

თინათინ ბუთხუზი, სოფიკო ფაცაცია,
მარინე კუჭუხიძე, თამარ ხატისაშვილი

ქ ი მ ი ა

VIII კლასი

მოსწავლის ნიგნი



გამომცემლობა „საქართველოს მაცნე“

გრიფმინიჭებულია საქართველოს განათლების, მეცნიერების,
კულტურისა და სპორტის სამინისტროს მიერ 2020 წელს

ქიმია, VIII კლასი

მოსწავლის წიგნი

ავტორები:

თინათინ ბუთხუზი, სოფიკო ფაცაცია,
მარინე კუჭუხიძე, თამარ ხატისაშვილი.

რედაქტორი: **ემზარ ლომიძე**

დიზაინერ-დამკაბადონებელი **ლია არევაძე**

გამომცემლობა „საქართველოს მაცნე“

მის: ქ. თბილისი, ე. მაღალაშვილის ქ. №5

ტელ: 568 10 54 67; 574 40 08 57

ელ. ფოსტა: saqmatsne@mail.ru, sakmacne@gmail.com

www.saqmatsne.ge

© გამომცემლობა „საქართველოს მაცნე“, 2020

© თინათინ ბუთხუზი, სოფიკო ფაცაცია, მარინე კუჭუხიძე, თამარ ხატისაშვილი.

გამოცემის წელი და რიგითობა 2020 წელი

ISBN 978-9941-16-729-4

სარჩევი

შესავალი	7
რას საქმიანობენ ქიმიკოსები.....	8
თავი 1 წყალი.....	9
1.1 ნივთიერებები ჩვენ ირგვლივ – წყალი	10
1.2 ნივთიერების აგრეგატული მდგომარეობა.....	12
1.3 აგრეგატული მდგომარეობის ცვლილება.....	14
1.4 ნივთიერების ფიზიკური თვისებები.....	16
1.5 ნივთიერების შედგენილობა – მოლეკულები და ატომები	18
1.6 ქიმიური ელემენტები	20
1.7 ნარევი და ნაერთი.....	22
1.8 წყლის მოლეკულა. წყლის ფიზიკური თვისებები	24
1.9 ალოტროპია	26
1.10 ვალენტობა.....	28
1.11 ქიმიური ფორმულა და ვალენტობა.....	30
1.12 ატომის მასის გამოსახვა	32
1.13 ნაერთში ელემენტის მასური წილი.....	34
1.14 ხსნარები	36
1.15 გახსნის პროცესზე მოქმედი ფაქტორები	38
1.16 ხსნადობა. ნაჯერი და უჯერი ხსნარები	40
1.17 ხსნარების თვისებები	42
1.18 ხსნარის კონცენტრაცია	44
1.19 ნარევების დაყოფის ხერხები	46
განვლილი მასალის შეჯამება	48
შემაჯამებელი დავალებები.....	49
წყალი და ქიმია.....	58
თავი 2 ჰაერი.....	59
2.1 ჰაერის შედგენილობა.....	60
2.2 ჰაერის ცალკეული კომპონენტები – აზოტი და ჟანგბადი	62
2.3 ჰაერის ცალკეული კომპონენტები – კეთილშობილი აირები და ნახშირორჟანგი	64
2.4 ჰაერის დაყოფა ცალკეულ კომპონენტებად	66
2.5 ჰაერის დაბინძურების პრობლემა.....	68
2.6 ჰაერის დაბინძურებით გამოწვეული გლობალური პრობლემები	70

2.7 ფიზიკური და ქიმიური მოვლენები	72
2.8 ქიმიური რეაქციების მიმდინარეობის ნიშნები.....	74
2.9 ქიმიური რეაქციის გამოსახვა	76
2.10 მასისა და შედგენილობის მუდმივობის კანონები	78
2.11 ქიმიური რეაქციის ტოლობის გათანაბრება	80
2.12 წვა და ჟანგვა. კოროზია	82
2.13 ქიმიური რეაქცია და ენერგია	84
2.14 მარტივი და რთული ნივთიერებების წვა.....	86
2.15 სრული და არასრული წვა.....	88
2.16 ოქსიდები	90
2.17 ოქსიდების მიღება და თვისებები	92
2.18 წყალბადის ჟანგბადნაერთები	94
განვლილი მასალის შეჯამება	96
შემაჯამებელი დავალებები.....	97
ჰაერი და ქიმია	108

თავი 3 ელემენტთა ორგანიზების პრინციპები 109

3.1 ატომის აღნაგობა.....	110
ატომის აღნაგობის შესწავლის ისტორია	112
3.2 სუბატომური ნაწილაკები	114
3.3 იზოტოპები.....	116
3.4 იონები.....	118
3.5 პერიოდულობის კანონი	120
3.6 ქიმიურ ელემენტთა პერიოდულობის ცხრილი	122
პერიოდულობის ცხრილის განვითარების ისტორია	124
3.7 ელემენტთა კლასიფიკაცია მეტალებად და არამეტალებად	126
3.8 ტუტე მეტალები.....	128
3.9 ჰალოგენები	130
3.10 ქიმიური ბმის წარმოქმნა.....	132
3.11 იონური ბმა	134
3.12 იონური ნაერთები და მათი სახელწოდებები	136
3.13 კოვალენტური ბმა.....	138
3.14 კოვალენტური ნაერთები.....	140
3.15 გიგანტური კოვალენტური სტრუქტურები.....	142
3.16 მეტალური ბმა	144
3.17 არაორგანულ ნაერთთა კლასები.....	146

3.18 pH და ინდიკატორები	148
3.19 მჟავები.....	150
3.20 ფუძეები	152
3.21 მარილები	154
განვლილი მასალის შეჯამება	156
შემაჯამებელი დავალებები.....	157
ვინ და როგორ იყენებს იზოტოპებს	171
ქიმია – პრაქტიკული საგანი	172
ხსნარის pH და მისი მნიშვნელობა ყოველდღიურ ცხოვრებაში	174
ძმარში მჟავას რაოდენობის განსაზღვრა.....	176
ქაღალდის ქრომატოგრაფია.....	178
ნივთიერებების შესწავლა.....	180
უსაფრთხოების წესები სასკოლო საბუნებისმეტყველო	
ლაბორატორიაში მუშაობის პროცესში	181
ქიმიური ჭურჭელი და მონაცემები	182
სიტყვარი	184
ცხრილი I. როგორ იწერება და როგორ იკითხება ზოგიერთი	
ქიმიური ელემენტის სიმბოლო	189
ქიმიური ელემენტების პერიოდულობის ცხრილი (მოკლე)	190
ქიმიური ელემენტების პერიოდულობის ცხრილი (გრძელი).....	191
გამოსათვლელი დავალებების პასუხები	192

სახელმძღვანელოში გამოყენებული პირობითი ნიშნები



– კითხვები და დავალებები



– საკითხავი მასალა



– ეს საინტერესოა



– საკვანძო კითხვები



– განვლილი მასალის შეჯამება



– შემაჯამებელი დავალებები



– სიტყვარი



– ექსპერიმენტი

შესავალი

გიფიქრიათ ოდესმე, როგორ მიიღება ის ლამაზი ფერები, რომლებიც ახალი წლის ღამეს იშლება ცაზე? იცით თუ არა იმის შესახებ, რომ თქვენი შავი ფანქრის გული და ბეჭდის ბრილიანტის ქვა ერთსა და იმავე ატომებს შეიცავს? ნაგიკითხავთ ექსპერტ-კრიმინალისტები როგორ ადგენენ, რომელი სანამღავი გამოიყენა დამნაშავემ? გაინტერესებთ, რატომ არ იძირება ყინული წყალში? გაინტერესებთ, როგორ ზრდიან უზარმაზარ კრისტალებს? ან რატომ იცვლის ფერს ფოთოლი შემოდგომაზე? იცით, როგორ მუშაობს მანქანის აკუმულატორი ან თქვენი მობილური ტელეფონის ბატარეა? აქ ჩამოთვლილი და კიდევ მრავალი საკითხი, სხვა საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებთან ერთად, არის ქიმიის შესწავლის საგანი.



ქიმიის ცოდნა მნიშვნელოვანია თითქმის ყველა სპეციალობის ადამიანისათვის. ქიმია ძალიან მჭიდრო კავშირშია ჩვენს ყოველდღიურობასთან. ქიმიის ცოდნა და მისი ძირითადი პრინციპების გააზრება საჭიროა ექიმების, მექანიკოსების, მეხანძრეების, კრიმინალისტების, ადვოკატების, გარემოს დაცვის სპეციალისტების, კვების ტექნოლოგების, მზარეულებისა და სხვა მრავალი სპეციალობის ადამიანისათვის. ქიმიური პროცესები უდევს საფუძვლად ახალი მასალების შექმნას, რომელიც ჩვენს ცხოვრებას მარტივსა და უსაფრთხოს ხდის, იძლევა ენერგიის ახალი წყაროების მოძიების საშუალებას იმისათვის, რომ გარემოს ნაკლები ზიანი მიაღდგეს. ქიმიის საშუალებით შესაძლებელია ბევრი დაავადების აღმოჩენა, მისი კონტროლი და განკურნება. ქიმიის საშუალებით ხდება მედიკამენტებისა და საკვები პროდუქტების უსაფრთხოებისა და სისუფთავის კონტროლი.

რას საქმიანობენ ქიმიკოსები

ქიმიკოსთა საქმიანობის სფერო ძალიან ფართოა. ისინი ქმნიან ახალ ნივთიერებებსა და მასალებს, აუმჯობესებენ მათ ხარისხსა და მიღების ხერხებს. მათ წამყვანი პოზიციები უკავიათ მეტალურგიაში, ფარმაცევტულ მრეწველობაში, სასუქების წარმოებაში, მცენარეთა დაცვის საშუალებების სინთეზსა და დახვეწაში, ლაქ-საღებავების, აკუმულატორებისა და საბურავების შექმნაში, კვების მრეწველობის ტექნოლოგიების შემუშავებასა და გაუმჯობესებაში. გარდა ამისა, ქიმიკოსებს ევალებათ კვების პროდუქტების კვებითი ღირებულებისა და უსაფრთხოების შემოწმება; ატმოსფეროს, წყლებისა და ნიადაგის ქიმიური დაბინძურების შემცირებისა და კონტროლის მექანიზმების შემუშავება.



ქიმიკოსთა ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ფუნქციაა პედაგოგიური საქმიანობა. ისინი ქიმიის სხვადასხვა საკითხს ასწავლიან სკოლებში, პროფესიულ და უმაღლეს სასწავლებლებში. ქიმიის შესწავლა აუცილებელია მათთვის, ვისაც სურს დაეუფლოს ისეთ სპეციალობას, როგორიცაა: ქიმიკოსი, ბიოლოგი, ექიმი, ფარმაცევტი, კვების ტექნოლოგი და სხვ.



თავი 1

წყალი



? ამ თავის შესწავლის შემდეგ შეძლებთ უპასუხოთ კითხვებს:

- რა მნიშვნელობა აქვს ხსნარებს ბუნებაში?
- რატომ არ იძირება ყინული წყალში?
- რატომ არის წყალი თხევადი ოთახის ტემპერატურაზე?
- შეიძლება თუ არა ერთი ელემენტი რამდენიმე ნივთიერების სახით არსებობდეს?
- როგორ განასხვავებთ ნარევს ნაერთისაგან?
- როგორ გაასუფთავებთ სუფრის მარილს, თუ მას შერეული აქვს ქვიშის ნაწილაკები?

1.1

ნივთიერებები ჩვენ ირგვლივ – წყალი

ნივთიერება მატერიის შემადგენელი ნაწილია. ყველაფერი, რასაც აქვს მასა და რაც სივრცეში გარკვეულ მოცულობას იკავებს, ნივთიერებას წარმოადგენს. ჩვენ გარშემო არსებული საგნები, ბუნება თუ სამყარო ძალიან ბევრი სხვადასხვა შედგენილობისა და თვისების მქონე ნივთიერებისაგან შედგება, ამის მაგალითებია:

- წყალი, რომელიც არის როგორც ჩვენ ირგვლივ, ასევე ჩვენ ორგანიზმში და რომლის გარეშეც სიცოცხლე შეუძლებელია;
- ჰაერი, რომლითაც ვსუნთქავთ;
- მინა, რომელზეც ვიმყოფებით და რომელიც გვასაზრდოებს;
- მინა, რომლისგანაც მზადდება ფანჯრის შუშები, ჭურჭელი და სხვ.;
- ქალაქი, რომლისგანაც მზადდება წიგნები, რვეულები და ა. შ.

თავდაპირველად გავეცნოთ წყალს – ერთადერთ ნივთიერებას, რომელიც დედამიწაზე ერთდროულად სამივე აგრეგატულ მდგომარეობაში შეიძლება შეგვხვდეს. წყალი არსებობს სითხის, ორთქლისა და ყინულის სახით. წყლით დაფარულია დედამიწის ზედაპირის 2/3-ზე მეტი და მისი საერთო მასა $1.4 \cdot 10^{18}$ ტონას შეადგენს. თხევადი წყლის უდიდესი ნაწილი ზღვებსა და ოკეანეებშია (ნახ. 1.1). ის ასევე გვხვდება ტბების, მდინარეების, ნაკადულების, მიწისქვეშა წყლებისა და სხვა სახით.

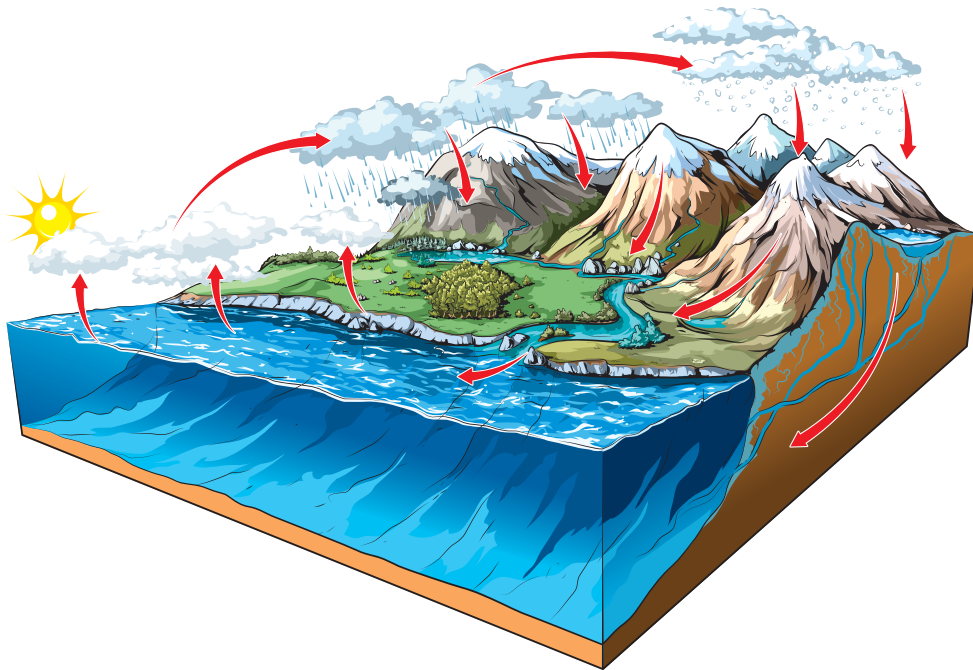
მყარი სახით წყალი დიდი რაოდენობითაა დედამიწის უკიდურეს ჩრდილოეთსა და სამხრეთში, სადაც ის ყინულოვან მასივებს წარმოქმნის, ასევე მაღალმთიან რეგიონებში, სადაც ის თოვლისა და მყინვარების სახით არსებობს.

რაც შეეხება აირად წყალს, დადგენილია, რომ ჩვენს პლანეტაზე არსებული წყლის საერთო რაოდენობის 0.001% ჰაერში წყლის ორთქლის სახითაა. იგი მუდმივად წარმოიქმნება ოკეანეების, ზღვების, ტბებისა და მდინარეების ზედაპირიდან **აორთქლების** შედეგად და დედამიწის ატმოსფეროში ღრუბლების სახით გროვდება. ეს კი ამინდის ფორმირების მნიშვნელოვანი ფაქტორია, რადგან აორთქლების შემდეგ კონდენსირებული წყლის წვეთები წვიმის, თოვლისა და სხვა ატმოსფერული ნალექების სახით კვლავ დედამიწას უბრუნდება და მის თხევად წყლებს უერთდება. ამას წყლის წრებრუნვას, ანუ წყლის ციკლს უწოდებენ (ნახ.1.2), რაც თქვენთვის უკვე ცნობილია ბუნების კურსიდან.

ჰაერში წყლის შემცველობას ტენიანობით აფასებენ. ტენიანობის სიდიდე მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული ტემპერატურაზე, გეოგრაფიულ და კლიმატურ ფაქტორებზე, ამიტომ ჰაერის ტენიანობა დედამიწის სხვადასხვა რეგიონში განსხვავებულია.



ნახ. 1.1. დედამიწის დიდი ნაწილი წყლით არის დაფარული.



ნახ. 1.2. წყლის წრებრუნვა, ანუ წყლის ციკლი.

ცოცხალ ბუნებაში წყალს უდიდესი მნიშვნელობა აქვს. მის გარეშე სიცოცხლე ვერ იარსებებს, რადგან სასიცოცხლო პროცესები წყლოვან არეში განხორციელებულ გარდაქმნათა ერთობლიობას წარმოადგენს. გარდა ამისა, წყალი უშუალოდ მონაწილეობს ცოცხალ ორგანიზმებში მიმდინარე პროცესებში, როგორებიცაა, მაგალითად, საკვების მონელება, ენერგიის წარმოქმნა, **ფოტოსინთეზი** და სხვა. ამიტომ წყალი დიდი როლდენობით შედის ცოცხალი ორგანიზმების შედგენილობაში. დადგენილია, რომ ყოველი ცოცხალი ორგანიზმის მასის ნახევარზე მეტს წყალი შეადგენს, მაგალითად, ადამიანის სხეულში წყლის შემცველობა დაახლოებით 70%-ია, კიტრისა და საზამთროს ნაყოფებში – დაახლოებით 90%.



კითხვები და დავალებები:

გადახაზეთ ცხრილი სამუშაო რვეულში. ცხრილის მარცხენა სვეტში ჩამოწერეთ თქვენ გარშემო არსებული რამდენიმე ნივთი. მარჯვენა სვეტში თითოეულის გასწვრივ მიუთითეთ, რომელი ნივთიერებებისაგან შედგება ეს ნივთები.

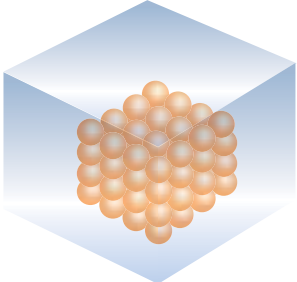
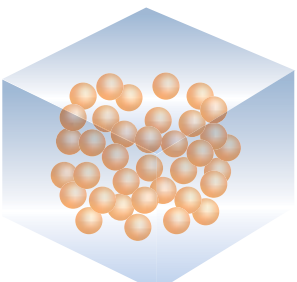
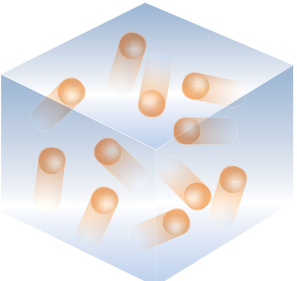
ნივთი	ნივთიერება
ლურსმანი	რკინა

1.2

ნივთიერების აგრეგატული მდგომარეობა

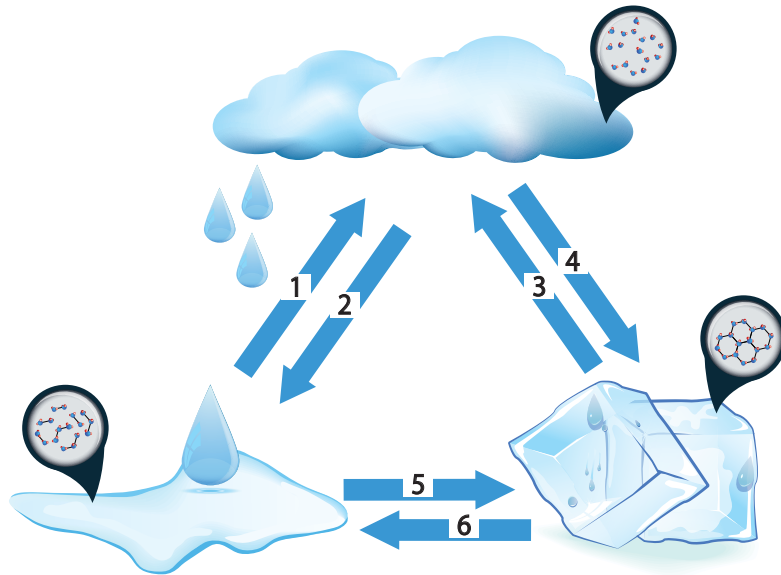
წყლის გარდა, სამყაროში არსებული სხვა ნივთიერებებიც სხვადასხვა აგრეგატულ მდგომარეობაში გვხვდება, რაც თქვენთვის ცნობილია ბუნებისა და ფიზიკის კურსებიდან. განვიხილოთ ნივთიერებათა სამი აგრეგატული მდგომარეობა – მყარი, თხევადი და აირადი.

ნივთიერების აგრეგატული მდგომარეობა დამოკიდებულია ტემპერატურაზე. ერთი და იგივე ნივთიერება სხვადასხვა ტემპერატურაზე შეიძლება განსხვავებული სახით გვხვდებოდეს. სუფრის მარილი, რომელსაც მყარ ნივთიერებად ვთვლით, მაღალ ტემპერატურაზე შეიძლება გალღვეს და გათხევადდეს. ასევე თხევადი წყალი საყინულეში ყინულად გარდაიქმნება. ამიტომ მიღებულია, რომ ნივთიერების აგრეგატული მდგომარეობა დავახასიათოთ იმის მიხედვით, თუ რას წარმოადგენს ის ოთახის ტემპერატურის პირობებში (20°C). ამ პირობებში წყალი არის თხევადი, სუფრის მარილი – მყარი, ნახშირორჟანგი კი – აირადი.

მყარი  (ყინული)	მყარ მდგომარეობაში ნივთიერების შემადგენელი ნაწილაკები ერთმანეთთან ძალიან ახლოს არის განლაგებული. მყარ ნივთიერებას აქვს განსაზღვრული ფორმა და მოცულობა, რომელიც მისი ნაწილაკების ზომაზეა დამოკიდებული.	
თხევადი  (წყალი)	თხევად მდგომარეობაში ნივთიერებას განსაზღვრული ფორმა არ გააჩნია, ის იღებს იმ ფორმას, როგორ ჭურჭელშიცაა მოთავსებული. სითხეში ნაწილაკები არც ისე მჭიდროდ არის განლაგებული ერთმანეთთან, როგორც მყარ ნივთიერებაში. თხევად მდგომარეობაში ნივთიერებას ყოველთვის აქვს განსაზღვრული მოცულობა, რაც მისი ნაწილაკების ზომაზეა დამოკიდებული.	
აირადი  (ორთქლი)	აირად მდგომარეობაში ნივთიერებას არ აქვს განსაზღვრული ფორმა. აირის შემადგენელი ნაწილაკები ქაოსურად მოძრაობს და მათ შორის მანძილი იმდენად დიდია, რომ თვით ნაწილაკები შეიძლება წერტილებად ჩაითვალოს. რაკი ნაწილაკების ზომა მხედველობაში არ მიიღება, ამიტომ აირის მოცულობა ჭურჭლის მოცულობის ტოლია.	

თავი 1. წყალი

განვიხილოთ, რა ხდება, როდესაც ნივთიერება ერთი აგრეგატული მდგომარეობიდან მეორეში გადადის. ტემპერატურის გაზრდით მყარი ნივთიერებები ლღვება, სითხე კი დუღს და ორთქლდება. გაცივებისას პირიქით – აირი სითხეში გადადის, სითხე კი მყარდება (ნახ. 1.3.).



ნახ. 1.3. ნივთიერების აგრეგატული მდგომარეობის ცვლილება.

ზოგიერთ ნივთიერებას შეუძლია მყარი მდგომარეობიდან პირდაპირ აირადში გადასვლა, რასაც **სუბლიმაცია** ეწოდება. ასეთი ნივთიერებებია იოდი (ნახ. 1.4), მყარი ნახშირორჟანგი (ე. წ. „მშრალი ყინული“), წყალი და სხვ. ყინვაში გაფენილი სარეცხი სწორედ იმიტომ შრება, რომ წყალი ყინულიდან პირდაპირ ორთქლდება. არსებობს სუბლიმაციის საპირისპირო პროცესიც, რომლის დროსაც აირი პირდაპირ მყარ ნალექად იქცევა, რის მაგალითსაც სეტყვა და თოვლი წარმოადგენს.



ნახ. 1.4. იოდის სუბლიმაცია.



კითხვები და დავალებები:

- სქემაზე (ნახ. 1.3) გამოსახულია ნივთიერების აგრეგატული მდგომარეობების ცვლილება.
 - რას უწოდებდით სქემაზე ციფრებით გამოსახულ თითოეულ პროცესს?
 - მოკლედ აღწერეთ ამ პროცესების მიმდინარეობა.
 - მოიყვანეთ თითოეული პროცესის ორ-ორი მაგალითი.
- ჩამოთვალეთ თქვენ გარშემო მყარი, თხევადი და აირადი აგრეგატული მდგომარეობის მქონე ნივთიერებების 3-3 მაგალითი.

1.3

აგრეგატული მდგომარეობის ცვლილება

ერთი აგრეგატული მდგომარეობიდან მეორეში გადასვლა უშუალოდაა დამოკიდებული ტემპერატურაზე, რაც, თავის მხრივ, ნივთიერების შემადგენელი ნაწილაკების თბურ მოძრაობასთან არის კავშირში. განვიხილოთ, რა ხდება **ლღობისა** და **დუღილის** პროცესში (ნახ. 1.5 და 1.6).

ნივთიერების ლღობის პროცესის დროს მყარი ნივთიერება თბება, მისი ნაწილაკები იღებენ ენერგიას და იწყებენ ინტენსიურ მოძრაობას. ამის ხარჯზე მყარი ნივთიერება ფართოვდება. გარკვეულ ტემპერატურაზე, რომელსაც **ლღობის ტემპერატურას** უწოდებენ, ნაწილაკები იღებენ ისეთ ენერგიას, რომ შორდებიან ერთმანეთს და ნივთიერება თხევად მდგომარეობაში გადადის.

დუღილის დროს თხევადი ნივთიერება ცხელდება და მისი ნაწილაკები შეძენილი ენერგიის ხარჯზე უფრო სწრაფ მოძრაობას იწყებენ, რის გამოც სითხე ფართოვდება. გარკვეულ ტემპერატურაზე, რომელსაც **დუღილის ტემპერატურას** უწოდებენ, ნაწილაკების ენერგია აჭარბებს მათ შორის არსებულ მიზიდულობის ძალებს, რის გამოც ისინი წყდებიან სითხეს და აირად მდგომარეობაში გადადიან.

აირის გაცივებისას მისი ნაწილაკების მოძრაობის სიჩქარე მცირდება, ისინი ერთმანეთს უახლოვდება და სითხე წარმოიქმნება, რასაც **კონდენსაცია** ეწოდება (ნახ. 1.7). შემდგომი გაცივებისას სითხის შემადგენელი ნაწილაკების მოძრაობა იმდენად ნელდება, რომ თითქმის ჩერდება და იწყება გამყარება.

განვიხილოთ წყლის აგრეგატული მდგომარეობის ცვლილება. მოსწავლემ კოლბაში მოათავსა ყინული, მასში ჩაუშვა თერმომეტრი და დაიწყო ჭურჭლის გათბობა (ნახ. 1.8), ამის პარალელურად ინიშნავდა თერმომეტრის ჩვენებას. მიღებული მონაცემების საფუძველზე მოსწავლემ ააგო დიაგრამა, რომელიც დროში ტემპერატურის ცვლილებას გვიჩვენებს (ნახ. 1.9).

დიაგრამის მიხედვით, გათბობის საწყის ეტაპზე, AB შუალედში,



ნახ. 1.5. ყინულის ლღობა.



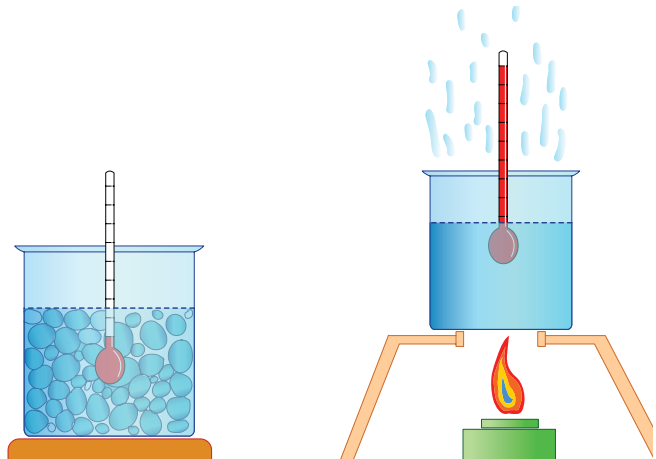
ნახ. 1.6. წყლის დუღილი.



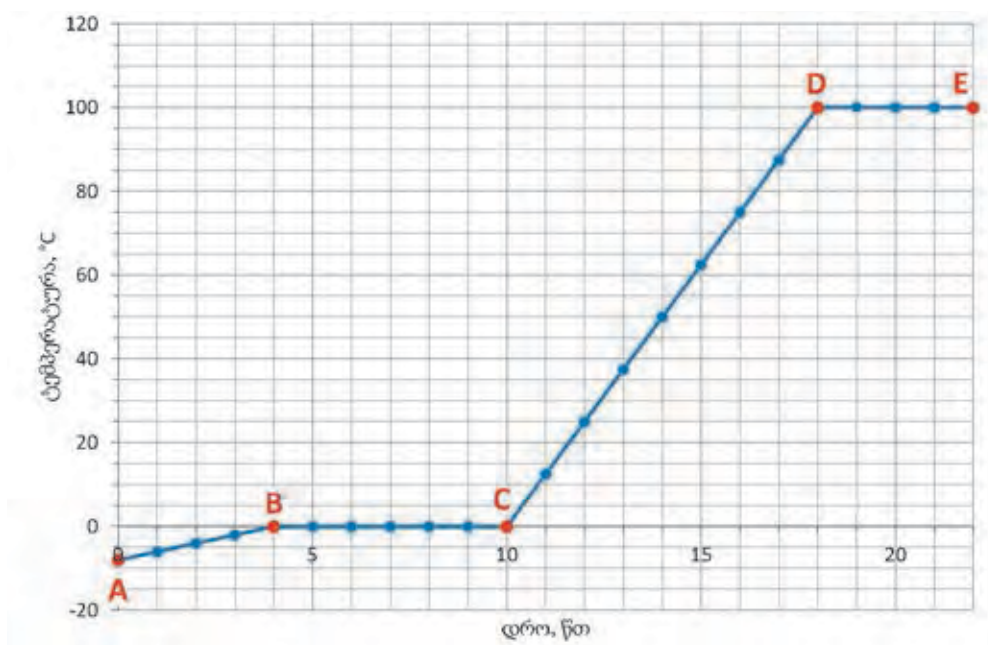
ნახ. 1.7. ფანჯრის მინებზე წყლის წვეთები წყლის ორთქლის კონდენსაციის გამო წარმოიქმნება.

თავი 1. წყალი

კოლბის შიგთავსის ტემპერატურა -7°C -დან 0°C -მდე გაიზარდა. B წერტილში (0°C -ზე) ყინულმა ღლობა დაიწყო. ღლობის პროცესი გრძელდებოდა მანამ, სანამ C წერტილში ყინული მთლიანად არ გათხევადდა. წარმოქმნილმა წყალმა დაიწყო გათბობა, ვიდრე D წერტილში წყლის ტემპერატურამ 100°C -ს არ მიაღწია. D წერტილში წყალმა დაიწყო დუღილი. ამის შემდეგ, DE შუალედში მიმდინარეობდა წყლის დუღილი. როგორც ვხედავთ, უშუალოდ ღლობისა და დუღილის პროცესში ტემპერატურა არ იცვლება, ამ დროს გათბობაზე დახარჯული ენერგია ერთი აგრეგატული მდგომარეობიდან მეორეში გადასვლას ხმარდება.



ნახ. 1.8. ექსპერიმენტი წყლის აგრეგატული მდგომარეობის ცვლილების შესასწავლად.



ნახ. 1.9. დიაგრამა, რომელიც წყლის აგრეგატული მდგომარეობის ცვლილებას ასახავს.



კითხვები და დავალებები:

დააკვირდით ნახ. 1.9-ზე გამოსახულ დიაგრამას და უპასუხეთ შემდეგ კითხვებს:

- რამდენი დრო დასჭირდა ყინულის სრულად გაღობას?
- რამდენი დრო დასჭირდა გაღობის შედეგად მიღებული წყლის ადუღებას?
- რომელ შუალედებში არ იცვლება ტემპერატურა? პასუხი დასაბუთეთ.
- რომელ შუალედებში იცვლება ტემპერატურა? პასუხი დასაბუთეთ.

1.4

ნივთიერების ფიზიკური თვისებები

ნივთიერებების თვისებები შესაძლებელია, თვისობრივად და რაოდენობრივად, ფიზიკური სიდიდეების საშუალებით დავახასიათოთ, რასაც **ფიზიკურ თვისებებს** უწოდებენ. სახელდობრ, ნივთიერებებს ახასიათებენ ისეთი ფიზიკური თვისებების საშუალებით, როგორებიცაა მისი დუღილისა და ლღობის ტემპერატურები, **სიმკვრივე**, სუნი, ფერი, გემო, ელექტრო- და სითბოგამტარობა, აქროლადობა, **ხსნადობა** და ა. შ. მაგალითად:

ვერცხლისწყალი მოვერცხლისფრო მეტალია (ნახ. 1.10.), რომელიც ღვება – 37.9°C-ზე და დუღს 357°C-ზე; 20°C-ზე მისი სიმკვრივეა 13.6 გ/სმ³. იგი კარგი ელექტრო- და თბოგამტარია. ვერცხლისწყალი წყალში უხსნადი, ადვილად აქროლადი და მომწამლავი ნივთიერებაა.

გავეცნოთ ზოგიერთ მნიშვნელოვან ფიზიკურ თვისებას.

ფიზიკისა და ბუნების კურსებიდან თქვენთვის უკვე ცნობილია, რომ ნივთიერების სიმკვრივე გვიჩვენებს ნივთიერების მასას მოცულობის ერთეულში. ეს სიდიდე გამოითვლება ფორმულით:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

სადაც: ρ – ნივთიერების სიმკვრივეა, m – ნივთიერების მასა, ხოლო V – მოცულობა, რომელსაც ის იკავებს. ქიმიაში უფრო ხშირად სიმკვრივის ერთეულად მყარი და თხევადი ნივთიერებებისათვის გამოიყენება გ/მლ ანუ გ/სმ³, ხოლო აირებისათვის გ/ლ ანუ გ/დმ³.

ცხრილში 1.1 მოცემულია ზოგიერთი ფართოდ გავრცელებული ნივთიერების სიმკვრივე. ნივთიერების სიმკვრივე ტემპერატურაზეა დამოკიდებული, ამიტომ სიმკვრივის რიცხობრივ მონაცემს ხშირად უთითებენ, თუ რა ტემპერატურაზეა ის გაზომილი. აირადი ნივთიერების შემთხვევაში უთითებენ წნევასაც, რადგან მისი სიმკვრივე ამ სიდიდეზეცაა დამოკიდებული.

ცხრილი 1.1. ზოგიერთი ნივთიერების სიმკვრივე (*-ით აღნიშნულია ნივთიერებათა ნარევი).

მყარი		თხევადი		აირადი	
ნივთიერება	სიმკვრივე 20°C-ზე (გ/სმ ³)	ნივთიერება	სიმკვრივე 20°C-ზე (გ/სმ ³)	ნივთიერება	სიმკვრივე 20°C-ზე (გ/დმ ³)
ოქრო	19.30	წყალი (4°C)	1.00	ამიაკი	0.76
ალუმინი	2.70	მზესუმზირის ზეთი*	0.91	აზოტი	1.25
სპილენძი	8.92	ბენზინი*	0.88	ჰაერი*	1.29
რკინა	7.86	ვერცხლისწყალი	13.60	წყალბადი	0.09
ვერცხლი	10.50	ეთილის სპირტი	0.78	ნახშირორჟანგი	1.96



ნახ. 1.10. ვერცხლისწყლის წვეთები.

თავი 1. წყალი

როგორც წესი, ერთი და იმავე ნივთიერების სიმკვრივე მყარ მდგომარეობაში მეტია, ვიდრე თხევადში. მყარ ნივთიერებაში ნაწილაკები უფრო ახლოს არის ერთმანეთთან, ვიდრე სითხეში, ამიტომ მყარი ნივთიერების ერთსა და იმავე მოცულობაში უფრო მეტი მასა მოიყრის თავს, ვიდრე თხევადში. სითხიდან აირში გადასვლისას ნაწილაკები კიდევ უფრო მეტი მანძილით სცილდება ერთმანეთს, ამიტომ ამ დროს ნივთიერების სიმკვრივე მკვეთრად მცირდება.

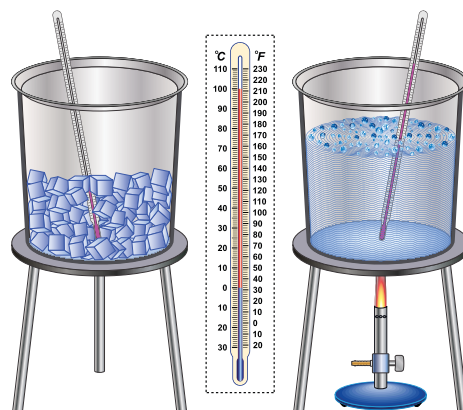
ფიზიკური თვისებებიდან ძალიან მნიშვნელოვანია დუღილისა და ლღობის ტემპერატურები, რომელთა საშუალებითაც შეგვიძლია დავადგინოთ, რომელ აგრეგატულ მდგომარეობაშია ნივთიერება ჩვეულებრივ პირობებში და რა ტემპერატურაა საჭირო, რომ მან ეს მდგომარეობა შეიცვალოს (ნახ. 1.11).

ლღობის ტემპერატურა არის ტემპერატურის ის მაჩვენებელი, რომელზეც მყარი ნივთიერება იწყებს თხევად მდგომარეობაში გადასვლას, ან თხევად მდგომარეობაში მყოფი ნივთიერება იწყებს გამყარებას. ამ მახასიათებლით ნივთიერებები მნიშვნელოვნად განსხვავდება ერთმანეთისაგან.

დუღილის ტემპერატურა არის ტემპერატურა, რომელზეც თხევად მდგომარეობაში არსებული ნივთიერება აირად მდგომარეობაში გადადის. ცხადია, ამავე ტემპერატურაზე ხდება აირის გათხევადება ანუ კონდენსაცია.

ცხრილი 1.2. ზოგიერთი ნივთიერების ლღობისა და დუღილის ტემპერატურები.

ნივთიერება	ლღობის ტემპერატურა, °C	ნივთიერება	დუღილის ტემპერატურა, °C
ჟანგბადი	-218	ეთილის სპირტი	78
გოგირდი	119	გოგირდი	445
ალუმინი	660	ალუმინი	2470
რკინა	1535	სპილენძი	2562



ნახ. 1.11. ნივთიერების ლღობის ტემპერატურის განსაზღვრის მარტივი მეთოდი.



კითხვები და დავალებები:

1. უცნობი სუფთა ნივთიერების 54 გ იკავებს 20 სმ³ მოცულობას. გამოთვალეთ ამ ნივთიერების სიმკვრივე და ცხრილში 1.1 მოძებნეთ, რა ნივთიერება შეიძლება იყოს ის.
2. მალაროელმა იპოვა ოქროსფერი შეფერილობის მინერალის პატარა ნატეხი. ის მიხვდა, რომ ეს შეიძლებოდა ყოფილიყო ან ძვირფასი მეტალი ოქრო, ან რკინის პირიტი (FeS₂), რომელსაც ოქროს მატყუარას ეძახიან. მან აწონა ნატეხი და მისი მასა აღმოჩნდა 16.5 გ, მოათავსა წყლიან საზომ ჭურჭელში (მენზურაში). წყლის დონემ მენზურაში 3.3 სმ³-ით მოიმატა. ამ ინფორმაციის საფუძველზე დაადგინეთ, მალაროელის მიერ ნაპოვნი ნატეხი ნამდვილად ოქროა თუ არა.

ნივთიერების შედგენილობა – მოლეკულები და ატომები

ნივთიერებების თვისებებს შორის განსხვავება განპირობებულია იმით, რომ ყველა ნივთიერებას მხოლოდ მისთვის დამახასიათებელი შედგენილობა და სტრუქტურა აქვს. რაც უფრო მეტია მსგავსება სხვადასხვა ნივთიერების შემადგენელ ნაწილაკებს შორის, მით მეტია მსგავსება მათ თვისებებს შორისაც.

ყოველი ნივთიერება უმცირესი ნაწილაკებისაგან შედგება. ასეთ ნაწილაკებს ხშირად მოლეკულები წარმოადგენენ. **მოლეკულა არის ნივთიერების უმცირესი ნაწილაკი, რომელსაც აქვს ამ ნივთიერებისათვის დამახასიათებელი ქიმიური თვისებები.** მოლეკულების არსებობას შემდეგი ფაქტები ადასტურებს:

სუნის გავრცელება – სუნი, რომელიც საჭმლის მომზადებისას შეიძლება შევიგრძნოთ, გამოწვეულია ჰაერში სხვადასხვა აირადი ნივთიერების მოლეკულების გავრცელებით (ნახ. 1.12). ეს მოლეკულები ცხვირის ლორწოვან გარსში ხვდება და ამ გზით შეიგრძნობა ჩვენ მიერ.

ხსნარის შეფერვა – წყლიან ჭურჭელში საკვები საღებავის ერთ წვეთს თუ ჩავანვეთებთ, საღებავის მოლეკულები თანდათანობით მთელ ჭურჭელში გავრცელდება და შეფერილი ხსნარი მიიღება (ნახ. 1.13).

ამრიგად, ნივთიერებების თვისებები სწორედ ამ ნაწილაკების – მოლეკულების თვისებებით აიხსნება.

თავის მხრივ, მოლეკულებიც შედგება უფრო მცირე ნაწილაკებისაგან, რომლებსაც **ატომებს** უწოდებენ. თითოეული ნივთიერების მოლეკულას მხოლოდ მისთვის დამახასიათებელი ატომური შედგენილობა აქვს. ატომები სხვადასხვაგვარია – ისინი ერთმანეთისაგან განსხვავდება ზომით, მასით და ასევე სხვა პარამეტრებით, რომელთაც მოგვიანებით გავეცნობით. სწორედ ეს განსაზღვრავს განსხვავებას ნივთიერებების თვისებებს შორის. ამიტომ ნივთიერების ინდივიდუალურ თვისებებს განაპირობებს მისი მოლეკულის შედგენილობა და ნაწილაკების განლაგების თანმიმდევრობა, ანუ ნივთიერების სტრუქტურული აგებულება.

მაგალითად, წყალი და სუფრის მარილი განსხვავებული თვისებების მქონე ნივთიერებებია – წყალი უფრო და უგემო სითხეა, ხოლო სუფრის მარილი მლაშე გემოს მქონე მყარი ნივთიერებაა, რომელიც უფრო კრისტალებს წარმოადგენს. ამ ნივთიერებების მოდე-



ნახ. 1.12. საჭმლის მომზადებისას გაცხელება ხელს უწყობს სხვადასხვა აირადი ნივთიერების ჰაერში გავრცელებას.

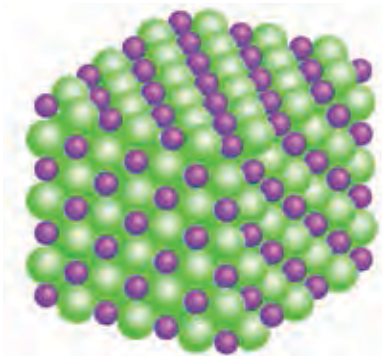


ნახ. 1.13. ხსნარში საღებავის მოლეკულების გავრცელება.

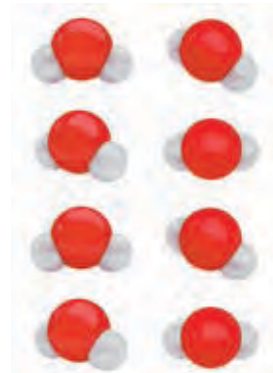
თავი 1. წყალი

ლებს თუ დავაკვირდებით (ნახ. 1.14), მათ შედგენილობასა და აგებულებას შორის განსხვავება აშკარაა.

სურათზე გამოსახული მოდელებიდან ჩანს, რომ წყლის თითოეული მოლეკულა 3 ატომისაგან შედგება, მათგან 2 ერთნაირია, ერთი – განსხვავებული (ატომები სფეროების სახითაა გამოსახული). წყლის მოლეკულებისაგან განსხვავებით, სუფრის მარილი შედგება ორი სხვადასხვა ნაწილაკისაგან, რომლებიც ქმნიან სტრუქტურას, სადაც ეს ნაწილაკები ერთმანეთის გარშემოა განლაგებული.



სუფრის მარილი



წყალი

ნახ. 1.14. სუფრის მარილისა და წყლის მოლეკულათა მოდელები.

სუფრის მარილის სტრუქტურის თავისებურება იმითაა გამოწვეული, რომ ის შედგება დამუხტული ნაწილაკების – იონებისაგან (იონებს უფრო დეტალურად მოგვიანებით გავეცნობით). ეს იონები ორი სახისაა – ერთი წარმოადგენს დადებითად დამუხტულ ნაწილაკს, ხოლო მეორე – უარყოფითად დამუხტულს. დადებითი და უარყოფითი მუხტები, როგორც ვიცით, ერთმანეთს მიიზიდავს, ამიტომ სუფრის მარილი, წყლისაგან განსხვავებით, ცალკეული მოლეკულებისაგან კი არ შედგება, არამედ ერთმანეთთან დაკავშირებული იონების ერთობლიობაა.



კითხვები და დავალებები:

1. შედგება თუ არა ყველა ნივთიერება მოლეკულებისაგან?
2. რა განსხვავებაა ატომსა და მოლეკულას შორის?
3. რამდენი სხვადასხვა სახის მოლეკულა იქნება შაქრის წყალხსნარში?
4. სუნამოს ფლაკონს თავახდის თუ დავტოვებთ, გარკვეული ხნის შემდეგ მისი სუნი მთელ ოთახში შეიგრძნობა. როგორ ახსნით ამ მოვლენას?
5. მოიყვანეთ ორი მაგალითი, რომლებიც მიგვანიშნებენ, რომ ნივთიერებები უმცირესი ნაწილაკებისაგან შედგება.

თავი 2

ჰაერში

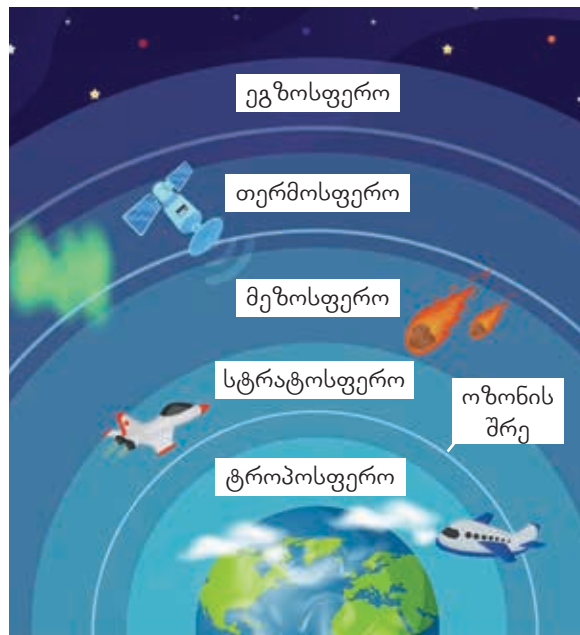


ამ თავის შესწავლის შემდეგ შეძლებთ უპასუხოთ კითხვებს:

- რამ შეიძლება შეცვალოს ჰაერის შედგენილობა?
- როგორ მიხვდებით, წარიმართა თუ არა ქიმიური რეაქცია?
- რა იცვლება და რა არ იცვლება ქიმიური რეაქციების დროს?
- სად „ქრება“ სანთელი, როდესაც ის იწვის?
- რატომ იჟანგება რკინის ლურსმანი?
- რატომ არის საშიში გაუმართავი გამათბობელი?

ჰაერის შედგენილობა

დედამიწის ატმოსფერო არის ჰაერი, რომელიც გარს აკრავს ჩვენს პლანეტას. **ატმოსფერო** შეიძლება წარმოვიდგინოთ, როგორც აირების „საბანი“ დედამიწის გარშემო. ის დაახლოებით 700 კმ სისქისაა. ჩვენ ვცხოვრობთ ყველაზე დაბალ ფენაში, რომელსაც ტროპოსფეროს უწოდებენ (ნახ. 2.1).



ნახ. 2.1. დედამიწის ატმოსფეროს ნაწილები.

დედამიწის მიზიდულობის ძალის გავლენით აირების ყველაზე მკვრივი ფენა სწორედ ტროპოსფეროშია. რაც უფრო ზემოთ ავდივართ, ის სწრაფად თხელდება. ცნობილია, რომ ატმოსფეროს მასის დაახლოებით 90 % თავმოყრილია ყველაზე დაბლა, 16 კმ-იან ფენაში.

განვიხილოთ, რას წარმოადგენს ჰაერი. ეს არის აირთა ბუნებრივი ნარევი, რომელიც დედამიწის ატმოსფერულ შრეს წარმოქმნის. ჰაერი აუცილებელია დედამიწის ზედაპირზე მცხოვრები ცოცხალი ორგანიზმების არსებობისათვის, რამდენადაც ჰაერში არსებულ ჟანგბადს ისინი სუნთქვის პროცესში იყენებენ.

ჰაერის შედგენილობა მოცემულია ცხრილში 2.1.

ჰაერის შედგენილობა მცირედ იცვლება წელიწადის სეზონების მიხედვით, ასევე მცირე განსხვავებებია გეოგრაფიული ადგილმდებარეობის მიხედვით. მაგალითად, წვიმიან სეზონში ჰაერში წყლის ორთქლის რაოდენობა მეტია, ვიდრე



ნახ. 2.2. ასე გამოიყურება დედამიწა და მისი ატმოსფერო კოსმოსური თანამგზავრიდან.

თავი 2

გვალვიან პერიოდში, ასევე ზღვისპირა რეგიონებში უფრო მეტი წყლის ორთქლია, ვიდრე კონტინენტის სიღრმეში. სამრეწველო რეგიონებში, სადაც მეტი ქარხანა მუშაობს და ბევრი ტრანსპორტი მოძრაობს, ჰაერში მეტია ნახშირორჟანგისა და იმ აირების წილი, რომლებიც საწვავის წვისას წარმოქმნილ გამონაბოლქვშია. თუმცა, ვინაიდან ჰაერი გამუდმებით მოძრაობს, ჰაერის დამაბინძურებელი აირები ატმოსფეროში გაიბნევა.

ცხრილი 2.1. ჰაერის მოცულობითი და მასური შედგენილობა.

ნივთიერება	შემცველობა მოცულობის მიხედვით, %	შემცველობა მასის მიხედვით, %
აზოტი (N_2)	78	75.5
ჟანგბადი (O_2)	21	23.1
არგონი (Ar)	0.93	1.3
ნახშირორჟანგი (CO_2)	0.03	0.05
დანარჩენი კომპონენტები (წყლის ორთქლი, ოზონი, წყალბადი, ნეონი, ჰელიუმი, მეთანი, კრიპტონი, აზოტის ოქსიდები და სხვ.)	0.04	0.05

ჰაერი ატმოსფეროში არათანაბრადაა განაწილებული, თუმცა მისი კომპონენტების თანაფარდობა ყველგან ერთნაირია. რაც უფრო ზევით ავდივართ, ჰაერი მით უფრო გაუხშობებულია (მისი სიმკვრივე შემცირებულია). ამიტომაც, რომ მაღალმთიან რეგიონებში უფრო გაძნელებულია სუნთქვა. ალპინისტები ძალიან მაღალ მთებზე ასვლისას ჟანგბადის ბალონებს იყენებენ.



კითხვები და დავალებები:

1. სწორია თუ არა ტერმინი „ჰაერის მოლეკულა“? პასუხი დაასაბუთეთ.
2. ცხრილში 2.1 მოცემულია ინფორმაცია ჰაერის მოცულობითი შედგენილობის შესახებ. ამ მონაცემებიდან გამომდინარე, უპასუხეთ შემდეგ კითხვებს:
 - ა) დაახლოებით რამდენი მოლეკულა აზოტი მოდის ყოველ ერთ მოლეკულა ჟანგბადზე?
 - ბ) დაახლოებით რამდენი მოლეკულა აზოტი და რამდენი მოლეკულა ჟანგბადი მოდის ყოველ ერთ მოლეკულა ნახშირორჟანგზე?
3. აკვალანგისტები ღრმად ჩაყვინთვისას იყენებენ ბალონებს, რომლებშიც ჰაერის ნაცვლად ჩატუმბულია ჰელიუმისა და ჟანგბადის ნარევი. მოიძიეთ ინფორმაცია ამის მიზეზების შესახებ.
4. მოიძიეთ ინფორმაცია მარსის ატმოსფეროს შესახებ. შეადარეთ დედამიწისა და მარსის ატმოსფეროების შედგენილობა.

ჰაერის ცალკეული კომპონენტები – აზოტი და ჟანგბადი

ჰაერში ყველაზე დიდი რაოდენობით აზოტი გვხვდება. ის ორატომიან მარტივ ნივთიერებას (N_2) წარმოადგენს, რომელიც უფერო, უსუნო და უგემო აირია. აზოტი ქიმიურად საკმაოდ პასიურია და სხვა ნივთიერებებთან ძნელად ურთიერთქმედებს. ჟანგბადისაგან განსხვავებით, აზოტი ხელს არ უწყობს ძალიან ბევრი სხვადასხვა სახის მიკროორგანიზმის განვითარებას, ამიტომ აზოტის არეში შენახული საკვები დიდხანს ინარჩუნებს უცვლელ სახეს და არ ფუჭდება.



ნახ. 2.3. თხევადი აზოტი.

აზოტი -196°C -ზე დუღს. გათხევადებული აზოტი უფერო სითხეა (ნახ. 2.3). ის ძალიან ცივია, ამიტომ გამოიყენება საკვები პროდუქტების საწარმოებში საკვების სწრაფად გასაყინად და დიდხანს შესანახად. თხევადი აზოტი გამოიყენება მედიცინაშიც – მის არეში ინახავენ ორგანოებს, ორგანიზმის სხვადასხვა ქსოვილს (ნახ. 2.4).



ნახ. 2.4. თხევად აზოტში სწრაფი გაყინვისათვის იყენებენ.

როგორც თქვენთვის უკვე ცნობილია, ჟანგბადი, აზოტის მსგავსად, ორატომიანი მარტივი ნივთიერებაა (O_2), რომელსაც არ აქვს ფერი, სუნი და გემო, მაგრამ, აზოტისაგან განსხვავებით, იგი ქიმიურად ძალიან აქტიურია, რაც მის მრავალრიცხოვან თვისებებს განაპირობებს. გარდა იმისა, რომ ჟანგბადი სუნთქვისათვის და, ზოგადად, სიცოცხლისათვის აუცილებელ ნივთიერებას წარმოადგენს, იგი ხელს უწყობს წვისა და ჟანგვის პროცესებს, რასაც შემდგომში დანვრილებით გავეცნობით.

ჟანგბადი, აზოტის მსგავსად, ძალიან დაბალ ტემპერატურაზე თხევადდება. თხევადი ჟანგბადი ცისფერი სითხეა (ნახ. 2.5), რომლის დუღილის ტემპერატურაც -183°C -ია.

ჟანგბადი ჰაერში შემავალი აირებიდან ყველაზე მნიშვნელოვანია, რადგან მის გარეშე სიცოცხლე შეუძლებელი იქნებოდა. ორგანიზმში მოხვედრილი ჟანგბადი ჰემოგლობინის მეშვეობით მიეწოდება ორგანიზმის უჯრედებს და მიმდინარეობს ე. წ. „სუნთქვის პროცესი“, რომელიც სიტყვიერად ასე გამოისახება:

გლუკოზა + ჟანგბადი $\rightarrow$ ნახშირორჟანგი + წყალი + ენერგია

სუნთქვის პროცესში გამოყოფილი ენერგია საშუალებას გვაძლევს შევინარჩუნოთ სხეულის ტემპერატურა, ვიმოძრაოთ, ვიაზროვნოთ და ა. შ. ჟანგბადი ასევე ხელს უწყობს ჩვენ ორგანიზმში მიმდინარე ასეულობით სხვა პროცესს. აღსანიშნავია, რომ სუნთქვის პროცესი დამახასიათებელია თითქმის ყველა ცოცხალი ორგანიზმისთვის.

ჟანგბადს მრავალმხრივი გამოყენება აქვს (ნახ. 2.6), მაგალითად:

- თვითმფრინავებში ყოველთვის აქვთ ჟანგბადის მარაგი ისევე, როგორც მყვინთავებსა და კოსმონავტებს.
- ჟანგბადი გამოიყენება მედიცინაში – იმ პაციენტებს, რომლებსაც დამოუკიდებლად სუნთქვა უჭირთ, სუნთქვის გასაადვილებლად სპეციალური ნილბის საშუალებით ჟანგბადით გამდიდრებულ ჰაერს აწვდიან.
- ჟანგბადი გამოიყენება ფოლადის წარმოებაში, რკინის მადნის დამუშავებასა და სხვა მეტალურგიულ პროცესებში.
- ჟანგბადისა და აცეტილენის (აირადი ნივთიერება – C_2H_2) ნარევი გამოიყენება ავტოგენური შედუღებისთვის. ამ ნარევის წვის დროს გამოიყოფა დიდი რაოდენობით სითბო და ალის ტემპერატურა 3200°C -მდე აღწევს, რაც საშუალებას იძლევა, დამუშავდეს ისეთი მეტალები, რომლებსაც ლღობის მაღალი ტემპერატურა გააჩნიათ.



ნახ. 2.5. თხევადი ჟანგბადი.



ნახ. 2.6. ჟანგბადის გამოყენების მაგალითები.



კითხვები და დავალებები:

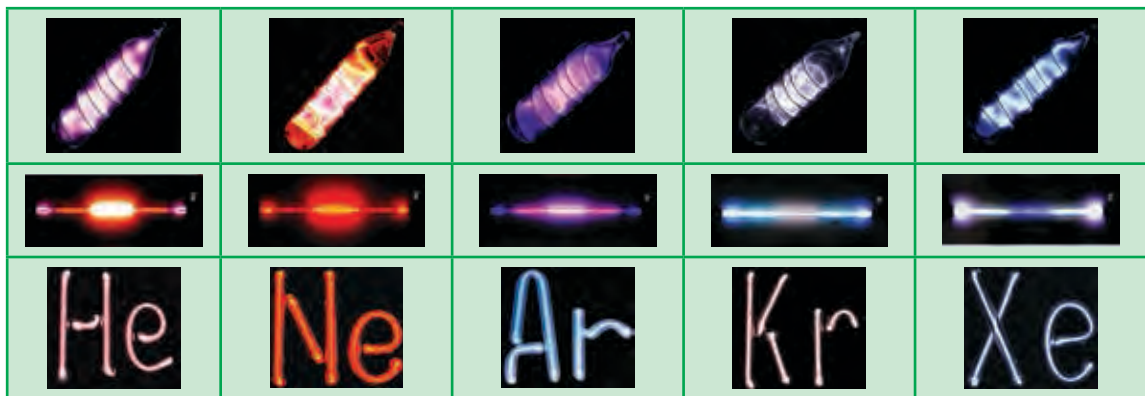
1. რა დანიშნულებით გამოიყენება აზოტი?
2. რატომაა ჟანგბადი სიცოცხლისათვის აუცილებელი?
3. ჰაერი გაცხედა -200°C -მდე, შემდეგ კი ნელა შეათბეს. ჯერ რომელი აირი აორთქლდება, ჟანგბადი თუ აზოტი? პასუხი დაასაბუთეთ.

2.3

ჰაერის ცალკეული კომპონენტები – კეთილშობილი აირები და ნახშირორჟანგი

ჰაერის კომპონენტებს შორის გავრცელების მიხედვით მე-3 ადგილზეა არგონი, რომელიც ერთატომიანი მოლეკულების სახითაა (Ar). ის **ინერტულ** ანუ **კეთილშობილ აირებს** მიეკუთვნება. ჰაერში ამ აირების სხვა წარმომადგენლებიცაა, კერძოდ, ჰელიუმი (He), ნეონი (Ne), ქსენონი (Xe) და რადონი (Rn), ოღონდ გაცილებით უფრო მცირე რაოდენობით. კეთილშობილი აირები აზოტთან შედარებითაც კი უფრო პასიურებია, რაც მათი გამოყენების სფეროებს განაპირობებს. მაგალითად, არგონი უზრუნველყოფს ინერტული გარემოს შექმნას ჩვეულებრივ ვოლფრამის ნათურებში.

კეთილშობილი აირებისათვის დამახასიათებელია დენის გატარებისას ენერგიის გამოსხივება, რაც სხვადასხვა ფერის ნათებით ვლინდება (ნახ. 2.7). ამიტომ სარეკლამო განათებაში გამოყენებულ ნათურებში სწორედ კეთილშობილი აირებია მოთავსებული.



ნახ. 2.7. ინერტული ანუ კეთილშობილი აირები.

კეთილშობილ აირებს შორის ყველაზე მსუბუქია ჰელიუმი. მას ტექნიკაში მრავალმხრივი გამოყენება აქვს. გარდა ამისა, ჰელიუმს იყენებენ ბუშტების შესავსებად, რადგან ის ძალიან მსუბუქი და უსაფრთხოა (ნახ. 2.8).

ნახშირორჟანგი ანუ ნახშირბადის დიოქსიდი წარმოადგენს სამატომიან რთულ ნივთიერებას, რომელიც ნახშირბადისა და ჟანგბადის ატომებისაგან შედგება (CO_2). ნახშირორჟანგი დედამიწაზე მუდმივად წარმოიქმნება სუნთქვისა და წვის პროცესების შედეგად და ჰაერში ხვდება. ამის მიუხედავად, ნახშირორჟანგი ჰაერში მუდმივი რაოდენობით ნარჩუნდება, რადგან მის დიდ ნაწილს ითვისებენ მცენარეები, რომლებიც ნახშირორჟანგისა და წყლის გამოყენებით ჟანგბადსა და გლუკოზას გამოიმუშავენ. ამ პროცესს ფოტოსინთეზს უწოდებენ და მის განხორციელებას მზის სინათლის ენერგია სჭირდება (ნახ. 2.9). ფოტოსინთეზი სიტყვიერი სქემით ასე გამოისახება:



ნახ. 2.8. ჰელიუმით გაბერილი ბუშტი ჰაერზე მსუბუქია, ამიტომ ის მაღლა მიფრინავს.

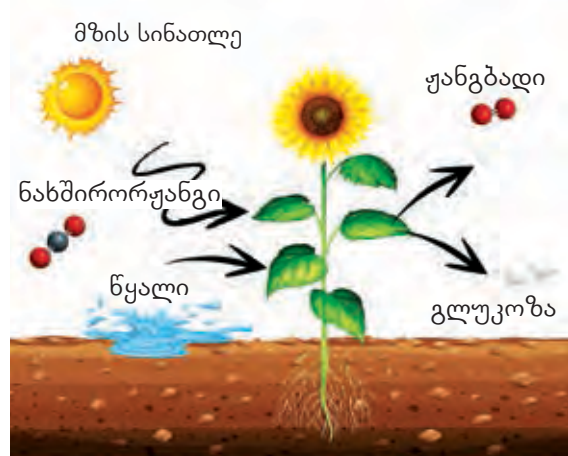
ნახშირორჟანგი + წყალი + მზის ენერგია → გლუკოზა + ჟანგბადი

ნახშირორჟანგი უფერო, უსუნო აირია. უნდა აღინიშნოს, რომ ის -78°C -მდე მყარია, უფრო მაღალ ტემპერატურაზე კი პირდაპირ აირად მდგომარეობაში გადადის. ამის გამო მყარ ნახშირორჟანგს „მშრალ ყინულსაც“ (ნახ.2.10) უწოდებენ. ის გამოიყენება სხვადასხვა პროდუქტის შესანახად, დაბალი ტემპერატურის შესაქმნელად და ა. შ.

წყალში გატარებისას ნახშირორჟანგის მცირე ნაწილი იხსნება მასში (ოთახის ტემპერატურაზე მისი ხსნადობა 1.45 გ/ლ-ს შეადგენს) და სასიამოვნო მომჟავო გემოს აძლევს. ამის გამო ნახშირორჟანგს სასმელების გაზირებისათვის იყენებენ. გარდა ამისა, ნახშირორჟანგი კარგი კონსერვანტია – მის არეში მიკროორგანიზმები ვერ მრავლდება.

ნახშირორჟანგი ხელს უშლის წვას, ამიტომ თუ ნახშირორჟანგიან ჭურჭელში ანთებულ კვარს შევიტანთ, ის ჩაქრება. ამ თვისების გამო ნახშირორჟანგს ცეცხლმაქრებში იყენებენ.

ნახშირორჟანგს ახასიათებს აგრეთვე კირიანი წყლის ამღვრევის უნარი. მაგალითად, თუ კირიან წყალში ამოსუნთქულ ჰაერს გავატარებთ, ის აიმღვრევა. ამ თვისებას ნახშირორჟანგის აღმოსაჩენად იყენებენ.



ნახ. 2.9. ფოტოსინთეზის სქემატური გამოსახულება.



ნახ. 2.10. მყარი ნახშირორჟანგი, რომელსაც „მშრალ ყინულსაც“ უწოდებენ.



კითხვები და დავალებები:

1. შეადარეთ ერთმანეთს სუნთქვისა და ფოტოსინთეზის პროცესები. რა მსგავსება და განსხვავებაა მათ შორის?
2. საწვავის წვისას დიდი რაოდენობით ფანგბადი იხარჯება, ხოლო ნახშირორჟანგი ასევე დიდი რაოდენობით გამოიყოფა. რა უზრუნველყოფს ჰაერში მათი ბალანსის შენარჩუნებას?



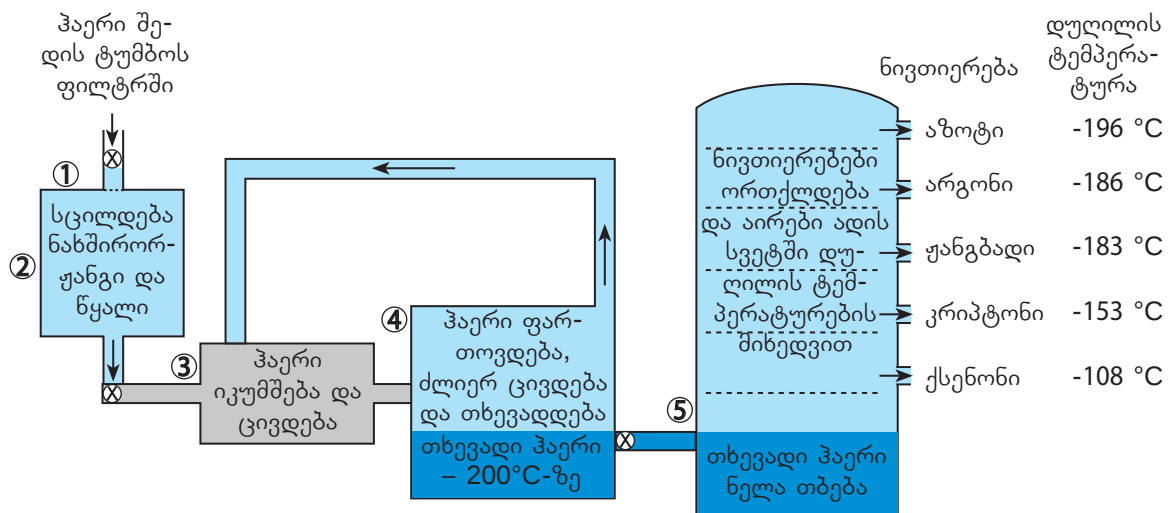
3. რატომ მიფრინავს ცაში ჰელიუმით გაბერილი ბუშტი?

2.4

ჰაერის დაყოფა ცალკეულ კომპონენტებად

ჰაერში შემავალი ნივთიერებები – აზოტი, ჟანგბადი, არგონი და სხვები ძალიან მნიშვნელოვანია ქიმიური მრეწველობის, მედიცინისა და სხვა სფეროებისათვის, სადაც ისინი სუფთა სახით გამოიყენება. ამ ნივთიერებების ძირითადი წყარო ჰაერია, საიდანაც ხდება მათი გამოყოფა.

ვნახოთ, როგორ აცილებენ ერთმანეთისგან ჰაერში შემავალ აირებს. ამჟამად გამოყენებული ტექნოლოგია ეფუძნება განსხვავებას ჰაერის კომპონენტების ფიზიკურ თვისებებს, კერძოდ, მათ დუღილის ტემპერატურებს შორის. ასეთ ტექნოლოგიას ფრაქციული გამოხდა ეწოდება. ტექნოლოგიის არსია ჰაერის გათხევადება და მისი კომპონენტების ცალ-ცალკე შეგროვება. წარმოების სქემა მოცემულია ნახ. 2.11-ზე.



ნახ. 2.11. ჰაერიდან ცალკეული აირების გამოყოფის ტექნოლოგიური სქემა (სქემის დამახსოვრება სავალდებულო არ არის).

სქემაზე წარმოდგენილი ტექნოლოგია შემდეგ საფეხურებს მოიცავს:

- **პირველ საფეხურზე** ჰაერი იფილტრება, რათა მას მოსცილდეს მტვრის ნაწილაკები.
- **მეორე საფეხურზე** ჰაერს სცილდება წყლის ორთქლი, ნახშირორჟანგი და სხვა აირები, რომლებიც ჰაერის დამაბინძურებლებია. ამისათვის ჰაერს ჯერ იქამდე აცივებენ, ვიდრე წყლის ორთქლი მთლიანად არ გათხევადდება, შემდეგ კი გაატარებენ სპეციალურ ზედაპირზე, რომელიც შთანთქმავს ნახშირბადის დიოქსიდს და სხვა დამაბინძურებელ აირებს.
- **მესამე საფეხურზე** ჰაერი მაღალი წნევით იჭირხნება, იკუმშება და ცივდება.
- **მეოთხე საფეხურზე** შეკუმშული ჰაერი სწრაფად გადაიტუმბება სხვა მოწყობილობაში, სადაც ის ფართოვდება და მისი ტემპერატურა კიდევ უფრო იკლებს.

- **მესამე და მეოთხე საფეხური** რამდენჯერმე მეორდება. როცა ტემპერატურა დაახლოებით -200°C -ს მიაღწევს, ჰაერის ყველა კომპონენტი თხევადდება, გარდა ნეონისა და ჰელიუმისა. ამიტომ ეს აირები სცილდება თხევად ჰაერს. აირთა ამ ნარევიდან ცალკეულ კომპონენტებს ნახშირის ზედაპირზე შთანთქმის საშუალებით გამოყოფენ.
- **მეხუთე საფეხურზე** გათხევადებული აირი გადადის მილში, სადაც ნელ-ნელა თბება. აირები გროვდება სხვადასხვა ცილინდრში, მათი დუღილის ტემპერატურების შესაბამისად. პირველი დუღილს იწყებს აზოტი, შემდეგ – დანარჩენი აირები.



კითხვები და დავალებები:

1. რას ეფუძნება ფრაქციული გამოხდის ტექნოლოგია?
2. ჰაერის ფრაქციული გამოხდის პროცესში რა თანმიმდევრობით გამოდის სვეტიდან ჰაერის კომპონენტები? პასუხი დაასაბუთეთ.



3. ჰაერის ფრაქციული გამოხდის პროცესში რომელ ეტაპებზე ცივდება ჰაერი და რომელზე - თბება?
4. -200°C -ზე ნეონი და ჰელიუმი არ თხევადდება. ამ ინფორმაციის საფუძველზე რა შეიძლება დავასკვნათ ჰელიუმისა და ნეონის დუღილის ტემპერატურების შესახებ?
5. რომელ ეტაპზე სცილდება ჰაერს ნახშირორჟანგი?
6. მოიძიეთ ინფორმაცია და უპასუხეთ შემდეგ კითხვებს:
 - ა) გარდა ჰაერისა, კიდევ რომელი ნარევების დასაყოფად გამოიყენება ფრაქციული გამოხდის მეთოდი?
 - ბ) რა მსგავსება და განსხვავებაა ჰაერსა და თქვენ მიერ მოძიებულ ნარევს შორის?

2.5

ჰაერის დაბინძურების პრობლემა

ადამიანის ყოველდღიური საქმიანობა ჰაერში ისეთი ნივთიერებების მოხვედრას იწვევს, რომლებიც „უცხოა“ ატმოსფეროსათვის. ბევრი მათგანი ტოქსიკური თვისებებით გამოირჩევა და საშიშაა ჯანმრთელობისათვის, ზოგიერთი კი ქიმიურად აგრესიულია და აზიანებს როგორც ცოცხალ ორგანიზმებს, ასევე ნაკეთობებს, შენობებსა და არაცოცხალ ბუნებას. ასეთ ნაერთებს ქიმიურ დამაბინძურებლებს უწოდებენ. ინფორმაცია ჰაერის ძირითადი დამაბინძურებლების შესახებ მოყვანილია ცხრილში 2.2.

ცხრილი 2.2. ჰაერის ძირითადი დამაბინძურებლები.

დამაბინძურებელი და მისი ძირითადი თვისებები	როგორ წარმოიქმნება?	რა ზიანი მოაქვს მას?
ნახშირბადის მონოოქსიდი (CO) – უფერო და უსუნო აირი, წყალში არ იხსნება.	წარმოიქმნება, როცა სანჯავ ნიაღისეულში შემავალი ნახშირბად-შემცველი ნაერთები ინვის ჟანგბადის უკმარისობისას, მაგალითად, ავტოტრანსპორტის გამონაბოლქვში.	მომწამვლეელია ძალიან მცირე რაოდენობითაც კი. ის რეაგირებს სისხლის ჰემოგლობინთან და ხელს უშლის უფრედებში ჟანგბადის გადატანაში, რასაც ხშირად მოჰყვება ლეტალური (მომაკვდინებელი) შედეგი.
გოგირდის დიოქსიდი (SO ₂) – მკვეთრი სუნის მქონე აირი, წყალში ხსნადია.	წარმოიქმნება გოგირდშემცველი სანჯავი ნიაღისეულის წვის შედეგად. ამ დამაბინძურებლის ძირითადი წყაროა ქვანახშირზე მომუშავე ენერგოსადგურები.	აღიზიანებს თვალებსა და ყელს, იწვევს სუნთქვის პრობლემებს. იხსნება წვიმის წყალში და წარმოქმნის მჟავა წვიმებს , რაც იწვევს კირქვის შენობების, ქანდაკებების დაზიანებას. ზრდის ნიადაგისა და ბუნებრივი წყლების მჟავიანობას და ხელს უშლის მცენარეებისა და ცოცხალი ორგანიზმების განვითარებას.
აზოტის ოქსიდები, NO და NO ₂ . NO უფერო, მკვეთრი სუნის მქონე აირია, NO ₂ კი მურა ფერის მკვეთრი სუნის მქონე აირია, რომელიც წყალში კარგად იხსნება.	წარმოიქმნება, როცა მანქანის ძრავაში მაღალი ტემპერატურა მიიღწევა, რადგან ამ დროს ჰაერში შემავალი აზოტი და ჟანგბადი ურთიერთქმედებს ერთმანეთთან.	იწვევს სუნთქვის პრობლემებს, აზიანებს სასუნთქ გზებს, მცენარეებს, იხსნება წვიმის წყალში და წარმოქმნის მჟავა წვიმებს.

ცხრილიდან ჩანს, რომ ჰაერის დაბინძურების ძირითადი მიზეზია სანჯავი ნიაღისეულის (ქვანახშირი, ნავთობი და ბუნებრივი აირი) წვა, რაც ძირითადად გასათბობად, ტრანს-

პორტისთვის და ელექტროენერგიის მისაღებად გამოიყენება. საწვავი ძირითადად ნახშირწყალბადებს ანუ ნახშირბადისა და წყალბადის ნაერთებს წარმოადგენს, თუმცა წიაღისეული ხშირად სხვა ელემენტებს, მაგალითად, გოგირდსაც შეიცავს. საწვავის წვა გლობალურ ეკოლოგიურ პრობლემებს ქმნის, რადგან ამ პროცესის შედეგად გარემოში ცოცხალი ორგანიზმებისთვის სახიფათო ნივთიერებები გამოიყოფა.

ჰაერის დაბინძურების პრობლემა დიდ ქალაქებსა და სამრეწველო ცენტრებში განსაკუთრებით მწვავეა (ნახ. 2.12). ჰაერის სისუფთავეზე ზრუნვა ძალიან მნიშვნელოვანია და თითოეული ჩვენგანის მოვალეობაა. დღეისათვის ჰაერის დაბინძურების შესამცირებლად რამდენიმე მნიშვნელოვანი რეკომენდაცია არსებობს:

- ენერგოსადგურების გამონაბოლქვში არსებული ნარჩენი აირების გადამუშავება, რათა ისინი ჰაერში არ მოხვდნენ;
- ქარხნების აღჭურვა ქიმიური და მექანიკური ფილტრებით, რაც ხელს უშლის მავნე აირებისა და მყარი ნაწილაკების ჰაერში გამოყოფას;
- სატრანსპორტო საშუალებების აღჭურვა სპეციალური კატალიზატორებით, რომლებიც გამონაბოლქვ აირებში CO-ს შემცველობას ამცირებს;
- ენერგიის გენერაციისათვის საწვავი წიაღისეულის წვის პროცესის შემცირება და მის ნაცვლად ენერგიის ალტერნატიული წყაროების (მზის, ქარის, ჰიდროელექტროსადგურების ენერგია, წყალბადის წვის ენერგია და სხვ.) გამოყენება.



ნახ. 2.12. ჰაერის დაბინძურების პრობლემა გამსაკუთრებით დიდ ქალაქებსა და სამრეწველო ცენტრებში იგრძნობა.

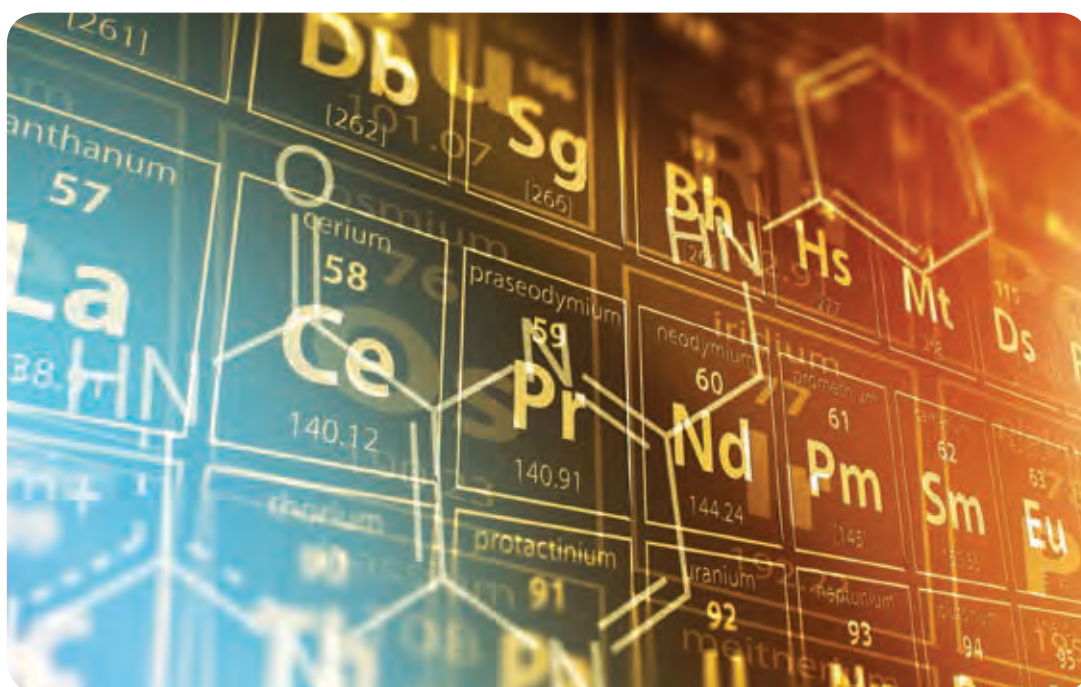


კითხვები და დავალებები:

1. ჰაერის დაბინძურების წინააღმდეგ მიმართული ღონისძიებებიდან პრიორიტეტულია ენერგიის ალტერნატიული წყაროების მოძიება. რა ნიშნით ირჩევენ ასეთ წყაროებს?
2. ადამიანის ყოველდღიური საქმიანობიდან რა იწვევს ჰაერის დაბინძურებას?
3. ქვემოთ ჩამოთვლილია საყოფაცხოვრებო ნარჩენების უტილიზაციის პროცესები, რომლებიც ჰაერის დაბინძურებას იწვევენ: ა) მცენარეული ნარჩენების, მაგალითად, ჩამოცვენილი ფოთლების დაწვა; ბ) გაცვეთილი რეზინის საბურავების დაწვა; გ) საყოფაცხოვრებო ნაგვის დაწვა. რატომ იწვევს თითოეული ეს პროცესი ჰაერის დაბინძურებას. როგორ შეიძლება მათი შეცვლა?

თავი 3

ელემენტთა ორბანიზმების პრინციპები

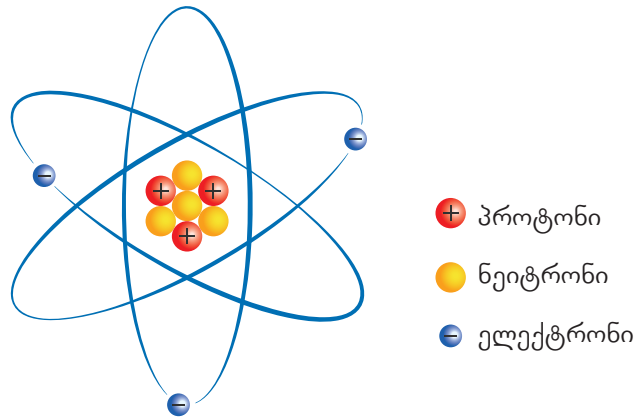


ამ თავის შესწავლის შემდეგ შეძლებთ უპასუხოთ კითხვებს:

- როგორ ვითარდებოდა წარმოდგენები ატომის შესახებ?
- როგორ ალაგებდნენ მეცნიერები მათთვის ნაცნობ ელემენტებს?
- რა ინფორმაციას იძლევა ელემენტების პერიოდულობის ცხრილი ელემენტებისა და მათი ნაერთების შესახებ?
- რა ძალებით უკავშირდება ნივთიერებებში ნაწილაკები ერთმანეთს?
- რატომ ატარებს მეტალი სითბოსა და ელექტრულ დენს?
- რით განსხვავდება ერთმანეთისაგან არაორგანული ნივთიერებები?
- რა იცვლება მჟავისა და ფუძის ურთიერთქმედების დროს?

ატომის აღნაგობა

შეხედულება ატომის შედგენილობის შესახებ დიდი ხნის განმავლობაში იცვლებოდა, რასაც შეგიძლიათ ამ თავის ბოლოს მოცემულ მასალაში გაეცნოთ. დღეისათვის დადგენილია, რომ ატომი შედგება დადებითად დამუხტული ბირთვისაგან და მის გარშემო მოძრავი ელექტრონებისაგან (ნახ. 3.1). ატომბირთვში ორი სახის ნაწილაკია – პროტონი, რომელსაც დადებითი მუხტი აქვს და ნეიტრონი, რომელსაც მუხტი არ გააჩნია. პროტონებს, ნეიტრონებსა და ელექტრონებს სუბატომური ნაწილაკები ეწოდება.



ნახ. 3.1. ატომის მოდელი.

ატომბირთვის გარშემო მოძრავი ელექტრონები ძალიან მცირე ზომისა და მასის მქონე, უარყოფითად დამუხტული ნაწილაკებია. ატომში მათი რაოდენობა ყოველთვის პროტონების რიცხვის ტოლია და რადგან ელექტრონის მუხტის აბსოლუტური მნიშვნელობა პროტონის მუხტის ტოლია, ატომის ჯამური მუხტი 0-ს უდრის, ე. ი. ატომი ელექტრონეიტრალურ ნაწილაკს წარმოადგენს.



ნახ. 3.2. მზის სისტემის პლანეტები.

ატომის აღნაგობის ასეთ მოდელს „პლანეტურ მოდელს“ უწოდებენ, რადგან ატომბირთვის გარშემო მოძრავი ელექტრონები შეიძლება მზის გარშემო მოძრავ პლანეტებს შევადაროთ (ნახ. 3.2). ამ მსგავსებით შეიძლება აიხსნას, თუ რატომ არ ეცემა

უარყოფითმუხტიანი ელექტრონი დადებითი მუხტის მქონე ატომბირთვზე – ისინი ხომ ერთმანეთს იზიდავს?! მიუხედავად იმისა, რომ პლანეტებს მზე იზიდავს გრავიტაციული ძალით, მათ აქვთ საკმარისი ენერგია იმისათვის, რომ ორბიტაზე დარჩნენ და მზის გარშემო იმოძრაონ. ასევე ხდება დედამიწის ორბიტაზე თანამგზავრის გაშვებისას – მას ენიჭება საკმარისი ენერგია, რათა ორბიტაზე იმოძრაოს და არ ჩამოვარდეს. სწორედ ასევეა ატომშიც – ელექტრონის მოძრაობის ენერგია აკომპენსირებს ბირთვთან მიზიდვის ძალას და აკავებს მას ბირთვის გარშემო.

ამრიგად, ელექტრონს აქვს განსაზღვრული ენერგია, რაც საკმარისია იმისათვის, რომ მან ბირთვის გარშემო იმოძრაოს. აღმოჩნდა, რომ პლანეტების მსგავსად, რომლებიც მზიდან გარკვეული მანძილით დაცილებულ ორბიტებზე მოძრაობენ, ელექტრონებისთვისაც განსაზღვრულია, მოძრაობისას ბირთვიდან რა მანძილზე უნდა იმყოფებოდნენ.

სივრცის იმ ნაწილს, სადაც ელექტრონი მოძრაობს ბირთვის გარშემო, ელექტრონული გარსი ეწოდება. ხშირად ამ გარსს ელექტრონულ შრეს ან ელექტროენერგეტიკულ დონესაც უწოდებენ.

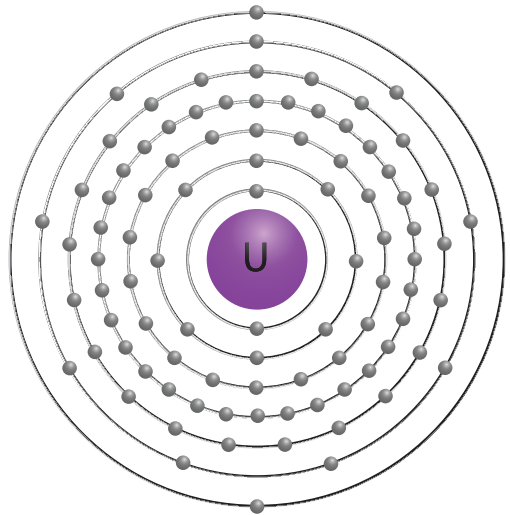
ცნობილია, რომ ატომბირთვის გარშემო სულ 7 ელექტრონული შრე შეიძლება იყოს (ნახ. 3.3). თითოეულ შრეზე შეიძლება მოთავსდეს ელექტრონთა გარკვეული რიცხვი, რომელიც ასე იანგარიშება:

$$N_e = 2n^2$$

სადაც n შრის ნომერს გვიჩვენებს.

ამრიგად, 1-ლ შრეზე შეიძლება მოძრაობდეს 2 ელექტრონი, მე-2 შრეზე – 8, მე-3 შრეზე – 18 და ა. შ.

მაგალითად, თუ ატომში 7 პროტონია, მაშინ მასში 7 ელექტრონი უნდა იყოს. ამათგან 2 ელექტრონი 1-ლ შრეზე მოთავსდება, დანარჩენი 5 კი – მე-2-ზე.

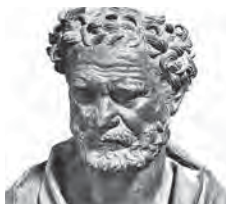


ნახ. 3.3. ურანის ატომის მოდელი. ატომბირთვის გარშემო 7 ელექტრონული შრეა.



კითხვები და დავალებები:

- რომელი სუბატომური ნაწილაკებისგან შედგება ატომი?
- როგორ არიან დამუხტული პროტონები, ელექტრონები და ნეიტრონები?
- რომელი ფორმულით გამოითვლება ენერგეტიკულ დონეზე ელექტრონების მაქსიმალური რაოდენობა?
- გამოთვალეთ ელექტრონების მაქსიმალური რიცხვი, რომელიც შეიძლება მოთავსდეს მე-4, მე-5, მე-6 და მე-7 ელექტრონულ შრეებზე.
- რამდენი ელექტრონია ატომში, რომელსაც ატომბირთვში აქვს:
 - 16 პროტონი და 16 ნეიტრონი
 - 15 პროტონი და 16 ნეიტრონი
 - 17 პროტონი და 20 ნეიტრონი



დემოკრიტე
(Democritus)
ძვ.წ 460 - ძვ.წ 370

- ყველაფერი შედგება უმცირესი ნაწილაკებისგან.
- ამ უმცირეს ნაწილაკს მან ატომი უწოდა, რომელიც ბერძნულად განუყოფელს ნიშნავს.



არისტოტელე
(Aristotle)
ძვ.წ 384 - ძვ.წ 322

- ყველაფერი შედგება ოთხი ელემენტისგან:



ჰაერი,

ცეცხლი,

მიწა

და წყალი



ჯონ დალტონი
(John Dalton)
1766 — 1844

- ერთი და იმავე ელემენტის ატომები მსგავსია.
- ატომი შეადარა მყარ, პატარა ბურთს.



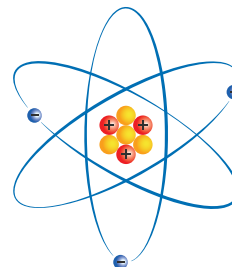
ჯოზეფ ჯონ ტომსონი
(Joseph Thomson)
1856 – 1940

- აღმოაჩინა ელექტრონი.
- მის მიერ მოწოდებული ატომური მოდელი შედარებულია „ქიშმიშიან პუდინგს“.
- მიიღო ნობელის პრემია ფიზიკაში 1906 წელს.



ერნესტ რეზერფორდი
(Ernest Rutherford)
1871 – 1937

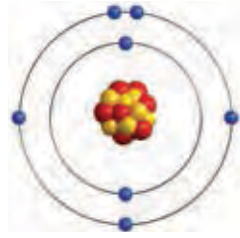
- აღმოაჩინა პროტონი და ატომბირთვი.
- ელექტრონები მოძრაობს დადებითად დამუხტული ატომბირთვის ირგვლივ.
- მიიღო ნობელის პრემია ქიმიაში 1908 წელს.





ნილს ბორი
(Niels Bohr)
1885 – 1962

- ელექტრონები მოძრაობს ატომ-ბირთვის ირგვლივ სხვადასხვა ენერგეტიკულ დონეზე.
- მის მიერ მოწოდებულია ატომის პლანეტური მოდელი.
- მიიღო ნობელის პრემია ფიზიკაში 1922 წელს.



ჯეიმზ ჩედუიკი
(James Chadwick)
1891 – 1974

- აღმოაჩინა ნეიტრონი, რისთვისაც მას 1935 წელს მიენიჭა ნობელის პრემია.



ერვინ შრედინგერი
(Erwin Schrödinger)
1887 – 1961



ლუის დე ბროილი
(Louis De Broglie)
1892 – 1987



ვერნერ ჰაიზენბერგი
(Werner Heisenberg)
1901 – 1976

- თანამედროვე ატომური თეორია ეფუძნება 1920 წლიდან დღემდე დაგროვილ ფაქტებს.
- უარყოფითად დამუხტული ელექტრონები მოძრაობს ელექტრონულ ღრუბელში. შეუძლებელია იმის განსაზღვრა, თუ რა წერტილში იმყოფება ელექტრონი დროის მოცემულ მომენტში.
- სამივემ მიიღო ნობელის პრემია ფიზიკაში. შრედინგერმა – 1933, დე ბროილმა - 1929, ხოლო ჰაიზენბერგმა 1932 წელს.



მურაი გელ-მანი
(Murray Gel-Mann)
1929 - 2019

- აღმოაჩინა პროტონებსა და ნეიტრონებზე უფრო მცირე ნაწილაკები – კვარკები.
- მიიღო ნობელის პრემია ფიზიკაში 1969 წელს.

3.2

სუბატომური ნაწილაკები

სუბატომურ ნაწილაკებს თავისი აღნიშვნები გააჩნია: პროტონი p სიმბოლოთი გამოისახება, ხოლო ატომში პროტონების რიცხვი – N_p სიმბოლოთი; ნეიტრონებს აღნიშნავენ n -ით, მათ რაოდენობას N_n -ით; ხოლო ელექტრონებისა და მათი რიცხვის აღნიშვნისთვის გამოიყენება შესაბამისად e^- და N_{e^-} (ცხრილი 3.1).

ცხრილი 3.1. სუბატომური ნაწილაკები.

ნაწილაკი	სიმბოლო	მუხტი	მასური რიცხვი	მასა (გ)	მასა (მაე)
პროტონი	p	+1	1	$1.67 \cdot 10^{-24}$	1.01
ნეიტრონი	n	0	1	$1.67 \cdot 10^{-24}$	1.01
ელექტრონი	e^-	-1	0	$9.11 \cdot 10^{-28}$	0.00055

ქიმიური ელემენტების მახასიათებლები მათ ატომებში სუბატომური ნაწილაკების რაოდენობით განისაზღვრება. ელემენტის ინდივიდუალობას მის ატომბირთვში პროტონების რიცხვი განსაზღვრავს. ამ რიცხვის სიდიდის მიხედვით თითოეულ ელემენტს თავისი ნომერი აქვს მინიჭებული, რასაც **ატომური, ანუ რიგობრივი ნომერი ეწოდება** და Z სიმბოლოთი აღინიშნება. **პერიოდულობის ცხრილში** ელემენტები სწორედ ამ ნომრების მიხედვითაა დალაგებული, მაგალითად, პირველი ელემენტია წყალბადი (H) და მისი ნომერია 1, ლითიუმისათვის $Z(\text{Li})=3$, მაგნიუმისათვის $Z(\text{Mg})=12$ და ა. შ. (ნახ. 3.4)

ატომი მთლიანად ელექტრონეიტრალურია, ამიტომ ყოველი ელემენტის ატომს უნდა ჰქონდეს იმდენი ელექტრონი, რამდენი პროტონიცაა მის ბირთვში. აქედან გამომდინარე, ელემენტის ატომური ნომერი გვიჩვენებს ატომში როგორც პროტონების, ასევე ელექტრონების რაოდენობას. ამრიგად:

$$Z = N_p = N_{e^-}$$

1 H	
3 Li	4 Be
11 Na	12 Mg

ნახ. 3.4.

პერიოდულობის ცხრილის ფრაგმენტი.

ცხრილი 3.1-დან ჩანს, რომ პროტონისა და ნეიტრონის მასები თითქმის ერთმანეთის ტოლია და თითოეულის მასა 1 მაე-ს უდრის. ელექტრონის მასა მათ მასაზე გაცილებით ნაკლებია (დაახლოებით 1836-ჯერ). ამიტომ ატომის მასა ძირითადად ატომბირთვშია თავმოყრილი და მას გამოითვლიან პროტონებისა და ნეიტრონების ჯამური მასის მიხედვით, ხოლო ელექტრონების მასას უგულებელყოფენ.

პროტონებისა და ნეიტრონების ჯამურ რაოდენობას **მასური რიცხვი** ეწოდება და A სიმბოლოთი აღინიშნება. ამრიგად:

$$A = N_p + N_n$$



კითხვები და დავალებები:

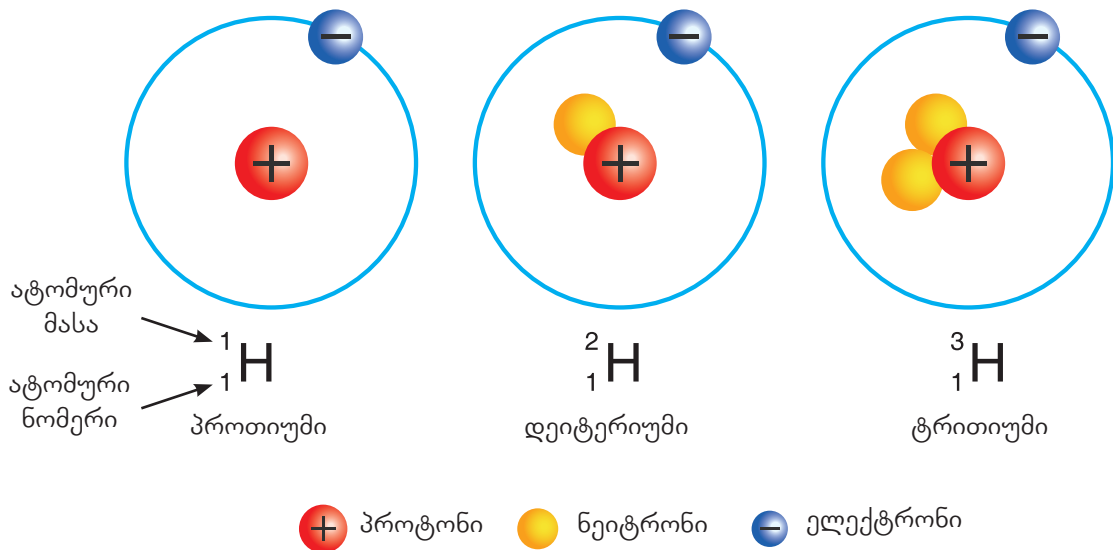
1. რას გვიჩვენებს ატომური ნომერი? რომელი სიმბოლოთი აღინიშნება?
2. რატომ არის ატომი ელექტრონეიტრალური?
3. რას ეწოდება მასური რიცხვი?
4. მოცემულია ატომი, რომლის ატომბირთვში 2 პროტონი და 2 ნეიტრონია.
ცხრილი 3.1-ის მიხედვით იანგარიშეთ, რამდენჯერ მძიმეა ამ ატომის ბირთვი ელექტრონების ჯამურ მასაზე.
5. რამდენ სუბატომურ ნაწილაკს შეიცავს:
 - ა) ნახშირბადი (C)?
 - ბ) მაგნიუმი (Mg)?
 - გ) რკინა (Fe)?

მოცემული ელემენტებისათვის გამოიყენეთ პერიოდულობის ცხრილში მითითებული ატომური ნომრები და მთელ რიცხვამდე დამრგვალებული ატომური მასები.
6. ელემენტის ატომის მასური რიცხვია 55. მასში ნეიტრონების რიცხვი ატომურ ნომერზე 5-ით მეტია. ამ მოცემულობიდან გამომდინარე:
 - ა) რამდენი პროტონი, ნეიტრონი და ელექტრონია ამ ატომში?
 - ბ) რომელ ელემენტს წარმოადგენს ეს ატომი?
7. გადახაზეთ ცხრილი სამუშაო რეგულში და პირველ სტრიქონში მოცემული მაგალითის მიხედვით შეავსეთ ცარიელი უჯრები (მოცემული ელემენტებისათვის გამოიყენეთ პერიოდულობის ცხრილში მითითებული ატომური ნომრები და მთელ რიცხვამდე დამრგვალებული ატომური მასები):

ელემენტის სიმბოლო	ატომური ნომერი	მასური რიცხვი	პროტონების რიცხვი	ელექტრონების რიცხვი	ნეიტრონების რიცხვი
F	9	19	9	9	10
Na			11		
	7				
K					
			20		
S					
				13	
			52		

იზოტოპები

ბუნებაში არსებობს ისეთი ატომები, რომლებსაც ერთნაირი ატომური რიცხვი აქვს, მაგრამ მათი მასური რიცხვები განსხვავდება. სხვა სიტყვებით, ასეთ ატომებს ატომბირთვში პროტონების ერთნაირი რაოდენობა აქვს, ნეიტრონებისა კი – განსხვავებული. ამიტომ ისინი ერთსა და იმავე ქიმიურ ელემენტს მიეკუთვნება და მათ **იზოტოპები** ეწოდება. იზოტოპების მაგალითი ნახ. 3.5-ზეა მოყვანილი.



ნახ. 3.5. წყალბადის იზოტოპები.

იზოტოპის ქიმიური სიმბოლოს გამოსახვისას იწერება ელემენტის სიმბოლო და მას მარცხნივ ქვედა მხარეს ეწერება ატომური ნომერი, ზედა მხარეს კი – მასური რიცხვი. მაგალითად, წყალბადის იზოტოპებია ${}^1_1\text{H}$, ${}^2_1\text{H}$ და ${}^3_1\text{H}$ (ნახ. 3.5).

ბუნებაში გავრცელებული ელემენტების უმეტესობა იზოტოპების ნარევეს წარმოადგენს. ამიტომ ფარდობით ატომურ მასად ითვლება საშუალო იზოტოპური მასა, რომლის გამოსათვლელადაც თითოეული იზოტოპის მასა მრავლდება მის პროცენტულ წილზე და მიღებული მნიშვნელობები იკრიბება.

მაგალითად, ქლორი ბუნებაში გავრცელებულია 2 იზოტოპის სახით: ${}^{35}_{17}\text{Cl}$ და ${}^{37}_{17}\text{Cl}$. ამასთან, პირველის შემცველობა ბუნებრივ იზოტოპურ ნარევეში არის 75%, ხოლო მეორისა – 25%. ქლორის საშუალო იზოტოპური ატომური მასა იქნება:

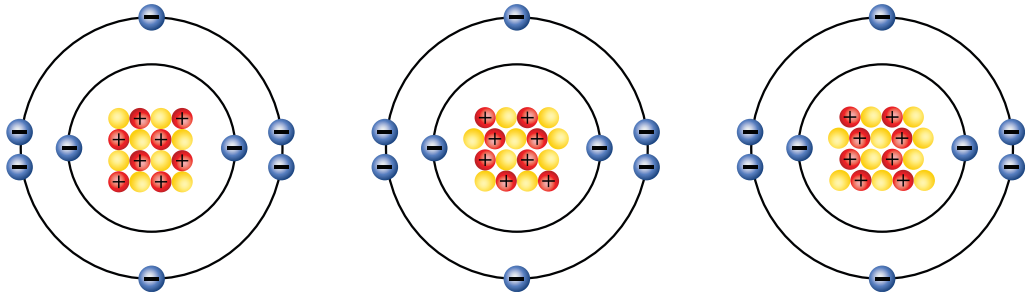
$$A_r(\text{Cl}) = 35 \cdot \frac{75\%}{100\%} + 37 \cdot \frac{25\%}{100\%} = 35.5$$

ანალოგიურად შეიძლება გამოვთვალოთ იზოტოპური შედგენილობის მქონე ნებისმიერი ელემენტის საშუალო იზოტოპური ატომური მასა, რასაც საშუალო ატომურ მასასაც უწოდებენ.



კითხვები და დავალებები:

1. რას ეწოდება იზოტოპი?
2. რა განაპირობებს იზოტოპების მასებს შორის სხვაობას?
3. როგორ გამოითვლება ელემენტის საშუალო იზოტოპური ატომური მასა?
4. რომელი ელემენტის იზოტოპებია გამოსახული ქვემოთ მოცემულ ნახაზზე? გამოთვალეთ თითოეულ იზოტოპში სუბატომური ნაწილაკების რიცხვი.



5. ცირკონიუმი (Zr) – მორუხო-თეთრი მეტალია, რომელიც ბუნებაში რამდენიმე იზოტოპის სახით გვხვდება. ცირკონიუმს იყენებენ ატომურ რეაქტორებში. გარდა ამისა, მისგან იღებენ ხელოვნურ ძვირფას ქვას (ცირკონი), რომელიც ბრილიანტს წააგავს და საიუველირო საქმეში ფართოდ გამოიყენება. ცხრილში მოცემულია Zr-ის იზოტოპების ფარდობითი გავრცელება:

იზოტოპი	მასა (მაე)	გავრცელება (%)
ცირკონიუმ-90	90	51.45
ცირკონიუმ-91	91	11.22
ცირკონიუმ-92	92	17.15
ცირკონიუმ-94	94	17.38
ცირკონიუმ-96	96	2.80

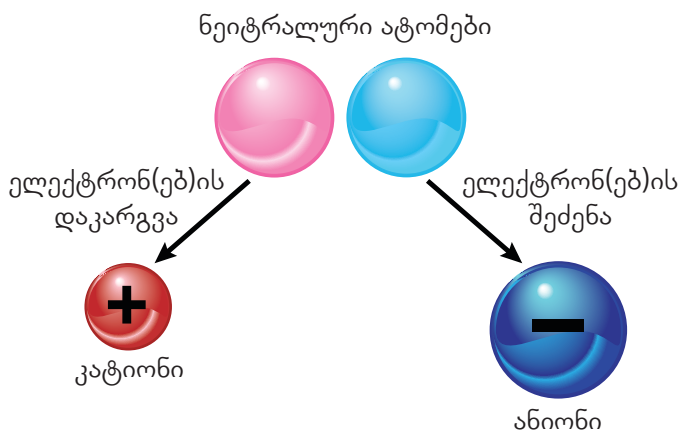
- ა) იანგარიშეთ პროტონებისა და ნეიტრონების რიცხვი თითოეულ იზოტოპში;
 - ბ) გაანალიზეთ ცხრილის მონაცემები და განსაზღვრეთ, ყველაზე მეტად რომელი იზოტოპი განაპირობებს ელემენტ Zr-ის საშუალო ატომურ მასას;
 - გ) იანგარიშეთ ცირკონიუმის საშუალო იზოტოპური ატომური მასა.
6. მაგნიუმს გააჩნია სამი იზოტოპი, შემდეგი მასითა და ბუნებაში გავრცელებით: 24 მაე (78.99%), 25 მაე (10.04%) და 26 მაე (11.01%). იანგარიშეთ Mg-ის საშუალო ატომური მასა.

განვიხილოთ შემთხვევა, როდესაც ნაწილაკში პროტონებისა და ელექტრონების რაოდენობა ერთმანეთს არ უტოლდება. ცხადია, ამ დროს პროტონების რიცხვი შეიძლება აღემატებოდეს ელექტრონების რაოდენობას, ან მასზე ნაკლები იყოს. პირველ შემთხვევაში ნაწილაკის ჯამური მუხტი დადებითი იქნება, მეორე შემთხვევაში კი – უარყოფითი. ზოგადად, ასეთ დამუხტულ ნაწილაკს **იონი** ეწოდება.

ატომიდან იონი იმ შემთხვევაში წარმოიქმნება, როდესაც ქიმიური ელემენტის ატომები ნაერთებს წარმოქმნიან. ქიმიური რეაქციების მიმდინარეობის დროს ატომში შეიძლება შეიცვალოს მხოლოდ ელექტრონების რაოდენობა, მაგრამ არა პროტონების, რაც იმას ნიშნავს, რომ ამ დროს ელემენტი არ იცვლება.

ატომიდან იონი შეიძლება ორი გზით წარმოიქმნას (ნახ. 3.6):

- ატომის მიერ ერთი ან მეტი ელექტრონის მიერთებით (შეძენით) – ამ დროს მიიღება ნაწილაკი, რომელშიც პროტონების რაოდენობა ელექტრონების რაოდენობაზე ნაკლებია, ამიტომ მთლიანობაში ნაწილაკი უარყოფითად იმუხტება. **უარყოფითად დამუხტულ იონს ანიონი ეწოდება.**
- ატომის მიერ ერთი ან მეტი ელექტრონის გაცემით (დაკარგვით) – ამ შემთხვევაში პროტონების რაოდენობა დარჩენილი ელექტრონების რაოდენობაზე მეტი აღმოჩნდება და ატომი დადებითად დაიმუხტება. **დადებითად დამუხტულ იონს კატიონი ეწოდება.**



ნახ. 3.6. ატომიდან იონის წარმოქმნის ორი გზა.

ატომის ან იონის მუხტი q სიმბოლოთი აღინიშნება და შემდეგნაირად გამოითვლება:

$$q = N_p - N_e$$

ანიონებსა და კატიონებს ასე გამოსახავენ:



სადაც A და B ქიმიური ელემენტების სიმბოლოებია, $n-$ და $n+$ კი – მათი მუხტის მნიშვნელობები.

მაგალითად:

ნატრიუმის ატომში:

$$N_p=11; N_e=11$$

$$q=11-11=0$$

ამიტომ ნატრიუმის ატომი
ნეიტრალურია.

თუ ნატრიუმი ერთ ელექტრონს
გასცემს, მიიღება ნაწილაკი, რომელშიც

$$N_p=11; N_e=10$$

$$q=11-10=+1$$

ამრიგად, წარმოიქმნება ნატრიუმის
დადებითი იონი (კატიონი), რომელიც
ასე აღინიშნება:



ქლორის ატომში:

$$N_p=17; N_e=17$$

$$q=17-17=0$$

ამიტომ ქლორის ატომი ნეიტრალურია.

თუ ქლორი ერთ ელექტრონს
მიიერთებს, მიიღება ნაწილაკი,
რომელშიც

$$N_p=17; N_e=18$$

$$q=17-18=-1$$

ამრიგად, წარმოიქმნება ქლორის
უარყოფითი იონი (ანიონი), რომელიც
ასე აღინიშნება:



კითხვები და დავალებები:

- რას ეწოდება:
 - იონი?
 - კატიონი?
 - ანიონი?
- რომელი ნაწილაკების რაოდენობა იცვლება ატომში იონების წარმოქმნის დროს?
- როგორ დაიმუხტება:
 - კალციუმის ატომი, თუ ის 2 ელექტრონს გასცემს?
 - ალუმინის ატომი, თუ ის 3 ელექტრონს გასცემს?
 - ჟანგბადის ატომი, თუ ის 2 ელექტრონს მიიერთებს?
 - აზოტის ატომი, თუ ის 3 ელექტრონს მიიერთებს?
- ცხრილი გადახაზეთ სამუშაო რვეულში. ცხრილის პირველ სტრიქონში მოცემული მაგალითის მიხედვით შეავსეთ ცხრილის ცარიელი უჯრები (მოცემული ელემენტებისათვის გამოიყენეთ პერიოდულობის ცხრილში მითითებული ატომური ნომრები და მთელ რიცხვამდე დამრგვალებული ატომური მასები):

ელემენტი	N_p	N_n	q	N_e	A
F	9	10	0	9	19
Mg		12		10	24
S		16	-2		32
Na	11	12	+1		
P	15			18	31

პერიოდულობის კანონი

დღეისათვის **პერიოდულობის** ცხრილი 118 ქიმიური ელემენტით არის შევსებული. უკანასკნელი ელემენტები ცხრილს მისი შექმნიდან 150 წლისთავზე, 2019 წელს დაემატა. სწორედ ამიტომ გაერთიანებული ერების ორგანიზაციამ 2019 წელი ქიმიურ ელემენტთა პერიოდულობის ცხრილის წლად გამოაცხადა.

პერიოდულობის ცხრილი აგებულია პერიოდულობის კანონის მიხედვით, რომელიც შემდეგნაირად ფორმულირდება:

ქიმიური ელემენტების თვისებები, მათ მიერ წარმოქმნილი მარტივი და რთული ნივთიერებების ფორმები და ქიმიური თვისებები ატომური ნომრის ზრდის შესაბამისად პერიოდულად მეორდება.

განვიხილოთ, რას ნიშნავს ელემენტთა თვისებების პერიოდული განმეორებადობა. მაგალითისათვის ავიღოთ პერიოდულობის ცხრილის ფრაგმენტი, რომელზეც 1-დან 20-ის ჩათვლით ატომური ნომრის მქონე ელემენტებია გამოსახული (ნახ. 3.7).

პერიოდი	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	1 H 1							2 He 2
2	3 Li 2+1	4 Be 2+2	5 B 2+3	6 C 2+4	7 N 2+5	8 O 2+6	9 F 2+7	10 Ne 2+8
3	11 Na 2+8+1	12 Mg 2+8+2	13 Al 2+8+3	14 Si 2+8+4	15 P 2+8+5	16 S 2+8+6	17 Cl 2+8+7	18 Ar 2+8+8
4	19 K 2+8+8+1	20 Ca 2+8+8+2	პროტონების რიცხვი					
			ელექტრონული შრე					
			ელექტრონების განაწილება შრეებზე					

ნახ. 3.7. პერიოდულობის ცხრილის პირველი ოცი ელემენტის ელექტრონული შრეების აღნაგობა.

ყურადღებით დავაკვირდეთ ნახ. 3.7-ზე მოცემულ ცხრილში ერთმანეთის ქვეშ განლაგებულ ელემენტთა ატომების ელექტრონულ აღნაგობას. ეს ელემენტები ელექტრონული შრეების რაოდენობით განსხვავდება, მაგრამ მათ გარე ელექტრონულ შრეზე ელექტრონთა ერთნაირი რიცხვი აქვთ. მაგალითად, H, Li, Na და K ბოლო შრეზე თითო ელექტრონს ფლობენ, Be, Mg და Ca – ორ-ორ ელექტრონს, B და Al – სამ-სამს და ა. შ.

ელექტრონულ აღნაგობაში მსგავსება ელემენტთა თვისებების და, შესაბამისად, მათი

ნაერთების ფორმების მსგავსებაში აისახება. მაგალითად, ნაერთებში ელემენტები H, Li, Na და K I-ვალენტია, Be, Mg და Ca – II-ვალენტიანი, B და Al – III-ვალენტიანი და ა. შ. ასეთივე კანონზომიერება ვლინდება ამ ელემენტების მიერ წარმოქმნილი ნაერთების თვისებების შედარებისას, რასაც შემდგომში გავეცნობით.

ამრიგად, გამოდის, რომ ქიმიური ელემენტების ატომური ნომრის ზრდასთან ერთად პერიოდულად მეორდება გარე ელექტრონული შრის აღნაგობა, ხოლო ერთნაირი აღნაგობის გარე შრის მქონე ელემენტებისაგან წარმოქმნილი მარტივი და რთული ნივთიერებები მსგავს თვისებებს ამჟღავნებს. სწორედ ესაა პერიოდულობის კანონის არსი და პერიოდულობის ცხრილის საფუძველი.



კითხვები და დავალებები:

1. რამდენი ელემენტია დღეისათვის ცნობილი?
2. ჩამოაყალიბეთ პერიოდულობის კანონი.
3. რომელი ელექტრონული შრის ელექტრონები განაპირობებენ ელემენტის ვალენტობას?
4. შეადარეთ შემდეგი ელემენტების ელექტრონული შრეების აღნაგობა:
 - ა) C და Si.
 - ბ) Si და S.

რა მსგავსება და განსხვავება შეინიშნება მათ შორის?
5. დაასახელეთ 3 ელემენტი, რომელთა გარე შრეზე 7-7 ელექტრონია.
6. მოძებნეთ პერიოდულ ცხრილში ელემენტები, რომელთა ატომური (რიგობრივი) ნომრებიც შეესაბამება:
 - ა) თქვენს ასაკს
 - ბ) დაბადების თვეს
 - გ) დაბადების რიცხვს

ზოგადად დაახასიათეთ ეს ელემენტები. ინტერნეტში მოიძიეთ ინფორმაცია მათი გამოყენების შესახებ.
7. პერიოდულობის ცხრილში მოიძიეთ ის ელემენტები, რომელთა სახელწოდებები მომდინარეობს გეოგრაფიული ობიექტების დასახელებიდან. მოიძიეთ ინფორმაცია მათი აღმოჩენის ისტორიის შესახებ.
8. მოიძიეთ ინფორმაცია, ვინ აღმოაჩინა ბოლო, 118-ე ელემენტი.
9. პერიოდულობის ცხრილში მოიძიეთ რამდენიმე ელემენტი, რომელსაც სახელწოდება მიენიჭა გამოჩენილი მეცნიერების პატივსაცემად.
10. პერიოდულობის ცხრილში მოიძიეთ რამდენიმე ელემენტი, რომელთა სიმბოლო ემთხვევა თქვენს ან თქვენი მეგობრების ლათინურ ინიციალებს (სახელისა და გვარის პირველ ასოებს).



ქიმია – პრაქტიკული საგანი

ქიმია პრაქტიკული მეცნიერებაა, რომელიც ეფუძნება ექსპერიმენტულ კვლევებს. ქიმიის ყველა კანონი ლაბორატორიაში ჩატარებული კვლევის შედეგებს ასახავს. შეიძლება ითქვას, რომ ლაბორატორია ქიმიის სახლია.

როგორც ყველა სხვა მეცნიერი, ქიმიკოსიც **სამეცნიერო მეთოდებს** ეყრდნობა. ცხრილში წარმოდგენილია სამეცნიერო მეთოდის ეტაპები, რომლებიც დაგეხმარებათ კვლევის ჩატარებაში.



საკვლევი შეკითხვის დასმა

- განსაზღვრეთ თქვენი კვლევის მიზანი და დასვით საკვლევი შეკითხვა.

ინფორმაციის მოძიება საკვლევი საკითხის გარშემო

- მოიძიეთ ინფორმაცია სხვადასხვა წყაროებიდან საკვლევი საკითხის გარშემო.

ჰიპოთეზის/ვარაუდის ჩამოყალიბება

- გამოთქვით ვარაუდი, თუ რა შედეგს ელოდებით ექსპერიმენტიდან.

ექსპერიმენტის ჩატარება

- განსაზღვრეთ ცვლადები, შეარჩიეთ რესურსები (საჭირო მოწყობილობა და ნივთიერებები) და ჩაატარეთ ექსპერიმენტი.

მონაცემთა შეგროვება და განალიზება

- ექსპერიმენტის შედეგები წარმოდგინეთ შესაბამისი ცხრილის ან ნახაზის ფორმით და განალიზეთ.

დასკვნების გამოტანა და შედეგების წარდგენა

- ჩატარებული ექსპერიმენტის საფუძველზე გაეცით პასუხი დასმულ საკვლევ შეკითხვას და მიღებული შედეგები გაუზიარეთ სხვებს.

ძალიან მნიშვნელოვანია, ექსპერიმენტის ჩატარების დროს შეცვალოთ მხოლოდ ერთი პარამეტრი და შეისწავლოთ მისი გავლენა საკვლევ პარამეტრზე. ყველა სხვა პარამეტრი

უნდა იყოს მუდმივი. მაგალითად, თუ სწავლობთ შაქრის ხსნადობაზე ტემპერატურის გავლენას, თქვენ უნდა ცვალოთ მხოლოდ ტემპერატურა, ანუ ის პარამეტრი, რისი გავლენის შესწავლაც გინდათ. ამ პარამეტრს (ამ შემთხვევაში ტემპერატურას) **დამოუკიდებელი ცვლადი** ეწოდება.

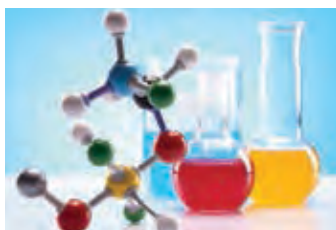
თქვენთვის ცნობილია, რომ შაქარს სხვადასხვა ტემპერატურაზე აქვს განსხვავებული ხსნადობა წყალში. გახსნილი ნივთიერების მასა სხვადასხვა ტემპერატურაზე იქნება ის პარამეტრი, რომელსაც ექსპერიმენტის პროცესში დააკვირდებით. ამ პარამეტრს (გახსნილი ნივთიერების მასა სხვადასხვა ტემპერატურაზე) **დამოკიდებული ცვლადი** ეწოდება.

ექსპერიმენტის პროცესში ყველა სხვა პარამეტრი უნდა იყოს მუდმივი. მაგ., წყლის მოცულობა, შაქრის ფორმა (ფხვნილი ან ნატეხები). ამ პარამეტრებს **საკონტროლო ცვლადები** ეწოდება.

ნებისმიერი საკითხის შესწავლა სამეცნიერო მეთოდით კომპლექსური პროცესია და თქვენგან მრავალფეროვან ქმედებებს მოითხოვს. ესენია:



საკვლევი შეკითხვის დასმა და პრობლემის განსაზღვრა



მოდელის შექმნა და გამოყენება



კვლევის დაგეგმვა და ჩატარება



მონაცემთა ანალიზი და ინტერპრეტაცია



მათემატიკური აპარატისა და ისტ-ის გამოყენება



მოვლენებისა და პროცესების ახსნა და პრობლემების გადაჭრის გზების ძიება



მტკიცებულებებზე დაფუძნებული არგუმენტირებული დისკუსია



ინფორმაციის მოძიება, შეფასება და გაზიარება



ხსნარის pH და მისი მნიშვნელობა ყოველდღიურ ცხოვრებაში

ქიმიკოსებს სხვადასხვა ნივთიერების ანალიზის ჩატარებისას ხშირად უწევთ pH-ის გაზომვა. pH გვიჩვენებს წყალბად-იონების კონცენტრაციას ხსნარში და მიგვითითებს, როგორი ბუნებისაა ესა თუ ის ხსნარი: მჟავა, ფუძე თუ ნეიტრალური.

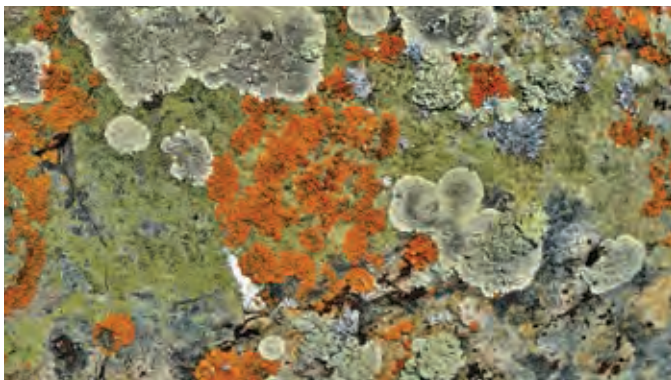
სხვადასხვა ცოცხალ სისტემას გააჩნია თავისი ოპტიმალური pH დიაპაზონი, რომლის შენარჩუნებას ხშირად გადამწყვეტი როლი აქვს ნორმალური ცხოველქმედებისთვის. მაგალითად, ნიადაგისათვის ეს მაჩვენებელია 4.0-8.0 (ნიადაგის ტიპის მიხედვით), ზღვებისა და ოკეანეებისათვის – 8.2, კუჭის წვენისათვის – 1.7, ადამიანის სისხლისათვის კი – 7.35. ეს უკანასკნელი ძალზე მნიშვნელოვანია, სისხლის pH-ის მცირედით, თუნდაც 0.1 ერთეულით შეცვლამაც კი შეიძლება მძიმე და გამოუსწორებელი შედეგები გამოიწვიოს. ამიტომაც ორგანიზმს გააჩნია დამცავი მექანიზმი – ბუფერული სისტემა, რომელსაც აქვს უნარი სისხლის pH დაიცვას მცირედი ცვლილებისგანაც კი.

ამრიგად, pH-ის დადგენას დიდი მნიშვნელობა აქვს. ეს შესაძლებელია როგორც ხელსაწყოთი, ასევე ინდიკატორით. ხელსაწყო გვიჩვენებს ზუსტ pH-ს (რიცხვით მნიშვნელობას), ხოლო ინდიკატორი – მიახლოებითს (გავარჩევთ მჟავა, ფუძე და ნეიტრალურ არეს).

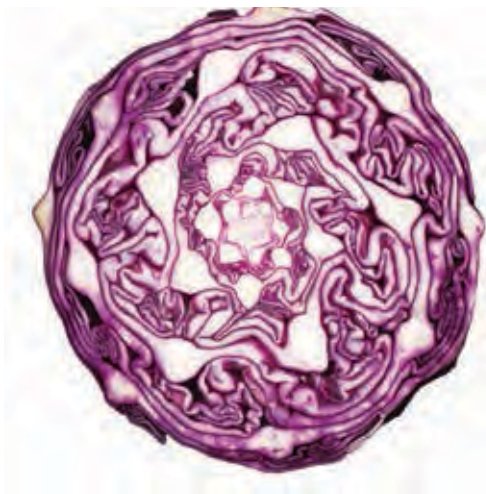
ჩვენ ირგვლივ, ბუნებასა თუ ყოფაცხოვრებაში, ხშირად ვხვდებით ფუძე-მჟავა ინდიკატორებს. მაგალითად, როდესაც ჩაიში ლიმონის ნაჭერს ჩავაგდებთ ან მის წვენს ჩავასხამთ, დავინახავთ, რომ ჩაის ფერი გალიავდება. ამის მიზეზი ისაა, რომ ლიმონის წვენში შემავალი მჟავები მოქმედებს ჩაიში არსებულ ინდიკატორებთან და ფერს უცვლის მათ.

ნიადაგის მჟავიანობით ან ფუძიანობითაა განპირობებული ყვავილების შეფერილობა. ზოგიერთი ყვავილი (მაგალითად, ვარდი) ფუძე არეში წითელი შეფერილობისაა, მჟავე ნიადაგში კი მისი შეფერილობა იცვლება ცისფრით. ეს იმაზე მიუთითებს, რომ ყვავილები შეიცავს ფუძე-მჟავა ინდიკატორებს. ხსნარების ბუნების დასადგენად ქიმიკოსები ყველაზე ხშირად იყენებენ ლაკმუსს, რომელიც მღიერების – ლიქენებისგან (ნახ. 3.40) მიიღება.

მრავალი მცენარის ყვავილი და ნაყოფი წარმოადგენს ინდიკატორთა წყაროს.



ნახ. 3.40. ლიქენები.

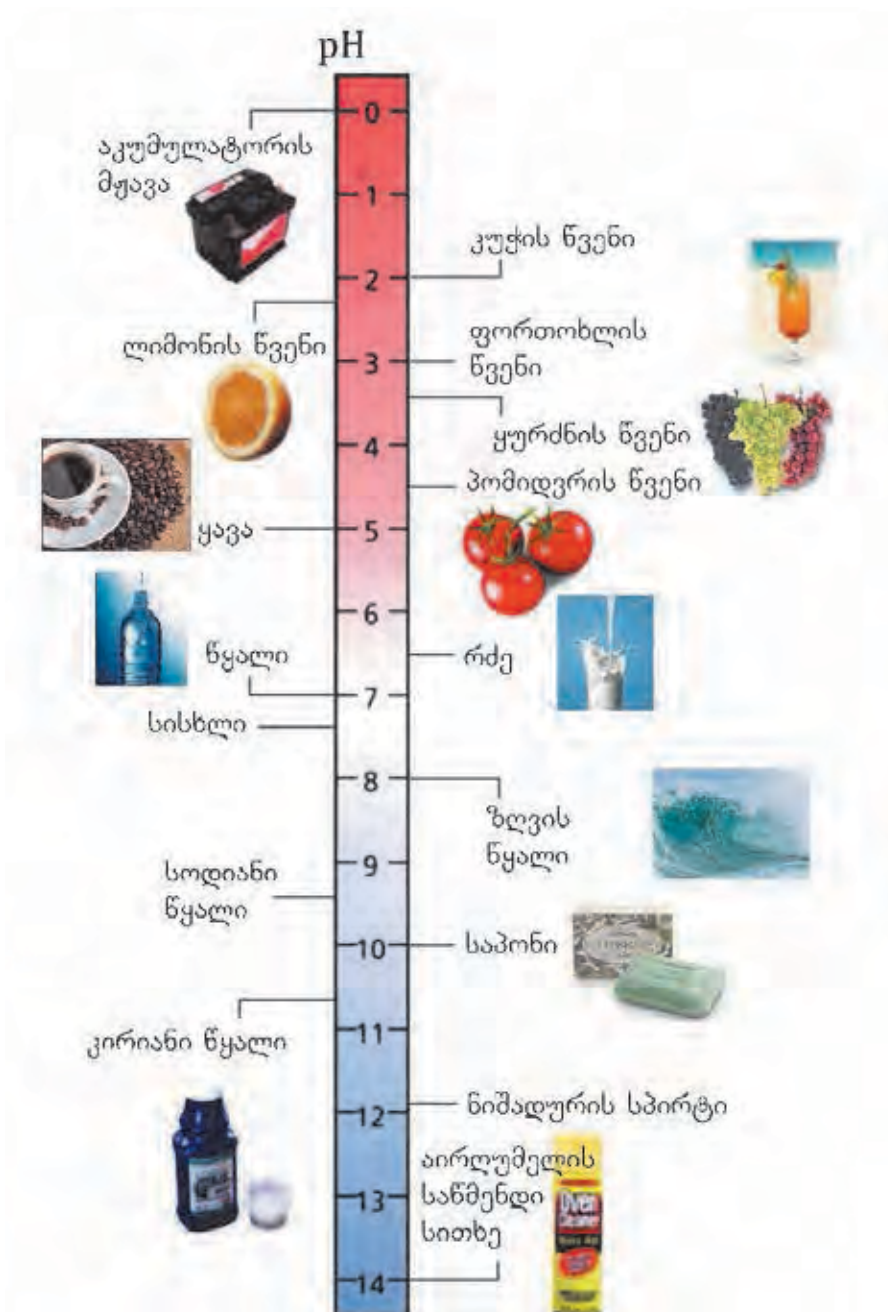


ნახ. 3.41. წითელი კომბოსტო.

ცნობილია, რომ წითელი ვარდის ფურცლები იღებს კაშკაშა მწვანე შეფერილობას ფუძე, ხოლო ვარდისფერ შეფერილობას მჟავა ხსნარებში. წითელი ალუბლის წვენი ფუძე ხსნარებში მწვანეა, ნეიტრალურში – ცისფერი, ხოლო მჟავა არეში – წითელი. ანალოგიური თვისებები აქვთ წითელ კომბოსტოს, მოცვს და სხვ. (ნახ. 3.41 და 3.42).



ნახ. 3.42. წითელი კომბოსტოსგან მიღებული ინდიკატორის ფერები სხვადასხვა pH-ზე.

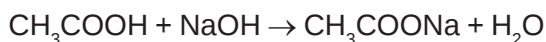




ძმარში მჟავას რაოდენობის განსაზღვრა

ცნობილია, რომ ძმარს აქვს მჟავე გემო, რაც განპირობებულია მასში ძმარმჟავას (CH_3COOH) არსებობით. ძმარმჟავა წარმოიქმნება ღვინოში შემავალი სპირტის გარდაქმნით, ანუ ფერმენტაციით, რაც მიკროორგანიზმების საშუალებით ხორციელდება. ღვინის გარდა, ძმარმჟავა შეიძლება წარმოიქმნას სხვა პროდუქტის ფერმენტაციითაც. სხვადასხვა გზით მიღებული ძმარი შეიძლება განსხვავებული რაოდენობის ძმარმჟავას შეიცავდეს. ასევე ძმარმჟავას შემცველობით შეიძლება განსხვავდებოდეს სახლის პირობებში დამზადებული ღვინის ძმარი და ქარხნულ პირობებში ღვინისგან მიღებული ძმარი.

ამ ექსპერიმენტში თქვენ განსაზღვრავთ ძმარმჟავას შემცველობას, რისთვისაც გამოიყენებთ ტიტრაციას. დაადგენთ, რა რაოდენობის ნატრიუმის ტუტე (NaOH) იხარჯება ხსნარში შემავალი მჟავას გასაწეიტრალეblად. ამ დროს მიმდინარეობს რეაქცია:



რეაქციის ჩატარებისას ხსნარს უნდა დაამატოთ ინდიკატორი, რომლის ფერის ცვლილებაც რეაქციის დასრულებაზე მიანიშნებს. ამ ექსპერიმენტში შეგიძლიათ გამოიყენოთ როგორც წითელი კომბოსტოს ინდიკატორი, ასევე ფენოლფთალეინი.

ექსპერიმენტის საკვლევი შეკითხვა იქნება შემდეგი:

რომელი უფრო მეტი რაოდენობით შეიცავს ძმარმჟავას, ღვინის ძმარი თუ ვაშლის ძმარი?

ექსპერიმენტისთვის საჭირო მასალა და რეაქტივები:

- ქიმიური ჭიქა (500 მლ-იანი) – 1 ცალი
- 100 ან 250 მლ-იანი ბოთლები (ნიმუშებისა და ინდიკატორისთვის) – 3 ცალი
- ერლენმეიერის კოლბა (100 ან 250 მლ-იანი) – 2 ცალი
- მენზურა (10 მლ-იანი) – 1 ცალი
- მენზურა (25 მლ-იანი) – 1 ცალი
- პიპეტები (1, 2 ან 5 მლ-იანი) – 2 ცალი
- მინის წკირი – 3 ცალი
- ძმარი (მინიმუმ 2 სხვადასხვა სახის) – 20-20 მლ
- გამოხდილი წყალი
- ნატრიუმის ტუტის 5%-იანი წყალხსნარი
- წითელი კომბოსტო – 100 გ

ექსპერიმენტის მსვლელობა:

1. მოამზადეთ წითელი კომბოსტოს ინდიკატორი:

დაახლოებით 100 გ წითელი კომბოსტო დააქუცმაცეთ, მოათავსეთ ქიმიურ ჭიქაში ან მომინაქრებულ ქვაბში, დაამატეთ 200-250 მლ წყალი და ხარშეთ 5-10 წთ. გაგრილების შემდეგ წვენი განურეთ დოლბანდში ან წვრილ ბადეში. ეს ეტაპი სასურველია წინასწარ გაკეთდეს სახლის პირობებში.

2. მასწავლებლის დახმარებით მოამზადეთ 5%-იანი ნატრიუმის ტუტის ხსნარი (დაიცავით უსაფრთხოების წესები!).

3. ერლენმეიერის კოლბაში აიღეთ 5 მლ საკვლევი ხსნარი (მაგალითად, ღვინის ძმარი) და გამოხდილი წყლით განაზავეთ 50 მლ-მდე.

4. პიპეტით დაამატეთ წითელი კომბოსტოს ინდიკატორის ხსნარის 2-3 მლ. ჩაინიშნეთ ხსნარის ფერი.

5. ცალკე აიღეთ 50 მლ გამოხდილი წყალი და დაამატეთ ინდიკატორის იგივე რაოდენობა, დააკვირდით ფერს და შეინახეთ შესადარებლად.

6. ხსნარს ამატეთ ნატრიუმის ტუტის ხსნარი წვეთ-წვეთობით, ნელ-ნელა, თან ითვალეთ წვეთების რაოდენობა. კოლბის შიგთავსს პერიოდულად მოურიეთ. პროცესი გააგრძელეთ, ვიდრე ხსნარი იმავე ფერს არ მიიღებს, როგორიც შესადარებელ ნიმუშს ჰქონდა. გადახაზეთ ქვემოთ მოცემული ცხრილი და შესაბამის უჯრაში ჩანერეთ წვეთების რაოდენობა, რომელიც დაიხარჯება ფერის შეცვლაზე.

7. სანდო მონაცემების მისაღებად სასურველია, ექსპერიმენტი, სულ ცოტა, 3-ჯერ განმეორდეს.

8. გაიმეორეთ იგივე მეორე საკვლევი ნიმუშისათვის (ვაშლის ძმარი). გაითვალისწინეთ, რომ, თუ სხვადასხვა ნიმუშისათვის ერთსა და იმავე ჭურჭელს ან პიპეტს იყენებთ, ის ყოველი გამოყენების შემდეგ საგულდაგულოდ უნდა გაირეცხოს.

	ღვინის ძმრის ნიმუშის მოცულობა, მლ	გატიტვრაზე დახარჯული ნატრიუმის ტუტის წვეთების რაოდენობა
ცდა 1	5	
ცდა 2	5	
ცდა 3	5	
ნატრიუმის ტუტის წვეთების საშუალო რაოდენობა		

იგივე ცხრილი მოამზადეთ მეორე ნიმუშისთვის.

9. გააკეთეთ სათანადო დასკვნა.

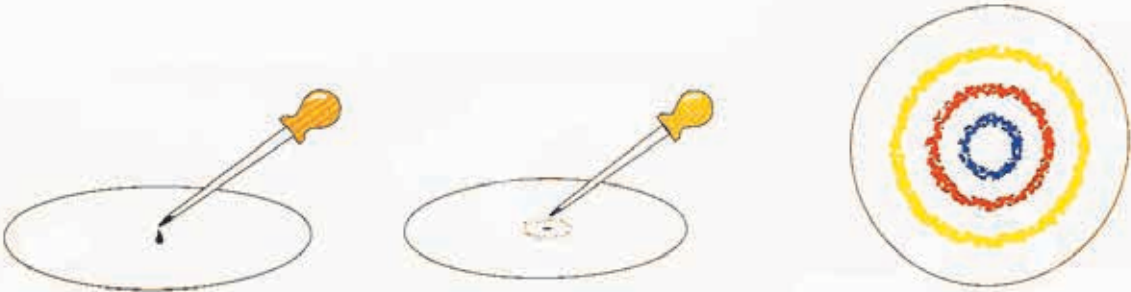
10. გაუზიარეთ მიღებული შედეგები თქვენს კლასელებს და შეადარეთ მათ შედეგებს.

რეკომენდაცია: იგივე ექსპერიმენტი შეიძლება ჩაატაროთ ბიურეტის გამოყენებით.

გაანალიზეთ მოცემული ექსპერიმენტი სამეცნიერო მეთოდის თვალსაზრისით. ჩანს თუ არა ყველა ეტაპი? გამოყავით ექსპერიმენტში ცვლადები. მოიფიქრეთ, რისი შეცვლა შეგიძლიათ ექსპერიმენტის უფრო მეტი სიზუსტით ჩასატარებლად. კიდევ რომელი ხსნარების მუავიანობის დადგენა შეიძლება იმავე მეთოდით?

ქალაქის ქრომატოგრაფია

ეს მეთოდი გამოიყენება ნივთიერებათა ნარევის დასაყოფად. მაგალითად, მისი საშუალებით შეგვიძლია გავიგოთ, რამდენი განსხვავებული ფერის საღებავია მელანში, რომლითაც შეესებულია შავი ფერის მარკერი. ამისათვის საჭიროა შემდეგი მოქმედებების შესრულება:

		
1. დასვით მსხვილი ნერტილი მარკერით ფილტრის ქალაქის ცენტრში. დააყოვნეთ, რომ გაშრეს. ასე დაიტანეთ იმავე ადგილზე კიდევ 3-4 წვეთი ცენტრში ან დაანვეთეთ შავი მელანი.	2. მიღებულ ლაქაზე დაანვეთეთ რამდენიმე წვეთი სამედიცინო სპირტი.	3. საღებავი ნელ-ნელა დაიწყებს გავრცელებას და სხვადასხვა ფერის რგოლებს წარმოქმნის.

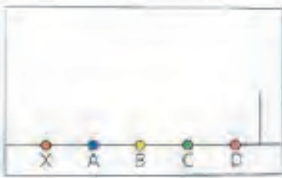
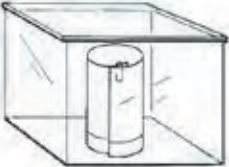
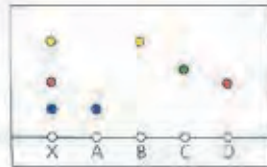
გამოდის, რომ მელანში შედის სხვადასხვა ფერის ნივთიერებები, რომლებიც ერთად შავ ფერს ქმნის. ეს ფერადი ნივთიერებები სპირტში განსხვავებულად იხსნება, ამიტომ თითოეული ფილტრის ქალაქზე სხვადასხვა სიჩქარით გადაადგილდება (ყველაზე კარგად ხსნადი – ყველაზე სწრაფად), რის შედეგადაც ქალაქზე რგოლებს ვიღებთ. მიღებულ სურათს ქრომატოგრამას უწოდებენ.

ამრიგად, ქალაქის ქრომატოგრაფია დაფუძნებულია ნივთიერებების გამხსნელში ხსნადობასა და ქრომატოგრაფიის ქალაქთან მათ ურთიერთქმედებაზე.

		
1. ამ ფერადი ნერტილებით აღნიშნულია ორი ნივთიერების ნარევი. ნარევი გახსნილია შესაფერის გამხსნელში.	2. ორი ნივთიერება გადაადგილდება ქალაქზე სხვადასხვა სიჩქარით მათი გამხსნელში განსხვავებული ხსნადობისა და ქალაქთან სხვადასხვა მიზიდულობის ძალის გამო.	3. საბოლოოდ მიიღება ორი ერთმანეთისგან დაცილებული ნივთიერება.

ქრომატოგრაფიის გამოყენება შეიძლება ასევე ნივთიერებების იდენტიფიკაციისათვის. მაგალითად, მოცემულია უცნობი ნარევი X, რომელიც შეიძლება შეიცავდეს A, B, C და

D ნივთიერებებს, რომლებიც აცეტონში კარგად იხსნება. საჭიროა დავადგინოთ, რომელ ნივთიერებებს შეიცავს უცნობი ნარევი. ამის გამოსაკვლევად უნდა შევასრულოთ შემდეგი მოქმედებები:

		
1. უნდა ავიღოთ X, A, B, C, და D ნივთიერებების ხსნარები აცეტონში. ფილტრის ქაღალდზე გავავლოთ ფანქრით ხაზი ქვედა კიდიდან დაახლოებით 0.5 სმ-ზე. მოცემული ნივთიერებები დავიტანოთ ხაზზე ლაქების სახით.	2. ქაღალდი ცილინდრულად შევკრათ სამაგრით და ჩავუშვათ ჭურჭელში, რომლის ფსკერზე მცირე რაოდენობით აცეტონია ჩასხმული. დავახუროთ სახურავი. აცეტონი დაიწყებს ქაღალდის შესველებას. როდესაც ის სამაგრამდე მიაღწევს, ქაღალდი უნდა ამოვიღოთ.	3. დავაკვირდეთ მიღებულ ლაქებს: X დაიყო სამ ლაქად, რომელთაგან ორი არის იმავე მანძილზე გადაადგილებული, როგორზეც A და B. ხოლო მესამე-როგორც D. ეს იმის მაჩვენებელია, რომ X შეიცავს A, B და D ნივთიერებებს.

გარდა ქაღალდისა, ქრომატოგრაფია სხვა სახითაც ტარდება. დღეისათვის მისი მრავალი სახესხვაობა არსებობს. ქიმიურ ანალიზში ქრომატოგრაფია ქიმიკოსისათვის ძალიან მოსახერხებელი მეთოდია, რომელიც გამოიყენება:

- ნივთიერებების იდენტიფიკაციისათვის;
- მინარევებისგან ნივთიერების გასუფთავებისათვის;
- გარემოს ობიექტებში, მაგალითად, ჰაერის, ნიადაგისა და წყლის ნიმუშებში სხვადასხვა ნივთიერების, მათ შორის გარემოს დამაბინძურებლების განსაზღვრისათვის;
- საკვებში მაწენ მინარევების დასადგენად;
- მედიკამენტებისა და საკვები დანამატების ხარისხის გასაკონტროლებლად;
- დოპინგ-კონტროლში, ანუ იმის დასადგენად, იღებდა თუ არა სპორტსმენი აკრძალულ პრეპარატებს

და მრავალი სხვა მიზნისათვის.



ნივთიერებების შესწავლა

ქიმია სხვადასხვა მიმართულებებს მოიცავს. ესენია:

- არაორგანული ქიმია
- ორგანული ქიმია
- ანალიზური ქიმია
- ფიზიკური ქიმია
- კოლოიდური ქიმია
- ბიოქიმია
- ბიოორგანული ქიმია
- მაღალმოლეკულურ ნაერთთა ქიმია და სხვ.

ქიმიკოსები შეისწავლიან როგორც არა-ცოცხალ ბუნებაში, ასევე ცოცხალ ორგანიზმში წარმოქმნილი ნაერთების ქიმიურ ურთიერთქმედებებს (რეაქციებს) და ამ დროს წარმოქმნილ პროდუქტებს.

ისინი დიდ დახმარებას უწევენ მედიკოსებსა და ბიოლოგებს, აცნობენ მათ ამ ნივთიერებათა თვისებებს და შესაძლო ქიმიურ ცვლილებებს, შესაბამისად, აძლევენ საჭირო რეკომენდაციებს. ვინაიდან ფარმაცევტული პრეპარატებისა და სამედიცინო მასალების უმეტესობა ქიმიური რეაქტივების შედეგად მიიღება, ქიმიის მცოდნე თანამშრომლები აქაც შეუცვლელი არიან.

არსებობს კიდევ ერთი დარგი, რომელსაც მცოდნე ქიმიკოსები სჭირდება. ესაა ტოქსიკოლოგია, რომელიც ბუნებრივ და ხელოვნურ ტოქსინებს (მომწამლავ ნივთიერებებს), მათ მიღება-გამოყოფას, ქიმიურ ბუნებასა და ცოცხალ ორგანიზმებზე ზემოქმედებას იკვლევს. ამ დარგს უდიდესი მნიშვნელობა აქვს, რათა თავიდან ავიცილოთ სხვადასხვა მომწამლავი ნივთიერებისგან მომავალი საშიშროება.





უსაფრთხოების წესები სასკოლო საბუნებისმეტყველო ლაბორატორიაში მუშაობის პროცესში



ყურადღებით წაიკითხეთ ყველა
ინსტრუქცია. თუ რომელიმე
ინსტრუქცია ან პროცედურა
გაუგებარია, სამუშაოს დაწყების წინ
შკითხეთ მასწავლებელს.



არასოდეს იმუშაოთ
ლაბორატორიაში
უფროსის
თანდასწრების
გარეშე.



პირადი უსაფრთხოების მიზნით
აუცილებელია ლაბორატორიული
სამუშაოების შესრულების დროს ატაროთ
ხალათი, დამცავი სათვალე, გამოიყენოთ
დამცავი ხელთათმანები.



ლაბორატორიაში
მუშაობის დროს უნდა
გეცვათ დახურული
ფეხსაცმელი. გრძელი
თმა უნდა შეიკრათ და
არ გამოიყენოთ დიდი
სამკაული.



ნებისმიერი შემთხვევის
შესახებ დაუყოვნებლივ
შეატყობინეთ
მასწავლებელს.



გაცხელების დროს
არასოდეს მიმართოთ
სინჯარის პირი თქვენკენ
ან სხვისკენ.



ლაბორატორიაში ნებისმიერ
დროს აკრძალულია ჭამა
და სმა. არ გამოიყენოთ
ლაბორატორიული
ჭურჭელი საჭმლის
შესანახად.



დაუშვებელია
ლაბორატორიაში
სირბილი და
თამაში



მოერიდეთ ნივთიერებების
ორთქლის შესუნთქვას.
დაუშვებელია
ნივთიერებების შეხება,
დაყნოსვა ან გასინჯვა.



დარწმუნდით, რომ ზუსტად
იცით, თუ სად მდებარეობს
პირველადი დახმარების
ნაკრები, ცეცხლსაქრობი,
უსაფრთხოების შხაპი,
თვალეების დასაბანი.



ნებისმიერ ელექტრულ
ხელსაწყოთან მუშაობის
შემთხვევაში ხელები უნდა
გქონდეთ მშრალი.



თუ რომელიმე ნივთიერება
დაგესხათ კანზე, სასწრაფოდ
ჩამოიბანეთ დიდი
რაოდენობით წყლით.



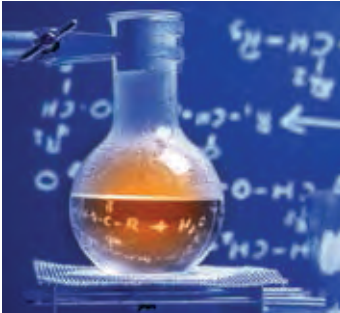
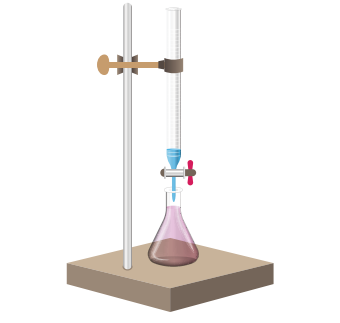
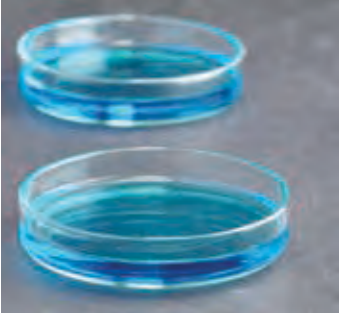
გამოყენების წინ
აუცილებლად შეამოწმეთ
მინის ჭურჭელი, რომ არ
იყოს დაზიანებული ან
გაბზარული.

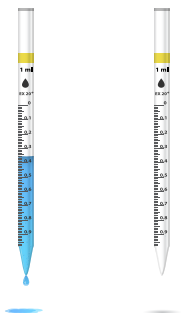
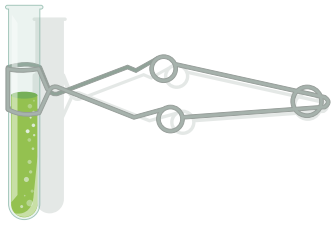


ლაბორატორიული სამუშაოს
დამთავრების შემდეგ
ყველაფერი დააბრუნეთ თავის
ადგილზე. დაასუფთავეთ
სამუშაო მაგიდა. დაიბანეთ
ხელები საპნით. გამორთეთ
ელექტრული ხელსაწყოები.



ქიმიური ჭურჭელი და მონაცვობილობები

		
ქიმიური ჭიქა	სინჯარები	საზომი ცილინდრი ანუ მენზურა
		
ერლენმეიერის კოლბა	მრგვალძირა კოლბა	საზომი კოლბა
		
ძაბრი	ბიურეტი	ფაიფურის ჯამი
		
პეტრის ჯამი	სინჯარების სადგამი	სანვეთური

 პიპეტი	 სინჯარის დამჭერი	 ჩამრეცხი ბოთლი
 საათის მინა	 პინცეტი	 სპირტქურა და სამფეხა სადგამი
 დისტილაციის მაცივარი	 ფაიფურის როდინი	 მინის წკირი
 შტატივი, დამჭერი თათი და შტატივის რგოლი	 ელექტრონული სასწორი	 რეზინის დოზატორი პიპეტისთვის
 შპატელები		



სიტყვარი

- ალოტროპია** – ელემენტის უნარი, წარმოქმნას რამდენიმე სხვადასხვა მარტივი ნივთიერება.
- ალოტროპები** – ერთი და იმავე ელემენტისაგან წარმოქმნილი სხვადასხვა მარტივი ნივთიერება, მაგალითად, ნახშირბადის ალოტროპებია ალმასი და გრაფიტი.
- ანიონი** – უარყოფითად დამუხტული იონი.
- ანტაციდი** – ნებისმიერი ქიმიური ნივთიერება (მაგალითად, კალციუმის კარბონატი, მაგნიუმის ჰიდროქსიდი ან ალუმინის ჰიდროქსიდი), რომელიც გამოიყენება კუჭის წვენში არსებული მჟავას გასაანეიტრალებლად.
- აორთქლება** – ფიზიკური მოვლენა, რომლის დროსაც თხევადი ნივთიერება გადადის აირად მდგომარეობაში, რაც შეიძლება მოხდეს უფრო დაბალ ტემპერატურაზე, ვიდრე დუღილის ტემპერატურაა.
- არამეტალი** – ელემენტი, რომლის შესაბამის მარტივ ნივთიერებას არ ახასიათებს მეტალებისათვის დამახასიათებელი თვისებები.
- არასრული წვა** – ნივთიერების წვა ჟანგბადის უკმარის პირობებში, მაგალითად, მეთანის წვა, როდესაც გამოიყოფა ნახშირბადის მონოოქსიდი და მური.
- ატმოსფერო** – ჰაერის ფენა, რომელიც გარს ეკვრის დედამიწას.
- ატომი** – ნივთიერების უმცირესი ქიმიურად განუყოფელი ნაწილაკი.
- ატომური ნომერი** – პერიოდულობის ცხრილში ელემენტის რიგითი ნომერი, რომელიც აჩვენებს ბირთვში პროტონების რიცხვს და, შესაბამისად, ატომბირთვის მუხტს.
- ბინარული ნაერთი** – ნაერთი, რომელიც ორი სხვადასხვა ელემენტისგანაა წარმოქმნილი.
- ბირთვი** – ატომის დადებითად დამუხტული ნაწილი, რომელშიც მდებარეობს პროტონები და ნეიტრონები.
- გამხსნელი** – ნივთიერება, რომელშიც იხსნება ნივთიერება და მიიღება ხსნარი.
- გაყინვა** – თხევადიდან მყარ მდგომარეობაში გადასვლა, რომელიც ხდება გაყინვის ტემპერატურაზე (ლღობის ტემპერატურაზე). იგივეა, რაც გამყარება. წარმოადგენს ლღობის საპირისპირო პროცესს.
- გახსნილი ნივთიერება** – ნივთიერება, რომელიც იხსნება გამხსნელში და მიიღება ხსნარი.
- გიგანტური სტრუქტურა** – კრისტალური სტრუქტურა, რომელშიც ატომების ან იონების დიდი რიცხვია.
- გლობალური დათბობა** – დედამიწის საშუალო ტემპერატურის აწევა.
- დამაბინძურებელი** – ნივთიერება, რომელიც მავნე გარემოსათვის, თუ ის დასაშვებ ნორმაზე მეტი მოხვდება წყალში, ჰაერში ან ნიადაგში.
- დამოუკიდებელი ცვლადი** – პარამეტრი, რომელიც იცვლება ექსპერიმენტის პროცესში მისი გავლენის შესწავლის მიზნით.
- დამოკიდებული ცვლადი** – პარამეტრი, რომლის ცვლილებაზეც ხდება დაკვირვება ექსპერიმენტის სხვა პარამეტრის ცვლილების შედეგად.
- დისტილაცია** – ნივთიერებების თხევადი ნარევიდან ერთ-ერთი კომპონენტის გამოყოფა ადუღებით და შემდეგი კონდენსირებით. იგივეა, რაც გამოხდა.
- დუღილი** – თხევადი მდგომარეობიდან აირად მდგომარეობაში გადასვლა.
- დუღილის ტემპერატურა** – ტემპერატურა, რომელზეც იწყება დუღილი. სუფთა ნივთიერებას აქვს ზუსტად განსაზღვრული დუღილის ტემპერატურა.

ეგზოთერმული რეაქცია – ქიმიური რეაქცია, რომლის დროსაც ხდება გარემოში სითბოს გამოყოფა.

ელემენტი – ერთი სახის ატომთა ერთობლიობა.

ელექტროგამტარობა – ნივთიერების უნარი, გაატაროს ელექტრული დენი.

ელექტრონები – ატომის ბირთვის გარშემო მოძრავი უარყოფითად დამუხტული ნაწილაკები, რომლებსაც აქვთ ძალიან მცირე მასა.

ელექტრონული შრეები – ენერგეტიკული დონეები, რომლებზეც მოძრაობს ელექტრონები ბირთვის გარშემო.

ენდოთერმული რეაქცია – რეაქცია, რომლის დროსაც ხდება გარემოდან სითბოს შთანთქმვა.

ერთმაგი ბმა – ბმა, რომელიც წარმოიქმნება ორ ატომს შორის ერთი წყვილი ელექტრონის გაზიარების შედეგად.

ვალენტობა – ელემენტის ატომის უნარი, ნივთიერების წარმოქმნისას შეიერთოს სხვა ელემენტის ატომთა განსაზღვრული რიცხვი.

იზოტოპები – ერთი და იმავე ელემენტის ატომები, რომლებიც შეიცავენ განსხვავებული რაოდენობის ნეიტრონებს.

ინდიკატორი – ქიმიური ნივთიერება, რომელიც იცვლის ფერს მჟავასთან ან ტუტესთან ურთიერთქმედების შედეგად.

ინერტული – ნივთიერება, რომელიც რეაქციაში არ შედის.

ინერტული აირები – პერიოდულობის ცხრილის მე-18 (VIII A) ჯგუფის ელემენტები, იგივე კეთილშობილი აირები.

იონი – დამუხტული ატომი ან ატომთა ჯგუფი.

იონური ბმა – ბმა, რომელიც მყარდება ურთიერთსაწინააღმდეგო ნიშნით დამუხტულ იონებს შორის.

იონური ნაერთი – ნაერთი, რომელიც შედგება ერთმანეთთან იონური ბმებით დაკავშირებული იონებისაგან.

კატიონი – დადებითად დამუხტული იონი.

კეთილშობილი აირები – პერიოდულობის ცხრილის მე-18 (VIII A) ჯგუფის ელემენტები, იგივე ინერტული აირები.

კოვალენტური ბმა – ბმა, რომელიც წარმოიქმნება ელექტრონული წყვილის გაზიარების შედეგად.

კოვალენტური ნაერთი – ნაერთი, რომელშიც ატომები ერთმანეთთან მხოლოდ კოვალენტური ბმებით არის დაკავშირებული.

კონდენსაცია – აგრეგატული მდგომარეობის ცვლილება, როდესაც ხდება აირადიდან თხევად მდგომარეობაში გადასვლა.

კოროზია – პროცესი, რომლის დროსაც მეტალი განიცდის გარდაქმნას ჰაერში არსებული ჟანგბადისა და წყლის გავლენით.

კრისტალი – მყარი ნივთიერება, რომელშიც ნაწილაკების მოწესრიგებული წყობაა.

კრისტალიზაცია – პროცესი, რომლის დროსაც ხსნარიდან გამოკრისტალდება გახსნილი ნივთიერების კრისტალები.

ლლობა – ნივთიერების გადასვლა მყარი მდგომარეობიდან თხევადში.

ლლობის ტემპერატურა – ტემპერატურა, რომელზეც იწყება მყარი ნივთიერების გათხევადება.

მაე – მასის ატომური ერთეული, ნახშირბადის C-12 იზოტოპის ერთი ატომის მასის 1/12 ნაწილი.

მარილი – იონური ნაერთი, რომელიც შედგება მეტალის ატომებისა და მჟავას ნაშთისაგან.

მარტივი ნივთიერება – ნივთიერება, რომელიც შედგება ერთი ელემენტის ატომებისაგან.

მასური რიცხვი – ატომბირთვში არსებული პროტონებისა და ნეიტრონების რიცხვთა ჯამი.

მასური წილი – რიცხვი, რომელიც გვიჩვენებს ნაერთში (ან ხსნარში) ელემენტის (ან გახსნილი ნივთიერების, მასის ფარდობას ნივთიერების (ან ხსნარის) მასასთან.

მეტალი – ელემენტი, რომლის შესაბამისი მარტივი ნივთიერება მეტალურ ბუნებას ამჟღავნებს (არის ბზინვარე, პლასტიკური, ელექტრო- და სითბოგამტარი).

მეტალოიდი – ელემენტი, რომლის შესაბამისი მარტივი ნივთიერება ამჟღავნებს ნაწილობრივ მეტალურ და ნაწილობრივ არამეტალურ თვისებებს.

მეტალური ბმა – ბმა, რომელიც მეტალში იონებს და ატომებს ერთმანეთთან აკავშირებს მეტალის დადებით იონებსა და თავისუფალ ელექტრონთა შორის მიზიდულობის ხარჯზე.

მოლეკულა – ნივთიერების შემადგენელი უმცირესი ნაწილაკი, რომელსაც აქვს ამ ნივთიერებისათვის დამახასიათებელი ქიმიური თვისებები.

მოლეკულათაშორისი მიზიდულობის ძალები – მოლეკულებს შორის მოქმედი ძალები, მაგალითად, წყალბადური ბმა.

მჟავა – რთული ნივთიერება, რომელიც შედგება მეტალის ატომით ჩანაცვლების უნარის მქონე ერთი ან რამდენიმე წყალბადატომისა და მჟავური ნაშთისაგან.

მჟავა წვიმა – ატმოსფერული ნალექი, რომელიც შეიცავს ბუნებრივზე უფრო მეტი შემცველობის მჟავას, ძირითადად გოგირდისა და აზოტის შემცველი მჟავების სახით.

ნაერთი – რთული ნივთიერება, რომელშიც ორი ან მეტი ელემენტის ატომები ერთმანეთთან ქიმიურადაა დაკავშირებული. ნაერთის თვისებები განსხვავდება შემადგენელი ელემენტების შესაბამისი მარტივი ნივთიერებების თვისებებისაგან.

ნალექი – მყარი უხსნადი ნივთიერება, რომელიც გამოიყოფა ხსნარში მიმდინარე ქიმიური რეაქციის დროს, ან რჩება გაუხსნელი ნივთიერების გახსნისას, ან რჩება ფილტრზე გაფილტვრის შემდეგ.

ნარევი – შეიცავს ორ ან მეტ კომპონენტს, რომლებიც ქიმიურად არ არიან დაკავშირებული. ნარევი მის შემადგენელ კომპონენტებს შენარჩუნებული აქვთ ინდივიდუალური თვისებები.

ნაჯერი ხსნარი – ხსნარი, რომელშიც მოცემულ ტემპერატურასა და წნევაზე ნივთიერება მეტად აღარ იხსნება.

ნეიტრალიზაციის რეაქცია – ურთიერთქმედება მჟავასა და ფუძეს შორის, რის შედეგადაც წარმოიქმნება მარილი და წყალი.

ნეიტრონი – უმუხტო ნაწილაკი, რომელიც მდებარეობს ატომის ბირთვში და აქვს 1 მაე-ს ტოლი მასა.

ოზონის შრე – ატმოსფეროს ზედა ფენებში არსებული ფენა, რომელიც წარმოქმნილია ოზონისაგან. ის დედამიწას მზის ულტრაიისფერი გამოსხივებისაგან იცავს.

ორმაგი ბმა – კოვალენტური ბმა, რომელშიც ორ ატომს შორის გაზიარებულია ორი წყვილი ელექტრონი.

ოქსიდი – ელემენტის ჟანგბადთან ნაერთი.

პერიოდი – პერიოდულობის ცხრილის ჰორიზონტალურ მწკრივში განლაგებული ელემენტების ერთობლიობა.

პერიოდულობა – ქიმიური ელემენტების თვისებების განმეორებადობა, რომელიც ვლინდება პერიოდულობის ცხრილში.

პერიოდულობის ცხრილი – ცხრილი, რომელშიც ელემენტები დალაგებულია ატომური ნომრის ზრდის მიხედვით. წარმოადგენს პერიოდულობის კანონის გრაფიკულ გამოსახულებას.

პროდუქტი – ნივთიერება, რომელიც მიიღება ქიმიური რეაქციის შედეგად.

პროტონი – ნაწილაკი, რომელიც მდებარეობს ატომის ბირთვში, აქვს მუხტი +1 და 1 მაე-ს ტოლი მასა.

პროცენტული კონცენტრაცია – მასური წილი, გამოსახული პროცენტებში.

რეაგენტი – რეაქციაში მონაწილე საწყისი ქიმიური ნივთიერება.

რთული ნივთიერება – ნივთიერება, რომელიც შეიცავს ორი ან მეტი ელემენტის ატომებს.

სავალენტო ელექტრონები – მთავარი ანუ A ქვეჯგუფის ელემენტებისათვის გარე ელექტრონულ შრეზე მდებარე ელექტრონები.

სათბურის ეფექტი – ატმოსფეროს მიერ სითბოს შეკავება დედამიწის ზედაპირზე.

საკონტროლო ცვლადი – ყველა პარამეტრი, რომელიც მუდმივი უნდა დარჩეს ექსპერიმენტის პროცესში.

სამეცნიერო მეთოდი – კვლევის პროცესში განსახორციელებელი ეტაპების ერთობლიობა.

სამმაგი ბმა – ბმა, რომელიც წარმოიქმნება ორ ატომს შორის სამი წყვილი ელექტრონის გაზიარების შედეგად.

საწვავი წიაღისეული – საწვავი, რომელიც მოიპოვება ბუნებაში და წარმოქმნილია ბუნებრივი პროცესების შედეგად, მაგალითად, ნავთობი, ქვანახშირი, ბუნებრივი აირი, ტორფი და სხვ.

სიმკვრივე – ნივთიერების ფიზიკური თვისება, რომელიც აჩვენებს ამ ნივთიერების ერთეული მოცულობის მასას.

სტრუქტურული ფორმულა – ნაერთის ფორმულა, რომელიც გრაფიკულად აჩვენებს ატომების დაკავშირების თანმიმდევრობას.

სუბლიმაცია – ნივთიერების გადასვლა მყარიდან აირად მდგომარეობაში.

სუნთქვა – პროცესი, რომელიც ჟანგბადის მონაწილეობით მიმდინარეობს ყველა ცოცხალი ორგანიზმის უფრედში და ენერგიით უზრუნველყოფს მათ. სუნთქვას უწოდებენ შეჯამებულ რეაქციასაც, როდესაც გლუკოზისა და ჟანგბადისაგან მიიღება ნახშირორჟანგი და წყალი.

სუფთა ნივთიერება – ნივთიერება, რომელიც შეიცავს მხოლოდ ერთი ნივთიერების ნაწილაკებს.

ტუტე – რთული ნივთიერება, წყალში ხსნადი ფუძე.

ტუტე მეტალები – პერიოდულობის ცხრილის 1-ლი (IA) ჯგუფის მეტალები.

ტუტემინა მეტალები – პერიოდულობის ცხრილის მე-2 (IIA) ჯგუფის მეტალები.

უნივერსალური ინდიკატორი – ქაღალდი ან ხსნარი, რომელიც დამზადებულია სხვადასხვა ინდიკატორისაგან და გამოიყენება ხსნარის pH-ის დასადგენად.

უჯერი ხსნარი – ხსნარი, რომელშიც მოცემულ ტემპერატურასა და წნევაზე ნივთიერება კიდევ შეიძლება გაიხსნას.

ფარდობითი ატომური მასა – უგანზომილებო სიდიდე, გვიჩვენებს ერთი ატომის ჭეშმარიტი მასის ფარდობას მაე-თან.

ფარდობითი მოლეკულური მასა – მოლეკულის მასა, რომელიც გამოსახულია მაე-ს საშუალებით.

ფიზიკური თვისება – თვისება, რომელზე დაკვირვებაც შეიძლება ნივთიერების გარდაქმნის გარეშე (მაგალითად, სიმკვრივე, ლღობის ტემპერატურა და სხვ.).

ფიზიკური მოვლენა – მოვლენა, რომლის დროსაც არ იცვლება ნივთიერების ქიმიური შედგენილობა.

ფილტრატი – სითხე, რომელიც მიიღება გაფილტვრის შემდეგ.

ფილტრაცია – მყარი ნივთიერების ნაწილაკების დაცილება თხევადისაგან ნარევის ფილტრში გატარების გზით.

ფოტოსინთეზი – მცენარეებში მიმდინარე ქიმიური რეაქციების ერთობლიობა, რომლის შედეგადაც მზის სინათლის ენერგიის გამოყენებით ნახშირორჟანგიდან და წყლიდან გლუკოზა და ჟანგბადი წარმოიქმნება.

ფუძე – რთული ნივთიერება, რომელიც შეიცავს მეტალის ატომს და ჰიდროქსილის ერთ ან რამდენიმე ჯგუფს. იგივეა, რაც ჰიდროქსიდი.

ქიმიური ბმა – კავშირი, რომლითაც ატომები უკავშირდება ერთმანეთს ნივთიერებაში.

ქიმიური მოვლენა – პროცესი, რომლის დროსაც იცვლება ნივთიერების ქიმიური შედგენილობა.

ქიმიური რეაქცია – პროცესი, რომლის დროსაც მიმდინარეობს ქიმიური მოვლენა.

ქიმიური ტოლობა – ქიმიური რეაქციის გამოსახვა ქიმიური ფორმულების, სიმბოლოებისა და კოეფიციენტების საშუალებით.

ქიმიური ფორმულა – ქიმიური სიმბოლოებისა და ინდექსების ერთობლიობა, რომელიც აჩვენებს ნაერთში ატომთა თვისობრივ და რაოდენობრივ თანაფარდობას.

ქრომატოგრაფია – ნარევების დაყოფის მეთოდი, რომელიც ეფუძნება ნივთიერებების განსხვავებულ ხსნადობას გამხსნელში.

შენადნობი – ორი ან მეტი მეტალის მყარი ხსნარი, ან მეტალისა და რომელიმე სხვა ნივთიერების ნარევი, რომელიც მზადდება ახალი თვისებების მქონე მასალების მისაღებად.

წვა – ეგზოთერმული რეაქცია, როცა ნივთიერება ურთიერთქმედებს ჟანგბადთან, რის შედეგადაც გამოიყოფა სითბო და სინათლე.

წყალბადური ბმა – მოლეკულათაშორისი მიზიდულობის ძალა, რომელიც წარმოიქმნება ზოგიერთი ნივთიერების, მაგალითად, წყლის, მოლეკულებს შორის.

ხსნადობა – ნივთიერების მასა, რომელიც შეიძლება გაიხსნას 1 ლ ან 100 მლ გამხსნელში მოცემულ ტემპერატურაზე.

ხსნარი – ჰომოგენური ნარევი, რომელიც მიიღება გახსნილი ნივთიერების შერევით გამხსნელთან.

ჯგუფი – პერიოდულობის ცხრილის ვერტიკალურ სვეტში განლაგებული ელემენტების ერთობლიობა.

ჰალოგენები – პერიოდულობის ცხრილის მე-17 (VIIA) ჯგუფის ელემენტები.

ჰიდროქსიდი – ნაერთი, რომელიც მეტალისა და ჰიდროქსილის ერთი ან რამდენიმე ჯგუფისაგან შედგება, იგივე ფუძე.

pH სკალა – სკალა, რომელიც აჩვენებს ხსნარის მჟავიანობას ან ფუძიანობას. სკალაზე pH-ის მნიშვნელობები 0-დან 14-მდე იცვლება.

pH-მეტრი – ხელსაწყო, რომელიც ზომავს ხსნარის pH-ის მნიშვნელობას.

ცხრილი I.

როგორ იწერება და როგორ იკითხება ზოგიერთი ქიმიური
ელემენტის სიმბოლო

სიმბოლო	ქართული სახელწოდება	ლათინური სახელწოდება	როგორ წავიკითხოთ ფორმულაში
H	წყალბადი	Hydrogenium	ჰაშ
O	ჟანგბადი	Oxygenium	ო
C	ნახშირბადი	Carboneum	ცე
N	აზოტი	Nitrogenium	ენ
S	გოგირდი	Sulphur	ეს
P	ფოსფორი	Phosphorus	პე
Si	სილიციუმი	Silicium	სილიციუმ
Cl	ქლორი	Chlorum	ქლორ
F	ფთორი	Fluorum	ფთორ
Br	ბრომი	Bromum	ბრომ
I	იოდი	Iodium	იოდ
Fe	რკინა	Ferrum	ფერუმ
Al	ალუმინი	Aluminium	ალუმინ
Na	ნატრიუმი	Natrium	ნატრიუმ
K	კალიუმი	Kalium	კალიუმ
Li	ლითიუმი	Lithium	ლითიუმ
Ca	კალციუმი	Calcium	კალციუმ
Mg	მაგნიუმი	Magnesium	მაგნიუმ
Ba	ბარიუმი	Barium	ბარიუმ
He	ჰელიუმი	Helium	ჰელიუმ
Ne	ნეონი	Neon	ნეონ
Kr	კრიპტონი	Kryptonum	კრიპტონ
Ar	არგონი	Argon	არგონ
Zn	თუთია	Zincum	ცინკუმ
Sn	კალა	Stannum	სტანუმ
Pb	ტყვია	Plumbum	პლუმბუმ
Cr	ქრომი	Chromium	ქრომ
Mn	მანგანუმი	Manganum	მანგანუმ
Co	კობალტი	Cobaltum	კობალტ
Ni	ნიკელი	Niccolum	ნიკელ
As	დარიშხანი	Arsenicum	არსენიკუმ
Cu	სპილენძი	Cuprum	კუპრუმ
Ag	ვერცხლი	Argentum	არგენტუმ
Au	ოქრო	Aurum	აურუმ
Hg	ვერცხლისწყალი	Hydrargyrum	ჰიდრარგირუმ
Pt	პლატინა	Platinum	პლატინუმ
U	ურანი	Uranium	ურანიუმ

ქიმიური ელემენტების პერიოდულობის ცხრილი (მოკლე)

	პერიოდი																				
	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX		X		
	A	B	A	B	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	
I	H 1.01																				
II	Li 6.94	Be 9.01																			
III	Na 22.99	Mg 24.31	Al 13.01	Si 28.09	P 30.97	S 32.06	Cl 35.45	Ar 39.95													
IV	K 39.10	Ca 40.08	Sc 44.96	Ti 47.88	V 50.94	Cr 52.00	Mn 54.94	Fe 55.85	Co 58.93	Ni 58.70											
V	Rb 85.47	Sr 87.62	Y 88.91	Zr 91.22	Nb 92.91	Mo 95.94	Tc 98.91	Ru 101.1	Rh 102.9	Pd 106.40											
VI	Cs 132.91	Ba 137.33	La* 138.91	Hf 178.49	Ta 180.95	W 183.85	Re 187.21	Os 190.20	Ir 192.22	Pt 195.09											
VII	Fr [223]	Ra 226.03	Ac** [227]	Rf [261]	Db [262]	Sg [266]	Bh [270]	Hs [277]	Mt [276]	Ds [271]											

* ლანთანოიდები

58 Ce [140.12]	59 Pr [140.91]	60 Nd [144.24]	61 Pm [145]	62 Sm [150.40]	63 Eu [151.96]	64 Gd [157.25]	65 Tb [158.93]	66 Dy [162.50]	67 Ho [164.93]	68 Er [167.26]	69 Yb [174.04]	70 Lu [174.97]
-------------------	-------------------	-------------------	----------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------

** აქტინოიდები

90 Th [232.04]	91 Pa [231.04]	92 U [238.03]	93 Np [237.05]	94 Pu [244]	95 Am [243]	96 Cm [247]	97 Bk [247]	98 Cf [251]	99 Es [252]	100 Fm [257]	101 Md [259]	102 No [262]	103 Lr [262]
-------------------	-------------------	------------------	-------------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

ქიმიური ელემენტების პერიოდულობის ცხრილი (გრძელი)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VII B	VIII B	VIIIB	IXB	XB	XIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
1 H ბადლაში 1.008	2 He ბადლაში 4.003	3 Li ბადლაში 6.94	4 Be ბადლაში 9.01	5 B ბადლაში 10.81	6 C ბადლაში 12.01	7 N ბადლაში 14.01	8 O ბადლაში 15.99	9 F ბადლაში 18.99	10 Ne ბადლაში 20.18	11 Na ბადლაში 22.99	12 Mg ბადლაში 24.31	13 Al ბადლაში 26.98	14 Si ბადლაში 28.09	15 P ბადლაში 30.97	16 S ბადლაში 32.06	17 Cl ბადლაში 35.45	18 Ar ბადლაში 39.95
19 K ბადლაში 39.10	20 Ca ბადლაში 40.08	21 Sc ბადლაში 44.96	22 Ti ბადლაში 47.87	23 V ბადლაში 50.94	24 Cr ბადლაში 51.99	25 Mn ბადლაში 54.94	26 Fe ბადლაში 55.85	27 Co ბადლაში 58.93	28 Ni ბადლაში 58.69	29 Cu ბადლაში 63.55	30 Zn ბადლაში 65.38	31 Ga ბადლაში 69.72	32 Ge ბადლაში 72.64	33 As ბადლაში 74.92	34 Se ბადლაში 78.96	35 Br ბადლაში 79.90	36 Kr ბადლაში 83.80
37 Rb ბადლაში 85.47	38 Sr ბადლაში 87.62	39 Y ბადლაში 88.91	40 Zr ბადლაში 91.22	41 Nb ბადლაში 92.91	42 Mo ბადლაში 95.94	43 Tc ბადლაში 98.91	44 Ru ბადლაში 101.07	45 Rh ბადლაში 101.07	46 Pd ბადლაში 106.42	47 Ag ბადლაში 107.87	48 Cd ბადლაში 112.41	49 In ბადლაში 114.82	50 Sn ბადლაში 118.71	51 Sb ბადლაში 121.76	52 Te ბადლაში 127.60	53 I ბადლაში 126.90	54 Xe ბადლაში 131.29
55 Cs ბადლაში 132.91	56 Ba ბადლაში 137.33	57-71 La-Lu ლანთანოიდები	72 Hf ბადლაში 178.49	73 Ta ბადლაში 180.95	74 W ბადლაში 183.84	75 Re ბადლაში 186.21	76 Os ბადლაში 190.23	77 Ir ბადლაში 192.22	78 Pt ბადლაში 195.08	79 Au ბადლაში 196.97	80 Hg ბადლაში 200.59	81 Tl ბადლაში 204.38	82 Pb ბადლაში 207.2	83 Bi ბადლაში 208.98	84 Po ბადლაში 209	85 At ბადლაში 209	86 Rn ბადლაში 222
87 Fr ბადლაში 223	88 Ra ბადლაში 226	89-103 Ac-Lr აქტინოიდები	104 Rf ბადლაში 261	105 Db ბადლაში 262	106 Sg ბადლაში 266	107 Bh ბადლაში 268	108 Hs ბადლაში 277	109 Mt ბადლაში 268	110 Ds ბადლაში 271	111 Rg ბადლაში 272	112 Cn ბადლაში 285	113 Nh ბადლაში 284	114 Fl ბადლაში 289	115 Mc ბადლაში 289	116 Lv ბადლაში 293	117 Ts ბადლაში 294	118 Og ბადლაში 294
ლანთანოიდები																	
87 La	88 Ce	89 Pr	90 Nd	91 Pm	92 Sm	93 Eu	94 Gd	95 Tb	96 Dy	97 Ho	98 Er	99 Tm	100 Yb	101 Lu			
აქტინოიდები																	
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr			

გამოსათვლელი დავალებების პასუხები

გვ. 17, 1.4.

1. 2.7 გ/სმ³ – ალუმინი. 2. ნაპოვნი ნივთიერების სიმკვრივეა – 5 გ/სმ³, შესაბამისად, ის არ წარმოადგენს ოქროს.

გვ. 33, 1.12.

1. 18 მაე; $29.889 \cdot 10^{-24}$ გ. 2. ა) 160; ბ) 78; გ) 98; დ) 160; ე) 100; ვ) 95; ზ) 40; თ) 342. 3. ა) CO, 28; ბ) CO₂, 44; გ) SO, 48; დ) SO₂, 64; ე) P₂O₃, 110; ვ) P₂O₅, 142; ზ) FeO, 72; თ) Fe₂O₃, 160. 4. ა) CuSO₄; ბ) CaSO₄; გ) CaSO₃; დ) (NH₄)₂S; ე) Al₂(SO₄)₃. 5. 2.5-ჯერ. 6. ა) 6; ბ) 5; გ) 10.

გვ. 49-57, შემაჯამებელი დავალებები.

4. ა) 36 გ; ბ) 28.6%. 6. ბ) 150 გ. 17. ა) 36 გ წყალი და 4 გ შაქარი; ბ) 105 გ წყალი და 45 გ შაქარი; გ) 400 გ წყალი და 600 გ შაქარი. 18. ა) 20%; ბ) 33.3%. 21. 10%. 22. 12.8%. 23. 14%. 24. 25%. 25. 96 გ. 26. 66.7%. 27. 66.7 გ. 28. 33.3 გ. 29. 6.25%. 30. 1) 900 გ/ლ; 2) 10 გ; 6) 10 გ; 7) 3-ჯერ; 8) 33.3%.

გვ. 61, 2.1.

2. ა) 1 მოლეკულა ჟანგბადზე მოდის დაახლოებით 4 მოლეკულა აზოტი; ბ) 1 მოლეკულა ნახშირორჟანგზე მოდის 2600 მოლეკულა აზოტი და 700 მოლეკულა ჟანგბადი.

გვ. 79, 2.10.

ა) ნიმუში 1 — 2:1, ნიმუში 2 — 2:1, ნიმუში 3 — 2:1.

გვ. 97- 108, შემაჯამებელი დავალებები.

4. გ) 44%.

გვ. 111, 3.1.

4. IV პრეზე – 32; V პრეზე – 50; VI პრეზე – 72; VII პრეზე – 98. 5. ა) 16; ბ) 15; გ) 17.

გვ. 115, 3.2.

4. 3672.72-ჯერ. 5. ა) $N_p = 6$, $N_e = 6$, $N_n = 6$; ბ) $N_p = 12$, $N_e = 12$, $N_n = 12$; გ) $N_p = 26$, $N_e = 26$, $N_n = 30$. 6. ა) $N_p = 25$, $N_e = 25$, $N_n = 30$.

გვ. 117, 3.3.

5. ა) Zr-90: $N_p = 40$ და $N_n = 50$, Zr-91: $N_p = 40$ და $N_n = 51$, Zr-92: $N_p = 40$ და $N_n = 52$, Zr-94: $N_p = 40$ და $N_n = 54$, Zr-96: $N_p = 40$ და $N_n = 56$; გ) 91.32. 6. 24.33.

გვ. 119, 3.4.

3. ა) $q = +2$; ბ) $q = +3$; გ) $q = -2$; დ) $q = -3$.

გვ. 157-171, შემაჯამებელი დავალებები.

3. ბ) I – 118, II – 34, III – 0, IV – 18, V – 142.