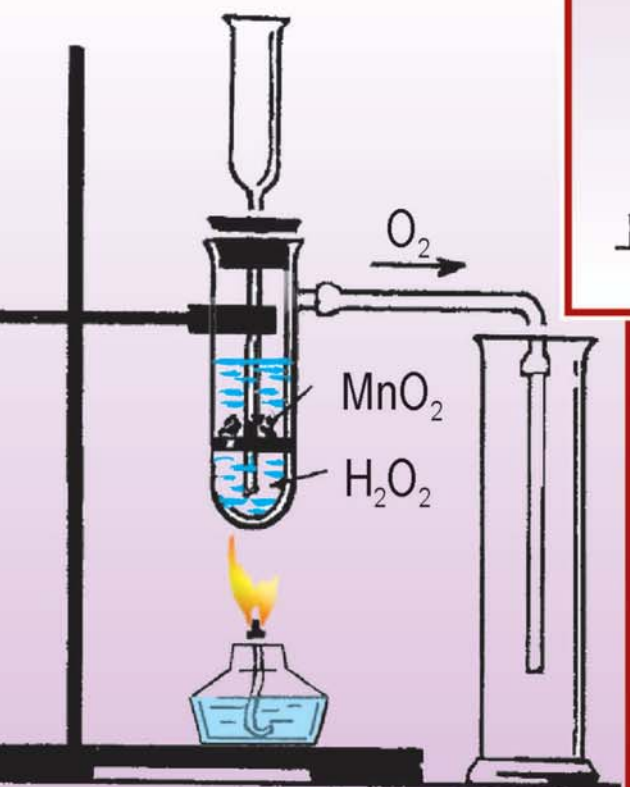
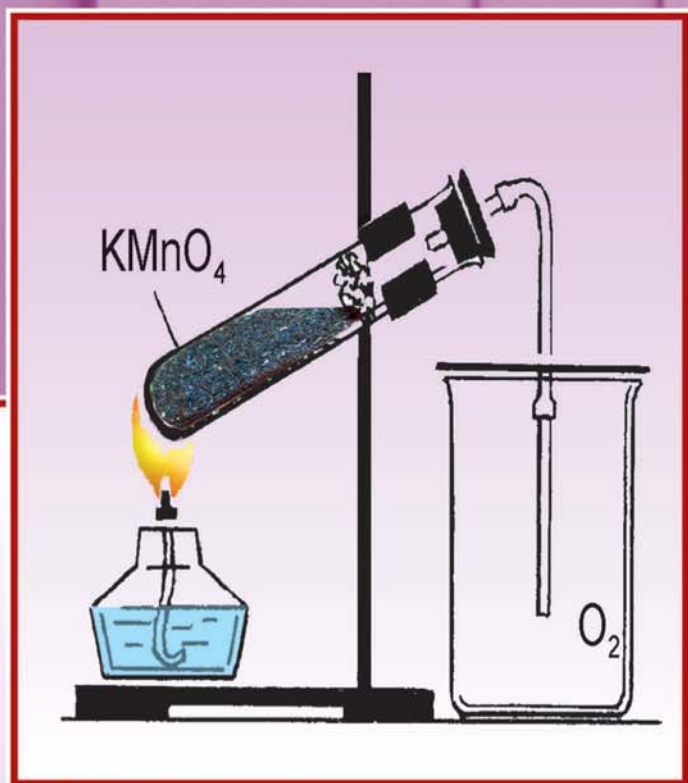


ქიმია

სახელმძღვანელო



7



Azərbaycan Respublikasının Dövlət Himni

*Musiqisi Üzeyir Hacıbəylinin,
sözləri Əhməd Cavadındır.*

Azərbaycan! Azərbaycan!
Ey qəhrəman övladın şanlı Vətəni!
Səndən ötrü can verməyə cümlə hazırız!
Səndən ötrü qan tökməyə cümlə qadیرiz!
Üçrəngli bayrağınla məsud yaşa!
Minlərlə can qurban oldu!
Sinən hər bə meydan oldu!
Hüququndan keçən əsgər,
Hərə bir qəhrəman oldu!

Sən olasan gülüstan,
Sənə hər an can qurban!
Sənə min bir məhəbbət
Sinəmdə tutmuş məkan!

Namusunu hifz etməyə,
Bayrağını yüksəltməyə
Cümlə gənclər müştəqdir!
Şanlı Vətən! Şanlı Vətən!
Azərbaycan! Azərbaycan!



ჰეიდარ ალიევი

აზერბაიჯანელი ხალხის სამართო პროვინული ლიდერი

მუთალიმ აბასოვი, ვაგიფ აბასოვი,
ნასიმ აბიშევი, ველი ალიევი

ქიმია 7

სახელმძღვანელო

საერთო- საგანმანათლებლო სკოლების
მე- 7 კლასისათვის

ამ გამოცემასთან დაკავშირებული გამოხმაურებები, შენიშვნები
და წინადადებები გთხოვთ გამოაგზავნოთ შემდეგ ელექტრონულ
მისამართზე: tahsil_az@yahoo.com და derslik@edu.gov.az
წინასწარ გიხდით მადლობას თანამშრომლობისათვის!



«ASPOLIQRAF»

ბაქო - 2017

შინაარსი

თავი I საწყისი ქიმიური ცნებები

შესავალი. რას შეისწავლის ქიმია	5
1. ნივთიერებები. ნივთიერებათა თვისებები. ნარევიდან ნივთიერებების გამოყოფის მეთოდები	8
2. ნივთიერებათა შედგენილობა და აგებულება. მოლეკულები და ატომები	18
3. ქიმიური ელემენტი. იზოტოპები	23
4. ქიმიური ელემენტების ფარდობითი ატომური მასა	28
5. ნივთიერებათა კლასიფიკაცია	30
6. ქიმიური ფორმულები. ნივთიერებათა შედგენილობის მუდმივობის კანონი. ვალენტობა	34
7. ფარდობითი მოლეკულური მასა. გაანგარიშებები ქიმიური ფორმულების მიხედვით	38
8. ნივთიერების რაოდენობა. მოლური მასა	42
9. ავოგადროს კანონი. აირების მოლური მოცულობა	46

თავი II ფიზიკური და ქიმიური მოვლენები

10. ქიმიური რეაქციები. ქიმიური განტოლებები	49
11. ნივთიერებათა მასის მუდმივობის კანონი ქიმიურ რეაქციებში	52

თავი III ჟანგბადი. ჰაერი. წვა

12. ჟანგბადი, როგორც ქიმიური ელემენტი და მარტივი ნივთიერება	54
13. ჟანგბადის მიღება	55
14. ჟანგბადის ქიმიური თვისებები	58
15. ოზონი. ჟანგბადის გამოყენება და მისი წრებრუნვა ბუნებაში	61
16. გაანგარიშებები ქიმიური განტოლებების მიხედვით	63
17. ქიმიური რეაქციების თბური ეფექტი. ენთალპია	66
18. გამოთვლები თერმოქიმიური განტოლებების მიხედვით. თერმოქიმიური განტოლებების შედგენა	68
19. წვა. საწვავის რაციონალური წვა	71

თავი IV წყალბადი

20. წყალბადი, როგორც ქიმიური ელემენტი და მარტივი ნივთიერება. წყალბადის მიღება	75
21. წყალბადის ქიმიური თვისებები და გამოყენება	78

თავი V წყალი. ხსნარები

22. წყალი, მისი გავრცელება ბუნებაში და გასუფთავება. წყლის თვისებები და მისი გამოყენება	81
23. ბუნებრივი წყლის მნიშვნელობა. წყლის აუზების დაცვა დაბინძურებისგან	83
24. ხსნადობა. ხსნარები	86
25. ხსნარების კონცენტრაციის გამოსახვა. გახსნილი ნივთიერების მასური წილი	89
26. ხსნარის მოლური კონცენტრაცია	92

შესავალი

რას შეისწავლის ქიმია

ქიმია, წარმოადგენს ერთ-ერთ საბუნებისმეტყველო მეცნიერებას, შეისწავლის ნივთიერებებს, რომლებსაც ჩვენ ყოველდღე ვხვდებით გარემომცველ სამყაროში. სამყაროში არსებული ყოველივე არაცოცხალი და ცოცხალი შედგება სხვადასხვა ნივთიერებისაგან ან მათი ნარევიებისაგან. მაგალითად, ჟანგბადი, წყალი, სუფრის მარილი და შაქარი, რასაც ადამიანები გამოიყენებენ, წარმოადგენენ სხვადასხვა ნივთიერებას. ყველაფერი ჩვენ გარშემო – მიწა, ქვა, ჰაერი, მცენარეები და ა. შ. – შედგება ნივთიერებათა ნარევისგან.

ბუნებაში არსებული ნივთიერებების გარდა ადამიანებმა ისწავლეს მრავალი ახალი ნივთიერების მიღება: სასუქები, პლასტმასები, სინთეზური კაუჩუკი და ბოჭკოები, სამკურნალო პრეპარატები და სხვ. ამჟამად ცნობილია ოც მილიონზე მეტი სახეობის ნივთიერება, რომელთა მიღება ხდება ბუნებრივი და ხელოვნური გზით.

ბუნებაში არსებული ნივთიერებები არ რჩება უცვლელი სახით, ისინი მუდმივად გადადიან ერთი მდგომარეობიდან მეორეში. ასე მაგალითად, საკლასო ოთახში დაკეტილი კართა და ფანჯრებით გაკვეთილის ბოლოსთვის ჰაერში ჟანგბადის რაოდენობა მცირდება, ხოლო ნახშირორჟანგის რაოდენობა – იზრდება. ამიტომ დასვენების დროს საკლასო ოთახი უნდა განიავდეს. მწვანე მცენარეები ზრდის პროცესში, შთანთქავენ რა ჰაერიდან ნახშირორჟანგს და ნიადაგიდან – წყალს და მინერალურ ნივთიერებებს, გამოიმუშავენ მათთვის საჭირო ორგანულ ნივთიერებებს და ჰაერს ამდიდრებენ ჟანგბადით. მცენარეებისა და ცხოველების ნარჩენების დაშლის შედეგად წარმოქმნილი ნივთიერებები ნიადაგს ანოყიერებენ.

ცხოვრების პირობების გაუმჯობესებისა და გამართივებისთვის ადამიანები რთული გარდაქმნების, ქიმიური პროცესების გზით ბუნებაში არსებული ნივთიერებებიდან იღებენ ახალ ნივთიერებებს. ყველა ამ პროცესის შესწავლა და რეალიზაცია სწორედ ქიმიის საგანია.

ქიმიის ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს ამოცანას წარმოადგენს ნივთიერებათა თვისებების, აგრეთვე სახალხო მეურნეობაში ამ ნივთიერებათა როლისა და მნიშვნელობის შესწავლა.

ქიმიის სხვა ამოცანა მდგომარეობს სახალხო მეურნეობისთვის აუცილებელი სხვადასხვა სასუქის, პლასტმასის, სამკურნალო პრეპარატის და ა.შ. მიღებაში. აღნიშნული ნივთიერებების მიღება ხდება სხვადასხვა ქიმიური გარდაქმნის გზით. ყველაფერი ზემოთქმულის განზოგადებით ქიმიას შეიძლება მიეცეს შემდეგი განსაზღვრება. **ქიმია – არის მეცნიერება, რომელიც შეისწავლის ნივთიერებათა შედგენილობას, სტრუქტურას, მიღების მეთოდებს, თვისებებს, გარდაქმნებს და მოვლენებს, რომლებიც თან სდევნენ ამ გარდაქმნებს.**

ქიმია იყოფა სამ ძირითად ნაწილად.

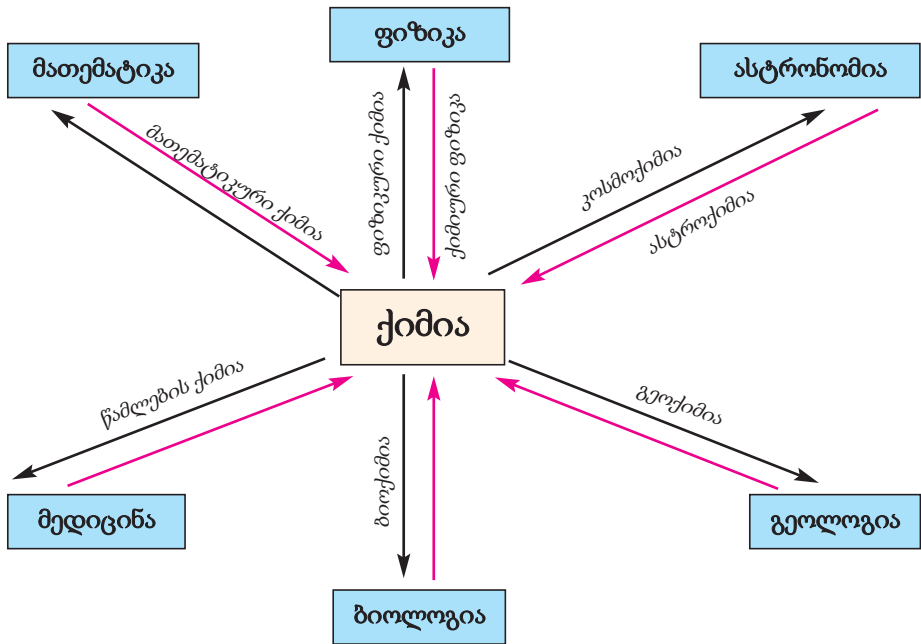
I. ზოგადი ქიმია – შეისწავლის ქიმიის ძირითად კანონებსა და კანონზომიერებებს.

II. არაორგანული ქიმია – შეისწავლის არაორგანული ნივთიერებების შედგენილობას, სტრუქტურას, მიღების მეთოდებს, მათ ფიზიკურ, ქიმიურ თვისებებს და გამოყენებას.

III. ორგანული ქიმია – შეისწავლის ორგანული ნივთიერებების შედგენილობას, აგებულებას, მიღების მეთოდებს, მათ ფიზიკურ, ქიმიურ თვისებებს და გამოყენებას.

ქიმია მჭიდროდ არის დაკავშირებული სხვა საზუნებისმეტყველო მეცნიერებებთან. ყველაზე მეტად ის დაკავშირებულია ისეთ მეცნიერებებთან, როგორცაა ფიზიკა, ბიოლოგია და გეოლოგია. ასე, მაგალითად, ნივთიერებათა აგებულებას და მათ თვისებებს ქიმია შეისწავლის ფიზიკასთან ერთად, ცოცხალ ორგანიზმებში მიმდინარე პროცესებს – ბიოლოგიასთან ერთად, დედამიწის აგებულებას და მის ქვედა შრეებში მიმდინარე მოვლენებს – გეოლოგიასთან ერთად. ქიმია დაკავშირებულია აგრეთვე მათემატიკასთან, ასტრონომიასთან და მედიცინასთან. ამ ურთიერთკავშირმა გამოიწვია ახალი მეცნიერებების წარმოშობა: ფიზიკური ქიმია, კოსმოქიმია, გეოქიმია და სხვ. (სქემა 1).

სქემა 1



როგორც ცნობილია, სკოლის დამთავრების შემდეგ ყველა არ ირჩევს თავისთვის ქიმიკოსის პროფესიას. მაშ რატომ არის მნიშვნელოვანი და აუცილებელი ყველასათვის ქიმიის შესწავლა? რას გვაძლევს ქიმიის ცოდნა სასკოლო პროგრამის დონეზე? როგორია მთლიანობაში ქიმიური მეცნიერების როლი?

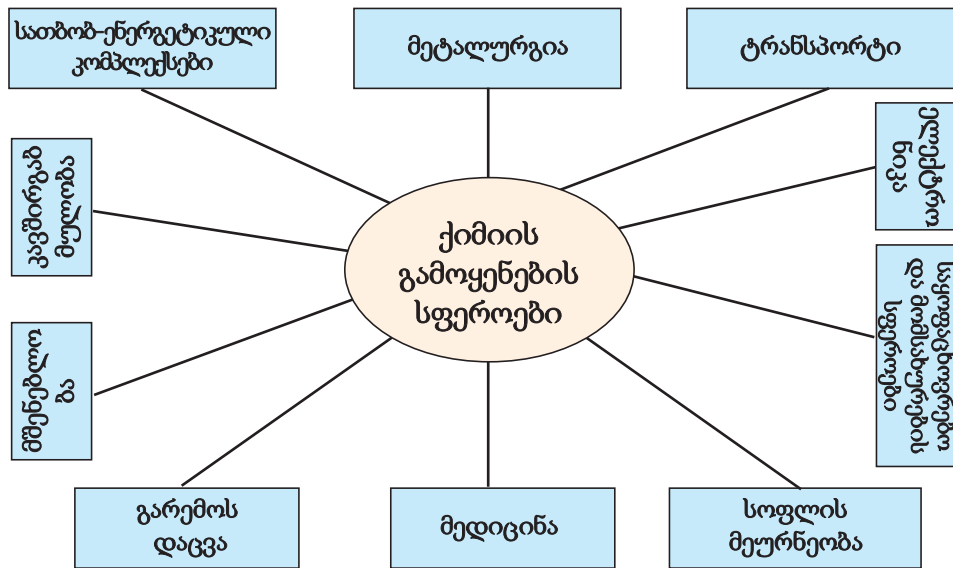
ქიმია დიდ როლს ასრულებს მრეწველობის და სოფლის მეურნეობის სხვადასხვა დარგის განვითარებაში. თანამედროვე ქიმიის მიღწევათა გამოყენების გარეშე შეუძლებელია სათბობ-ენერგეტიკული კომპლექსების, მეტალურგიის, ტრანსპორტის, კავშირგაბმულობის, მშენებლობის, ელექტრონიკის, საყოფაცხოვრებო, მომსახურების და სხვა სფეროების განვითარება.

ქიმიური მრეწველობა უზრუნველყოფს სახალხო მეურნეობას სხვადასხვა ქიმიური პროდუქციით (მჟავები, ტუტეები, გამხსნელები, საწვავი, საპოხი ზეთები, პლასტმასები, ქიმიური ბოჭკოები, სინთეზური კაუჩუკი, მინერალური სასუქები და ა. შ.). მრეწველობის მრავალ სფეროში ქიმიური მეთოდების გამოყენება

შეუცვლელია. ასე მაგალითად, ქიმიური ნივთიერებების გამოყენება კოროზიისაგან მეტალების დასაცავად, საწარმოო პროცესების დასაჩქარებლად, ნივთიერებების ქიმიური გადამუშავებისათვის და ა. შ.

სქემა 2

ქიმია სოფლის მეურნეობას აძლევს მინერალურ სასუქებს, ნივთიერებებს



მცენარეთა დაცვისთვის, მათი ზრდის დაჩქარების საშუალებებს, სხვადასხვა საკვებ დანამატს ცხოველებისთვის და ასე შემდეგ.

სამკურნალო პრეპარატების უმრავლესობა მიიღება ქიმიური მეთოდებით. სხვადასხვა სინთეზური სარეცხი საშუალებები, ლაქები, საღებავები, პლასტმასისგან და სინთეზური ბოჭკოებისგან დამზადებული საყოფაცხოვრებო საგნები და ტანსაცმელი, გამხსნელები, მადეზინფიცირებელი ხსნარები სულ უფრო ფართოდ გამოიყენება ყოფა-ცხოვრებაში (სქემა 2).

ადამიანები შეხებაში არიან ამ ნივთიერებებთან, ხმარობენ მათ ყოველდღიურ ცხოვრებაში. ამიტომ მათ უნდა იცოდნენ ამ ნივთიერებების თვისებები, მათი მოხმარების წესები. აუცილებელია დაავადებებისგან და სარეველა ბალახებისგან მცენარეთა და ცხოველთა დაცვისთვის განკუთვნილი მინერალური სასუქების თვისებების ცოდნა. თუ თქვენ მომავალში აპირებთ მუშაობას ერთ-ერთ სამრეწველო საწარმოში, სამშენებლო ან სათბობ-ენერგეტიკულ კომპლექსში, მაშინ მოგიწევთ მრავალ ქიმიურ ნივთიერებასთან და პროცესთან შეხება. აი, ამიტომ საჭიროა ამ ნივთიერებათა თვისებების და მათთან მუშაობის წესების შესწავლა სკოლაში.

თავი I საწყისი ქიმიური ცნებები

1. ნივთიერებები. ნივთიერებათა თვისებები. ნარევიდან ნივთიერებათა გამოყოფის მეთოდები

სადაც არ უნდა ვიმყოფებოდეთ – კლასში, სახლში, ქუჩაში – ჩვენ ნივთიერებათა გარემოცვაში ვართ. ყველა საგანი, სხეული შედგება ნივთიერებებისაგან. ჩვენი სხეული ასევე შედგება მრავალი ნივთიერებისაგან. რა არის ნივთიერება? რითი განსხვავდებიან ნივთიერებები ერთმანეთისგან?

ნივთიერება – ეს არის მატერიის ერთ-ერთი სახეობა. (როგორც თქვენთვის ცნობილია ფიზიკის კურსიდან, მატერია – ეს არის ობიექტური რეალობა, რომელიც ზემოქმედებას ახდენს ჩვენს გრძნობათა ორანოებზე და ამგვარად იწვევს რაღაც შეგრძნებებს). ყოველ ნივთიერებას აქვს გარკვეული მასა და თვისებები. ბუნებაში არსებულ ნივთიერებათა უმრავლესობა წარმოადგენს ნივთიერებათა ნარევს. სუფთა ნივთიერებები ბუნებაში – იშვიათი მოვლენაა. ალმასი, გრაფიტი, ოქრო, ვერცხლი მიეკუთვნებიან სუფთა ნივთიერებებს.

იმას, რისგანაც შედგება ფიზიკური სხეული, ეწოდება ნივთიერება.

ფიზიკური სხეული შეიძლება შედგებოდეს ერთი და იგივე ან სხვადასხვა ნივთიერებებისგან. ასე, მაგალითად, სხვადასხვა ფორმის ჭურჭლის დასამზადებლად გამოიყენება ერთი ნივთიერება – შუშა, ხოლო ერთნაირი ფორმის მილების წარმოებისთვის – სხვადასხვა ნივთიერება – სპილენძი ან შუშა.

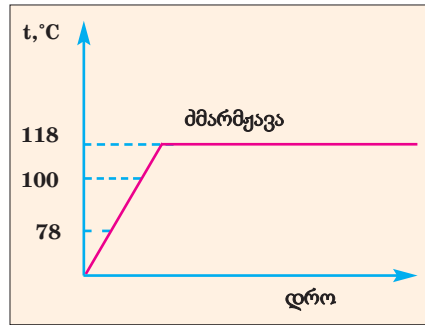
ნივთიერებები განსხვავდებიან ერთმანეთისგან თავისი თვისებებით. მაგალითად, ნახშირი – შავი ფერის მყარი ნივთიერებაა, არ იხსნება წყალში, არ აქვს სუნი და გემო, გაცხელებისას ხდება მისი აალება. სუფრის მარილი – თეთრი ფერის ნივთიერებაა, იხსნება წყალში, არ აქვს სუნი, მლაშე გემო აქვს, გაცხელებისას მისი აალება არ ხდება. (ჩამოთვალეთ წყლისა და ჟანგბადის თვისებები).

იმ ნიშნებს, რომლითაც ნივთიერებები განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან ან ჰკვანან ერთმანეთს ნივთიერების თვისებები ეწოდება.

განასხვავებენ ნივთიერებათა ფიზიკურ და ქიმიურ თვისებებს. ფიზიკურ თვისებებს მიეკუთვნება ნივთიერების აგრეგატული მდგომარეობა, მისი ფერი, სუნი, გემო, ხსნადობა, სიმკვრივე, თბოგამტარობა და ელექტროგამტარობა, ლღობისა და დუღილის ტემპერატურა და ა. შ.

ნივთიერების ქიმიური თვისებები განისაზღვრება მათი უნარით გარდაიქმნან სხვა ნივთიერებებად გარეშე ზემოქმედების შედეგად ან სხვა ნივთიერებებთან ურთიერთქმედებაში შესვლით (ამის შესახებ შემდეგ გაკვეთილებზე მოგიხსენებთ). თავისი ფიზიოლოგიური ზემოქმედებით (ორგანიზმზე ზემოქმედებით) ასევე არჩევენ ტკბილ (შაქარი), მწარე (წიწაკა), მლაშე (სუფრის მარილი), მჟავე (ძმარმჟავა), სუნთან (ბენზინი, ძმარმჟავა, პარფიუმერია, გოგირდწყალბადი), კანის დამწვრობის გამომწვევ (ტუტეები, მჟავები, ბრომი და სხვ.), სასუნთქი გზების გამაღიზიანებელ (გოგირდის ანჰიდრიდი, ქლორი და სხვ.), მომწამლავ (მხუთავი აირი, გოგირდწყალბადი, ვერცხლისწყალი, შაბიამანი და სხვ.) ნივთიერებებს.

ყველა სუფთა ნივთიერებას აქვს მხოლოდ მისთვის დამახასიათებელი გარკვეული ფიზიკური თვისებები. ძმარმჟავისთვის – ეს სუნია, სუფრის მარილისთვის – გემო, სპილენძისთვის – ფერი და მაღალი ელექტროგამტარობა. აქედან გამომდინარე, ერთი სუფთა ნივთიერება მეორისგან განსხვავდება თავისი ფიზიკური თვისებებით. ნივთიერების ფიზიკური თვისებების მუდმივობიდან გამომდინარე ნივთიერებები იყოფა სუფთა ნივთიერებად და ნარევებად (ნახ. 1, ა).



ნახ. 1, ა. ძმარმჟავის დუღილის ტემპერატურის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკი

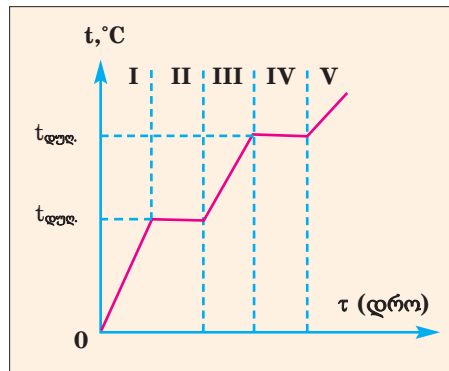
ნივთიერებებს, რომლებსაც აქვთ მუდმივი ფიზიკური თვისებები (სიმკვრივე, ლღობისა და დუღილის ტემპერატურა და სხვ.), ეწოდება სუფთა ნივთიერებები.

ჟანგბადი, წყალბადი, აზოტი, რკინა, წყალი და სხვ. – სუფთა ნივთიერებებია.

ორი ან მეტი სუფთა ნივთიერებისგან შედგენილ სისტემას ნარევი ეწოდება. ნარევის ფიზიკური თვისებები ცვლადია და დამოკიდებულია მათ შედგენილობაზე.

ჰაერი, ზღვის წყალი, შაქრისა და მარილის ხსნარები წყალში, ბრინჯაო, თითბერი, რძე, ნავთობი და სხვ. – ნარევებია.

მყარი ნივთიერების აგრეგატული მდგომარეობის ცვლილების ტემპერატურაზე და დროზე დამოკიდებულების გრაფიკი მოყვანილია ნახატზე 1, ბ:



ნახ. 1, ბ. ნივთიერების აგრეგატული მდგომარეობის ცვლილების ტემპერატურაზე და დროზე დამოკიდებულების გრაფიკი

I. ნივთიერება მყარ მდგომარეობაში.

II. ნივთიერება როგორც მყარ, ასევე თხევად მდგომარეობაში.

III. ნივთიერება თხევად მდგომარეობაში.

IV. ნივთიერება როგორც თხევად, ასევე აირად მდგომარეობაში.

V. ნივთიერება აირად მდგომარეობაში.

სუფთა ნივთიერებების სიმკვრივე გარკვეულ პირობებში გამოითვლება ფორმულით $\rho = \frac{m}{V}$. აქედან m (ნივთიერება) = $\rho \cdot V$.

მყარი და თხევადი ნივთიერებების სიმკვრივე არ არის დამოკიდებული მათ მასაზე და მოცულობაზე, ვინაიდან ამ ნივთიერებათა მასის გაზრდისას იზრდება მათი მოცულობაც. მყარი ნივთიერებების სიმკვრივე ჩვეულებრივ იზომება გ/სმ³ - ში (ან კგ/მ³-ში), სითხეების სიმკვრივე – გ/მლ-ში, ხოლო აირებისა – გ/ლ-ში.

ნარევეები განსხვავდებიან სუფთა ნივთიერებებისაგან შემდეგი მაჩვენებლებით.

1. ნარევეების შემადგენლობა ცვლადია, ხოლო ქიმიური ნივთიერებებისა (სუფთა ნივთიერებისა) – მუდმივი. მაგალითად, წყალში (H_2O) წყალბადი უერთდება ჟანგბადს თანაფარდობით 1:8, წყალბადისა და ჟანგბადის ნარევეში კი მათი თანაფარდობა შეიძლება ნებისმიერი იყოს.

2. ნარევეების შემადგენლობაში შემავალი ნივთიერებები ინარჩუნებენ თავის ინდივიდუალურ თვისებებს, ხოლო ქიმიური ნაერთების მიღებისას წარმოიქმნება სხვა თვისებების მქონე ახალი ნივთიერება.

3. ფიზიკური მეთოდების დახმარებით ნარევეები შეიძლება დაიყოს შემადგენელ ნაწილებად, ხოლო ნაერთების შემთხვევაში ეს შეუძლებელია.

4. ნარევეების (განსაკუთრებით, აირადი ნარევეების) წარმოქმნას თან არ სდევს სითბოს გამოყოფა ან შთანთქმა, ხოლო ქიმიური ნაერთების წარმოქმნისას ადგილი აქვს სითბოს შთანთქმას ან გამოყოფას.

განსხვავებენ ორი სახის ნარევს: ერთგვაროვანი (ჰომოგენური) და არაერთგვაროვანი (ჰეტეროგენული). **თუ ნარევეში ნივთიერებათა ნაწილაკების დანახვა შეუძლებელია შეუიარაღებელი თვალით ან მიკროსკოპით – ეს ერთგვაროვანი ნარევეია. თუ კი სხვადასხვა ნივთიერებების ნაწილაკების დანახვა შეუიარაღებელი თვალით და მიკროსკოპის დახმარებით შეიძლება, – ასეთ ნარევეს არაერთგვაროვანი ეწოდება.**

ქიმიური ლაბორატორიებისთვის, ქიმიური და ფარმაცოლოგიური მრეწველობისთვის (სამკურნალო პრეპარატების წარმოების დარგისთვის) აუცილებელია სუფთა ნივთიერებები. სუფთა ნივთიერებების მიღებისთვის საჭიროა ნარევეებიდან მათი გამოყოფის მეთოდების ცოდნა.

სუფთა ნივთიერებების გამოყოფა – ეს არის ნარევეების დაშლა.

ნარევეებიდან სუფთა ნივთიერებების გამოყოფა ემყარება მათი ფიზიკურ თვისებებში განსხვავებას.

ნარევეებიდან სუფთა ნივთიერებების გამოყოფის მეთოდები:

ა) ერთგვაროვანი (ჰომოგენური) ნარევეები შემადგენელ ნაწილებად იშლება აორთქლების, კრისტალიზაციის, დისტილაციის და ქრომატოგრაფიის მეთოდებით;

ბ) არაერთგვაროვანი (ჰეტეროგენული) ნარევეები შემადგენელ ნაწილებად იშლება ფილტრაციის, დაწდომის, დალექვის, მაგნიტით ზემოქმედების მეთოდებით და სხვ.

მყარი ნივთიერებების ერთგვაროვანი ნარევი სითხეში იყოფა შემადგენელ ნაწილებად აორთქლების და კრისტალიზაციის მეთოდებით.

გახსნილი მყარი ნივთიერების მისი წყალხსნარიდან გამოყოფისთვის, წყალხსნარს აცხელებენ კერამიკულ ჭურჭელში მის სრულ აორთქლებამდე და ჭურჭლის ძირზე რჩება მშრალი მყარი ნივთიერება. ასეთი მეთოდით შეიძლება წყალხსნარიდან სუფრის მარილის და სხვ. ნივთიერებების გამოყოფა. სუფრის მარილის გამოყოფა შეიძლება მლაშე ტბებიდან აღებული წყლისგან ლაბორატორიულ პირობებშიც. ასეთი მეთოდით წყლის სრულ მოცილებას **აორთქლება** ეწოდება.

უფრო სუფთა მარილის მისაღებად წყალს ხსნარიდან აორთქლებენ ნაწილობრივად, ხდება წყლის თანდათანობითი (ნაწილ-ნაწილ) მოცილება. ასეთი ხსნარის გაცივებისას მარილის კრისტალები ილექება ძირზე და ხდება ხსნარიდან მათი გამოყოფა ფილტრაციის გზით. ხსნარიდან ნივთიერების გამოყოფის ასეთ მეთოდს **კრისტალიზაცია** ეწოდება. სითხის გამოყოფა თხევადი ერთგვაროვანი ნარევიდან ხდება დისტილაციის მეთოდით.

დისტილაცია – ეს არის ერთგვაროვანი ნარევიდან უფრო მეტად აქროლადი სითხის გამოყოფის მეთოდი მისი აორთქლებისა და შემდგომი კონდენსაციის გზით.

ნივთიერების გადასვლას აირადი მდგომარეობიდან თხევად მდგომარეობაში კონდენსაცია ეწოდება. ეთილის, მეთილის სპირტის წყალხსნარის გაცხელებისას, პირველ რიგში, ხდება უფრო აქროლადი, დაბალი დუღილის ტემპერატურის მქონე სითხის – სპირტის აორთქლება. მისი ორთქლის გაცივებით მიიღება სპირტი სუფთა სახით. აქედან შეიძლება შემდეგი დასკვნის გაკეთება: დისტილაციის მეთოდი ემყარება სითხეების დუღილის ტემპერატურების სხვაობას. ანუ უფრო დაბალი დუღილის ტემპერატურის მქონე სითხე სწრაფად ორთქლდება.

ნავთობი წარმოადგენს ზოგიერთი ნახშირწყალბადის ერთგვაროვან ნარევს თხევად მდგომარეობაში. ნავთობს ფრაქციული დისტილაციის გზით ჰყოფენ შემადგენელ ნაწილებად (ბენზინი, კეროსინი, ლიგროინი, გაზოილი და მაზუთი).

მაზუთის ფრაქციული დისტილაციის გზით ხდება საპოხი ზეთების მიღება, რომლებიც წარმოადგენენ თხევადი და მყარი ნახშირწყალბადების ნარევს.

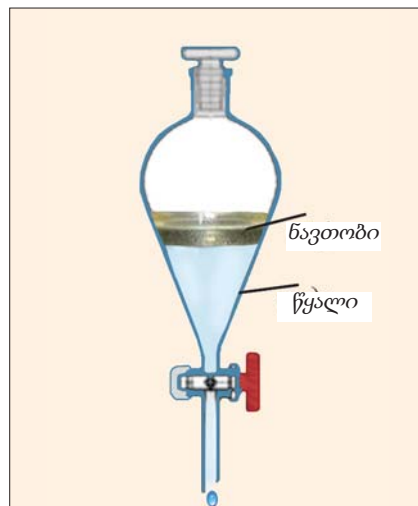
დისტილაციის მეთოდით ხდება აირების ერთგვაროვანი ნარევის (მაგალითად, ჰაერის) დაყოფა შემადგენელ ნაწილებად. თხევადი ჰაერის დისტილაციის გზით მრეწველობაში ხდება აზოტისა და ჟანგბადის მიღება.

ერთგვაროვანი თხევადი და აირადი ნარევების დაყოფა შემადგენელ ნაწილებად შეიძლება ქრომატოგრაფიის მეთოდით. ქრომატოგრაფიის მეთოდი ემყარება ნივთიერებათა ადსორბციის უნარს (ადსორბენტის – მყარი ნივთიერების ზედაპირით ნივთიერებათა შთანთქმის უნარს).

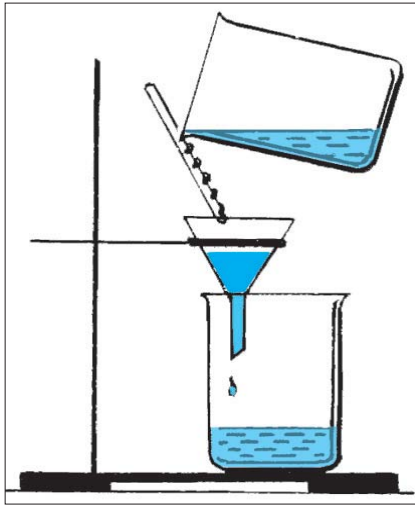
არაერთგვაროვანი (ჰეტეროგენული) ნარევებიდან ნივთიერებათა გამოყოფა.

სხვადასხვა სიმკვრივის მქონე ერთმანეთში უხსნადი სითხეების ნარევის (მაგალითად, ნავთობი – წყალი, ზეთი – წყალი, ბენზინი – წყალი, ნავთი – წყალი და სხვა არაერთგვაროვანი ნარევების) დაყოფა ლაბორატორიულ პირობებში ხდება გამყოფი ძაბრის მეშვეობით. არაერთგვაროვანი ნარევის დაყოფა გამყოფი ძაბრის მეშვეობით ემყარება ნარევის შემადგენელი სითხეების სიმკვრივეთა სხვაობას. მცირე სიმკვრივის მქონე სითხე გროვდება ზედაპირზე, ხოლო უფრო მაღალი სიმკვრივის სითხე – ქვევით. მრეწველობაში გამოიყენება დიდი მოცულობის გამყოფი მოწყობილობები.

მყარი ნივთიერებების გამოყოფა სითხიდან, რომელიც წარმოადგენს არაერთგვაროვან ნარევს (მაგალითად, ქვიშა – წყალი, რკინის ფხვნილი – წყალი, გოგირდი – წყალი, თიხა – წყალი, კირქვა – წყალი, ხის ნახერხი – წყალი) ემყარება მათი სიმკვრივეების სხვაობას. მაგალითად, თუ წყალში დავამატებთ რკინის ფხვნილის და ხის ნახერხის ნარევს და რამდენიმე ხნით დავტოვებთ ხელუხლებლად, უფრო მაღალი სიმკვრივის მქონე რკინის ფხვნილი დაილექება ჭურჭლის ძირზე, ხოლო უფრო დაბალი სიმკვრივის მქონე ხის ნახერხი ამოვა წყლის ზედაპირზე. ხის



ნახ. 2. გამყოფი ძაბრი



ნახ. 3. გაფილტვრა

ნახერხის წყალთან ერთად მოცილების შემდეგ რკინის ფხვნილი დარჩება სუფთა სახით. ამგვარად, დაწდომის გზით შეიძლება მყარი ნივთიერების გამოყოფა სითხიდან, რომელიც წარმოადგენს არაერთგვაროვან ნარევეს.

დაწდომის მეთოდი გამოიყენება სუსპენზიის შემადგენელ ნაწილებად (სითხეში მყარი ნივთიერებების არაერთგვაროვანი ნარევის) დასაყოფად, რომელიც წარმოადგენს შეტივინარებული ნარევების ერთ-ერთ ნაირსახეობას. ამ მეთოდის გამოყენებით მყარი ნივთიერების მნიშვნელოვანი ნაწილი გამოიყოფა სითხიდან. მაგალითად, წყალგამწმენდ მოწყობილობებში ამ მეთოდით ხდება წყლის გასუფთავება თიხისა და ქვიშისგან დიდ რეზერვუარებში. მსგავსი ცდა შეიძლება სახლშიც ჩატარდეს ჭიქის, ქილის ან ბოთლის გამოყენებით. მყარი ნივთიერების

გამოყოფა სითხიდან შეიძლება გაფილტვრის მეთოდითაც.

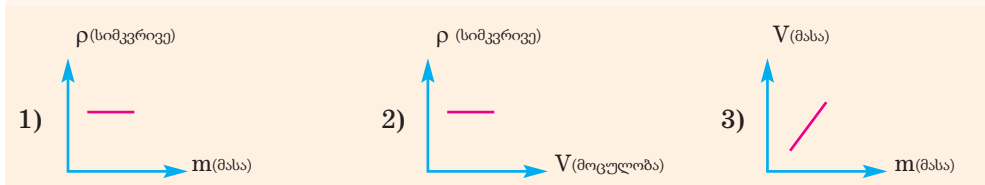
გაფილტვრა – ეს არის მყარი ნივთიერების გამოყოფის მეთოდი, მყარი ნივთიერების შემცველი სითხის გატარებით ფილტრის ქაღალდზე. ამ შემთხვევაში მყარი ნივთიერება რჩება ფილტრის ქაღალდის ზედაპირზე.

სითხეს, რომელიც გაივლის ფილტრის ქაღალდში **ფილტრატი** ეწოდება. ფილტრი შეიძლება იყოს დამზადებული აგრეთვე ქაღალდისგან, შუშისგან, ქსოვილისგან, ფოროვანი მყარი ნივთიერებებისგან და სხვ.

შეიძლება აგრეთვე რკინისა და მყარი ნივთიერების ნარევის (მაგალითად, რკინის ფხვნილი – გოგირდის ფხვნილი, რკინის ფხვნილი – ხის ნახერხი, რკინის ფხვნილი – ქვიშა) დაყოფა შემადგენელ ნაწილებად მაგნიტის დახმარებით. ამ შემთხვევაში ხდება რკინის ფხვნილის მიზიდვა მაგნიტით, ხოლო სხვა ნივთიერებისა – არა.

ცოდნის და უნარების შემოწმება

1. რით განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან ცნებები „ნივთიერება“ და „სხეული“? პასუხის დროს მოიყვანეთ მაგალითები.
2. ჩამოთვალეთ რკინისგან დამზადებული საგნები.
3. ჩამოთვალეთ შუშისგან დამზადებული საგნები.
4. მოიყვანეთ შემდეგი ნივთიერებების მსგავსი და განსხვავებული თვისებები: ა) რკინა და სპილენძი; ბ) ნახშირი და გოგირდი; გ) სუფრის მარილი და შაქარი; დ) წყალი და ნავთი.
5. სუფრის მარილი რომელი ფიზიკური თვისებებით ა) ემსგავსება შაქარს, ბ) განსხვავდება შაქრისგან?
6. ქვემოთმოყვანილი ნივთიერებები დაალაგეთ ორ ჯგუფად მათი ფიზიკური თვისებების მსგავსების მიხედვით: ა) ცარცი; ბ) მხუთავი აირი; გ) სუფრის მარილი; დ) ნახშირორჟანგი; ე) შაქარი; ვ) წყლის ორთქლი.
7. რომელი გრაფიკები შეესაბამება სუფთა თხევად ნივთიერებას?



8. გაარკვეით ნივთიერებათა აგრეგატული მდგომარეობა 25°C ტემპერატურის პირობებში.

სუფთა ნივთიერება	ტლდ °C	ტდლ °C
X	- 10	120
Y	+ 30	100
Z	- 50	20

9. დაასახელეთ სუფთა ნივთიერებების დამახასიათებელი თვისებები. 10. რა არის ნარევი? მოიყვანეთ ნარევის რამდენიმე მაგალითი. 11. რას ემყარება ნარევის დაყოფა შემადგენელ ნაწილებად? 12. როგორ შეიძლება სახლის პირობებში წყლის გასუფთავება თიხისა და ქვიშისგან? 13. როგორ შეიძლება ყოფა-ცხოვრებაში გამოყენებული წყლის გასუფთავება მასში გახსნილი მარილებისგან? 14. მოიყვანეთ შემდეგი ნარევის მაგალითები: ა) მყარი ნივთიერება სითხესთან; ბ) მყარი ნივთიერება მყარ ნივთიერებასთან; გ) აირი სითხესთან; დ) სითხე სითხესთან. 15. რომელ წყალშია მინარევების ყველაზე დიდი რაოდენობა: ა) მდინარის (არხის) წყალი; ბ) წვიმის წყალი; გ) წყალი, რომელიც გამოიყენება ყოფა-ცხოვრებაში. 16. წერტილების მაგივრად ჩასვით შესაბამისი გამოტოვებული სიტყვები (სითხიდან, გამყოფი ძაბრით, გავილტვრით, აორთქლებით): ა) ერთმანეთში უხსნადი სითხეების დაყოფა შეიძლება; ბ) აორთქლებით შეიძლება მყარი ნივთიერების გამოყოფა; გ) სითხეში ხსნადი აირის გამოყოფა შეიძლება; დ) სითხე შეიძლება გამოეყოს მასში უხსნად მყარ ნივთიერებას 17. როგორ შეიძლება სუფრის მარილის გასუფთავება წყალში უხსნადი მინარევებისგან?

პრაქტიკული მეცადინეობა 1

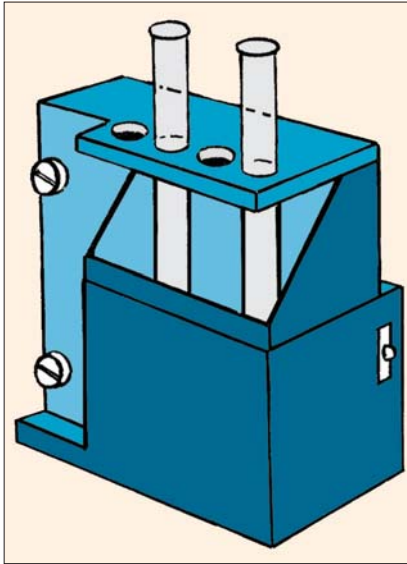
უსაფრთხოების ტექნიკის წესები ქიმიურ ლაბორატორიაში მუშაობისას (წაკითხეთ ეს წესები ყოველი ცდის ჩატარების წინ)

ქიმიური ნივთიერებების უმრავლესობა მწვავეა და შეიძლება გამოიწვიონ დამწვრობა. ლაბორატორიებში ხანდახან შეიძლება შეგვხვდეს მომწამლავი ნივთიერებებიც. ზოგიერთი ნივთიერება ადვილად ააღდება და აფეთქების საშიშროებას ქმნის. ამიტომ ქიმიურ ლაბორატორიაში ნივთიერებებთან მუშაობისას საჭიროა უსაფრთხოების ტექნიკის წესების მკაცრი დაცვა (ეს წესები წერილობითი სახით მოყვანილია ქიმიის ყველა კაბინეტში). გავეცნოთ ძირითად მათგანს.



ნახ. 4. უცხო ნივთიერების დაყნოსვა შეიძლება მხოლოდ ასეთნაირად

1. არ შეიძლება ნივთიერებების ხელით აღება და მათი გემოს გასინჯვა. 2. ნივთიერების სუნის დადგენისას არ შეიძლება ჭურჭლის დაჭერა სახესთან ახლოს, ვინაიდან ორთქლისა და აირების შესუნთქვისას შეიძლება მოხდეს სასუნთქი გზების გაღიზიანება. სუნის დასადგენად

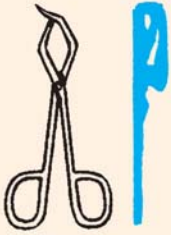


ნახ. 5. ელექტროგამახურებელი

საჭიროა ხელის მტევნით მოძრაობის გაკეთება ჭურჭლის ღიობიდან ცხვირისკენ (ნახ. 4). 3. მასწავლებლის მითითების გარეშე არ შეიძლება თქვენთვის უცნობი ნივთიერებების შერევა. 4. ცდების ჩატარებისას გამოიყენეთ ნივთიერებების მცირე დოზები. თუ ლაბორატორიული სამუშაოს აღწერისას რეკომენდებულია აღნიშნული ნივთიერების მცირე დოზების გამოყენება, უნდა გახსოვდეთ, რომ მყარი ნივთიერების აღება შეიძლება დაახლოებით 1/4 ჩაის კოვზის, ხოლო სითხისა -1-2 მლ-ის რაოდენობით. 5. განსაკუთრებული სიფრთხილე გამოიჩინეთ მჟავებთან და ტუტეებთან მუშაობისას. **თუ შემთხვევით მჟავა ან ტუტე დაგესხათ ხელეზე ან ტანსაცმელზე, საჭიროა დაუყოვნებლივ მისი ჩამორეცხვა წყლის დიდი რაოდენობით.** 6. წყლით მჟავის განზავებისას უნდა გახსოვდეთ შემდეგი წესი: მჟავა (გოგირდმჟავა) უნდა ჩაისხას წყალში

წვრილი ნაკადით, მორევით, და არა პირიქით. 7. ყოველთვის ისარგებლეთ სუფთა ლაბორატორიული ჭურჭლით. 8. ნივთიერებათა ნარჩენები ცდის ჩატარების შემდეგ არ უნდა ჩაასხათ ჭურჭელში, რომელშიც ინახება სუფთა ნივთიერება. 9. გაზის სანთურათი, სპირტქურით, ელექტროგამაცხელებლით მუშაობისას დაიცავით შემდეგი წესები: 1) გაზის სანთურას ასანთებლად ასანთის ანთებული ღერი უნდა მიიტანოთ სანთურას ნახვრეტთან და ფრთხილად გახსნათ გაზის ონკანი; 2) თუ მუშაობის დროს სანთურას ალი თანაბარი არ არის, მაშინვე გადაკეტეთ გაზის ონკანი. როცა სანთურა გაცივდება, გადაკეტეთ ჰაერის მიწოდების რეგულატორი და კვლავ აანთეთ სანთურა; 3) თუ სანთურას ალს ყვითელი ფერი აქვს, ეს ნიშნავს, რომ მასში არ ხდება ჰაერის საკმარისი რაოდენობის მიწოდება. ასეთ შემთხვევაში უნდა გაიხსნას ჰაერის მიწოდების რეგულატორი, რათა ალი აღარ ანათებდეს; 4) სამუშაოს დასრულების შემდეგ უნდა შემოწმდეს, დაკეტილია თუ არა გაზის ონკანი; 5) თუ ოთახში იგრძნობა გაზის სუნი, ასანთის ანთება კატეგორიულად დაუშვებელია; დაუყოვნებლივ შეატყობინეთ ამის შესახებ მასწავლებელს; 6) სპირტქურასთან მუშაობისას მისი ანთება სხვა სპირტქურიდან არ შეიძლება, ვინაიდან ამ დროს სპირტი შეიძლება დაიღვაროს და გამოიწვიოს ხანძარი; 7) სპირტქურას ალის ჩასაქრობად ის უნდა დაიხუროს ხუფით; 8) ელექტროგამახურებლის ქსელში ჩართვამდე (ნახ. 5), შეამოწმეთ, ხომ არ არის დაზიანებული გამახურებლის ელექტროსადენის იზოლაცია; 9) თუ ელექტროგამახურებლის ქსელში ჩართვისას ის არ ხურდება, შეატყობინეთ ამის შესახებ მასწავლებელს; 10) ელექტროგამახურებელთან მუშაობისას არ დაუშვათ ვარვარების სპირალის გაჭუჭყიანება; 11) მუშაობის დასრულების შემდეგ აუცილებლად გამორთეთ ელექტროგამახურებელი ქსელიდან.

ქიმიური ლაბორატორიის მოწყობილობა



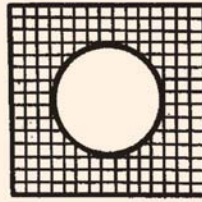
ტიგელის
მაშა



კოვზი
დაწვისთვის



შპატელი



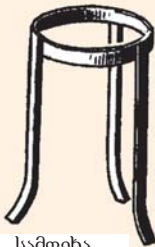
ასბესტის ბადე



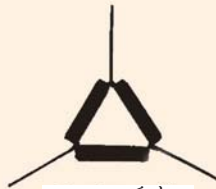
გაზის სანთურა



სპირტქურა



სამფეხა



ფაიფურის
(კერამიკული)
სამკუთხედი



ხის
შტატივი



დასადგამები

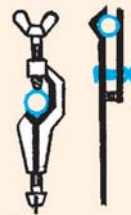


შტატივი

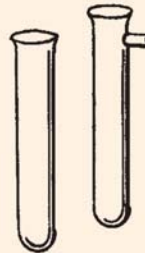
სინჯარების
გასარევი
ჯგერისი



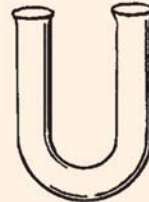
შტატივის რგოლი



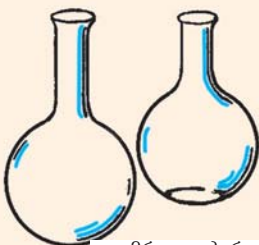
შტატივის ქურო
და ფეხი



სინჯარები



U ფორმის
მილი



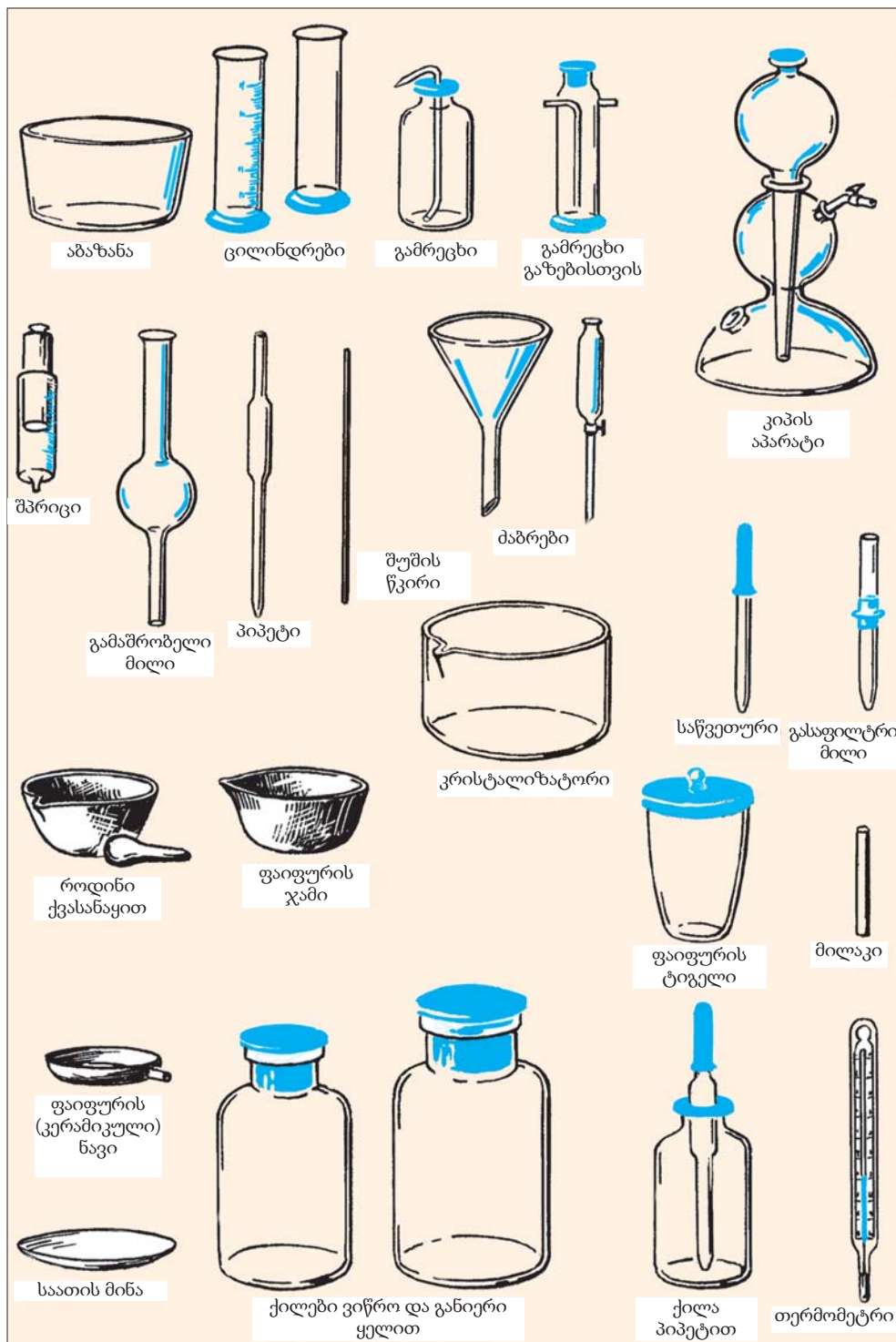
მრგვალიძირა და
ბრტყელძირა კოლბები



ჭიქა



ერლენმეიერის
კოლბა



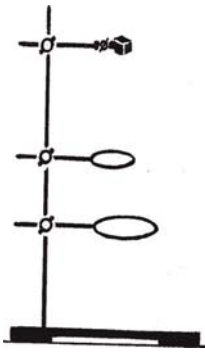
ლაბორატორიულ მოწყობილობასთან მუშაობის წესები

ლაბორატორიული შტატივის მოწყობილობა. ლაბორატორიაში გამოყენებული რკინის შტატივის მოწყობილობა ნაჩვენებია ნახატზე 6. ეს შტატივი გამოიყენება იმ ხელსაწყოების დასამაგრებლად, რომლებსაც სხვადასხვა ქიმიური ცდების ჩასატარებლად იყენებენ (ნახ. 9, 10, 11). მაგალითად, შტატივში სინჯარის ჩამაგრებისას ის ისე უნდა იყოს მოჭერილი, რომ არ გადმოვარდეს და არ გატყდეს და ამავე დროს მისი გადანაცვლება ადვილად შეიძლებოდეს. მაგრად ჩაჭერისას სინჯარა შეიძლება გატყდეს. სინჯარა უნდა ჩამაგრდეს არა თავისი შუა ნაწილით, არამედ ღიობთან ახლოს, რათა მისი გაცხელება ადვილი იყოს (ნახ.11).

შტატივიდან სინჯარის ამოღებისთვის საჭიროა ჯერ ფეხის ხრახნის შესუსტება, შემდეგ ფრთხილად ამოღება.

ჭიქაში ან კოლბაში სითხის გაცხელებისას შტატივის რგოლზე ათავსებენ ასბესტის ბადეს. ფაიფურის ჭიქაში სითხის გაცხელება ხდება ბადის გარეშე.

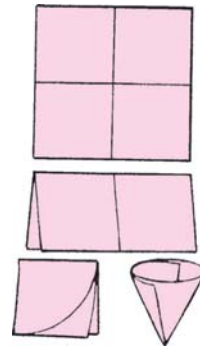
ალის აგებულება. თუ ყურადღებით დააკვირდებით ალს, შეიძლება შენიშნოთ,



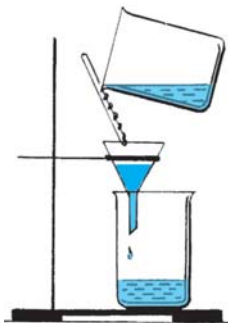
ნახ. 6. ლაბორატორიული შტატივი



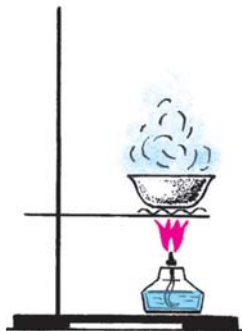
ნახ. 7. ალის აგებულება



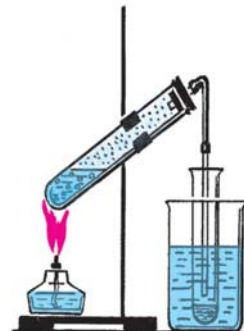
ნახ. 8. ფილტრის მომზადება



ნახ. 9. გაფილტვრა



ნახ. 10. აორთქლება



ნახ. 11. დისტილაცია

რომ იგი შედგება სამი ნაწილისგან (ნახ.7). მის ქვედა ნაწილში (3) ხდება აირის შერევა ჰაერთან. თუ ალის ამ ნაწილთან სწრაფად მივიტანთ ასანთის თავს და ცოტა ხანს გავაჩერებთ, ასანთი სწრაფად არ აინთება. ესე იგი ალის ამ ნაწილში ტემპერატურა მაღალი არ არის. თუ ალის ქვედა ნაწილში შევიტანთ შუმის მილაკს და მის ნახვრეტთან მივიტანთ ანთებულ ასანთს, გაჩნდება ალი. ეს იმაზე მეტყველებს, რომ ალის ქვედა ნაწილში არის დაუწვავი აირები.

ალის შუა ნაწილი (2) ყველაზე ნათელია. ეს იმით აიხსნება, რომ ამ ნაწილში შედარებით მაღალი ტემპერატურის გავლენით ხდება ნახშირბადის შემცველი პროდუქტების დაშლა, ამასთან ნახშირის ნაწილაკები გახურებისას შუეს ასხივებენ.

ალის გარეთა ნაწილში (1) ხდება აირების სრული წვა, შედეგად წარმოიქმნება ნახშირორჟანგი (IV) (CO_2) და წყალი (H_2O). ამის გამო ალის ეს ნაწილი არ ანათებს.

სუფრის მარილის გასუფთავება. წინასწარ მომზადებულ გაუსუფთავებელ სუფრის მარილს (მარილის ნარევი ქვიშასა და მიწასთან), ვხსნით 20 მლ წყალში კიმიურ ჭიქაში, შუმის წკირით მორევით. შემდეგ, მღვრიე ნარევს ვფილტრავთ ძაბრში მოთავსებულ ფილტრის ქაღალდში (ნახ. 8 და 9). მიღებულ სითხეს ვათავსებთ კერამიკულ ჭურჭელში და ვაცხელებთ (ნახ. 10). გაფილტრულ სითხეს ვურევთ მის სრულ აორთქლებამდე. ჭურჭელში დარჩენილ თეთრ მყარ მარილს ვადარებთ პირვანდელ ნარევს.

2. ნივთიერებათა შედგენილობა და აგებულება. მოლეკულები და ატომები

მოსაზრება ნივთიერებათა შედგენილობის შესახებ გამოთქმული იყო ჯერ კიდევ 2500 წლის წინათ ძველბერძენი მეცნიერების მიერ (დემოკრიტე და სხვ.). ისინი ფიქრობდნენ, რომ ყველა სხეული შედგება თვალით უხილავი უმცირესი ნაწილაკებისგან, რომლებსაც „ატომები“ ეწოდა. იმ დროს სიტყვა „ატომი“ ნიშნავდა „განუყოფელს“. ნივთიერების და მისი შემადგენელი ნაწილაკების აგებულების კვლევა გრძელდებოდა შემდგომშიც.

ყველაზე დამაჯერებელი და სარწმუნო სამეცნიერო გამონათქვამები ნივთიერებების მოლეკულებისა და ატომებისაგან წარმოქმნის შესახებ წამოყენებული იყო XVIII საუკუნის შუა წლებში დიდი რუსი მეცნიერის მ. ვ. ლომონოსოვის და ნახევარი საუკუნის შემდეგ ინგლისელი მეცნიერის ჯონ დალტონის მიერ. მათი იდეები 1860 წელს დაედო საფუძვლად „ატომურ-მოლეკულურ მოძღვრებას“, რომელიც აღიარებულია მსოფლიოს მეცნიერთა უმრავლესობის მიერ. მოლეკულებისა და ატომების შესახებ სწავლების ძირითადი დებულებებია:

1) ნივთიერებები შედგებიან მოლეკულებისა და ატომებისაგან.

2) მოლეკულებს შორის არის მანძილები, რომელთა ზომები დამოკიდებულია ნივთიერების აგრეგატულ მდგომარეობაზე და ტემპერატურაზე.

ყველაზე დიდი მანძილებია აირის მოლეკულებს შორის. ამით აიხსნება მათი

ადვილი შეკუმშვადობა. სითხეები ძნელად იკუმშება. მათ მოლეკულებს შორის მანძილი შედარებით მცირეა. ყველაზე მცირეა მანძილი მყარი ნივთიერებების მოლეკულებს შორის, რის გამოც ისინი არ იკუმშება.

3) მოლეკულები მუდმივ მოძრაობაშია, მოლეკულების მოძრაობის სიჩქარე ტემპერატურის პირდაპირპროპორციულია.

4) მოლეკულებს შორის არსებობს ურთიერთმიზიდულობისა და განზიდვის ძალები.

5) მოლეკულები შედგება ატომებისგან. ატომები, ისევე როგორც მოლეკულები, მუდმივ მოძრაობაშია.

6) ატომის ერთი სახეობა განსხვავდება მეორისგან მასითა და თვისებებით.

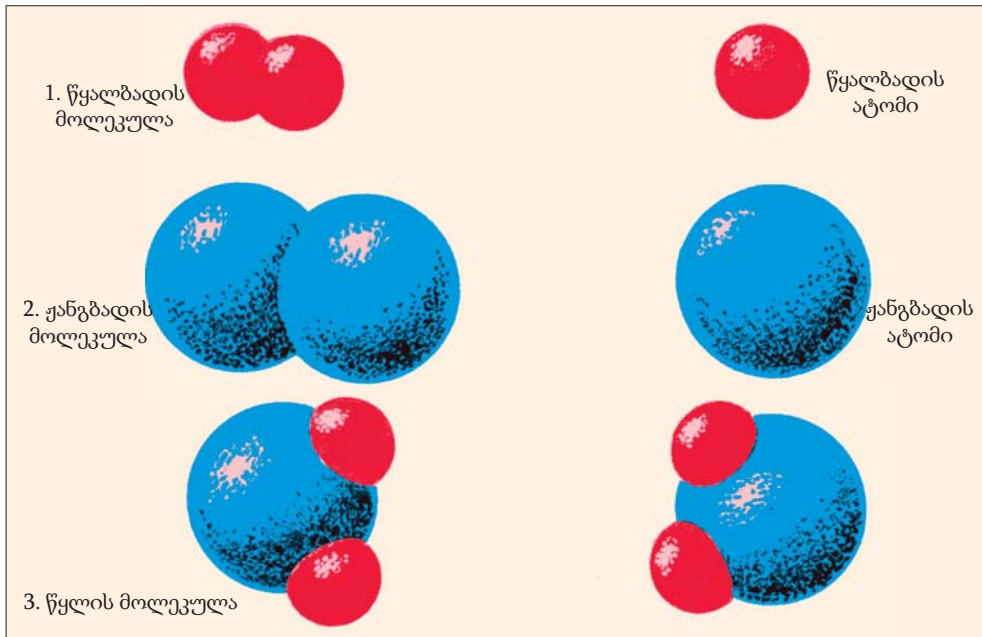
7) ფიზიკური მოვლენების დროს მოლეკულები უცვლელად რჩებიან, ქიმიური გარდაქმნების დროს ისინი იშლება. ატომები არ იშლებიან (ანუ განუყოფელნი არიან) ქიმიური რეაქციების დროსაც.

8) მოლეკულური აგებულების მქონე ნივთიერებების კრისტალური მესერის ნასკვებში მოლეკულები მყარ მდგომარეობაშია .

9) არამოლეკულური აგებულების მქონე ნივთიერებების კრისტალური მესერის ნასკვებში ატომები და სხვა ნაწილაკები მდებარეობს.

თუ მოლეკულებს და ატომებს გამოვსახავთ ბურთულების მსგავსად, შევძლებთ წარმოვიდგინოთ ნივთიერებათა მოლეკულები შემდეგი სახით (ნახ. 12).

ატომურ-მოლეკულური მოძღვრების დებულებები ემყარება უმრავლესი ნივთიერებების თვისებების შესწავლას და ქიმიურ ცდებს. ასე, მაგალითად, ჩვენ შევისწავლეთ წყლის გადასვლა მყარი მდგომარეობიდან თხევად მდგომარეობაში და შემდეგ – წყლის ორთქლში. ელექტრული დენის ან 2000°C ტემპერატურის ზეგავლენით წყლის დაშლისას ახალი ნივთიერებების – წყალბადისა და ჟანგბადის წარმოქმნის ანალიზით ჩვენ დავრწმუნდებით ამ დებულებების



ნახ. 12. მოლეკულების მოდელები

უტყუარობაში. აღნიშნული გარდაქმნები მოლეკულების მოდელის სახით ნაჩვენებია ნახატზე 13.

როგორც ნახტიდან ჩანს, წყლის მოლეკულის დასაშლელად ატომებად საჭიროა მისი გაცხელება 2000°C ტემპერატურამდე. აქედან გამომდინარე, ატომებს შორის მიზიდულობის ძალა ბევრად უფრო მეტია, ვიდრე მოლეკულებს შორის. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, ატომებს შორის კავშირი ბევრად უფრო ძლიერია და მყარია, ვიდრე მოლეკულებს შორის. ატომებს შორის აღნიშნულ კავშირს **ქიმიური ზმა** ეწოდება. ამ ზმის გახლეჩა ან წარმოქმნა განპირობებულია ქიმიური გარდაქმნებით და ახალი ნივთიერებების წარმოქმნით.

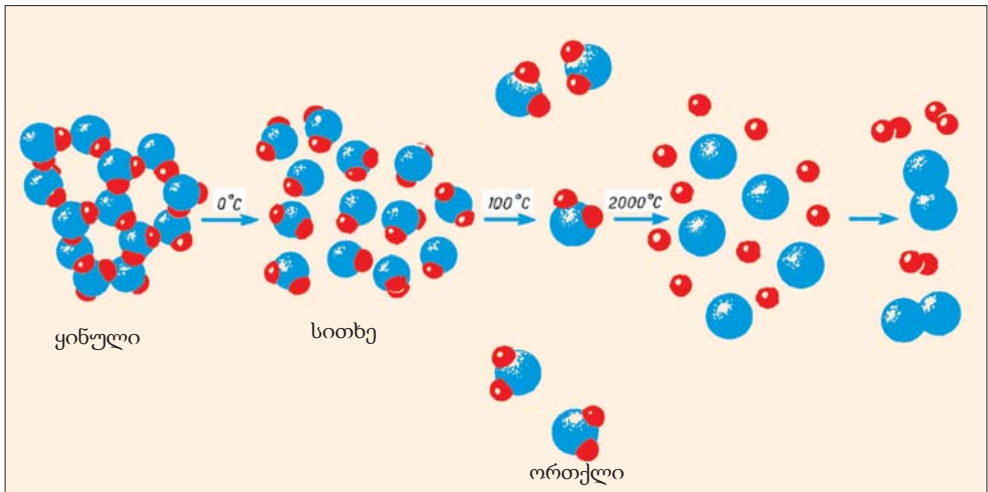
წარმოადგენენ რა მრავალი ნივთიერების უმცირეს ნაწილაკებს, მოლეკულები თავისი ქიმიური თვისებებით ანალოგიურია თვით ამ ნივთიერებებისა. ქიმიური რეაქციების დროს მოლეკულები იშლება, ანუ ისინი წარმოადგენენ ქიმიურად დაყოფად ნაწილაკებს.

მოლეკულა – არის უმცირესი ნაწილაკი, რომელიც ინარჩუნებს ნივთიერების ქიმიურ თვისებებს და შედგენილობას.

ატომი – არის ნივთიერების უმცირესი ქიმიურად განუყოფელი ნაწილაკი.

აღნიშნულ განსაზღვრებაში საჭიროა ყურადღების გამახვილება სიტყვებზე „ქიმიურად განუყოფელი“, რადგან ცნობილია ისეთი მოვლენები, რომელთა შედეგად ატომები იყოფა და ამ დროს გამოიყოფა ენერგია. ასეთ მოვლენებს თან სდევს ატომების გარდაქმნა და შეისწავლება ბირთვული ფიზიკის კურსში.

შედეგადად თუ არა ნივთიერებები მოლეკულებისა და ატომებისაგან? შემდგომში მეცნიერულმა ძიებამ აჩვენა, რომ ნივთიერებები შედგება არა მხოლოდ მოლეკულებისა და ატომებისაგან, რომლებიც წარმოადგენს დაუმუხტავ და ნეიტრალურ ნაწილაკებს, არამედ აგრეთვე დადებითად და უარყოფითად დამუხტული ნაწილაკებისგან – იონებისგან. მაგალითად, მათ მიეკუთვნება სუფრის მარილი, სოდა, კირი და სხვ. (ამის შესახებ უფრო დეტალურ ცნობებს მიიღებთ VIII კლასში). **ნივთიერება, რომელიც შედგება მოლეკულებისგან ეწოდება მოლეკულური აგებულების ნივთიერება, ხოლო ატომებისა და იონებისგან შემდგარ ნივთიერებებს პირობითად მიაკუთვნებენ არამოლეკულური აგებულების ნივთიერებებს.** მოლეკულური და არამოლეკულური აგებულების



ნახ. 13. წყლის გარდაქმნა სხვადასხვა პირობებში

ნივთიერებები განსხვავდება ერთმანეთისგან თავისი თვისებებით. პირველნი ჩვეულებრივ პირობებში ძირითადად წარმოადგენს აირებს (ჟანგბადი, აზოტი, წყალბადი, ნახშირორჟანგი და სხვ.) ან სითხეებს (წყალი, სპირტი, აცეტონი და სხვ.), აგრეთვე ადვილად დნობად მყარ ნივთიერებებს (კრისტალური გოგირდი, თეთრი ფოსფორი, შაქარი, იოდი და სხვ.). არამოლეკულურს მიეკუთვნება ძნელად ლღობადი მყარი ნივთიერებები (ალმასი, გრაფიტი, ქვიშა, სუფრის მარილი, სოდა და სხვ.).

ატომის აგებულება. XIX საუკუნის ბოლომდე ატომი ითვლებოდა ნივთიერების უმცირეს (მიკრო) განუყოფელ ნაწილაკად. თუ რამდენად წარმოადგენს ატომები უმცირეს ნაწილაკებს, შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგი შედარების მეშვეობით. თუ ვაშლს გავზრდით დედამიწის ზომამდე, ამდენჯერვე გაზრდილი ატომი ვაშლის ტოლი იქნება. ატომების დიამეტრი შეადგენს $2 \cdot 10^{-10}$ – $5 \cdot 10^{-10}$ მ. ეს ნიშნავს, რომ წიგნის ყოველი გვერდის სისქეში მოთავსდება ასი ათასობით ატომი.

ატომი – ეს არის უმცირესი ნაწილაკი, რომელიც თავის თავში შეიცავს ქიმიური ელემენტის ყველა თვისებას.

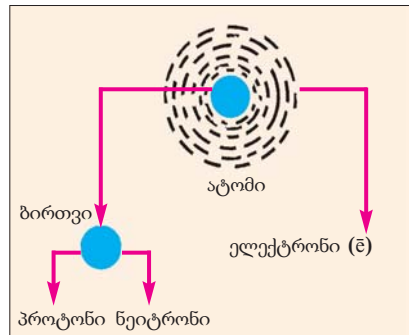
XIX საუკუნის ბოლოსა და XX საუკუნის დასაწყისის სამეცნიერო აღმოჩენებმა აჩვენა, რომ თვით ატომიც წარმოადგენს რთულ ნაწილაკს. პირველ რიგში დადგინდა, რომ ყოველი ატომი შედგება დადებითად დამუხტული ბირთვისგან და მის გარშემო დიდი სიჩქარით მოძრავი დამუხტული ნაწილაკების – ელექტრონებისგან. ბირთვი წარმოადგენს ატომის ძირითად მასას და განლაგებულია მის ცენტრში. ბირთვის დიამეტრი ატომის დიამეტრზე 50-100 ათასჯერ უფრო მცირეა.

ფიზიკის კურსიდან ცნობილია, რომ ატომის ბირთვსაც აქვს რთული აგებულება (ნახ. 14). ის შედგება ნაწილაკებისგან – პროტონებისა და ნეიტრონებისგან. პროტონის მუხტია +1, ხოლო მისი მასა დაახლოებით წყალბადის ატომის მასის ან $1,673 \cdot 10^{-24}$ გ-ის ტოლია. ბირთვის დადებითი მუხტის სიდიდე განისაზღვრება პროტონების რიცხვით. მაგალითად, წყალბადის ატომში 1 პროტონის და ჟანგბადის ატომში 8 პროტონის არსებობის შედეგად მათი ბირთვების მუხტი შესაბამისად +1-ის და +8-ის ტოლია. პროტონი აღინიშნება ასოთი **p** ან როგორც ${}^1_1\text{p}$. ნეიტრონი – ეს დაუმუხტავი

ნაწილაკია. მისი მასა ($1,675 \cdot 10^{-24}$ გ) დაახლოებით პროტონის მასის ტოლია. ნეიტრონი აღინიშნება ასოთი **n** ან როგორც ${}^1_0\text{n}$.

ელექტრონს აქვს ძალიან მცირე მასა. მისი მასა 1836-ჯერ ნაკლებია პროტონის მასაზე, ხოლო მუხტი ტოლია პროტონის მუხტისა უარყოფითი ნიშნით (-1). ელექტრონი აღინიშნება ნიშნით **e**.

ატომებში ელექტრონებისა და პროტონების ერთნაირი რაოდენობის გამო, თავისუფალ მდგომარეობაში ისინი ნეიტრალურ ნაწილაკებს წარმოადგენენ. ყოველი ატომი მეორისგან განსხვავდება



ნახ. 14. ატომის გამარტივებული მოდელი

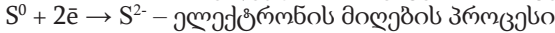
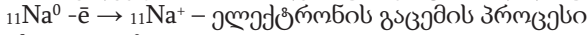
პროტონების რაოდენობით. ატომის მასა განისაზღვრება მისი პროტონებისა და ნეიტრონების რაოდენობით. მას აგრეთვე მასური რიცხვი A ეწოდება. ამრიგად, ატომები წარმოადგენს გარკვეული მასის მქონე ნეიტრალურ ნაწილაკებს. $A = N(p) + N(n)$. ვინაიდან პროტონების რაოდენობა ელემენტის ბირთვის მუხტის (Z) ტოლია, $A = Z + N(n)$.

ვიცით რა ეს, ატომს შეიძლება მიეცეთ ახალი განსაზღვრება.

ატომი ეწოდება ელექტრონეიტრალურ ნაწილაკს, რომელიც შედგება დადებითად დამუხტული ბირთვისგან და უარყოფითად დამუხტული ელექტრონებისგან.

ნეიტრალურ ატომში $N(p) = N(e^-)$.

გაცემს რა ელექტრონს, ატომი ხდება დადებითად დამუხტული იონი, ხოლო იღებს რა ელექტრონს ის ხდება უარყოფითად დამუხტული იონი. მაგალითად:



დადებითად დამუხტულ იონებში $N(p) > N(e^-)$. $N(e^-) = p$ მუხტი „-“ უარყოფითია.

უარყოფითად დამუხტულ იონებში $N(p) < N(e^-)$. $N(e^-) = p$ მუხტის აბსოლუტური მნიშვნელობა „+“ დადებითია.

იონის მუხტი $= N(p) - N(e^-)$.

ცოდნისა და უნარების შემოწმება

1. ამოარჩიეთ მოლეკულური აგებულების ნივთიერებები: ა) ნახშირორჟანგი; ბ) წყალი; გ) სუფრის მარილი; დ) ეთილის სპირტი; ე) კირი. 2. მოიყვანეთ არამოლეკულური აღნაგობის ნივთიერებათა მაგალითები. 3. მოიყვანეთ მოლეკულური აღნაგობის ნივთიერებათა მაგალითები: ა) აირად მდგომარეობაში; ბ) თხევად მდგომარეობაში; გ) მყარ მდგომარეობაში. 4. განსაზღვრეთ თვისებები, რომლებითაც ატომები მოლეკულებისგან განსხვავდებიან. 5. ნივთიერების აგრეგატული მდგომარეობები: ა) თხევადი; ბ) გაზისებრი; გ) მყარი. დაალაგეთ ეს აგრეგატული მდგომარეობები მოლეკულებს შორის მანძილის შემცირების ხარისხის შესაბამისად. 6. დაადგინეთ შესაბამისობა:

- | | |
|--------------------------------|--------------------|
| I. ნეიტრალური ატომი | ა) $N(p) < N(e^-)$ |
| II. დადებითად დამუხტული იონი | ბ) $N(p) > N(e^-)$ |
| III. უარყოფითად დამუხტული იონი | გ) $N(p) = N(e^-)$ |

7. რომელ შემთხვევაშია ატომის მასური რიცხვი მოყვანილი სწორად? ა) ტოლია პროტონებისა და ელექტრონების ჯამისა; ბ) ტოლია ნეიტრონებისა და ელექტრონების ჯამისა; გ) ტოლია პროტონებისა და ნეიტრონების ჯამისა. 8. განსაზღვრეთ X, Y და Z ნაწილაკები.

ატომის ნაწილაკები	მუხტი
X	+
Y	0
Z	-

9. იხ. კითხვა 8: დაადგინეთ X, Y და Z ნაწილაკების მასების თანაფარდობა. 10. დაადგინეთ ა) პროტონების, ბ) ნეიტრონების, გ) ელექტრონების რაოდენობა ატომში ${}_{20}^{40}\text{Ca}$. 11. როგორი გამონათქვამებია ატომისთვის სწორი: ა) ნივთიერების უმცირესი, ქიმიურად განუყოფელი ნაწილაკი; ბ) ნივთიერების უმცირესი, ფიზიკურად განუყოფელი ნაწილაკი;

გ) შედგება ბირთვისგან და ელექტრონებისგან; დ) ელექტრონეიტრალური ნაწილაკი; ე) ატომის მასური რიცხვი მისი ელექტრონების მასების ტოლია; ვ) ბირთვის მასა ატომის მასური რიცხვის ტოლია; ზ) ელექტრონების რიცხობრივი მნიშვნელობა ბირთვის მასის ტოლია; თ) ელექტრონების რაოდენობა ბირთვის მუხტის ტოლია.

3. ქიმიური ელემენტი. იზოტოპები

ატომურ-მოლეკულური მოძღვრების ერთ-ერთ დებულებაში აღნიშნულია, რომ ატომის ყოველი სახეობა თავისი მასითა და თვისებებით განსხვავდება ატომების სხვა სახეობებისგან. ატომების გარკვეულ სახეობას *ქიმიური ელემენტი* ეწოდება. „ქიმიური ელემენტის“ ცნება მეცნიერებაში შეტანილია XIX საუკუნის დასაწყისში ინგლისელი მეცნიერის ჯონ დალტონის მიერ. ამჟამად ცნობილია 110 ქიმიური ელემენტი. მათი აღნიშვნა ხდება ლათინურ ენაზე მათი დასახელების პირველი ასოებით ან პირველი ასოებით ერთ-ერთ შემდეგ ასოსთან ერთად (იხ. წიგნის ფორზაცზე მოყვანილი „ქიმიური ელემენტების პერიოდული სისტემის“ ცხრილი).

„ატომის“ და „ქიმიური ელემენტის“ ცნებების გაიგივება არ შეიძლება. ვცადოთ, ვაჩვენოთ მათი სხვაობა ატომების შედგენილობის საფუძველზე.

დადგენილია, რომ ცხრილში ელემენტების რიგითი ნომერი შეესაბამება მის ატომში პროტონების რაოდენობას. ამრიგად, ვიცით რა ცხრილში ელემენტის რიგითი ნომერი, შეგვიძლია ვიპოვოთ მისი პროტონების რიცხვი და აგრეთვე ბირთვის მუხტი (როგორც თქვენთვის ცნობილია, ბირთვის მუხტი განისაზღვრება პროტონების რიცხვით). პროტონების რიცხვი ატომების ყოველ სახეობაში მუდმივია. სხვადასხვა ელემენტების ატომებში პროტონების რიცხვი სხვადასხვაა. ერთი და იგივე ელემენტის ყველა ატომში პროტონების რიცხვი ერთნაირია. ესე იგი, ატომის სახეობა განისაზღვრება პროტონების რიცხვით ან ბირთვის მუხტით.

ატომების სახეობას ბირთვის ერთნაირი მუხტით (ან პროტონების რიცხვით) ქიმიური ელემენტი ეწოდება.

დადგენილია, რომ მრავალ ქიმიურ ელემენტს აქვს სხვადასხვა მასის მქონე ატომები ერთნაირი ქიმიური თვისებებით. ამ ატომების მასების სხვაობა განპირობებულია მათი ნეიტრონების სხვადასხვა რაოდენობით, ვინაიდან ატომის მასა განისაზღვრება პროტონებისა და ნეიტრონების მასათა ჯამით: $A = N(p) + N(n)$.

ერთი და იმავე ქიმიური ელემენტის ატომების ნაირსახეობებს, რომელთაც აქვთ ბირთვის ერთნაირი მუხტი (პროტონების რიცხვი), მაგრამ სხვადასხვა მასა (პროტონებისა და ნეიტრონების ჯამი), ეწოდება იზოტოპები. სიტყვა „იზოტოპი“ ნიშნავს „ერთი და იმავე ადგილის დაკავებას“. ქიმიური ელემენტების პერიოდული სისტემის ცხრილში ისინი აღინიშნება ერთი ნიშნით (ელემენტის ქიმიური ნიშნით) და განლაგებულია ერთ უჯრაში.

მაგალითად, მსუბუქ წყალბადთან ერთად (protium) ბუნებაში არსებობს აგრეთვე მძიმე წყალბადის ატომები (deuterium) და უმნიშვნელო რაოდენობით – კიდევ უფრო მძიმე წყალბადის ატომები (tritium).

სკოლის კურსში შესასწავლი ელემენტებიდან მხოლოდ წყალბადის იზოტოპებს აქვთ სხვადასხვა დასახელება.



ჯონ დალტონი (1766-1844)

ინგლისელი მეცნიერი. 1803 წელს შეადგინა რიგი ელემენტების ფარდობითი ატომური მასების პირველი ცხრილი, დიდი როლი შეასრულა ატომურ-მოლეკულური მოძღვრების განვითარებაში.

იზოტოპები განსხვავდება ერთმანეთისაგან ფარდობითი ატომური მასით, ნეიტრონების რაოდენობით და ბუნებაში გავრცელებით.

ამრიგად, ცნებები „ატომი“ და „ქიმიური ელემენტი“ განსხვავდებიან ერთმანეთისგან იმით, რომ ყოველ ატომს, წარმოადგენს რა კონკრეტულ ნაწილაკს, აქვს პროტონების, ელექტრონების და ნეიტრონების გარკვეული რაოდენობა და კონკრეტული მასა. ცნება „ქიმიური ელემენტი“ გულისხმობს ერთნაირი ქიმიური თვისებების, ბირთვის ერთნაირი მუხტის და სხვადასხვა მასის მქონე ატომების ჯგუფს.

ატომური მასა მითითებულია ქიმიური ელემენტის ნიშნის ზედა მარცხენა კუთხეში, ხოლო პროტონების რაოდენობა (რიგითი ნომერი) – ქვედა მარცხენა კუთხეში (ცხრილები 1 და 2).

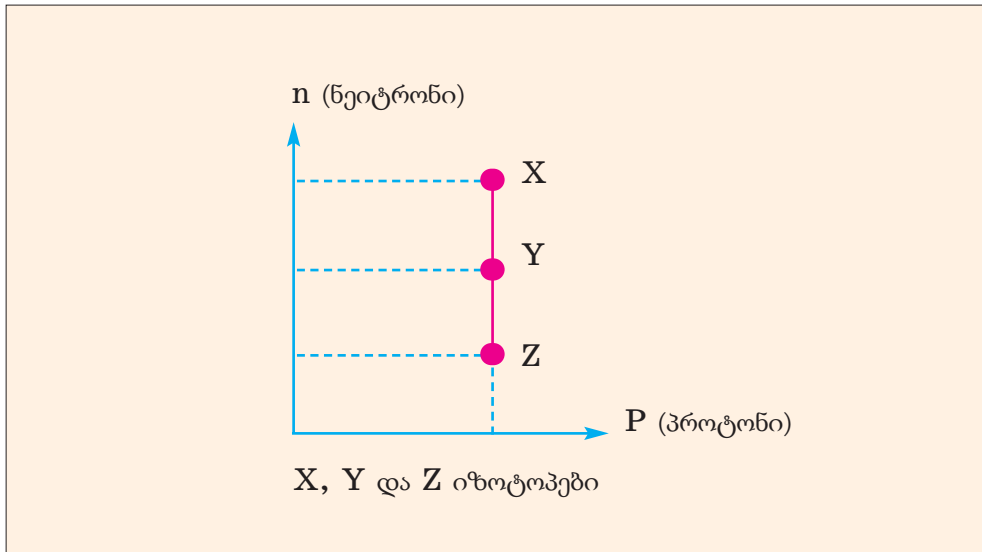
ცხრილებში ნაჩვენებია წყალბადისა და ჟანგბადის იზოტოპები.

ცხრილი 1

წყალბადის იზოტოპები	დასახელება	ბირთვის შედგენილობა	
		პროტონების რაოდენობა	ნეიტრონების რაოდენობა
${}^1_1\text{H}$	Protium	1	0
${}^2_1\text{H}({}^2_1\text{D})$	Deyterium	1	1
${}^3_1\text{H}({}^3_1\text{T})$	Tritium	1	2

ცხრილი 2

ჟანგბადის იზოტოპები	ბირთვის შედგენილობა	
	პროტონების რაოდენობა	ნეიტრონების რაოდენობა
${}^{16}_8\text{O}$	8	8
${}^{17}_8\text{O}$	8	9
${}^{18}_8\text{O}$	8	10



ქიმიური ელემენტების ნიშნები და დასახელებები. ბუნებაში არსებული და ხელოვნური გზით მიღებული 13 მილიონზე მეტი ნივთიერების შედგენილობის აღნიშვნისთვის იყენებენ ქიმიური ელემენტების ნიშნებს (ან სიმბოლოებს).

1814 წელს ცნობილმა შვედმა ქიმიკოსმა ი. ი. ბერცელიუსმა შემოიტანა წინადადება ქიმიური ელემენტების აღსანიშნავად გამოყენებული ყოფილიყო მათი ლათინური დასახელების პირველი ასოები. მაგალითად, წყალბადი (Hydrogenium) – H, ჟანგბადი (Oxygenium) – O, აზოტი (Nitrogenium) – N, გოგირდი (Sulfur) – S და ა. შ. რამდენიმე ელემენტის დასახელების საწყისი ასოების დამთხვევის შემთხვევაში საწყის ასოს ემატებოდა ელემენტის ლათინური დასახელების პირველი ასოს შემდეგი ერთი ასო. მაგალითად, აზოტი (Nitrogenium), ნიკელი (Nikelium) და ნატრიუმი (Natrium) აღინიშნება შესაბამისად ნიშნებით N, Ni და Na.

ვინ აძლევს ელემენტებს დასახელებას და რას გამოსახავენ ისინი?

ქიმიური ელემენტების დასახელებებს სხვადასხვა წარმომავლობა აქვთ. რიგი ელემენტების დასახელებები ჩვენამდე მოვიდა უძველესი დროიდან. ეს არის ალქიმიკოსების მიერ მარტივი ნივთიერებებისთვის მიცემული დასახელებები. მაგალითად, ვერცხლი, ოქრო, გოგირდი, სპილენძი, ტყვია და სხვ. ახლად აღმოჩენილი ელემენტების დასახელებები და ქიმიური ნიშნები შეირჩევა მათი აღმოჩენის მეცნიერების მიერ, ხოლო გამოყენებითი ქიმიის საერთაშორისო კავშირი (IUPAC) ამტკიცებს მათ. რიგი ელემენტების ლათინური და ბერძნული დასახელება ასახავს მათ თვისებებს, მაგალითად, ქლორი – მწვანე, ბრომი – უსიამოვნო სუნის მქონე, იოდი – იასამნისფერი, რადიუმი – გამომსხივებელი (რადიოაქტიური), სილიციუმი – მაგარი და სხვ.

ზოგმა ელემენტებმა დასახელება მიიღეს გენიალური მეცნიერების – ქიმიკოსებისა და ფიზიკოსების – პატივსაცემად: ამერიკელმა ფიზიკოსმა სიბორგმა მის მიერ აღმოჩენილ ელემენტებს უწოდა მენდელეევის პატივსაცემად – მენდელეევიუმი – Md; მარია სკლადოვსკაია-კიურის და პიერ კიურის (საფრანგეთი) პატივსაცემად – კიურიუმი – Cm; ე. რეზერფორდის (დიდი ბრიტანეთი) პატივსაცემად – რეზერფორდიუმი – Rf. ისინი, ვინც პირველად აღმოაჩინა ელემენტები, აძლევდა მათ თავისი ქვეყნების დასახელებებს:



იენს იაკობ ბერცელიუსი (1779-1848)

შვედი ქიმიკოსი. 1814 წელს მეცნიერებაში შემოიტანა ქიმიური ელემენტების თანამედროვე აღნიშვნა. 1807-1818 წწ. დაადგინა 45 ქიმიური ელემენტის ატომური მასები. არის რიგი სხვა მეცნიერული აღმოჩენის ავტორი.

სკანდიუმი – Sc (სკანდინავია), გერმანიუმი – Ge (გერმანია), რუთენიუმი – Ru (რუსეთი), პოლონიუმი – Po (პოლონეთი). დასახელებები დუბნიუმი – Db და ბერკლიუმი – Bk მიანიჭებულია ქალაქების დუბნას (რუსეთი) და ბერკლის (აშშ) პატივსაცემად, სადაც განლაგებულია ბირთვული კვლევების ცენტრები, რომლებშიც აღმოჩენილი იყო ეს ელემენტები. ელემენტებს ურანი – U, ნეპტუნიუმი – Np და პლუტონიუმი – Pu დასახელება შესაბამისი პლანეტების მიხედვით მიეცათ.

ელემენტების (ნივთიერებათა) უძველესი დროიდან ცნობილი დასახელებები გამოითქმება იმ ენის შესაბამისად, რომლითაც ხდება ურთიერთობა. მაგალითად, რკინა (Ferrum – Fe), სპილენძი (Cuprum – Cu), ვერცხლი (Argentum – Ag), ოქრო (Aurum – Au) და ა.შ.

რიგი ელემენტების შემთხვევაში გამოიყენება მათი მოკლე დასახელება (მათი დასახელების პირველი ასოთი): წყალბადი – ჰაში (H), ჟანგბადი – ო (O), ნახშირბადი – ცე (C), გოგირდი – ეს (S), აზოტი – ენ (N) და ა. შ.

ელემენტის ქიმიური ნიშანი განსაზღვრავს მის თვისობრივ (როგორია ეს ელემენტი) და რაოდენობრივ (აღნიშნული ელემენტის ერთი ატომი) დახასიათებას.

ცხრილში 3 მოყვანილია საშუალო ზოგადსაგანმანათლებლო სკოლებში ყველაზე ხშირად გამოყენებული 25 ელემენტის ლათინური და ქართული დასახელება, ქიმიური ნიშნების გამოთქმა (დანარჩენები იხ. ქიმიური ელემენტების პერიოდული სისტემის ცხრილში).

№	ქიმიური ელემენტის დასახელება ქართულ ენაზე	ელემენტის ლათინური დასახელება	ელემენტის ქიმიური ნიშანი	ელემენტის ქიმიური ნიშნის მოკლე გამოთქმა
1.	წყალბადი	Hydrogenium	H	ჰაშ
2.	ჟანგბადი	Oxygenium	O	ო
3.	ნახშირბადი	Carboneum	C	ცე
4.	აზოტი	Nitrogenium	N	ენ
5.	ფტორი	Fluorum	F	ფტორი
6.	იოდი	Yodum	I	იოდი
7.	ბრომი	Bromum	Br	ბრომი
8.	სილიციუმი	Silicium	Si	სილიციუმი
9.	ბარიუმი	Barium	Ba	ბარიუმი
10.	ქლორი	Chlorum	Cl	ქლორი
11.	მანგანუმი	Manganum	Mn	მანგანუმი
12.	თუთია	Zincum	Zn	ცინკი
13.	ნატრიუმი	Natrium	Na	ნატრიუმი
14.	კალიუმი	Kalium	K	კალიუმი
15.	კალციუმი	Calcium	Ca	კალციუმი
16.	მაგნიუმი	Magnesium	Mg	მაგნიუმი
17.	ალუმინი	Aluminium	Al	ალუმინი
18.	რკინა	Ferrum	Fe	ფერუმ
19.	სპილენძი	Cuprum	Cu	კუპრუმ
20.	ვერცხლი	Argentum	Ag	არგენტუმ
21.	გოგირდი	Sulfur	S	ეს
22.	ფოსფორი	Phosphorus	P	პე
23.	ტყვია	Plumbum	Pb	პლუმბუმ
24.	ვერცხლისწყალი	Hydrargyrum	Hg	ჰიდრარგიუმ
25.	ოქრო	Aurum	Au	აურუმ

ცოდნისა და უნარების შემოწმება

1. აირჩიეთ ქიმიური ელემენტების ერთნაირი ატომები: ა) ${}^1_1\text{X}$; ბ) ${}^{16}_8\text{Y}$; გ) ${}^2_1\text{Z}$; დ) ${}^{32}_{16}\text{E}$; ე) ${}^3_1\text{T}$. 2. რომელ რიგებშია მოყვანილი იზოტოპები? ა) ${}^1_1\text{H}$; ${}^2_1\text{H}$; ${}^3_1\text{H}$; ბ) ${}^{16}_8\text{O}$; ${}^{32}_{16}\text{S}$; ${}^{31}_{15}\text{P}$; გ) ${}^{32}_{16}\text{S}$; ${}^{33}_{16}\text{S}$; ${}^{34}_{16}\text{S}$; დ) ${}^{40}_{18}\text{Ar}$; ${}^{40}_{19}\text{K}$; ${}^{40}_{20}\text{Ca}$. 3. რითი განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან იზოტოპები? 4. რა არის ერთნაირი ქვემოთმოყვანილ ატომებში? ა) ${}^{40}_{20}\text{Ca}$; ბ) ${}^{39}_{19}\text{K}$; გ) ${}^{38}_{18}\text{Ar}$. 5. რომელ რიგებშია მოყვანილი იზოტოპები? ა) ${}^{40}_{20}\text{Ca}$; ${}^{39}_{19}\text{K}$; ${}^{38}_{18}\text{Ar}$; ბ) ${}^{18}_8\text{O}$; ${}^{19}_9\text{F}$; ${}^{20}_{10}\text{Ne}$; გ) ${}^{23}_{11}\text{Na}$; ${}^{24}_{12}\text{Mg}$; ${}^{27}_{13}\text{Al}$. 6. ახსენით, როგორ წარმოიქმნა ქიმიური ელემენტების ნიშნები. 7. ვის მიერ არის შემოთავაზებული ქიმიური ელემენტების ნიშნების არსებული ფორმა?

4. ქიმიური ელემენტების ფარდობითი ატომური მასა

ატომურ-მოლეკულური მოძვრების თანახმად ერთი სახის ატომი განსხვავდება სხვა ატომებისგან თავისი მასით. როგორც ცნობილია, ატომების მასა განისაზღვრება მათ ბირთვში არსებული პროტონების და ნეიტრონების მასების ჯამით (ნეიტრონი არ აქვს მხოლოდ წყალბადის მსუბუქი იზოტოპის ატომს). პროტონებისა და ნეიტრონების ჯამს ყოველ ატომში *მასური რიცხვი* ეწოდება. შეიძლება თუ არა ატომების მასა გამოისახოს ჩვენთვის ცნობილი ერთეულებით (მგ, გ, კგ)? ატომები იმდენად მცირე ნაწილაკებია, რომ მათი მასის განსაზღვრა უზუსტესი სასწორის საშუალებითაც კი არ არის შესაძლებელი. ატომების მასის განსაზღვრა შეიძლება მხოლოდ ფიზიკური ექსპერიმენტებისა და მათემატიკური გაანგარიშებების გზით. ასე მაგალითად, გამოთვლილია, რომ წყალბადის ყველაზე მსუბუქი იზოტოპის (protium) მასა $\approx 1,67 \cdot 10^{-24}$ გ. წყალბადის ატომის მასის საფუძველზე შეიძლება სხვა ატომების მასების განსაზღვრაც. ექსპერიმენტების დახმარებით შეიძლება დადგინდეს, რომ ჟანგბადის ატომის მასა წყალბადის ატომის მასაზე 16-ჯერ მეტია, ხოლო აზოტისა – 14-ჯერ. მაშინ მივიღებთ:

$$\begin{aligned}m_a(\text{O}) &= 1,67 \cdot 10^{-24} \text{ გ} \cdot 16 = 26,7 \cdot 10^{-24} \text{ გ} \\m_a(\text{N}) &= 1,67 \cdot 10^{-24} \text{ გ} \cdot 14 = 23,38 \cdot 10^{-24} \text{ გ}\end{aligned}$$

ანალოგიური გზით გამოითვლება ნახშირბადის ატომის მასა:

$$m_a(\text{C}) = 1,67 \cdot 10^{-24} \text{ გ} \cdot 12 = 20,00 \cdot 10^{-24} \text{ გ}$$

იმის გამო, რომ გამოთვლების ჩატარება ასეთი მინიმალური რიცხვებით მეტად მოუხერხებელია, შემოყვანილ იქნა ფარდობითი ატომური მასის ცნება. ამ მიზნით დ. დალტონმა პირველად შემოიტანა ატომების მასების წყალბადის ატომებთან შედარების იდეა. შემდგომში აღმოჩენილ იქნა, რომ მეტალების ფარდობითი ატომური მასის განსაზღვრისას წყალბადის ატომის მასის საფუძველზე ადგილი აქვს გარკვეულ სირთულეებს. ამის შემდეგ ელემენტების ფარდობითი ატომური მასის გაანგარიშებას ახდენდნენ ჟანგბადის ატომის მასის 1/16-ის მიხედვით. იზოტოპების აღმოჩენამ კვლავ შექმნა გარკვეული სირთულეები. ამჟამად ელემენტების ფარდობითი ატომური მასის განსაზღვრისთვის ყველაზე მოხერხებული ეტალონის სახით მიღებულია ნახშირბადის იზოტოპის ატომური მასის 1/12 – (^{12}C). ამ ეტალონს ეწოდება *მასის ატომური ერთეული* (მ.ა.ე).

$$\text{მ.ა.ე.} = \frac{1}{12} m_a(^{12}\text{C}) \approx 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ გ} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ კგ}$$

უნდა გავითვალისწინოთ, რომ ელემენტების ფარდობითი ატომური მასის გაანგარიშებისას იღებენ არა მათი ერთი ატომის მასას, არამედ მათი იზოტოპების საშუალო ატომურ მასას, რომელიც იყოფა ნახშირბადის იზოტოპის ^{12}C -ის მასის 1/12-ზე. ელემენტების ფარდობითი ატომური მასა აღინიშნება ნიშნით A_r . A – სიტყვა „ატომის“ საწყისი ასოა; r – მომდინარეობს ლათინური სიტყვა „relative“-დან – ანუ *ფარდობითი*.

ქიმიური ელემენტის ფარდობითი ატომური მასა გვიჩვენებს, თუ რამდენჯერ აღმატება მისი ატომის მასა ნახშირბადის ^{12}C ატომის $1/12$ -ს.

$$A_r = \frac{m_a(\text{El})}{1/12 m_a(^{12}\text{C})}$$

წყალბადის, ჟანგბადის, აზოტის და ნახშირბადის ფარდობითი ატომური მასის აღნიშნული ფორმულით გაანგარიშებისას მათი ატომური მასების ჩვენება ხდება შესაბამისად:

$$A_r(\text{H}) = 1,0078 \approx 1$$

$$A_r(\text{N}) = 14,0067 \approx 14$$

$$A_r(\text{O}) = 15,9994 \approx 16$$

$$A_r(\text{C}) = 12,0110 \approx 12$$

მათი წაკითხვა ხდება შემდეგნაირად: წყალბადის ფარდობითი ატომური მასა დაახლოებით ტოლია 1-ის; ჟანგბადის – 16-ის და ა. შ.

ვინაიდან პროტონებისა და ნეიტრონების რაოდენობა მთელ რიცხვს შეადგენს, ნებისმიერი ელემენტის ფარდობითი ატომური მასა უნდა ყოფილიყო გამოხატული მთელი რიცხვით. მაგრამ ელემენტების პერიოდული სისტემის უმრავლესი ელემენტის მასა წარმოდგენილია წილადის სახით. ეს აიხსნება ბუნებაში ელემენტების იზოტოპების სხვადასხვა რაოდენობით გავრცელებით. ელემენტების ბუნებრივი იზოტოპების ფარდობითი ატომური მასა მრავლდება ბუნებაში მათი გავრცელების პროცენტზე, ხოლო მიღებული ნამრავლების ჯამის გაყოფით 100-ზე ჩვენ ვიღებთ ელემენტის საშუალო ფარდობით ატომურ მასას. მაგალითად, ბუნებაში ქლორის იზოტოპის ^{35}Cl გავრცელება შეადგენს 75%, ხოლო ^{37}Cl -ისა – 25%.

$$\text{ასეთ შემთხვევაში } A_r(\text{Cl}) = \frac{75 \cdot 35 + 25 \cdot 37}{100} \approx 35,5$$

სხვა ელემენტების ფარდობითი ატომური მასები მოყვანილია ქიმიური ელემენტების პერიოდული სისტემის ცხრილში.

პრაქტიკაში ჩვეულებრივ გამოიყენება ფარდობითი ატომური მასები. ამასთან საჭიროა განვასხვავოთ ფარდობითი ატომური მასები, რომლებიც წარმოადგენს უგანზომილებო სიდიდეებს, და ატომური მასები, რომლებიც იზომება მასის ატომურ ერთეულებში (რიცხოზრივად ისინი ერთმანეთის ტოლია).

მაგალითად, მივაქციოთ ყურადღება ცხრილს 4.

ცხრილი 4

ქიმიური ელემენტის დასახელება	ატომის მასა (კგ)	ატომის მასა (მ.ა.ე.)	ფარდობითი ატომური მასა
წყალბადი	$1,67 \cdot 10^{-27}$	1	1
ჟანგბადი	$2,67 \cdot 10^{-26}$	16	16
ნახშირბადი	$2,0 \cdot 10^{-26}$	12	12
გოგირდი	$5,32 \cdot 10^{-26}$	32	32
რკინა	$9,30 \cdot 10^{-26}$	56	56

ცოდნისა და უნარების შემოწმება

1. რომელ ერთეულებში შეიძლება ატომური მასის გამოსახვა? 2. რა არის მასის ატომური ერთეული (მ.ა.ე.)? 3. განმარტეთ, რას წარმოადგენს ფარდობითი ატომური მასა. 4. ქიმიური ელემენტების პერიოდული სისტემის ცხრილის მეშვეობით იპოვეთ ნატრიუმის, კალციუმის, მაგნიუმის, რკინის ატომებში პროტონების რაოდენობა და მათი ფარდობითი ატომური მასა. 5. როგორია ელემენტის ფარდობითი ატომური მასის განსაზღვრება? ა) ატომური მასის გამოსახვა გრამებში; ბ) ატომური მასა განისაზღვრება მასის ატომური ერთეულით; გ) ნახშირბადის იზოტოპის ატომური მასის 1/12. 6. რომელი გამონათქვამია სწორი ელემენტის ფარდობითი ატომური მასისთვის? ა) გვიჩვენებს, თუ რამდენჯერ უფრო მძიმეა ელემენტის ატომური მასა ნახშირბადის ატომურ მასაზე; ბ) უგანზომილებო სიდიდეა; გ) გამოისახება მასის ატომური ერთეულით; დ) ტოლია ნახშირბადის ატომური მასის 1/12-ისა; ე) ტოლია ელემენტის ერთი ატომის მასის თანაფარდობისა მასის ატომურ ერთეულთან. 7. გამოიანგარიშეთ იმ ელემენტის ფარდობითი ატომური მასა, რომლის ბირთვი შეიცავს 19 პროტონს და 20 ნეიტრონს. 8. რამდენი ელექტრონია იმ ელემენტის ატომში, რომლის ფარდობითი ატომური მასაა 56, თუ მას აქვს 30 ნეიტრონი?

5. ნივთიერებათა კლასიფიკაცია

ნივთიერებათა კლასიფიკაცია შეიძლება ჩატარდეს რიგი ნიშნების მიხედვით.

1. ნორმალურ პირობებში (0°C ტემპერატურა და 1 ატმ წნევა) აგრეგატული მდგომარეობის მიხედვით ნივთიერებები იყოფა აირად, თხევად და მყარ ნივთიერებებად.

ნივთიერებები აირად მდგომარეობაში: წყალბადი (H_2), ჟანგბადი (O_2), ოზონი (O_3), ფტორი (F_2), ქლორი (Cl_2), აზოტი (N_2), მეთანი (CH_4), ამიაკი (NH_3), მხუთავი აირი (CO), ნახშირორჟანგი (CO_2), ეთილენი (C_2H_4), აცეტილენი (C_2H_2) და სხვ. აირად მდგომარეობაში არსებობენ.

ნივთიერებები თხევად მდგომარეობაში: აზოტმჟავა (HNO_3), წყალი (H_2O), გოგირდმჟავა (H_2SO_4), მეთილის სპირტი (CH_3OH), ეთილის სპირტი ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$), ბრომი (Br_2), ვერცხლისწყალი (Hg) და სხვ. თხევად მდგომარეობაში არსებობენ.

ნივთიერებები მყარ მდგომარეობაში: ყველა მეტალი, გარდა ვერცხლისწყლისა (Hg) – რკინა (Fe), სპილენძი (Cu), ვერცხლი (Ag), ოქრო (Au), თუთია (Zn), აგრეთვე კვარცი – მდინარის ქვიშა (SiO_2), სუფრის მარილი (NaCl), შაქარი, ტუტეები (ნატრიუმის ჰიდროქსიდი (NaOH), კალიუმის ჰიდროქსიდი (KOH)) და სხვ. მყარ მდგომარეობაში არსებობენ.

2. თავისი ფიზიკური თვისებებით ნივთიერებები იყოფა სუფთა ნივთიერებებად და ნარევებად. ნივთიერებები, რომლებსაც არ აქვთ მუდმივი ფიზიკური თვისებები (ლღობის და დუღილის ტემპერატურა, სიმკვრივე და სხვ.), მიეკუთვნებიან ნარევეს (იხ. თემები 1 და 2).

3. წარმოშობის მიხედვით ნივთიერებები იყოფა არაორგანულ და ორგანულ ნივთიერებებად. ნახშირბადის ნაერთებიდან არაორგანულ ნივთიერებებია: მხუთავი აირი (CO), ნახშირორჟანგი (CO_2), ნახშირმჟავა (H_2CO_3), მისი ყველა მარილი, მაგალითად, სოდა (Na_2CO_3), ნატრიუმის ჰიდროკარბონატი (NaHCO_3), კირქვა (CaCO_3). ნაერთები, რომელთა შემადგენლობაში შედის მხოლოდ ნახშირბადი (C), წყალბადი (H) ან ნახშირბადი, წყალბადი და ჟანგბადი, ორგანულია ნაერთებია. მაგალითად, მეთანი (CH_4), ეთილენი (C_2H_4), ეთილის სპირტი, ძმარმჟავა (CH_3COOH) და სხვა ორგანული ნაერთებია. მაგალითად,

მეთანი (CH₄), ეთილენი (C₂H₄), ეთილის სპირტი, ძმარმჟავა (CH₃COOH) და სხვ.

4. თავისი შემადგენლობით ნივთიერებები იყოფა ორ ჯგუფად: მარტივ და რთულ ნივთიერებად.

ნივთიერებები შეიძლება შედგებოდეს ერთი ან სხვადასხვა სახის ატომებისგან.

ერთი სახის ატომებისგან შედგენილ ნივთიერებებს მარტივი ეწოდება. სხვადასხვა სახის ატომებისგან შედგენილ ნივთიერებებს რთული ეწოდება.

თქვენთვის ცნობილი რკინა, სპილენძი, ალუმინი, ვერცხლისწყალი, კალა, ტყვია, ოქრო, ვერცხლი, გოგირდი, ფოსფორი, იოდი, წყალბადი, ჟანგბადი, ალმასი, გრაფიტი და სხვ. მარტივი ნივთიერებებია. მყარ მდგომარეობაში მათ აქვთ როგორც მოლეკულური (გოგირდი, თეთრი ფოსფორი, იოდი და სხვ.), ასევე არამოლეკულური (რკინა, სპილენძი, ალმასი, გრაფიტი და სხვ.) აგებულება, რის გამოც მათ აქვთ სხვადასხვა თვისებები. თავისი თვისებებით მარტივი ნივთიერებები იყოფა 2 ჯგუფად: მეტალურ და არამეტალურად. ჩვეულებრივ პირობებში მეტალები მყარ მდგომარეობაში არიან (გარდა ვერცხლისწყლისა), კარგად ატარებენ ელექტრულ დენს და სითბოს, ხასიათდებიან პლასტიკურობით – ექვემდებარებიან ჭედვას. მარტივი ნივთიერებები, შექმნილი Fe, Cu, Al, Pb, Sn, Ag, Au, Zn, Na, K ელემენტებით, ხასიათდებიან მეტალის თვისებებით. მათი დასახელებები შეესაბამება ელემენტების დასახელებებს. არამეტალები კი, პირიქით, ცუდად ატარებენ ელექტრულ დენს და სითბოს (ან საერთოდ არ ატარებენ), ჩვეულებრივ პირობებში ისინი იმყოფებიან აირად, თხევად და მყარ მდგომარეობაში. ჩვეულებრივ პირობებში მყარ მდგომარეობაში მყოფი არამეტალები (ალმასი, გრაფიტი, იოდი, გოგირდი, ფოსფორი და სხვ.) ხასიათდებიან მყიფე თვისებებით – დარტყმისას ისინი ადვილად ტყდება. O, H, N, P, Cl, Br, I და სხვ. ქმნიან ანალოგიური დასახელებების არამეტალებს.

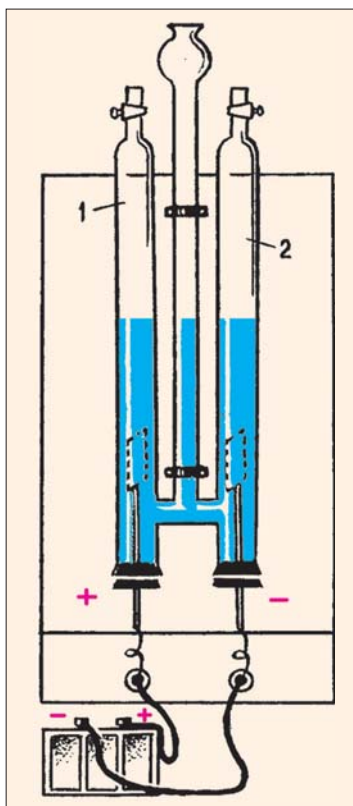
ქიმიური ელემენტები თავისუფალ მდგომარეობაში მარტივი ნივთიერებებია.

ერთი ქიმიური ელემენტიდან რამდენიმე მარტივი ნივთიერების წარმოქმნას ალოტროპიის მოვლენა, ხოლო თვით მარტივ ნივთიერებებს – ამ ელემენტის ალოტროპიული სახესხვაობები ეწოდება.

ამიტომ არის, რომ მარტივი ნივთიერებების რაოდენობა (400-ზე მეტი) აღემატება ქიმიური ელემენტების რაოდენობას.

ცხრილი 5

ელემენტი	წარმოებული მარტივი ნივთიერებები (ალოტროპიული სახესხვაობები)	ბუნებაში ელემენტის გავრცელების ფორმა	
		თავისუფალ მდგომარეობაში	ნაერთების სახით
C	ალმასი, გრაფიტი, კარბინი, ფულერენი	+	+
S	კრისტალური, პლასტიკური	+	+
O	O ₂ (ჟანგბადი) O ₃ (ოზონი)	+	+
Si	კრისტალური, ამორფული	—	+
P	თეთრი, წითელი, შავი	—	+
N	N ₂ (აზოტს) ალოტროპიული სახესხვაობები არ აქვს	+	+



ნახ. 15. წყლის დაშლის ხელსაწყო

ალოტროპიის მოვლენას ადგილი აქვს ორი მიზეზით:

1. მოლეკულაში ატომების სხვადასხვა რაოდენობის გამო. მაგალითად. ჟანგბადი (O_2) და ოზონი (O_3).

2. ნივთიერებათა სხვადასხვა კრისტალური სტრუქტურის გამო: მაგალითად, ალმასი, გრაფიტი, კარბინი, ფულერენი.

იმის დასამტკიცებლად, რომ რთული ნივთიერებები შედგება სხვადასხვა სახის ატომებისგან, ტარდება ქიმიური ცდები. მაგალითად, ცდის მეშვეობით შეიძლება ადვილად ვადევნოთ თვალი წყლის დაშლას წყალბადად და ჟანგბადად მუდმივი ელექტროდენის ზეგავლენით. ამისთვის წყლით სავსე ხელსაწყო (ჰოფმანის ხელსაწყო) მიუვერთოთ ელექტრულ წრედს (ნახ.15). იმის შემოწმება, რომ ერთი მილიდან (1) გამოსული აირი არის ჟანგბადი, როგორც ეს ცნობილია კურსიდან „სამყაროს შეცნობა“, შეიძლება მასთან მზჟუტავი კვარის მიტანით. იმის შესამოწმებლად, რომ მეორე მილიდან (2) გამოსული აირი არის წყალბადი, მას აგროვებენ სინჯარაში და მიაქვთ სპირტქურის ალთან. ამ დროს გაისმის მკვეთრი ტკაცუნი. წყალბადი კი, რომელიც არ არის შერეული ჰაერთან, იწვის თანაბარი, უფერო ალით.

მაშასადამე, წყალი შედგება ორი სხვადასხვა ელემენტის – წყალბადისა (H) და ჟანგბადის (O)

ატომებისაგან, ანუ წყალი – რთული ნივთიერებაა.

ზუსტად ასევე ყველა ჩვენთაგანისთვის ცნობილი სუფრის მარილი შედგება Na და Cl ელემენტებისგან, ჩაუმქრალი კირი – Ca და O ელემენტებისგან და, მაშასადამე, ისინი წარმოადგენენ რთულ ნივთიერებებს. **რთულ ნივთიერებებს ქიმიური ნაერთები ეწოდება.**

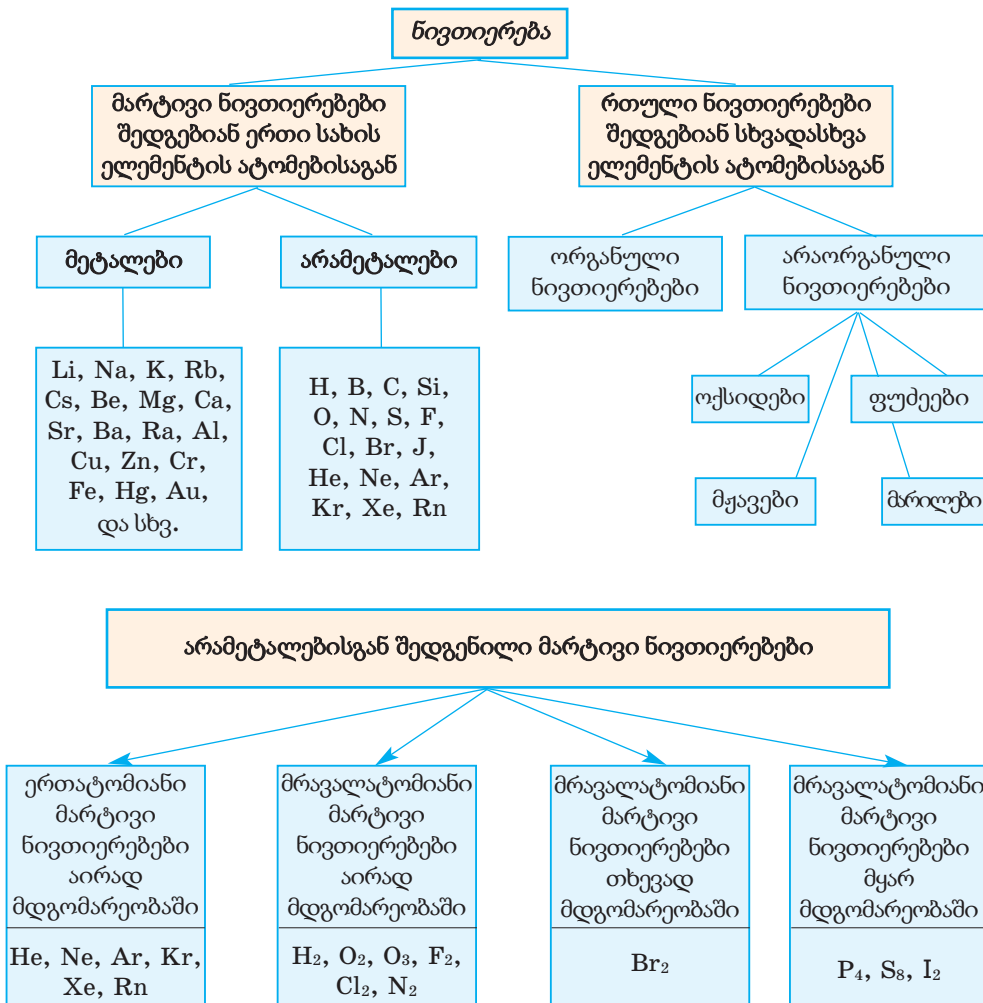
თავისი შედგენილობით და თვისებებით რთული ნივთიერებები იყოფა 4 ძირითად ჯგუფად: ოქსიდები, ფუძეები, მჟავები, მარილები.

ორგანული ნივთიერებები (შაქარი, სპირტი, აცეტონი, ზეთი, ეთერი და სხვ.) შეადგენენ რთული ნივთიერებების განსაკუთრებული ჯგუფია. მათ თქვენ გაეცნობით შემდეგ კლასებში.

რთული ნივთიერებები ჩვეულებრივ პირობებში გვხვდება სამივე (აირად, თხევად, მყარ) აგრეგატულ მდგომარეობაში. ისინი ხასიათდებიან განსხვავებული თვისებებით და განსხვავებული აგებულებით.

შევაჯამოთ ყველაფერი ზემოთქმული მარტივი და რთული ნივთიერებების შესახებ ქვემოთ მოყვანილი სქემით:

დედამიწის ქერქი წარმოიქმნა ძირითადად 9 ელემენტისგან, სხვა ელ-



მენტების რაოდენობა უმნიშვნელოა. ატმოსფეროში ელემენტები სხვადასხვანაირად არიან განაწილებული.

დედამიწის ქერქის მიმდებარე ატმოსფეროს ფენებში აზოტის მოცულობა შეადგენს 78%, ჟანგბადისა – 21%, სხვა აირებისა – 1%.

ზოგიერთი ელემენტი ბუნებაში გვხვდება თავისუფალ მდგომარეობაში, მარტივი ნოვითიერებების სახით: აზოტი და ჟანგბადი – ჰაერში, გოგირდი, ვერცხლი და ოქრო – დედამიწის ქერქში. ელემენტების უმრავლესობა გავრცელებულია ბუნებაში რთული ნოვითიერებების – ქიმიური ნაერთების – სახით.

ქიმიური ელემენტების მნიშვნელობა ბუნებაში და პრაქტიკაში ძალიან დიდია.

მაგალითად, წარმოებაში გამოიყენება 90 ელემენტზე მეტი. დაახლოებით 25 ელემენტი თამაშობს მნიშვნელოვან როლს ადამიანის ცხოვრებაში. ამ ელემენტებს ბიოგენური ელემენტები ეწოდება. ისინი ასევე იყოფა ორ ჯგუფად: მაკროელემენტებად (C, H, N, O, S, P, Ca, Mg, Na, K, Cl) და მიკროელემენტებად (Cu, Mn, Fe, Zn, Mo, F, I, Se, Cr, Ni, V, Sn, As, Si). დღის განმავლობაში ადამიანს ესაჭიროება მაკროელემენტების 100 მგ და მიკროელემენტების 10 მგ.

ელემენტების და მათი ნაერთების ქიმიური თვისებების ცოდნა ადამიანებს ეხმარება ახალი ნივთიერებების მიღებაში, დაავადებებთან ბრძოლაში, ბუნების დაცვის საქმეში.

ცოდნისა და უნარების შემოწმება

1. ამოარჩიეთ მარტივი ნივთიერებები: ა) CO₂, ბ) Cl₂, გ) NaCl, დ) H₂, ე) H₂O, ვ) O₂. 2. რას ეწოდება მარტივი ნივთიერებები? 3. რას ეწოდება რთული ნივთიერებები? 4. რომელი ელემენტები ქმნიან მრავალატომიან მარტივ ნივთიერებებს? ა) Na, ბ) H, გ) K, დ) Cl, ე) S, ვ) Cu. 5. რომელი ელემენტები იძლევიან ალოტროპიულ სახეცვლილებებს? ა) Ca, ბ) O, გ) K, დ) N, ე) S, ვ) P, ზ) Si. 6. რომელია რაოდენობრივად უფრო მეტი – მარტივი ნივთიერებები თუ ქიმიური ელემენტი? 7. რა მიზეზით ჩნდება ალოტროპიის მოვლენა?

6. ქიმიური ფორმულები. ნივთიერებათა შედგენილობის მუდმივობის კანონი. ვალენტობა

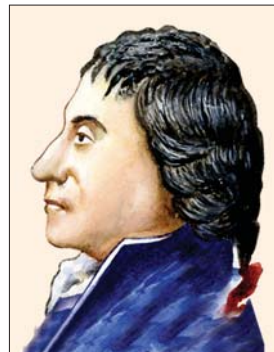
ნივთიერების შედგენილობის პირობით აღნიშვნას ქიმიური ნიშნებისა და ინდექსების საშუალებით *ქიმიური ფორმულა ეწოდება*.

ელემენტის ნიშნის მარჯვნივ ქვევით მოთავსებულ რიცხვს ეწოდება **ინდექსი**. ინდექსი მიუთითებს ამ ელემენტის მოლეკულაში ატომების რიცხვზე.

თუ ნახატზე 10 მოყვანილ მოლეკულათა მოდელების მიხედვით ჩავწერთ წყალბადის, ჟანგბადის და წყლის ქიმიურ ფორმულებს, მივიღებთ: H₂, O₂, H₂O. ფორმულები მიუთითებს, რომ წყალბადის მოლეკულები შედგება წყალბადის 2 ატომისგან, ჟანგბადის მოლეკულები შედგება ჟანგბადის 2 ატომისგან, ხოლო წყლის მოლეკულა – წყალბადის 2 ატომისგან და ჟანგბადის 1 ატომისგან. მასასადამე, მოლეკულური აგებულების ნივთიერებათა ქიმიური ფორმულები გამოხატავს მათ თვისობრივ და რაოდენობრივ შედგენილობას.

ნივთიერებათა შედგენილობა განისაზღვრება სხვადასხვა ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდებით, ქიმიური ცდების შედეგების ანალიზის მეთოდით. ასე, მაგალითად, მუდმივი ელექტრული დენის ზეგავლენით წყლის დაშლის შედეგად ადგილი აქვს წყალბადის მოცულობის ორჯერ გაზრდას ჟანგბადთან შედარებით. მოცულობათა ამ თანაფარდობების გადაყვანით მასურ თანაფარდობებში ვიღებთ: m (H) : m (O) = 1 : 8. ანუ 9 გ წყლის დაშლისას მიღებული იქნება 1 გ წყალბადი და 8 გ ჟანგბადი. თუ ამ რიცხვებს შევადარებთ ელემენტების ფარდობით ატომურ მასებს შეიძლება მივიღეთ დასკვნამდე, რომ წყლის მოლეკულა შედგება წყალბადის ორი ატომისგან და ჟანგბადის ერთი ატომისგან. წყლისა და სხვა ქიმიური ნაერთების

ჯოზეფ ლუი პრუსტი (1754-1826)



ფრანგი ქიმიკოსი. 1799-1806 წწ. გამოიკვლია სხვადასხვა ოქსიდების, სულფიდების და სხვა ნივთიერებათა შედგენილობა. შედეგად მის მიერ აღმოჩენილ იქნა ქიმიური ნაერთების შედგენილობის მუდმივობის კანონი.

შედგენილობა დამოუკიდებლად მათი მიღების მეთოდისა და ადგილმდებარეობის ყოველთვის მუდმივი რჩება. ეს კანონი აღმოჩენილ იქნა 1799 წელს ფრანგი ქიმიკოსის ჟ. ლ. პრუსტის მიერ. ამჟამად ნივთიერებათა შედგენილობის მუდმივობის კანონი შემდეგნაირად გამოიხატება: **მოლეკულური აგებულების ქიმიური ნაერთების შედგენილობა და თვისებები მათი მიღების მეთოდისგან დამოუკიდებლად ყოველთვის მუდმივია.**

მოლეკულური აგებულების ნივთიერებათა შედგენილობის მუდმივობისა და უცვლელობის აღნიშნული კანონი წარმოადგენს ქიმიის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან კანონს. არამოლეკულური აგებულების უმრავლესი ქიმიური ნაერთისთვის შედგენილობის მუდმივობის კანონი არ გამოდგება.

როგორც ცნობილია, ყველა ნივთიერებას არა აქვს მოლეკულური აგებულება. ნივთიერებათა მთელი ჯგუფი შედგება ატომებისა და იონებისაგან. როგორ ხდება ამ ნივთიერებათა ქიმიური ფორმულების შედგენა?

არამოლეკულური აგებულების ნივთიერებათა ქიმიური ფორმულების შედგენა ხდება ნაერთებში ელემენტების ნაწილაკების (ატომების ან იონების) თანაფარდობის საფუძველზე. ამ თანაფარდობის განსაზღვრისთვის ხდება იმის დადგენა, თუ სხვა ელემენტის რამდენი ნაწილაკი არის არამოლეკულური აგებულების ნივთიერების კრისტალში ელემენტის ნაწილაკის გარშემო (უერთდება მას). ასეთი ცნობების მიღების საშუალებას იძლევა ნივთიერების კრისტალების აგებულების კვლევა ფიზიკური მეთოდებით.

როგორც ცნობილია, კვარცში სილიციუმისა და ჟანგბადის ატომების რაოდენობრივი თანაფარდობა შეადგენს 1 : 2. ესე იგი, მისი ფორმულა შეიძლება წარმოვადგინოთ SiO_2 -ის სახით. ალუმინის ქლორიდში ალუმინისა და ქლორის იონების თანაფარდობა შეადგენს 1 : 3. აქედან გამომდინარე მისი ფორმულაა AlCl_3 .

ქიმიური ელემენტების ცხრილში 3 მოყვანილი მოკლე დასახელებების გამოყენებით შეიძლება წავიკითხოთ ფორმულები:

CO_2 — ცე — ო — 2;

H_2O — ჰაშ — 2 — ო;

CH_4 — ცე — აშ — 4;

SiO_2 — სილიციუმ — ო — 2;

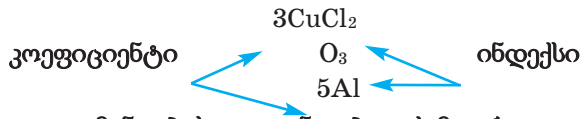
AlCl_3 — ალუმინიუმ — ქლორ — 3;

P_2O_5 — პე — 2 — ო — 5 და ა. შ.

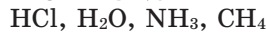
(ქიმიური ფორმულების საერთაშორისო გამოთქმის წესებს გავცნობით)

მოგვიანებით).

ქიმიური ფორმულებისა და ქიმიური ნიშნების წინ მდგარ რიცხვს კოეფიციენტი ეწოდება. ელემენტის მარჯვნივ ქვევით განლაგებულ რიცხვს ინდექსი ეწოდება.



ქიმიური ელემენტების ვალენტობა. ქიმიური ფორმულების შედგენა ვალენტობის მიხედვით. როგორც ცნობილია, ნივთიერებათა ფორმულების გამოყვანა ხდება ქიმიური ცდების საფუძველზე. განვიხილოთ ზოგიერთი ელემენტის წყალბადნაერთების ფორმულები:



აღნიშნული ფორმულებიდან ჩანს, რომ ქლორის ატომს შეუძლია შეუერთდეს ერთ, ჟანგბადის ატომს – ორს, აზოტის ატომს – სამს, ხოლო ნახშირბადის ატომს – ოთხ ატომ წყალბადს. აქედან გამომდინარეობს, რომ ელემენტებს აქვთ სხვადასხვა უნარი შეიერთონ წყალბადის ატომი.

ქიმიური ელემენტების თვისებას შეიერთოს სხვა ქიმიური ელემენტის ატომების გარკვეული რაოდენობა ეწოდება ვალენტობა.

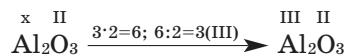
ვალენტობის ცნება პირველად შემოყვანილი იყო 1852 წელს ინგლისელი მეცნიერის ე. ფრანკლენდის მიერ.

წყალბადის ვალენტობა მიღებულია ერთად და ამიტომ სხვა ელემენტების ვალენტობა აიღება მასთან მიმართებაში. ვალენტობა გამოისახება რომაული ციფრებით. ასე, მაგალითად, აღვნიშნოთ ქვემოთმოყვანილი ელემენტების ვალენტობები რომაული ციფრების დაწერით ქიმიური ელემენტების ნიშნების ზევით:



ზემოთქმულიდან გამომდინარე შეიძლება ვთქვათ: ქლორის ვალენტობა წყალბადით ერთის ტოლია, ჟანგბადისა – ორის, აზოტისა – სამის, ნახშირბადისა – ოთხის.

ვიცით რა ჟანგბადის ორვალენტურობის შესახებ, შეგვიძლია გაანგარიშებების მეშვეობით დავადგინოთ ჟანგბადთან ნაერთებში (ოქსიდებში) სხვა ელემენტების ვალენტობა. ამისთვის საჭიროა ქიმიურ ფორმულაში ჟანგბადის ატომის მითითებული ინდექსი გამრავლდეს მის ვალენტობაზე და გაიყოს მეორე ელემენტის ატომის ინდექსზე. მაგალითად, განვსაზღვროთ ალუმინის ატომის ვალენტობა ჟანგბადით ქიმიურ ნაერთში Al_2O_3 :

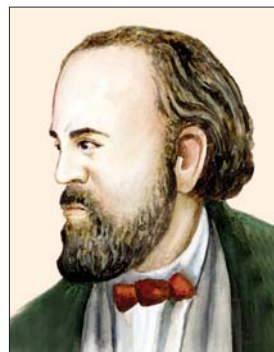


არსებობს ჯგუფი ქიმიური ელემენტებისა, რომელთა ვალენტობა რჩება უცვლელი ყველა ქიმიურ ნაერთში, ანუ ყოველთვის აღინიშნება ერთი და იმავე ციფრით. მათ **მუდმივი ვალენტობის ელემენტები** ეწოდება.

ცხრილი 6

ედუარდ ფრანკლენდი (1825-1899)

ინგლისელი ქიმიკოსი. 1852 წელს მან მეცნიერებაში შემოიყვანა შემაკავშირებელი ძალის ცნება. ატომების აღნიშნულ თვისებას შემდგომში ეწოდა ვალენტობა.



მუდმივი ვალენტობის მქონე ელემენტები

ქიმიური ელემენტები	ელემენტების ვალენტობა
1. H, Li, Na, K, Rb, Cs, F	I
2. O*, Be, Mg, Ca, Ba, Zn, Hg	II
3. B, Al	III
4. C**	IV

ელემენტების სხვა ჯგუფს სხვადასხვა ქიმიურ ნაერთებში აქვს სხვადასხვა ვალენტობა. მათ **ცვლადი ვალენტობის ელემენტები** ეწოდება.

* CO-ში და H₃O⁺-ში ჟანგბადის ვალენტობაა III.

** CO-ში ნახშირბადის ვალენტობაა III.

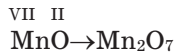
ცხრილი 7

ცვლადი ვალენტობის მქონე ელემენტები

ქიმიური ელემენტები	ელემენტების ვალენტობა
Pb, Sn, Si	II, IV
S	II, IV, VI
P	III, V
Cr	II, III, VI
Cu	I, II
Fe	II, III
N	III, IV
Mn	II, III, IV, VI, VII
Cl, Br, I	I, III, V, VII

ვიციტ რა ქიმიური ელემენტების ვალენტობა, შეიძლება ადვილად შევადგინოთ მათგან ბინარული (ორელემენტური) ნაერთის ფორმულა. ამისთვის საჭიროა ელემენტების ქიმიური ნიშნების ჩაწერა და მათ თავზე მათი ვალენტობის მიწერა. ამ ელემენტების ვალენტობის გამომსახველი რიცხვების უმცირესი

საერთო ჯერადის დადგენის შემდეგ მას ჰყოფენ თითოეული მათგანის ვალენტობაზე და პოულობენ მათ ინდექსებს. მაგალითად, შევადგინოთ შვიდვალენტის მანგანუმისა და ჟანგბადის ელემენტებით შექმნილი ქიმიური ნაერთის ფორმულა:



თუ ვალენტობის მიხედვით ფორმულების შედგენისას მიღებულ ინდექსებს შევამცირებთ მინიმალურ მთელ რიცხვებამდე, შეიძლება მივიღოთ ნივთიერების მარტივი ფორმულა.



ცოდნის და უნარების შემოწმება

1. რას ეწოდება ქიმიური ფორმულა? 2. რაზე მიუთითებენ ფორმულებში ინდექსები? დაასახელეთ ატომების რიცხვი მოლეკულებში: ა) H_2O_2 ; ბ) P_2O_5 ; გ) SO_3 . 3. აჩვენეთ ელემენტების რაოდენობრივი თანაფარდობა სუფრის მარილში (NaCl), სოდაში (Na_2CO_3) და კალციუმის ქლორიდში (CaCl_2). 4. როგორ იკითხება ფორმულები SO_2 , N_2O_3 , H_2S ? 5. რა არის ვალენტობა? 6. დაასახელეთ წყალბადისა და ჟანგბადის ვალენტობა. 7. როგორ იწერება Na, Mg, K, Al, Be, C(IV) და S(IV, VI) ელემენტების ქიმიური ნაერთების ფორმულები? (ისარგებლეთ ცხრილით 6). 8. განსაზღვრეთ P_2O_3 , MnO_2 ქიმიურ ნაერთებში ელემენტების ვალენტობა ჟანგბადის მიხედვით. 9. ცხრილში 7 სპილენძის, რკინის და ქრომის წარმოდგენილი ვალენტობების საფუძველზე შეადგინეთ ჟანგბადთან და ქლორთან მათი ნაერთების ფორმულები. 10. ამოარჩიეთ ცვლადი ვალენტობის მქონე ელემენტები. ა) Ca, ბ) Fe, გ) Na, დ) Al, ე) Cu, ვ) Cr, ზ) Cl. 11. ამოარჩიეთ მუდმივი ვალენტობის მქონე ელემენტები. ა) Li, ბ) Br, გ) K, დ) I, ე) Mg, ვ) Be, ზ) Cr. 12. განსაზღვრეთ გოგირდის (S) ვალენტობა SO_3 -ში.

7. ფარდობითი მოლეკულური მასა. განაგარიშებები ქიმიური ფორმულების მიხედვით

ვინაიდან მოლეკულები შედგებიან ატომებისაგან, მათი მასა ამ მოლეკულის შემადგენელი ატომების მასების ჯამის ტოლი იქნება.

ნივთიერების მოლეკულის მასას, გამოსახულს მასის ატომურ ერთეულებში ეწოდება მოლეკულური მასა.

განაგარიშებების გამარტივებისთვის აქაც იყენებენ ფარდობით მოლეკულურ მასას.

მოლეკულური აგებულების ნივთიერების მოლეკულური მასის დამოკიდებულებას ნახშირბადის ატომის მასის $1/12$ -თან ფარდობითი მოლეკულური მასა ეწოდება.

$$M_r = \frac{m_M}{1/12 m_a(^{12}\text{C})}$$

ფარდობითი მოლეკულური მასის გაანგარიშება ხდება მოლეკულის შემადგენელი ატომების ფარდობითი ატომური მასების მიხედვით:

$$\begin{aligned} M_r(O_2) &= 2 \cdot A_r(O) = 2 \cdot 16 = 32 \\ M_r(H_2O) &= 2 \cdot A_r(H) + A_r(O) = 2 \cdot 1 + 16 = 18 \\ M_r(P_2O_5) &= 2 \cdot A_r(P) + 5 \cdot A_r(O) = 2 \cdot 31 + 5 \cdot 16 = 142 \end{aligned}$$

ზემოთ მოყვანილი გამოთვლები იკითხება შემდეგნაირად: ჟანგბადის ფარდობითი მოლეკულური მასა ტოლია 32; წყლის ფარდობითი მოლეკულური მასა – 18; ფოსფორის (V) ოქსიდის ფარდობითი მოლეკულური მასა – 142.

როგორც ცნობილია, არამოლეკულური აღნაგობის ნივთიერებათა ქიმიური ფორმულა გამოსახავს მისი შემადგენელი ნაწილაკების რიცხვების თანაფარდობას. ამის გამო ფორმულით გამოთვლილი მათი მასის უფრო ზუსტი დასახელება იქნებოდა „ფორმულარული მასა“. მაგრამ პირობითად აღნიშნულ ფორმულებს ჩვენ ვუწოდებთ მოლეკულურ ფორმულებს, ხოლო არამოლეკულური აღნაგობის ნივთიერებათა ფორმულარულ მასას – ფარდობით მოლეკულურ მასას. გამოვიანგარიშოთ ორი მათგანის მასა:

$$\begin{aligned} M_r(NaCl) &= A_r(Na) + A_r(Cl) = 23 + 35,5 = 58,5 \\ M_r(K_2SO_4) &= 2 \cdot A_r(K) + A_r(S) + 4 \cdot A_r(O) = 2 \cdot 39 + 32 + 4 \cdot 16 = 174 \end{aligned}$$

ფარდობითი მოლეკულური მასის გამოყენებით ქიმიური ფორმულების საფუძველზე აწარმოებენ სხვა გამოთვლებსაც.

1. ქიმიური ელემენტის მასური წილის გამოთვლა ფორმულით.

ელემენტის **მასური წილი** ეწოდება ელემენტის ფარდობითი ატომური მასის მის ინდექსზე **n** ნამრავლისა და ნივთიერების ფარდობითი მოლეკულური მასის თანაფარდობას. ის აღნიშნება ასოთი ω (ომეგა).

$$\text{მასური წილი } \omega = \frac{A_r(\text{ელ}) \cdot n}{M_r(\text{ნივთიერება})} ;$$

$$\text{პროცენტებში ის გამოისახება შემდეგნაირად } \omega = \frac{A_r(\text{ელ}) \cdot n}{M_r(\text{ნივთიერება})} \cdot 100\%$$

მასური წილი იღებს მნიშვნელობებს 0-დან 1-მდე ან პროცენტებში 0-დან 100%-მდე.

ამოცანა 1. გამოიანგარიშეთ რკინისა და ჟანგბადის ელემენტების მასური წილი ქიმიურ ნაერთში, რომელიც გამოისახება ფორმულით Fe_2O_3 .

$$\begin{aligned} M_r(Fe_2O_3) &= 2 \cdot 56 + 3 \cdot 16 = 160 \\ \omega(Fe) &= \frac{A_r(Fe) \cdot 2}{M_r(Fe_2O_3)} = \frac{112}{160} = 0,7 \text{ ან } 0,7 \cdot 100 = 70\% \end{aligned}$$

პირდაპირი გამოთვლებით პროცენტებში ვწერთ:

$$\begin{aligned} \omega\%(Fe) &= \frac{112}{160} \cdot 100\% = 70\% \\ \omega\%(O) &= 100 - 70 = 30\% \end{aligned}$$

2. ელემენტების მასური თანაფარდობების გაანგარიშება მოცემული ფორმულით.

ამოცანა 2. გამოიანგარიშეთ ელემენტების მასური თანაფარდობები სოდაში, რომლის ფორმულაა Na_2CO_3 .

$$M_r(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 2 \cdot A_r(\text{Na}) + A_r(\text{C}) + 3 \cdot A_r(\text{O}) = 2 \cdot 23 + 12 + 3 \cdot 16 = 46 + 12 + 48 = 106$$

$$m(\text{Na}) : m(\text{C}) : m(\text{O}) = 46 : 12 : 48 = 23 : 6 : 24$$

მასური თანაფარდობები გამოისახება უმცირესი მთელი რიცხვებით.

3. ქიმიური ფორმულის დადგენა.

ა) ფორმულის დადგენა ელემენტების მოყვანილი მასური წილების მიხედვით. ნებისმიერი ელემენტის ინდექსი ქიმიურ ნაერთში ტოლია ამ ელემენტის მასური წილის შეფარდებისა მის ფარდობით ატომურ მასასთან. ასე, ნაერთისთვის X_aY_b მივიღებთ $a:b = \frac{w(\text{X})}{A_r(\text{X})} : \frac{w(\text{Y})}{A_r(\text{Y})}$.

ამოცანა 3. დაადგინეთ ოქსიდის ფორმულა, რომლის შემადგენლობაში შედის გოგირდის ელემენტის 0,40 (ანუ 40%) და ჟანგბადის 0,60 (ანუ 60%).

ამოხსნა: ჩავიწერთ ოქსიდის ფორმულა S_xO_y სახით.

$$x:y = \frac{40}{32} : \frac{60}{16} = 1,25 : 3,75 = 1:3$$

პასუხი: ოქსიდის ფორმულა – SO_3 .

ბ) ფორმულის განსაზღვრა ელემენტების მასური თანაფარდობით.

ნებისმიერი ელემენტის ინდექსი ტოლია ქიმიურ ნაერთში ელემენტის მასის შეფარდებისა მის ფარდობით ატომურ მასასთან. X_aY_b ნაერთისთვის მივიღებთ:

$$a:b = \frac{m(x)}{A_r(x)} : \frac{m(y)}{A_r(y)}$$

ამოცანა 4. ქიმიურ ნაერთებში ნახშირბადისა და წყალბადის ელემენტების მასური თანაფარდობაა: $m(\text{C}) : m(\text{H}) = 3 : 1$. გამოიყვანეთ აღნიშნული ქიმიური ნაერთის ფორმულა.

ისევე როგორც ამოცანაში 3, მივიღებთ რა ნივთიერების ფორმულის სახით C_xH_y , გამოვთვალოთ ატომების რიცხობრივი თანაფარდობა.

$$x : y = \frac{3}{12} : \frac{1}{1} = 0,25 : 1 = 1 : 4$$

პასუხი: აღნიშნული ქიმიური ნაერთის ფორმულაა CH_4

გავარკვიოთ, როგორი ცნობები ნივთიერებაზე შეიძლება მივიღოთ მისი ქიმიური ფორმულის მიხედვით (იხ. ცხრილი 8).

1	ნივთიერების ქიმიური ფორმულა	H ₂ O	CO ₂
2	ნივთიერების დასახელება	წყალი	ნახშირორჟანგი
3	აღნიშნული ნივთიერების ერთი მოლეკულა	წყლის ერთი მოლეკულა	ნახშირორჟანგის ერთი მოლეკულა
4	თვისობრივი შემადგენლობა (რომელი ქიმიური ელემენტების ატომები შედიან აღნიშნული ნივთიერების შემადგენლობაში)	წყლის შემადგენლობაში შედიან წყალბადის H და ჟანგბადის O ატომები	ნახშირორჟანგის შემადგენლობაში შედიან ნახშირბადის C და ჟანგბადის O ატომები
5	რაოდენობრივი ანალიზი (თითოეული ელემენტის რამდენი ატომი შედის აღნიშნული ნივთიერების შემადგენლობაში და როგორი მასური თანაფარდობით)	წყლის მოლეკულა შედგება წყალბადის H ორი ატომისგან და ჟანგბადის O ერთი ატომისგან $m(H) : m(O) = 2 : 16 = 1 : 8$	ნახშირორჟანგის მოლეკულა შედგება ნახშირბადის C ერთი ატომისგან და ჟანგბადის O ორი ატომისგან. $m(C):m(O)=12:32=3:8$
6	ფარდობითი მოლეკულური მასა	$M_r(H_2O) = 2 \cdot 1 + 16 = 18$	$M_r(CO_2) = 12 + 2 \cdot 16 = 44$

ცოდნისა და უნარების შემოწმება

1. რას ეწოდება ფარდობითი მოლეკულური მასა? 2. გამოიანგარიშეთ ქიმიური ნივთიერებების ფარდობითი მოლეკულური მასები: SO₃, Al₂O₃ და H₂SO₄: A_r(S)=32; A_r(O)=16; A_r(Al)=27; A_r(H)=1. 3. დაალაგეთ ნივთიერებები ა) C₂H₂; ბ) CH₄; გ) CO₂ რიგის მიხედვით ნახშირბადის მასური წილის ზრდის მიხედვით: A_r(C)=12; A_r(O)=16; A_r(H)=1. 4. რკინის რომელი ჟანგეულები (FeO, Fe₂O₃, Fe₃O₄) შეიცავს მეტ რკინას? A_r(Fe)=56; A_r(O)=16; 5. გამოიანგარიშეთ ქიმიურ ნივთიერებაში CuSO₄ ელემენტების მასური წილები. A_r(Cu)=64; A_r(S)=32; A_r(O)=16.

6.

გოგირდის ნაერთები ჟანგბადთან	ნაერთში m(S) : m(O)
S _x O _y	1:1
S _x O _y	2:3

დაადგინეთ ამ ქიმიური ნაერთების ფორმულები: A_r(C)=12; A_r(O)=16.

7. დაადგინეთ ქიმიური ნაერთის ფორმულა, თუ ელემენტების მასური თანაფარდობა Mg_xS_yO_z, შესაბამისად შეადგენს 3 : 4 : 6: A_r(Mg)=24; A_r(S)=32; A_r(O)=16.

8. დაადგინეთ ჯამი x+y+z, თუ ელემენტების მასური წილები ქიმიურ ნაერთში Ca_xC_yO_z, შესაბამისად შეადგენს 40%, 12%, 48%. A_r(Ca)=40; A_r(C)=12; A_r(O)=16.

9.

გოგირდის ნაერთები	გოგირდის მასური წილი (%) ქიმიურ ნაერთებში
S _x O _y	50
S _x O _z	40

დაადგინეთ თანაფარდობა y : z: A_r(S)=32; A_r(O)=16.

10. რომელ ქიმიურ ნაერთშია უფრო დიდი აზოტის (N) მასური წილი? ა) NH₄NO₃; ბ) N₂O; გ) NH₃; დ) N₂O₃; ე) N₂O₅. A_r(N)=14; A_r(O)=16; A_r(H)=1.

8. ნივთიერების რაოდენობა. მოლური მასა

ქიმიური ელემენტების პერიოდული სისტემის ცხრილში შეიძლება ვიპოვოთ წყალბადის – $A_r(\text{H})=1,0078$ და ჟანგბადის – $A_r(\text{O})=15,9994$ ფარდობითი ატომური მასები. ამ მასების შედარებით ირკვევა, რომ ჟანგბადის ერთი ატომი წყალბადის ერთ ატომზე დაახლოებით 16-ჯერ მძიმეა. თუ ავიღებთ წყალბადის 1,0078 გ ატომს და ჟანგბადის 15,9994 გ ატომს, ნათელი გახდება, რომ ორივე ნიმუშში ატომების რიცხვი (N) ერთმანეთს დაემთხვევა.

როგორი იქნება ატომთა რიცხვი თოთოეული ელემენტის მასის მოცემულ რაოდენობაში? ამის განსაზღვრისთვის მითითებული ნიმუშების მასა უნდა გაიყოს ერთი ატომის მასაზე:

$$N(\text{H}) = \frac{m(\text{H})}{m_a(\text{H})} = \frac{1,0078\text{გ}}{1,6735 \cdot 10^{-24}\text{გ}} = 6,02 \cdot 10^{23}$$

$$N(\text{O}) = \frac{m(\text{O})}{m_a(\text{O})} = \frac{15,9994\text{გ}}{2,6567 \cdot 10^{-23}\text{გ}} = 6,02 \cdot 10^{23}$$

თუ მსგავს გაანგარიშებებს ჩავატარებთ მარტივი ნივთიერებების სხვა ელემენტებისთვის, ყოველთვის მივიღებთ ერთსა და იმავე რიცხვს – $6,02 \cdot 10^{23}$. ანუ თუ $A_r(\text{C}) \approx 12$, $A_r(\text{S}) \approx 32$, $A_r(\text{N}) \approx 14$, შეიძლება ვამტკიცოთ: 12 გ ნახშირბადში, 32 გ გოგირდში და 14 გ აზოტში ასევე არის $6,02 \cdot 10^{23}$ ატომი.

$6,02 \cdot 10^{23}$ რიცხვს ეწოდება *ავოგადროს რიცხვი* იტალიელი მეცნიერის ამედეო ავოგადროს პატივსაცემად და აღინიშნება როგორც N_A . თუმცა გათვლებისა და გაანგარიშებების დროს ასეთი დიდი რიცხვით სარგებლობა არაპრაქტიკულია. ამიტომ ნაწილაკების ავოგადროს რიცხვის შესაბამისი რიცხვის გამოხატვისთვის მიღებულია ერთეული – *მოლი*.

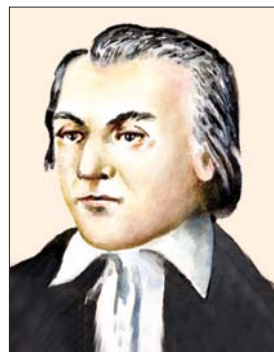
მოლი – ეს არის ნივთიერების რაოდენობა, რომელიც შეიცავს ნაწილაკების (ატომების, მოლეკულების, იონების) იმავე რაოდენობას, რამდენი ატომიც არის ნახშირბადის იზოტოპის (^{12}C) 12 გ-ში.

აქედან გამომდინარეობს დასკვნა: ნებისმიერი ერთატომიანი მარტივი ნივთიერების 1 მოლი შეიცავს ატომების ავოგადროს რიცხვის ($6,02 \cdot 10^{23}$) შესაბამის $N_A : 6,02 \cdot 10^{23}$ მოლს. ნებისმიერი რთული ნივთიერების 1 მოლი შეიცავს მოლეკულათა ავოგადროს რიცხვის შესაბამის მოლეკულების რაოდენობას.

ჩვენთვის უკვე ცნობილია, რომ ნახშირბადის იზოტოპის (^{12}C) 12 გ შეიცავს ატომების $6,02 \cdot 10^{23}$ რაოდენობას. ზუსტად ასევე შეიძლება გამოვიანგარიშოთ, რომ ნებისმიერი ორატომიანი მარტივი ნივთიერების 1 მოლი შეიცავს ატომების რიცხვს, რომელიც შეესაბამება გაორმაგებულ ავოგადროს რიცხვს ($2 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}$).

თუ ქიმიური ნივთიერება შედგება მოლეკულებისგან ან იონებისგან, მაშინ ნივთიერების 1 მოლი შეიცავს $6,02 \cdot 10^{23}$ მოლეკულას ან იონს. მაგალითად, წყალბადის 1 მოლი შეიცავს $6,02 \cdot 10^{23}$ მოლეკულას, სუფრის მარილის (NaCl) 1 მოლში არის $6,02 \cdot 10^{23}$ ნატრიუმის იონი (Na^+) და ამდენივე ($6,02 \cdot 10^{23}$) ქლორის იონი (Cl^-). ქიმიური ნივთიერებების 1 მოლში არსებული ნაწილაკების რაოდენობას ($6,02 \cdot 10^{23}$) ეწოდება *ავოგადროს მუდმივა* (N_A): $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ მოლი $^{-1}$. ავოგადროს

ამედეო ავოგადრო (1776-1856)



იტალიელი მეცნიერი. 1811 წელს მის მიერ აღმოჩენილი იყო კანონი აირების შესახებ, რომელსაც შემდგომში მისი სახელი ეწოდა.

მუდმივა განსხვავდება ავოგადროს რიცხვისგან იმით, რომ მას აქვს გარკვეული განზომილება (მოლი⁻¹).

ნათელია, რომ ნივთიერების რაოდენობის შეცვლისას (აღვნიშნოთ ის ასოთი v) იცვლება ნაწილაკების რაოდენობაც. ეს დამოკიდებულება შეიძლება გამოისახოს შემდეგი ფორმულით: $N = v \cdot N_A$.

ამ ფორმულის საფუძველზე შეიძლება სხვადასხვა გაანგარიშებების ჩატარება:

ამოცანა 1. რამდენ მოლეკულას შეიცავს წყლის 2 და 0,1 მოლი?

$$N(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 12,04 \cdot 10^{23} \text{ მოლეკულა}$$

$$N(\text{H}_2\text{O}) = 0,1 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 0,602 \cdot 10^{23} \text{ ან } 602 \cdot 10^{20} \text{ მოლეკულა.}$$

ამოცანა 2. ჟანგბადის ნივთიერების რა რაოდენობა (v) შეადგენს ჟანგბადის $6,02 \cdot 10^{24}$ მოლეკულას?

$$v = \frac{N}{N_A}; \quad v(\text{O}_2) = \frac{6,02 \cdot 10^{24}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 10 \text{ მოლი}$$

რთული ნივთიერების მოლის მოცემულ რაოდენობაში ამა თუ იმ ელემენტის ატომების რაოდენობის გამოანგარიშებისას საჭიროა ნივთიერების მოლების რაოდენობა გამრავლდეს ელემენტის ინდექსზე, ხოლო მიღებული რიცხვი – ავოგადროს რიცხვზე.

$$N(\text{ატომი}) = v(\text{ნივთიერება}) \cdot \text{ინდექსი} \cdot N_A$$

თუ საჭიროა ატომების საერთო რიცხვის გაანგარიშება, ნივთიერების მოლების რაოდენობა უნდა გამრავლდეს ელემენტების ინდექსების ჯამზე, ხოლო მიღებული რიცხვი – ავოგადროს რიცხვზე:

$$N(\text{ატომი}) \text{ საერთო} = v(\text{ნივთიერება}) \cdot (\text{ინდექსების ჯამი}) \cdot N_A$$

რიცხვი 1 ინდექსში არ იწერება, თუ ინდექსი არ არის მითითებული, ის უნდა მივიღოთ ერთის ტოლად.

ამოცანა 3. ჟანგბადის რამდენი ატომია წყლის 0,5 მოლში?

$$N(\text{H}_2\text{O}) = 0,5 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 3,01 \cdot 10^{23} \text{ მოლეკულა. } N(\text{O}) = N(\text{H}_2\text{O})$$

ვინაიდან წყლის ერთ მოლეკულაში არის ჟანგბადის 1 ატომი, ჟანგბადის ატომების რაოდენობა 0,5 მოლში წყლის მოლეკულათა რიცხვის ტოლი იქნება.

ამოცანა 4. განსაზღვრეთ ატომების საერთო რაოდენობა H_2SO_3 -ის 0,5 მოლში.

$$N(\text{ატომი}) \text{ საერთო} = v \cdot (\text{ინდექსების ჯამი}) \cdot N_A = 0,5 \cdot (2+1+3) \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 3 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 18,06 \cdot 10^{23}$$

მოლური მასა. მოლური მასა ეწოდება ნივთიერების ერთი მოლის მასას, გამოსახულს გრამებში (გ/მოლი).

ნებისმიერი ნივთიერების მოლური მასის (M) გამოსაანგარიშებლად საჭიროა ავოგადროს მუდმივა გამრავლდეს ქიმიური ნივთიერების შემადგენელი ნაწილაკების (ატომების, მოლეკულების, იონების) გრამებში გამოსახულ მასაზე.

$$M(H_2) = 2 \cdot 1,67 \cdot 10^{-24} \text{ გ} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ მოლი}^{-1} \approx 2 \text{ გ/მოლი}$$

$$M(Fe) = 9,277 \cdot 10^{-23} \text{ გ} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ მოლი}^{-1} \approx 56 \text{ გ/მოლი}$$

* მიუხედავად იმისა, რომ ერთეულთა საერთაშორისო სისტემაში მოლური მასის ერთეული იზომება კგ/მოლში, სასკოლო კურსში ძირითადად იყენებენ ერთეულს გ/მოლი.

$$M(H_2O) = (2 \cdot 1,67 \cdot 10^{-24} \text{ გ} + 2,67 \cdot 10^{-23} \text{ გ}) \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ მოლი}^{-1} \approx 18 \text{ გ/მოლი}$$

გაანგარიშებებიდან ჩანს, რომ ნივთიერების მოლური მასა რიცხობრივად ტოლია მისი ფარდობითი ატომური მასისა (თუ ის შედგება ატომებისგან) ან ფარდობითი მოლეკულური მასისა (თუ ის შედგება მოლეკულებისგან). ჩავიწეროთ შედარებისთვის:

$A_r(H) = 1$	$M(H) = 1 \text{ გ/მოლი}$
$M_r(H_2) = 2$	$M(H_2) = 2 \text{ გ/მოლი}$
$A_r(O) = 16$	$M(O) = 16 \text{ გ/მოლი}$
$M_r(O_2) = 32$	$M(O_2) = 32 \text{ გ/მოლი}$
$A_r(Fe) = 56$	$M(Fe) = 56 \text{ გ/მოლი}$
$M_r(H_2O) = 18$	$M(H_2O) = 18 \text{ გ/მოლი}$
$M_r(NaCl) = 58,5$	$M(NaCl) = 58,5 \text{ გ/მოლი}$

როგორც შედარებიდან ჩანს, ნივთიერებათა მოლური მასა თავისი ერთეულით განსხვავდება ფარდობითი ატომური ან მოლეკულური მასებისგან, ანუ მოლური მასა **გაზომვადი სიდიდეა**.

როგორც ზემოთქმულიდან ჩანს, მოლური მასის ცნების მიყენება შეიძლება როგორც ქიმიური ელემენტების მიმართ, ასევე მოლეკულური და არამოლეკულური აღნაგობის მარტივი და რთული ნივთიერებების მიმართაც.

ნივთიერებათა მოლური მასისა და ავოგადროს მუდმივას მეშვეობით შეიძლება ნებისმიერი ქიმიური ნივთიერების ერთი მოლეკულის ან ერთი ატომის მასის გაანგარიშება:

$$m(H_2O) = \frac{18 \text{ გ/მოლი}}{6,02 \cdot 10^{23} \text{ მოლი}^{-1}} = 2,99 \cdot 10^{-23} \text{ გ} \quad m(\text{მოლეკულა}) = \frac{M}{N_A}$$

$$m(O) = \frac{16 \text{ გ/მოლი}}{6,02 \cdot 10^{23} \text{ მოლი}^{-1}} = 2,66 \cdot 10^{-23} \text{ გ} \quad m(\text{ატომი}) = \frac{M_{(\text{ატომი})}}{N_A}$$

ნივთიერების მოლურ მასას, მის რაოდენობას (ν) და მასას (m) შორის არსებობს შემდეგი ურთიერთდამოკიდებულება: $M = \frac{m}{\nu}$

აქედან:

$$m = M \cdot \nu \qquad \nu = \frac{m}{M} \qquad \nu = \frac{N}{N_A}$$

მოლური მასის ცნებაზე დამყარებული გაანგარიშებები.

1. ნივთიერების გარკვეული რაოდენობის შესაბამისი მასის გაანგარიშება და, პირიქით, ნივთიერების გარკვეული მასის შესაბამისი რაოდენობის გაანგარიშება.

ამოცანა 1. როგორია ა) ნახშირორჟანგის (CO_2) 3 მოლის და ბ) წყლის 0,2 მოლის მასა?

$$m(\text{CO}_2) = M(\text{CO}_2) \cdot \nu(\text{CO}_2) = 44 \text{ გ/მოლი} \cdot 3 \text{ მოლი} = 132 \text{ გ}$$
$$m(\text{H}_2\text{O}) = M(\text{H}_2\text{O}) \cdot \nu(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ გ/მოლი} \cdot 0,2 \text{ მოლი} = 3,6 \text{ გ}$$

ამოცანა 2. რამდენი მოლია: ა) 4 გ წყალბადში; ბ) 28 გ რკინაში?

$$\nu(\text{H}_2) = \frac{m(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)} = \frac{4 \text{ გ}}{2 \text{ გ/მოლი}} = 2 \text{ მოლი}$$

$$\nu(\text{Fe}) = \frac{m(\text{Fe})}{M(\text{Fe})} = \frac{28 \text{ გ}}{56 \text{ გ/მოლი}} = 0,5 \text{ მოლი}$$

2. გაანგარიშებები ნივთიერების მასასა და მისი შემადგენელი ნაწილაკების რაოდენობას შორის კავშირთან მიმართებაში:

$$N = \frac{m}{M} \cdot N_A \quad (4)$$

ამოცანა 3. რამდენი ა) მოლეკულაა 8 გ ჟანგბადში (O_2); ბ) ატომია 6 გ მაგნიუმის მეტალში (Mg)?

$$N(\text{O}_2) = \frac{m(\text{O}_2)}{M(\text{O}_2)} \cdot N_A = \frac{8 \text{ გ}}{32 \text{ გ/მოლი}} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ მოლი}^{-1} = 1,505 \cdot 10^{23} \text{ მოლეკულა};$$

$$N(\text{Mg}) = \frac{m(\text{Mg})}{M(\text{Mg})} \cdot N_A = \frac{6}{24} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ მოლი}^{-1} = 1,505 \cdot 10^{23} \text{ ატომი}.$$

3. ნივთიერების გარკვეული მასის შესაბამისი ელემენტის მასის გამოთვლა და, პირიქით, ელემენტის გარკვეული მასის შესაბამისი ნივთიერების მასის გამოთვლა.

ამოცანა 4. რამდენი გრამი გოგირდია 128 გ გოგირდის ორჟანგში (SO_2)?

$$A_r(\text{S}) = 32; M(\text{S}) = 32 \text{ გ/მოლი}; M_r(\text{SO}_2) = 32 + 32 = 64; M(\text{SO}_2) = 64 \text{ გ/მოლი}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{თუ } 64 \text{ გ } (\text{SO}_2)\text{-ში არის } \text{---} 32 \text{ გ } (\text{S}) \\ 128 \text{ გ } (\text{SO}_2)\text{-ში იქნება } \text{---} x \text{ გ } (\text{S}) \end{array} \right\} x = \frac{128 \cdot 32}{64} = 64 \text{ გ}$$

ამოცანა 5. რამდენ გრამ ნახშირორჟანგში შეიძლება იყოს 8 გ ჟანგბადი?

$M(\text{CO}_2) = 44$ გ/მოლი; $M(\text{O}) = 16$ გ/მოლი

$$\left. \begin{array}{l} \text{თუ } 44 \text{ გ } (\text{CO}_2)\text{-ში არის } 2 \cdot 16 \text{ გ } (\text{O}) \\ x \text{ გ-ში იქნება } \text{ } \end{array} \right\} x = \frac{44 \cdot 8}{32} = 11 \text{ გ}$$

ამოცანა 6. გამოიანგარიშეთ გრამებში SO_2 -ის $1,204 \cdot 10^{23}$ მოლეკულის მასა:
 $M(\text{SO}_2) = 64$ გ/მოლი.

$$m(\text{SO}_2) = \frac{N}{N_A} \cdot M = \frac{1,204 \cdot 10^{23}}{6,02 \cdot 10^{23}} \cdot 64 = 12,8 \text{ გ.}$$

ცოდნისა და უნარების შემოწმება

1. სულ რამდენი ატომია $6,02 \cdot 10^{23}$ მოლეკულა წყალში (H_2O)? 2. რამდენი ატომია ჟანგბადის (O_2) 3 მოლში? 3. ჟანგბადის რამდენი ატომია H_3PO_4 -ის 0,5 მოლში? 4. გამოიანგარიშეთ მოლეკულის რაოდენობა ნახშირორჟანგის $3,01 \cdot 10^{23}$ მოლეკულაში. 5. გამოიანგარიშეთ ატომების საერთო რაოდენობა 0,5 მოლ H_2O -ში, 0,5 მოლ O_2 -ში და 0,5 მოლ SO_3 -ში. 6. გამოიანგარიშეთ CH_4 -ის მოლეკულის რაოდენობა, რომელშიც არის N_A ატომი. 7. გამოიანგარიშეთ SO_3 -ის მოლეკულის რაოდენობა, რომელშიც არის N_A ატომი. 8. რამდენ გრამს შეადგენს წყლის (H_2O) მასა, რომელიც მთლიანობაში შეიცავს N_A ატომს? $M(\text{H}_2\text{O}) = 18$ გ/მოლი. 9. რამდენ მოლს შეადგენს წყლის (H_2O) 0,9 გრამი? $M(\text{H}_2\text{O}) = 18$ გ/მოლი. 10. მთლიანობაში რამდენ ატომს შეიცავს 1,8 გრამი წყალი? $M(\text{H}_2\text{O}) = 18$ გ/მოლი. 11. რამდენ გრამს შეადგენს SO_3 , რომელშიც ატომების რაოდენობა შეადგენს N_A -ს. $M(\text{SO}_3) = 80$ გ/მოლი. 12. რამდენ ატომს შეიცავს 4 გრამი NaOH ? $M(\text{NaOH}) = 40$ გ/მოლი.

9. ავოგადროს კანონი. აირების მოლური მოცულობა

XIX საუკუნის დასაწყისში იტალიელმა მეცნიერმა ავოგადრომ, ჩაატარა რა აირების თვისებებზე დაკვირვება სხვადასხვა პირობებში და მოახდინა რა აირების შესახებ უფრო ადრე აღმოჩენილი კანონების (ბოილ-მარიოტის, გეი-ლუსაკის და სხვ.) ანალიზი, 1811 წელს შემოიტანა აირების შესახებ ახალი კანონი. ავოგადროს კანონი შემდეგნაირად ჟღერს: **სხვადასხვა აირების თანაბარი მოცულობები ერთნაირ პირობებში (ერთნაირი ტემპერატურისა და წნევისას) შეიცავენ მოლეკულათა ერთნაირ რიცხვს.**

როგორც ცნობილია, ნებისმიერი ნივთიერების 1 მოლი შეიცავს $6,02 \cdot 10^{23}$ მოლეკულას. ასევე ცნობილია, რომ აირების მოლური მასა (1 მოლის მასა) რიცხობრივად ტოლია მათი მოლეკულური მასისა. ასეთ შემთხვევაში შეიძლება დავამტკიცოთ, რომ 2 გ წყალბადი, 32 გ ჟანგბადი, 28 გ აზოტი, 44 გ ნახშირორჟანგი შეიცავენ მოლეკულათა ერთნაირ რაოდენობას ($6,02 \cdot 10^{23}$). მაშასადამე, **ერთნაირ პირობებში არის მოლეკულათა ერთნაირი რიცხვი იკავებს ერთნაირ მოცულობას.**

გამოთვლილი იყო, რომ ნორმალურ პირობებში (ტემპერატურა 0°C და წნევა $\approx 101,3$ კპა) ნებისმიერი აირის ან აირების ნარევის 1 მოლის მოცულობა შეადგენს დაახლოებით 22,4 ლ. **1 მოლი აირის მოცულობას ნორმალურ პირობებში (ნ.პ.)**

ეწოდება ამ აირის მოლური მოცულობა, რომელიც გამოისახება ნიშნით V_M .

აირის მოლური მოცულობა სხვადასხვა პირობებში გამოიანგარიშება ამ პირობებში მისი მოცულობის შეფარდებით ნივთიერების რაოდენობასთან:

$$V_M = \frac{V}{\nu} \quad (1)$$

აირის მოცულობის გაზომვისას ლიტრებში მოლური მოცულობის ერთეული იქნება გამოსახული ლ/მოლ-ში.

ფორმულაში 1: $\nu = \frac{V}{V_M}$; $V = \nu \cdot V_M$

ასეთ შემთხვევაში $m = \frac{V}{V_M} \cdot M$; $N = \frac{V}{V_M} \cdot N_A$; $V = \frac{m}{M} \cdot V_M$; $V = \frac{N}{N_A} \cdot V_M$

ავოგადროს კანონის მნიშვნელობა. აღნიშნული კანონის საფუძველზე ანგარიშობენ აირების სიმკვრივეს ნორმალურ პირობებში და ერთი აირის ფარდობით სიმკვრივეს მეორე აირთან მიმართებაში.

რომელიმე აირის სიმკვრივის გამოსაანგარიშებლად ნორმალურ პირობებში (ნ.პ.) საჭიროა მისი მოლური მასის გაყოფა მის მოლურ მოცულობაზე:

მაგალითად, გამოვითვალოთ ჟანგბადისა და ნახშირორჟანგის სიმკვრივე ნორმალურ პირობებში:

$$\rho(O_2) = \frac{M(O_2)}{V_M} = \frac{32 \text{ გ/მოლი}}{22,4 \text{ ლ/მოლი}} = 1,43 \text{ გ/ლ}$$

$$\rho(CO_2) = \frac{M(CO_2)}{22,4 \text{ ლ/მოლი}} = \frac{44 \text{ გ/მოლი}}{22,4 \text{ ლ/მოლი}} = 1,96 \text{ გ/ლ}$$

ერთნაირ პირობებში და ერთნაირ მოცულობაში ერთი აირის მასის თანაფარდობას მეორე აირის მასასთან ეწოდება **პირველი აირის ფარდობითი სიმკვრივე მეორე აირთან მიმართებაში**. ავოგადროს კანონის თანახმად, ერთნაირ პირობებში გაზომილი ერთნაირი მოცულობის აირების თანაფარდობა შეიძლება შეიცვალოს მათი მოლური მასების თანაფარდობით:

თუ $\frac{m_1}{m_2} = \frac{M_1}{M_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2} = D$ $D \Rightarrow$ ფარდობითი სიმკვრივე, მაშინ $D = \frac{M_1}{M_2}$.

აირების ფარდობით სიმკვრივეს უმრავლეს შემთხვევაში ანგარიშობენ ყველაზე მსუბუქი აირის – წყალბადის და ჰაერის მიხედვით:

$$D_{H_2} = \frac{M_x}{M(H_2)} = \frac{M_x}{2} ; \text{ აქედან } M_x = 2 \cdot D_{H_2} ; D_{ჰაერი} = \frac{M_x}{M(ჰაერი)}$$

რადგან აირების ნარევიდან შედგენილი ჰაერის საშუალო მოლეკულური მასა დაახლოებით შედგენს 29 გ/მოლს, მაშინ:

$$D_{ჰაერი} = \frac{M_x}{29} ; \text{ აქედან } M_x = 29 D_{ჰაერი}$$

გამოვიანგარიშოთ ჟანგბადის ფარდობითი სიმკვრივე წყალბადისა და ჰაერის მიხედვით:

$$M(O_2) = 2 \cdot 16 = 32 \text{ გ/მოლი.}$$

$$D_{H_2}(O_2) = \frac{M(O_2)}{2} = \frac{32}{2} = 16; \quad D_{ჰაერი}(O_2) = \frac{M(O_2)}{29} = \frac{32}{29} \approx 1,10$$

სხვადასხვა აირების მასების თანაფარდობა შეიძლება განისაზღვროს ფორმულით: $\frac{m_1}{m_2} = \frac{V_1 \cdot M_1}{V_2 \cdot M_2}$.

აირების მოლური წილი ნარევებში გამოითვლება ფორმულით: $\varphi = \frac{V_{(x)}}{V_{\text{ნარევი}}} \cdot 100\%$.

ნარევების მასა გამოითვლება ფორმულით:

$m_{(\text{ნარევი})} = m_1 + m_2 + \dots$; $m_{(\text{ნარევი})} = v_1 \cdot M_1 + v_2 \cdot M_2 + \dots$. ამა თუ იმ ნივთიერების მასური წილი ნარევეში გამოითვლება ფორმულით: $\omega = \frac{m_1}{m_1 + m_2 + \dots} \cdot 100\%$.

აირების ნარევის საშუალო მოლური მასის გამოთვლის ხერხებია:

$$M_{\text{საუშალო}} = \frac{v_1 \cdot M_1 + v_2 \cdot M_2 + \dots}{v_1 + v_2 + \dots} \text{ მოლური რაოდენობით;}$$

$$M_{\text{საშუალო}} = \frac{V_1 \cdot M_1 + V_2 \cdot M_2 + \dots}{V_1 + V_2 + \dots} \text{ მოცულობით.}$$

$$M_{\text{საუშალო}} = \frac{\varphi_1 \cdot M_1 + \varphi_2 \cdot M_2 + \dots}{100} \text{ მოცულობითი წილით.}$$

v_1 და v_2 – აირების მოლური რაოდენობა, M_1 და M_2 – აირების მოლური მასები, V_1 და V_2 – აირების მოცულობა ნ.პ.-ში, φ_1 და φ_2 – აირების წილი აირების ნარევის მოცულობაში.

ორი სხვადასხვა აირის ნარევის 1 მოლის საშუალო მოლური მასა შეიძლება გამოითვალოს შემდეგი ფორმულით:

ერთნაირი მოლური მასების მქონე ისეთი აირების შერევისას, რომლებიც არ შედგებიან ერთმანეთთან რეაქციაში, აირების ნარევის სიმკვრივე (ნ.პ.-ში), აგრეთვე მათი საშუალო მოლური მასა უცვლელი რჩება. ამა თუ იმ აირში უფრო დიდი მოლური მასის მქონე აირის შერევისას აირადი ნარევის სიმკვრივე იზრდება, ხოლო ნაკლები მოლური მასის მქონე აირის დამატებისას – მცირდება.

ცოდნისა და უნარების შემოწმება

1. როგორ მოცულობას ლიტრებში დაიკავებს წყალბადის $3,01 \cdot 10^{23}$ მოლეკულა ნორმალურ პირობებში? 2. რამდენ გრამს შეადგენს ნახშირორჟანგის 4,48 ლ ნორმალურ პირობებში? $M(CO_2) = 44$ გ/მოლი. 3. როგორ მოცულობას ლიტრებში დაიკავებს 6,4 გ O_2 ნორმალურ პირობებში? $M(O_2) = 32$ გ/მოლი. 4. რამდენი მოლეკულაა უცნობი აირის 6,72 ლიტრში (ნ.პ.)? 5. გამოითვალეთ უცნობი აირის 3,36 ლიტრის მოლური რაოდენობა (ნ.პ.). 6. გამოვიანგარიშეთ ატომების საერთო რაოდენობა 4,48 ლ CO_2 -ში (ნ.პ.). 7. გამოთვალეთ აირის მოლური მოცულობა (გ/მოლი), თუ მისი 4,48 ლიტრის მასა (ნ.პ.) შეადგენს 8,8 გრამს. 8. გამოითვალეთ 2 მოლი H_2 -ისა და 1 მოლი O_2 -ისგან შედგენილი აირადი ნარევის სიმკვრივე წყალბადის მიხედვით. $M(H_2) = 2$ გ/მოლი; $M(O_2) = 32$ გ/მოლი. 9. გამოვიანგარიშეთ 1 ლ H_2 -ისა და 1 ლ O_2 -ისგან შედგენილი აირადი ნარევის სიმკვრივე ჰელიუმის მიხედვით: $M(N_2) = 28$ გ/მოლი; $M(O_2) = 32$ გ/მოლი; $M(He) = 4$ გ/მოლი.

თავი II ფიზიკური და ქიმიური მოვლენები ქიმიური განტოლებები

10. ქიმიური რეაქციები ქიმიური განტოლებები

ყოველ ჩვენგანს ყოველდღიურ ცხოვრებაში შეუნიშნავს, თუ როგორ გარდაიქმნება ორთქლად გაცხელებული წყალი და „ქრება“ (გადადის უხილავი აირის მდგომარეობაში), და როგორ გარდაიქმნება ეს ორთქლი წყლის წვეთებად საგნის ცივ ზედაპირთან შეხებისას. ზუსტად ასევე უნახავს ყველას წყლის გადაქცევა ყინულად წყლიანი ჭურჭლის გარეთ გადგმისას ცივ, ყინვიან ამინდში და ისევ თხევად მდგომარეობაში გადასვლა მისი სახლში შემოტანის შემდეგ. წარმოიქმნება თუ არა ახალი ნივთიერება ამ გარდაქმნების დროს? ჩავატაროთ შემდეგი ცდა: ჯამებში წყალში გახსნილი მცირე რაოდენობით სუფრის მარილი და შაქარი დავდგათ დაბალ ცეცხლზე. წყალი ჯამებში თანდათან აორთქლდება და იქ მხოლოდ საწყისი ნივთიერებები – შაქარი და სუფრის მარილი დარჩება. ამრიგად, ამ ცდის დროს და ზემოთ აღნიშნული მოვლენების დროს ახალი ნივთიერებები არ წარმოიქმნება. მსგავს მოვლენებს **ფიზიკურ მოვლენებს** უწოდებენ.

მოვლენებს, რომელთა დროსაც ერთი ნივთიერება არ გარდაიქმნება მეორედ, ფიზიკური მოვლენები ეწოდება. ფიზიკური მოვლენების დროს იცვლება ნივთიერებათა მხოლოდ აგრეგატული მდგომარეობა, ფორმა, ზომები, მოცულობა, წნევა, ტემპერატურა, სიჩქარე და სხვ.

ფიზიკურ მოვლენებს განეკუთვნებიან ნარევიდან ნივთიერებების გამოყოფის ხერხები (აორთქლება, დისტილაცია, ფილტრაცია, დალექვა, დაწრეტა), ნივთიერებების აგრეგატული მდგომარეობის ცვლილება, ისეთი პროცესები, როგორებიცაა შესქელება (სითხე → მყარი სხეული), კონდენსაცია (გაზი → სითხე), სუბლიმაცია (მყარი სხეული → აირი), დნობა (მყარი სხეული → სითხე). ნივთიერების გადასვლას მყარი მდგომარეობიდან პირდაპირ აირად მდგომარეობაში სუბლიმაცია ეწოდება და, პირიქით, აირადი მდგომარეობიდან პირდაპირ მყარ მდგომარეობაში გადასვლას – დესუბლიმაცია. იოდი (I_2) და ნახშირორჟანგი (CO_2) ექვემდებარებიან სუბლიმაციას.

მივმართოთ სხვა ცდებსაც:

ა) გავაცხელოთ სპილენძის მავთული, მისი ზედაპირი შავი ფენით დაიფარება; ბ) დაწრეტელ კირიან წყალში მილის საშუალებით ჩავბეროთ ნახშირორჟანგი ან დავუმატოთ ცოტაოდენი სოდიანი წყალხსნარი: მიიღება თეთრი სიმღვრივე ან ნალექი; გ) თუ ბარდის მარცვლის ზომის გოგირდის ნაჭერს ცეცხლს წავუკიდებთ, დადგება მკვეთრი სუნი, წარმოქმნილი აირი ჰაერს შეერევა.

სამივე ცდაში, ყველა ნიშნის მიხედვით, ახალი ნივთიერება წარმოიქმნა.

მოვლენებს, რომელთა დროსაც ერთი ნივთიერებიდან წარმოიქმნება მეორე ნივთიერება, ქიმიური მოვლენები ეწოდება. ქიმიური მოვლენების დროს საწყისი ნივთიერებიდან ახალი ნივთიერებები წარმოიქმნება. წყლის დაშლა ჟანგბადად და წყალბადად ელექტრული დენის ზემოქმედებით – ქიმიური მოვლენაა. წვა, ლპობა, დუღილი, შემადგენელ ნაწილებად დაშლა, ჟანგით დაფარვა (კოროზია) და სხვა

მოვლენები განეკუთნებიან ქიმიურ მოვლენებს. **ქიმიურ მოვლენებს, სხვა სიტყვებით, ქიმიურ რეაქციებს უწოდებენ.**

როგორც ზემოთ მოყვანილი მაგალითებიდან ჩანს, ქიმიურ რეაქციებს თან სდევს ფერის ცვლილება, ნალექის, სუნის გაჩენა, აირის წარმოქმნა – ეს ქიმიური რეაქციის **ნიშნებია**. სითბოს გამოყოფა ან შთანთქმვა, ნათების ან ალის გაჩენა აგრეთვე ადასტურებენ ქიმიური რეაქციის მიმდინარეობას.

ქიმიურ მოვლენებს ყოველთვის თან სდევს ფიზიკური მოვლენები. მაგალითად, ბუნებრივი აირის წვის დროს ნახშირორჟანგისა და წყლის წარმოქმნასთან ერთად (ქიმიური მოვლენა) გამოიყოფა სითბო და ჩნდება ნათება (ფიზიკური მოვლენა).

ფიზიკური და ქიმიური მოვლენების მნიშვნელობა. „სამყაროს შეცნობის“ კურსიდან თქვენთვის ცნობილია, თუ რა მნიშვნელობა აქვს ფიზიკურ მოვლენებს, რომლებიც ჩვენს გარშემო ხდება. ასე, მაგალითად, წყლის აორთქლება, წყლის ორთქლის კონდენსაცია და ნალექების გამოყოფა წვიმის სახით შეადგენენ წყლის ბრუნვას ბუნებაში. სამრეწველო საწარმოებში, ლითონისთვის, პლასტმასებისთვის და სხვა მასალებისთვის გარკვეული ფორმის მიცემით (დაშტამპვა, გაგლინვა) ხდება სხვადასხვა საგნების მიღება.

ქიმიურ რეაქციებს უდიდესი მნიშვნელობა აქვთ. მათ იყენებენ სხვადასხვა ლითონების (რკინის, ალუმინის, სპილენძის, თუთიის, ტყვიის, კალის და სხვ.), აგრეთვე პლასტმასების, მინერალური სასუქების, სამკურნალო პრეპარატების და ა.შ. მისაღებად. უმრავლეს შემთხვევაში ქიმიური რეაქციები წარმოადგენენ სხვადასხვა სახის ენერგიის მიღების წყაროს. საწვავის წვისას გამოყოფილი ენერგია გამოიყენება ყოფა-ცხოვრებასა და მრეწველობაში.

ადამიანების, მცენარეების, ცხოველების ორგანიზმებში მიმდინარე რთული ბიოქიმიური პროცესები დაკავშირებულია სხვადასხვაგვარ ქიმიურ გარდაქმნებთან.

ერთი ნივთიერება სხვა ნივთიერებად შეიძლება გარდაიქმნას მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ მისი ნაწილაკები შეხებაში არიან ერთმანეთთან. მაგრამ, ბევრი ნივთიერების ერთმანეთთან უბრალო შეხება არ იწვევს ქიმიური რეაქციის წარმოქმნას. იმისათვის, რომ რეაქცია წავიდეს, უმრავლეს შემთხვევაში საჭიროა გაცხელება, სინათლის ზემოქმედება, წნევისა და ნივთიერების კონცენტრაციის გაზრდა და ა.შ.

ქიმიური რეაქციების დაწყებისა და მიმდინარეობის პირობები სხვადასხვაგვარი შეიძლება იყოს. რიგი რეაქციების მიმდინარეობისათვის (მაგალითად, წვის რეაქცია) საკმარისია ნივთიერების ნაწილაკების ურთიერთშეხება (ხახუნი) და გარკვეულ ტემპერატურამდე შეთბობა. რეაქციის ბოლომდე მიყვანას უზრუნველყოფს გამოყოფილი სითბური ენერგია.

ზოგი რეაქცია კი (მაგალითად, წყლის დაშლა ჟანგბადად და წყალბადად) საჭიროებს დამატებითი ენერგიის მიწოდებას რეაქციის ბოლომდე.

იმის შესახებ, თუ როგორ უნდა უზრუნველყოფთ სხვადასხვა ქიმიური რეაქციების ჩატარების, დაჩქარების და საბოლოო შედეგამდე მიყვანის პირობები, ჩვენ მოგვიანებით შევიტყობთ.

ბუნებაში ფიზიკური და ქიმიური მოვლენები უწყვეტად, მუდმივად მიმდინარეობენ და ამით უზრუნველყოფენ ნივთიერებათა ცირკულაციას, კლიმატურ ცვლილებებს, ცხოვრების პირობებს ცოცხალი ორგანიზმებისათვის. ქიმიური რეაქციების უმრავლესობას ადამიანები ატარებენ. ამით ხდება საზოგადოების დღითი დღე სულ უფრო მზარდი მოთხოვნილებების დაკმაყოფილება და ცხოვრების პირობების გაუმჯობესება.

ქიმიური რეაქციების განტოლებები. ნივთიერებების გარდაქმნის რეაქციების წერილობითი სახით მოკლედ გადმოსაცემად იყენებენ ქიმიურ განტოლებებს. ამისათვის ჯერ იწერება რეაქციაში შემავალი ნივთიერებების ფორმულები, მათ შორის იწერება ნიშანი (+), ხოლო შემდგომ ნიშანი (→), რის შემდეგაც იწერება მიღებული ნივთიერებების ქიმიური ფორმულები. მაგალითად, ნახშირორჟანგის (CO₂) მიღების რეაქციის განტოლება ნახშირის (C) ჟანგბადთან (O₂) ურთიერთქმედების (წვის) შედეგად შეიძლება ჩავწეროთ შემდეგნაირად: C + O₂ → CO₂.

გავიხსენოთ მოდელების მაგალითზე წარმოსახული (ნახ. 13) წყლის დაშლის რეაქცია ჟანგბადად და წყალბადად ელექტროდენის ზემოქმედებით. ფორმულების დახმარებით ის შეიძლება შემდეგნაირად ჩაიწეროს: H₂O → H₂ + O₂.

აქ მარჯვენა და მარცხენა მხარეს ატომების რაოდენობა ერთნაირი არ არის. ჩანაწერს ისრის ნიშნით (→) **რეაქციის სქემას** უწოდებენ. იმისათვის, რომ მოცემული სქემა განტოლებად გარდაიქმნას, ელემენტების ატომების რაოდენობა უნდა გავათანაბროთ. უნდა გვახსოვდეს, რომ ქიმიურ რეაქციებში, რომლებშიც მონაწილეობს თავისუფალი ჟანგბადი (O₂), ჯერ უნდა გავათანაბროთ მისი ატომების რაოდენობა – 2H₂O → H₂ + O₂.

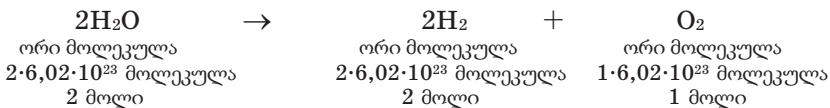
ასეთ შემთხვევაში წყალბადის ატომების რაოდენობა მარცხენა ნაწილში იქნება 2 · 2=4 ხოლო მარჯვენაში 2. უნდა დავიმახსოვროთ აგრეთვე, რომ ფორმულების წინ დასმულ რიცხვებს **კოეფიციენტები** ეწოდება. კოეფიციენტი ეკუთვნის ნივთიერების მოლეკულაში შემავალ ყველა ატომს. მაგალითად, ზემოთ მოყვანილ სქემაში ჩანაწერი 2H₂O გვიჩვენებს, რომ წყლის ორ მოლეკულაში არის 2 · 2=4 ატომი წყალბადი და 2 ატომი ჟანგბადი. წყალბადის ატომების გასათანაბრებლად სქემაში წყალბადის მოლეკულის (H₂) წინ მარჯვენა ნაწილში ასევე იწერება რიცხვი 2. 2H₂O → 2H₂ + O₂.

მოცემულ ჩანაწერს განტოლება ეწოდება.

ქიმიური რეაქციის პირობით ჩანაწერს ფორმულების, ნიშნების და კოეფიციენტების მეშვეობით ქიმიური განტოლება ეწოდება.

ვინაიდან ქიმიურ განტოლებებში კოეფიციენტი გვიჩვენებს მოლეკულებისა და ატომების რაოდენობას, კოეფიციენტად იღებენ უმცირეს მთელ რიცხვს, რომელიც იყოფა მოცემულ ატომების რაოდენობაზე.

თუ განტოლებაში ყოველ კოეფიციენტს დავიყვანთ ავოგადროს რიცხვამდე, ნაპოვნი იქნება აგრეთვე ამ ნივთიერებათა რაოდენობა:



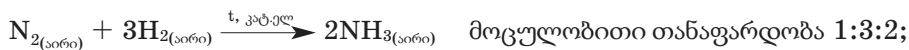
ამრიგად, ქიმიური განტოლება გვიჩვენებს შემდეგს:

ა) რომელი ნივთიერებები შედიან რეაქციაში და რომელი ნივთიერებები მიიღებიან რეაქციის შედეგად; ბ) ყველა ნივთიერების მოლეკულების (ატომების) რაოდენობას; გ) ყველა ნივთიერების რაოდენობას (თითოეული ნივთიერების მოლურ რაოდენობას).

მოცულობითი თანაფარდობების კანონი. თუ რეაქციაში მონაწილე ნივთიერებები იმყოფებიან აირად მდგომარეობაში, მაშინ მათი მოლური თანაფარდობები, ავოგადროს კანონის მიხედვით, შეიძლება აღებულ იქნას როგორც მოცულობითი თანაფარდობები.

რეაქციაში შემავალი და მიღებული აირების მოცულობითი თანაფარდობები აიღება როგორც უმცირესი მთელი რიცხვების თანაფარდობები (ანუ როგორც აირების მოლუბის თანაფარდობა).

მაგალითად:



სხვადასხვა აირების მოცულობითი თანაფარდობები, მოლური თანაფარდობები და მოლეკულების რაოდენობრივი თანაფარდობა ერთნაირ პირობებში ყოველთვის ერთმანეთის ტოლია: $V_1:V_2=v_1:v_2=N_1:N_2$

ცოდნისა და უნარების შემოწმება

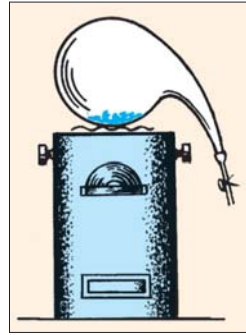
1. როგორ მოვლენებს უწოდებენ ფიზიკურ მოვლენებს? მოიყვანეთ მაგალითები.
2. როგორ მოვლენებს უწოდებენ ქიმიურ მოვლენებს? მოიყვანეთ მაგალითები.
3. დაასახელეთ ქიმიური მოვლენების ნიშნები.
4. ქვემოთ მოყვანილი მოვლენებიდან რომლები განეკუთვნებიან ქიმიურ მოვლენებს? ა) წყლის დუღილი; ბ) ბაქტერიული დუღილი; გ) რკინის დნობა; დ) ასანთის წვა.
5. ქვემოთ მოყვანილი მოვლენებიდან რომელი განეკუთვნება ფიზიკურს და რომელი ქიმიურს? ა) რძის ამჟავება; ბ) ყინულის დნობა; გ) სახთლის წვა; დ) ელექტრული ნათურის სპირალის მიერ გამოსხივებული სინათლე; ე) რკინის დაჟანგვა; ვ) წყლის აორთქლება; ზ) შუშის დანაყვა; თ) წყლის გაყინვა.
6. ჩამოთვალეთ ქიმიური მოვლენების ნიშნები: ა) ბუნებრივი აირის წვაში; ბ) ქათმის კვერცხში ცილის დაშლაში.
7. გამოყავით შაქარის გაცხელებისას მიმდინარე ფიზიკური და ქიმიური მოვლენები: ა) შაქარი დნება; ბ) გამდნარი შაქარი დუღს; გ) გამდნარი შაქარი მუქდება და შემდეგ შავდება; დ) შავი ფერი ქრება, წარმოიქმნება ნახშირორჟანგი და წყალი.

11. ნივთიერების მასის მუდმივობის კანონი ქიმიურ რეაქციებში

როგორც უკვე ცნობილია, ქიმიური რეაქციების დროს ატომები არ იყოფიან და მათგან ახალი ატომები არ წარმოიქმნება. რეაქციის პროცესში ატომები შეიძლება ერთი ნივთიერების შემადგენლობიდან გადავიდნენ მეორის შემადგენლობაში, ან მოლეკულის დაშლის შედეგად წარმოქმნილი ატომები, პირობებიდან გამომდინარე, შეიძლება კვლავ შეუერთდნენ ერთმანეთს და სხვა ნივთიერება წარმოქმნან. ქიმიურ რეაქციაში შესული ნივთიერებების ატომების რაოდენობა ყოველთვის ტოლია რეაქციის შედეგად წარმოქმნილ ნივთიერებაში არსებული ატომების რაოდენობისა. ატომების მასის მუდმივობის შედეგად შეიძლება დავასკვნათ, რომ რეაგენტების (რეაქციაში შესული ნივთიერებების) მასების ჯამი ტოლი უნდა იყოს რეაქციის პროდუქტების (რეაქციის შედეგად მიღებული ნივთიერებების) მასებისა.

ამ დასკვნამდე, რომელიც ასე მარტივი ჩანს, მეცნიერები მივიდნენ მრავალი ქიმიური ცდების ჩატარებისა და ყოველმხრივი ანალიზის შედეგად. პირველად აზრი მატერიის მუდმივობის კანონის არსებობის შესახებ გამოთქვა ძველბერძენმა ფილოსოფოსმა ეპიკურემ (ჩვენს წელთაღრიცხვამდე). შუა საუკუნეებში ფრანგმა მეცნიერმა პიერ გასენდიმ, ხოლო შემდგომ ინგლისელმა მეცნიერმა რობერტ ბოილმა აღიარეს ამ კანონის არსებობა და იყენებდნენ მას.

გენიალურმა რუსმა მეცნიერმა მ. ვ. ლომონოსოვმა პირველად ნივთიერების მასის მუდმივობის კანონის არსებობის შესახებ 1748 წელს წერილი მისწერა გერმანელ მეცნიერს ეილერს. 1760 წელს მან გაახურა რა მეტალები (ტყვია და სხვ.) რეტორტებში (ნახ. 16), დაადგინა რა მათი ზუსტი წონები გახურებამდე და გახურების შემდეგ აწონვის გზით, დაამტკიცა მასების უცვლელობის და მუდმივობის კანონი. ფრანგმა მეცნიერმა ა. ლავუაზიემ არაფერი იცოდა მ. ვ. ლომონოსოვის ნაშრომების შესახებ. მან 1785 წელს წყალბადისა და ჟანგბადისაგან წყლის მიღების ცდაზე დაყრდნობით დაადგინა მასების უცვლელობის და მუდმივობის ფაქტი. ამრიგად, მან განმეორებით დაამტკიცა და ქიმიურ მეცნიერებაში შემოიტანა ნივთიერებათა მასის მუდმივობის კანონი.



ნახ. 16. რეტორტა მეტალის გამოწვისთვის

დღეს ნივთიერების მასის მუდმივობის კანონი ასე ფორმულირდება:

ქიმიურ რეაქციაში შემავალი ნივთიერებების მასა რეაქციის შედეგად მიღებული ნივთიერებების მასის ტოლია.

მოცემულ კანონს უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ქიმიური მეცნიერებისა და წარმოების განვითარებისათვის. ნივთიერების მასის მუდმივობის კანონის მიღებამ დაასრულა დაუსაბუთებელი მსჯელობა ნივთიერებათა გაქრობისა და არაფრიდან წარმოშობის შესახებ. აღნიშნული კანონის საფუძველზე ხდება სხვადასხვა პრაქტიკული გაანგარიშებები ქიმიურ განტოლებებში: ა) რამდენი პროდუქტის მიღებაა შესაძლებელი რეაქციაში შესული გარკვეული რაოდენობის საწყისი ნივთიერებისაგან; ბ) საწყისი ნივთიერების რა რაოდენობაა საჭირო გარკვეული რაოდენობის პროდუქტის მისაღებად და ა. შ.

ცოდნისა და უნარების შემოწმება

1. 10 გ ორვალენტური მეტალი, ჟანგბადთან შეერთებისას, წარმოქმნის 14 გ XO-ს: ა) გამოთვალეთ რეაქციაში შესული ჟანგბადის მოცულობა (ნორმალურ პირობებში, ლიტრებში); ბ) დაადგინეთ მეტალის ფარდობითი ატომური მასა: $A_r(O)=16$. 2. 6,2 გ ერთვალენტური მეტალის ოქსიდი წყალთან შეერთებისას წარმოქმნის ამ მეტალის ჰიდროქსიდის 8 გ-ს: ა) გამოიანგარიშეთ რეაქციაში შემავალი წყლის მოლუბის რაოდენობა $M_r(H_2O)=18$; ბ) განსაზღვრეთ მეტალის ფარდობითი ატომური მასა $A_r(O)=16$; $A_r(H)=1$. 3. 10 გ XOH, 32 გ HY-თან რეაქციაში შესვლისას წარმოქმნის 37,5 გ XY ნაერთს და წყლის გარკვეულ რაოდენობას: $A_r(O)=16$; $A_r(H)=1$:ა) განსაზღვრეთ X-ის ფარდობითი ატომური მასა; ბ) განსაზღვრეთ Y-ის ფარდობითი ატომური მასა.

ლაბორატორიული ცდები

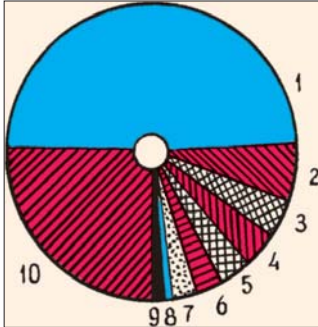
ცდა 1. სპირტქურის ალში 2-3 წუთის განმავლობაში გაახურეთ სპილენძის მავთულის ნაჭერი ან სპილენძის ფირფიტა და დააკვირდით მათი ფერის ცვლილებას.

ცდა 2. აიღეთ 2 სინჯარა. ერთში ჩაყარეთ ცოტაოდენი (0,5-1 გ) კალციუმის კარბონატი (CaCO₃) ან სოდა, ხოლო მეორეში – 1 გ მაგნიუმის ან ალუმინის ფხვნილი. ორივეში ჩაასხით 2-3 მლ მარილმჟავა (HCl). ჩაიწერეთ დაკვირვების შედეგები.

ორივე ცდის ჩატარების დროს აღნიშნეთ რეაქციის მიმდინარეობის პირობები და მათი ნიშნები.

თავი 3 ქანგბადი. ჰაერი. წვა

12. ქანგბადი როგორც ქიმიური ელემენტი და მარტივი ნივთიერება



ნახ. 17. ბუნებაში ელემენტების გავრცელება:
1 – ქანგბადი; 2 – ალუმინი;
3 – რკინა; 4 – კალციუმი;
5 – ნატრიუმი; 6 – კალიუმი;
7 – მაგნიუმი; 8 – წყალბადი;
9 – დანარჩენი; 10 - სილიციუმი

ქანგბადი აღმოჩენილ იქნა 1772 წელს შვედი მეცნიერის კარლ შველეს მიერ. ეს ბუნებაში ყველაზე გავრცელებული ელემენტია. (ნახ. 17). დედამიწის ქერქის გარშემო გარსის ატმოსფეროს ლითოსფეროს და ჰიდროსფეროს მასის დაახლოებით 49,4% ქანგბადზე მოდის. ქანგბადი წარმოადგენს ნიადაგის, წყლის, მთის ქანების, მადნეულის, მინერალების ძირითად შემადგენელ ნაწილს. მაგალითად, წყლის შემადგენლობაში არის ~88,88% ქანგბადი, ხოლო ქვიშის შემადგენლობაში (SiO₂) – 53,3%. ის შედის ყველა ცოცხალი ორგანიზმის (მცენარეების, ცხოველების და ა. შ.) შემადგენლობაში. ადამიანის სხეულის 65%-ს შეადგენს ელემენტი ქანგბადი.

ბუნებრივი ქანგბადი შეიცავს სამ იზოტოპს (¹⁶₈O, ¹⁷₈O, ¹⁸₈O). მათ შორის ყველაზე გავრცელებულია იზოტოპი მასით 16 (~99,99%). ელემენტების პერიოდულ სისტემაში ქანგბადის რიგითი ნომერია – 8, შესაბამისად, მის ყოველ ატომში (სამივე იზოტოპის) არის 8 პროტონი, ხოლო ბირთვის მუხტია +8. თუ რამდენი ნეიტრონია თითოეულ იზოტოპში – შეგიძლიათ თქვენ თვითონ გამოთვალოთ.

ქანგბადის ატომები, ერთმანეთთან შეერთებისას წარმოქმნიან ორ მარტივ ნივთიერებას – ქანგბადს და ოზონს. ქანგბადი შედგება O₂ მოლეკულისაგან, ხოლო ოზონი – O₃ მოლეკულისგან. O₂ და O₃ წარმოადგენენ ქანგბადის ალოტროპულ სახეცვლილებებს. ალოტროპიის მოვლენა შეინიშნება აგრეთვე ნახშირბადში, გოგირდში, ფოსფორში და სხვ. ქანგბადი დედამიწის ატმოსფეროში (მასის მიხედვით ~23%, მოცულობის მიხედვით ~21%) და ბუნებრივ წყლებში გახსნილი სახით არსებობს.

ატმოსფერულ ჰაერში ქანგბადის არსებობა პირველად 1774 წელს ა. ლავუაზიემ დაადგინა. ქანგბადის გარდა ჰაერი შეიცავს მოცულობის მიხედვით 78% და მასის მიხედვით 75,5% აზოტს (N₂) და დაახლოებით ~1% ინერტულ აირებს (არგონს, და სხვ.), მინიმალური რაოდენობით (~0,03%) – ნახშირორქანგს. ატმოსფეროს საერთო მასის დაახლოებით 1/5 ნაწილს (~5,15•10⁵ ტონა) ქანგბადი შეადგენს. გამოთვლილია, რომ 1მ³ ბუნებრივი წყალი შეიცავს გახსნილი სახით 40 გ ქანგბადის აირს. გახსნილი ქანგბადის ასეთი რაოდენობა წყალში უზრუნველყოფს მის მობინადრეთა არსებობას. ოზონი წარმოიქმნება დედამიწის ზედაპირიდან დაახლოებით 25-30 კმ-ის სიმაღლეზე ქანგბადზე მზის სხივების ზემოქმედებით. ოზონის ფენა ულტრაიისფერი სხივებისგან იცავს ყველა ცოცხალ ორგანიზმს დედამიწაზე.

ანტუან ლავუაზიე (1743-1794)



ფრანგი ქიმიკოსი. 1774 წელს ექსპერიმენტული გზით დაადგინა ჰაერის შემადგენლობა.

ჟანგბადი და ოზონი ერთმანეთისგან განსხვავდებიან შემადგენლობით და ფიზიკური თვისებებით. განსაზღვრეთ ეს განსხვავებები ცხრილი 9-ს დახმარებით.

ცხრილი 9

ჟანგბადისა და ოზონის ზოგიერთი თავისებურებების შედარება

№	თვისებები	ჟანგბადი	ოზონი
1.	შემადგენლობა	O ₂	O ₃
2.	ფარდობითი მოლეკულური მასა	32	48
3.	მოლური მასა	32 გ/მოლი	48 გ/მოლი
4.	კრისტალის აგებულება	მოლეკულური	მოლეკულური
5.	ფერი	უფერო	ღია ცისფერი
6.	სუნი	სუნის გარეშე	სასიამოვნო სუნი
7.	სიმკვრივე	1,43 გ/ლ	2,14 გ/ლ
8.	დუდილის (°C) ტემპერატურა	-182,9	-111,9
9.	გაყინვის (°C) ტემპერატურა	-218,8	-192,7

13. ჟანგბადის მიღება

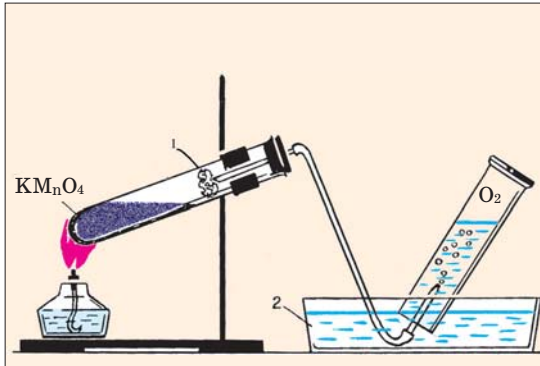
პირველად ჟანგბადი აღმოჩენილ იქნა კ. შველეს მიერ 1772 წელს კალიუმის ნიტრატის დაშლის რეაქციის შედეგად.



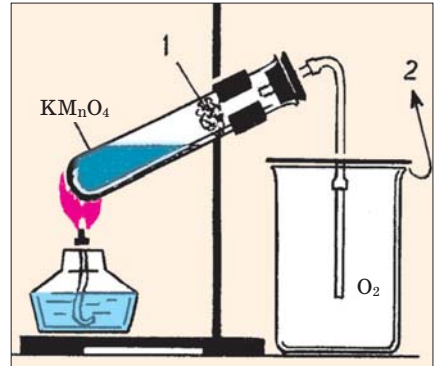
ლაბორატორიულ პირობებში ჟანგბადის მისაღებად ნიტრატებიდან შეიძლება მხოლოდ KNO₃, NaNO₃, Ca(NO₃)₂ და Ba(NO₃)₂-ის გამოყენება.

მოგვიანებით ჟანგბადი მიიღო ინგლისელმა მეცნიერმა ჯოზეფ პრისტლიმ 1774 წელს ვერცხლისწყალ(II)-ის ოქსიდის – HgO გაცხელებით.



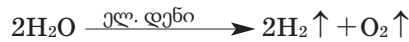


ნახ. 18. ჟანგბადის დაგროვება წყლის გამოდევნის მეთოდით: 1 – შუშაბამბა; 2 – წყალი.



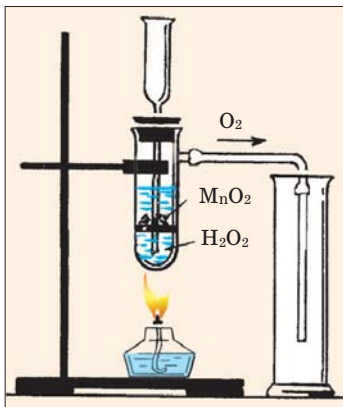
ნახ. 19. ჟანგბადის დაგროვება ჰაერის გამოდევნის მეთოდით: 1 – შუშაბამბა; 2 – ჰაერი.

ჟანგბადის მიღება ხდება აგრეთვე წყლის დაშლით ჟანგბადად და წყალბადად მასზე მუდმივი დენის ზემოქმედებით.



დღესდღეისობით ლაბორატორიულ პირობებში ჟანგბადის მისაღებად ყველაზე მოხერხებული ნივთიერებებია ხალხში „მარგანცოვკის“ სახელით ცნობილი კალიუმის პერმანგანატი (KMnO_4), კალიუმის ქლორატი KClO_3 (ბერთოლის მარილი) და წყალბადის პეროქსიდი (H_2O_2). ნახატზე 18 ნაჩვენებ სინჯარაში ათავსებენ გარკვეული რაოდენობის კალიუმის პერმანგანატს და აცხელებენ მას ძლიერ ცეცხლზე. ამ დროს გამოყოფილი ჟანგბადი გამოდევნის წყალს, რომელიც გადმოდის ჭიქაში.

ჩავწეროთ რეაქციის განტოლება:

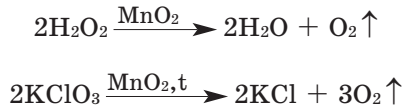


ნახ. 20. წყალბადის პეროქსიდის დაშლის რეაქცია მანგანუმის ოქსიდის თანაობისას (IV)

გაზგამყვანი მილიდან გამოძვავალი ჟანგბადის O_2 დასაგროვებლად ცილინდრში (ან ჭიქაში, კოლბაში) სხვა მეთოდებსაც იყენებენ.

ყურადღება მიაქციეთ ნახ. 19-ს. აქ გაზგამყვანი მილის ბოლო ჩაშვებულია ჭიქაში. ვინაიდან ჟანგბადი ჰაერზე მძიმეა, ის გამოდევნის ჰაერს ჭიქიდან. იმისათვის, რომ შევამოწმოთ შეივსო თუ არა ჭიქა ჟანგბადით, მის ნახვრეტთან უნდა მივიტანოთ მზჟუტავი კვარი. თუ კვარი აინთო და ცეცხლი მოეკიდა, ე. ი. ჭიქა ჟანგბადით შევსებულია. ამრიგად, იმ აირების შესაგროვებლად, რომლებიც ჰაერზე მძიმეა, გაზგამყვანი მილის ბოლო უნდა ჩავუშვათ იმ ჭურჭლის ძირამდე, რომელშიც აირს ვაგროვებთ. კოლბა კი ღიობით ზევით უნდა გვეჭიროს.

ჟანგბადის მიღების სადემონსტრაციოდ უფრო თვალსაჩინოა წყალბადის პეროქსიდის - H_2O_2 -ს (აფთიაქში ის არსებობს 30%-ნი და 3%-ნი ხსნარის სახით) ან კალიუმის ქლორატის - $KClO_3$ -ის დაშლის რეაქცია მანგანუმ (IV)-ის ოქსიდის - MnO_2 მცირე რაოდენობის დამატებით (ნახ. 20).



მანგანუმ (IV)-ის ოქსიდის MnO_2 გარეშე რეაქცია ძალიან ნელა მიდის.

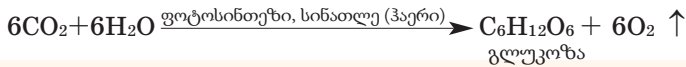
ნივთიერებებს, რომლებიც აჩქარებენ ქიმიური რეაქციების მსვლელობას და ამასთან შეუცვლელად ინარჩუნებენ რაოდენობას რეაქციის შემდეგ, კატალიზატორები ეწოდება. MnO_2 წარმოადგენს წყალბადის პეროქსიდის და კალიუმის ქლორატის დაშლის პროცესის კატალიზატორს.

ლაბორატორიულ პირობებში ჟანგბადის მიღების ყველა ზემოთ მოყვანილ რეაქციაში ჩვენ თვალს ვადევნებდით ერთი რთული ნივთიერების დაშლის პროცესს რამდენიმე ახალ ნივთიერებად. ასეთ რეაქციებს **დაშლის რეაქციები** ეწოდებათ.

რეაქციებს, რომელთა მიმდინარეობისას ერთი ნივთიერებიდან წარმოიქმნება რამდენიმე ახალი ნივთიერება, დაშლის რეაქციები ეწოდება.

მრეწველობაში ჟანგბადს დიდი რაოდენობით იღებენ გათხევადებული ჰაერიდან. ჰაერის მტვრისგან, ტენისგან და ნახშირორჟანგისგან გაწმენდის შემდეგ მას ათხევადებენ მაღალი წნევის და გაცივების პირობებში. გათხევადებული და $-200^{\circ}C$ -მდე გაცივებული ჰაერის ტემპერატურას თანდათან მაღლა სწევენ. ჯერ ხდება აზოტის აორთქლება ($-196^{\circ}C$ ტემპერატურაზე), შემდეგ კი ჟანგბადისაც ($-183^{\circ}C$). აორთქლებისას ის გადადის აირად მდგომარეობაში.

მრეწველობაში ჟანგბადის მიღება ხდება აგრეთვე წყლის ელექტროლიზით. ბუნებაში ჟანგბადი გამოიშვება ფოტოსინთეზის პროცესის შედეგად, რომელიც მიმდინარეობს მცენარეთა მწვანე მასაში მზის სხივების ზემოქმედებით.



პრაქტიკული მეცადინეობა 2

ჟანგბადის მიღება და დაგროვება:

ა) ააწყეთ დანადგარი როგორც ეს ნაჩვენებია ნახ. 19-ზე და შეამოწმეთ იგი ჰერმეტიულობაზე. სინჯარაში მისი მოცულობის $\frac{1}{4}$ -მდე ჩაყარეთ კალიუმის პერმანგანატი და სინჯარის ყელზე დადეთ ბამბის ნაჭერი. სინჯარას დაუცეთ საცობი, რომელშიც გაყრილია გაზგამყვანი მილი. ჩაამაგრეთ სინჯარა შტატივის ფეხში ისე, რომ გაზგამყვანი მილის ბოლო აღწევდეს იმ ჭიქის ან ცილინდრის ძირს, რომელშიც უნდა შეგროვდეს ჟანგბადი.

ჯერ გაცხელეთ მთელი სინჯარა. შემდეგ ალი თანაბრად გადაადგილეთ სინჯარის ძირიდან საცობისაკენ.

მზუტავი კვარის დახმარებით შეამოწმეთ რამდენად სავსეა ჭიქა (ან ცილინდრი) ჟანგბადით, როგორც კი ქილა გაივსება ჟანგბადით, დახურეთ მისი ნახვეტი მუყაოთი ან მინის ფირფიტით.

ბ) ააწყეთ დანადგარი ისე, როგორც ნაჩვენებია ნახ. 18-ზე და შეამოწმეთ იგი

ჰერმეტიკობაზე. წყლიანი სინჯარა (ან მინის ფირფიტით დაფარული ცილინდრი) ყელით ქვევით ჩაუშვით წყლიან ჭურჭელში. შემდეგ, გაზგამყვანი მილის ბოლო შეიყვანეთ წყლიანი სინჯარის (ან ცილინდრის) ყელში და გააცხელეთ კალიუმის პერმანგანატის დიდი სინჯარა.

როგორც კი ჭურჭელი შეივსება ჟანგბადით, დახურეთ ის წყლის ქვეშ მინის ფირფიტით. შეინახეთ შეგროვებული ჟანგბადი შემდგომი ცდებისათვის.

ცოდნისა და უნარების შემოწმება

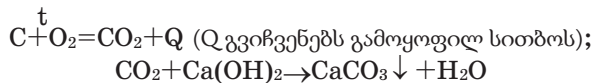
1. რომელი ნივთიერებებიდან ხდება ჟანგბადის მიღება ლაბორატორიულ პირობებში?
2. ჟანგბადის რაოდენობა წყალში მასის მიხედვით 90%-ია. რამდენი კგ ჟანგბადის მიღება შესაძლებელია 1000 კგ წყლიდან? 3. გამოთვალეთ გამოყოფილი აირის (ნ.პ.) მოცულობა ლიტრებში, თუ 200 გ $KMnO_4$ -ის დაშლისას, მყარი ნარჩენი შეადგენს 184 გ-ს. 4. გამოთვალეთ, რამდენი ლიტრი ჟანგბადი გაიხსნება 1000 მ³ წყალში, იმ პირობით, რომ 100 ლიტრ წყალში გახსნილია 3 ლიტრი ჟანგბადი.

14. ჟანგბადის ქიმიური თვისებები

ჩვეულებრივ პირობებში ჟანგბადი სუფთა სახით და ჰაერის შემადგენლობაში ქიმიურად არააქტიურია. თუმცა გაცხელებისას მისი აქტივობა მკვეთრად მატულობს. ჟანგბადი შესაძლოა ურთიერთქმედებაში შედიოდეს მარტივი ნივთიერებების უმრავლესობასთან – არამეტალებთან და მეტალებთან, აგრეთვე რთულ ნივთიერებებთან.

ა) ჟანგბადის ურთიერთქმედება არამეტალებთან.

თუ რკინის კოვზზე მოთავსებულ ნახშირის ნატეხს სპირტქურის ალზე გავახურებთ, ის არ აინთება, არამედ ბოლვას დაიწყებს. მოვათავსოთ რკინის კოვზი მხოლოავი ნახშირით ჟანგბადის ქილაში (იმისათვის, რომ ქილა არ გატყდეს, მის ძირზე უნდა დავყაროთ წვრილი ქვიშა). გავარვარებული ნახშირი იწვის ალის გარეშე, სითბოს გამოყოფით. ჩავასხათ ქილაში კირიანი წყალი ($Ca(OH)_2$), ის შეიმღვრევა. ეს მოწმობს ნახშირორჟანგის წარმოქმნაზე (CO_2) ნახშირის წვის დროს. მიღებული CO_2 რეაქციაში შედის კირიან წყალთან, წარმოქმნის თეთრი ფერის ნალექს $CaCO_3$ (კირქვა), რომელიც იწვევს კირიანი წყლის შემღვრევას.

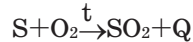


რეაქციებს, რომლებიც სითბოს გამოყოფით მიმდინარეობს, ეგზოთერმული რეაქციები ეწოდება. გავარვარებული ნახშირის წვის დროს ჟანგბადის უკმარისობის პირობებში წარმოიქმნება ძალზე საშიში მზუთავი აირი:

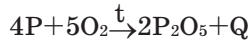


რკინის კოვზზე გავახუროთ ცოტაოდენი გოგირდი. გოგირდი იწვის სუსტი, მოცისფრო ალით. ჩავუშვათ კოვზი ჟანგბადიან ქილაში. გოგირდის წვის სიჩქარე იზრდება, ჩნდება კაშკაშა ცისფერი ალი. ქილაში წარმოიქმნება უფერო აირი

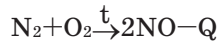
მკვეთრი სუნით – გოგირდოვანი აირი (SO₂ – გოგირდის დიოქსიდი). ეს რეაქცია ეგზოთერმულია – მიმდინარეობს სითბოს გამოყოფით.



მოვათავსოთ რკინის კოვზზე ცოტაოდენი ფოსფორი და გავახუროთ სპირტქურის ალზე. ფოსფორი იწყებს წვას. თუ წვის პროცესში მყოფ ფოსფორს ჟანგბადიან ქილაში შევიტანთ, წვა დაჩქარდება და ქილა სწრაფად გაივსება ფოსფორ (V)-ის ოქსიდის თეთრი ბოლით. ფოსფორის წვაც სითბოს გამოყოფით მიმდინარეობს.



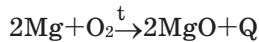
ყველა არამეტალი, გარდა ფტორისა (F₂), ქლორისა (Cl₂), ბრომისა (Br₂), იოდისა (I₂), ხოლო ინერტული აირებიდან – (He, Ne, Ar, Kr, Xe), უშუალო ურთიერთქმედებაში შედის ჟანგბადთან. აზოტიც კი N₂, რომელსაც ძალზე მდგრადი მოლეკულა გააჩნია, ელექტრული ნაპერწკლის ზეგავლენით ჟანგბადთან წარმოქმნის უფრო აირს (აზოტის მონოოქსიდს – NO), და ამდენად შედის მასთან ურთიერთქმედებაში. ეს რეაქცია სითბოს შთანთქმით მიმდინარეობს. **რეაქციებს, რომლებიც სითბოს შთანთქმით მიმდინარეობენ, ენდოთერმული რეაქციები ეწოდება.**



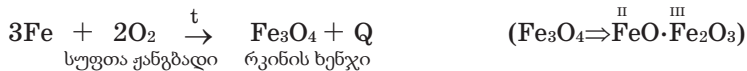
ბ) ჟანგბადის ურთიერთქმედება მეტალებთან.

ძვირფასი (კეთილშობილი) მეტალების (Ag, Au, Pt) გარდა, სხვა მეტალების უმრავლესობა ჟანგბადთან უშუალო ურთიერთქმედებაში შედის. მეტალების ჟანგბადთან რეაქციაში შესასვლელად საჭიროა მათი გაცხელება, რის შემდეგ რეაქცია მიდის თავისთავად, სინათლისა და სითბოს გამოყოფით.

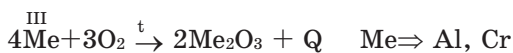
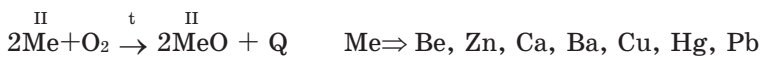
მაგნიუმი ჰაერში იწვის კაშკაშა, თვალისმომჭრელი ალით. თუ ცეცხლმოკიდებული მაგნიუმის ლენტას ჟანგბადიან ჭურჭელში შევიტანთ, ალის სიკაშკაშე კიდევ უფრო გაიზრდება. რეაქციის შედეგად წარმოიქმნება მაგნიუმის ოქსიდის თეთრი ფხვნილი:



თუ რკინის მავთულზე წამოგებულ ნაფოტს ცეცხლს მოვუკიდებთ და ჟანგბადიან ჭურჭელში ჩავუშვებთ, მაშინ ჯერ ეს ნაფოტი დაიწვება და შემდეგ რკინაც. რკინა იწვის ალის გარეშე და გარშემო რკინის ხენჯის ნაპერწკლებს ყრის.



ჟანგბადის ურთიერთქმედება სხვა მეტალებთან ზოგადი სახით შეიძლება შემდეგნაირად ჩავწეროთ: $4Li + O_2 = 2Li_2O + Q$;



შევადაროთ ერთმანეთს ჟანგბადის არამეტალებთან და მეტალებთან რეაქციის პროდუქტები. ყველა ისინი ორი ელემენტისაგან შედგებიან, რომელთაგანაც ერთი ყოველთვის არის ჟანგბადი. იმის გამო, რომ ყველა მათგანი შეიცავს ჟანგბადის ატომს, მათ მიანიჭეს საერთო სახელწოდება – **ოქსიდები**.

ორი ელემენტისგან შემდგარ რთულ ნივთიერებებს, რომელთაგან ერთ-ერთი ჟანგბადია, ოქსიდები ეწოდება.

რეაქციებს, რომელთა დროსაც მარტივი ნივთიერებები (მეტალები, არამეტალები), ჟანგბადთან შეერთებისას წარმოქმნიან რთულ ნივთიერებებს, **შეერთების რეაქციები ეწოდება.**

ქვემოთ მოყვანილი რეაქციების პროდუქტები ოქსიდებს არ მიეკუთვნებიან:
 $2\text{Na} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{O}_2$; $\text{K} + \text{O}_2 \rightarrow \text{KO}_2$. თუ რატომ არ მიეკუთვნებიან ოქსიდებს Na_2O_2 , KO_2 , H_2O_2 თქვენ გაიგებთ VIII კლასში.

რეაქციებს, რომელთა დროსაც 2 ან მეტი ნივთიერებიდან ერთი ახალი ნივთიერება წარმოიქმნება, შეერთების რეაქციები ეწოდება.

ზემოთ აღწერილი ცდები გვიჩვენებენ, რომ ჰაერთან შედარებით, სუფთა ჟანგბადთან ურთიერთქმედებისას ნივთიერებები გაცილებით უფრო ადვილად იწვიან.

ნივთიერებების ჟანგბადთან ურთიერთქმედების რეაქციებს ჟანგვის რეაქციები ეწოდება.

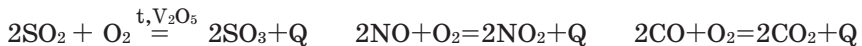
ქიმიურ რეაქციებს, რომლებიც სითბოსა და სინათლის გამოყოფით მიმდინარეობენ, წვის რეაქციებს უწოდებენ.

ჟანგბადის არეში ნელი ჟანგვა მიმდინარეობს არა სინათლის, არამედ სითბოს გამოყოფით. მაგალითად, ლპობა - ეს არის რთული ორგანული ნივთიერებების ნელი ჟანგვა ჟანგბადის არეში. ჩამოცვენილი ფოთლების ლპობის შედეგად ბაღებში მიწა ყოველთვის თბილი რჩება.

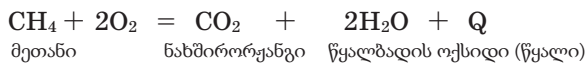
ჟანგბადში შეიძლება იწვოდეს და იჟანგებოდეს არა მხოლოდ მარტივი, არამედ რთული ნივთიერებებიც.

გ) რთული ნივთიერებების ურთიერთქმედება ჟანგბადთან.

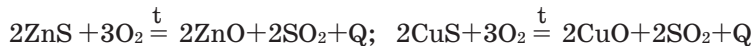
რიგ ოქსიდებს, ჟანგბადთან ურთიერთქმედებაში შესვლისას, შეუძლიათ ახალი ოქსიდების წარმოქმნა.



ჩვენს ბინებში ყოველდღიურად გაზქურებში იწვის ბუნებრივი აირი (CH_4), წვას თან სდევს სითბოს გამოყოფა (ეგზოთერმული რეაქცია) და CO_2 -ისა (ნახშირორჟანგი) და H_2O -ს (წყალი) წარმოქმნა..



ზოგიერთი მეტალის გოგირდნაერთები (სულფიდები) ჟანგბადში წვისას ორ ოქსიდს წარმოქმნიან.



ადამიანისა და ცხოველების ორგანიზმში ხდება გლუკოზის ნელი დაჟანგვა ჟანგბადით. $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 = 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + \text{Q}$

აღნიშნული განტოლება წარმოადგენს ცოცხალ ორგანიზმებში 22 ცოცხალი კატალიზატორის - ფერმენტის მონაწილეობით მიმდინარე 20-ზე მეტი ქიმიური

რეაქციის განზოგადებულ ფორმას. განტოლებიდან ჩანს, რომ ადამიანი ჟანგბადის ერთი მოლეკულის ჩასუნთქვისას უკან ერთ მოლეკულა ნახშირორჟანგს ამოისუნთქავს. მაშ რატომ ვსუნთქავთ ჩვენ? აღმოჩნდა, რომ ამ რეაქციის შედეგად დიდი რაოდენობით ენერგია გამოიყოფა, რომელიც აუცილებელია ადამიანის მოღვაწეობისათვის. ტკბილეული გიყვართ? რა თქმა უნდა! ტკბილეული შეიცავს გლუკოზას, რომელიც ჟანგბადით დაჟანგვისას თქვენს სხეულს ენერგიას და ძალას მატებს.

ცოდნისა და უნარების შემოწმება

1. დაასრულეთ ქიმიური რეაქციების განტოლებები და დასვით კოეფიციენტები. ა) $C + O_2 \rightarrow ? + Q$; ბ) $S + O_2 \rightarrow ?$; გ) $P + O_2 \rightarrow ?$; დ) $N_2 + ? \rightarrow NO - Q$; ე) $Mg + ? \rightarrow MgO$; ვ) $Fe + ? \rightarrow Fe_2O_3$; ზ) $Ca + O_2 \rightarrow ?$; თ) $Cu + ? \rightarrow CuO$. 2. რომელი რეაქციებია ა) ჟანგვის; ბ) წვის? 3. მაგალითების საფუძველზე შეადარეთ წვისა და ჟანგვის რეაქციები. 4. რას ეწოდება ოქსიდები? 5. რომელი ელემენტები შედიან ურთიერთქმედებაში ჟანგბადთან, მაგრამ წარმოქმნილი პროდუქტები არ განეკუთვნებიან ოქსიდებს?

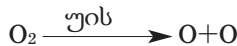
15. ოზონი. ჟანგბადის გამოყენება და მისი ბრუნვა ბუნებაში

ოზონს იღებენ მოწყობილობაში, რომელსაც **ოზონატორი** ეწოდება. მისი სქემა მოცემულია ნახ. 21-ზე. ოზონატორში გატარებული ჰაერი (ან სუფთა ჟანგბადი) ელექტროდებს შორის გავლისას წარმოქმნის ელექტრულ ნაკერწყალს, რომლის ზემოქმედებითაც ჟანგბადი გარდაიქმნება ოზონად (10-15% მოცულობის მიხედვით).



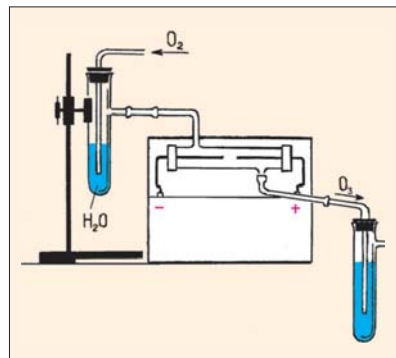
ოზონი წარმოიქმნება 25-30 კმ-ის სიმაღლეზე ატმოსფეროში ჟანგბადზე მზის ულტრაიისფერი სხივების ზემოქმედებით. ოზონი შთანთქავს ულტრაიისფერ სხივებს და ამით იცავს ცოცხალ ორგანიზმებს დედამიწაზე მათი მავნე ზემოქმედებისგან.

ზემაღალი ენერგიის მქონე ულტრაიისფერი სხივების (უის) ატმოსფეროში გავლისას ჟანგბადის მოლეკულა ატომებად იშლება



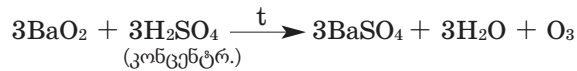
მიღებული ატომური ჟანგბადი მაშინვე უერთდება მოლეკულურ ჟანგბადს და გარდაიქმნება ოზონად. $O_2 + O \rightarrow O_3$

ოზონის წარმოქმნას ადასტურებს სასიამოვნო სუნის გაჩენა. ჟანგბადისგან განსხვავებით ოზონი არამდგრადია, შენახვისას და გაცხელებისას, აგრეთვე, საშუალო ენერგიის მქონე ულტრაიისფერი სხივების შთანთქმისას ის კვლავ გარდაიქმნება ჟანგბადად: $O_3 = O_2 + O$



ნახ. 21. ხელსაწყო, რომელიც გამოიყენება ჟანგბადიდან ოზონის მისაღებად – ოზონატორი.

ოზონის მიღება ლაბორატორიაში შეიძლება შემდეგი რეაქციით:



ქიმიურად ოზონი ჟანგბადზე აქტიურია. ჩვეულებრივ პირობებში ის ჟანგავს ვერცხლს, რომელიც რეაქციაში არ შედის ჟანგბადთან: $2\text{Ag} + \text{O}_3 = \text{Ag}_2\text{O} + \text{O}_2$.

ისეთი ადვილად აალებადი ნივთიერებები, როგორებიცაა სპირტი, ბენზინი ოზონში იწვიან კაშკაშა ალით. ეს აიხსნება ოზონის დაშლით და ჟანგბადის ატომის წარმოქმნით.

ოზონი, როგორც დამჟანგავი უფრო ძლიერია ჟანგბადთან შედარებით და უფრო სუსტია ატომურ ჟანგბადთან შედარებით. ოზონი გამოდევნის იოდს კალიუმის იოდიდის (KI) ხსნარიდან.



თუ ოზონის რაოდენობა ატმოსფეროში აღემატება 0,16 მგ/მ³-ს, ის მავნე ზეგავლენას ახდენს. ოზონს გააჩნია გამათეთრებელი და მადეზინფიცირებელი თვისებები.

ჟანგბადის გამოყენება და მისი ბრუნვა ბუნებაში. ჟანგბადი წარმოადგენს ერთ-ერთ ყველაზე ფართოდ გამოყენებად ნივთიერებას. ის გამოიყენება როგორც სუფთა სახით, ასევე ჰაერის შემადგენლობაში. ეს განპირობებულია მისი ქიმიური თვისებებით და გამოყენების სფეროთი.

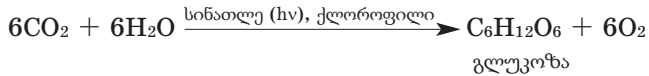
ლითონების შედუღება და ჭრა წარმოებს თავისუფალი ჟანგბადის მონაწილეობით. აცეტილენით შედუღებისას (მას ასევე ავტოგენურ შედუღებას უწოდებენ) ფოლადის ერთი ბალონიდან გამოდის აცეტილენი (C_2H_2), ხოლო მეორედან – სუფთა ჟანგბადი, რომლებიც შემდეგ შეერევინ ერთმანეთს საერთო მილში. სანთურას ვიწრო ნაწილიდან გამოსვლისას აირების ნარევეს ცეცხლს მოუკიდებენ. წვის რეაქციის დროს ტემპერატურა 3000°C-ს აღწევს. აცეტილენის წვით მიღებული ასეთი ძლიერი ალი გამოიყენება ლითონების უმრავლესობის ჭრისთვის და შედუღებისთვის: $2\text{C}_2\text{H}_2 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2600 \text{ კჯ}$.

მეტალურგიულ და ქიმიურ მრეწველობაში უმეტესად გამოიყენება ჰაერის ჟანგბადი. მაგალითად, თუჯის და გოგირდმჟავას წარმოებისას ჰაერის ჟანგბადის გამოყენება საწარმოო პროცესების ნაყოფიერებისა და სიჩქარის მნიშვნელოვანი ზრდის საშუალებას იძლევა.

მედიცინაში სუფთა ჟანგბადს იყენებენ გაძნელებული სუნთქვის შესამსუბუქებლად, რისთვისაც არსებობენ ჟანგბადის ბალიშები და სუფთა ჟანგბადით სავსე ფოლადის ბალონები. მაღალ სიმაღლეზე ფრენისას მფრინავები, კოსმონავტები, წყალქვეშ მომუშავე მყვინთავები ასევე სარგებლობენ მცირე ზომის ჟანგბადის ბალონებით.

ბუნებაში ყველა ცოცხალი ორგანიზმი სუნთქვის დროს იყენებს ჟანგბადს. ისინი ყოველწლიურად მილიონობით ტონა ატმოსფერულ ჟანგბადს ითვისებენ. ასე მაგალითად, გამოთვლილია, რომ მხოლოდ ადამიანები წლის განმავლობაში მოიხმარენ 1330 მილიარდ კუბურ მეტრ ატმოსფერულ ჟანგბადს. ამის გარდა, ატმოსფერული ჟანგბადი უზარმაზარი რაოდენობით იხარჯება საწვავის დაწვისას, ლპობის პროცესში, ვულკანური ამოფრქვევის დროს. მაგრამ ამ დროს

ატმოსფეროში ჟანგბადის რაოდენობა შესამჩნევად არ იცვლება. ჟანგბადის რაოდენობის სტაბილურობა ფოტოსინთეზის პროცესით აიხსნება, რომელიც მწვანე მცენარეებში სინათლის ზემოქმედებით მიმდინარეობს. ფოტოსინთეზის რეაქციის საერთო განტოლება შეიძლება ასე ჩაიწეროს:



ჟანგბადის ბრუნვა ბუნებაში ზემოთ აღწერილი ხერხით უწყვეტად მიმდინარეობს. სწორედ ამით ხდება დედამიწაზე სიცოცხლის უზრუნველყოფა.

ჟანგბადის გამოყენება ხდება თხევადი სახითაც. საწვავ მასალებში (ხის ნახერხი, მშრალი ტორფი, ქვანახშირი) თხევადი ჟანგბადი შეიწოვება და თავსდება ნაპრალებში და ნებისმიერ დროს, როცა ეს საჭიროა, პატრუქის დახმარებით ხდება მასზე ცეცხლის მოკიდება. წვის დროს მიღებული შეკუმშული აირები ფეთქებადია და დიდი დამანგრეველი ძალა აქვთ. მათ იყენებენ სარკინიგზო, სამთო-მომპოვებელ და სხვა სამუშაოებში (კერძოდ, გვირაბების გაყვანისას). თხევადი ჟანგბადი აგრეთვე გამოიყენება კოსმოსურ ხომალდებში სარაკეტო საწვავის ეფექტური დამჟანგავის სახით.

ჩვენთვის ცნობილია, რომ ოზონის თანდათანობით დაშლის დროს მიღებული ატომური ჟანგბადი ქიმიურად აქტიურია. სწორედ ამიტომ ოზონის წყალში დამატებისას მასში ნადგურდებიან მავნე მიკროორგანიზმები და წყალი დასაღვეად უფრო ვარგისი ხდება. ამ მიზნით დიდ ქალაქებში წყლის გაუფრთხილებელისთვის იყენებენ ოზონს, რის შემდეგაც წყალი იძენს სასიამოვნო გემოს და სუნს.

ცოდნისა და უნარების შემოწმება

1. დაწერეთ რიგი ჟანგბადის (O₂), ატომური ჟანგბადის (O), და ოზონის (O₃) დამჟანგველი უნარის მატების მიხედვით. 2. ჟანგბადის რამდენი პროცენტი გარდაიქმნება ოზონად, თუ ოზონატორში 60 ლ ჟანგბადის გატარებისას მიღებულ იქნა 20 ლ ოზონი? 3. გამოთვალეთ საშუალო მოლური მასა აირადი ნარევისა, რომელიც წარმოიქმნა 1 მოლი ჟანგბადისგან (O₂) და 1 მოლი ოზონისგან (O₃) : Ar(O)=16. 4. რამდენი ლიტრი ნახშირორჟანგი შთაინთქმება 6 ლ O₂-ის მიღებისას ფოტოსინთეზის პროცესში ნორმალურ პირობებში?

16. გამოთვლები ქიმიური განტოლებების მიხედვით

ქიმიური რეაქციების განტოლებების მიხედვით გამოთვლების ჩატარების დროს საჭიროა დავიცვათ ქვემოთ მოყვანილი ალგორითმი (ანუ ოპერაციების თანმიმდევრობა):

შევადგინოთ მოცემული რეაქციის განტოლება.

ამოცანის პირობაში მითითებული მონაცემები (x) (საზომ ერთეულთან ერთად) დავწეროთ ნივთიერების შესაბამისი ფორმულის თავზე.

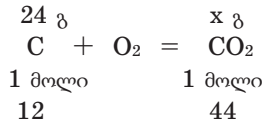
დავწეროთ შესაბამისი ნივთიერებების (v, M, m, V) რაოდენობა ქიმიური ფორმულების ქვეშ შესაბამისი საზომი ერთეულებისა და მათი კოეფიციენტების გათვალისწინებით.

პროპორციის შედგენით, ვაწარმოთ გამოთვლები.

I. მიღებული ნივთიერებების (ან რეაქციაში შემავალი სხვა ნივთიერებების) მასისა და რაოდენობის გამოთვლა ამოცანის პირობაში შემავალი ერთ-ერთი ნივთიერების მასის მითითებით (ან პირიქით).

ამოცანა 1. გამოთვალეთ ნახშირორჟანგის მასა (გრამებში) და რაოდენობა (მოლი), რომელიც მიღებულია 24 გ ნახშირის დაწვით: $A_r(C) = 12$, $A_r(O) = 16$.

ამოხსნა:



ა) თუ 12 გ (C)-სგან მიიღება 44 გ (CO_2),
მაშინ 24 გ(C)-სგან მივიღებთ X გ (CO_2).

$$x = \frac{24 \cdot 44}{12} = 88 \text{ გ}$$

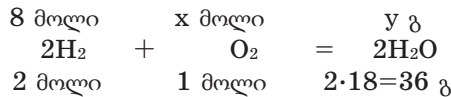
ბ) ვპოულობთ CO_2 -ის რაოდენობას ფორმულით $= \frac{m}{M}$

$$v(CO_2) = \frac{m(CO_2)}{M(CO_2)} = \frac{88 \text{ გ}}{44 \text{ გ/მოლი}} = 2 \text{ მოლი}$$

II. მიღებული ნივთიერების (ან რეაქციაში შესული სხვა ნივთიერებების) რაოდენობისა და მასის გამოთვლა ამოცანის პირობაში რეაქციაში შემავალი ერთ-ერთი ნივთიერების რაოდენობის მითითებით (ან პირიქით).

ამოცანა 2. ჟანგბადის რა რაოდენობა (მოლი) და რამდენი გრამია აუცილებელი 8 მოლ წყალბადთან რეაქციაში შესასვლელად? რამდენი გრამი წყალი მიიღება რეაქციის შედეგად? $A_r(O) = 16$; $A_r(H) = 1$.

ამოხსნა:



1) თუ 2 მოლი წყალბადი (H_2) რეაქციაში შედის 1 მოლ ჟანგბადთან (O_2), მაშინ 8 მოლი (H_2) რეაქციაში შევა x მოლ O_2 -თან

$$x = \frac{8 \cdot 1}{2} = 4 \text{ მოლი } (O_2)$$

2) თუ ფორმულიდან $M = \frac{m}{v} \cdot m(O_2) = M(O_2) \cdot v(O_2)$, მაშინ $m(O_2) = 32 \text{ გ/მოლი} \cdot 4 \text{ მოლი} = 128 \text{ გ}$.

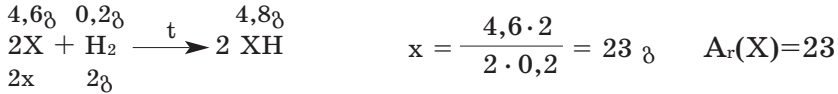
თუ 2 მოლი (H_2)-დან მიიღება 36 გ H_2O , მაშინ 8 მოლი H_2 -დან მივიღებთ y გ H_2O -ს:

$$y = \frac{8 \cdot 36}{2} = 144 \text{ } H_2O$$

III. ამოცანების ამოხსნის წესი ქიმიურ რეაქციებში მასის მუდმივობის კანონის მიხედვით. უცნობი ქიმიური ელემენტის ფარდობითი ატომური მასის განსაზღვრა.

ამოცანა 3. განსაზღვრეთ მეტალის ფარდობითი ატომური მასა, თუ 4,6 გ ერთვალენტური მეტალი, წყალბადთან რეაქციაში შესვლისას წარმოქმნის 4,8 გ ამ მეტალის ჰიდრიდს.

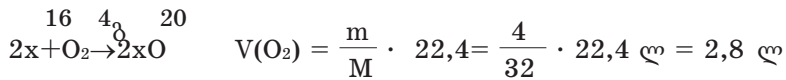
ამოხსნა: $4,8 - 4,6 = 0,2 \text{ H}_2$ შედის რეაქციაში.



IV. რეაქციაში შემავალი აირის მოცულობის გამოთვლა ნ. პ.-ში.

ამოცანა 4. გამოთვალეთ ჟანგბადის მოცულობა (ნ.პ.-ში) თუ 16 გ ორვალენტური მეტალი ჟანგბადთან (O_2) რეაქციაში შესვლისას წარმოქმნის 20 გ XO -ს. $20-16=4$ გ (O_2) შედის რეაქციაში.

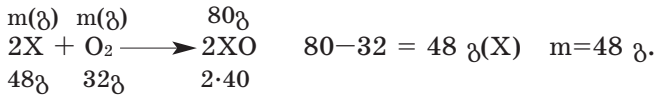
ამოხსნა:



V. მასის გამოთვლა ნივთიერების ჭარბი რაოდენობის მიხედვით.

ამოცანა 5. რომელი ნივთიერების რამდენი გრამი დარჩება ჭარბად, თუ m გრამი ორვალენტური X მეტალის m გრამ ჟანგბადთან (O_2) რეაქციაში შესვლისას წარმოიქმნება 80 გ XO , მოლური მასით 40 გ/მოლი?

ამოხსნა:

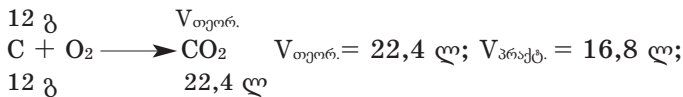


$m(\text{O}_2)_{\text{ჭარბი}} = 48 - 32 = 16$ გ. ე.ი. ჭარბად რჩება 16 გ O_2 .

VI. პროდუქტის გამოსავლის (%) გამოთვლა.

ამოცანა 6. გამოთვალეთ პროდუქტის გამოსავალი (%) თუ 12 გ ნახშირბადის (C) ჟანგბადში (O_2) დაწვისას წარმოიქმნება 16,8 ლ CO_2 (ნ.პ.-ში), $M(\text{C})=12$ გ/მოლი.

ამოხსნა:

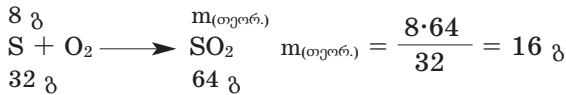


$$\eta = \frac{V_{\text{პრაქტ.}}}{V_{\text{თეორ.}}} \cdot 100\% = \frac{16,8}{22,4} \cdot 100\% = 75\%$$

ამოცანა 7. გამოთვალეთ პროცენტებში პროდუქტის გამოსავალი, თუ 8 გ გოგირდის (S) ჟანგბადში (O_2) დაწვისას წარმოიქმნება 12 გ SO_2 .

$M(\text{SO}_2)=64$ გ/მოლი, $M(\text{S})=32$ გ/მოლი.

ამოხსნა:



$$\eta = \frac{m_{\text{პრაქტ.}}}{m_{\text{თეორ.}}} \cdot 100\% = \frac{12}{16} \cdot 100\% = 75\%$$

ცოდნისა და უნარების შემოწმება.

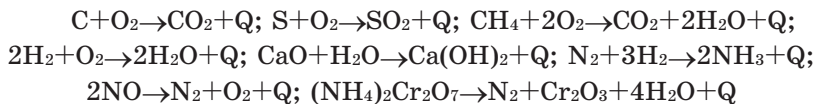
1. რამდენი ლიტრი ჟანგბადია (ნ.პ.-ში) საჭირო 4 გ Ca-ის CaO-დ გარდასაქმნელად? $A_r(\text{Ca})=40$. 2. 8 გ გოგირდის (S) ჟანგბადში დაწვისას წარმოიქმნება SO_2 75%-იანი გამოსავლით. გამოთვალეთ პროდუქტის მასა გრამებში. 3. განსაზღვრეთ x, თუ x გ ნახშირის (C) დაწვისას წარმოიქმნება 16,8 ლ ნახშირორჟანგი CO_2 75%-იანი გამოსავლით (ნ. პ.-ში).

17. ქიმიური რეაქციების სითბური ეფექტი. ენთალპია

ნივთიერებების (ნახშირი, გოგირდი, მეთანი და სხვ.) დაწვისას ადგილი აქვს სითბოს გამოყოფას. წვის ყველა რეაქციას თან სდევს სითბოს გამოყოფა.

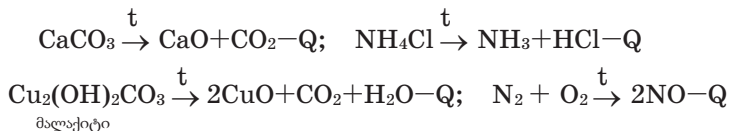
ქიმიურ რეაქციებს, რომელთაც თან სდევს სითბოს გამოყოფა, ეგზოთერმული რეაქციები ეწოდება. „ეგზო“ ნიშნავს „გარეთ“, „თერმოს“ – „სითბო“. ეგზოთერმული რეაქციის განტოლების ჩაწერის დროს სითბოს გამოყოფას აღნიშნავენ +Q ნიშნით განტოლების მარჯვენა ნაწილში.

წვის ყველა რეაქცია, მათ შორის ამიაკის (NH_3) სინთეზი, კირის ჩაქრობა და სხვ., წარმოადგენენ ეგზოთერმულ რეაქციებს.



ბოლო ზოგიერთი ქიმიური რეაქცია გარემოდან სითბოს შთანთქმით მიმდინარეობს. **ქიმიურ რეაქციებს, რომელთაც თან სდევს სითბოს შთანთქმა, ენდოთერმული რეაქციები ეწოდება.** „ენდო“ ნიშნავს „შიგნით“. ასეთი რეაქციების განტოლებებში სითბოს შთანთქმას აღნიშნავენ -Q ნიშნით განტოლების მარჯვენა ნაწილში.

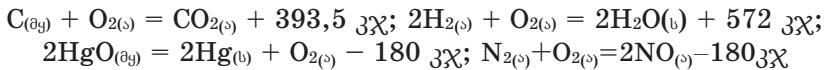
დაშლის რეაქციების უმრავლესობა და მიერთების ზოგიერთი რეაქცია ენდოთერმულ რეაქციებს წარმოადგენენ.





ქიმიური რეაქციების დროს გამოყოფილი და შთანთქმული სითბოს რაოდენობას ქიმიური რეაქციების სითბური ეფექტი ეწოდება.

ქიმიური რეაქციების განტოლებებს რომლებიც შედგენილია სითბური ეფექტის ($Q_{თბ}$) მნიშვნელობის და რეაქციაში შესული და მიღებული ნივთიერებების აგრეგატული მდგომარეობის მითითებით, თერმოქიმიური განტოლებები ეწოდება. მაგალითად:



ქიმიური რეაქციების უმრავლესობა მუდმივი წნევის პირობებში მიმდინარეობს. ამიტომ რეაქციის ენერგეტიკული ეფექტი ენთალპიის (ΔH) ცვლილებით ან სითბური ეფექტით (Q) ფასდება.

ამა თუ იმ ქიმიურ რეაქციაში ენერჯის შთანთქმა და გამოყოფა სისტემის ენერჯის ცვლილებას იწვევს. ნაწილაკების ჯგუფს, რომლებიც ერთიან კავშირში იმყოფებიან ერთმანეთთან და გარემოსთან, **სისტემა** ეწოდება. მაგალითად, წყლის მიღების რეაქციაში მოლეკულები H_2 , O_2 , H_2O და მათი გარემომცველი არე ერთიან სისტემას წარმოადგენენ.

ვინაიდან წყლის მიღების ეგზოთერმული რეაქციის დროს გარემოში გამოიყოფა ენერჯია, ამიტომ თვითონ სისტემის ენერჯია მცირდება. ხოლო წყლის დაშლის $2H_2O_{(ს)} = 2H_{2(ს)} + O_{2(ს)} - 572 \text{ კჯ}$ ენდოთერმული რეაქციის დროს, პირიქით, სითბური ენერჯია შთანთქმება გარემოდან, რის გამოც სისტემის საკუთარი ენერჯია იზრდება.

სისტემის ენერჯის ცვლილებას მუდმივი წნევის პირობებში თერმოდინამიკაში ენთალპიის ცვლილება ეწოდება, რომელიც გამოიხატება ΔH ნიშნით. განტოლებებს, რომლებშიც მითითებულია რეაქციის სითბური ეფექტი, განტოლების ბოლოს ΔH -ის აღნიშვნით, თერმოდინამიკული განტოლებები ეწოდება. ΔH და Q თავისი მნიშვნელობით ერთმანეთის ტოლია, მაგრამ განსხვავდებიან ნიშნით. ამასთან, $\Delta H = -Q$.

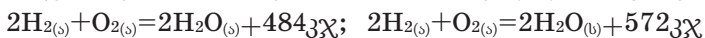
ენთალპია (ΔH) ახასიათებს ნივთიერების უნარს, შეინარჩუნოს ენერჯია (ენერგეტიკული ტევადობა). ნივთიერების ენთალპიის გამოთვლა შეუძლებელია, თუმცა შეიძლება ენთალპიის (ΔH) ცვლილების განსაზღვრა რეაქციის დროს.

თერმოდინამიკურ განტოლებებში სითბური ეფექტი (ΔH) ჩაიწერება განტოლების მარჯვენა ნაწილში, ცალკე, განტოლების შემდეგ: $2H_{2(ს)} + O_{2(ს)} = 2H_2O_{(ს)}$ $\Delta H = -484 \text{ კჯ}$.

სითბური ეფექტი ჩვეულებრივ იზომება ჯოულებში (ჯ), კილოჯოულებში (კჯ) ან კალორიებში (კალ) და კილოკალორიებში (კკალ). 1 კალ=4,184 ჯ.

ეგზოთერმულ რეაქციებში ენთალპიის ცვლილების მნიშვნელობა შემდეგნაირად გამოისახება $\Delta H < 0$ ($Q > 0$) სახით, ხოლო ენდოთერმულ რეაქციებში $-\Delta H > 0$ ($Q < 0$).

სითბოს რაოდენობის მნიშვნელობა იცვლება ნივთიერების აგრეგატული მდგომარეობის მიხედვით. ამიტომ რეაქციის განტოლებებში აუცილებელია ნივთიერების აგრეგატული მდგომარეობის მითითება (ა-აირი, ს-სითხე, მყ-მყარი ნივთიერება).



ამა თუ იმ ატომიდან ელექტრონის მოწყვეტა წარმოადგენს ენდოთერმულ, ხოლო ელექტრონის ატომთან მიერთება – ეგზოთერმულ პროცესს. მაგალითად: $F + e^- = F^- + Q$; $Na^+ - e^- = Na + -Q$

18. გამოთვლები თერმოქიმიური განტოლებების მიხედვით. თერმოქიმიური განტოლებების შედგენა

ქიმიურ რეაქციებში სითბური ეფექტის გამოსაანგარიშებლად უნდა ვიცოდეთ ამ რეაქციებში მიღებული ან შემაჯავლი ნივთიერებების წარმოქმნის სითბო (ან წარმოქმნის სტანდარტული ენთალპია).

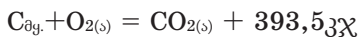
წარმოქმნის სტანდარტული ენთალპია ($\Delta H_{\text{წარმოქმნის}}^{\circ}$) – ეს არის სტანდარტულ პირობებში მდგრად აგრეგატულ მდგომარეობაში მყოფი მარტივი ნივთიერებებიდან 1 მოლი რთული ნივთიერების წარმოქმნის რეაქციის სითბური ეფექტი. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, სითბოს რაოდენობას, გამოყოფილს ან შთანთქმულს 1 მოლი რთული ნივთიერების წარმოქმნისას სტანდარტული მარტივი ნივთიერებებისაგან ეწოდება ნივთიერების წარმოქმნის სითბო ($Q_{\text{წარმ.}}$), რომელიც იზომება კჯ/მოლი-ში.

ნივთიერების წარმოქმნის სითბოს (ან წარმოქმნის ენთალპიის) გამოსათვლელად საჭიროა მარტივი ნივთიერებებიდან რთული ნივთიერების წარმოქმნის რეაქციის განტოლებაში მითითებული სითბური ეფექტი გავყოთ რთული ნივთიერების კოეფიციენტზე.



$$Q_{\text{წარმ.}} = \frac{572 \text{ კჯ}}{2 \text{ მოლი}} = 286 \text{ კჯ/მოლი};$$

$$\Delta H_{\text{წარმ.}}^{\circ} = -Q_{\text{წარმ.}} = -286 \text{ კჯ/მოლი}$$



$$Q_{\text{წარმ.}}(\text{CO}_2) = 393,5 \text{ კჯ/მოლი}$$

$$\Delta H_{\text{წარმ.}}^{\circ}(\text{CO}_2) = -393,5 \text{ კჯ/მოლი}$$

სტანდარტულ პირობებში იგულისხმება ტემპერატურა 25°C (298 K) და წნევა $1 \times 10^5 \text{ პა}$ (1 ატმ.). სტანდარტულ პირობებში გაზომილი ენტალპია აღინიშნება ΔH° . ნივთიერებათა წარმოქმნის ენთალპია, ისევე როგორც მათი ქიმიური ფორმულები და მოლეკური მასები, მუდმივი სიდიდეებია. სტანდარტულ პირობებში მყარი მარტივი ნივთიერებების წარმოქმნის ენთალპია პირობითად მიღებულია ნულად. არამყარ მდგომარეობაში მარტივი ნივთიერებების წარმოქმნის ენტალპიის მნიშვნელობა ნულისგან განსხვავდება:

$$\Delta H_{\text{წარმ.}}^{\circ}(\text{I}_2(\text{გ})) = 0; \Delta H_{\text{წარმ.}}^{\circ}(\text{I}_2(\text{ს})) = +22 \text{ კჯ}; \Delta H_{\text{წარმ.}}^{\circ}(\text{I}_2(\text{ა})) = +62 \text{ კჯ}$$

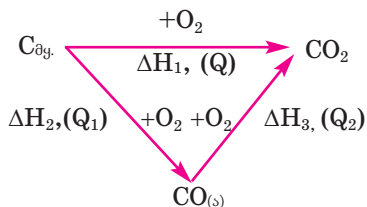
რთული ნივთიერებების წარმოქმნის ენთალპია აგრეთვე იცვლება მისი აგრეგატული მდგომარეობის მიხედვით. მაგალითად:

$$\Delta H_{\text{წარმ.}}^{\circ}(\text{H}_2\text{O}(\text{ა})) = -242 \text{ კჯ}; \Delta H_{\text{წარმ.}}^{\circ}(\text{H}_2\text{O}(\text{მყ.})) = -292 \text{ კჯ};$$

$$\Delta H_{\text{წარმ.}}^{\circ}(\text{H}_2\text{O}(\text{ლ})) = -286 \text{ კჯ}$$

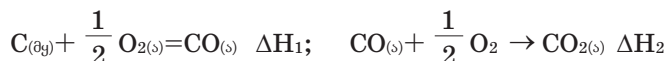
ქიმიური რეაქციების ენთალპია გამოითვლება ჰესის კანონის საფუძველზე (აღმოჩენილია 1840 წელს ჰ. ჰესის მიერ).

ქიმიური რეაქციების სითბური ეფექტი (რეაქციის ენთალპია) დამოკიდებული არ არის არც რეაქციის მსვლელობაზე, არც მისი ეტაპების რაოდენობაზე, ის დამოკიდებულია მხოლოდ რეაქციაში შემაჯავლი და რეაქციის შედეგად მიღებული ნივთიერებების ბუნებაზე და ფიზიკურ მდგომარეობაზე.



$$\begin{aligned}
 Q &= Q_1 + Q_2 \\
 \Delta H_1 &= \Delta H_2 + \Delta H_3
 \end{aligned}$$

ანუ, საერთო რეაქციის ენთალპია (ΔH) $C_{(მყ)} + O_{2(ს)} = CO_{2(ს)}$ ტოლია მისი მიმდინარეობის სტადიების ენთალპიების ჯამისა.



აღნიშნული კანონის თანახმად, ქიმიური რეაქციის ენთალპია ტოლია სხვაობისა რეაქციის პროდუქტების ენთალპიების (წარმოქმნის სითბოების) ჯამსა და რეაგენტების ენთალპიების (წარმოქმნის სითბოების) ჯამს შორის კოეფიციენტების გათვალისწინებით.

$$Q_{რეაქც.} = \sum Q_{წარმ. (პროდუქტ.)} - \sum Q_{წარმ. (რეაგენტები)}; \quad \Delta H_{რეაქც.} = \sum \Delta H_{წარმ. (პროდუქტ.)} - \sum \Delta H_{წარმ. (რეაგენტები)}$$

ამოცანა: გამოთვალეთ რეაქციის $CaCO_{3(მყ)} = CaO_{(მყ)} + CO_{2(ს)}$, ენთალპია (სითბური ეფექტი), თუ ცნობილია, რომ:

$$\Delta H_{წარმ.}^{o} (CaCO_3) = -1207 \text{ კჯ/მოლი}; \quad \Delta H_{წარმ.}^{o} (CaO) = -635 \text{ კჯ/მოლი};$$

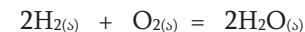
$$\Delta H_{წარმ.}^{o} (CO_{2(ს)}) = -393 \text{ კჯ/მოლი};$$

$$\begin{aligned}
 \Delta H_{რეაქც.}^{o} &= (\Delta H_{წარმ.}^{o} (CaO) + \Delta H_{წარმ.}^{o} (CO_2)) - \Delta H_{წარმ.}^{o} (CaCO_3) = \\
 &= [(-635) + (-393)] - (-1207) = +179 \text{ კჯ}.
 \end{aligned}$$

$$\text{ამრიგად, } \Delta H_{რეაქც.}^{o} = +179 \text{ კჯ}; \quad Q_{რეაქც.} = -179 \text{ კჯ}.$$

რეაქციის სითბური ეფექტის (ენტალპიის) გამოთვლა ზმის ენერგიის მიხედვით.

როგორც ცნობილია, ატომურ-მოლეკულური მოძღვრების თანახმად, ქიმიური რეაქციების მიმდინარეობისას რეაქციაში შემავალი ნივთიერებების მოლეკულები იშლებიან ატომებად, რომელთაგან წარმოიქმნებიან ახალი ნივთიერებების მოლეკულები. მოლეკულების ატომებად დაშლისას, მათ შორის ქიმიური ზმის გასაწყვეტად გარკვეული ენერგია იხარჯება. **ენერგიას, დახარჯულს ერთი ზმის გაწყვეტაზე, ზმის ენერგია ეწოდება.** ზმის ენერგია გამოითვლება ზმის 1 მოლის მიხედვით (კჯ/მოლი). მოლეკულების წარმოქმნასთან ერთად ჩნდებიან ახალი ქიმიური ზმები, რასაც თან სდევს ენერგიის გამოყოფა. რეაქციის სითბური ეფექტი (ენტალპია) ტოლია სხვაობისა მიღებული პროდუქტების ზმის ენერგიის ჯამსა და რეაგენტების მოლეკულებში ზმის ენერგიების ჯამს შორის (კოეფიციენტების გათვალისწინებით).



2 მოლი 1 მოლი 2 მოლი

2×436კჯ 498კჯ 2×927კჯ

$$Q_{რეაქც.} = (2 \times 436 + 498) - 2 \times 927 = 1854 - 1370 = +484 \text{ კჯ}$$

$$\Delta H_{რეაქც.}^{o} = -Q_{რეაქც.} = -484 \text{ კჯ}$$

სითბოს რაოდენობა, რომელიც გამოიყოფა ან შთანთქმდება 1 მოლი ნივთიერების ჟანგბადში წვისას, ამ ნივთიერების წვის სითბო ეწოდება (იზომება კჯ/მოლი-ში).

წვის სითბოს გამოსათვლელად საჭიროა წვის რეაქციის სითბური ეფექტი გავყოთ დამწვარი ნივთიერების კოეფიციენტზე. თუ წვის რეაქციაში დამწვარი ნივთიერების კოეფიციენტი უდრის 1-ს (ის არ იწერება), ასეთ შემთხვევაში წვის სითბო უდრის რეაქციის სითბურ ეფექტს.

$$2\text{H}_{2(s)} + \text{O}_{2(s)} = 2\text{H}_2\text{O}_{(l)} + 572 \text{ კჯ}; \quad Q_{\text{წვის}}(\text{H}_2) = \frac{572 \text{ კჯ}}{2 \text{ მოლი}} = 286 \text{ კჯ/მოლი};$$

$$\text{CH}_{4(s)} + 2\text{O}_{2(s)} = \text{CO}_{2(s)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)} + 890 \text{ კჯ}; \quad Q_{\text{წვის}}(\text{CH}_4) = Q_{\text{რეაქც.}} = 890 \text{ კჯ/მოლი}$$

ამოცანა 1. შეადგინეთ გოგირდის წვის თერმოქიმიური განტოლება, თუ ცნობილია, რომ 64 გ გოგირდის დაწვისას გამოიყოფა 594 კჯ სითბო.

ამოხსნა:

$$\begin{array}{rcl} 64 \text{ გ} & 594 \text{ კჯ} & 64 \cdot Q = 32 \cdot 594 \\ \text{S}_{(მყ)} + \text{O}_{2(s)} = \text{SO}_{2(s)} + Q & & Q = +297 \text{ კჯ} \\ 32 \text{ გ} & Q_{\text{რეაქც.}} & \Delta H = -297 \text{ კჯ} \end{array}$$



სითბური ეფექტის გამოთვლა ნივთიერების ცნობილი რაოდენობის (მოლი) მიხედვით.

ამოცანა 2. რამდენი სითბო გამოიყოფა 5 მოლი ნახშირის წვისას შემდეგი თერმოქიმიური განტოლების თანახმად $\text{C}_{(მყ)} + \text{O}_{2(s)} = \text{CO}_{2(s)} + 393,5 \text{ კჯ}$?

ამოხსნა:

$$\begin{array}{rcl} 5 \text{ მოლი} & x \text{ კჯ} & 1 \cdot x = 5 \cdot 393,5 \\ \text{C}_{(მყ)} + \text{O}_{2(s)} = \text{CO}_{2(s)} + 393,5 \text{ კჯ} & & x = 1967,5 \text{ კჯ} \\ 1 \text{ მოლი} & 393,5 \text{ კჯ} & \end{array}$$

სითბური ეფექტის გამოთვლა ნივთიერების ცნობილი რაოდენობის (მასა) მიხედვით.

ამოცანა 3. რამდენი სითბო დაიხარჯება 28 კგ ჩაუმქრალი კირის (CaO) მიღებაზე კალციუმის კარბონატიდან შემდეგი თერმოქიმიური განტოლების მიხედვით $\text{CaCO}_{3(მყ)} = \text{CaO}_{(მყ)} + \text{CO}_{2(s)} - 179 \text{ კჯ}$?

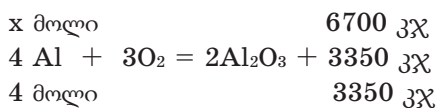
ამოხსნა:

$$\begin{array}{rcl} 28 \cdot 10^3 \text{ გ} & \text{კჯ} & x = \frac{28 \cdot 10^3 \cdot 179}{56} = 89500 \text{ კჯ} \\ \text{CaCO}_{3(მყ)} = \text{CaO}_{(მყ)} + \text{CO}_{2(s)} - 179 \text{ კჯ} & & \\ 56 \text{ გ} & 179 \text{ კჯ} & \end{array}$$

რეაქციაში შესული ან რეაქციის შედეგად მიღებული ნივთიერებების მასის ან რაოდენობის გამოთვლა ქიმიური რეაქციის დროს გამოყოფილი (ან შთანთქმული) სითბოს მიხედვით.

ამოცანა 4. გამოთვალეთ რეაქციაში შესული ალუმინის მასა და რაოდენობა, თუ ალუმინის ჟანგბადთან რეაქციის დროს გამოიყო 6700 კჯ სითბო. რეაქციის თერმოქიმიური განტოლება $4 \text{ Al}_{(მყ)} + 3\text{O}_{2(s)} = 2\text{Al}_2\text{O}_{3(მყ)} + 3350 \text{ კჯ}; \quad A_r(\text{Al})=27.$

ამოხსნა:



$$x = \frac{4 \cdot 6700}{3350} = 8 \text{ მოლი (Al);}$$

$$m(\text{Al}) = \nu \cdot A_r = 8 \cdot 27 = 216 \text{ გ.}$$

ცოდნის და უნარების შემოწმება

1. რას ეწოდება წარმოქმნის სითბო? 2. რას ეწოდება წვის სითბო?

3.

ნივთიერებები, რომლებიც შედიან რეაქციაში	მოლელების რაოდენობა	რეაქციის დროს გამოყოფილი სითბო
H ₂	1	541
F ₂	1	

გამოთვალეთ თტორწყალბადის (HF) წარმოქმნის სითბო (კჯ/მოლი-ში).

4.

რეაქციაში შესული ნივთიერებები	Q _{წარმოქმ.} (H ₂ O) (კჯ/მოლი)
H ₂	286
O ₂	

გამოთვალეთ რეაქციაში შესული H₂-ის და O₂-ის მოცულობა (ლიტრებში, ნ.პ.-ში).

5. რომელ რეაქციებშია წვის სითბო რეაქციის სითბური ეფექტის ტოლი? ა) S+O_{2(გ)}=SO_{2(გ)}+Q; ბ) 2Ca_(მყ)+O_{2(გ)}=2CaO_(მყ)+Q; გ) CH_{4(გ)}+2O_{2(გ)}=CO_{2(გ)}+2H₂O_(ლ)+Q; დ) 2C₂H_{2(გ)}+5O_{2(გ)}=4CO_{2(გ)}+2H₂O_(ლ)+Q. 6. 10გ Ca-ის სრული დაწვისას გამოიყოფა 160 კჯ სითბო. გამოთვალეთ წვის რეაქციის სითბური ეფექტი, კალციუმის წვის სითბო, კალციუმის ოქსიდის წარმოქმნის სითბო A_r (Ca)=40. 7. C₂H₅OH_(ლ)+3O_{2(გ)}=2CO_{2(გ)}+3H₂O_(გ)+295 კკალ. რეაქციის საფუძველზე გამოთვალეთ C₂H₅OH_(ლ) -ის წარმოქმნის სითბო (კჯ/მოლ-ში). Q_{წარმოქმ.}(CO₂)=94 კკალ, Q_{წარმოქმ.}(H₂O_(გ))=60 კკალ/მოლი. 8. გამოთვალეთ წყლის წარმოქმნის ენთალპია (ΔH), თუ 11,2 ლ H₂-ს (ნ.პ.-ში) სრულად დაწვისას გამოიყოფა 143 კჯ სითბო. 9. რეაქციების განტოლებების საფუძველზე გამოთვალეთ SO₃-ის წარმოქმნის ენთალპია (ΔH): S_(მყ)+O_{2(გ)}=SO_{2(გ)}+70 კკალ; 2SO_{2(გ)}+O_{2(გ)}=2SO_{3(გ)}+40კკალ.

19. წვა. საწვავის რაციონალურად დაწვა

წვის პროცესი ეფუძნება ჟანგბადისა და საწვავი ნივთიერების ურთიერთქმედებას.

რეაქციებს, რომლებიც მიმდინარეობენ ჟანგბადისა და საწვავი ნივთიერების ურთიერთქმედებისას დიდი რაოდენობით სითბოსა და სინათლის გამოყოფით, წვის რეაქციები ან უზრალოდ წვა ეწოდება. წვის რეაქცია – ეს არის დიდი სიჩქარით მიმდინარე ჟანგვის პროცესი.

ნივთიერების წვის რეაქციები სუფთა ჟანგბადში ბევრად უფრო სწრაფად მიდის, ვიდრე წვის რეაქციები ჰაერში. ეს იმით არის გამოწვეული, რომ ჟანგბადი ჰაერის მხოლოდ 1/5 ნაწილს შეადგენს.

ნივთიერებათა წვისთვის აუცილებელია ორი პირობა:

- ა) წვადი ნივთიერების გაცხელება აალების ტემპერატურამდე.
- ბ) ნივთიერების ნაწილაკებთან ჰაერის შეხება.

მითითებული პირობების არსებობისას ნივთიერება ჯერ აალებება, ხოლო შემდეგ იწყებს წვას.

ყოველ ნივთიერებას აქვს აალების თავისი ტემპერატურა. მაგალითად, თეთრი ფოსფორი აალებება 40°C ტემპერატურაზე, გოგირდი და მერქანი – 270°C ტემპერატურაზე, ხის ნახშირი – 350°C ტემპერატურაზე და ა. შ.

წვის პროცესის შესაწყვეტად ასევე საჭიროა შემდეგი ორი პირობიდან თუნდაც ერთის დაცვა:

1) წვის პროცესში მყოფი მასალის გაცივება იმ ტემპერატურაზე უფრო დაბლა, ვიდრე მისი აალების ტემპერატურაა.

2) წვის პროცესში მყოფ მასალასთან ჟანგბადის (ან ჰაერის) შეხების აღკვეთა.

ცეცხლის წყლით ჩაქრობისას ორივე პირობა უზრუნველყოფილია. ანუ, ცეცხლმოკიდებული მასალა კიდევაც ცივდება და იმავდროულად წყლის გაცხელებისას წარმოქმნილი ორთქლი ხელს უშლის მასალის შეხებას ჟანგბადთან (ჰაერთან). წყლის გარდა ჰაერის შეხება ცეცხლმოკიდებულ მასალასთან შეიძლება ავიცილოთ ქვიშის, გრუნტის, ცეცხლმაქრის და არააალებადი ნივთიერებების დახმარებით. თუ ცეცხლმა მცირე ფართობი მოიცვა, მაშინ ნივთიერების ცეცხლმოკიდებულ ნაწილს (მაგალითად, ბენზინს, სპირტს და ა. შ.) უნდა დავაფაროთ საბანი, ფარდაგი, მკვრივი ქსოვილი და ა. შ., რომელიც ჰაერს არ ატარებს. თუ ტანსაცმელზე ცეცხლი მოგეკიდათ, დაუყოვნებლივ უნდა მიიღოთ ზემოთ მითითებული ზომები. ქიმიურ ლაბორატორიებში ხანძრის თავიდან ასაცილებლად ადვილად აალებად სითხეებთან და აირებთან მუშაობისას უნდა დავიცვათ უსაფრთხოების წესები, ცეცხლსაშიში ნივთიერებები უნდა შევინახოთ მეტალის ყუთებში ან კარადებში.

დიდი რაოდენობით სითბური ენერჯის მისაღებად იყენებენ სხვადასხვა სახის საწვავს. თავისი აგრეგატული მდგომარეობის მიხედვით საწვავი შეიძლება იყოს მყარ, თხევად და აირად მდგომარეობაში. მყარ საწვავს განეკუთვნება ნახშირი (ქვანახშირი, ანტრაციტი, მურა ნახშირი), ტორფი, საწვავი ფილები და შეშა; თხევად საწვავს – ძირითადად ნავთობის გადამუშავების პროდუქტები – ბენზინი, ნავთი, მაზუთი, გაზოილი; აირად საწვავს – ბუნებრივი აირი (მეთანი), ნავთობის თანმხლები აირები (პროპანი, ბუთანი და ა. შ.) და სხვ.

საწვავის ხარისხი განისაზღვრება მისი **თბოუნარიანობით**.

სითბოს რაოდენობას (კჯ-ში), რომელიც გამოიყოფა 1 კგ საწვავის დაწვისას, თბოუნარიანობა ეწოდება. რაც უფრო გაჯერებულია საწვავი ნახშირბადით, მით მეტია მისი თბოუნარიანობა.

ღუმელებში საწვავის რაციონალურად დაწვისთვის ანუ წვის სითბოს მაქსიმალურად გამოყენებისთვის უნდა გაიზარდოს მისი ჰაერთან შეხების ფართობი, სწორად რეგულირდებოდეს საცეცხლეში საწვავისა და ჰაერის მიწოდება საჭირო რაოდენობით. ურთიერთშეხების ზედაპირის გაზრდისთვის მყარი საწვავი იფქვება მტკრისმაგვარ მდგომარეობამდე, შემდეგ ერევა ჰაერს და

წნევით მიეწოდება საცეცხლეში. თხევადი საწვავის ეფექტურად დაწვისთვის იყენებენ პულვერიზაციის მეთოდს. ამისთვის თხევადი საწვავი ჰაერთან შერევის შემდეგ დიდი წნევით მიეწოდება საცეცხლურში წვრილი მილით.

აირად საწვავს აქვს რიგი უპირატესობები მყარ და თხევად საწვავთან შედარებით: ა) მისი მოპოვება და ტრანსპორტირება ეკონომიკურად უფრო მომგებიანია; ბ) აირის წვისა და საცეცხლურში მიწოდების მოწყობილობები უფრო გამარტივებულია; გ) მარტივდება წვის პროცესის რეგულირება და ადამიანსაც შრომა უმსუბუქდება; დ) მიიღწევა საწვავის უფრო სრული წვა; ე) ხდება გარემოს დაბინძურების თავიდან აცილება.

საწვავის დაწვისას არ შეიძლება საცეცხლურში დადგენილ ნორმაზე მეტი ან ნაკლები ჰაერის მიწოდება. დადგენილ ნორმაზე ნაკლები ჰაერის მიწოდების დროს ხდება საწვავის არასრული წვა, ამ დროს იზრდება ატმოსფეროში გაშვებული მხუთავი აირის (CO)-ს რაოდენობა სხვა აირებთან ერთად. წვის პროცესის დასაჩქარებლად საცეცხლურში ნორმაზე მეტი ჰაერის მიწოდების დროს გამოყოფილი სითბოს ნაწილი ბოლოთან ერთად გადის ჰაერში და იკარგება, რის გამოც წვა ხდება არარაციონალური.

ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურება და მასთან ბრძოლის ზომები.

ატმოსფერული ჰაერის შემადგენლობის უცვლელობას ძალიან დიდი მნიშვნელობა აქვს ბუნებაში არსებული ცოცხალი ორგანიზმებისათვის. ჰაერის შემადგენლობისა და თვისებების უმცირესი ცვლილებაც კი უარყოფითად აისახება ადამიანების ჯანმრთელობაზე და ყველა ცოცხალი ორგანიზმის ნორმალურ ცხოვრებაზე. ასეთი ცვლილებები ხდება როგორც ბუნებრივი მოვლენების შედეგად – სტიქიური უბედურების (ვულკანების ამოფრქვევა, ტყის ხანძრები, გრუნტის ჩამოშლა, ქვიშის ჩამოშლა და ა.შ.), აგრეთვე ადამიანის სამეურნეო საქმიანობის შედეგად.

სამრეწველო საწარმოები, სატრანსპორტო საშუალებები და საყოფაცხოვრებო ნარჩენები ყოველდღიურად ატმოსფეროში უშვებენ ათობით მავნე მომწამვლელ ნივთიერებას, რითაც აბინძურებენ მას დაუშვებელ ზღვრამდე. მსხვილ ქალაქებში სამრეწველო საწარმოები აბინძურებენ ატმოსფეროს დიდი რაოდენობით სამრეწველო მტვრით და მავნე აირებით. ყველაზე მეტ მავნე და მომწამვლელ ნივთიერებებს უშვებენ ატმოსფეროში თბოელექტროსადგურები, მეტალურგიული, ქიმიური, ნავთობგადამამუშავებელი და ცემენტის ქარხნები. ასეთი ქარხნების გარშემო ჰაერში მნიშვნელოვნად არის მომატებული საწვავის წვისას წარმოქმნილი ისეთი აირები, როგორცაა SO₂, CO₂ და CO, აგრეთვე სხვადასხვა შემადგენლობის სამრეწველო მტვერი. საწარმოები, სადაც პროცესები მიმდინარეობს მაღალი ტემპერატურის პირობებში, ატმოსფეროში უშვებენ აზოტის შხამიან ოქსიდებს.

ქალაქში მოსახლეობის მაღალი სიმჭიდროვით ატმოსფეროს დამაბინძურებელი ნივთიერებების 60% შეადგენს ავტომობილების გამონაბოლქვი აირები. ამ გამონაბოლქვი აირების შემადგენლობაში არიან ადამიანის ჯანმრთელობისათვის ძალიან მავნე ნახშირბადის ოქსიდი – CO, აზოტის ოქსიდები – NO, NO₂. ტყვიის ორგანული ნაერთები და სხვ. ზღვისპირა ქალაქებში ჰაერში არსებული გამონაბოლქვი აირები წყლის ორთქლთან ერთად წარმოქმნიან დაუღებავ ნისლს, რომელიც იწვევს მთელ რიგ დაავადებებს, მწყობრიდან გამოჰყავთ ადამიანების სასუნთქი ორგანოები, ზოგჯერ კი სიკვდილსაც იწვევენ. ატმოსფეროში დამაბინძურებელი ნივთიერებების რაოდენობის მატება და

სუნთქვის დროს ჰაერთან ერთად მავნე აირებისა და მტვერის შეღწევა ადამიანების ორგანიზმში იწვევს მოწამვლას და სხვადასხვა დაავადებებს. გოგირდის ოქსიდით (SO₂) გაჯერებული ჰაერით სუნთქვა ადამიანებში იწვევს გულ-სისხლძარღვთა და ფილტვების დაავადებებს (ბრონქიტი და სხვ.) ან მათ გამწვავებას. ნახშირბადის მონოოქსიდით დაბინძურებული ჰაერით სუნთქვა იწვევს სისხლის დაავადებებს, გულისა და ტვინის სისხლძარღვების შევიწროებას. აზოტის ოქსიდები სასუნთქი ორგანოების სიმსივნეს და ნერვული სისტემის ფუნქციონირების მოშლას იწვევენ. დიდი ქალაქების ატმოსფეროში მტვერის რაოდენობის მომატება ამცირებს მზის რადიაციას, რაც ხელს უწყობს დაავადების გამომწვევი ბაქტერიების გამრავლებას.

ატმოსფერული ჰაერის გაჯერება გოგირდის დიოქსიდის (SO₂) აირებით, ფტორით და მისი ნაერთებით, ქლორით, მხუთავი აირით (CO) აფერხებს მცენარეების ზრდასა და განვითარებას, იწვევენ წიწვოვანი ხეების განადგურებას. მეტალურგიული და ქიმიური ქარხნების გარშემო ჰაერის დაბინძურების ხარისხის ამალეხვასთან ერთად ბევრი ცხოველი და ფრინველი ტოვებს ამ ადგილებს.

დიდი ქალაქების თავზე ატმოსფეროს დაბინძურება საწვავის დაწვის შედეგად წარმოქმნილი ნახშირორჟანგით (CO₂) და მტვერით იწვევს კლიმატის ცვლილებას მთელ მსოფლიოში. ჰაერში ნახშირორჟანგის (CO₂) რაოდენობის ზრდა ხელს უწყობს მაღალტალღური მზის სხივებით დედამიწის ზედაპირის ზედმეტად გათბობას და აფერხებს სითბოს გავრცელებას ატმოსფეროს ზედა ფენებში. შედეგად წარმოიქმნება სათბურის ეფექტი და შეინიშნება საშუალო ტემპერატურის ზრდა დედამიწის ზედაპირზე. ეს, თავის მხრივ, იწვევს არასასურველ კლიმატურ ცვლილებებს. ბოლო წლებში დედამიწის სხვადასხვა ადგილებში მომხდარი ძლიერი წარღვნები და გვალვები ამტკიცებენ ზემოთ ნათქვამს.

ატმოსფეროში მტვერის მატება, პირიქით, ხელს უწყობს დედამიწის ზედაპირზე საშუალო ტემპერატურის კლებას. შესაბამისად, დედამიწაზე კლიმატური ცვლილებები განპირობებულია ნახშირორჟანგისა და მტვერის რაოდენობრივი შეფარდებით.

ატმოსფეროს დაბინძურების თავიდან ასაცილებლად აუცილებელია ქარხნების და ფაბრიკების აღჭურვა თანამედროვე ტექნიკით, რომელიც იცავს ეკოლოგიას, და შეძლებისდაგვარად უარი უნდა ითქვას ისეთი ტექნოლოგიების გამოყენებაზე, რომლებიც მუშაობენ დიდი რაოდენობით ნარჩენების, აგრეთვე ატმოსფეროში გამონაბოლქვი აირების გამოტყორცნით.

თავი IV წყალბადი

20. წყალბადი როგორც ქიმიური ელემენტი და მარტივი ნივთიერება. წყალბადის მიღება

წყალბადის რიგითი ნომერი ქიმიური ელემენტების პერიოდული სისტემის ცხრილში არის 1. შესაბამისად, მის ატომში არის ერთი პროტონი, ხოლო ბირთვის მუხტია +1. ბუნებაში გავრცელებულია წყალბადის სამი იზოტოპი. მათ შორის ყველაზე გავრცელებულია „Protium“ (^1H), რომლის ბირთვი შედგება მხოლოდ ერთი პროტონისგან, ნაკლებად გავრცელებულია „Deyterium“ (აღინიშნება როგორც ^2H ან D) ერთი პროტონითა და ერთი ნეიტრონით ბირთვში; მინიმალური რაოდენობით ბუნებაში გვხვდება აგრეთვე „Tritium“ (აღინიშნება ^3H ან T), რომლის ბირთვში შედის ერთი პროტონი და ორი ნეიტრონი. დეიტერიუმის ერთ ატომზე ბუნებაში მოდის 7000 ატომი პროთიუმი, ხოლო ერთ ატომ ტრიტიუმზე – 10^{18} ატომი პროთიუმი.

წყალბადის ფარდობითი ატომური მასა დაახლოებით ტოლია პროთიუმის მასისა: $A_r(\text{H})=1,008$. ბუნებაში ის არსებობს მხოლოდ ნაერთების სახით. წყალბადი შეადგენს წყლის მასის დაახლოებით 11%-ს. წყალბადი შედის აგრეთვე უმრავლესი ორგანული ნაერთების შემადგენლობაში. დედამიწის ქერქში (ატმოსფეროში, ბიოსფეროში და ჰიდროსფეროში) წყალბადის წილზე მოდის ელემენტების საერთო მასის 0,88%. ამასთან ერთად, წყალბადი ითვლება ყველაზე გავრცელებულ ელემენტად სამყაროში (კოსმოსში). მზის დაახლოებით 50% და ყველა ვარსკვლავი ძირითადად შედგებიან წყალბადისგან.

ფიზიკური თვისებები. თავისუფალ მდგომარეობაში წყალბადი ქმნის აირს, რომელიც შედგება H_2 მოლეკულებისგან. წყალბადი – ეს არის უფერო, უსუნო აირი, რომელიც ჰაერზე 14,5-ჯერ მსუბუქია ($D_{\text{H}_2} = \frac{M(\text{ჰაერი})}{M(\text{H}_2)} = \frac{29 \text{ გ/მოლი}}{2 \text{ გ/მოლი}} = 14,5$). წყალბადით სავსე საპნის ბუშტები, რომლებიც ჰაერში ადვილად აიჭრებიან, ასევე ამტკიცებენ ამას.

მიღება. სუფთა სახით წყალბადი პირველად მიიღო ინგლისელმა მეცნიერმა გ. კავენდიშმა 1766 წელს.

ლაბორატორიულ პირობებში წყალბადის მიღების ერთ-ერთ ხერხს ჩვენ უკვე გავცანით. (გაიხსენეთ მუდმივი ელექტრული დენის ზემოქმედებით წყლის დაშლის რეაქცია!). ლაბორატორიაში წყალბადს იღებენ უფრო გამარტივებული ხერხით – მჟავებისა და მეტალების ურთიერთქმედებით. წყალბადის ნაერთები არამეტალების ატომთან ან ატომთა ჯგუფთან წარმოადგენენ მჟავებს. გავცნოთ მარილმჟავას HCl და გოგირდმჟავას H_2SO_4 . **ატომებს და ატომების ჯგუფებს, რომლებიც მჟავებში წყალბადთან არიან დაკავშირებული, ეწოდება მჟავური ნაშთები.** მჟავური ნაშთების ვალენტობა განისაზღვრება წყალბადის ატომების რიცხვით, რომლებიც ადვილად ჩაინაცვლებიან მეტალების ატომებით: Cl^{I} ერთვალენტია, SO_4^{II} ორვალენტია.



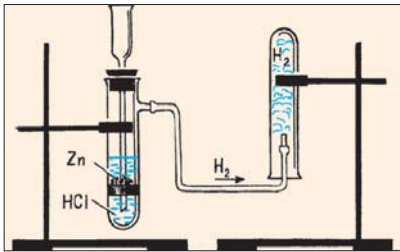
**ჰენრი კავენდიში
(1731-1810)**

ინგლისელი მეცნიერი. 1766 წელს მის მიერ მიღებულ იქნა წყალბადი სუფთა სახით. მეცნიერს თავიდან წყალბადი მისი სიმსუბუქის გამო ფლოგისტონი ეგონა.

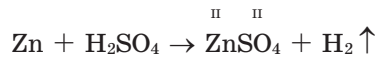
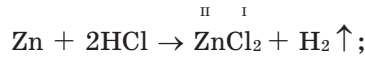
მეტალების აქტივობის მწკრივში (ბეკეტოვის რიგი) წყალბადამდე მდგარი მეტალები მჟავებთან რეაქციებში შესვლისას, გარდა კონცენტრირებული და განზავებული აზოტმჟავისა (HNO_3) და კონცენტრირებული გოგირდმჟავისა (H_2SO_4), გამოყოფენ H_2 -ს:

Li, K, Ca, Na, Mg, Al, Zn, Fe, Pb, H, Cu, Hg, Ag, Au.

ლაბორატორიულ პირობებში წყალბადის მიღება მოსახერხებელია თუთიაზე ან სხვა მეტალებზე მარილმჟავას ხსნარის ან განზავებული გოგირდმჟავას დამატებით. შევადგინოთ თუთიასთან რეაქციის განტოლება:



ნახ. 22, ა. წყალბადის აირის შეგროვება ჰაერის გამოდევნის გზით

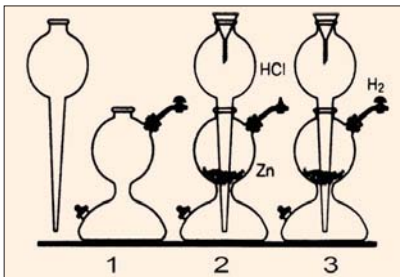


ამ რეაქციებიდან თითოეულში მარტივი ნივთიერება (მეტალი) ჩანაცვლებს წყალბადის ატომებს რთულ ნივთიერებებში (მჟავებში).

რეაქციებს, სადაც მარტივი ნივთიერების ატომები ჩანაცვლებენ რთული ნივთიერების ერთ-ერთ ატომს, ჩანაცვლების რეაქციები ეწოდება.

ამ რეაქციის დროს წყალბადის გარდა წარმოქმნილ სხვა რთულ ნივთიერებებს (რომლებიც შედგებიან მეტალისა და მჟავის ნაშთისაგან) **მარილები** ეწოდება. მარილების ფორმულების შედგენა ხდება მეტალის და მჟავური ნაშთისაგან ვალენტობის გათვალისწინებით. მარილების სახელწოდება ეფუძნება მეტალისა და მჟავური ნაშთის სახელწოდებებს. მაგალითად, ZnCl_2 – თუთიის ქლორიდი; ZnSO_4 – თუთიის სულფატი.

წყალბადის მისაღებად იყენებენ წყალბადის პეროქსიდიდან ჟანგბადის მისაღებ ხელსაწყოს (ნახ. 22, ა) ან კიპის აპარატს (ნახ. 22, ბ). კიპის აპარატის მეშვეობით შესაძლებელია შედარებით მეტი წყალბადის (H_2) მიღება.



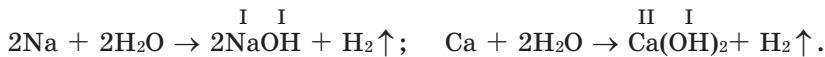
ნახ. 22, ბ. 1) კიპის აპარატი;
2) სავსე მდგომარეობაში;
3) სამუშაო მდგომარეობაში

მიღებული წყალბადი შეიძლება შევავროვოთ ჭურჭელში, ისევე როგორც ჟანგბადის მიღების დროს, ორი ხერხით: წყლის ან ჰაერის გამოდევნით. ჰაერის გამოდევნით წყალბადის შეგროვების დროს გაზგამყვანი მილის ბოლოს ათავსებენ ამოყირავებულ ჭურჭელში (ნახ. 22, ა).

წყალბადის არსებობის შესამოწმებლად გაზგამყვანი მილის ბოლოსთან მიაქვთ პატარა სინჯარა (10–20 წამით), შემდეგ უჭირავთ რა ის თავდაყირა, უახლოვებენ ცეცხლს. თუ ამ დროს გაისმა აფეთქების მსგავსი ხმა ან გუგუნის, ეს მეტყველებს წყალბადის (H₂) არსებობაზე.

წყალბადის მიღება ლაბორატორიულ პირობებში შეიძლება აგრეთვე აქტიური მეტალების (Li, Na, K, Ca და სხვ.) ურთიერთქმედებით წყალთან.

ამ დროს მიმდინარე ჩანაცვლების რეაქციების ჩაწერა ხდება შემდეგნაირად:



ამ რეაქციებში წყალბადის გარდა წარმოქმნილ ნივთიერებებს ფუძეები ანუ ჰიდროქსიდები ეწოდება. OH ჯგუფების რიცხვი ჰიდროქსიდებში მეტალის ვალენტობის ტოლია. ჰიდროქსიდების დასახელებები შემდეგნაირად იკითხება: NaOH – ნატრიუმის ჰიდროქსიდი; Ca(OH)₂ – კალციუმის ჰიდროქსიდი.

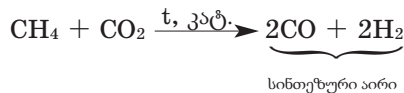
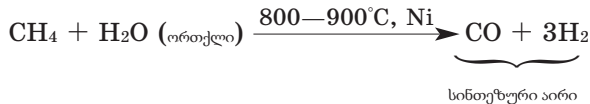
რთულ ნივთიერებებს, რომლებიც შედგებიან მეტალისა და OH ჯგუფისგან ფუძეები ანუ ჰიდროქსიდები ეწოდება.

Mg-იდან დაწყებული წყალბადამდე აქტივობის მწკრივში ყველა მეტალი გაცხელებისას შედის წყალთან ურთიერთქმედებაში და წარმოქმნის მეტალის ოქსიდს და H₂-ს.

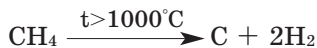


წარმოებაში წყალბადს, როგორც წესი, იღებენ შემდეგი მეთოდებით.

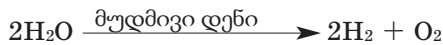
1. ბუნებრივი აირის – მეთანის (CH₄) კონვერსიით წყლის ორთქლის ზემოქმედებით:



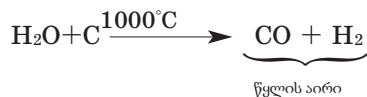
2. ბუნებრივი აირის – მეთანის (CH₄) დაშლით:



3. წყლის დაშლით მუდმივი დენის ზემოქმედებით:



4. წყლის ორთქლისა და გახურებული ნახშირის ურთიერთქმედებით:



5. კალიუმის ქლორიდის ან ნატრიუმის ქლორიდის წყალხსნარების ელექტროლიზის გზით (ელექტროლიზის თემას თქვენ შეისწავლით ზედა კლასებში):



6. კოქსის აირის ან ნავთობგადამუშავების დროს მიღებული აირების -196°C ტემპერატურამდე გაცივებით. ამ დროს წყალბადის გარდა ყველა აირი თხევად მდგომარეობაში გადადის.

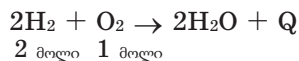
ცოდნისა და უნარების შემოწმება

1. სად არის ყველაზე უფრო მეტად გავრცელებული წყალბადი: ბუნებაში თუ კოსმოსში? 2. გამოიანგარიშეთ წყლის შემადგენლობაში წყალბადისა და ჟანგბადის მასური წილები. 3. დაახასიათეთ წყალბადი როგორც ელემენტი. 4. დაახსენეთ წყალბადის ფიზიკური თვისებები. 5. რომელი რეაქციების დახმარებით ხდება წყალბადის მიღება ლაბორატორიულ პირობებში? ჩაწერეთ მეტალზე მარილმჟავისა და გოგირდმჟავის ზემოქმედების რეაქციების განტოლებები. 6. რამდენი ლიტრი H_2 (ნ.პ.) და რამდენი გრამი ZnCl_2 მიიღება 4 მოლ თუთიაზე ჭარბად აღებული მარილმჟავას (HCl) ზემოქმედებით? $A_r(\text{Zn})=65$; $A_r(\text{Cl})=35,5$. 7. დაწერეთ ა) ლაბორატორიაში, ბ) წარმოებაში წყალბადის მიღების რეაქციების განტოლებები. 8. როგორ შეიძლება წყალბადის შეგროვება სინჯარაში? 9. რას ეწოდება ჩანაცვლების რეაქცია? მოიყვანეთ მაგალითები. 10. XVIII საუკუნის ბოლოს ა. ლავუაზიემ შეიმუშავა აეროსტატების შესავსებად საჭირო წყალბადის მიღების მეთოდი გავარვარებულ რკინაზე წყლის ორთქლის გატარების გზით. დაწერეთ ამ რეაქციის განტოლება, გამოიანგარიშეთ, რამდენი კგ რკინა იქნება საჭირო 200 კგ წყალბადის მისაღებად. $M(\text{Fe}) = 56$ გ/მოლი; $M(\text{H}_2) = 2$ გ/მოლი.

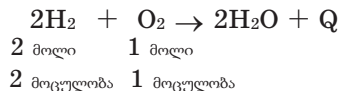
21. წყალბადის ქიმიური თვისებები და გამოყენება

ჩვეულებრივ პირობებში წყალბადი ქიმიურად არააქტიურია. მისი მოლეკულა გამოირჩევა მდგრადობით. 1 მოლი წყალბადის მოლეკულის ატომებად დაშლისთვის საჭიროა 436 კჯ ენერგია.

წყალბადის მოლეკულების მცირე ნაწილის აქტივიზაცია გათბობისას დაუყოვნებლივ იწვევს მოლეკულების დანარჩენ ნაწილის აქტივიზაციას, ანუ აქტივიზაცია ხდება ჯაჭვური რეაქციით. წყალბადისა და ჟანგბადის ნარევი ცეცხლის ნაპერწკლის მოხვედრისას რეაქციას თან სდევს აფეთქება. რეაქციის შემდეგ ჭურჭლის კედლებზე ჩნდება წყლის წვეთები. რეაქციის განტოლებაა:



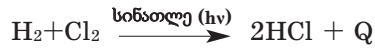
ავოგადროს კანონის თანახმად სხვადასხვა აირების მოლეკულების ერთნაირ რაოდენობა ერთნაირ პირობებში იკავებს ერთნაირ მოცულობას. ამასთან დაკავშირებით აირების მოლეკულის რაოდენობა შეიძლება შეიცვალოს მათი მოცულობით:



როგორც განტოლებიდან ჩანს, რეაქცია წყალბადისა და ჟანგბადის ნარევი (მოცულობითი თანაფარდობა 2:1), უფრო აქტიურად მიდის და მას თან სდევს ძლიერი აფეთქებები. წყალბადის ორი მოცულობისა და ერთი მოცულობა ჟანგბადის ნარევი (2 მოცულობა (H_2) : 1 მოცულობა (O_2)) ეწოდება **მგრგვინავი აირი**.

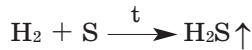
სუფთა წყალბადი მინარევების გარეშე მშვიდად იწვის. სინჯარაში მისი სისუფთავის შემოწმების შემდეგ (თუ აფეთქებას არ აქვს ადგილი), შეიძლება თამამად ავანთოთ კიპის აპარატის მილიდან გამომავალი აირი H₂. წყალბადის წვისას გამოიყოფა დიდი რაოდენობით სითბო, ტემპერატურა აღწევს 3000°C. ამის შედეგად წყალბადის სუფთა ჟანგბადში წვის რეაქციას იყენებენ შედუღების დროს (წყალბადური შედუღება) და მეტალების ჭრისას.

წყალბადი იწვის არა მხოლოდ ჟანგბადში, არამედ ქლორშიც, რომელთანაც შერევა ასევე იწვევს აფეთქებას.

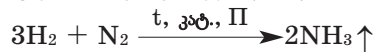


მიღებული ქლორწყალბადი წარმოადგენს ნივთიერებას აირად მდგომარეობაში, მის ხსნარს წყალში ეწოდება **მარილმჟავა**.

თუ გამდნარი გოგირდის შემცველ სინჯარას შევავსებთ წყალბადით, ლაყე კვერცხის სუნი დადგება, რაც მეტყველებს ახალი აირის – **გოგირდწყალბადის** წარმოქმნაზე:



პრაქტიკაში ფართო გამოყენება აქვს აგრეთვე ნივთიერებას, რომელსაც **ამიაკი** ეწოდება (NH₃) და რომელიც წარმოიქმნება წყალბადის აზოტთან რეაქციის შედეგად.



წყალბადი უშუალოდ არ ურთიერთქმედებს არამეტალებთან Si და P (**მათ შორის ინერტულ აირებთან He, Ne, Ar, Kr, Xe**).

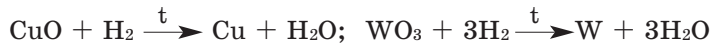
წყალბადი შედის შეერთების რეაქციებში აგრეთვე აქტიურ მატალებთან. ამ დროს წარმოიქმნება მყარი ნივთიერებები – ჰიდრიდები (NaH, CaH₂ და სხვ.).



მეტალებს შორის ბერილიუმი (Be) და ალუმინი (Al) წყალბადთან უშუალო ურთიერთქმედებაში არ შედიან. ჰიდრიდები ადვილად რეაგირებენ წყალთან.



მეტალურგიულ მრეწველობაში რიგი მეტალების მიღება ემყარება წყალბადისა და ამ მეტალების ოქსიდების ურთიერთქმედების რეაქციებს. მაღალი ტემპერატურის დროს წყალბადი იზიდავს ოქსიდების შემადგენლობაში შემავალ ჟანგბადს და გამოდევნის მეტალებს თავისუფალი სახით, ანუ წყალბადი ათავისუფლებს მეტალებს მათი ოქსიდებიდან:



მსგავს რეაქციებში ხდება მეტალების აღდგენის (დაჟანგვის საპირისპირო) პროცესი, რადგან წყალბადი ართმევს ჟანგბადს სპილენძისა და ვოლფრამის ატომებს. აღდგენის პროცესი დაჟანგვის პროცესის საპირისპიროა. ნივთიერებები, რომლებიც ართმევენ ჟანგბადს, აღმდგენელებს მიეკუთვნებიან. ჟანგვისა და აღდგენის პროცესები ურთიერთდაკავშირებულია.

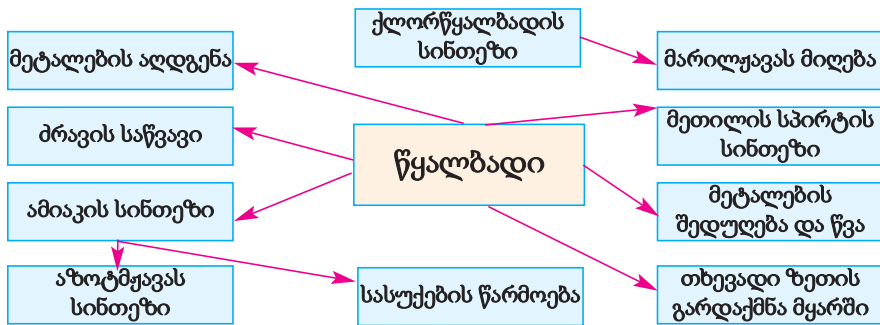
აღნიშნულ რეაქციებში წყალბადის ატომები წარმოადგენენ აღმდგენელებს. ამავდროულად, წყალბადი, უერთდება რა ჟანგბადს, თვითონ იჟანგება. აქ დამჟანგველი ნივთიერება არის CuO. მაშასადამე, ჟანგვისა და აღდგენის პროცესები ერთდროულად მიმდინარეობენ.

სპილენძის აღდგენა წყალბადით სპილენძის ოქსიდიდან (II) იმავდროულად წარმოადგენს ჩანაცვლების რეაქციას.

წყალბადი ითვლება მომავლის ყველაზე სუფთა საწვავად, რადგან წვისას ის დიდი რაოდენობით გამოჰყოფს თბურ ენერგიას და მისი წვის პროდუქტია მხოლოდ წყლის ორთქლი, ამ დროს არ ხდება ატმოსფეროს დაბინძურება. წყალბადი გამოიყენება აგრეთვე თხევადი ზეთის (მცენარეული ზეთის) გარდაქმნისას მყარში (მარგარინი). იმის გამო, რომ წყალბადი ყველაზე მსუბუქ აირს წარმოადგენს, იგი გამოიყენება აგრეთვე აეროსტატების გასაავსებად.

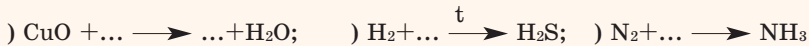
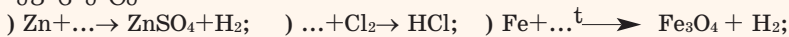
წყალბადის გამოყენება ნაჩვენებია ქვემოთ მოყვანილ სქემაზე.

სქემა 4



ცოდნისა და უნარების შემოწმება

1. დაწერეთ წყალბადის რეაქციების განტოლებები: ა) არამეტალებთან (Cl_2 , S, N_2); ბ) მეტალებთან (Na, Ca); გ) მეტალების ოქსიდებთან (CuO , Fe_3O_4 , WO_3). განსაზღვრეთ რეაქციების მიმდინარეობის ტიპი და პირობები. 2. რომელი თვისებების გამო ხდება წყალბადის გამოყენება? 3. რამდენი გრამი თუთია უნდა შევიდეს რეაქციაში მარილმჟავასთან 0,5 მოლი სპილენძის მისაღებად სპილენძის ოქსიდიდან (II) სპილენძის წყალბადით აღდგენის გზით? 4. დაასრულეთ რეაქციების განტოლებები და დასვით კოეფიციენტები:



ლაბორატორიული ცდები

წყალბადის მიღება და თვისებები. ააწყეთ დანადგარი, როგორც ეს ნაჩვენებია ნახატზე 22, ა, და შეამოწმეთ მისი ჰერმეტიულობა. სინჯარაში მოათავსეთ თუთიის 4-5 ნაჭერი და დაამატეთ 3-4 მლ მარილმჟავას ხსნარი. დაუცეთ სინჯარას საცობი, რომელშიც გაყრილია აირგამყვანი მილი, გადააბრუნეთ სინჯარა გახსნილი პირით ქვევით და შეაგროვეთ წყალბადი. რეაქციის დასრულების შემდეგ დაიტანეთ ხსნარის რამდენიმე წვეთი მინის ფირფიტაზე და დააცადეთ აორთქლება. ფირფიტაზე დარჩება თეთრი კრისტალური ნივთიერება.

რვეულში ჩაიწერეთ მოვლენები, რომლებსაც ადგილი ჰქონდა ცდის ჩატარების პროცესში.

თავი V წყალი. ხსნარები

22. წყალი, მისი გავრცელება ბუნებაში და გასუფთავება. წყლის თვისებები და გამოყენება

წყალი ყველაზე ფართოდ გავრცელებული ნივთიერებაა დედამიწაზე. დედამიწის ზედაპირის დაახლოებით $\frac{2}{3}$ ნაწილი ($\approx 70\%$) უკავიათ ოკეანეებს, ზღვებს, ტბებს და მდინარეებს. მიწა, ატმოსფერული ჰაერი დიდი რაოდენობით შეიცავენ წყალს. მცენარეების, ცხოველების, ადამიანების და სხვა ცოცხალი ორგანიზმების დიდი ნაწილი (60–70%) შედგება წყლისგან. წყლის გარეშე დედამიწაზე სიცოცხლე შეუძლებელია.

ბუნებრივი წყლების შემადგენლობაში ბევრი მინარევია. იმის და მიხედვით, თუ სად და რა მიზნით გამოიყენება წყალი, ხდება მისი სხვადასხვა ხარისხით გაწმენდა მინარევებისგან.

სასმელი წყლის შემადგენლობაში არ უნდა იყოს უხსნადი მავნე მინარევები და დაავადების გამომწვევი მიკროორგანიზმები. ქალაქებისა და სოფლების მოსახლეობისთვის ტბებიდან და მდინარეებიდან აღებულ წყალს ატარებენ ბადიან საცერში, აცლიან დაწდომას სპეციალურ აუზებში, შემდეგ ფილტრავენ ქვიშის ფენაში. უხსნადი მინარევებისგან გაწმენდილ წყალს ამუშავებენ და აუვნებელყოფენ ქლორით ან ოზონით.

წყლის გასაწმენდად მასში გახსნილი ნივთიერებებისაგან, ანუ სუფთა წყლის მისაღებად, გამოიყენება **დისტილაციის (გამოხდის)** მეთოდი. დისტილაცია – ეს არის სითხის ორთქლში გადაყვანის და შემდეგ ხელახალი კონდენსირების (სითხედ გადაქცევის), სხვა ნივთიერებებისგან მისი გასუფთავების მეთოდი. სუფთა ან დისტილირებული წყალი გამოიყენება ქიმიურ ლაბორატორიებში და აფთიაქებში ნივთიერებათა გასახსნელად, ავტომანქანათა გამაგრილებელ სისტემებში და სხვა სფეროებში.

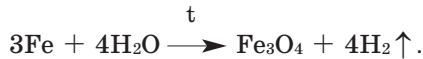
იმის განსაზღვრა, რომ წყლის მოლეკულა შედგება წყალბადისა და ჟანგბადის ატომებისგან, ხდება ანალიზისა და სინთეზის მეთოდებით. **რთული ნივთიერების შედგენილობის განსაზღვრას მარტივ ნივთიერებებად მისი დაშლის გზით ანალიზის მეთოდი ეწოდება** (ბერძნ. „ანალიზი“ – დაშლა). და პირიქით, **შედგენილობის განსაზღვრას მარტივი ნივთიერებებიდან რთული ნივთიერების მიღების გზით სინთეზის მეთოდი ეწოდება** (ბერძნ. „სინთეზი“ – შეერთება). ამ ორივე მეთოდით შეიძლება დავამტკიცოთ, რომ წყალი შედგება წყალბადისა და ჟანგბადის ელემენტებისგან (მასური წილით 1:8).

წყლის თვისებები და გამოყენება. როგორც ცნობილია, ბუნებაში გარდა მსუბუქი წყალბადისა (${}^1\text{H}$ -პროტიუმი) მინიმალური რაოდენობით არსებობს აგრეთვე მძიმე წყალბადი (${}^2\text{H}$ -დეიტერიუმი და ${}^3\text{H}$ -ტრიტიუმი). შედეგად, ჩვეულებრივ წყალთან ერთად ბუნებაში არსებობს „მძიმე“ წყალიც. ზოგიერთი თავისი თვისებებით მძიმე წყალი განსხვავდება ჩვეულებრივი (ანუ მსუბუქი) წყლისგან. მაგრამ მისი მინიმალური რაოდენობის გამო (10000 მოლეკულიდან 27) მას არ შეუძლია გავლენის მოხდენა მსუბუქი წყლის თვისებებზე.

წყალი – ეს არის უფერო სითხე გემოსა და სუნის გარეშე, ნორმალური ატმოსფერული წნევის (101,3 კპა) და 0°C ტემპერატურის პირობებში ის იყინება, ხოლო 100°C ტემპერატურაზე – დუღს. მისი სიმკვრივე (4°C ტემპერატურაზე) შეადგენს 1კგ/დმ³ ან 1 გ/სმ³. წყლის თბოტევადობა სხვა სითხეებთან შედარებით ბევრად უფრო მაღალია (4 კჯ/კგ), რის გამო ის ნელა ცხელდება და ნელა ცივდება. ეს თვისება უდიდეს როლს ასრულებს ჰაერის ტემპერატურის რეგულირებაში. იმის გამო, რომ გაყინული წყლის – ყინულის სიმკვრივე ნაკლებია თხევადი წყლის სიმკვრივეზე, ის წყლის ზედაპირზე ჩერდება. ამას დიდი მნიშვნელობა აქვს წყლის ბინადართათვის.

ჩვენ უკვე ვიცნობთ წყლის ზოგიერთ ქიმიურ თვისებას (წყლის დაშლა მუდმივი დენის ზეგავლენით, აქტიურ მეტალებთან ურთიერთქმედება). დაწერეთ ამ რეაქციების განტოლებები.

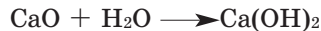
ჩვეულებრივ პირობებში წყალი შედის რეაქციაში აქტიურ მეტალებთან (Li, Na, K, Ca, Ba და სხვ.). ხოლო მაღალ ტემპერატურაზე მას შეუძლია ურთიერთქმედება უმრავლეს ნაკლებად აქტიურ მეტალთან. მაგალითად, თუ გავარვარებულ რკინაზე გავატარებთ წყლის ორთქლს, წავა შემდეგი რეაქცია:



ჯერ კიდევ XVIII საუკუნის მეორე ნახევარში აღნიშნული რეაქციის დახმარებით დამტკიცებული იყო, რომ წყალი შედგება წყალბადისა და ჟანგბადისგან. აღნიშნული რეაქცია გამოიყენება აგრეთვე დიდი რაოდენობით წყალბადის (H₂) მისაღებად.

წყალი არანაირ პირობებში არ შედის რეაქციაში Cu, Hg, Ag, Pt, Au-თან.

ჩვეულებრივ პირობებში წყალი შედის რეაქციაში აქტიური მეტალების ოქსიდებთან: (Li₂O, Na₂O, K₂O, Rb₂O, CaO, SrO, BaO):



ამ პროცესს უწოდებენ ჩაუმქრალი კირის (CaO) ჩაქრობის რეაქციას, ხოლო მიღებულ ნივთიერებას – კალციუმის ჰიდროქსიდს (ჩამქრალ კირს).

მეტალების ოქსიდების უმრავლესობასთან (Al₂O₃, ZnO, FeO, Fe₂O₃, CuO, Cu₂O, CrO, Cr₂O₃, MnO, MnO₂, PbO, PbO₂ და სხვ.) წყალი რეაქციაში არ შედის.

არამეტალების ოქსიდების უმრავლესობასთან (SO₂, SO₃, CO₂, N₂O₅, NO₂, P₂O₅ და სხვ.) რეაქციაში შესვლისას წყალი წარმოიქმნის მჟავებს:



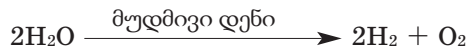
CO, NO, N₂O, SiO₂ არ იხსნებიან წყალში და არ შედიან რეაქციაში წყალთან.

წყალი ურთიერთქმედებს აგრეთვე ზოგიერთ მარილთან. რეაქციის შედეგად წარმოიქმნება მყარი ნივთიერებები, რომლებსაც კრისტალჰიდრატები ეწოდება. მაგალითად, წყლის ზემოქმედებით სპილენძის(II) სულფატის მარილზე (CuSO₄) წარმოიქმნება ლურჯი ფერის შაბიამანი: $\text{CuSO}_4 + 5\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

აღნიშნული რეაქციის განტოლებას იყენებენ აირების შემადგენლობაში წყლის შემცველობის განსაზღვრისთვის. წყლის გამოყენების ზოგიერთ სფეროს ჩვენ გავეცანით მისი თვისებების შესწავლისას.

წყალი აგრეთვე შედის ურთიერთქმედებაში ჰალოგენებთან (F₂, Cl₂, Br₂): $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \text{HClO}$; $2\text{F}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{HF} + \text{O}_2 \uparrow$.

მუდმივი დენის ზეგავლენით წყალი იშლება:



აირეხი, რომლებიც არ იხსნებიან წყალში და არ შედიან მასთან რეაქციაში ნორმალურ პირობებში (N₂, O₂, H₂, CH₄, C₂H₆, C₂H₄ და სხვ.) შეიძლება შეგროვდეს სინჯარაში წყლის გამოდევნის გზით. ხოლო იმ აირების შეგროვება სინჯარაში წყლის გამოდევნის გზით, რომლებიც წყალში იხსნებიან და მასთან შედიან რეაქციაში (F₂, Cl₂, HCl, HBr, HI, SO₂, SO₃, NO₂, CO₂, NH₃ და სხვ.), შეუძლებელია.

ცოდნისა და უნარების შემოწმება

1. რომელ მეტალებთან შედის რეაქციაში წყალი ჩვეულებრივ პირობებში? ა) Na; ბ) Zn; გ) K; დ) Fe; ე) Ca; ვ) Cu. 2. რომელ ოქსიდებთან შედის წყალი რეაქციაში ჩვეულებრივ პირობებში? ა) CuO; ბ) K₂O; გ) ZnO; დ) CaO; ე) Fe₃O₄; ვ) Na₂O. 3. რომელი მეტალების ოქსიდები შედიან წყალთან ურთიერთქმედებაში ჩვეულებრივ პირობებში? ა) Na; ბ) K; გ) Cu; დ) Ca; ე) Zn; ვ) Ba. 4. რომელ ოქსიდებთან შედის წყალი რეაქციაში? ა) SO₂; ბ) CO; გ) P₂O₅; დ) N₂O; ე) CO₂. 5. რომელი აირების შეგროვება შეიძლება სინჯარაში წყლის გამოდევნის გზით? ა) HCl; ბ) N₂; გ) NH₃; დ) O₂; ე) SO₃; ვ) H₂. 6. რომელი აირების შეგროვება არ შეიძლება სინჯარაში წყლის გამოდევნის გზით? ა) CO₂; ბ) CH₄; გ) NO₂; დ) C₂H₄; ე) HBr; ვ) SO₂. 7. რომელი რეაქციები მიეკუთვნება სინთეზს და რომელი – ანალიზს?

ა) $2NO \rightarrow N_2 + O_2$; ბ) $2Ca + O_2 \rightarrow 2CaO$; გ) $HgO \xrightarrow{t} 2Hg + O_2$; დ) $C + O_2 \rightarrow CO_2$; ე) $2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2 \uparrow$

23. ბუნებრივი წყლის მნიშვნელობა. წყლის ბასეინების დაცვა დაბინძურებისგან

წყლის გარეშე სიცოცხლე არ არსებობს. ცოცხალი ორგანიზმების მიერ წყლის 10–20%-ის დაკარგვის შემთხვევაში ისინი იღუპებიან. ნორმალური სასიცოცხლო არსებობისათვის დღე-ღამეში ადამიანს 2 ლიტრამდე წყალი ესაჭიროება. წყალი წარმოადგენს ათასობით მცენარისა და ცხოველის სასიცოცხლო გარემოს. ატმოსფეროში ჟანგბადის არსებობის სტაბილურობაც ასევე დაკავშირებულია მწვანე მცენარეების მიერ წყლის დახმარებით ფოტოსინთეზის რეაქციის საფუძველზე ჟანგბადის გამოყოფასთან.

მიუხედავად იმისა, რომ დედამიწის ზედაპირის 70% წყლით არის დაფარული, ყოველწლიურად სულ უფრო მწვავედება წყლის უკმარისობის პრობლემა. ეს დაკავშირებულია ადამიანის და ყველა ცოცხალი ორგანიზმის მიერ მხოლოდ მტკნარი წყლის მოხმარებასთან. ბუნებრივი წყლის უდიდესი ნაწილი (~98%) კი მლაშეა. ესენია გამოყენებისთვის გამოუსადეგარი ზღვებისა და ოკეანეების წყლები. მტკნარი წყლის დიდი მარაგები თავმოყრილია არქტიკის და ანტარქტიდის ყინულებში, ადამიანისთვის მიუწვდომელ ბაიკალისა და სხვა ტბებში.

სოფლის მეურნეობაში, ქალაქებში, საყოფაცხოვრებო სფეროში და მრეწველობაში წყალზე მოთხოვნილება სულ უფრო მწვავედ დგება. დღესდღეისობით მსოფლიოს მოსახლეობის 1/3 განიცდის სასმელი წყლის უკმარისობას.

თუ ატმოსფეროსა და დედამიწის დაბინძურება პოტენციურ საფრთხეს წარმოადგენს ადამიანისთვის, ჰიდროსფეროს დაბინძურება ყოველდღიურ საფრთხეს წარმოადგენს. იმის გამო, რომ წყალი წარმოადგენს გამხსნელს, ყველა

ნარჩენი წყალთან შერევისას ადვილად იწვევს გარემოში მცხოვრები ყველა ცოცხალი არსების მასობრივ მოწამვლას. ბუნებაში წყლის ბრუნვის და დინების შედეგად მომწამვლელი ნივთიერებები დიდ ტერიტორიაზე ვრცელდება. განსაკუთრებით სწრაფად ეს ხდება მდინარეების წყალობით (100 კმ-მდე მანძილზე).

წყლის დაბინძურება იწვევს მასში გახსნილი ჟანგბადის რაოდენობის შემცირებას. ჟანგბადის უკმარისობა კი იწვევს მასში მცხოვრები მცენარეების და ცხოველების არსებობის გართულებას. აგრეთვე ირღვევა ბიოქიმიური პროცესების ნორმალური მიმდინარეობა.

ყველაზე დიდი ზიანი დაბინძურების გამო ადგებათ მტკნარი წყლის წყაროებს, ვინაიდან ყოფაცხოვრებაში, ტექნიკაში და სოფლის მეურნეობაში გამოიყენება მდინარეებისა და ტბების მტკნარი წყლები.

სამრეწველო ნარჩენები ჰიდროსფეროს ნორმალური არსებობის დარღვევასთან ერთად, წყალსატევებში წყლების ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების ცვლილებასაც იწვევს. ასეთი წყლები არა მარტო დასაღვეად არის გამოუსადეგარი, არამედ სოფლის მეურნეობაში სარწყავადაც და ტექნიკური მიზნებისთვისაც არ გამოდგება. ადამიანების მიერ რიგი იმ ცოცხალი ორგანიზმების საკვებად გამოყენება, რომლებიც შეეგუვნენ დაბინძურებული წყლის პირობებში ცხოვრებას (ლოკოკინები, თევზები, წყალმცენარეები) იწვევენ სულ ახალი და ახალი დაავადებების გაჩენას. რიგი **კანცეროგენული ნივთიერებებისა**,¹ თანდათან გროვდება რა წყლის ცოცხალი ბინადრების ორგანიზმებში, ადამიანების სიცოცხლისთვის სახიფათო ხდებიან.

ანთროპოგენური ზემოქმედების² შედეგად ბუნებრივ წყლებში დიდი რაოდენობით გროვდებიან აზოტის და ფოსფორის ნაერთები. ბუნებრივი წყლების შემადგენლობაში აზოტი ძირითადად მატულობს ატმოსფეროს, სოფლის მეურნეობაში გამოყენებული აზოტოვანი სასუქების გამორეცხვის და კომუნალური მეურნეობების დაბინძურებელი ჩამდინარე წყლების ხარჯზე. ეკოლოგიურ სისტემაში სულ უფრო მატულობს ფოსფორით მდიდარი ნივთიერებების რაოდენობა. თუ ადრე ბიოსფეროში გამოტყორცნილი ფოსფორის ძირითადი წყარო ფოსფორის სასუქები იყო, დღეს ჰიდროსფეროსთან შერეული ფოსფორის დიდი ნაწილი საოჯახო მეურნეობაში და ყოფაცხოვრებაში გამოყენებულ სინთეტიკურ სარეცხ საშუალებებზე მოდის.

ქალაქების ყოველი თანამედროვე მაცხოვრებელი ყოველწლიურად ბიოსფეროში აგდებს 1,6 კგ ფოსფორს. ხოლო წყალში 1 კგ ფოსფორის მოხვედრა ნიშნავს წყალმცენარეების მასის 1 ტონით მატებას. იმის შესახებ, თუ როგორ და რამდენად იწვევს ეს დაბინძურებას ზემოთ იყო ნათქვამი.

ნავთობით და ნავთობპროდუქტებით ბუნებრივი წყლების დაბინძურებას კიდევ უფრო მძიმე შედეგებამდე მივყავართ. ნავთობი წარმოადგენს ძლიერ საწამლავს წყლის ბინადართათვის (ზოგიერთი ბაქტერიის გარდა). წყალში მოხვედრისას ნავთობი იშლება მის ზედაპირზე და თხელ აპკს წარმოქმნის, ამით ის ბლოკავს ჰაერიდან ჟანგბადის მოხვედრას წყალში და ამით აფერხებს წყალში მობინადრე ცოცხალი ორგანიზმის სუნთქვას. ნავთობის ერთი წვეთი 1,5-2 მ² ზედაპირს ფარავს აპკით. დადგენილ იქნა, რომ მსოფლიოში ყოველწლიურად 12-15 მილიონი ტონა ნავთობი იღვრება ჰიდროსფეროში.

¹ კანცეროგენული ნივთიერებები – ეს არის ნივთიერებები, რომლებიც გროვდებიან რა ცოცხალ ორგანიზმებში, სიმსივნურ დაავადებებს იწვევენ.

² ანთროპოგენური ზემოქმედება – ადამიანთა მოღვაწეობასთან დაკავშირებული ზემოქმედება.

ნავთობით ზღვებისა და ოკეანეების დაბინძურების ძირითად წყაროს წარმოადგენენ ნავთობის გადამზიდავი ტანკერები, ნავთობის საბადოები ზღვებში, ნავთობგადამამუშავებელი ქარხნები, გემებისა და ნავების საპოხი ზეთები.

დღეს არსებობენ მსოფლიო ოკეანეებისა და ზღვების მონაკვეთები, სადაც თევზჭერა შეუძლებელია. ზოგიერთ ზღვაში (მაგალითად, ხმელთაშუა ზღვაში) დაჭერილი თევზის და ზღვის სხვა ცხოველების საკვებად გამოყენება შეუძლებელია ნავთობის მკვეთრი სუნის გამო.

სხვადასხვა ორგანული და მინერალური პესტიციდების, სასუქების და სხვა ნივთიერებების, რომლებიც მცენარეებს იცავენ მავნებლებისაგან, არასწორი გამოყენება იწვევს წყლის აუზების დაბინძურებას და მოწამვლას.

ჰიდროსფეროში ჩაღვრილი საყოფაცხოვრებო ნარჩენები მათ მიერ წყალში აერაციის რეჟიმის დარღვევის გამო ითვლებიან მავნე ნივთიერებებად. ამ ნარჩენების შემადგენლობაში არსებული ორგანული ნივთიერებები ხელს უწყობენ წყალში მიკროფლორის სწრაფ ზრდას და ამით ჟანგბადის შემცირებას, ზოგჯერ კი მის სრულად გაქრობას. ასეთ გარემოში გამრავლება მხოლოდ **ანაერობული მიკრობებს**¹ შეუძლიათ. ანაერობული მიკრობების ცხოველმძიმედების შედეგად წარმოქმნილი აირები H₂S, N₂, NH₃, CH₄ და სხვ. ცოცხალი ორგანიზმების დახოცვის მიზეზი ხდებიან.

მდინარე მტკვარი, რომელიც რესპუბლიკაში მტკნარი წყლის ერთ-ერთ ძირითად წყაროს წარმოადგენს, ძლიერ ბინძურდება საყოფაცხოვრებო და კომუნალური ნარჩენებით. საქართველოს ტერიტორიაზე ორგანული და არაორგანული ნივთიერებებით დაბინძურებულ მტკნარ წყალს არ შეუძლია აღიდგინოს თავისი ბუნებრივი მდგომარეობა 100-125 კმ-ის მანძილზე, გაზახის რაიონის სოფელ შიხლიმდე.

ერთ-ერთი ფაქტორი, რომელიც გავლენას ახდენს ჰიდროსფეროში ცოცხალი სამყაროს ცხოველქმედებაზე არის “სითბური დაბინძურება”. მსგავსი დაბინძურების წყაროები – ეს ძირითადად წყლის აუზებთან ახლოს განლაგებული თბოელექტროსადგურებია (თეს), რომლებიც მუშაობენ მაზუთზე და სხვა საწვავზე. თბოელექტროსადგურების კოლექტორების გაგრილებისათვის გამოიყენება დიდი რაოდენობით წყალი. აუზიდან აღებული წყლის ტემპერატურა ზოგჯერ 40-45°C-ს აღწევს. ასეთი ტემპერატურის დროს ცოცხალი ორგანიზმების 60% იღუპება.

ნათესი მინდვრების პროდუქტებში, რომლებიც ირწყვებიან რადიოაქტიური ნივთიერებებით დაბინძურებული მდინარეების წყლებით, შეიძლება დაგროვდეს მავნე ნივთიერებების ადამიანის ორგანიზმისთვის სახიფათო დოზები. იმ ადამიანების ორგანიზმში, რომლებიც ასეთ პროდუქტებს იღებენ (განსაკუთრებით ჩანასახში), შეიძლება წარმოიქმნას საშინელი პათოლოგიური ცვლილებები, რომლებიც სიკვდილს გამოიწვევს.

დღეს წყლის გაუვნებელყოფის ყველაზე ეფექტურ და თანამედროვე მეთოდად ითვლება გაწმენდის მეთოდი ატომური ჟანგბადის გამოყენებით.

ამ მეთოდის დროს ჟანგბადის მოლეკულები გარდაიქმნიებიან ატომებად, რომლებიც ანადგურებენ წყალში არსებულ ბაქტერიებს, წყალმცენარეებს, ობის სოკოებს და ვირუსებს. ამგვარად ხდება ღია წყალსაცავების დაცვა დაბინძურებისგან. ატომური ჟანგბადი ასევე ადვილად ჟანგავს ბევრ ორგანულ და არაორგანულ ნაერთებს და მათ უსაფრთხო ნივთიერებებად გარდაქმნის.

¹ ანაერობული მიკრობები – ეს არის მიკროორგანიზმები, რომელთაც შეუძლიათ უჟანგბადო გარემოში გამრავლება.

24. ხსნადობა. ხსნარები

ერთი ან რამდენიმე ნივთიერების ნაწილაკების განაწილებას სხვა ნივთიერებათა ნაწილაკებს შორის გახსნის პროცესი ეწოდება. მის შედეგად მიღებულ ნარევეს დისპერსული სისტემები ეწოდება. ნივთიერებას, რომლის ნაწილაკები არის განაწილებული, ეწოდება **გახსნილი ნივთიერება** (დისპერსული ფაზა), ხოლო მათი გავრცელების არეს – **გამხსნელი** (დისპერსული არე).

გახსნა – ეს არა მარტო ფიზიკური პროცესია, არამედ ქიმიურიც. ანუ, ერთმანეთში ნივთიერებათა გახსნისას მიმდინარეობს ერთი ნივთიერების მეორეში არა უბრალო დანაწევრება და განაწილება (დიფუზია), არამედ ფიზიკურ პროცესთან ერთად გახსნილი ნივთიერების ნაწილაკებს და გამხსნელს შორის ხდება ქიმიური ურთიერთქმედებაც. წყალში ზოგიერთი ნივთიერებების (H_2SO_4 - გოგირდმჟავას, $NaOH$ – ნატრიუმის ჰიდროქსიდის და სხვ.) გახსნისას სითბოს გამოყოფა ზემოთქმულს ადასტურებს.

ერთგვაროვან სისტემებს, რომლებიც შედგებიან გახსნილი ნივთიერებისგან და გამხსნელისგან, ხსნარები ეწოდება.

ხსნარები შეიძლება იყოს თხევად, აირად და მყარ მდგომარეობაში. მაგალითად, მდინარეები, ტბები, ზღვები – ეს თხევადი ხსნარებია, აზოტის, ჟანგბადის და სხვა აირებისგან შედგენილი ჰაერი – აირადი ხსნარია, ხოლო თუჯი და ფოლადი, რომლებიც მიიღება მეტალების ერთმანეთში გახსნის შედეგად – მყარი ხსნარებია.

იმის გამო, რომ პრაქტიკულ ცხოვრებაში უფრო მეტად გამოიყენება წყალხსნარები – ხსნარები, რომლებიც მიიღება ნივთიერებათა წყალში გახსნის შედეგად, საუბარი შემდეგში მათ შესახებ იქნება.

ნივთიერებათა წყალში გახსნის უნარი არაერთნაირია. წყლის ერთნაირ რაოდენობასა და ერთნაირ პირობებში ზოგიერთი ნივთიერება იხსნება კარგად, ბოლომდე, სხვები – ცოტა, მესამენი – უმნიშვნელო რაოდენობით. მაგალითად, შევადაროთ 1000 გ (ან 1000 მლ) წყალში ოთახის ტემპერატურაზე ($20^{\circ}C$) შაქრის, სუფრის მარილის, კირის, თაბაშირის, ვერცხლის ქლორიდის ($AgCl$) და ბარიუმის სულფატის ($BaSO_4$) გახსნის უნარი.

ცხრილი 10

ზოგიერთი ნივთიერების წყალში გახსნის უნარი

სუფრის მარილი $NaCl$	შაქარი $C_{12}H_{22}O_{11}$	ჩამქრალი კირი $Ca(OH)_2$	თაბაშირი $CaSO_4 \cdot 2H_2O$	$AgCl$	$BaSO_4$
359	2040	1,6	2,06	0,002	0,003

აქ სუფრის მარილი და შაქარი კარგად ხსნადი, კირი და თაბაშირი – მცირედ ხსნადი, ხოლო ვერცხლის ქლორიდი და ბარიუმის სულფატი – პრაქტიკულად უხსნადი ნივთიერებებია. **მთლიანობაში, თუ 1000 მლ (1ლ) წყალში გაიხსნა 10 გ-ზე მეტი ნივთიერება, მათ კარგად ხსნადებს უწოდებენ, 10–0,01 გ –**

მცირედხსნადებს, 0,01-ზე ნაკლები – პრაქტიკულად უხსნად ნივთიერებებს.

თუ ხსნარის გარკვეულ მოცულობაში ოთახის ტემპერატურაზე ნივთიერება მცირე რაოდენობითაა წარმოდგენილი, ასეთ ხსნარს განზავებული ეწოდება, ხოლო დიდი რაოდენობის შემთხვევაში – კონცენტრირებული. მაგალითად, წყლის 1 ჭიქაში (170 გ) 1-2 ნაჭერი შაქრის (10–20 გ) გახსნისას მიღებულ ხსნარს განზავებული ეწოდება, ხოლო 4-5 ნაჭერი (40-50 გ) და მეტი შაქრის გახსნისას – კონცენტრირებული.

გახსნილი ნივთიერების რაოდენობის გამოსახვისთვის გამოიყენება აგრეთვე ნაჯერი და ზენაჯერი ხსნარების ცნებები.

ხსნარს, რომელშიც გარკვეული ტემპერატურის პირობებში ნივთიერებას აღარ აქვს გახსნის უნარი, ნაჯერი ხსნარი ეწოდება.

ხსნარს, რომელშიც გარკვეული ტემპერატურის პირობებში ნივთიერების კიდევ რაღაც ნაწილს აქვს გახსნის უნარი, უჯერი ხსნარი ეწოდება.

გასახსნელი ნივთიერების დამატება ხდება თანდათანობით ნაჯერი ხსნარის შეთბობით. ამის შემდეგ, მიღებული ხსნარის გაცივებისას საწყისი ხსნარის ტემპერატურამდე, მიიღება ზენაჯერი ხსნარი.

გასახსნელი ნივთიერების რაოდენობა ზენაჯერ ხსნარებში უფრო მეტია, ვიდრე ნაჯერ ხსნარებში. მაგრამ ზენაჯერი ხსნარები ძალიან არამდგრადია. ასეთი ხსნარები მაშინვე იშლებიან გარეგანი ზემოქმედებით და გარდაიქმნიებიან ნაჯერ ხსნარად.

თუ წყლის ჭიქაში ოთახის ტემპერატურაზე (20°C) იხსნება 1, 2, 3 ნაჭერი შაქარი და არის მასში შაქრის კიდევ რაღაც რაოდენობის გახსნის შესაძლებლობა, ეს ნიშნავს, რომ გვაქვს უჯერი ხსნარი. შაქრის ნაჭრების რაოდენობის გაზრდით და მორევით ვაგრძელებთ მათ გახსნას. თუ ჭიქის ძირზე მორევის დროსაც რჩება გაუხსნელი შაქარი, მიღებულ ხსნარს **ნაჯერს** უწოდებენ.

არ შეიძლება ერთმანეთში აგვერიოს „ნაჯერი ხსნარის“ და „კონცენტრირებული ხსნარის“ ცნებები. ნაჯერი შეიძლება ეწოდოს ხსნარს, რომელიც განზავებულია მცირედხსნადი ნივთიერების მცირე რაოდენობასთან.

წყალში მცირედხსნადი ნივთიერებების (ნალექების) ნაჯერ ხსნარებს განზავებული ეწოდება, ხოლო წყალში კარგად ხსნადი ნივთიერებების ნაჯერ ხსნარებს – კონცენტრირებული ხსნარები ეწოდება.

იმ ნივთიერებათა ხსნარების მომზადება, რომლებიც წყალთან შედიან რეაქციაში და ახალ ნივთიერებებს, აგრეთვე ნალექს, წარმოქმნიან, შეუძლებელია.

ხსნადობის კოეფიციენტი. ნივთიერებათა გახსნის უნარს გამოსახავენ ხსნადობის კოეფიციენტით.

1000 მლ (1 ლ) გამხსნელში გარკვეული ტემპერატურის პირობებში გახსნილი ნივთიერების მაქსიმალურ რაოდენობას გრამებში ეწოდება ხსნადობის კოეფიციენტი.

ხსნადობის კოეფიციენტი აღინიშნება K_p ნიშნით, მისი განზომილების ერთეულია გ/ლ. თუ 1 ლ წყალში ოთახის ტემპერატურაზე (20°C) იხსნება 359 გ სუფრის მარილი, 1,6 გ კირი, $2 \cdot 10^{-3}$ გ ვერცხლის ქლორიდი, მაშინ შეიძლება ჩავიწეროთ:

$$K_p (\text{NaCl}) = 359 \quad / \quad ; \quad K_p [\text{Ca}(\text{OH})_2] = 1,6 \quad / \quad ; \\ K_p (\text{AgCl}) = 2 \cdot 10^{-3} \quad / \quad 0,002 \quad /$$

ხსნადობის კოეფიციენტი შეიძლება გამოითვალოს შემდეგი ფორმულით: ვინაიდან $\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ გ/ლ}$, $m_{\text{წყლის}} = V_{\text{წყლის}}$

$$K_p = \frac{m_{\text{გახსნილი ნივთიერების}}}{m_{\text{წყლის}}} \cdot 1000 \text{ или } K_p = \frac{m_{\text{გახსნილი ნივთიერების}}}{m_{\text{ხსნარი}} - m_{\text{გახსნილი ნივთიერების}}} \cdot 1000$$

მაგალითად, 20°C ტემპერატურის პირობებში 1000 მლ წყალში მაქსიმალურად შეიძლება გაიხსნას 2040 გ შაქარი. ეს ნიშნავს, რომ 20°C ტემპერატურის პირობებში შაქრის ხსნადობის კოეფიციენტი ტოლია 2040 გ/ლ-ს.

$$K_p = \frac{2040}{1000} \cdot 1000 = 2040 \text{ გ/ლ.}$$

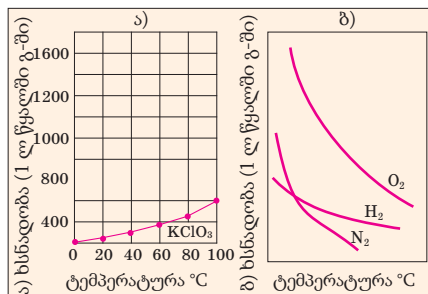
ნივთიერებათა ხსნადობის კოეფიციენტი იცვლება ტემპერატურაზე დამოკიდებულებით. ტემპერატურის ზრდასთან ერთად უმრავლესი მყარი ნივთიერების წყალში ხსნადობის კოეფიციენტი იზრდება, ხოლო აირების ხსნადობა, პირიქით, მცირდება. აირების ხსნადობა წყალში პირდაპირ-პროპორციულია წნევის. მაღალი წნევის პირობებში გაზები წყალში უკეთესად იხსნებიან. ეს შეიძლება აღმოვაჩინოთ მინერალური წყლით სავსე ბოთლების გახსნისას მასში წნევის ქვეშ გახსნილი ნახშირორჟანგით. ამ მომენტში წყალში დიდი რაოდენობით წნევის ქვეშ გახსნილი ნახშირორჟანგი წამიერად გამოეყოფა ხსნარს და აქროლდება.

მარილების უმრავლესობის წყალში გახსნა წარმოადგენს ენდოთერმულ პროცესს და ამიტომ ტემპერატურის ზრდასას მარილების ხსნადობა იზრდება. ვინაიდან წყალში აირების და ტუტეების გახსნა ჩვეულებრივად ეგზოთერმული პროცესია, ტემპერატურის გაზრდით მათი ხსნადობა მცირდება. ხსნადობის დამოკიდებულება ტემპერატურაზე ნაჩვენებია ხსნადობის მრუდის დახმარებით (ნახ. 23).

ხსნადობის მრუდების დახმარებით შეიძლება ნივთიერებათა ხსნადობის კოეფიციენტების დადგენა სხვადასხვა ტემპერატურებზე. წყალში მყარი და თხევადი ნივთიერებების გახსნისას სისტემის მოცულობა მნიშვნელოვნად არ იცვლება. მაგრამ წყალში აირების გახსნა მიმდინარეობს სისტემის მოცულობის შემცირებით. ამის შედეგად წნევის გაზრდა იწვევს აირების ხსნადობის ზრდას.

ზოგიერთი ნივთიერების (ბენზინის, ნავთის, მცენარეული ზეთების, თიხის და სხვ.) წყალთან შერევისას, როგორც ეს ზევით იყო აღნიშნული, მიიღება არა

ჩვეულებრივი ხსნარები, არამედ ნარევები, რომელთაც **შეწონილი** ეწოდება. შეწონილ ნარევეში ნივთიერების წყალში განაწილებული ნაწილაკები ჩანან შეუიარაღებელი თვალით, ვინაიდან მათი ზომები 100 ნმ-ზე მეტია. ჩვეულებრივ ხსნარებში კი გახსნილი ნივთიერების ნაწილაკები შედგებიან მოლეკულებისა და იონებისაგან, რის გამოც მათი დანახვა მიკროსკოპითაც შეუძლებელია (მათი ზომები 1 ნმ-ზე ნაკლებია).



ნახ. 23. ხსნადობის მრუდები
ა) მყარი ნივთიერების; ბ) აირების

არსებობს ორი სახის შეწონილი ნარევები: სუსპენზიები და ემულსიები. შეწონილ ნარევებს, რომლებშიც მყარი ნივთიერებების ნაწილაკები თანაბრად არის განაწილებული წყლის მოლეკულებს შორის, სუსპენზიები ეწოდება. თიხის, კირის, ცარცის ნარევები წყალთან ქმნიან სუსპენზიებს.

შეწონილ ნარევებს, რომლებშიც სითხის ნაწილაკები თანაბრად არის განაწილებული წყლის მოლეკულებს შორის, ემულსიები ეწოდება. ემულსიები მაგალითებია მცენარეული ზეთის, ბენზინის, ნავთობის ნარევები წყალთან.

სისტემებს, რომლებშიც გახსნილი ნივთიერების ნაწილაკების ზომები შეადგენენ 1–100 ნმ, კოლოიდური ხსნარები ეწოდება. კოლოიდური ხსნარების მაგალითებია წებო, სახამებლის ხსნარი ცხელ წყალში და სხვ.

ცოდნისა და უნარების შემოწმება

1. რომელი ნივთიერებების ნაჯერი ხსნარებია განზავებული, და რომლებსა – კონცენტრირებული? ა) სუფრის მარილი (NaCl); ბ) BaSO₄; გ) შაქარი (C₁₂H₂₂O₁₁); დ) ნატრიუმის ჰიდროქსიდი (NaOH); ე) კირქვა CaCO₃. 2. 20°C ტემპერატურაზე 30 გ წყალში გახსნილია 30 გ მარილი. ამ ხსნარის ხსნადობის კოეფიციენტი 20°C ტემპერატურაზე არის: ა) 500 გ/ლ; ბ) 1000 გ/ლ; გ) 1500 გ/ლ. ამათგან რომელი ხსნარებია ნაჯერი, უჯერი და ზენაჯერი? 3. რომელი ნივთიერებების გახსნა არის ენდოთერმული, და რომლებსა – ეგზოთერმული პროცესი? ა) NaOH; ბ) HCl; გ) Na₂SO₄; დ) HBr; ე) CaCl₂.

25. ხსნარების კონცენტრაციის გამოსახვა. გახსნილი ნივთიერების მასური წილი

ხსნარის გარკვეულ მოცულობაში (ან მასაში) გახსნილი ნივთიერების მასას და როდენობას ეწოდება მისი კონცენტრაცია. კონცენტრაცია განისაზღვრება სხვადასხვა მეთოდებით.

გახსნილი ნივთიერების მასური წილი. გახსნილი ნივთიერების მასის შეფარდებას ხსნარის მასასთან გახსნილი ნივთიერების მასური წილი ეწოდება.

იგი აღინიშნება ω (ომეგა) ასოთი. თუ გახსნილი ნივთიერების მასას აღვნიშნავთ m_x-ით, ხოლო ხსნარის მასას m_p-თი, მაშინ გახსნილი ნივთიერების მასური წილის გააგარიშება შეიძლება შემდეგი ფორმულით:

$$\omega = \frac{m_x}{m_p} ; \text{ რადგან } m_p = m_x + m_{\text{წყლის}}, \text{ მაშინ } \omega = \frac{m_x}{m_x + m_{\text{წყლის}}} .$$

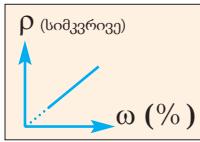
გახსნილი ნივთიერების მასური წილი გამოისახება წილებში 1 (0–1).

თუ მიღებულ განაყოფს გავამრავლებთ 100-ზე, მაშინ მასური წილი გამოსახული იქნება პროცენტებში:

$$\omega(\%) = \frac{m_x}{m_p} \cdot 100\% \text{ ან } \omega(\%) = \frac{m_x}{m_x + m_{\text{წყლის}}} \cdot 100\%$$

რადგან $m_x = v(x) \cdot M(x)$, მაშინ $\omega(\%) = \frac{v(x) \cdot M(x)}{m_p} \cdot 100\%$.

ვინაიდან $\rho_p = \frac{m_p}{V_p}$; $m_p = \rho_p \cdot V_p$, მაშინ $\omega(\%) = \frac{m_x}{\rho_p \cdot V_p} \cdot 100\%$.



ρ_p – ხსნარის სიმკვრივე, V_p – ხსნარის მოცულობა, რომელიც ყოველთვის იზომება მლ-ში. კონცენტრაციის გაზრდით იზრდება ხსნარების სიმკვრივეც.

100 გრამ ხსნარში გახსნილი ნივთიერების რაოდენობას (გრამებში) ეწოდება ხსნარის პროცენტული კონცენტრაცია.

მაგალითად, 20%-იანი ხსნარი ნიშნავს, რომ 100 გ ხსნარი შეიცავს 20 გ გახსნილ ნივთიერებას, 100-20=80 გ გამხსნელს. ვინაიდან $\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1$ გ/მლ, მაშინ $m_{\text{წყლის}} = V_{\text{წყლის}}$.

ხსნარის პროცენტული კონცენტრაცია გამოისახება სიდიდით 0-დან-100%-მდე. განვიხილოთ რიგი ამოცანების ამოხსნები აღნიშნული ფორმულების გამოყენებით.

ამოცანა 1. გამოიანგარიშეთ მარილის მასა 500 მლ 20%-იან მარილის ხსნარში, რომლის სიმკვრივეა 1,2 გ/მლ.

ამოხსნა: $m_p = \rho \cdot V = 1,2 \cdot 500 = 600$ გ; $\omega(\%) = \frac{m_x}{m_p} \cdot 100\%$

ფორმულის მიხედვით $20(\%) = \frac{m_x}{600} \cdot 100\%$; $m_x = 120$ გ მარილი.

ნებისმიერი ნივთიერების ხსნარში წყლის დამატებისას ხსნარის კონცენტრაცია მცირდება. მიღებული ხსნარის კონცენტრაცია გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$m_1 \cdot \omega_1 = m_2 \cdot \omega_2$ ან $m_1 \cdot \omega_1 = (m_1 + m_{\text{წყლის}}) \cdot \omega_2$; ω_2 – მიღებული ხსნარის კონცენტრაცია.

ამოცანა 2. გამოიანგარიშეთ მიღებული ხსნარის პროცენტული კონცენტრაცია 80 გ 25%-იან მარილხსნარში 20 მლ წყლის დამატებისას.

ამოხსნა: ზემოთმოყვანილი ფორმულის მიხედვით: $80 \cdot 25 = (80 + 20) \cdot \omega_2$; $\omega_2 = 20\%$.

ნებისმიერი ხსნარიდან წყლის აორთქლებისას მიღებული ხსნარის კონცენტრაცია იზრდება. საბოლოო ხსნარის კონცენტრაცია გამოითვლება ფორმულით: $m_1 \cdot \omega_1 = (m_1 - m_{\text{წყლის}}) \cdot \omega_2$.

ამოცანა 3. რამდენი გრამი წყალი უნდა აორთქლდეს 300 გ 20%-იანი მარილხსნარიდან 60%-იანი ხსნარის მოსამზადებლად?

ამოხსნა: $m_1 \cdot \omega_1 = (m_1 - m_{\text{წყლის}}) \cdot \omega_2$ ფორმულის თანახმად,

$300 \cdot 20 = (300 - m_{\text{წყლის}}) \cdot 60$; აქედან: $m_{\text{წყლის}} = 200$ გ.

აირების ხსნარის გაცხელებისას გახსნილი გაზი გამოიყოფა და ხსნარის კონცენტრაცია მცირდება. ხსნარის კონცენტრაციის შემცირების ასეთივე სურათი შეინიშნება ეთილის სპირტის წყალხსნარის გაცხელებისას. ეს დაკავშირებულია იმასთან, რომ ეთილის სპირტს აქვს დუდილის უფრო დაბალი ტემპერატურა, ვიდრე წყალს, და რომ ასეთი ხსნარის გაცხელებისას პირველ რიგში აორთქლდება

სპირტი, მარილების, ტუტეების, H₂SO₄-ის, H₃PO₄-ის ხსნარების გაცხელებისას ხსნარებიდან გამოიყოფა წყალი და ხსნარის კონცენტრაცია იზრდება.

ხსნარის პროცენტული კონცენტრაცია ნაჯერ ხსნარში ხსნადობის კოეფიციენტის მიხედვით გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$\omega = \frac{K_p}{K_p + 1000} \cdot 100\%$$

ხსნარის პროცენტული კონცენტრაციის საფუძველზე ხსნადობის კოეფიციენტი გამოითვლება შემდეგნაირად:

$$K_p = \frac{\omega}{100 - \omega} \cdot 1000$$

საბოლოო ხსნარის კონცენტრაცია სხვადასხვა კონცენტრაციის და ერთი და იგივე ნივთიერების სხვადასხვა მასის ხსნარების შერევისას გამოიანგარიშება შემდეგი ფორმულით: $m_1 \cdot \omega_1 + m_2 \cdot \omega_2 + \dots = (m_1 + m_2 + \dots)$ ასაბოლოო. საბოლოო ხსნარის კონცენტრაცია ნივთიერებათა ნებისმიერ ხსნართან იმავე ხსნარის დამატებისას გამოითვლება შემდეგი ფორმულით: $m_1 \cdot \omega_1 + m_2 \cdot 100 = (m_1 + m_2)$

• ასაბოლოო

ამოცანა 4. გამოითვალეთ პროცენტებში მიღებული ხსნარის კონცენტრაცია NaCl-ის 20%-იანი ხსნარის 200 გ-თან 50 გ NaCl-ის დამატებისას.

ამოხსნა: ზემოთმოყვანილი ფორმულის მიხედვით: $200 \cdot 20 + 50 \cdot 100 = (200 + 50)$

• ასაბოლოო; აქედან ასაბოლოო = 36%.

შერეული ხსნარების მასური თანაფარდობა შეიძლება განისაზღვროს პაკეტის (ჯვარედინი) მეთოდითაც. როცა $\omega_1 > \text{ასაბოლოო} > \omega_2$ შერეული ხსნარების მასური



როცა $\omega_1 < \text{ასაბოლოო} < \omega_2$ შერეული ხსნარების მასური



თუ რომელიმე ხსნარის წყალთან შერევისას მათი მასური თანაფარდობა ცნობილია, მიღებული ხსნარის პროცენტული კონცენტრაცია შეიძლება გამოითვალოს შემდეგი მეთოდით. საწყისი ხსნარის მასური თანაფარდობის შესაბამისი რიცხვი უნდა გამრავლდეს მის კონცენტრაციაზე და გაიყოს თანაფარდობაში რიცხვების ჯამზე.

ამოცანა 5. გამოიანგარიშეთ მიღებული ხსნარის კონცენტრაცია პროცენტებში, თუ NaOH-ის 40%-იანი ხსნარისა და დამატებული წყლის მასური თანაფარდობა შეადგენს 2:3.

ამოხსნა:

$$\text{ასაბოლოო} = \frac{2 \cdot 40}{2 + 3} = \frac{80}{5} = 16\%$$

საბოლოო ხსნარის კონცენტრაცია ერთი და იმავე ნივთიერების ერთნაირი მასისა და სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარების შერევისას გამოითვლება

$$\text{ფორმულით: } \omega_{\text{საბოლოო}} = \frac{\omega_1 + \omega_2 + \dots}{n_{\text{ხსნარების რაოდენობა}}}$$

ხსნადობის კოეფიციენტის მიხედვით ხსნარის სახეობის განსაზღვრის წესი.

თუ ამოცანის მიხედვით გარკვეულ ტემპერატურაზე გაანგარიშებული ხსნადობის კოეფიციენტი ემთხვევა ამოცანის პირობაში მოყვანილ ხსნადობის კოეფიციენტს, მაშინ ხსნარი ითვლება ნაჯერად, თუ ის ნაკლებია – უჯერად.

ამოცანა 6. თუ 20°C ტემპერატურის პირობებში 200 გ ნაჯერი ხსნარის მისაღებად აღებული იყო 40 გ მარილი, გაარკვიეთ იმავე ტემპერატურაზე შემდეგი ხსნარების სახეობები: 1) 100 გ 25%-იანი ხსნარი; 2) 100 გ 15%-იანი ხსნარი და 3) 100 გ 20%-იანი ხსნარი.

ამოხსნა:

$$20^{\circ}\text{C-ზე } K_p = \frac{40}{200-40} \cdot 1000 = \frac{40}{160} \cdot 1000 = 250 \text{ გ/ლ}$$

$$1) K_p = \frac{25}{75} \cdot 1000 = \frac{1}{3} \cdot 1000 > 250 \text{ გ/ლ ზენაჯერი ხსნარი.}$$

$$2) K_p = \frac{15}{85} \cdot 1000 < 250 \text{ გ/ლ უჯერი ხსნარი.}$$

$$3) K_p = \frac{20}{80} \cdot 1000 = 250 \text{ გ/ლ ნაჯერი ხსნარი.}$$

26. ხსნარის მოლური კონცენტრაცია

ხსნარის კონცენტრაციის გამოხატვის ერთ-ერთ ფორმას წარმოადგენს აგრეთვე ხსნარის მოლური კონცენტრაცია.

როგორც ცნობილია, ქიმიურ რეაქციებში ერთმანეთთან ურთიერთქმედებენ არა ნივთიერებათა მასები, არამედ მათი ნაწილაკები. თანაც, პრაქტიკაში ხდება ხსნარების არა მასების, არამედ მათი მოცულობის გაზომვა. ერთნაირი მოცულობის ხსნარებში გახსნილი ნივთიერების რაოდენობის ცოდნისას უფრო ადვილია მათი კონცენტრაციების შედარება. ამის შედეგად უფრო მოსახერხებელია ხსნარის გარკვეულ მოცულობაში გახსნილი ნივთიერების კონცენტრაციის გამოსახვა მოლების რიცხვით ერთეულ მოცულობაში.

გახსნილი ნივთიერების რაოდენობის შეფარდებას ხსნარის მოცულობასთან ლიტრებში ეწოდება მოლური კონცენტრაცია.

$$C_p = \frac{V_{\text{ნივთ.}}}{V_{\text{ხსნარის}}} ; \text{ თუ } v = \frac{m}{M} , \text{ მაშინ } C_p = \frac{m}{M \cdot V} , \text{ სადაც}$$

$V_{\text{ნივთ.}}$ – გახსნილი ნივთიერების მოლური რაოდენობა ანუ მოლელების რაოდენობა;

V – ხსნარის მოცულობა, ლიტრებში; M – მოლური მასა, გ/მოლი; C – მოლური კონცენტრაცია;

მოლური კონცენტრაცია გვიჩვენებს, თუ ნივთიერების რამდენი მოლია გახსნილი ხსნარის 1 ლ-ში (ან 1000 მლ-ში).

მოლური კონცენტრაცია მოლი/ლ-ის მაგივრად ხშირად აღინიშნება ასოთი M .

თუ ხსნარის მოლური კონცენტრაცია ტოლია 1 მოლი/ლ-ს, მას უბრალოდ მოლურ ხსნარს უწოდებენ (გამოსახება 1M-ით), ხოლო 0,1 მოლი/ლ-ის შემთხვევაში – დეციმოლურ ხსნარს უწოდებენ (0,1M).

ამოცანა 1. გამოიანგარიშეთ გახსნილი ნივთიერების მოლური მასა (გ/მოლში), თუ 130 გ 3M ხსნარი, რომლის სიმკვრივეა 1,3 გ/მლ, შეიცავს 13,8 გ გახსნილ ნივთიერებას.

ამოხსნა:

$$\text{ფორმულის თანახმად } \rho = \frac{m_p}{V_p} \quad V_p = \frac{m_p}{\rho_p} = \frac{130}{1,3} = 100 \text{ მლ} = 0,1 \text{ ლ};$$

$$\text{ფორმულის თანახმად } C_p = \frac{m}{M \cdot V} \quad M = \frac{m}{C_p \cdot V} = \frac{13,8}{3 \cdot 0,1} = 46 \text{ გ/მოლი}.$$

ხსნარში წყლის დამატებისას მიღებული ხსნარის მოლური კონცენტრაცია გამოითვლება შემდეგნაირად. აქ არ არის საჭირო ხსნარის მოცულობის აღება ლიტრებში: $C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot (V_1 + V_{\text{წყალი}})$.

ხსნარიდან წყლის აორთქლებისას მიღებული ხსნარის მოლური კონცენტრაცია გამოიანგარიშება შემდეგი ფორმულით: $C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot (V_1 - V_{\text{წყლის}})$.

ერთი და იმავე ნივთიერების ერთნაირი მოცულობის და სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარების შერევისას მიღებული ხსნარის მოლური კონცენტრაციის გაანგარიშებისას საჭიროა შესარევი ხსნარების კონცენტრაციების ჯამი გაიყოს შესარევი ხსნარების რაოდენობაზე.

$$C_{\text{საბოლოო}} = (C_1 + C_2 + \dots) / n (\text{ხსნარების რაოდენობა})$$

ერთი და იმავე ნივთიერების სხვადასხვა მოცულობის და სხვადასხვა კონცენტრაციების ხსნარების შერევისას მიღებული ხსნარის კონცენტრაცია გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$C_1 \cdot V_1 + C_2 \cdot V_2 + \dots = C_{\text{საბოლოო}} \cdot V_{\text{საბოლოო}}; \quad V_{\text{საბოლოო}} = V_1 + V_2 + \dots$$

თუ ხსნარის სიმკვრივე ცნობილია, მაშინ მოლური კონცენტრაცია შეიძლება

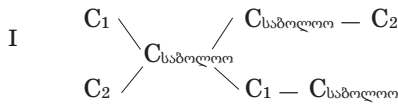
$$\text{გადავიყვანოთ პროცენტულ კონცენტრაციაში და პირიქით: } C_p = \frac{\rho \cdot \omega \cdot 10}{M}.$$

ამოცანა 2. გამოიანგარიშეთ 1,2 გ/მლ 6M NaOH ხსნარის კონცენტრაცია პროცენტებში: $M_{\text{NaOH}} = 40$ გ/მოლი.

ამოხსნა:

$$\omega = \frac{C_p \cdot M}{\rho \cdot 10} = \frac{6 \cdot 40}{1,2 \cdot 10} = 20\%$$

პაკეტური მეთოდი, რომელიც ეხება პროცენტულ კონცენტრაციას, შეიძლება მივუყენოთ აგრეთვე მოლურ კონცენტრაციასაც.



როცა $C_1 > C_{\text{საბოლოო}} > C_2$

როცა $C_1 < C_{\text{საბოლოო}} < C_2$

I. ამ შემთხვევაში შესარევი ხსნარების მოცულობითი თანაფარდობა იქნება:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{C_{\text{საბოლოო}} - C_2}{C_1 - C_{\text{საბოლოო}}}$$

II. შესარევი ხსნარების მოცულობითი თანაფარდობა იქნება:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{C_2 - C_{\text{საბოლოო}}}{C_{\text{საბოლოო}} - C_1}$$

ცოდნისა და უნარების შემოწმება

1.

ნაჯერი ხსნარის მასა (გ-ში)	მარილის მასა, რომელიც რჩება სრული აორთქლების შემდეგ (გ-ში)	მარილის ხსნადობის კოეფიციენტი (გ/ლ)
300	60	X

განსაზღვრეთ X.

2. გამოიანგარიშეთ 180 გ წყალში 20 გ NaOH-ის გახსნისას მიღებული ხსნარის კონცენტრაცია პროცენტებში.

3.

ხსნარის კონცენტრაცია (%-ში)	წყალი, აღებული ხსნარის მოსამზადებლად (გ-ში)	შაქრის მასა (გ-ში), აღებული ხსნარის მოსამზადებლად
25	90	X

განსაზღვრეთ X

4.

ნაჯერი ხსნარის მასა	ხსნარის კონცენტრაცია პროცენტებში	მარილის ხსნადობის კოეფიციენტი (გ/ლ)
200	X	1000

განსაზღვრეთ X.

5.

ერთი ნივთიერების შესარევი ხსნარების კონცენტრაცია პროცენტებში	შესარევი ხსნარების მასა (გ-ში)	შერევის შედეგად მიღებული ხსნარის კონცენტრაცია (პროცენტებში)
20	m	X
40	m	

განსაზღვრეთ X.

6.	ერთნაირი მარილის შესარევი ხსნარები		შერევის შედეგად მიღებული ხსნარის კონცენტრაცია (%-ში)
	მასა გრამებში	კონცენტრაცია (%-ში)	y
	20	X	
40	3X		

განსაზღვრეთ Y.

7. გამოიანგარიშეთ 240 გ 50%-იან ხსნართან 260 გ წყლის მიმატებისას მიღებული ხსნარის კონცენტრაცია პროცენტებში. 8. გამოიანგარიშეთ 200 გ 20%-იანი ხსნარიდან 100 გ წყლის აორთქლებისას მიღებული ხსნარის კონცენტრაცია პროცენტებში.

9.	ა (ნაჯერი ხსნარი); %-ში	K _p ; გ/ლ
	X	250

განსაზღვრეთ X

10. განსაზღვრეთ იმ ხსნარის მოლური კონცენტრაცია, რომელიც მიიღება 100 მლ 3M KOH ხსნარის შერევისას 200 მლ 6M KOH ხსნართან. 11. გამოიანგარიშეთ იმ ხსნარის მოლური კონცენტრაცია, რომელიც მიიღება "ა" მლ 4M NaOH ხსნარის შერევისას "ა" მლ 2M NaOH-თან. 12. გამოიანგარიშეთ იმ ხსნარის მოლური კონცენტრაცია, რომელიც მიღებულია 200 მლ 2M მარილის ხსნარიდან 40 გ წყლის აორთქლების შემდეგ. 13. გამოიანგარიშეთ იმ ხსნარის მოლური კონცენტრაცია, რომელიც მიიღება 200 მლ 6M მარილის ხსნართან 50 მლ წყლის მიმატებისას.

პრაქტიკული მეცადინეობა 3. საჭირო კონცენტრაციის ხსნარის მომზადება

I. ნივთიერების გარკვეული მასური წილის მქონე მარილის ხსნარის მომზადება

1) მასწავლებლისგან დავალების მიღების შემდეგ გამოიანგარიშეთ, რამდენი მარილი და წყალი იქნება საჭირო ნივთიერების გარკვეული მასური წილის მქონე ხსნარის მოსამზადებლად.

2) აწონეთ სასწორზე მარილი (გაიხსენეთ ფიზიკის კურსიდან სასწორზე აწონის წესები) და მოათავსეთ ის კოლბაში.

3) გამოზომეთ საჭირო მოცულობის გამოხდილი წყალი (გაიხსენეთ სითხეების მოცულობის გაზომვის წესები) და ჩაასხით მარილის შემცველ კოლბაში. ანჯღრიეთ კოლბა, ვიდრე მარილი სრულად არ გაიხსნება წყალში.

II. მოცემული მოლური კონცენტრაციის მარილის ხსნარის მომზადება

1) მასწავლებლისგან დავალების მიღების შემდეგ გამოიანგარიშეთ მარილის მასა, რომელიც აუცილებელია მოცემული მოლური კონცენტრაციის ხსნარის მოსამზადებლად.

2) აწონეთ მარილის საჭირო მასა და მოათავსეთ კოლბაში.

3) დაამატეთ კოლბაში ცოტა წყალი და ანჯღრიეთ, სანამ მარილი ბოლომდე არ გაიხსნება. შემდეგ დაამატეთ კოლბაში წყლის საჭირო რაოდენობა.

KİMYA 7
Ümumtəhsil məktəblərinin 7-ci sinfi üçün
Kimya fənni üzrə
DƏRSLİK
(Gürcü dilində)

Tərtibçi heyət:

Müəlliflər *Mütəllim Məhərrəm oğlu Abbasov*
Vaqif Məhərrəm oğlu Abbasov
Nasim Əjdər oğlu Abışov
Vəli Səfər oğlu Əliyev

Tərcümə **“İNTELEQTİ”**

Redaktor *Gülər Mehdiyeva*
Bədii və texniki redaktor *Abdulla Ələkbərov*
Dizaynerlər *Səbinə Məmmədova*
Təhmasib Mehdiyev

Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyinin
24.07.2014-cü il tarixli 842 №-li
əmrilə təsdiq edilmişdir.

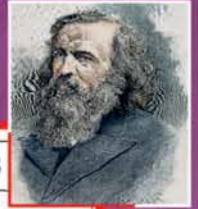
© Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi — 2017

Müəlliflik hüquqları qorunur. Xüsusi icazə olmadan bu nəşri və yaxud onun hər hansı hissəsini yenidən çap etdirmək, surətini çıxarmaq, elektron informasiya vasitələri ilə yaymaq qanuna ziddir.

Hesab-nəşriyyat həcmi 5,7. Fiziki çap vərəqi 6,0. Formatı 70x100 1/16.
Səhifə sayı 96. Ofset kəcizə. Ofset çapı.
Tiraj 200. Pulsuz. Bakı—2017.

«Aspoliqraf LTD» MMC
Bakı, AZ 1052, F.Xoyski küç., 149

PULSUZ



Dövrlər	A I B	D.İ.Mendeleyevin kimyəvi elementlərin dövrü sistemi						A VII B	A VIII	B
1	(H)							H ¹ _{1,00794} Hydrogenium HİDROJEN	He ² _{4,002602} Helium HELİUM	
2	Li ³ _{6,941} LİTİUM	Be ⁴ _{9,01218} BERİLİUM	B ⁵ _{10,811} BOR	C ⁶ _{12,011} KARBONUM KARBON	N ⁷ _{14,0067} Nitrogenium AZOT	O ⁸ _{15,9994} Oxygenium OKSİJEN	F ⁹ _{18,998403} Fluorum FLÜOR	Ne ¹⁰ _{20,179} Neon NEON		
3	Na ¹¹ _{22,98977} Natrium NATRİUM	Mg ¹² _{24,305} Magnesium MAQNEZİUM	Al ¹³ _{26,98154} Aluminium ALÜMİNİUM	Si ¹⁴ _{28,0855} Silicium SİLİSİUM	P ¹⁵ _{30,97376} Phosphorium FOSFOR	S ¹⁶ _{32,066} Sulfur KÜKÜRD	Cl ¹⁷ _{35,453} Chlorum XLOR	Ar ¹⁸ _{39,948} Argon ARQON		
4	K ¹⁹ _{39,0983} Kalium KALİUM	Ca ²⁰ _{40,078} Calcium KALSİUM	Sc ²¹ _{44,95591} Scandium SKANDİUM	Ti ²² _{47,88} Titanium TİTAN	V ²³ _{50,9415} Vanadium VANADİUM	Cr ²⁴ _{51,9961} Chromium XROM	Mn ²⁵ _{54,9380} Manganum MANQAN	Fe ²⁶ _{55,847} Ferrum DƏMİR	Co ²⁷ _{58,9332} Cobaltum KOBALT	Ni ²⁸ _{58,71} Niccolum NİKEL
	Cu ²⁹ _{63,546} Cuprum MİS	Zn ³⁰ _{65,39} Zincum SİNK	Ga ³¹ _{69,723} Gallium QALLİUM	Ge ³² _{72,59} Germanium GERMANİUM	As ³³ _{74,9216} Arsenicum ARSEN	Se ³⁴ _{78,96} Selenium SELEN	Br ³⁵ _{79,904} Bromum BROM	Kr ³⁶ _{83,80} Krypton KRİPTON		
5	Rb ³⁷ _{85,4678} Rubidium RUBİDİUM	Sr ³⁸ _{87,62} Strontium STRONSİUM	Y ³⁹ _{88,9059} Yttrium İTTİRİUM	Zr ⁴⁰ _{91,224} Zirconium SİRKONIUM	Nb ⁴¹ _{92,9064} Niobium NİOBİUM	Mo ⁴² _{95,94} Molybdaenum MOLİBDEN	Tc ⁴³ _[98] Technesium TEKNEZİUM	Ru ⁴⁴ _{101,07} Ruthenium RUTENİUM	Rh ⁴⁵ _{102,9055} Rhodium RODİUM	Pd ⁴⁶ _{106,42} Palladium PALLADİUM
	Ag ⁴⁷ _{107,8682} Argentum GÜMÜŞ	Cd ⁴⁸ _{112,41} Cadmium KADMİUM	In ⁴⁹ _{114,82} Indium İNDİUM	Sn ⁵⁰ _{118,710} Stannum QALAY	Sb ⁵¹ _{121,75} Stibium STİBİUM	Te ⁵² _{127,60} Tellurium TELLUR	I ⁵³ _{126,9045} Iodium YOD	Xe ⁵⁴ _{131,29} Xenon KSENON		
6	Cs ⁵⁵ _{132,9054} Cesium SEZİUM	Ba ⁵⁶ _{137,33} Barium BARIUM	La ⁵⁷ _{138,9055} Lanthanum LANTAN	Hf ⁷² _{178,49} Hafnium HAFNİUM	Ta ⁷³ _{180,9479} Tantalum TANTAL	W ⁷⁴ _{183,85} Wolframium VOLFRAM	Re ⁷⁵ _{186,207} Rhenium RENİUM	Os ⁷⁶ _{190,2} Osmium OSMİUM	Ir ⁷⁷ _{192,22} Iridium İRİDİUM	Pt ⁷⁸ _{195,08} Platinum PLATİN
	Au ⁷⁹ _{196,9665} Aurum QIZIL	Hg ⁸⁰ _{200,59} Hydrargyrum CİVƏ	Tl ⁸¹ _{204,383} Thallium TALLİUM	Pb ⁸² _{207,2} Plumbum QURĞUŞUN	Bi ⁸³ _{208,9804} Bismuthum BİSMUT	Po ⁸⁴ _[209] Polonium POLONNUM	At ⁸⁵ _[210] Astatium ASTAT	Rn ⁸⁶ _[222] Radon RADON		
7	Fr ⁸⁷ _[223] Francium FRANSİUM	Ra ⁸⁸ _[226] Radium RADİUM	Ac* ⁸⁹ _[227] Actinium AKTİNİUM	Rf ¹⁰⁴ _[261,11] Rutherfordium RUFERFORDİUM	Db ¹⁰⁵ _[262,11] Dubnium DUBNİUM	Sg ¹⁰⁶ _[263,12] Seaborgium SİBORGIUM	Bh ¹⁰⁷ _[264,12] Bohrium BORİUM	Hs ¹⁰⁸ _[267,13] Hassium HASSİUM	Mt ¹⁰⁹ _[268,14] Meitnerium MEİTNERİUM	110 []

Elementin işarəsi

Elementin sıra №-si

Niobi atom kütləsi

He²_{4,002602}
Helium
HELİUM

■ s-elementlər
■ p-elementlər
■ d-elementlər
■ f-elementlər

Baş oksidləri	R ₂ O	RO	R ₂ O ₃	RO ₂	R ₂ O ₅	RO ₃	R ₂ O ₇	RO ₄
Uçucu hidrogenli birləşmələri				RH ₄	RH ₃	RH ₂	RH	

Lantanoidlər	58 140,12 Ce Cerium SERİUM	59 140,9077 Pr Praseodymium PRAZEDİUM	60 144,24 Nd Neodymium NEODİUM	61 [145] Pm Promethium PROMETİUM	62 150,36 Sm Samarium SAMARIUM	63 151,96 Eu Europium EVROPİUM	64 157,25 Gd Gadolinium QADOLİNİUM	65 158,9254 Tb Terbium TERBİUM	66 162,50 Dy Dysprosium DISPROZİUM	67 164,9304 Ho Holmium HOLMİUM	68 167,26 Er Erbium ERBİUM	69 [168,934] Tm Thulium TULİUM	70 173,04 Yb Ytterbium İTTERBİUM	71 174,967 Lu Lutetium LUTESİUM
--------------	--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---

Aktinoidlər	90 232,0377 Th Thorium TORİUM	91 [231] Pa Protactinium PROTAKTİNİUM	92 238,0289 U Uranium URAN	93 [237] Np Neptunium NEPTUN	94 [244] Pu Plutonium PLUTON	95 [243] Am Americium AMERSİUM	96 [247] Cm Curium KÜRİUM	97 [247] Bk Berkelium BERKELİUM	98 [251] Cf Californium KALİFORNİUM	99 [251] Es Einsteinium EYNSTEYNIUM	100 [257] Fm Fermium FERMIUM	101 [258] Md Mendelevium MƏNDELEYEVİUM	102 [289,103] No Nobelium NOBELİUM	103 [260,105] Lr Lawrencium LOURENSİUM
-------------	---	---	--	--	--	--	---------------------------------------	---	---	---	--	--	--	--