალბადსა  $H_2Se$  და ტელურწყალბადს  $H_2Te$ . გოგირდწყალბადის მსგავსად ამ ნაერთებს არასასიამოვნო სუნი აქვს და შხამიანია, 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 ნაერთებში ავლენენ ქანგვის ხარისხს  $-2$ ,  $+4$  და  $+6$ .

ქანგბადის 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.

**?** რაში მდგომარეობს მსგავსება და განსხვავება თვისებების მიხედვით; ა) ქანგბადსა და გოგირდს, ბ) გოგირდს, სელენსა და ტელურს შორის; გ) ერთი მხრივ, ქანგბადის ქვეჯგუფის ელემენტებსა და მეორე მხრივ — ჰალოგენებს შორის?

§ 95. ქიმიური რეაქტივების 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 მჟავების 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.

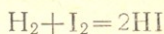
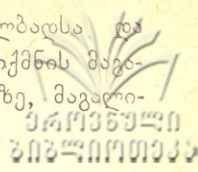
ნივთიერებების, მაგალითად, ნახშირის, გოგირდის, ფოსფორის წვისას ჰაერსა და სუფთა ჟანგბადში მიმდინარეობს ერთი და იგივე რეაქციები — მორეაგირე ნივთიერებები და რეაქციის პროდუქტები ერთი და იგივეა, მაგრამ რეაქციები ჟანგბადში გაცილებით უფრო ჩქარა მიდის, ვიდრე ჰაერში იმიტომ, რომ მასში ჟანგბადის კონცენტრაცია უდრის  $\approx 0,28$  გ/ლ.

თქვენ შეგიძლიათ მოიყვანოთ რეაქციის დაჩქარების მრავალი მაგალითი მყარი ნივთიერებების დაქუცმაცების ხარისხის გაღივებით: 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 მეცნიერებია 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 მაგალითზე, რომელიც მიმდინარეობს მუდმივ ტემპერატურაზე, მაგალითად, 300°C-ზე.



ცდით ნაპოვნია, რომ მისი სიჩქარე პირდაპირ პროპორციულია მორეაგირე ნივთიერებათა მოლური კონცენტრაციების<sup>1</sup> ნამრავლისა:

$$v = k \cdot C(H_2) \cdot C(I_2)$$

სადაც  $v$  — რეაქციის სიჩქარეა,  $k$  — პროპორციულობის კოეფიციენტი, რომელსაც ეწოდება რეაქციის სიჩქარის კონსტანტა,  $C(H_2)$ ,  $C(I_2)$  — წყალბადისა და იოდის მოლური კონცენტრაციები მოცემულ მომენტში.

რეაქცია ტარდებოდა V ლიტრი მოცულობის დახურულ ჭურჭელში მუდმივ ტემპერატურაზე (ჭურჭელი მოთავსებული იყო თერმოსტატში). რადგან რეაქცია მიმდინარეობს მოლეების 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 კოლბაში 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-

<sup>1</sup> 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).

მი ორჯერ მეტი იქნებოდა. მაშასადამე, რეაქციის სიჩქარე დამოკიდებული არ არის ჭურჭლის მოცულობაზე.

ახლა შეიძლება დავწეროთ რეაქციის სიჩქარის განტოლება შემდეგი სახით:

$$\frac{\Delta C}{\Delta t} = k \cdot C(H_2) \cdot C(I_2)$$

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 საკმაოდ დიდ დროის შუალედს. მაშასადამე, მხოლოდ ზოგიერთი შეჯახება არის „იბლიანი“. შეჯახებათა რიცხვი დამოკიდებულია ნივთიერებების კონცენტრაციაზე და იზრდება კონცენტრაციის გადიდებით — იგი მათი ნამრავლის პროპორციულია, ე. ი. იცვლება იმავე კანონით, რომლის მიხედვითაც განსახილველი რეაქციის სიჩქარე.

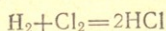
ამ ამოცანების საფუძველზე შეიძლება ჩამოვაყალიბოთ ზოგადი დასკვნა:

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:



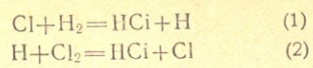
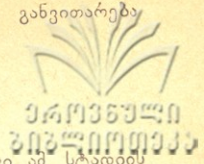
როგორია ამ რეაქციის სიჩქარის განტოლება? თუ თქვენ უბასუხებთ:

$$v = k \cdot C(H_2) \cdot C(Cl_2),$$

შეცდომას დაუშვებთ.



გაიხსენეთ, რომ მოცემული რეაქცია ჯაჭვურია (§ 76) და ჯაჭვის განვითარება მოიცავს ორ სტადიას:



ამ მონაცემების საფუძველზე შეიძლება შევადგინოთ თითოეული ამ სტადიის კინეტიკური განტოლება. ზოგადი კანონზომიერების (მორეაგირე ნივთიერებების მთლიანი კონცენტრაციების ნამრავლისადმი პროპორციულობა) თანახმად ისინი იქნება:

$$\begin{aligned} v_1 &= k_1 \cdot C(\text{Cl}) \cdot C(\text{H}_2) \\ v_2 &= k_2 \cdot C(\text{H}) \cdot C(\text{Cl}_2) \end{aligned}$$

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 ჟანგბადის 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 გავლენა ქიმიური რეაქციების სიჩქარეზე?

ტემპერატურის აწევას დიდდება ნაწილაკთა შეჯახების რიცხვი, მაგრამ მნიშვნელოვნად ნაკლებად, ვიდრე რეაქციის სიჩქარე. სადამე, მიზეზი ეს არ არის. რეაქციაში შედის მხოლოდ ის მოლეკულები, რომლებსაც აქვს ენერგია, რომელიც აღემატება მოცემული რეაქციისათვის რომელიმე განსაზღვრულ სიდიდეს. ტემპერატურის აწევას ასეთი მოლეკულების რიცხვი მკვეთრად იზრდება. საშუალო მონაცემების მიხედვით უმეტესი ქიმიური რეაქციების სიჩქარე იზრდება 2—4-ჯერ ტემპერატურის ყოველი 10°C-ით აწევას. შესაბამისად იცვლება სიჩქარის კონსტანტების მნიშვნელობები.

1. თქვენთვის ცნობილი რომელი რეაქციების მაგალითზე შეიძლება დავვირდეთ 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 ჰურტელში 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 აიროვან ქლორს შორის რეაქციის საშუალო სიჩქარე აიროვანი პროდუქტის — ფოსგენის  $\text{COCl}_2$  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.

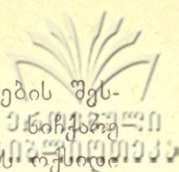
5. რამდენჯერ გადიდება რეაქციის სიჩქარე ტემპერატურის აწევას 200-დან 300°C-მდე, თუ ტემპერატურის ყოველ 10°C აწევას რეაქციის სიჩქარე ორჯერ დიდდება?

6. როგორ იცვლება ქიმიური რეაქციების უმრავლესობის სიჩქარის კონსტანტები ტემპერატურის აწევას?

7. შეადარეთ რეაქციის მიმდინარეობის სამი შემთხვევა აიროვან 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?

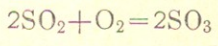


VII კლასში წყალბადის პეროქსიდიდან უანგბადის მიღების შესწავლისას გაიგეთ, რომ წყალბადის პეროქსიდის დაშლის შედეგად მატულობს, თუ მას მცირეოდენი მანგანუმ(IV)-ის ოქსიდი აქვს დამატებული. ამასთან მანგანუმ(IV)-ის ოქსიდი არ დახარჯულა. იგი კატალიზატორია.

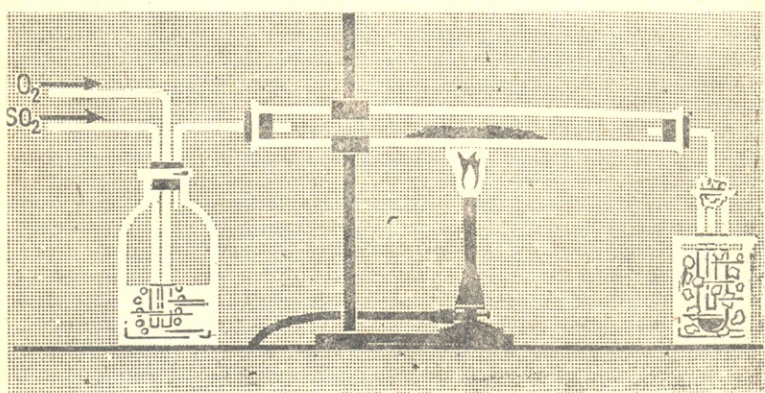
● კატალიზატორი ეწოდება ნივთიერებას, რომელიც მონაწილეობს რომელიმე ქიმიურ რეაქციაში, ცვლის მის სიჩქარეს, თვითონ კი ქიმიურად უცვლელი რჩება რეაქციის დამთავრებისას.

კატალიზი არის ქიმიური რეაქციის სიჩქარის შეცვლა კატალიზატორის თანაობისას.

გავეცნოთ კატალიზის ზოგიერთ ზოგად კანონზომიერებას უანგბადით გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის დაუანგვის ცდის ჩატარებისას:



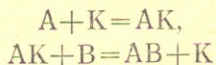
ცარიელ მინის მილში გავატაროთ გოგირდ(IV)-ის ოქსიდისა და ჰაერის ნარევი. ჯერ 20—25°C ტემპერატურაზე გავატაროთ, ხოლო შემდეგ გახურებისას. რეაქცია არ შეიმჩნევა. გავიმეოროთ ცდა. მილში წინასწარ მოვათავსოთ რკინა(III)-ის ოქსიდის ნაჭრები (სურ. 94). რეაქცია 20—25°C ტემპერატურაზე მაინც არ მიმდინარეობს. მაგრამ რეაქცია 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 დაუანგვა კატალიზატორის თანაობისას.

როგორ ავხსნათ რკინა(III)-ის ოქსიდის როლი ამ რეაქციაში? ხომ არ შეიძლება კატალიზის ახსნას მივუდგეთ იმ წარმოდგენების საფუძველზე, რომ ქიმიური რეაქციები, როგორც წესი, მოიცავენ ნამომდევრულ სტადიებს?

წარმოვიდგინოთ, რომ აირის მოლეკულები უკავშირდება რკინა(III)-ის ოქსიდის ზედაპირს — ადსორბირდება მასზე, ამასთან ერთი ან ორივე რეაგენტი კატალიზატორთან წარმოქმნის არამდგრად შუალედურ ნაერთებს. სტადიების ეს თანმიმდევრობა შეიძლება სქემატურად ჩავწეროთ შემდეგი განტოლებებით:



სადაც A და B — მორეაგირე ნივთიერებების ფორმულებია, K — კატალიზატორია.

თითოეული ეს სტადია მიმდინარეობს ბევრად უფრო ჩქარა, ვიდრე საწყის ნივთიერებათა მოლეკულების უშუალო ურთიერთქმედება. თუ ამ თეორიას გამოვიყენებთ, მაშინ იბადება რიგი კითხვები, ვიმსჯელოთ 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 დაჟანგვის კატალიზატორებია ლითონები — დაქუცმაცებული პლატინა და ლითონების ოქსიდები, მაგალითად, რკინა(III)-ის ოქსიდი, ვანადიუმ(V)-ის ოქსიდი. ერთი და იგივე ნივთიერება შეიძლება იყოს სხვადასხვა რეაქციის კატალიზატორი, მაგალითად, გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის დაჟანგვის კატალიზატორები: რკინა(III)-ის ოქსიდი და პლატინა კარგი კატალიზატორებია სხვა რეაქციისათვისაც, მაგალითად, ამიაკის აზოტ(II)-ის ოქსიდად დაჟანგვისათვის, რომელსაც დიდი საწარმოო მნიშვნელობა აქვს.

კატალიზატორიან მილში ვატარებდით სუფთა გოგირდ(IV)-ის ოქსიდისა და ჰაერის ნარევის. თუ ამ ნარევის დავუმატებთ უმნიშვნელო რაოდენობით დარიშხან(V)-ის ოქსიდს, მაშინ ჟანგვის სიჩქარე მცირდება, ხოლო შემდეგ რეაქცია მთლიანად შეწყდება. ასეთ მოვლე-

ნას ეწოდება კატალიზატორის მოწამვლა, ხოლო ნივთიერებას, რომლის მინარევი მკვეთრად ამცირებს კატალიზური რეაქციის სიჩქარეს, ეწოდება კატალიზური შხამი.

ეროვნული  
საბჭოთაო

კატალიზატორის მოწამვლა შეიძლება ავსხნათ მისი ურთიერების დეფიციტით „შხამთან“ უფრო მდგრადი ნაერთების წარმოქმნით, ვიდრე ისინია, რომლებიც წარმოიქმნება კატალიზატორთან საწყისი მორეაგირე ნივთიერებების ურთერთქმედების დროს.

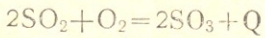
კატალიზი არაჩვეულებრივად ფართოდ არის გავრცელებული ბუნებაში. იგი დიდ როლს ასრულებს ყველა ორგანიზმის ცხოველქმედებაში. დიდია კატალიზის მნიშვნელობა მრეწველობაში: იგი საშუალებას იძლევა ჩქარა ჩატარდეს მრავალი მნიშვნელოვანი რეაქცია. კატალიზმა განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა პოვა უკანასკნელ ათწლეულებში. კერძოდ, მასზე დაფუძნებულია 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 ზომასა და ფორიანობას?

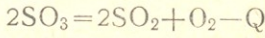
§ 97. ქიმიური წონასწორობა

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 თვალსაზრისით განვიხილოთ გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის დაჟანგვის რეაქცია:



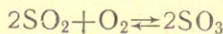
თუ გოგირდ(IV)-ის ოქსიდს გავატარებთ იმავე კატალიზატორზე, რომელსაც ვიყენებთ გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის დაჟანგვისათვის, და ამასთან იმავე ტემპერატურას შევუნარჩუნებთ, მაშინ აღმოჩნდება, რომ გოგირდ(VI)-ის ოქსიდი ნაწილობრივ იშლება გოგირდ(IV)-ის ოქსიდად და ჟანგბადად, ე. ი. მიმდინარეობს რეაქცია:



ამ რეაქციებიდან ერთ-ერთს, მაგალითად, გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის

დაჟანგვას, შეიძლება პირდაპირი რეაქცია ვუწოდოთ, ხოლო მეორეს — შექცეული რეაქცია.

ამ რეაქციებისათვის ორი ცალკე განტოლების დაწერა შეუძლებელი არის. ორივე განტოლება შეიძლება გავაერთიანოთ, თუ ტრანსფორმირებთ მათს 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 მელანდება შემდეგი მოვლენა: 400°C-ზე მაქსიმალურად იჟანგება 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 ნარევი მაინც რჩება რეაქციაში შეუსვლელი გოგირდ(IV)-ის ოქსიდი. ბოლომდე არ მიდის შექცეული რეაქციაც — ნარევი 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 ნარევი თანდათან მცირდება, შესაბამისად ეცემა ჟანგვის სიჩქარე. პირდაპირი რეაქციის სიჩქარე  $v_{\text{პირ}}$  პირიქით, წარმოიქმნის გაზთა ნარევი გოგირდ(VI)-ის ოქსიდის მოლური კონცენტრაცია თანდათან დიდდება და მაშასადამე, შექცეული რეაქციის სიჩქარეც  $v_{\text{შექც}}$  იზრდება. რამდენიმე ხნის შემდეგ პირდაპირი და შექცეული რეაქციების სიჩქარეები, ცხადია, ტოლები გახდება:

$$v_{\text{პირ}} = v_{\text{შექც}}$$

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 მოლუკულა წარმოიქმნება, რამდენიც იხარჯება, ქიმიური წონასწორობა ეწოდება. ნარევის შედგენილობას, რომელიც ქი-

მიუღი წონასწორობის მდგომარეობაშია, წონასწორობა ეწოდება. გახსოვდეთ, რომ წონასწორობა იმიტომ კი არ მყარდება, რომ რეაქციები შეწყდა, არამედ პირდაპირი და შექცეული რეაქციების ერთდროულად საპირისპირო მიმართულებით ერთნაირ 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 ნარევიში გოგირდ(VI)-ის ოქსიდის შემცველობა მცირდება. რატომ?

ტემპერატურის აწევისას 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 აწევისას 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.

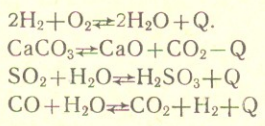
დინამიკური წონასწორობა მყარდება ფიზიკური პროცესების დროსაც. მაგალითად, თუ დახშულ ჭურჭელში მუდმივ ტემპერატურაზე არის რაღაც რაოდენობით წყალი, რომელიც მის მოცულობას მთლიანად არ ავსებს, რამდენიმე ხნის შემდეგ წონასწორობა მყარდება წყალსა და წყლის ორთქლს შორის: დროის ერთეულში ორთქლდება წყლის იმდენივე მოლეკულა, 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 კონცენტრაციებზე, წნევასა და ტემპერატურაზე დამოკიდებულებით.

ეროვნული  
ბიბლიოთეკა

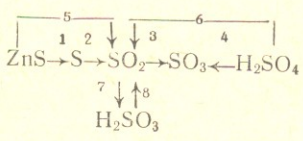
1. რომელ მხარეს გადაინაცვლებს წონასწორობა ტემპერატურის აწევისას:



2. გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის, ჟანგბადისა და გოგირდ(VI)-ის ოქსიდის ქიმიური წონასწორობის დროს 1 წმ წარმოიქმნა გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის n მოლეკულა. რამდენი ჟანგბადის 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 სქემაში თითოეულ ისარს უბასუხებს. იმსჯელეთ თითოეული მათგანის თავისებურებისა და პირობების შესახებ:



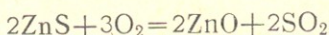
§ 98. გოგირდმჟავას წარმოება. ნედლეული გოგირდმჟავას წარმოებისათვის

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 სახეობა.

ცნობილია თვითნაბადი გოგირდის, გოგირდის ალმადანისა  $\text{FeS}_2$  და კალციუმის სულფატის მდიდარი საბადოები. ნედლეულის ყველა ამ სახეს იყენებენ გოგირდმჟავას წარმოებისათვის. მაგრამ მრეწველობა ამით არ იფარგლება.



მრავალ ფერად ლითონს, მაგალითად, სპილენძს, თუთიას, ტყვიასა და სხვებს, ბუნებრივი სულფიდებისაგან ლებულობენ. ამ ლითონთა წარმოების პირველ სტადიად ითვლება მათი გამოწვა ჰაერის ნაქვეყნად ამ დროს წარმოიქმნება ლითონის ოქსიდი და გოგირდი (IV)-ის ოქსიდი, 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  $\text{FeS}_2$ . ასეთ მადნებს ყოფენ სპილენძის შედარებით მაღალი შემცველობის კონცენტრატად და ნარჩენად, რომელიც შეიცავს გოგირდის ალმადანს.

წიაღისეული საწვავების დიდ ნაწილს იყენებენ როგორც სათბობს თბოელექტროსადგურებში, თბოცენტრალებში, სამრეწველო და საყოფაცხოვრებო საცეცხლეებში. რომელ თქვენგანს არ უგრძვნია 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 გადაჭრილი 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. კოქსიმიურ 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 ვალწევთ ორ მიზანს: მცირდება მავნე აირებით ატმოსფეროს გაუუჟიანება 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 ეწოდება.

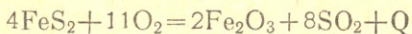
სოციალისტურ მეურნეობაში, რომელიც ემყარება სახელმწიფო გეგმებს ხალხის ინტერესებისათვის, ბუნებრივი რესურსების კომპლექსური გამოყენება არის წარმართული განვითარების უმნიშვნელოვანესი ტემპირატორა.



1. რატომ არის საწვავი სულფიდის შემცველი წიაღისეული?
2. რომელი რეაქციების საშუალებით შეიძლება გოგირდმჟავას მიღება:
  - ა) გოგირდისაგან, ბ) გოგირდის ალმადანისაგან, გ) გოგირდწყალბადისაგან, დ) სპილენძსადნობი 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 გადამუშავების სქემა.

**§ 99. გოგირდმჟავას წარმოების პირველი სტადია — გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის მიღება**

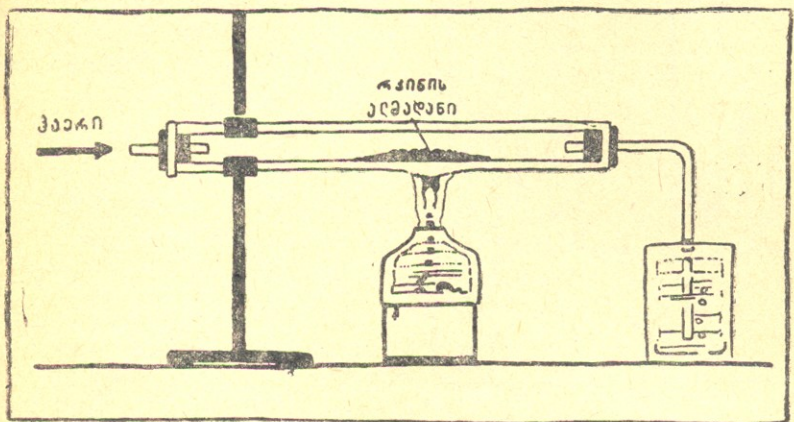
წინა პარაგრაფის ბოლოში მოყვანილ მეორე კითხვაზე პასუხის გაცემით თქვენ ნახეთ, რომ გოგირდისაგან, გოგირდის ალმადანისა და გოგირდწყალბადისაგან გოგირდმჟავას წარმოების პირველი სტადია არის მათი დაწვა გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის შემცველი აირის მიღების მიზნით, თქვენ ადვილად შეგიძლიათ წარმოიდგინოთ გოგირდწყალბადის, გამდნარი გოგირდისა და გოგირდის ალმადანის წვის პირობები აიროვანი საწვავის, მაშუთის 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 სიჩქარის გადიდებით.

ოპტიმალური პირობების შერჩევისათვის უპირველეს ყოვლისა აუცილებელია ფიზიკურ-ქიმიური მონაცემები რეაქციის ქიმიური წონასწორობისა და სიჩქარის შესახებ. მოცემული რეაქცია შეუქცევად

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 სპირობები, 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 გავდვათ განზე — რეაქცია გრძელდება, მაშასადამე, იგი ეგზოთერმულია.



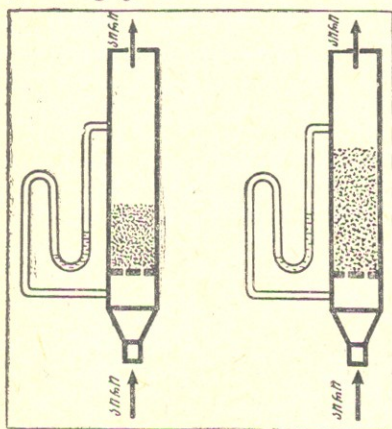
სურ. 95. რკინის ალმადანის გამოწვა.

ლია. ცდის ბოლომდე მიყვანისას ვამჩნევთ, რომ მილში დარჩა (ვმსჯელობთ 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. გავეცნოთ ამ მოვლენას უფრო დაწვრილებით 96-ე სურათზე გამოსახულ დანადგარში ცდის ჩატარებით. მილში წვრილნასვრეტებიან ცხაურზე 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 ფხვიერდება, დიდი მოცულობის ხდება. ასეთ ფენას მდუღარეს უწოდებენ იმიტომ, რომ მას აქვს მდუღარე სითხის თვისებების მსგავსი ზოგიერთი თვისება.

გაიზრდება თუ არა რეაქციის სიჩქარე მისი გატარებით მდუღარე ფენაში? შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ გაიზრდება, რადგანაც მორეაგირე ნივთიერებების შეხების ზედაპირი იზრდება, თითოეული მყარი ნაწილაკი ირწყვება აირით, მდუღარე 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) „მდუღარე ფენა“.

როგორია გოგირდის ალმადანის გამოწვის ოპტიმალური პირობები წარმოებაში: ჟანგბადის შემცველობა გამოწვისათვის მიწოდებულ აირში, ალმადანის ნაწილაკების ზომა, რეაქციის ტემპერატურა?

ჰაერის შეცვლა ჟანგბადით პროცესის ინტენსიფიცირების საშუალებას იძლევა, მაგრამ ჟანგბადმა ჯერ კიდევ ვერ პოვა გამოყენება გოგირდმჟავას წარმოებაში მისი შედარებით მაღალი ღირებულების გამო. გამოწვას ატარებენ ჰაერის ნაკადში.

„მდუღარე“ ფენის არსებობის აღმოჩენამ შესაძლებლობა მოგვ-

ცა ბევრად დაჩქარებულიყო მრავალი რეაქციის ჩატარება მყარ და აიროვან ნივთიერებებს შორის. მდუღარე ფენიან ლუმელში გამოწვა მიმდინარეობს რამდენიმე წამის განმავლობაში, მაშინ როცა ადრე გამოყენებულ ლუმელებში იგი მთავრდებოდა რამდენიმე საათის შემდეგ. ამიტომ გასაგებია, რომ გოგირდმჟავას ყველა ახალი დანადგარი აღჭურვილია მდუღარე ფენის მქონე ასეთი აპარატებით.

რასაკვირველია, ასეთ ლუმელში პროცესი უწყვეტი და მთლიანად მექანიზებულია (სურ. IV). ალმადანი ლენტიანია ტრანსპორტიორით ბუნკერს გადაეცემა და იქიდან ლუმელს მიეწოდება განუწყვეტლივ, ქვევიდან მრავალი მილით შეიტუმბება ჰაერი. ნამწვი ნაწილობრივ წარიტაცება ლუმელის აირით, ნაწილობრივ კი გაიტანება ლუმელის გვერდითი ხვრელით.

ცხადია, სასურველია, რაც შეიძლება მაღალი ტემპერატურა იყოს

შენარჩუნებული, მაგრამ უნდა შემოვიფარგლოთ 800°C-ით, რადგან უფრო მაღალ ტემპერატურაზე მყარი მასალის ნაწილაკები შეცხობის იწყებს და წარმოქმნის მსხვილ გუნდებს. ტემპერატურას არეგულირებენ რეაქციის ჩატარებით თეორიულზე რამდენადმე მეტნაკლებად სიჭარბით. გარდა ამისა სარეაქციო აპარატში ათავსებენ ორთქლის ქვაბის მილებს. წარმოქმნილ წყლის ორთქლს იყენებენ ელექტროენერჯის წარმოებისათვის ან სხვა მიზნით.

როგორია ლუმელის ოპტიმალური სიმძლავრე, ე. ი. რა რაოდენობით ალმადანის გამოწვაზე უნდა გავითვალისწინოთ იგი?

ქიმიური რეაქტორების სიმძლავრის გადიდებით მცირდება კაპიტალური დანახარჯები პროდუქციის ერთეულზე და პროდუქციის ღირებულება, იზრდება შრომის ნაყოფიერება. ამიტომ გოგირდმჟავას ახალი საამქროები აღჭურვილია ლუმელებით, რომელთა სიმძლავრეა 300 ათასი ტ წელიწადში 100-პროცენტიან 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 გვქონდეს ყველა აუცილებელი მონაცემი. ოპტიმალური რეჟიმი შენარჩუნებულია ავტომატური მოწყობილობების მქონე ამ ხელსაწყოების ჩვენებების საფუძველზე. ისინი აუცილებლობის დროს ოჯაქციის ზონაში აქვეითებენ ტემპერატურას ჰაერის მიწოდების გაზრდით და ა. შ.

ალმადანის 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 „მლუღარე ფენაში“;

რეაქციის სიბო 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 შეცხობა „მლუღარე ფენაში“ ალმადანის გამოწვისას?
2. ჩამოთვალეთ მყარ ნივთიერებებთან აიროვანი ნივთიერებების ურთიერთქმედების სიჩქარის გადიდების ყველა ხერხი.
3. რეაქციის სიჩქარის შესახებ მონაცემების საფუძველზე ახსენით, რა-

ტომ ვურიცდებთ იმას, რომ ნამწვთან ერთად გოგირდის რაღაც რაოდენობა იკარგება?

4. ოპტიმალური პირობების დროს შესაძლებელია გოგირდ(IV)-ის ოქსიდად გარდაიქმნას გოგირდის დაახლოებით 98%. რამდენი გოგირდ(IV)-ის ოქსიდი წარმოიქმნება 1 ტ გოგირდის ალმადანის გამოწვევასთან ერთად 45% გოგირდს შეიცავს?

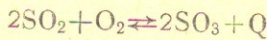
5. ალმადანის გამოსაწვავი საქარხნო დანადგარი განუწყვეტლივ მუშაობს. ლაბორატორიული დანადგარი, რომელშიც ტარდებოდა ზემოთ აღწერილი ცდა, პერიოდულად მოქმედებს. თქვენი აზრით, რაში მდგომარეობს უწყვეტი მოქმედების აპარატების უპირატესობანი პერიოდულად მოქმედ აპარატებთან შედარებით?

6. რა რაოდენობით ალმადანი გამოიწვევა დღე-ღამის განმავლობაში ლუმენში, რომლის სიმძლავრე მითითებულია პარაგრაფის ტექსტში, თუ გადამუშავებისას იკარგება გოგირდის 5% იმ რაოდენობიდან, რომელიც შედის ალმადანის შედგენილობაში? ღუმელი მთელი წლის განმავლობაში განუწყვეტლივ მუშაობს.

7. რა მასალისაგან აგებენ ალმადანის გამოსაწვავ ღუმლებს?

**§ 100. გოგირდმზავას წარმოების მეორე სტადია —  
გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის დაჟანგვა**

გოგირდ(IV)-ის ოქსიდი უნდა დავჟანგოთ გოგირდ(VI)-ის ოქსიდად:



ეს რეაქცია შექცევადია. როგორც მივუთითებდით, 400°C-ის დროს მაქსიმალურად დაიჟანგება გოგირდის ოქსიდის 99,2% (ატმოსფერული წნევისა და ჟანგბადის რამდენადმე სიჭარბის დროს), 600°C დროს — მხოლოდ 73%. ცნობილია გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის დაჟანგვის ასეთი კატალიზატორები: პლატინა, რკინისა და ვანადიუმის ოქსიდები. ტოლფასია თუ არა ისინი? პლატინაზე რეაქციის სიჩქარე შესამჩნევი ხდება უკვე დაახლოებით 350°C-ზე, ვანადიუმიან კატალიზატორზე — დაახლოებით 400°C-ზე, რკინის კატალიზატორზე — დაახლოებით 550°C-ზე, მაშასადამე, 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 სიჩქარის გადიდება ტემპერატურის აწვევისას, მაგრამ მათ აქვთ ზოგიერთი თავისებურება: თითოეული მყარი კატალიზატორისათვის გარკვეული ტემპერატურის ზევით რეაქციის სიჩქარე მკვეთრად ეცემა. ვანადიუმის კატალიზატორისათვის ეს ტემპერატურაა

620°C. ცხადია, ამ ტემპერატურის დროს კატალიზატორში იწვეება პროცესები, რომლებიც იწვევენ მისი სტრუქტურისა და ქიმიური შედგენილობის ცვლილებასაც კი. ასეთი ცვლილებები ოპტიმალური პირობების დროსაც მიმდინარეობს, მაგრამ ისინი შესაძლებელია 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 გამოწვით 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 ჰეტეროგენული რეაქციაა, და მას მიყენებული აქვს კანონზომიერებები, რომლებიც ალმადანის გამოწვის 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 ვანადიუმი(V)-ის ოქსიდი. მან ახლა გამოყენება პოვა გოგირდმჟავას ქარხნებში.

იმისათვის, რომ საკმაოდ სრულად დაგვანგოთ გოგირდ(IV)-ის ოქსიდი, რეაქცია უნდა დავამთავროთ დაახლოებით 400—450°C ტემპერატურაზე, მაგრამ ამ ტემპერატურაზე რეაქცია ნელა მიმდინარეობს. იმისათვის, რომ მივალწიოთ 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 გამოწვისას მიიღება მტვრითა და შხამიანი ნივთიერებებით გაბინძურებული აირების ნარევი (გოგირდისა და გოგირდწყალბადის დაწვისას წარმოქმნილი აირების ნარევი გაცილებით სუფთაა, რაც არსებითად ამარტივებს წარმოებას). აირების ნარევების გაწმენდა მტვრისაგან მრეწველობაში ფართოდ გავრცელებული და ფრიად მნიშვნელოვანი ოპერაციაა. გვეცნოთ ორი აპარატის მოქმედების პრინციპებს, რომლებსაც იყენებენ გოგირდმჟავას წარმოებაში: ციკლონსა და ელექტროფილტრს.

ციკლონში აირების ნარევეს მტვრის ნაწილაკები შორდება ცენტრიდანული ძალის მოქმედებით. ციკლონი (სურ. IV) შედგება ორი ერთიმეორეში ჩადგმული ცილინდრისაგან. აირი შედის ცილინდრში გვერდიდან და გადაინაცვლებს ზევიდან ქვევით სპირალით. 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 მაშასადამე, 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 — წინააღმდეგობით. რატომ არის აუცილებელი წინააღმდეგობა წინააღმდეგობის დროს აირი, რომელიც კოშკიდან გამოდის, ხვდება 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 გამოიყენოთ გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის დაჟანგვის სითბო? ეს რასაკვირველია, მიზანშეწონილია. ასეთი თბოგადაცემა შესაძლებელია 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 — წინააღმდეგობით შესაძლებელია აირი, აირისა და მყარი კატალიზატორის შეხების ზედაპირის გადიდებისათვის ამცირებენ კატალიზატორის ნაწილაკების ზომას, ამასთან შეიძლება გამოიყენონ ძალიან წვრილი ნაწილაკებიც მდულარე ფენაში



პროცესის ჩატარებით. დაიწყეს კატალიზატორის მდლურე ფენის მქონე აპარატების გამოყენება მრეწველობაში, მაგრამ ჯერჯერობით მეტწილად იყენებენ ცხურზე 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 ლუმენებს, ე. ი. ერთ მძლავრ ლუმენში 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 დაწევით.

2. სამრეწველო კატალიზატორისადმი ზოგადი მოთხოვნები: აქტიურობა, მდგრადობა, სიცოცხლის დიდი ხანგრძლივობა, შედარებით სიიაფე, შეძლებისდაგვარად მოწამელისადმი მედეგობა. მოთხოვნა რეაგენტების მიმართ: კატალიზატორის მომწამველი და გამაბინძურებელი ნივთიერებების არარსებობა.

3. რეაგენტების წინაღღენით მოძრაობა.

4. თბოგადაცემა მონაწილე ნივთიერებათა ნაკადებს შორის, როგორც ტემპერატურის რეგულირებისა და რეაქციის სიბრტყის 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 აპარატისაგან მიმართული აიროვანი ნარევის ზედმიწევნით გაწმენდა მტერისაგან მაშინაც კი, როცა მტვერი უზამიან ნივთიერებებს არ შეიცავს?
  5. რატომ არის აუცილებელი აირის გაშრობა?
  6. თუ იცით კონცენტრირებული გოგირდმჟავას თვისებები და ქიმიური

კინეტიკის კანონზომიერებანი, დასაბუთეთ საშრობი კოშკის მოწყობილობა.

7. რატომ იზრდება კატალიზატორის ფენის სიმაღლე აირის გაულისან?

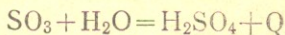
8. რატომ არ იქანება მთლიანად გოგირდ(IV)-ის ოქსიდი?

ეროვნული  
ბიბლიოთეკა

§ 101: გოგირდმჟავას წარმოების დასკვნითი სტადია

საკონტაქტო აპარატში წარმოქმნილი გოგირდ(VI)-ის ოქსიდი უნდა გამოვეყოთ აირების ნარევიდან, რომელშიც იგი შედის დაახლოებით 7 მოცულობით პროცენტით, და მივიღოთ კონცენტრირებული გოგირდმჟავა ან გოგირდის ანჰიდრიდის ხსნარი გოგირდმჟავაში — ოლეუმში.

გოგირდმჟავა წარმოიქმნება გოგირდ(VI)-ის ოქსიდისაგან:



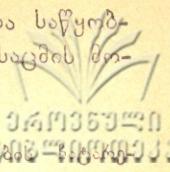
ეს რეაქცია შეუქცევია დაახლოებით 300°C ტემპერატურის დროს. რეაქცია მიმდინარეობს ჩქარა. მისი სიჩქარე იზრდება აირისა და სითხის შეხების ზედაპირის გაზრდით.

ობტიმალური პირობების შერჩევა თითქოს ძნელი არ არის. რეაქცია უნდა ჩავატაროთ არამალალი ტემპერატურების დროს, სარეაქციო აპარატად გამოვიყენოთ რგოლების საცმიანი კოშკი აირების ნარევისა და გოგირდ(IV)-ის ოქსიდის შთანთქმელი სითხის წინაღონით მოძრაობით. მაგრამ ანგარიში უნდა გავუწიოთ ერთ სიძნელეს, რაც განპირობებულია გოგირდ(VI)-ის ოქსიდის ძალიან დიდი სიჩქარით ურთიერთქმედებით წყლის ორთქლთან. ამ დროს მყისვე წარმოიქმნება გოგირდმჟავას ორთქლი. აირების ნარევი აღმოჩნდება ზეწავერი 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 შთანთქას 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 კოშკში საცემის მო-სარწყავად.



1. როგორია ქარხნებში შექცევადი ეგზოთერმული რეაქციების პირობები?
2. როგორია პეტროგენული რეაქციების ჩატარების პირობები?
3. როგორია კატალიზური რეაქციების ჩატარების პირობები?
4. როგორ იყენებენ ეგზოთერმული რეაქციების ენერჯის? თქვენს პასუხებში დაახსიათეთ აგრეთვე აპარატების მოწყობილობაც.

§ 102. ადამიანისა და ბუნების დაცვა

გოგირდმჟავას წარმოებაში გადაამუშავებენ და იღებენ ისეთ ნივთიერებებს, როგორცაა გოგირდწყალბადი, გოგირდ(IV)-ის ოქსიდი, გოგირდ(VI)-ის ოქსიდი, გოგირდმჟავა. ამ ნივთიერებების არსებობა ჰაერში მავნე გავლენას ახდენს ადამიანის ჯანმრთელობაზე, დამლუპველად მოქმედებს მცენარეებზე, ანგრევს ნაგებობებს, გოგირდის შემცველი ნედლეულის დაფხვნის დროს წარმოქმნილი მტვერი მავნებელია. ხომ არ გამოძინარეობს აქედან, რომ საამქროს მუშები მავნე 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 მავნე ნივთიერებებით ატმოსფეროს გაჭუჭყიანება. ამისათვის აუცილებელია აპარატურის პერმეტიზაცია, დროული რემონტი, დადგენილი რეჟიმის დაცვა, საამქროების მოწყობა ვენტილაციით და ნარჩენი გაზებიდან მავნე ნივთიერებების დამჭერი აპარატებით. გოგირდმჟავას საამქროებში იყენებენ აგრეთვე ინდივიდუალური დაცვის ზომებს. მაგალითად, მჟავას სინჯების შერჩევისას დამცველ სათვალეებსა და რეზინის ხელთათმანებს იკეთებენ, ავარიის დროს აირწინალებს 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. „წაიკითხეთ“ 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: დაასახელეთ გოგირდმჟავას თქვენთვის ცნობილი გამოყენება მის თვისებებთან დაკავშირებით.

3. ჩვენს ქვეყანაში გოგირდმჟავას წარმოების ზრდის შესახებ მცდელობებს 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 გოგირდმჟავას წარმოების მიხედვით 1913 წ. მეცამეტე ადგილი ეკავა მსოფლიოში, ახლა კი მეორე ადგილი უჭირავს. რა დასკვნა შეიძლება გავაკეთოთ ქიმიური მრეწველობის განვითარების შესახებ სსრ კავშირში დიდი ოქტომბრის სოციალისტური რევოლუციის შემდგომ წლებში?



1. თუთიის ჰიდროქსიდის ურთიერთმოქმედება მჟავებისა და ტუტეებისა რებთან

თუთიის ჰიდროქსიდიან სინჯარაში ჩაასხით ცოტაოდენი მარილმჟავა, თუთიის ჰიდროქსიდიან მეორე სინჯარაში — ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარი. სინჯარების შიგთავსები აურეთ. რას ამჩნევთ? შეიძლება თუ არა თუთიის ჰიდროქსიდი ა) მჟავებს, ბ) ფუტეებს მივაუთვნოთ?

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 ვარგუნული 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 მის 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?

3. ერთი ჰალოგენის მეორით გამოძევება მათი ნაერთებიდან. ბრომიდების, იოდიდების გამოცნობა

რომ გამოვარკვიოთ. რომელ ჰალოგენს გამოაძევენ 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? აძევენ 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? აძევენ 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? აძევენ თუ არა იოდი ქლორსა და ბრომს მათი ნაერთებიდან?

გამოკვლევის შედეგები შეიტანეთ ტაბულაში. დაწერეთ მომხდარი რეაქციების განტოლებანი.

7. არაორგანული ქიმია,

#### 4. გოგირდისა და მისი ნერთების ნიმუშების განხილვა

ყურადღებით დაათვალიერეთ თქვენთვის მოცემული გოგირდისა და მისი ნიმუშები ნერთების ნიმუშები, ყურადღება მიაქციეთ ჩვეულებრივ პირობებში თითოეული ნიმუშის ფიზიკურ მდგომარეობას, მათ ფერსა და სუნს. ჩვეულებრივ პირობებში რეგულაში ჩახაზეთ ტაბულა და შეავსეთ იგი ცნობებით თქვენს მიერ დაკვირვებული ნიმუშების შესახებ.

№№	სახელწოდება	შედგენილობა (ქიმიური ფორმულა)	ფიზიკური თვისებები		
			ფიზიკური მდგომარეობა	ფერი	სუნი

## პრაქტიკული მეხაღმწიკეები

### 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. დაწერეთ რეაქციის განტოლება.

**ცდა 1.** ქლორწყალბადისა და მარილმჟავას მიღება. ააწყვეთ 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 დაინახოთ, როგორ ეშვება წყლის ზედაპირიდან ძირს მძიმე სითხის ჭავლები. ახსენით ეს მოვლენა.

ქლორწყალბადი წყალში გაატარეთ მანამდე, სანამ კოლბაში. რეაქცია არ შეწყდება. თუ ქლორწყალბადის ხსნარი ძლიერ გათბება, მაშინ წარმოქმნილი მარილმჟავიანი სინჯარა შეიძლება შეცვალოს მეორე ციფწყლიანი სინჯარით.

მიღებული მარილმჟავიანი სინჯარა შტატივში ჩადგით. 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 დაწერეთ რეაქციის განტოლება.

მეორე სინჯარაში ჩაყარეთ მცირედენი მაგნიუმის ოქსიდი და აურიეთ. რას ამჩნევთ? დაწერეთ რეაქციის განტოლება.

მესამე სინჯარაში დაუმატეთ 1-2 წვეთი ლაკმუსის ხსნარი და მიუმატეთ წვეთობით ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარი მკვას სრულ ნეიტრალიზაციამდე დაწერეთ რეაქციის განტოლება.

დასკვნაში დაახასიათეთ მარილმჟავას ქიმიური თვისებები.

**ცდა 8. მარილმჟავასა და მისი მარილების გამოცნობა.**

1. მარილმჟავიან 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 აზოტმჟავა. იხსნება თუ არა ვერცხლის ქლორიდი აზოტმჟავაში?

2. გაიმეორეთ წინა ცდა, მაგრამ მარილმჟავას ნაცვლად აიღეთ ნატრიუმის ქლორიდის ხსნარი. შეამოწმეთ, გამოყოფილი ნალექი იხსნება თუ არა აზოტმჟავაში?

3. სინჯარაში ჩაასხით ნატრიუმის კარბონატის ხსნარის 1 მლ, დაუმატეთ ვერცხლის ნიტრატის ხსნარის რამდენიმე წვეთი. ვერცხლის კარბონატის ნალექს მიუმატეთ აზოტმჟავა. გაიხსნა თუ არა ვერცხლის კარბონატი? გამოითანეთ დასკვნა: როგორ შეიძლება აღმოვაჩინოთ მარილმჟავა და მისი მარილები?

## ს ა მ უ შ ა ო 2. ექსპერიმენტული ამოცანების ამოხსნა თემაზე „ჰალოგენები“

**ამოცანა 1.** ცდის საშუალებით დაამტკიცეთ, რომ მარილმჟავას 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 იოდსა-ხამებლიანი (ე. ი. სახამებლის ბუბკოთი და იოდკალიუმის ხსნარით გაყვანილი).

**ამოცანა 4.** ცდის საშუალებით დაამტკიცეთ, რომ თქვენთვის მოცემული ნივთიერება იოდლია.

**ამოცანა 5.** ცდის საშუალებით დაამტკიცეთ, რომ თქვენთვის მოცემული ნივთიერება ბრომიდია.

**ამოცანა 6.** ჩაატარეთ მარილმჟავასათვის დამახასიათებელი რეაქციები.

**ამოცანა 7.** გაარკვეეთ, თქვენთვის მოცემული მყარნივთიერებიათ თუ სინჯარიდან რომელშია ნატრიუმის ქლორიდი, ნატრიუმის ბრომიდი, ნატრიუმის იოდლი, 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 მოცემულ ხსნარებიან სინჯარებში რომელშია მარილმჟავა, ნატრიუმის ჰიდროქსიდი, ვერცხლის ნიტრატი.

ს ა მ უ შ ა ო 3. ექსპერიმენტული ამოცანების ამოხსნა თემაზე „უან-გზადის ქვეჯგუფი“.

ამოცანა 1. ჩატარეთ გოგირდმჟავას თვისებითი შედგენილობის (სამომტყვე) ბელი რეაქციები.

ამოცანა 2. ორ სინჯარაში თითოეულში მოათავსეთ 2—3 ნაჭერი თუთია, ერთ-ერთ სინჯარაში ჩაასხით 1 მლ განზავებული გოგირდმჟავა, ხოლო მეორეში — კონცენტრირებული გოგირდმჟავა (ფ რ თ ხ ი ლ ა დ!). რას ამჩნევთ? სინჯარა, რომელშიც რეაქცია არ შეიძინევა, ოდნავ შეათბეთ (ფ რ თ ხ ი ლ ა დ). რას ამჩნევთ?

როგორი დასკვნის გაკეთება შეიძლება განზავებულ და კონცენტრირებულ გოგირდმჟავასთან თუთიის ურთიერთქმედების შესახებ? დაწერეთ რეაქციების განტოლებები.

ამოცანა 3. ნატრიუმის სულფიდის ხსნარიან ერთ სინჯარაში ჩაასხით ქლორიანი წყალი, ხოლო მეორეში — ბრომიანი წყალი. რას ამჩნევთ? ახსენით დაკვირვებანი.

ამოცანა 4. გაარკვიეთ, თქვენთვის მოცემული ხსნარებიანი სინჯარებიდან რომელშია 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, იოდიდი თუ ქლორიდი.

ამოცანა 7. სპილენძი(II)-ის ოქსიდისაგან მიიღეთ სპილენძის სულფატის ხსნარი და მისგან გამოყავით კრისტალური შაბიამანი.

ამოცანა 8. მოცემული გაქვთ სამი სინჯარა — ნატრიუმის ქლორიდით, ნატრიუმის სულფატით და გოგირდმჟავას ხსნარით. მხოლოდ ერთი რეაქტივის დახმარებით გაარკვიეთ, რომელი 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 ვარსკვლავებით აღნიშნულ კითხვებზე**

გვ. 165,6. მოცემულ ოქსიდის მოლეკულაში არ შეიძლება შევიდეს 2 ატომი ქანგზადის მეტი; თუ ერთი ატომი შედის, მაშინ მისი ფარდობითი ატომური მასა არის 28, ხოლო უმადლესი ვალენტობა 2, ე. ი. ეს ელემენტი II ჯგუფისაა. სილიციუმის 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. 188,7.  $Xe + 8O_4^{-2}$ . ვინიდან ქსენონის ატომის გარე შრე დამთავრებულია და ელემენტონების გადაწევა შეიძლება მოხდეს მხოლოდ ქსენონიდან ქანგზადისაკენ.

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 განტოლებას:  $x + 2O_2 = N_2 + 2CO_2$ , საიდანაც  $x = C_2N_2$ .

გვ. 231,2. სულფატი, ჰიდროსულფატი.

გვ. 231, 1 ბარიუმის ქლორიდი.





**ცნობების განწოვადება არაორგანული ნაერთების ძირითადი კლასების შესახებ**



§ 44. ოქსიდების, ფუძეების, მჟავებისა და მარილების შედგენილობა და სახელწოდებანი	100
<b>ოქსიდები</b>	
§ 45. ოქსიდების კლასიფიკაცია	101
§ 46. ოქსიდების ქიმიური თვისებები	102
<b>მჟავები</b>	
§ 47. მჟავების კლასიფიკაცია	104
§ 48. მჟავების ქიმიური თვისებები	104
<b>ფუძეები</b>	
§ 49. ფუძეების კლასიფიკაცია და მათი ქიმიური თვისებები	106
<b>მარილები</b>	
§ 50. მარილების შედგენილობა და სახელწოდებანი	107
§ 51. გენტიკური კავშირი ოქსიდებს, ფუძეებს, მჟავებსა და მარილებს შორის	108
<b>ლაბორატორიული ცდები</b>	111
<b>პრაქტიკული მეცადინეობები</b>	120

**მე-8 კლასი**

**რაოდენობრივი თანაფარდობანი ქიმიაში**

§ 52. ნივთიერების რაოდენობა. მოლი — ნივთიერების რაოდენობის ერთეული	128
§ 53. მოლური მასა	130
§ 54. გაანგარიშებანი ქიმიური ფორმულების და განტოლებების მიხედვით	131
§ 55. ქიმიური რეაქციის სიბუბრი ვეფქტი	135

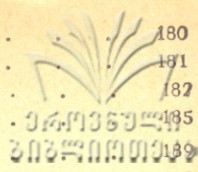
**დ. ი. მენდელეევის პერიოდულობის კანონი და ქიმიური ელემენტების პერიოდული სისტემა**

§ 56. ქიმიური ელემენტების კლასიფიკაციის პირველი ცდები	138
§ 57. ტუტე ლითონები და ჰალოგენები	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 არაპოლარული ბმები	181
§ 71. იონური ბმა	182
§ 72. დაჟანგვის ხარისხი	185
§ 73. კრისტალური მესრები	189
§ 74. ჟანგვა-აღდგენითი რეაქციები	193



### ჰალოგენები

§ 75. ჰალოგენების საერთო დახასიათება	197
§ 76. ქლორი	198
§ 77. აიროვანი ნივთიერებების მოლური მოცულობა. ავოგადროს 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. ალტროპია	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 სიჩქარე	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 დაჟანგვა	250
§ 101. გოგირდმჟავას წარმოების დასკვნითი სტადია	254
§ 102. ადამიანისა და ბუნების დაცვა	255
ლაბორატორიული ცდები	257
პრაქტიკული მეცადინეობები	259

პასუხები ვარსკვლავებით აღნიშნულ კითხვებზე	260
---	-----

Юрий Владимирович Ходаков  
Давид Аркадьевич Эпштейн  
Павел Александрович Глориозов

НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Учебник для 8—9 классов  
(на грузинском языке)



მთარგმნელები: გ. ჯაფარიძე  
დ. იმნაძე

ИБ № 3429 Учебник для общеобразовательной школы

რედაქტორი თ. კობერიძე  
მხატვრული რედაქტორი ნ. ლაფაჩი  
ტექნიკური რედაქტორი ნ. ძნელიაძე  
კორექტორი ე. გაფრინდაშვილი

ბეჭდვით გამოცემულია დასაბეჭდად 7.07.87. ქალაქის ზომა 60×90<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. საბეჭდო ქა-  
ღალი № 2. გარნიტურა ვენა, ბეჭდვის ხერხი მალაი. ნაბეჭდი თაბახი 16,5+0,25  
ფ. ჩ. +0,25 ფორზ. საღებავვატარება 18,25, სააღრიცხვო-საგამომცემლო თაბახი  
15,04+0,29 ფ. ჩ. +0,39 ფორზ. ტირაჟი 50.000, შეკვ. № 6636,

ფასი 50 კპ.

გამომცემლობა „განათლება“, თბილისი, ორჯონიკიძის ქ. № 50.  
Издательство «Ганатлеба», Тбилиси, ул. Орджоникидзе, 50.

1988

საქართველოს სსრ გამომცემლობათა, პოლიგრაფიისა და  
წიგნის ვაჭრობის საქმეთა სახელმწიფო კომიტეტის  
ქუთაისის პოლიგრაფიული საწარმოო გაერთიანება  
ქ. ქუთაისი, ი. ჭავჭავაძის პროსპექტი, 33.

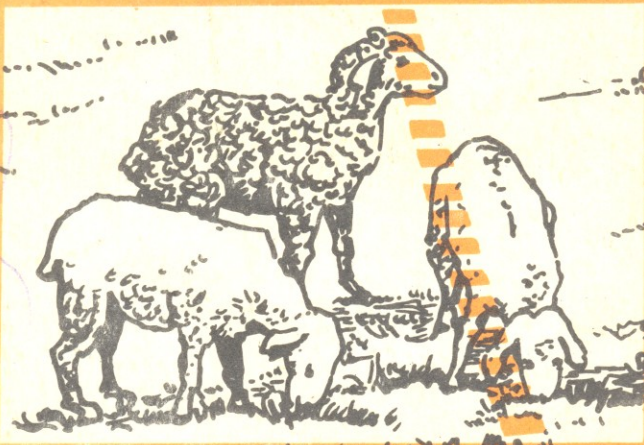
Кутапское полиграфическое производственное объединение  
Государственного комитета по делам издательств, полиграфии  
и книжной торговли Грузинской ССР  
г. Кутаиси, пр. И. Чавчавадзе, 33.

ცნობები Za



თამარა. თამარა.

041359-30  
110-4111013-30



CO<sub>2</sub>

СРЕДНЕУЧЕБНИК  
ИЗДАТЕЛЬСТВО



0  
2

9,00  
251  
408

50 კვ.

6



ქართული  
ბიბლიოთეკა



Handwritten signature or initials in blue ink, possibly reading 'K. K.' or similar.