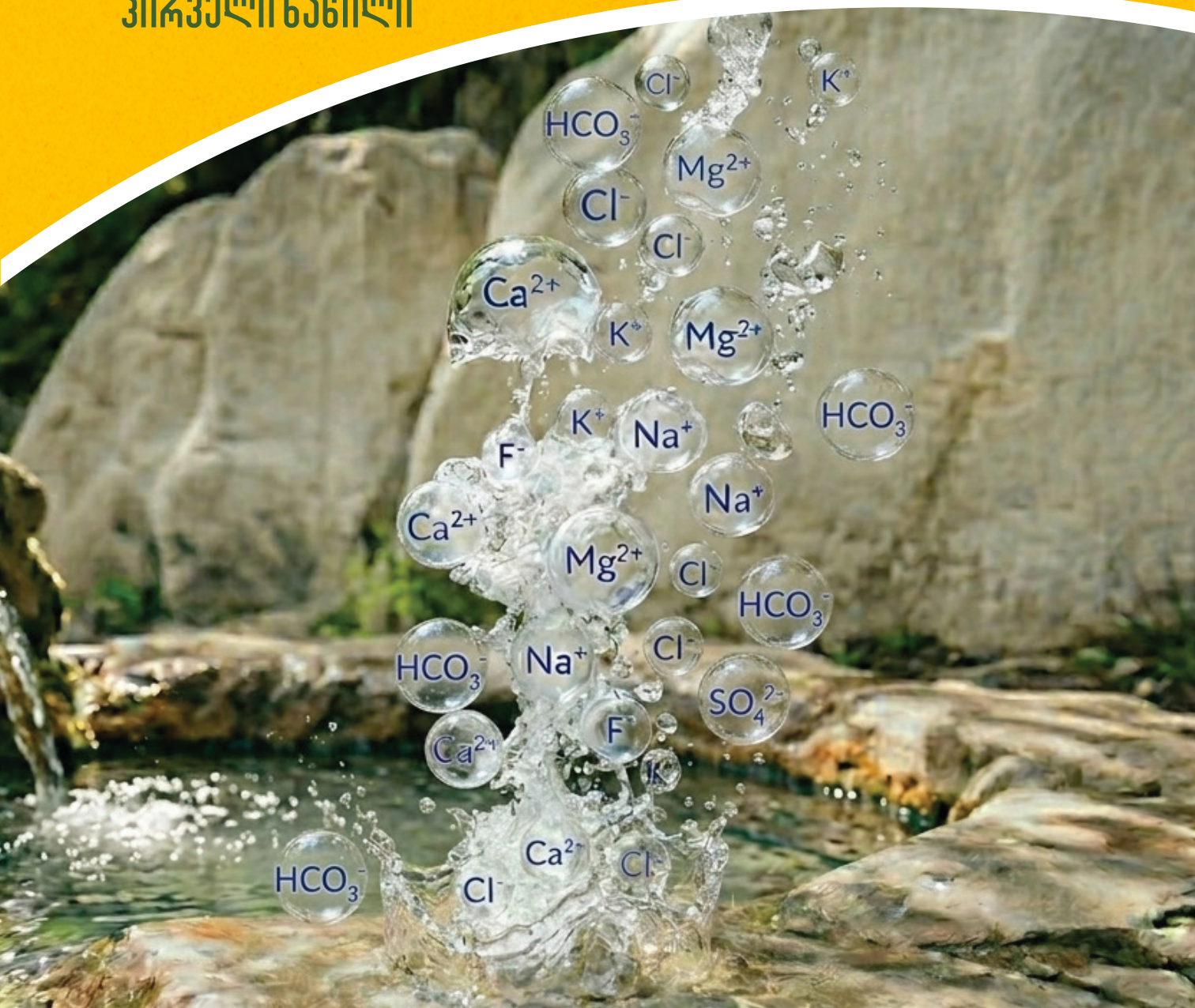
განათლების, მეცნიერებისა და
ახალგაზრდობის სამინისტრო

ქიმია 7

მოსწავლის წიგნი
პირველი ნაწილი



თინათინ ბუთხუზი, მარინე კუჭუხიძე,
სოფიკო ფაცაცია

ქიმია 7

მოსწავლის წიგნი
პირველი ნაწილი

სახელმძღვანელო შექმნილია
საქართველოს განათლების, მეცნიერებისა და ახალგაზრდობის სამინისტროს მიერ

საქართველოს განათლების, მეცნიერებისა და ახალგაზრდობის სამინისტრო
თბილისი
2026

ქიმია
VII კლასი, I ნაწილი
მოსწავლის წიგნი

საქართველოს განათლების, მეცნიერებისა და ახალგაზრდობის სამინისტრო
პირველი გამოცემა, თბილისი, 2026 წ.

ავტორები:
თინათინ ბუთხუზი
სოფიკო ფაცაცია
თანაავტორი:
მარინე კუჭუხიძე

საგნის ექსპერტ-კონსულტანტი: სოფიო მშვილდაძე

სამეცნიერო რეცენზენტი: გიული ანდრონიკაშვილი
ფსიქოლოგი-მეთოდისტი: თამარ ადეიშვილი
რედაქტორი: ნაირა ცხვედიანი
ილუსტრატორი: ლია არევაძე
დამკაბადონებელი: ლია არევაძე
ყდის დიზაინერი: ნინო ხვინგია

სახელმძღვანელო განკუთვნილია მეშვიდე კლასის მოსწავლეებისთვის და შექმნილია ეროვნული სასწავლო გეგმის მოთხოვნების შესაბამისად.
სახელმძღვანელოში გამოყენებულია ციფრული ლიცენზირებული პლატფორმებიდან შეძენილი/მოპოვებული ფოტოილუსტრაციები. ასევე, ცალკეული ფოტოილუსტრაციები შექმნილია/დამუშავებულია ხელოვნური ინტელექტის გამოყენებით.

სახელმძღვანელოს კომპლექტის შემადგენლობა:
მოსწავლის წიგნი I და II ნაწილები;
მასწავლებლის წიგნი I და II ნაწილები.

განათლების, მეცნიერებისა და
ახალგაზრდობის სამინისტრო

© საქართველოს განათლების, მეცნიერებისა და ახალგაზრდობის სამინისტრო

ISBN 978-9941-8-8921-9

საქართველოს სახელმწიფო სიმბოლოები - დროშა, გერბი და ჰიმნი



თავისუფლება

ჩემი ხატია სამშობლო,
სახატე მთელი ქვეყანა,
განათებული მთა-ბარი,
წილნაყარია ღმერთთანა.
თავისუფლება დღეს ჩვენი
მომავალს უმღერს დიდებას,
ცისკრის ვარსკვლავი ამოდის
და ორ ზღვას შუა ბრწყინდება,
დიდება თავისუფლებას,
თავისუფლებას დიდება.

ლექსი დავით მაღრაძისა
მუსიკა ზაქარია ფალიაშვილისა
ჰიმნად დაამუშავა იოსებ კეკელიძემ

მოუსმინეთ ჰიმნს

სარჩევი

შესავალი 6

თემა 1. ნივთიერება და ნარევი 8

თავი 1. ნივთიერებები ჩვენ ირგვლივ 8

1.1. ქიმია – ექსპერიმენტული მეცნიერება 9
1.2. ყველა ნივთიერება ნაწილაკებისგან შედგება 13
1.3. ნივთიერების აგრეგატული მდგომარეობა 16
1.4. აგრეგატული მდგომარეობის ცვლილება 19
1.5. ნივთიერების ფიზიკური თვისებები 24
1.6. სიმკვრივე 29
1.7. მყარი ნივთიერების სიმკვრივის განსაზღვრა 34
1.8. ნივთიერების შედგენილობა – ატომები, მოლეკულები და იონები 36
1.9. ქიმიური ელემენტი და ქიმიური ფორმულა 40
1.10. ალოტროპია 45
1.11. რთული ნივთიერება – ნაერთი 48
1.12. ვალენტობა 51
1.13. ფარდობითი ატომური მასა და ფარდობითი მოლეკულური მასა 56
1.14. ნაერთის რაოდენობრივი შედგენილობა 60
1.15. მასური წილი 65

თავი 2. ნარევები ჩვენ ირგვლივ 69

2.1. ნარევი 70
2.2. ნარევების დაყოფის მეთოდები 77

შემაჯამებელი დავალებები 88

დანართი 100

ქიმბოტი

სახელმძღვანელოში გამოყენებული პირობითი ნიშნები

რას ვისწავლით, როგორ გამოვიყენებთ

რას ისწავლით პარაგრაფის გაცნობის შემდეგ და როგორ გამოიყენებთ მიღებულ ცოდნას.



საკლასო აქტივობა

რუბრიკა დაგეხმარებათ მოცემული საკითხის სიღრმისეულად გაანალიზებაში.



როგორ იხსნება ამოცანები

გვიჩვენებს ამოცანის ამოხსნის ნიმუშს, რომელიც დაგეხმარებათ მასალის გაანალიზებაში.



საშინაო დავალება

დაგეხმარებათ ახალი ცოდნის გააზრებასა და დამახსოვრებაში.



ეს საინტერესოა

მოიცავს პარაგრაფში განხილული საკითხის შესაბამის დამატებით ინფორმაციას.

შესავალი

გიფიქრიათ ოდესმე, როგორ წარმოიქმნება შემოდგომის საოცარი ფერები? რატომ არ იძირება ყინული წყალში? რატომ იჟანგება რკინა გარემოში? როგორ გარდაიქმნება საწვავი ენერგიად, რომელიც თვითმფრინავს აფრენაში ეხმარება? როგორ მუშაობს თქვენი მობილური ტელეფონის ბატარეა?





შეიძლება ამ კითხვებზე პასუხი არ იცით, თუმცა ფაქტია, რომ აღნიშნული მოვლენები ყოველდღიურად მიმდინარეობს თქვენ გარშემო.

წარმოიდგინეთ თქვენი ჩვეულებრივი დღე: დილით იღვიძებთ, საუზმობთ, მიდიხართ სკოლაში, იყენებთ ტელეფონს, მოძრაობთ, თამაშობთ, იცინით... ამ დროს თქვენს ორგანიზმში მიმდინარეობს პროცესები, რომლებიც გაძლევთ ენერგიას, გეხმარებათ აზროვნებაში და გინარჩუნებთ ძალას მთელი დღის განმავლობაში.









გიფიქრიათ, რა მართავს ამ ყველაფერს?

დღეს თქვენ იწყებთ საინტერესო მეცნიერების – ქიმიის შესწავლას, რომელიც აგიხსნით ამ „დამალულ“ პროცესებს და გასწავლით, როგორ მუშაობს სამყარო ჩვენ გარშემო.

როდესაც ვიგებთ, როგორ მიმდინარეობს ეს პროცესები, გარემოს განსხვავებული თვალით ვუყურებთ: უკეთ ვარჩევთ, რა არის უსაფრთხო და რა – არა, უფრო გააზრებულად ვმოქმედებთ. ამასთანავე, ქიმიის ცოდნა გვაძლევს შესაძლებლობას, არა მხოლოდ გავიგოთ არსებული მოვლენები, არამედ თავადაც შევქმნათ ახალი ტექნოლოგიები, ენერგიის წყაროები, საკვები პროდუქტები, კოსმეტიკური საშუალებები, მედიკამენტები და კიდევ მრავალი ისეთი რამ, რაც ჩვენს ცხოვრებას უფრო კომფორტულსა და უსაფრთხოს გახდის.

ჩვენ გარშემო ყველაფერი ნივთიერებებისგან შედგება. სწორედ ნივთიერებებს, მათ თვისებებსა და გარდაქმნებს სწავლობს ქიმია.

ქიმიის, როგორც მეცნიერების, ჩამოყალიბებამდე არსებობდნენ ალქიმიკოსები, რომლებიც ნივთიერებების გარდაქმნას იკვლევდნენ. ალქიმია აერთიანებდა მეცნიერებას, ფილოსოფიასა და მისტიკურ იდეებს. ალქიმიკოსების მთავარი მიზანი იყო ჩვეულებრივი მეტალების ოქროდ გარდაქმნა. ისინი ასევე ცდილობდნენ ე.წ. „სიცოცხლის ელექსირის“ აღმოჩენას, რომელიც დაავადებებს განკურნავდა და ადამიანს სიცოცხლეს გაუხანგრძლივებდა.



ალქიმიკოსის სამუშაო სივრცე

მართალია, ალქიმია სრულფასოვან მეცნიერებად ვერ ჩამოყალიბდა, თუმცა ალქიმიკოსებმა მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანეს თანამედროვე ქიმიის განვითარებაში. მათ მიერ ჩატარებულმა ექსპერიმენტებმა საფუძველი ჩაუყარა ლაბორატორიულ მეთოდებსა და იმ ცოდნას, რომელსაც დღეს ვიყენებთ.

ამ წიგნში იპოვით საინტერესო კითხვებს, მარტივ და თვალსაჩინო ცდებსა და იდეებს, რომლებიც დაგეხმარებათ, უკეთ გაიგოთ თქვენ გარშემო მიმდინარე მოვლენები და თავადაც იპოვოთ ამ კითხვებზე პასუხები.

ქიმია იწყება ერთი მარტივი კითხვით – „რატომ?“ და თუ უკვე დასვით ეს კითხვა, ესე იგი მზად ხართ ქიმიის სამყაროს აღმოსაჩენად.

თემა 1. ნივთიერება და ნარევი

თავი 1. ნივთიერებები ჩვენ ირგვლივ



ამ თავში შეისწავლით:

- სამეცნიერო კვლევის ეტაპებს
- ნივთიერების შედგენილობასა და ფიზიკურ თვისებებს
- ნივთიერების კლასიფიკაციას
- სიმბოლოების საშუალებით ქიმიური ფორმულების ჩაწერას

1.1. ქიმია – ექსპერიმენტული მეცნიერება

რას ვისწავლით, როგორ გამოვიყენებთ

- გაიგებთ, როგორ მუშაობენ მეცნიერები;
- შეძლებთ, კვლევის ეტაპების გამოყენებით დაგეგმოთ და ჩაატაროთ ექსპერიმენტები;
- გაიაზრებთ ლაბორატორიაში უსაფრთხოდ მუშაობის მნიშვნელობას.

თქვენ უკვე გაეცანით, რას შეისწავლის ქიმია. როგორ გესმით სიტყვა მეცნიერება? რასთან აკავშირებთ მას, იქნებ, დიდ ლაბორატორიასთან ან სინჯარებთან, ან ფერად სითხეებთან, იქნებ, მცირე აფეთქებებთან?

ქიმია ექსპერიმენტული მეცნიერებაა. ეს ნიშნავს, რომ ქიმიკოსები სხვადასხვა პროცესს ცდებისა და **ექსპერიმენტების** საშუალებით სწავლობენ. ისინი მხოლოდ თეორიებზე არ მსჯელობენ – აკვირდებიან მოვლენებს, ატარებენ ცდებს, ზომავენ, აგროვებენ მონაცემებს და მიღებული შედეგების მიხედვით აკეთებენ დასკვნებს. ამ ყველაფერს ერთად **სამეცნიერო კვლევა** ეწოდება.

სამეცნიერო კვლევები ქიმიკოსებს ეხმარება შექმნან ახალი მედიკამენტები, თანამედროვე მასალები, ახალი ტექნოლოგიები და მოიფიქრონ გარემოს დაცვის გზები.

ქიმიის კანონები და თეორიები ეფუძნება ლაბორატორიაში ჩატარებული კვლევების შედეგებს, რის გამოც ლაბორატორიას ხშირად „ქიმიის სახლს“ უწოდებენ – ადგილს, სადაც მეცნიერული ცოდნა გროვდება, მოწმდება და ვითარდება.

კვლევის ჩატარების პროცესში მნიშვნელოვანია რამდენიმე საფეხურის თანმიმდევრულად შესრულება. სამეცნიერო კვლევის ეტაპები მე-3 ნახაზზეა ნაჩვენები.

ეს საკითხი რომ უკეთ გაიაზროთ, მოდი, გამოვიკვლიოთ, რომელი სითხე უფრო სწრაფად აორთქლდება – წყალი თუ სპირტი? ეს თქვენი პირველი **საკვლევი კითხვაა**.

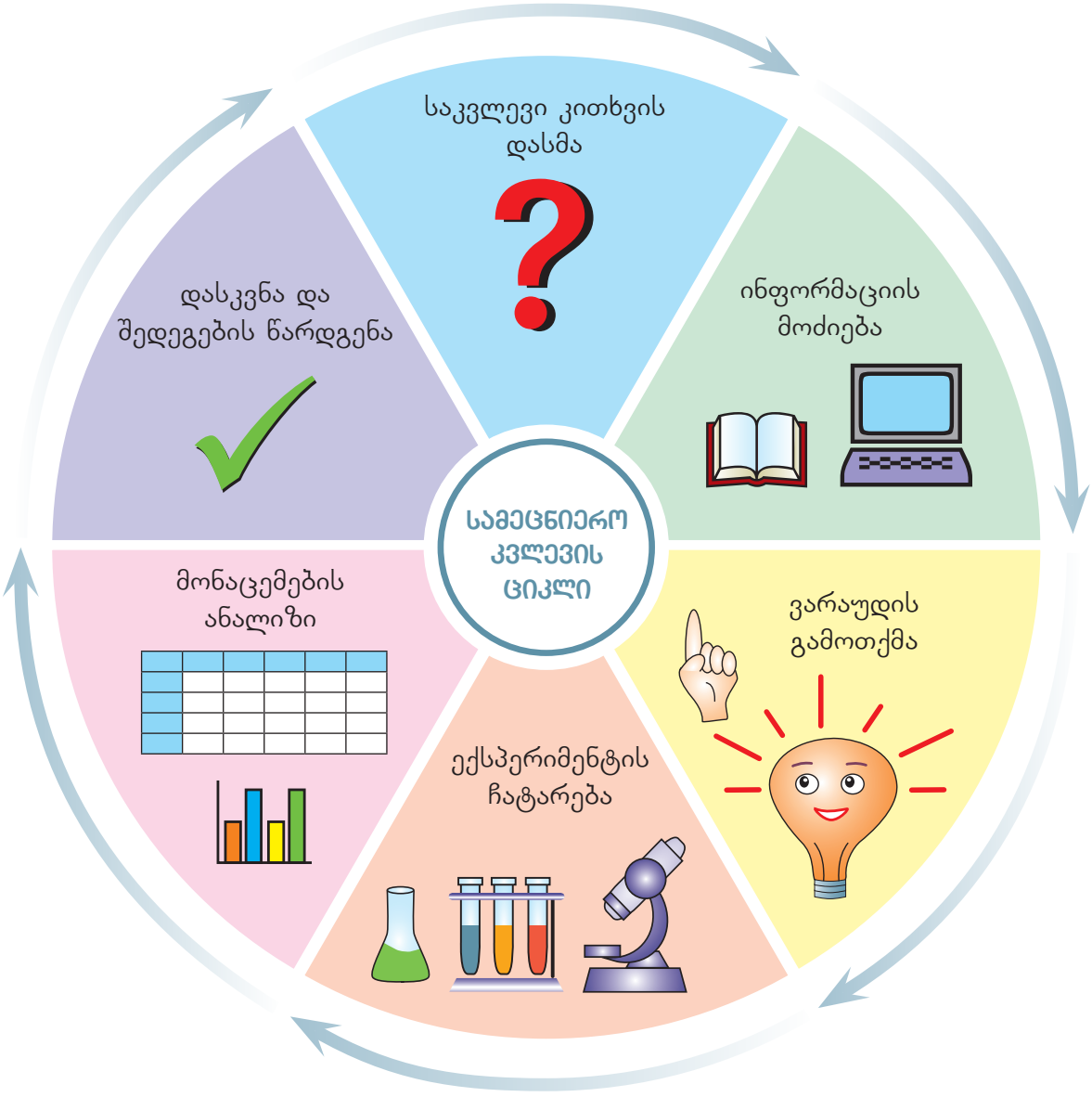
მომდევნო ეტაპზე დაგჭირდებათ ინფორმაციის მოძიება ამ სითხეებზე, ვარაუდების გამოთქმა, ექსპერიმენტის დაგეგმვა, ჩატარება, შედეგების გაანალიზება, დასკვნების ჩამოყალიბება და წარდგენა.



სურათი 1. სკოლის ლაბორატორიაში მოსწავლეები უცნობი ნივთიერების თვისებებს იკვლევენ.



სურათი 2. მაღალტექნოლოგიურ ლაბორატორიაში მიმდინარეობს სამეცნიერო კვლევები.



ნახაზი 3. სამეცნიერო კვლევის ეტაპები

ახალი ტერმინები:

- ექსპერიმენტი
- სამეცნიერო კვლევა
- საკვლევი კითხვა
- მონაცემთა ანალიზი

ამ ციკლში მნიშვნელოვანი ეტაპია ექსპერიმენტის ჩატარება. მარტივი ექსპერიმენტიც კი მოითხოვს ლაბორატორიაში მუშაობის უსაფრთხოების წესების დაცვას. ეს უზრუნველყოფს როგორც ჩვენი, ასევე ჩვენ გარშემომყოფების უსაფრთხოებას და იცავს გარემოს დაზიანებისაგან. ექსპერიმენტის დაწყებამდე გაეცანით უსაფრთხოების ძირითად წესებს.

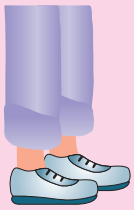
უსაფრთხოების წესები სასკოლო საბუნებისმეტყველო ლაბორატორიაში მუშაობის პროცესში



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



არასოდეს იმუშაოთ ლაბორატორიაში უფროსის მეთვალყურეობის გარეშე.



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



ლაბორატორიაში ნებისმიერ დროს აკრძალულია საკვების მიღება. არ გამოიყენოთ ლაბორატორიული ჭურჭელი საჭმლის შესანახად.



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



ნებისმიერ ელექტრულ ხელსაწყოსთან მუშაობის შემთხვევაში ხელები უნდა გქონდეთ მშრალი.



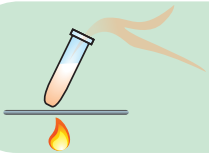
გამოყენების წინ აუცილებლად შეამოწმეთ მინის ჭურჭელი, რომ არ იყოს დაზიანებული ან გაბზარული.



პირადი უსაფრთხოების მიზნით აუცილებელია, ლაბორატორიული სამუშაოების შესრულებისას გამოიყენოთ ხალათი, დამცავი სათვალე და ხელთათმანები.



ლაბორატორიაში ნებისმიერი შემთხვევის შესახებ დაუყოვნებლივ შეატყობინეთ მასწავლებელს.



გაცხელების დროს არასოდეს მიმართოთ სინჯარის პირი თქვენკენ ან სხვისკენ.



დაუშვებელია ლაბორატორიაში სირბილი და თამაში.



დარწმუნდით, რომ ზუსტად იცით, თუ სად მდებარეობს პირველადი დახმარების ნაკრები, ცეცხლმაქრი, უსაფრთხოების შხაპი, თვალების დასაბანი.



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



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

საკლასო აქტივობა

ჩაატარეთ კვლევა: რა უფრო სწრაფად აორთქლდება – წყალი თუ სპირტი? ამისათვის:

- დაწერეთ საკვლევი კითხვა;
- მოიძიეთ ინფორმაცია საკვლევ სითხეებზე (მაგ., როგორია მათი დუღილის ტემპერატურა);
- ივარაუდეთ, რომელი სითხე უფრო სწრაფად აორთქლდება;
- ჩაატარეთ ექსპერიმენტი. პეტრის ჯამზე ან საათის მინაზე (იხ. გვ.101) ერთდროულად დააწვეთეთ თითო-თითო წვეთი წყალი და სპირტი, ჩაინიშნეთ დრო და ჩაიწერეთ, როდის აორთქლდება თითოეული მათგანი;
- გააანალიზეთ მიღებული შედეგები, ჩამოაყალიბეთ დასკვნა და ამის საფუძველზე უპასუხეთ კითხვებს:
  ა) რომელი სითხე აორთქლდა უფრო სწრაფად? გამართლდა თუ არა თქვენი ვარაუდი?
  ბ) როგორ ფიქრობთ, რატომ აორთქლდა ერთ-ერთი სითხე უფრო სწრაფად? არის თუ არა ეს დამოკიდებული ნივთიერების ბუნებაზე?
  გ) თქვენი აზრით, უსაფრთხოების რომელი წესებია გასათვალისწინებელი ამ ექსპერიმენტის ჩატარებისას?

ქიმია ექსპერიმენტული მეცნიერებაა, რომელიც სამყაროს დაკვირვების, მონაცემთა ანალიზისა და ექსპერიმენტების საშუალებით შეისწავლის. სამეცნიერო კვლევა მოიცავს თანმიმდევრულ ეტაპებს საკვლევი კითხვის დასმიდან დასკვნის გამოტანამდე. ნებისმიერი პრაქტიკული საქმიანობა ლაბორატორიაში მოითხოვს უსაფრთხოების წესების მკაცრ დაცვას საკუთარი და გარშემომყოფების უსაფრთხოების უზრუნველყოფის მიზნით, ასევე, გარემოს დაზიანების თავიდან ასაცილებლად.

საშინაო დავალება

წარმოიდგინეთ, რომ უსაფრთხოების ექსპერტი ხართ.

ა) მოიძიეთ თქვენს სახლში ისეთი ნივთიერებები, რომლებსაც ეტიკეტზე აქვს სპეციალური გამაფრთხილებელი ნიშნები (მაგალითად: ჭურჭლის სარეცხი საშუალება, ლაქის მოსაცილებელი სითხე და სხვა).

ბ) შექმენით პოსტერი ან ციფრული პრეზენტაცია, რომლის საშუალებითაც განმარტავთ ამ ნიშნების მნიშვნელობას.

გ) როგორ ფიქრობთ, რატომ არის მნიშვნელოვანი ამ ნივთიერებების სწორად შენახვა და გამოყენება არა მხოლოდ ადამიანების ჯანმრთელობისთვის, არამედ – გარემოს დასაცავად (მაგალითად, რა შეიძლება მოხდეს, თუ ამ ნივთიერებებს პირდაპირ ნიადაგში ან წყალში გადაღვრიან)?

1.2. ყველა ნივთიერება ნაწილაკებისგან შედგება

რას ვისწავლით, როგორ გამოვიყენებთ

- გაიგებთ, რისგან შედგება ნივთიერება;
- აღწერთ ნაწილაკების მოძრაობას სხვადასხვა მდგომარეობაში;
- გამოიყენებთ ცოდნას ბუნებაში მიმდინარე სხვადასხვა მოვლენის ასახსნელად.

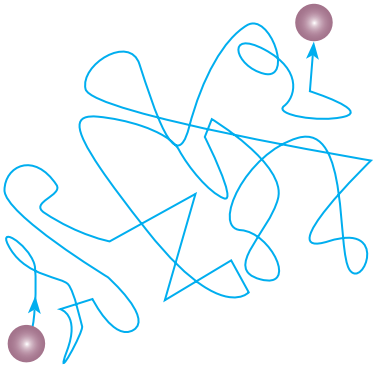
ჰაერი, წყალი და ქვა ერთმანეთისგან არსებითად განსხვავებული ნივთიერებებია, თუმცა მათ საერთო მახასიათებელი აქვს – ყველა მათგანი მცირე ზომის ნაწილაკებისგან შედგება. ამ ნაწილაკების ზომა იმდენად მცირეა, რომ მათი დანახვა შეუიარაღებელი თვალით შეუძლებელია. მასშტაბის წარმოსადგენად ხშირად გამოიყენება ასეთი შედარება: თუ ჩოგბურთის ბურთი დედამიწის ზომამდე გაიზრდებოდა, ამ ნივთიერებების შემადგენელი ნაწილა-

დიფუზია



კები მხოლოდ ჩვეულებრივი ჩოგბურთის ბურთის ზომას მიაღწევდა. ამრიგად, ყველაფერი, რაც ჩვენ გარშემოა, მათ შორის, ადამიანის სხეულიც, სწორედ ამ ნაწილაკებისგან შედგება. ნაწილაკები მუდმივად, განუწყვეტლივ მოძრაობს.

თუ ნივთიერება მყარ მდგომარეობაშია (მაგალითად, რკინა), მისი შემადგენელი ნაწილაკები ერთმანეთთან მტკიცედ არის დაკავშირებული, თითქმის არ მოძრაობს და მხოლოდ ირხევა. **სითხეში** (მაგალითად, წყალში) ნაწილაკებს უფრო მეტი თავისუფლება აქვს. ისინი გადაადგილდება, ერთმანეთს ეჯახება და მოძრაობის მიმართულებას იცვლის. **აირში** (მაგალითად, ჰაერში) ნაწილაკები ერთმანეთისგან მნიშვნელოვნად დაშორებულია და თითქმის თავისუფლად მოძრაობს. ისინი გადაადგილდება ყველა მიმართულებით, ეჯახება ერთმანეთს და იფანტება. ნაწილაკების ასეთ უწესრიგო მოძრაობას **ქაოსური მოძრაობა** ეწოდება (ნახაზი 4).



ნახაზი 4. ქაოსური მოძრაობა



სურათი 5. საჭმლის მომზადებისას მაღალი ტემპერატურა ხელს უწყობს სხვადასხვა აირადი ნივთიერების ჰაერში გავრცელებას.



ნახატი 6. ხსნარში საღებავის ნაწილაკების გავრცელება

არსებობს მრავალი ფაქტი, რომლებიც ადასტურებს, რომ ჩვენ გარშემო არსებული ნივთიერებები ნაწილაკებისგან შედგება. მაგალითად:

სუნის გავრცელება – საკვების მომზადების დროს ჰაერში აქროლადი ნივთიერებების ნაწილაკები ვრცელდება. ეს ნაწილაკები ქაოსური მოძრაობის შედეგად ადამიანის ცხვირის მგრძნობიარე რეცეპტორებამდე აღწევს და სწორედ ამ გზით შევიგრძნობთ სუნს (სურათი 5).

ხსნარის შეფერვა – თუ წყლიან ჭურჭელში საღებავს ჩავაწვეთებთ, მისი ნაწილაკები თანდათან მთელ ჭურჭელში გავრცელდება და ხსნარი თანაბრად შეიფერება (სურათი 6).

სარეცხის გაშრობა – სველი ტანსაცმლის ზედაპირიდან წყლის ნაწილაკები აქროლდება და ჰაერში გაიბნევა, ტანსაცმელი კი თანდათან გაშრება (სურათი 7).

აღწერილი პროცესები ნაწილაკების არსებობას და მათ მუდმივ მოძრაობას ადასტურებს. სივრცეში გადაადგილების შედეგად ნაწილაკების თანაბრად გავრცელებას **დიფუზია** ეწოდება. დიფუზიის პროცესი ძლიერდება ტემპერატურის მატებასთან ერთად, რადგან მაღალ ტემპერატურაზე ნაწილაკები უფრო სწრაფად მოძრაობენ.



სურათი 7. სველი სარეცხიდან წყლის ნაწილაკები ქროლდება როგორც თბილ, ასევე – გრილ ამინდში.

საკლასო აქტივობა

ჩაატარეთ კვლევა დიფუზიის პროცესზე ტემპერატურის გავლენის შესწავლის მიზნით. ამისათვის:

- დაწერეთ საკვლევი კითხვა;
- ივარაუდეთ, როგორ შეიცვლება დიფუზიის სიჩქარე ტემპერატურის ზრდასთან ერთად;
- ჩაატარეთ ექსპერიმენტი: აიღეთ ორი ერთნაირი ჭიქა და ჩაასხით თანაბარი მოცულობის სხვადასხვა ტემპერატურის წყალი. ორივე ჭიქაში ერთდროულად ჩაუშვით ჩაის პაკეტები და დააკვირდით ფერის გავრცელებას.
- გააანალიზეთ მიღებული შედეგები, ჩამოაყალიბეთ დასკვნა და ამის საფუძველზე უპასუხეთ კითხვებს:
  ა) რომელ ჭიქაში გავრცელდა ფერი უფრო სწრაფად და რატომ? გამართლდა თუ არა თქვენი ვარაუდი?
  ბ) როგორ ფიქრობთ, რატომ არის აუცილებელი, რომ წყალი ორივე ჭიქაში თანაბარი მოცულობის იყოს?
- მოიფიქრეთ კიდევ რა ექსპერიმენტის ჩატარება შეგიძლიათ დიფუზიის პროცესზე დაკვირვების მიზნით.

მიუხედავად იმისა, რომ ნაწილაკების თვალით დანახვა შეუძლებელია, თანამედროვე მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების განვითარებამ მეცნიერებს საშუალება მისცა, გამოიყენონ მძლავრი მიკროსკოპები, რომლებიც გამოსახულებას დაახლოებით 70 მილიონჯერ ადიდებს. ამ მიკროსკოპების დახმარებით შესაძლებელი გახდა ნაწილაკების დანახვა და ფოტოგრაფირება.

ახალი ტერმინები:

- ნაწილაკი
- მყარი
- თხევადი
- აირადი
- დიფუზია

ყველა ნივთიერება ნაწილაკებისგან შედგება. მყარ მდგომარეობაში ნაწილაკები მხოლოდ ირხევა, სითხეებში – შეზღუდულად გადაადგილდება, ხოლო აირებში თავისუფლად და ქაოსურად მოძრაობს ყველა მიმართულებით და ერთმანეთს ეჯახება. სივრცეში გადაადგილებისას ნაწილაკების თანაბრად გავრცელებას დიფუზია ეწოდება.

საშინაო დავალება

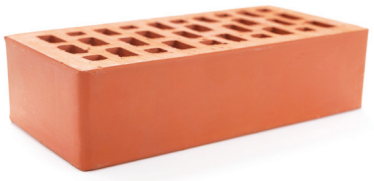
1. თქვენი სიტყვებით ახსენით, რა არის დიფუზია და მოიყვანეთ სამი მაგალითი ყოველდღიური ცხოვრებიდან.
2. ახსენით, როგორ ვრცელდება ოთახში სუნამოს სუნი.
3. რას უფრო სწრაფად ვიგრძნობთ – ახლად მომზადებული კერძის თუ მაცივრიდან გამოღებული პროდუქტის სუნს? ახსენით, რატომ?
4. აგურის კედელში გავლა ადამიანს არ შეუძლია, წყალში იგი მოძრაობს, თუმცა ძნელად, ჰაერში კი მას მოძრაობის პრობლემა თითქმის არ აქვს. ახსენით, რა არის ამის მიზეზი.

1.3. ნივთიერების აგრეგატული მდგომარეობა

რას ვისწავლით, როგორ გამოვიყენებთ

- გაიგებთ, რომ ნივთიერებები სამ აგრეგატულ მდგომარეობაში არსებობს;
- აღწერთ ნაწილაკების განლაგებასა და მოძრაობას სხვადასხვა მდგომარეობაში;
- გამოიყენებთ მიღებულ ცოდნას ნივთიერებების ზოგიერთი თვისების ასახსნელად.

რა განსხვავებაა მოცემულ ფოტოებს შორის?



სურათი 8. აგური მყარია.



სურათი 9. წვენი თხევადია.



სურათი 10. ბუშტი გაბერილია აირით.

ნივთიერებების თვისებები მასში ნაწილაკების ტიპსა და მდგომარეობაზეა დამოკიდებული. ჩვენ გარშემო არსებული ნივთიერებები სამ ძირითად აგრეგატულ მდგომარეობაში გვხვდება: მყარში, თხევადსა და აირადში.

ნივთიერების აგრეგატული მდგომარეობა დამოკიდებულია ტემპერატურაზე. ერთი და იგივე ნივთიერება სხვადასხვა ტემპერატურაზე შეიძლება განსხვავებული სახით არსებობდეს. სუფრის მარილი, რომელსაც მყარ ნივთიერებად მივიჩნევთ, მაღალ ტემპერატურაზე შეიძლება გალღვეს და გათხევადდეს. ასევე, წყალი საყინულეში გაიყინება. ამიტომ მიღებულია ნივთიერების აგრეგატული მდგომარეობა იმის მიხედვით დავახასიათოთ, თუ რა მდგომარეობაშია ის ოთახის ტემპერატურაზე (20°C). ამ პირობებში წყალი არის თხევადი, სუფრის მარილი – მყარი, ნახშირორჟანგი კი – აირადი.

წყალი ერთადერთი ნივთიერებაა, რომელიც ბუნებაში შეიძლება სამივე აგრეგატულ მდგომარეობაში შეგვხვდეს (სურათი 11).

აგრეგატული მდგომარეობის უკეთ გასაგებად გაეცანით მათ მახასიათებლებს.

ახალი ტერმინები:

- აგრეგატული მდგომარეობა
- ფორმა
- მოცულობა





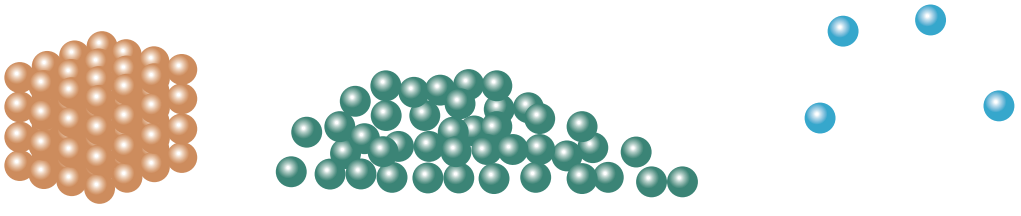
სურათი 11. წყლის სამი აგრეგატული მდგომარეობა: მყარი (ყინული), თხევადი (წყალი ჭიქაში) და აირადი (წყლის ორთქლი ქვაბიდან)

მყარ მდგომარეობაში ნივთიერების შემადგენელი ნაწილაკები ერთმანეთთან ძალიან ახლოს არის განლაგებული. მყარ ნივთიერებას აქვს განსაზღვრული **ფორმა** და **მოცულობა**, რომლებიც მისი ნაწილაკების ზომაზეა დამოკიდებული.

თხევად მდგომარეობაში ნივთიერებას განსაზღვრული ფორმა არ გააჩნია. ის იღებს ისეთ 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 ზომაზე და მათ შორის მანძილზეა დამოკიდებული.

აირად მდგომარეობაში ნივთიერებას არა აქვს განსაზღვრული ფორმა. აირის შემადგენელი ნაწილაკები ქაოსურად მოძრაობს და მათ შორის მანძილი იმდენად დიდია, რომ თვით ნაწილაკები შეიძლება წერტილებად ჩაითვალოს. რადგან ნაწილაკების ზომა მხედველობაში არ მიიღება, ამიტომ აირის მოცულობა იმ ჭურჭლის მოცულობის ტოლია, რომელშიცაა მოთავსებული.

ამრიგად, ნივთიერების აგრეგატული მდგომარეობა იმის მიხედვით განისაზღვრება, თუ როგორ არის განლაგებული და როგორ მოძრაობს მასში ნაწილაკები (ნახატი 12).



მყარი თხევადი აირადი

ნახატი 12. ნაწილაკების განლაგება მყარ, თხევად და აირად მდგომარეობაში

საკლასო აქტივობა

ცხრილი გადაიტანეთ რვეულში. აგრეგატული მდგომარეობების მახასიათებლების საფუძველზე შეავსეთ ცხრილი და უპასუხეთ კითხვებს.

მდგომარეობა	ნაწილაკების განლაგება	ნაწილაკების მოძრაობა	ფორმა	მოცულობა
მყარი	მჭიდროდაა განლაგებული			ინარჩუნებს განსაზღვრულ მოცულობას
თხევადი		მოძრაობს, თუმცა შეზღუდულად		
აირადი			არა აქვს ფორმა და ავსებს ჭურჭელს, რომელშიც მოთავსებულია	

ა) რა კავშირშია ნაწილაკების განლაგება ნივთიერების ფორმასა და მოცულობასთან?
ბ) რა მოხდება, თუ ნაწილაკებს შორის მანძილი გაიზრდება ან შემცირდება?
გ) რა მოხდება, თუ სითხეს ისეთ ჭურჭელში გადავასხამთ, რომლის მოცულობაც სითხის მოცულობაზე ნაკლებია? გვაქვს თუ არა ეს პრობლემა აირების შემთხვევაში? პასუხი დაასაბუთეთ.

ნივთიერება შეიძლება არსებობდეს სამ აგრეგატულ მდგომარეობაში: მყარი, თხევადი და აირადი. ეს მდგომარეობები დამოკიდებულია ტემპერატურაზე. წყალი ბუნებაში სამივე აგრეგატულ მდგომარეობაში გვხვდება.

საშინაო დავალება

თუ ჰაერით გაბერილ ბუშტს ძლიერად მოვუჭერთ ხელს, მისი ფორმა ადვილად შეიცვლება, მაგრამ შიგნით არსებული ჰაერი მაინც მთელ ბუშტს შეავსებს.

ა) რატომ არის შესაძლებელი აირის ფორმის შეცვლა ასე ადვილად?

ბ) როგორ ფიქრობთ, შესაძლებელი იქნებოდა თუ არა ბუშტის ფორმის ადვილად შეცვლა, მასში ჰაერის ნაცვლად წყალი რომ ყოფილიყო? თქვენი პასუხი დაასაბუთეთ.

1.4. აგრეგატული მდგომარეობის ცვლილება

რას ვისწავლით, როგორ გამოვიყენებთ

- გაიგებთ, რა ხდება აგრეგატული მდგომარეობის ცვლილებისას;
- იმსჯელებთ, რატომ არ იცვლება ტემპერატურა ლღობისა და დუღილის პროცესში.

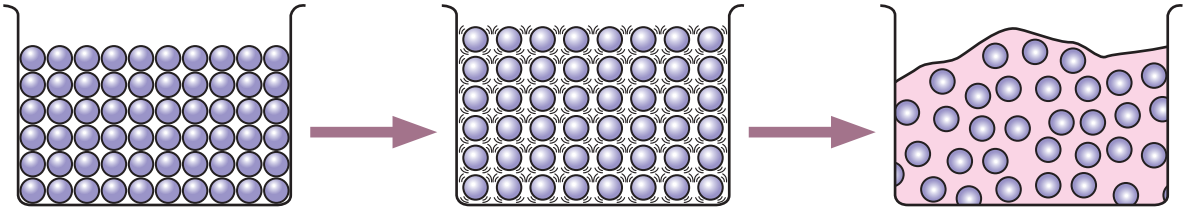
რატომ მოდის თოვლი და სად ქრება თქვენს ხელზე დაფენილი თოვლის ფანტელი? ის არ ქრება, უბრალოდ აგრეგატულ მდგომარეობას იცვლის (სურათი 13).

ოკეანეების, ზღვებისა და წყალსატევების ზედაპირიდან წყალი ორთქლდება და ჰაერს ერევა. ჰაერის ზედა ფენაში კი ცივდება და ისევ წყლად ან ყინულად გარდაიქმნება. წყალი კვლავ დედამიწას უბრუნდება, მხოლოდ თხევადი (წვიმის) ან მყარი (სეტყვის, თოვლის) სახით.

როდესაც მყარი ნივთიერება თბება, ნაწილაკები ენერგიას იძენს და უფრო ინტენსიურ მოძრაობას იწყებს. შედეგად, ნაწილაკებს შორის მანძილი იზრდება და ნივთიერება ფართოვდება. გარკვეულ ტემპერატურაზე ნაწილაკები ისეთ ენერგიას იძენს, რომ ერთმანეთს შორდება და მყარი ნივთიერება თხევად მდგომარეობაში გადადის (ნახაზი 14). ამ პროცესს **ლღობა**, ხოლო შესაბამის ტემპერატურას **ლღობის ტემპერატურა** ეწოდება. მაგალითად, ყინული 0°C-ზე ლღვება, რკინის ლღობის ტემპერატურა კი 1538°C-ია.



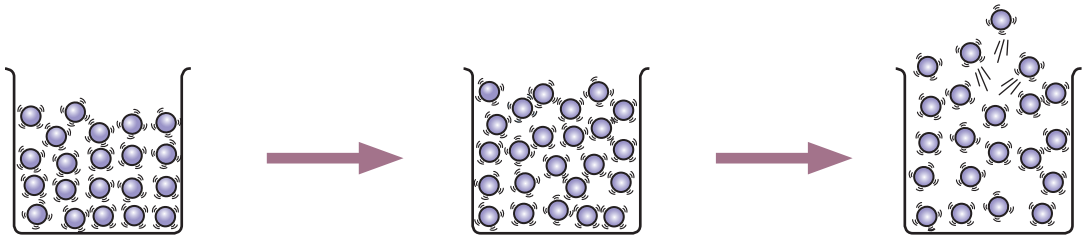
სურათი 13. თოვლის ფანტელი ხელზე არ ქრება, ის უბრალოდ მყარი მდგომარეობიდან თხევადში გადადის.



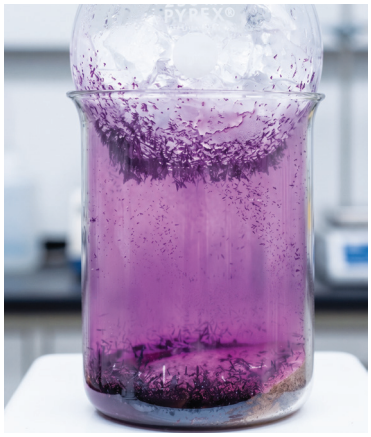
ნახაზი 14. როდესაც მყარი ნივთიერება თბება, ნაწილაკები ენერგიას იღებს და უფრო ინტენსიურად იწყებს რხევას. შედეგად, მათ შორის მანძილი იზრდება, ნაწილაკები შორდება ერთმანეთს და ნივთიერება თხევად მდგომარეობაში გადადის.

თუ თხევად ნივთიერებას კიდევ უფრო გავაცხელებთ, ნაწილაკები მეტ ენერგიას მიიღებს და უფრო სწრაფად დაიწყებს მოძრაობას. ისინი ერთმანეთს უფრო ძლიერად დაეჯახება, რაც სითხის გაფართოებას გამოიწვევს. გარკვეულ ტემპერატურაზე ნაწილაკები იმდენ ენერგიას შეიძენს, რომ მათ შორის მოქმედ მიზიდულობის ძალას დაძლევს და ნივთიერება აირად მდგომარეობაში გადავა (ნახაზი 15). ამ პროცესს დუღილი ეწოდება, ხოლო შესაბამის ტემპერატურას – **დუღილის ტემპერატურა**. მაგალითად, წყლის დუღილის ტემპერატურაა 100°C, ხოლო ეთილის სპირტის, რომლის ხსნარიც სამედიცინო სპირტის სახით გამოიყენება – 78°C.

სუბლიმაცია



ნახაზი 15. როდესაც სითხე თბება, ნაწილაკები ენერგიას იძენს და უფრო სწრაფად მოძრაობს. დუღილის ტემპერატურაზე ისინი იმდენად დიდ ენერგიას აგროვებს, რომ წყდება სითხის ზედაპირს, შორდება ერთმანეთს და ნივთიერება აირად მდგომარეობაში გადადის.



სურათი 16. იოდი გაცხელებისას სუბლიმირდება და იისფერი ორთქლი მიიღება.

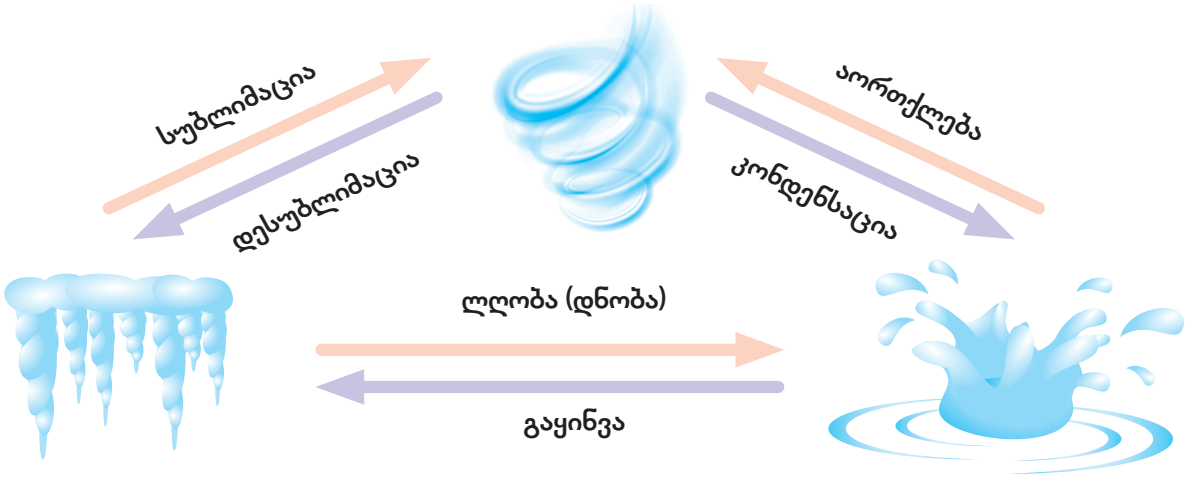
ახალი ტერმინები:

- კონდენსაცია
- სუბლიმაცია
- დესუბლიმაცია
- დუღილის ტემპერატურა
- ლღობის ტემპერატურა

გაცივებისას აირის ნაწილაკების მოძრაობის სიჩქარე მცირდება, ისინი ერთმანეთს უახლოვდება და აირი სითხედ გარდაიქმნება. ამ პროცესს **კონდენსაცია** ეწოდება. უფრო მეტად გაცივებისას სითხის ნაწილაკების მოძრაობა მნიშვნელოვნად ნელდება, ნაწილაკები უფრო მჭიდროდ განლაგდება და ნივთიერება მყარ მდგომარეობაში გადადის. ამ პროცესს **გამყარება** ეწოდება. ერთნაირ პირობებში სუფთა ნივთიერებისთვის ლღობისა და გამყარების ტემპერატურა ერთი და იგივეა, ისევე როგორც დუღილისა და კონდენსაციის ტემპერატურა.

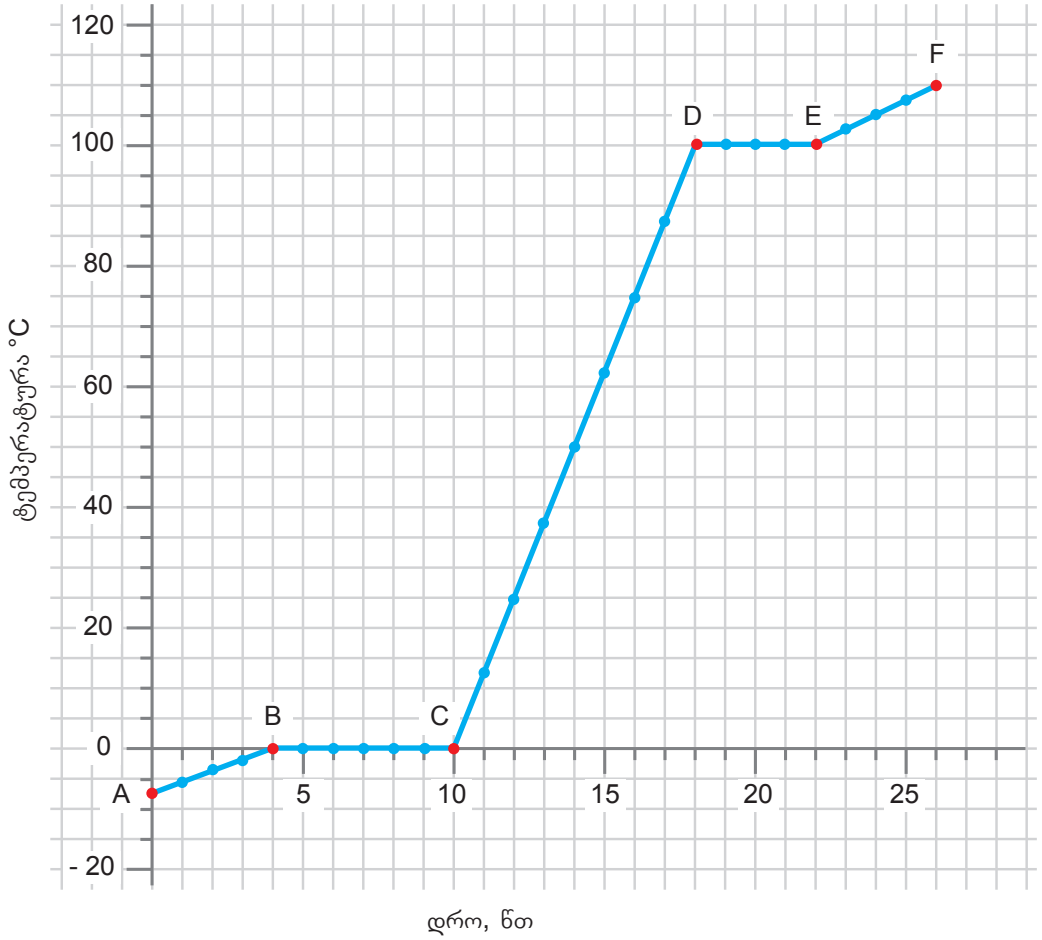
ზოგიერთ ნივთიერებას შეუძლია მყარი მდგომარეობიდან პირდაპირ აირადში გადასვლა, რასაც **სუბლიმაცია** ეწოდება. ასეთი ნივთიერებებია იოდი (სურათი 16), მყარი ნახშირორჟანგი (ე.წ. „მშრალი ყინული“). არსებობს სუბლიმაციის საპირისპირო პროცესიც, რომელსაც **დესუბლიმაციას** უწოდებენ. მაგალითად, თუ იოდის ორთქლს გავაცივებთ, შეინიშნება მყარი ნაწილაკების წარმოქმნა.

აგრეგატული მდგომარეობის ცვლილებისას (ნახატი 17) ნივთიერების შედგენილობა უცვლელი რჩება – იცვლება მხოლოდ ნაწილაკებს შორის მანძილი.



ნახატი 17. აგრეგატული მდგომარეობების ცვლილება

თუ წყლის ტემპერატურას მისი აგრეგატული მდგომარეობის ცვლილების პროცესში გავზომავთ, შეგვიძლია ავაგოთ დიაგრამა, რომელიც გვიჩვენებს, როგორ იცვლება ტემპერატურა დროში.



ნახაზი 18. დიაგრამა, რომელიც წყლის აგრეგატული მდგომარეობის ცვლილებას ასახავს

დიაგრამის მიხედვით, გათბობის საწყის ეტაპზე, AB შუალედში, წყლის ტემპერატურა –7°C-იდან 0°C-ამდე იზრდება. B წერტილში (0°C-ზე) ყინულმა ლღობა დაიწყო. ლღობის პროცესი გრძელდებოდა C წერტილამდე, სანამ ყინული სრულად არ გათხევადდა. წარმოქმნილი წყალი გათბა და მისი ტემპერატურა გაიზარდა, ვიდრე 100°C-ს არ მიაღწია (D წერტილი). D წერტილში წყალმა დუღილი დაიწყო და აირად მდგომარეობაში გადავიდა.

გააანალიზეთ დიაგრამა და უპასუხეთ კითხვებს:

ა) რა დრო დასჭირდა ყინულის სრულად გალღობას?

ბ) რა დრო დასჭირდა გალღობის შედეგად მიღებული წყლის ადუღებას?

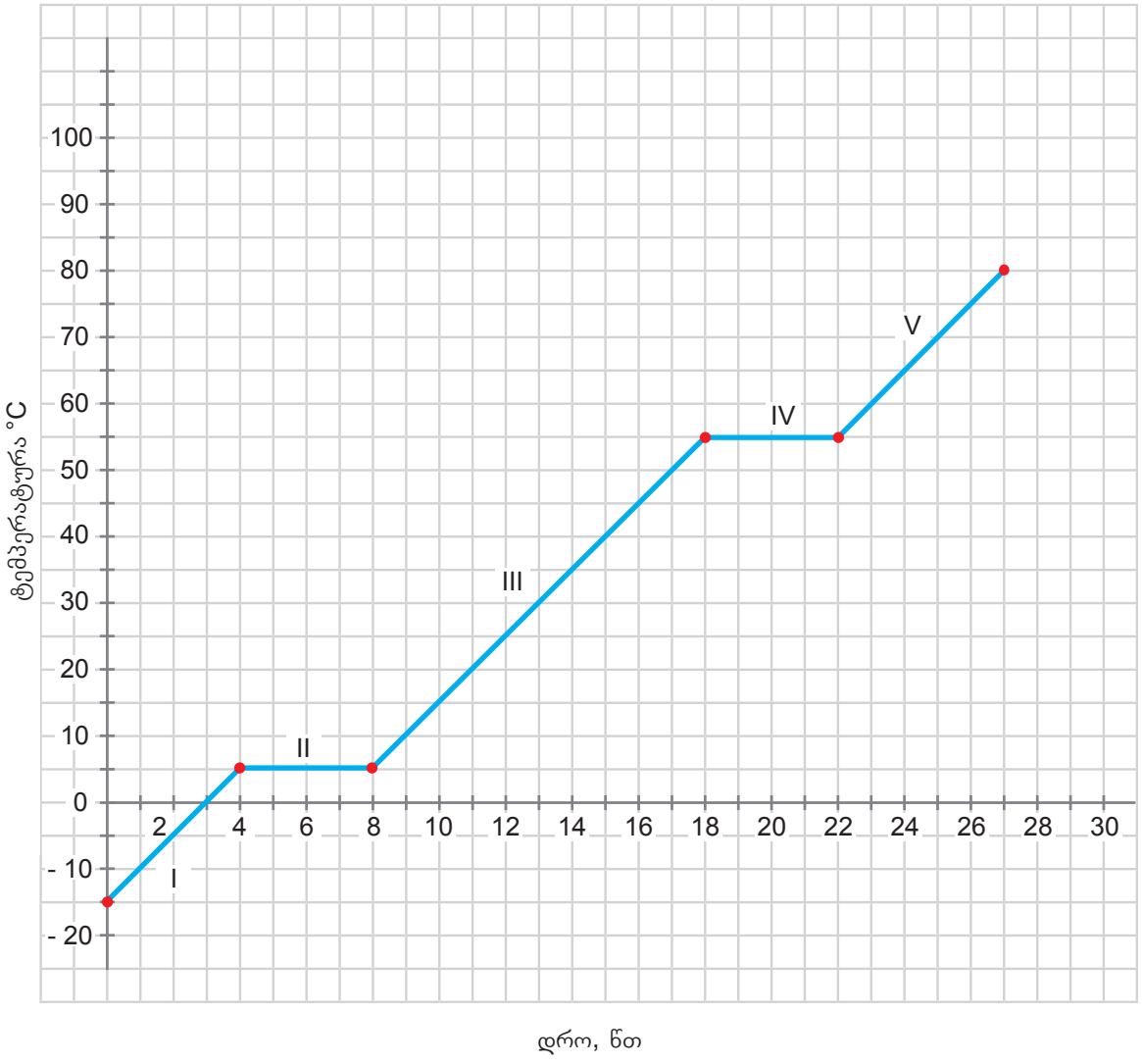
გ) რა შუალედში და რატომ არ შეიცვალა ტემპერატურა?

დ) რა შუალედში და რატომ შეიცვალა ტემპერატურა?

ნივთიერების აგრეგატული მდგომარეობის ცვლილება ფიზიკური პროცესია, რომლის დროსაც ნივთიერების შედგენილობა არ იცვლება. ეს პროცესი პირდაპირ არის დამოკიდებული ენერგიის ცვლილებაზე: გათბობისას ნაწილაკები მეტ ენერგიას იძენს, უფრო ინტენსიურად მოძრაობს და ერთმანეთს შორდება. გაცივებისას პირიქით ხდება. მდგომარეობის ცვლილების მომენტში ნივთიერების ტემპერატურა მუდმივი რჩება, რადგან მიწოდებული ენერგია მთლიანად ნაწილაკებს შორის კავშირების გაწყვეტას ხმარდება.

საშინაო დავალება

1. გრაფიკზე მოცემულია უცნობი X ნივთიერების აგრეგატული მდგომარეობის ცვლილების დიაგრამა.



ამ გრაფიკის მიხედვით უპასუხეთ კითხვებს:

ა) გრაფიკის რომელ ნაწილშია X ნივთიერება მყარი, რომელში – თხევადი და რომელში – აირადი?

ბ) გრაფიკის რომელ ნაწილშია X ნივთიერება ერთდროულად მყარ და თხევად მდგომარეობაში?

გ) გრაფიკის რომელ ნაწილშია X ნივთიერება ერთდროულად თხევად და აირად მდგომარეობაში?

დ) გრაფიკის რომელ ნაწილშია X ნივთიერების შემადგენელ ნაწილაკებს შორის მანძილი ყველაზე მცირე?

ე) გრაფიკის რომელ ნაწილშია X ნივთიერების შემადგენელი ნაწილაკების მოძრაობის სიჩქარე ყველაზე დიდი?

ვ) ცხრილში მოცემულია სამი ნივთიერების ლღობისა და დუღილის ტემპერატურები. ამ ნივთიერებებიდან რომელი შეიძლება იყოს X?

ნივთიერება	ლღობის ტემპერატურა,°C	დუღილის ტემპერატურა,°C
A	5	80
B	-15	55
C	5	55

ზ) როგორია მოცემული ნივთიერების აგრეგატული მდგომარეობა ოთახის ტემპერატურაზე?

თ) ახსენით, რატომ არ იცვლება ტემპერატურა გრაფიკის II და IV უბნებზე.

2. ნაყინისა და სხვა საკვები პროდუქტების გადასატანად იყენებენ ყუთებს, რომლებშიც „მშრალი ყინულია“ ჩალაგებული. ახსენით ამის მიზეზი.

3. წარმოიდგინეთ, რომ სამზარეულოში სადილს ამზადებთ. ქვაბში წყალი დუღს. თუ ქვაბის თავსახურს დააკვირდებით, შიდა მხრიდან წყლის წვეთებს დაინახავთ.

ა) აგრეგატული მდგომარეობის რა ცვლილება მიმდინარეობს ამ დროს?

ბ) რატომ დუღდება წყალი უფრო სწრაფად, თუ ქვაბს თავსახური ახურავს?

1.5. ნივთიერების ფიზიკური თვისებები

რას ვისწავლით, როგორ გამოვიყენებთ

- გაიგებთ, რით განსხვავდება ნივთიერებები ერთმანეთისგან;
- გამოიყენებთ ნივთიერებების ფიზიკურ თვისებებს მათი იდენტიფიცირებისთვის;
- იმსჯელებთ, რატომ არის მნიშვნელოვანი ნივთიერების თვისებების ცოდნა ყოველდღიურ ცხოვრებაში.

როგორ გავარჩიოთ ერთმანეთისგან წყალი და სპირტი? როგორ ადგენს ოქრომჭედელი, არის თუ არა ბეჭედი სუფთა ოქროსგან დამზადებული? როგორ არჩევს ექიმი ძვლის იმპლანტისთვის შესაბამის მასალას? როგორ წყვეტს ინჟინერი, რომელი მეტალი გამოიყენოს ხიდის ასაგებად?

ყველა ამ კითხვაზე პასუხი ერთია – აუცილებელია **ნივთიერებათა თვისებების შესწავლა.**

ჩვენ გარშემო არსებული თითოეული ნივთიერება თავისი განსაკუთრებული ნიშნებით – ფიზიკური და ქიმიური თვისებებით – ხასიათდება, რითაც ის უნიკალური და სხვებისგან განსხვავებულია.

მახასიათებლებს, რომლებსაც შეგვიძლია დავაკვირდეთ ან გავზომოთ ნივთიერების შედგენილობის შეცვლის გარეშე, **ფიზიკური თვისებები** ეწოდება. ხოლო თვისებებს, რომლებსაც ავლენს ნივთიერება მისი ქიმიური გარდაქმნის პროცესში, ქიმიური თვისებები ეწოდება. ამ საკითხს დეტალურად მომავალში გაეცნობით.

მაგალითად, ვერცხლისწყალი მოვერცხლისფრო მეტალია, რომელიც -38°C-ზე ლღვება, კარგი ელექტრო- და თბოგამტარია, წყალში არ იხსნება, ადვილად აქროლადი და მომწამლავია. სწორედ ამიტომ, საშიშია თერმომეტრის გატეხა და ვერცხლისწყლის დაღვრა, განსაკუთრებით – დახურულ სივრცეში (სურათი 19).



სურათი 19. ვერცხლისწყლის წვეთები

წყალი და სპირტი გარეგნულად ერთმანეთის მსგავსია, თუმცა ისინი განსხვავდება ზოგიერთი ფიზიკური თვისებით – სუნით, დუღილის ტემპერატურით, სიმკვრივით. ამ თვისებებით შეგვიძლია ერთი ნივთიერება მეორისგან განვასხვავოთ.

ფიზიკური თვისებები შეიძლება იყოს როგორც **გაზომვადი** (სიმკვრივე, ლღობის ტემპერატურა, დუღილის ტემპერატურა), ასევე – **დაკვირვებადი** (ფერი, სუნი, გამჭვირვალობა). ჩვენ ვაკვირდებით ან ვზომავთ იმას, რაც უკვე არსებობს.

ფიზიკურ თვისებებს შორის მნიშვნელოვანია დუღილისა და ლღობის ტემპერატურები. მათი დახმარებით შესაძლებელია განვსაზღვროთ, ჩვეულებრივ პირობებში რომელ აგრეგატულ მდგომარეობაშია ნივთიერება და რა ტემპერატურაზე იცვლის იგი ამ მდგომარეობას.

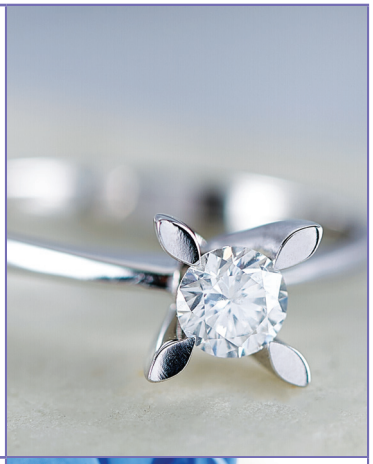
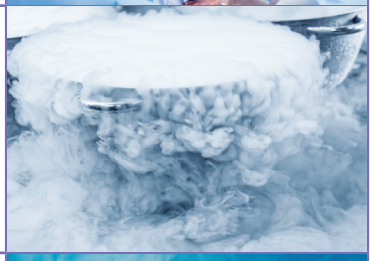
სუფთა ნივთიერებას აქვს მისთვის დამახასიათებელი კონკრეტული ლღობისა და დუღილის ტემპერატურა. ეს მახასიათებლები უნიკალურია, ადამიანის თითის ანაბეჭდების მსგავსად. ამიტომ მეცნიერები მათ სხვა მახასიათებლებთან ერთად ნივთიერების იდენტიფიცირებისთვის იყენებენ.

ზოგიერთი ნივთიერების ფიზიკური თვისებები და მათი გამოყენების სფეროები მოცემულია ცხრილში.

ახალი ტერმინები:

- ფიზიკური თვისება
- გაზომვადი თვისება
- დაკვირვებადი თვისება

მეტალი	თვისებები	გამოყენება	
ალუმინი	მყარი, ვერცხლისფერი, მსუბუქი მეტალი, კარგი თბო- და ელექტროგამტარი. $t_{\text{ლღ.}} = 660°C$; $t_{\text{დუღ.}} = 2467°C$.	სიმსუბუქის გამო გამოიყენება თვითმფრინავების მშენებლობაში, ხოლო მაღალი თბოგამტარობის გამო გამოიყენება ჭურჭლის დასამზადებლად.	
სპილენძი	მყარი, მოწითალო, კარგი ელექტრო- და თბოგამტარი, პლასტიკური. $t_{\text{ლღ.}} = 1083°C$; $t_{\text{დუღ.}} = 2562°C$.	ელექტროენერგიის ერთ-ერთი საუკეთესო გამტარია, რის გამოც მისგან ელექტროსადენებს ამზადებენ.	

ვერცხლი	მყარი, მოთეთრო-ვერცხლისფერი, ძვირფასი მეტალი, რბილი, საუკეთესო თბო- და ელექტრო-გამტარი. $t_{ლღ.}$ = 962°C; $t_{დუღ.}$ = 2162°C.	გამოიყენება საიუველირო ნაკეთობებისთვის, აქვს ანტიბაქტერიული თვისება.	
ტიტანი	მყარი, ვერცხლისფერი მსუბუქი მეტალი, კარგი თბო- და ელექტროგამტარი. $t_{ლღ.}$ = 1668°C; $t_{დუღ.}$ = 3287°C.	განსაკუთრებული გამძლეობისა და სიმსუბუქის გამო გამოიყენება საჰაერო და საზღვაო ხომალდების კორპუსების და სამედიცინო იმპლანტების დასამზადებლად.	
აზოტი	უფერო, უსუნო აირი. $t_{ლღ.}$ = –210°C; $t_{დუღ.}$ = –196°C.	თხევად მდგომარეობაში ძალიან ცივია, რაც ბიოლოგიური ნიმუშების სწრაფად გაყინვის საშუალებას იძლევა.	
ნახშირორჟანგი	უფერო აირი, წვას ხელს არ უწყობს. $t_{სუბ.}$ = –78°C.	რადგან წვას ხელს არ უწყობს, გამოიყენება ცეცხლმაქრებში, ხოლო მისი მყარი ფორმა (მშრალი ყინული) – საკვების გასაცივებლად. ასევე გამოიყენება სასმელების გაზირებისთვის.	
ეთილის სპირტი	უფერო, სპეციფიკური სუნის სითხე. $t_{ლღ.}$ = –114°C; $t_{დუღ.}$ = 78°C.	შედარებით დაბალი დუღილის ტემპერატურის გამო ადვილად აქროლადია; გამოიყენება სადეზინფექციოდ.	

საკლასო აქტივობა

ბარათებზე მოცემული გაქვთ ინფორმაცია უცნობი ნივთიერებების თვისებების შესახებ. ეს ნივთიერებები შეიძლება იყოს: ცარცი, წყალი, სპილენძი, რკინა, ეთილის სპირტი, სუფრის მარილი, ნახშირორჟანგი, აზოტი, ვერცხლი.

A	B	C
• უფერო სითხე • დამახასიათებელი სუნი • დუღილის ტემპერატურა 78°C	• მოწითალო • კარგი ელექტროგამტარი • ლღობის ტემპერატურა 1083°C	• თეთრი ფერის ფხვნილი • წყალში ხსნადი • დენს არ ატარებს

D	E	F
• მოვერცხლისფრო-ნაცრისფერი • კარგი ელექტროგამტარი • ლღობის ტემპერატურა 1538°C	• თეთრი ფერის ფხვნილი • წყალში უხსნადი • დენს არ ატარებს	• უფერო სითხე • უსუნო • დუღილის ტემპერატურა 100°C

G	H	I
• უფერო აირი • -78°C -ზე სუბლიმირდება • წვას ხელს არ უწყობს	• უფერო აირი • დუღილის ტემპერატურა -196°C • წვას ხელს არ უწყობს	• მოთეთრო-ვერცხლისფერი • კარგი ელექტროგამტარი • ლღობის ტემპერატურა 962°C

ა) გააანალიზეთ ბარათებზე მოცემული ინფორმაცია და ჩამოთვლილ ნივთიერებებს შეუსაბამეთ ლათინური ასოებით აღნიშნული სიმბოლოები.

ბ) დაასახელეთ თითოეული ნივთიერების გამოყენების ერთი სფერო.

გ) რომელი თვისებით განასხვავეთ ერთმანეთისგან E და C ნივთიერებები? ბარათებზე მოცემული თვისების გარდა, კიდევ რომელი თვისებით განასხვავებთ მათ ერთმანეთისგან?

დ) ჟანგბადი სიცოცხლისთვის მნიშვნელოვანი ნივთიერებაა. რომელი თვისებით ჰგავს და რომელი თვისებით განსხვავდება ის G და H ნივთიერებებისგან?

ე) გარდა ჩამოთვლილისა, კიდევ რომელი თვისებით განსხვავდება ერთმანეთისგან A და F ნივთიერებები? B, D და I ნივთიერებები?

ვ) ბარათებზე მოცემული მონაცემების მიხედვით, ცალ-ცალკე დააჯგუფეთ ნივთიერებათა გაზომვადი და დაკვირვებადი თვისებები.

ნივთიერების ფიზიკური თვისებები ის მახასიათებლებია, რომლებზე დაკვირვება ან რომელთა გაზომვა მისი შედგენილობის შეცვლის გარეშეა შესაძლებელი. თითოეულ სუფთა ნივთიერებას აქვს უნიკალური, „თითის ანაბეჭდის“ მსგავსი, თვისებები. ამ მახასიათებლების ცოდნა აუცილებელია ნივთიერებების ამოსაცნობად.

საშინაო დავალება

1. ჩამოთვალეთ შაქრის სამი ფიზიკური თვისება, რომელთა დადგენაც ხელსაწყოების გარეშე შეგიძლიათ.
2. ვერცხლისწყალი ერთადერთი მეტალია, რომელიც თხევადია ოთახის ტემპერატურაზე. მისი ერთ-ერთი ფიზიკური თვისებაა აქროლადობა. ვერცხლისწყლის ორთქლი მომწამლავია. ახსენით, თერმომეტრის გატეხის შემთხვევაში, რატომ არ უნდა გამოიყენოთ მტვერსასრუტი ვერცხლისწყლის შესაგროვებლად?
3. თქვენ გარშემო ადვილად ხელმისაწვდომი ნივთიერებებიდან შეარჩიეთ სამი ნივთიერება: შაქარი, ზეთი და ქვიშა.
   ა) შეადგინეთ ცხრილი და ჩაწერეთ ამ ნივთიერებების დაკვირვებადი თვისებები – ფერი და აგრეგატული მდგომარეობა.
   ბ) აიღეთ სამი ერთნაირი ჭიქა და ჩაასხით მათში თანაბარი მოცულობით წყალი. თითოეულში მოათავსეთ ერთი კოვზის ოდენობით თქვენ მიერ შერჩეული თითოეული ნივთიერება და დაკვირვების შედეგები აღწერეთ შემდეგი სიტყვების გამოყენებით: სრულად გაიხსნა, არ გაიხსნა, ჩაიძირა, ამოტივტივდა ზედაპირზე.
4. გადახაზეთ ცხრილი სამუშაო რვეულში და შეავსეთ ცარიელი უჯრები თქვენ მიერ მოძიებული ინფორმაციით:

ნივთიერება	აგრეგატული მდგომარეობა	ფერი	ლღობის ტემპერატურა, °C	დუღილის ტემპერატურა, °C
ნატრიუმი				
მაგნიუმი				
ფოსფორი				
რკინა				
ჟანგბადი				
გოგირდი				
ოქრო				
ტყვია				
ვერცხლისწყალი				

- ცხრილიდან შეარჩიეთ ორი ნივთიერება და მოიძიეთ ინფორმაცია მათი გამოყენების სფეროების შესახებ.

1.6. სიმკვრივე

რას ვისწავლით, როგორ გამოვიყენებთ

- გაიგებთ, რა არის სიმკვრივე;
- ახსნით, როგორ იცვლება სიმკვრივე სხვადასხვა აგრეგატულ მდგომარეობაში;
- გამოიყენებთ თქვენს ცოდნას, რათა ახსნათ, რატომ ცურავს ყინული წყალზე და რა ამოძრავებს ორთქლმავალს;

თქვენ უკვე გაეცანით ნივთიერების ფიზიკურ თვისებებს. მათ შორის ერთ-ერთი ფიზიკური თვისება არის **სიმკვრივე**. სიმკვრივე გვიჩვენებს ნივთიერების ერთეული მოცულობის მასას – სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, რამდენად მჭიდროდ არის დაკავშირებული ნივთიერების ნაწილაკები ერთმანეთთან და როგორ არის განაწილებული მასა მოცემულ მოცულობაში. სიმკვრივის არსის გასაგებად გავეცნოთ ორ სიდიდეს – მასას და მოცულობას.



სურათი 20. ელექტრონული სასწორი, რომელიც აჩვენებს მოცემული ნივთიერების მასას

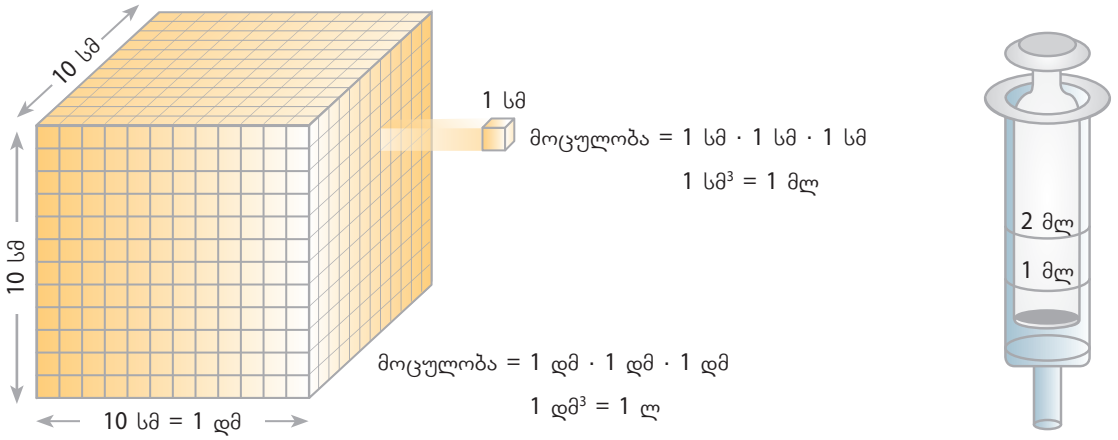
ქიმია ზუსტი მეცნიერებაა, ამიტომ ნივთიერებების აღწერისთვის მხოლოდ იმის თქმა, რომ რაღაც „მძიმეა“ ან „დიდია“, საკმარისი არ არის. მეცნიერებაში საჭიროა ისეთი სიდიდეები, რომელთა საშუალებითაც ყველა ნივთიერება ერთნაირად და ობიექტურად აღიწერება. ამ სიდიდეებს შორის მნიშვნელოვანია მასა და მოცულობა, რადგან სწორედ მათი საშუალებით შეგვიძლია განვსაზღვროთ, თუ რამდენია ნივთიერება და სივრცის რა ნაწილს იკავებს იგი.

წარმოიდგინეთ ორი ერთნაირი ზომის ბურთულა: ერთი რკინისაა, მეორე – ხის. ხელები სხვადასხვა „სიმძიმეს“ გრძნობს – რა განაპირობებს სინამდვილეში ამ სხვაობას? მეცნიერებაში ამ სიდიდეს **მასა** ეწოდება და აღინიშნება ლათინური ასოთი m.

მნიშვნელოვანია, რომ სხეულის მასა არ იცვლება იმის მიხედვით, თუ სად იმყოფება იგი – დედამიწაზე, მაღალ მთაზე თუ კოსმოსში.

საერთაშორისო სისტემაში მასის ძირითადი ერთეულია კილოგრამი (კგ), ხოლო მცირე რაოდენობებისთვის გამოიყენება გრამი (გ): 1 კგ = 1000 გ.

ყველა საგანი სივრცის გარკვეულ ნაწილს იკავებს – პატარას თუ დიდს, შესამჩნევს თუ თვალით უხილავს. წარმოიდგინეთ ორი ყუთი – პატარა და დიდი. იმის მიხედვით, თუ რისგან არის დამზადებული ეს ყუთები, ისინი შეიძლება ერთნაირად მძიმე იყოს, ანუ ერთი და იგივე მასა ჰქონდეს, მაგრამ სხვადასხვა სივრცეს იკავებდეს. ეს სივრცე სწორედ მოცულობაა – სხეულის მიერ დაკავებული სივრცის საზომი, რომელიც აღინიშნება ლათინური ასოთი V. მოცულობა სამგანზომილებიანი სიდიდეა. აღსანიშნავია, რომ ნივთიერების მოცულობა შეიძლება შეიცვალოს ტემპერატურის მიხედვით – გათბობისას ნივთიერებათა უმეტესობის მოცულობა იზრდება, რადგან ნივთიერება ფართოვდება, გაცივე-



სურათი 21. მოცულობის ერთეულები

ბისას კი – პირიქით, მცირდება. საერთაშორისო სისტემაში მოცულობის ძირითადი ერთეული კუბური მეტრია (მ³), ასევე პრაქტიკაში ფართოდ გამოიყენება სხვა ერთეულები (სურათი 21).

ნივთიერების მასას და მის მოცულობას ერთმანეთთან აკავშირებს სიმკვრივე. სიმკვრივე აღინიშნება ρ (რო) ასოთი და გვიჩვენებს ერთეული მოცულობის მასას. რაც უფრო მჭიდროდ არიან განლაგებული ნაწილაკები, მით მეტია ნივთიერების სიმკვრივე. იგი გამოითვლება ფორმულით:

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

სადაც m არის მასა, V კი – მოცულობა. საერთაშორისო სისტემაში (SI) სიმკვრივის ერთეულია კილოგრამი კუბურ მეტრზე (კგ/მ³). პრაქტიკაში ხშირად გამოიყენება სხვა ერთეულებიც: გრამი კუბურ სანტიმეტრზე (გ/სმ³), გრამი მილილიტრზე (გ/მლ); გრამი ლიტრზე (გ/ლ) და კილოგრამი კუბურ დეციმეტრზე (კგ/დმ³).

როგორ იხსნება ამოცანები

არქეოლოგიური გათხრების დროს სვანეთისა და რაჭის რეგიონებში აღმოაჩინეს უძველესი მეტალის იარაღების ნიმუშები. მეცნიერებმა ივარაუდეს, რომ ეს ნივთები ადრეული რკინის ხანას მიეკუთვნებოდა. ვარაუდის გადასამოწმებლად ნიმუშები ლაბორატორიაში გადააგზავნეს, სადაც მათ ზუსტი ფიზიკური გაზომვები ჩაუტარეს. აღმოჩნდა, რომ ამ ნიმუშის 14.8 გ იკავებდა 2 სმ³ მოცულობას. გამოთვალეთ ნაპოვნი ნიმუშის სიმკვრივე.

$$\text{მოც.: } m(\text{ნიმუში}) = 14.8 \text{ გ}$$

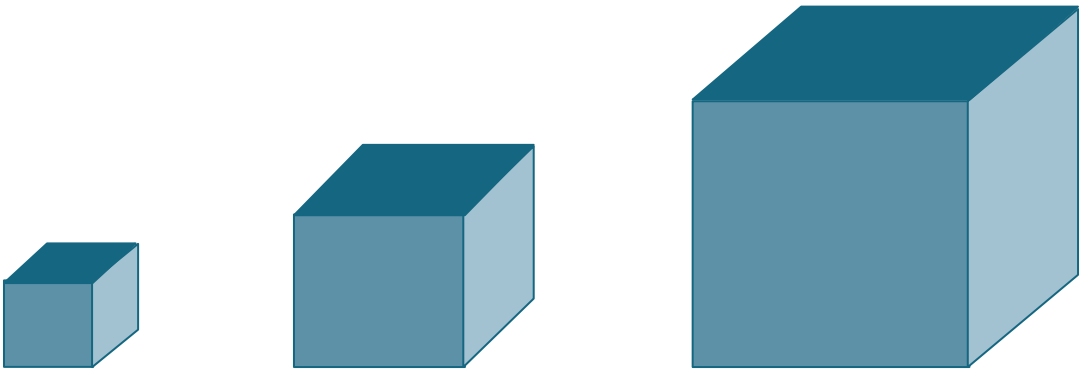
$$V(\text{ნიმუში}) = 2 \text{სმ}^3$$

$$\text{უნდა ვიპოვოთ } \rho(\text{ნიმუში})$$

ამოხსნა: დაწერეთ სიმკვრივის გამოსათვლელი ფორმულა და ჩასვით შესაბამისი მნიშვნელობები ერთეულების ჩვენებით:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{14.8 \text{ გ}}{2 \text{ სმ}^3} = 7.4 \text{ გ/სმ}^3$$

დიაგრამაზე ნაჩვენებია სამი მეტალის (ალუმინი, ოქრო, ვერცხლი) კუბი.



თითოეული კუბის მასაა 10.0 გ. ცნობილია, რომ ალუმინის სიმკვრივეა 2.7 გ/სმ^3, ოქროს სიმკვრივეა 19.3 გ/სმ^3, ხოლო ვერცხლის – 10.5 გ/სმ^3. ამ მონაცემების საფუძველზე უპასუხეთ კითხვებს:

ა) რა მოცულობა აქვს თითოეულ კუბს?

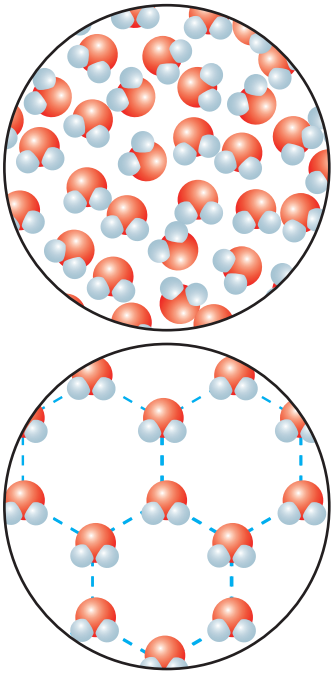
ბ) რომელი კუბი რომელ მეტალს შეესაბამება?

გ) სამივე მეტალი რომ ერთნაირი მოცულობის ყოფილიყო, რომელი მეტალის მასა იქნებოდა მეტი?

დ) წარმოიდგინეთ, რომ მოცემული გაქვთ უცნობი ნივთიერების კუბი, D. შეადგინეთ გეგმა, როგორ განსაზღვრავთ პრაქტიკულად ამ კუბის სიმკვრივეს, თუ ყველა საჭირო მოწყობილობა გაქვთ.

როგორც წესი, ერთი და იმავე ნივთიერების სიმკვრივე მყარ მდგომარეობაში მეტია, ვიდრე – თხევადში. მყარ ნივთიერებაში ნაწილაკები უფრო ახლოსაა ერთმანეთთან, ვიდრე – სითხეში. ამიტომ მყარი ნივთიერების ერთსა და იმავე მოცულობაში უფრო მეტი ნაწილაკი და, შესაბამისად, მეტი მასაა თავმოყრილი, ვიდრე სითხეში. სითხიდან აირში გადასვლისას ნაწილაკები კიდევ უფრო დიდი მანძილით შორდება ერთმანეთს, ამიტომ ნივთიერების სიმკვრივე მნიშვნელოვნად მცირდება. აქედან გამომდინარე, ნივთიერების სიმკვრივე ტემპერატურაზეა დამოკიდებული. ამიტომ სიმკვრივის რიცხობრივ მონაცემს ხშირად თან დაერთვის მითითება, თუ რა ტემპერატურაზეა ის გაზომილი.

წყალი ამ მხრივ გამონაკლისია. მას მაქსიმალური სიმკვრივე, რომელიც 1.00 გ/სმ^3-ის ტოლია, 4°C-ზე აქვს, ხოლო ამ ტემპერატურაზე ზევითაც და ქვევითაც წყალი ფართოვდება. მყარ მდგომარეობაში წყლის სიმკვრივეა 0.92 გ/სმ^3, ამიტომ ყინული წყალში არ იძირება (ნახაზი 22).



ნახაზი 22. წყლის მოლეკულების ურთიერთგანლაგება თხევად და მყარ მდგომარეობაში

რაც შეეხება წყლის ორთქლს 100°C-ზე, მისი სიმკვრივეა 0.0006 გ/სმ³. თხევადი წყლის სიმკვრივე ბევრად აღემატება ორთქლის სიმკვრივეს, ამიტომ წყალი ადუღებისას დაახლოებით 1600-ჯერ ფართოვდება, რაც გამოიყენება მექანიკური ენერგიის წყაროდ ტურბინებში, ორთქმავლებსა და სხვადასხვა მანქანა-დანადგარებში (სურათი 23 და სურათი 24).

ახალი ტერმინები:

- სიმკვრივე
- მასა
- მოცულობა

თუ ნივთიერება სუფთაა, მისი ფიზიკური თვისებები უცვლელია. ფიზიკური თვისებების შეცვლა ნივთიერების შეცვლაზე მეტყველებს. სიმკვრივე ნივთიერების ერთერთი ყველაზე საიმედო მახასიათებელია – მეცნიერები მას უცნობი ნივთიერების დასადგენად და ნამდვილის ყალბისგან გასარჩევად იყენებენ. სიმკვრივის ცოდნა საშუალებას გვაძლევს ავაგოთ გემები, რომლებიც არ იძირება და შევქმნათ მასალები, რომლებიც კოსმოსურ ხომალდებს სიმსუბუქესა და სიმტკიცეს ანიჭებს.

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

მყარი		თხევადი		აირადი	
ნივთიერება	სიმკვრივე 20°C-ზე, გ/სმ³	ნივთიერება	სიმკვრივე 20°C-ზე, გ/სმ³	ნივთიერება	სიმკვრივე 20°C-ზე, გ/დმ³
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



სურათი 23. ყინული წყალზე მსუბუქია, რის თვალსაჩინო მაგალითს აისბერგი წარმოადგენს.



სურათი 24. ადუღებისას წყლის გაფართოება ორთქლმავალში მექანიკური ენერგიის წყაროა.

სიმკვრივე გვიჩვენებს ნივთიერების ერთეული მოცულობის მასას. სიმკვრივის ერთეული SI სისტემაში არის კგ/მ^3. ნივთიერების სიმკვრივე დამოკიდებულია ტემპერატურაზე. ნივთიერებათა უმეტესობისთვის მყარ მდგომარეობაში სიმკვრივე მეტია, ვიდრე – თხევად მდგომარეობაში. აირების სიმკვრივე დაბალია და ხშირად მათ გამოსახავენ გ/დმ^3-ში. წყალი ანომალიური თვისებებით გამოირჩევა, თხევად მდგომარეობაში წყლის სიმკვრივე მეტია, ვიდრე ყინულის სიმკვრივე, ამიტომ ყინული წყალში არ იძირება.

საშინაო დავალება

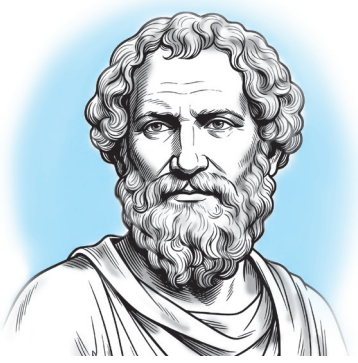
1. ჭიქაში მონაცვლეობით ჩაასხით თაფლი, წყალი და ზეთი. თქვენი აზრით, რატომ არ ერევა ეს სითხეები ერთმანეთს? დააკვირდით, რომელი აღმოჩნდა ყველაზე ქვემოთ. დაალაგეთ ისინი სიმკვრივის ზრდის მიხედვით.
2. ყინულის სიმკვრივე (0.92 გ/სმ^3) ნაკლებია თხევადი წყლის სიმკვრივეზე (1.00 გ/სმ^3). წარმოიდგინეთ რომ წყალს არ ჰქონდეს ეს თვისება და ყინული სხვა ნივთიერებებივით მასში იძირებოდეს:
   ა) რა ბედი ეწეოდათ ტბებსა და მდინარეებს ზამთარში?
   ბ) რა დაემართებოდათ თევზებსა და წყლის მცენარეებს?
   გ) იმსჯელეთ, რატომ არის წყლის ეს უნიკალური თვისება დედამიწაზე სიცოცხლის შენარჩუნების გარანტი?
3. რატომ იყენებენ საჰაერო ბუშტების ასაფრენად ჰელიუმს ან ცხელ ჰაერს? როგორ უკავშირდება ეს ნივთიერების სიმკვრივეს?
4. ზამთარში ოთახში ფანჯარას ვაღებთ და ცივი ჰაერი შემოდის. ცივი ჰაერი ყოველთვის იატაკისკენ ეშვება, თბილი კი – ჭერისკენ მიისწრაფვის. იმსჯელეთ, რომელი ჰაერია უფრო „მკვრივი“ – ცივი თუ თბილი? როგორ იცვლება ჰაერის ნაწილაკებს შორის მანძილი მისი გათბობისას?

ეს საინტერესოა

ლეგენდის მიხედვით, ძველ საბერძნეთში მეფე ჰიერონმა ოქრომჭედელს სთხოვა, სუფთა ოქროსგან ლამაზი გვირგვინი დაემზადებინა. როდესაც გვირგვინი დამზადდა, ის მართლაც შესანიშნავად გამოიყურებოდა, მაგრამ მეფეს ეჭვი გაუჩნდა. მას აინტერესებდა, ხომ არ აურია ოქრომჭედელმა შედარებით იაფი ვერცხლი ოქროში და მაინც სუფთა ოქროს ფასი ხომ არ გადაახდევინა.

მეფემ დახმარებისთვის იმ დროისთვის ცნობილ მეცნიერს არქიმედეს მიმართა, რათა გაერკვია სიმართლე გვირგვინის დაზიანების ან გადადნობის გარეშე.

არქიმედემ იცოდა, რომ წყალში მოთავსებული საგანი იმდენ წყალს ანაცვლებს, რამდენიც მისი მოცულობაა. მან განსაზღვრა გვირგვინის სიმკვრივე და დაადგინა, რომ ის სუფთა ოქროს სიმკვრივეზე ნაკლები იყო. ამით მან დაადასტურა, გვირგვინი მთლიანად ოქროსგან არ იყო დამზადებული და ოქრომჭედელმა სხვა, უფრო მსუბუქი მეტალი – სავარაუდოდ, ვერცხლი შეურია.

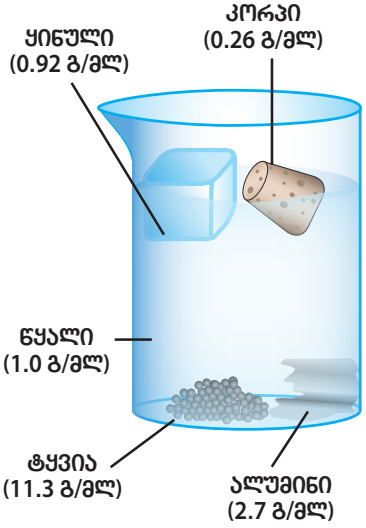


არქიმედე – ძველი ბერძენი მეცნიერი (ძვ.წ. 287 - ძვ.წ. 212)

1.7. მყარი ნივთიერების სიმკვრივის განსაზღვრა

რას ვისწავლით, როგორ გამოვიყენებთ

- გაეცნობით მყარი ნივთიერების სიმკვრივის განსაზღვრის მეთოდს;
- ჩაატარებთ ექსპერიმენტს უსაფრთხოების წესების დაცვით;
- გამოიყენებთ ექსპერიმენტის შედეგებს უცნობი სხეულის სიმკვრივის დასადგენად.



ექსპერიმენტის მიზანი: მყარი ნივთიერების სიმკვრივის განსაზღვრა მასისა და მოცულობის გაზომვით.

თქვენ უკვე გაეცანით, რომ სიმკვრივე ნივთიერების ფიზიკური თვისებაა და ყველა სუფთა ნივთიერებას მისთვის დამახასიათებელი სიმკვრივე აქვს, რაც მათი ამოცნობის საშუალებას იძლევა.

საგნები, რომლებიც წყალში იძირება, წყალზე მძიმეა და მასზე მეტი სიმკვრივის მქონეა, ხოლო რომლებიც ტივტივებს, წყალზე მსუბუქია და ვამბობთ, რომ წყალზე ნაკლები სიმკვრივე აქვს.

ნივთიერების სიმკვრივე გამოითვლება ფორმულით:

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

ρ – სიმკვრივე, გ/სმ^3 ან გ/მლ
m – მასა, გ
V – მოცულობა, სმ^3 ან მლ

მყარი ნივთიერების სიმკვრივის განსაზღვრა შესაძლებელია წყლის გამოძევების მეთოდით. როდესაც მყარი ნივთიერება წყალში იძირება, მის მიერ დაკავებული მოცულობა გამოძევებული წყლის მოცულობის ტოლია.

ზუსტი შედეგის მისაღებად აუცილებელია ნივთიერების მასისა და მოცულობის ზუსტად განსაზღვრა.

უსაფრთხოება:

გთხოვთ, გამოიჩინოთ სიფრთხილე. მინის ჭურჭელზე ბზარის აღმოჩენის შემთხვევაში დაუყოვნებლივ აცნობეთ მასწავლებელს. მძიმე სხეული ფრთხილად ჩაუშვით მენზურაში.

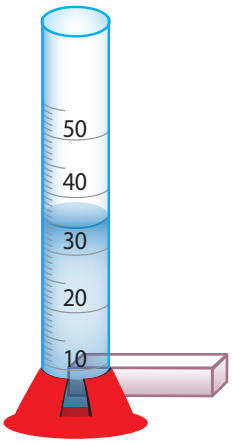
ექსპერიმენტი:

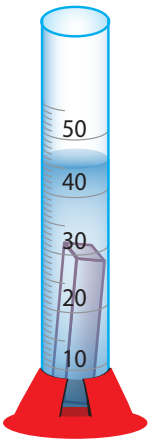
რეაქტივები	ჭურჭელი და მოწყობილობები
• მყარი სხეული (პლასტელინი, რეზინის საშლელი, მეტალის კუბი ან მარმარილოს ნატეხები) • წყალი	• მენზურა (100 მლ-იანი) • პინცეტი ან ძაფი სხეულის მენზურაში ჩასაშვებად • ელექტრონული (ტექნიკური) სასწორი სიზუსტით ±0.1 გ

ექსპერიმენტის მსვლელობა:

- ელექტრონულ სასწორზე აწონეთ მყარი სხეული, ჩაწერეთ მასა (m) ქვემოთ მოცემულ მონაცემთა ცხრილში.
- მენზურა გამოხდილი წყლით შეავსეთ ნახევრად ისე, რომ წყლის მოცულობის ზუსტად ათვლა შეძლოთ. ჩაიწერეთ მოცულობა (V_1).
- მენზურაში ფრთხილად ჩაუშვით აწონილი სხეული, ჩაწერეთ ცხრილში მენზურაში სითხის მოცულობის ახალი მაჩვენებელი (V_2).







- გამოთვალეთ სხეულის მოცულობა:

$$V_{სხ} = V_2 - V_1$$

- იანგარიშეთ საკვლევი მყარი სხეულის სიმკვრივე:

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

- კიდევ ორჯერ გაიმეორეთ ცდა და მიღებული სამი შედეგიდან იანგარიშეთ სიმკვრივის საშუალო მნიშვნელობა (საშუალო არითმეტიკული).

მონაცემთა ცხრილი:

ცდა	მყარი სხეულის მასა, m, გ	წყლის საწყისი მოცულობა, V_1, მლ	წყლის საბოლოო მოცულობა, V_2, მლ	მყარი სხეულის მოცულობა, $(V_2 - V_1)$, მლ	სხეულის სიმკვრივე, ρ, გ/მლ
1					
2					
3					
	სიმკვრივის საშუალო მნიშვნელობა				

უპასუხეთ კითხვებს:

1. თქვენი აზრით, რატომ მოითხოვს დავალების პირობა ერთი და იმავე ცდის სამჯერ ჩატარებას?
2. რამ შეიძლება გამოიწვიოს შეცდომები გაზომვებში? დაასახელეთ ორი მიზეზი.
3. რატომ ვანგარიშობთ სიმკვრივის საშუალო მნიშვნელობას?
4. რომელი მყარი სხეულის/ნივთიერების სიმკვრივეს ვერ გამოვიანგარიშებთ ამ მეთოდით?
5. მეცნიერმა მადნეულის საბადოზე (ბოლნისი, დაბა კაზრეთი) იპოვა ოქროსფერი შეფერილობის მინერალის პატარა ნატეხი. მან ივარაუდა, რომ ეს შეიძლებოდა ყოფილიყო ან ძვირფასი მეტალი ოქრო, ან რკინის პირიტი, მინერალი, რომელსაც ოქროს მატყუარას უწოდებენ. დაგეგმე ექსპერიმენტი, რომლის საშუალებითაც მეცნიერი დაადგენდა, მის მიერ ნაპოვნი ნატეხი ნამდვილად ოქრო იყო თუ არა.



სიმკვრივის განსაზღვრა

1.8. ნივთიერების შედგენილობა – ატომები, მოლეკულები და იონები

რას ვისწავლით, როგორ გამოვიყენებთ

- გაიგებთ, რა განსხვავებაა ატომს, მოლეკულასა და იონს შორის;
- შეადარებთ გარეგნულად მსგავს და შედგენილობით განსხვავებულ ნივთიერებებს;
- გამოიყენებთ თქვენს ცოდნას ნივთიერებების თვისებების განსაზღვრისთვის.





სურათი 25. მიუხედავად მსგავსებისა, მარილსა და შაქარს განსხვავებული თვისებები აქვს.

სუფრის მარილი და შაქარი ყოველდღიური ცხოვრების მნიშვნელოვანი ნაწილია. ეს ორი ნივთიერება ერთმანეთის მსგავსია – ორივე თეთრი ფერის, მყარი, კრისტალური ნივთიერებაა და წყალში კარგად იხსნება. თუმცა, მიუხედავად ამ მსგავსებისა, მათ განსხვავებული გემო აქვთ: მარილი მლაშეა, ხოლო შაქარი – ტკბილი. მარილსა და შაქარს სხვადასხვა ქიმიური შედგენილობა და თვისებები აქვს. სწორედ მათი შედგენილობა განაპირობებს იმას, რომ მათ განსხვავებული თვისებები აქვს და სხვადასხვა მიზნებისთვის გამოიყენება.

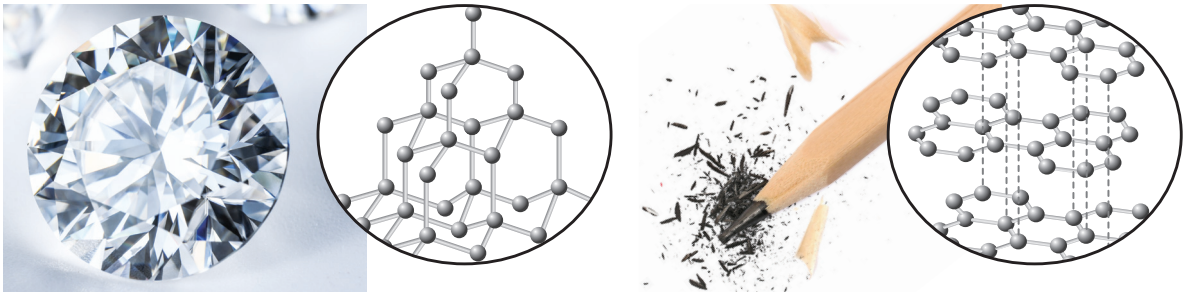
ამრიგად, მიუხედავად გარეგნული მსგავსებისა, ნივთიერებების თვისებები დამოკიდებულია მათ შინაგან აგებულებასა და ქიმიურ შედგენილობაზე.

მეორე მხრივ, თუ შევადარებთ ერთმანეთს თქვენთვის ცნობილ ორ ნივთიერებას – ალმასსა (მისგან მზადდება ძვირფასი ქვა – ბრილიანტი) და გრაფიტს (მისგან მზადდება ფანქრის გულები), ვნახავთ, რომ ისინი ერთმანეთისგან მნიშვნელოვნად განსხვავდება, როგორც გარეგნობით, ისე ფიზიკური თვისებებით (ნახაზი 26). აქედან გამომდინარე, შეიძლება ძნელი დასაჯერებელიც კი იყოს, თუ ვიტყვით, რომ მათ ერთნაირი შედგენილობა აქვთ.

რა იწვევს ამ განსხვავებებს? ამ კითხვაზე პასუხის გასაცემად უნდა გავეცნოთ ნივთიერების შემადგენელ ნაწილაკებსა და მათ განლაგებას.

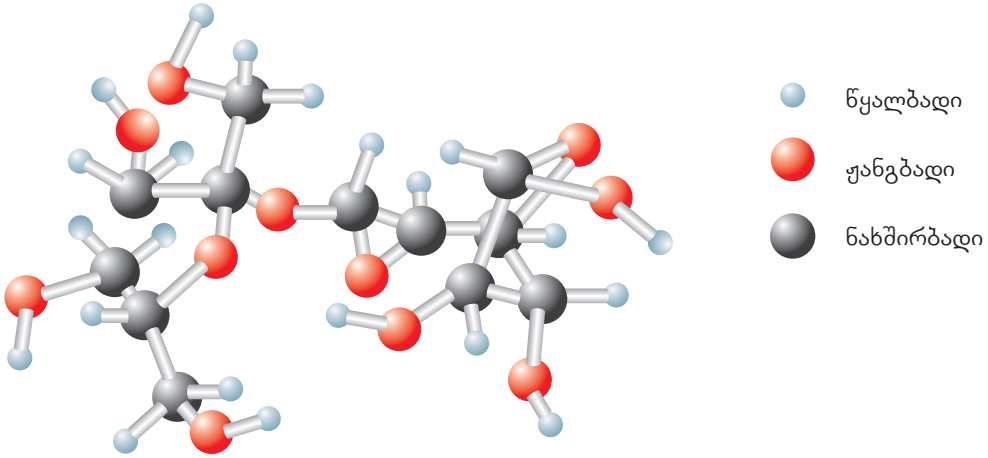
ყველა ნივთიერება შედგება ატომების, მოლეკულების ან იონებისგან.

ატომი არის უმცირესი ნაწილაკი, რომელიც ქიმიური რეაქციების დროს აღარ იშლება. ატომები ერთმანეთისგან განსხვავდება ზომით, მასითა და სხვა მახასიათებლებით. სწორედ ეს განსაზღვრავს განსხვავებას ნივთიერების თვისებებს შორის. გარდა შედგენილობისა, თვისებების განსხვავება შეიძლება ნაწილაკების ურთიერთგანლაგებამაც განაპირობოს. სწორედ ამის მაგალითია ალმასი და გრაფიტი, რომლებიც ნახშირბადის ატომებისგან შედგება, თუმცა ამ ნივთიერებებში ატომები ერთმანეთს განსხვავებული წყობით უკავშირდება (ნახაზი 26).



ნახაზი 26. ნახშირბადის ატომების განლაგება ალმასსა და გრაფიტში

ხშირად ატომები ერთმანეთს ისე უკავშირდება, რომ მიიღება დამოუკიდებელი ნაწილაკი – **მოლეკულა**, რომელიც შეიძლება შედგებოდეს როგორც ერთი და იმავე, ასევე სხვადასხვა ატომების კომბინაციისგან. მოლეკულა არის ნივთიერების უმცირესი ნაწილაკი, რომელსაც ამ ნივთიერებისთვის დამახასიათებელი ქიმიური თვისებები გააჩნია. მაგალითად, შაქრის მოლეკულას, რომელიც ნახშირბადის, ჟანგბადისა და წყალბადის ატომებისაგან შედგება, გააჩნია ყველა ის თვისება, რომელიც ნივთიერება შაქარს აქვს. ნახატ 27-ზე ნაჩვენებია შაქრის მოლეკულის ბურთულ-ღეროვანი მოდელი, სადაც განსხვავებული ფერის ბურთულა, სხვადასხვა ატომს აღნიშნავს.

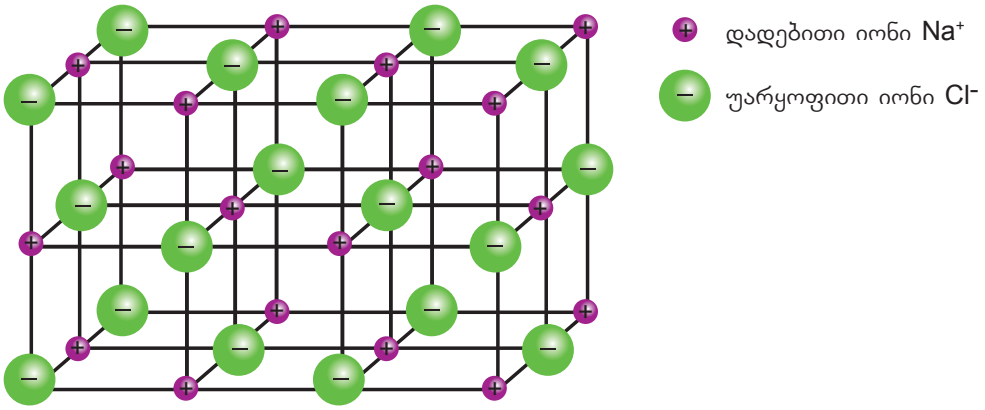


ნახატი 27. შაქრის მოლეკულა – დამოუკიდებელი ერთეული, რომელიც შედგება ერთმანეთთან დაკავშირებული ნახშირბადის, წყალბადისა და ჟანგბადის ატომებისგან.

ახალი ტერმინები:

- ატომი
- მოლეკულა
- იონი
- გიგანტური სტრუქტურა

შაქრისგან განსხვავებით, სუფრის მარილის სტრუქტურის თავისებურება ისაა, რომ იგი შედგება დამუხტული ნაწილაკებისგან – **იონებისგან**. იონები ორი სახისაა: ერთი არის დადებითად დამუხტული, ხოლო მეორე – უარყოფითად დამუხტული ნაწილაკი. როგორც ვიცით, დადებითი და უარყოფითი მუხტები ერთმანეთს იზიდავს, ამიტომ სუფრის მარილი, განსხვავებით შაქრისგან, ცალკეული მოლეკულებისგან კი არ შედგება, არამედ ერთმანეთთან დაკავშირებული იონების პრაქტიკულად უსასრულო **გიგანტურ სტრუქტურას** წარმოადგენს (ნახაზი 28).



ნახაზი 28. სუფრის მარილში ერთმანეთთან დაკავშირებული დადებითი და უარყოფითი იონების პრაქტიკულად უსასრულო გიგანტური სტრუქტურა.

საკლასო აქტივობა

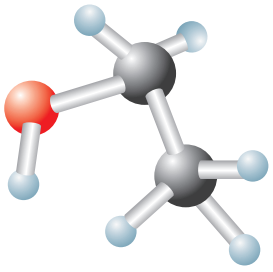
ააწყვეთ ქვემოთ მოცემული ნაწილაკების ბურთულ-ღეროვანი მოდელები. შეგიძლიათ გამოიყენოთ ფერადი ბურთულები, პლასტელინი, თიხა, ხის ჩხირები, ასანთის ღერები და სხვა ნებისმიერი ხელმისაწვდომი მასალა.

ნაწილი 1. მოლეკულა – დამოუკიდებელი ნაწილაკი

მოცემული გაქვთ ორი ნივთიერება – წყალი და სამედიცინო სპირტი. ისინი მოლეკულებისგან შედგება. ნახაზზე ნაჩვენებია მათში ატომების ერთმანეთთან დაკავშირება. გაითვალისწინეთ, სხვადასხვა ფერის ბურთულა სხვადასხვა ატომია.



წყალი



ეთილის სპირტი

- პლასტელინისგან დაამზადეთ საჭირო რაოდენობის, სხვადასხვა ფერისა და ზომის (დააკვირდით ნახაზს) ბურთულები – ატომები.
- ჩხირების გამოყენებით შეაერთეთ ისინი ერთმანეთთან ნახაზზე ნაჩვენები თანმიმდევრობის მიხედვით.

დააკვირდით მოდელებს და უპასუხეთ კითხვებს:

ა) რამდენი ატომია წყლის მოლეკულაში?

ბ) რამდენი ატომია სპირტის მოლეკულაში?

გ) წყალი და სპირტი თქვენთვის ნაცნობი ნივთიერებებია. გაიხსენეთ მათი საერთო და განმასხვავებელი ფიზიკური თვისებები და ახსენით, რა განაპირობებს მათ განსხვავებულ თვისებებს?

ნაწილი 2 – იონების გიგანტური სტრუქტურა

- დააკვირდით პარაგრაფში მოცემული სუფრის მარილის სტრუქტურას, რომელიც დადებითი და უარყოფითი ნაწილაკებისგან შედგება.
- პლასტელინის გამოყენებით დაამზადეთ ორი ფერის ბურთულები, რომლებიც დადებით და უარყოფით იონებს წარმოადგენს. შეეცადეთ გაითვალისწინოთ ზომები.
- შეაერთეთ ისინი მონაცვლეობით ისე, რომ მიიღოთ ერთიანი, მჭიდროდ შეკრული მესერი. გამოიყენეთ იმდენი ბურთულა, რამდენიც ნახაზზეა მოცემული.

დააკვირდით მოდელს და უპასუხეთ კითხვებს:

ა) როგორ ფიქრობთ, რატომ უწოდებენ ამ ტიპის სტრუქტურას პრაქტიკულად უსასრულოს?

ბ) კიდევ ერთხელ დააკვირდით გაკვეთილში მოცემულ შაქრის მოლეკულისა და სუფრის მარილის სტრუქტურას. გაიხსენეთ მათი საერთო და განმასხვავებელი ფიზიკური თვისებები და ახსენით, რა განაპირობებს მათ განსხვავებულ თვისებებს?

ყველა ნივთიერება ატომების, მოლეკულების ან იონებისგან შედგება, რაც მათ თვისებებს განსაზღვრავს. ატომი ქიმიურად განუყოფელი ნაწილაკია. ატომების დაკავშირებით მიიღება დამოუკიდებელი ნაწილაკი – მოლეკულა. საპირისპიროდ დამუხტული იონების მიზიდვა ერთიან, გიგანტურ სტრუქტურებს ქმნის. ამრიგად, ნივთიერების თვისებები დამოკიდებულია როგორც შემადგენელი ნაწილაკების ტიპზე, ისე – მათ ურთიერთგანლაგებაზე.

საშინაო დავალება

1. საჭიროების შემთხვევაში მოიძიეთ ინფორმაცია ინტერნეტში, გადახაზეთ ცხრილი რვეულში და შეავსეთ.

ნივთიერება	ძირითადი ნაწილაკი (ატომი, იონი ან მოლეკულა)	აგრეგატული მდგომარეობა ოთახის ტემპერატურაზე
წყალი		
ქვიშა		
ცარცი		
ჟანგბადი		

2. რა განსხვავებაა ატომსა და მოლეკულას შორის?
3. წარმოიდგინეთ, რომ გაქვთ „ლეგოს“ ერთნაირი კუბიკები. აღწერეთ, როგორ შეიძლება მათგან ააწყოთ ორი განსხვავებული ფორმის სხეული. დაუკავშირეთ ეს მაგალითი ქიმიურ ნივთიერებებს.

1.9. ქიმიური ელემენტი და ქიმიური ფორმულა

რას ვისწავლით, როგორ გამოვიყენებთ

- გაიგებთ, რა არის ელემენტი, ქიმიური სიმბოლო, ქიმიური ფორმულა;
- შეისწავლით ქიმიური ფორმულის ჩაწერისა და წაკითხვის წესებს;
- იმსჯელებთ, რა იწვევს სამყაროში ნივთიერებების მრავალფეროვნებას.

პირობითი აღნიშვნები

წყალბადი H

ჰელიუმი He

ნახშირბადი C

აზოტი N

ჟანგბადი O

1.9.1. ქიმიური ელემენტი

ახლა, როდესაც იცით, რომ ნივთიერების უმცირესი ნაწილაკია ატომი, ბუნებრივად ჩნდება კითხვა: ყველა ატომი ერთნაირია? პასუხი არის – არა. აქ შემოდის ელემენტის ცნება.

ყველაფერი, რაც თქვენ გარშემოა – მატერიალური სამყარო (ბუნებრივი თუ ხელოვნური): მთები, ოკეანეები, ჰაერი, ცოცხალი არსებები, ასევე კალამი, მობილური ტელეფონი, მანქანა – მხოლოდ დღეისათვის ცნობილი 118 განსხვავებული ტიპის ატომისგან შედგება.

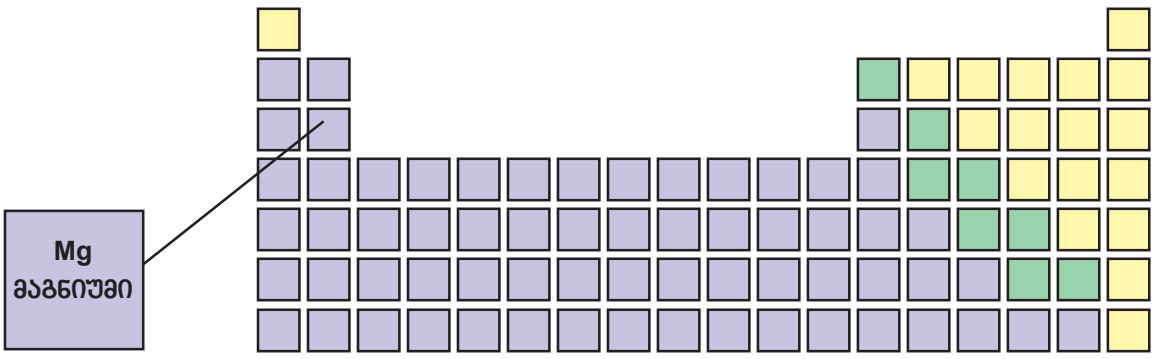
ერთი სახის ატომების ერთობლიობას **ქიმიურ ელემენტს** უწოდებენ.

წარმოიდგინეთ ელემენტები ანბანის ასოების მსგავსად. ისევე, როგორც თითოეული სიტყვა შედგება ასოებისგან, სამყაროში არსებული ყველა მოლეკულა შედგება ერთნაირი ან სხვადასხვა სახისა და რაოდენობის ელემენტის ატომებისგან. და ისევე, როგორც ასოებს შეუძლიათ უამრავი განსხვავებული შინაარსის სიტყვის გამოხატვა, ატომების სხვადასხვა კომბინაცია განსხვავებულ შედეგს იძლევა.

დღესდღეობით მხოლოდ 118 ელემენტი ქმნის სამყაროს. მათგან 92 გავრცელებულია ბუნებაში, დანარჩენი კი ხელოვნურად არის მიღებული.

თითოეულ ელემენტს აქვს თავისი სიმბოლო, რომელიც დაკავშირებულია ამ ელემენტის ლათინურ სახელწოდებასთან.

მაგალითად, ელემენტ წყალბადის სიმბოლოა H (იკითხება „ჰაშ“), რაც მისი ლათინური სახელწოდების (Hydrogenium – ნიშნავს წყლის დამბადებელს, ანუ წყლის წარმომქმნელს) პირველი ასოა.



ელემენტის სიმბოლო თუ მხოლოდ ერთი ასოსგან შედგება, ის ყოველთვის დიდი ასოთი იწერება (მაგალითად: ელემენტი ნახშირბადი – C – Carboneum, გოგირდი – S – Sulphur, კალიუმი – K – Kalium), ხოლო თუ ელემენტის სიმბოლო ორი ასოთია გამოსახული, მაშინ დიდი ასოთი აღინიშნება ლათინური დასახელების პირველი, პატარით კი მეორე ან რომელიმე შემდეგი ასო. მაგალითად: კალციუმი Ca – Calcium, კადმიუმი Cd – Cadmium, კიურიუმი Cm – Ciurium.

ყველა ელემენტი მოცემულია ელემენტთა პერიოდულობის ცხრილში, სადაც შეგიძლიათ თითოეული ელემენტის სახელწოდება და სიმბოლო ნახოთ (გვ. 104).

1.9.2. მარტივი და რთული ნივთიერებები

ნივთიერება შეიძლება შედგებოდეს მხოლოდ ერთი სახის ატომებისგან (მაგალითად, ალმასი და გრაფიტი) ან შეიძლება სხვადასხვა სახის ატომებს შეიცავდეს (შაქარი და მარილი). შესაბამისად, შედგენილობის მიხედვით, განასხვავებენ **მარტივ და რთულ ნივთიერებებს.**

მარტივი ეწოდება ნივთიერებას, რომელიც ერთი ელემენტის ატომებისგან შედგება, ხოლო რთული ეწოდება ნივთიერებას, რომელიც ორი ან მეტი სხვადასხვა ელემენტის ატომებისგან შედგება. რთულ ნივთიერებას ასევე უწოდებენ **ნაერთს.**

მაგალითად, ჟანგბადი, რომელსაც ჩვენ ვსუნთქავთ, მარტივი ნივთიერებაა, იგი ელემენტ ჟანგბადის ორი ატომისგან შედგება.

იგივე სახელწოდება აქვს შესაბამის ქიმიურ ელემენტსაც, რომლის სიმბოლოა – O (იკითხება – „ო“), რაც ჟანგბადის ლათინური სახელწოდებიდან (Oxygenium) გამომდინარეობს.

მარტივი ნივთიერება ჟანგბადი ასე იწერება – O_2 (იკითხება „ო ორი“).

ფორმულაში ელემენტის მარჯვნივ და დაბლა მითითებული რიცხვი გვიჩვენებს მოლეკულაში ამ ელემენტის ატომთა რაოდენობას და მას **ინდექსი** ეწოდება. ინდექსი 1 არ იწერება.

წყალბადის მოლეკულა ასევე ორი ატომისაგან შედგება და ასე იწერება – H_2 (იკითხება „ჰაშ ორი“).

ელემენტთა უმეტესობისთვის შესაბამისი მარტივი ნივთიერება მხოლოდ ერთი ატომით ჩაიწერება, მაგალითად, Fe აღნიშნავს როგორც ელემენტ რკინის სიმბოლოს, რკინის 1 ატომს, ასევე – მარტივ ნივთიერება რკინას.

ცხრილში, რომელიც შეგიძლიათ სახელმძღვანელოს ბოლოს იხილოთ, მოცემულია ზოგიერთი გავრცელებული ელემენტის სიმბოლო, ასევე – მათი ქართული და ლათინური სახელწოდებები (გვ. 103).

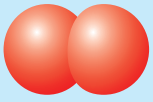
ელემენტი ჟანგბადი

O



მარტივი ნივთიერება ჟანგბადი

O_2



ელემენტი წყალბადი

H



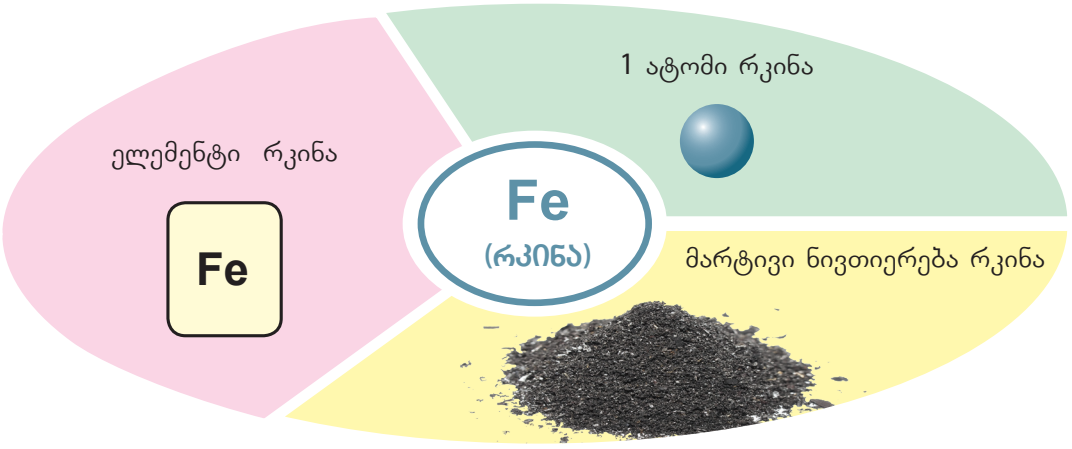
მარტივი ნივთიერება წყალბადი

H_2



ახალი ტერმინები:

- ქიმიური ელემენტი
- ქიმიური სიმბოლო
- მარტივი ნივთიერება
- რთული ნივთიერება
- ინდექსი
- კოეფიციენტი



რთული ნივთიერება, რომელიც რამდენიმე ელემენტის ატომისგან შედგება, შესაბამისი ქიმიური ფორმულით ჩაიწერება. წყალი რთული ნივთიერებაა, მისი მოლეკულის ქიმიური ფორმულა იქნება H_2O, რომელიც იკითხება: „ჰაშ ორი ო“. წყლის ფორმულაში H-ს ინდექსად 2 უწერია, რაც ნიშნავს, რომ მოლეკულაში ელემენტ წყალბადის 2 ატომია. O-ს ინდექსი არ უწერია, რაც მიუთითებს, რომ წყლის მოლეკულაში ელემენტ ჟანგბადის 1 ატომია.

ხშირად საჭიროა მივუთითოთ არა მხოლოდ ნივთიერების შედგენილობა, არამედ – მისი რაოდენობაც, მაგალითად, ნივთიერების რამდენი ატომი ან მოლეკულა გვაქვს. ამისთვის გამოიყენება **კოეფიციენტი** – რიცხვი, რომელიც იწერება ქიმიური სიმბოლოს ან ფორმულის წინ და მიეკუთვნება ფორმულაში შემავალ ყველა ატომს.

განსხვავება კოეფიციენტსა და ინდექსს შორის დიდია: თუ **ინდექსი** გვიჩვენებს, რამდენი ატომია ერთ მოლეკულაში ერთმანეთთან დაკავშირებული ანუ „გადაბმული“, **კოეფიციენტი** გვიჩვენებს ცალკეული ატომების ან მოლეკულების საერთო რაოდენობას.

მაგალითად:

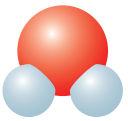
- H – წყალბადის ერთი ატომი
- 2H – წყალბადის ორი ცალკეული ატომი
- H_2 – წყალბადის ერთი მოლეკულა (ორი დაკავშირებული ატომი)
- $3H_2$ – წყალბადის სამი მოლეკულა (სულ 6 ატომი)

დაიმახსოვრეთ! კოეფიციენტი „1“ ინდექსის მსგავსად არ იწერება – თუ ფორმულის წინ **რიცხვი** არ არის, იგულისხმება, რომ ერთი ატომი ან მოლეკულაა.

აქედან გამომდინარე, ქიმიური ფორმულა არის საერთაშორისო ენა, რომელიც ნებისმიერ მეცნიერს ნებისმიერ ქვეყანაში ერთნაირად ესმის. H_2O ყველასთვის წყალს ნიშნავს, O_2 კი – ჟანგბადს. სწორედ ეს საერთო ენა გვაძლევს საშუალებას, მთელი სამყაროს მრავალფეროვნება გამოვხატოთ მხოლოდ 118 ელემენტის სიმბოლოებითა და ფორმულებით.

წყალი

H_2O



შეიცავს ელემენტებს:

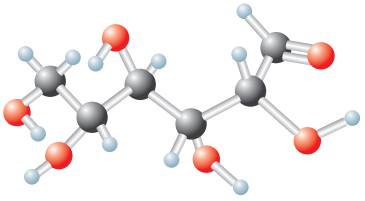
წყალბადი – H
ჟანგბადი – O

შეიცავს ატომებს:

წყალბადი – 2 ატომი
ჟანგბადი – 1 ატომი

გლუკოზა

$C_6H_{12}O_6$



შეიცავს ელემენტებს:

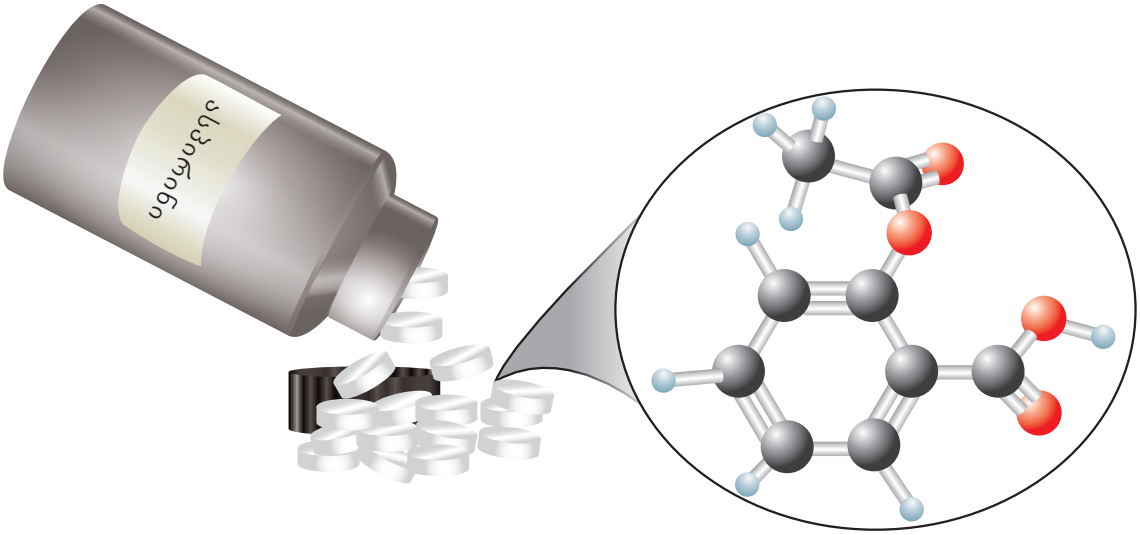
ნახშირბადი – C
წყალბადი – H
ჟანგბადი – O

შეიცავს ატომებს:

ნახშირბადი – 6 ატომი
წყალბადი – 12 ატომი
ჟანგბადი – 6 ატომი

საკლასო აქტივობა

ასპირინი არის მედიკამენტი, რომელიც ანთების საწინააღმდეგო საშუალებად გამოიყენება.



დააკვირდით ფორმულას, გამოიყენეთ სახელმძღვანელოში მოცემული პირობითი აღნიშვნები (გვ. 40) და უპასუხეთ კითხვებს:

ა) რომელი ელემენტის ატომებისგან შედგება ეს ნივთიერება? დაწერეთ თითოეული ელემენტის სიმბოლო.

ბ) თითოეული ელემენტის რამდენი ატომია მოცემულ მოლეკულაში?

გ) ინდექსების გამოყენებით ჩაწერეთ ამ ნივთიერების ქიმიური ფორმულა.

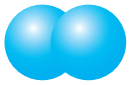
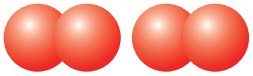
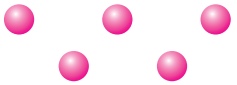
დ) შეადარეთ ეს ფორმულა გაკვეთილში მოცემულ გლუკოზის ფორმულას. რა განსხვავება და მსგავსებაა მათ შორის?

სამყაროს მრავალფეროვნებას 118 ქიმიური ელემენტი განაპირობებს, რომელთაგან თითოეულს, ლათინური დასახელებიდან გამომდინარე, საკუთარი სიმბოლო აქვს. ნივთიერებები იყოფა მარტივ და რთულ ნივთიერებებად. მათი რაოდენობრივი და თვისებრივი შედგენილობა საერთაშორისო ქიმიური ფორმულებით გამოისახება, რომლებშიც ინდექსი აჩვენებს ატომთა რიცხვს ფორმულაში, ხოლო კოეფიციენტი ფორმულის წინ ნაწილაკთა მთლიან რაოდენობას მიუთითებს.

საშინაო დავალება

1. ერთი და იმავე ელემენტებისგან შეიძლება ორი ან რამდენიმე სხვადასხვა ნივთიერება წარმოიქმნას. მაგალითად, ელემენტი წყალბადი და ელემენტი ჟანგბადი წარმოქმნის ორ რთულ ნივთიერებას: H_2O – წყალი და H_2O_2 – წყალბადის პეროქსიდი, იგივე წყალბადის ზეჟანგი. მოიძიეთ ინფორმაცია, რა გამოყენება აქვს წყალბადის პეროქსიდს და შეადარეთ მისი ფიზიკური თვისებები წყლის ფიზიკურ თვისებებს.

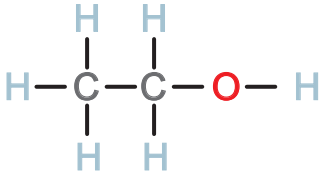
2. გამოიყენეთ გვ. 40-ზე მოცემული პირობითი აღნიშვნები, გადაიტანეთ ცხრილი რვეულში და შეავსეთ მოცემული ნიმუშის მიხედვით.

	ფორმულა	რას გვიჩვენებს?	ნივთიერება რთულია თუ მარტივი?
	N_2	1 მოლეკულა აზოტი	
	$2O_2$	2 მოლეკულა ჟანგბადი	
			
			
			

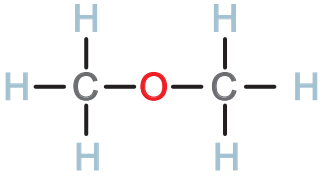
3. გამოიყენეთ მოცემული ნიმუში, გადაიტანეთ ცხრილი რვეულში და ჩაწერეთ თითოეული ელემენტის რამდენი ატომია ჩანაწერში.

ჩანაწერი	ატომების რიცხვი
5Au	ოქროს 5 ატომი
$4CH_4$	ნახშირბადის 4 ატომი, წყალბადის 16 ატომი
$3NH_3$	
4Fe	
$2C_2H_6$	

4. მოცემული გაქვთ ორი სხვადასხვა ნივთიერების სტრუქტურული ფორმულები (რომლებიც აჩვენებს ელემენტების ატომების ერთმანეთთან დაკავშირების თანმიმდევრობას). დააკვირდით თითოეულ ფორმულას:



ეთილის სპირტი



დიმეთილეთერი

ა) თითოეული სტრუქტურული ფორმულიდან ქიმიური სიმბოლოებისა და ინდექსების გამოყენებით ჩაწერეთ ამ ნივთიერებების ქიმიური ფორმულები.

ბ) რა მსგავსება და განსხვავებაა მათ შორის?

გ) ეთილის სპირტი ოთახის ტემპერატურაზე თხევადია და მისი დუღილის ტემპერატურაა 78°C, ხოლო დიმეთილეთერი აირია და მისი დუღილის ტემპერატურაა -24°C. როგორ ფიქრობთ, რამ განაპირობა ეს განსხვავება?

1.10. ალოტროპია

რას ვისწავლით, როგორ გამოვიყენებთ

- გაიგებთ, რა არის ალოტროპია;
- ახსნით, რატომ არის მარტივი ნივთიერებების რიცხვი უფრო მეტი, ვიდრე – ელემენტებია;
- გამოიყენებთ თქვენს ცოდნას ალოტროპების თვისებების დასახასიათებლად.

ალოტროპია

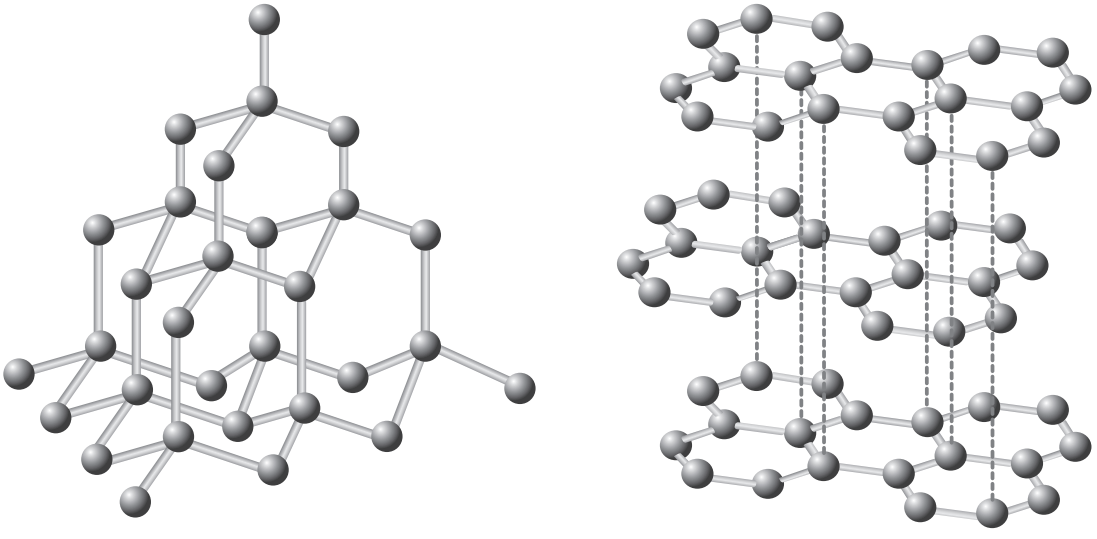
რადგან უკვე გაეცანით, რომ დღეისათვის სულ 118 ელემენტია ცნობილი, როგორ ფიქრობთ, რამდენი მარტივი ნივთიერება შეიძლება არსებობდეს?

ამ კითხვაზე პასუხის გასაცემად გაიხსენეთ, რომ ელემენტი ნახშირბადი სხვადასხვა სახით არსებობს, მათგან ყველაზე გავრცელებულია – ალმასი და გრაფიტი.

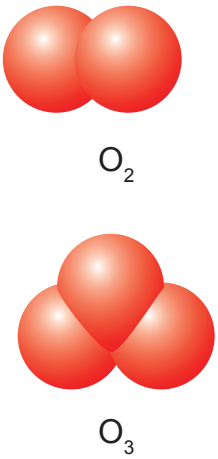
ალმასი ძალიან მტკიცეა და ნებისმიერ მინერალს კაწრავს. იგი განსაკუთრებული ოპტიკური თვისებებით გამოირჩევა და მისი დამუშავებით ძვირფასი ქვა – ბრილიანტი, მიიღება, რომელიც ბრწყინავს. ალმასისგან ამზადებენ მინის საჭრელ იარაღს, ბურღებს და სხვა.

გრაფიტი მონაცრისფრო-შავი, რბილი ნივთიერებაა, რომელსაც ელექტროგამტარობა ახასიათებს. მისგან მზადდება ფანქრის გულები, ელექტროგამტარი მასალები და სხვა.

ორივე ნივთიერების ქიმიური ფორმულაა C (იკითხება „ცე“). ალმასში ნახშირბადის თითოეული ატომი ნახშირბადის ოთხ ატომს უკავშირდება და ქმნის მტკიცე კრისტალს, ხოლო გრაფიტში ნახშირბადის თითოეული ატომი ნახშირბადის სამ ატომს უკავშირდება და ქმნის ფენებს, რომლებიც ერთმანეთთან სუსტადაა დაკავშირებული, რაც მის სირბილეს განაპირობებს. ფენები ადვილად სცილდება ერთმანეთს, ამიტომაც ფანქარი ხატვისას ფურცელზე კვალს ტოვებს (ნახაზი 29).



ნახაზი 29. ალმასისა და გრაფიტის სტრუქტურები.



ნახატი 30. ჟანგბადისა და ოზონის მოლეკულები

აღნიშნული მაგალითი ადასტურებს, რომ ერთ ელემენტს შეუძლია წარმოქმნას რამდენიმე მარტივი ნივთიერება, რომელთა თვისებები მნიშვნელოვნად განსხვავდება ერთმანეთისგან, მიუხედავად მათი შედგენილობისა.

ამ მოვლენას **ალოტროპია** ეწოდება, ხოლო ერთი და იმავე ელემენტისგან წარმოქმნილ მარტივ ნივთიერებებს **ალოტროპებს** უწოდებენ. ამრიგად, ალმასი და გრაფიტი ნახშირბადის ალოტროპებია.

ალმასისა და გრაფიტის თვისებებს შორის განსხვავება გამოწვეულია განსხვავებული სტუქტურებით.

ალოტროპია შეიძლება გამოწვეული იყოს სხვა ფაქტორებითაც, მაგალითად, მოლეკულაში ატომთა განსხვავებული რაოდენობით. ამის მაგალითია ელემენტ ჟანგბადის მიერ წარმოქმნილი ორი მარტივი ნივთიერება – ჟანგბადი და ოზონი. ჟანგბადის მოლეკულაში ელემენტ ჟანგბადის ორი ატომია და მისი ფორმულაა O_2, ხოლო ოზონის მოლეკულაში – სამი და მისი ფორმულაა O_3 (ნახატი 30).

ამ ნივთიერებების თვისებებს შორისაც დიდი განსხვავებაა: O_2 უფერო, უსუნო აირია, რომელიც ჰაერის შემადგენლობაში შედის, სიცოცხლისთვის უმნიშვნელოვანესი ნივთიერებაა და ცოცხალი ორგანიზმები სუნთქვის პროცესში მოიხმარენ. O_3 ცისფერი, სპეციფიკური სუნის მქონე ტოქსიკური აირია, რომელიც ატმოსფეროს ზედა ფენებში არსებობს და დედამიწას მზის მავნე ულტრაიისფერი გამოსხივებისგან იცავს.

ახალი ტერმინები:

- ალოტროპია
- ალოტროპები



საკლასო აქტივობა

ნახშირბადის ალოტროპები

დააკვირდით პარაგრაფში მოცემულ ალმასისა და გრაფიტის შედგენილობას. გამოიყენეთ ერთი ფერის ბურთულები, პლასტელინი, თიხა, ხის ჩხირები, ასანთის ღერები და სხვა ნებისმიერი ხელმისაწვდომი მასალა.

- ააწყვეთ გრაფიტის მოდელის ფრაგმენტი – ამისთვის გამოიყენეთ დაახლოებით 20 ერთნაირი ზომის ბურთულა და დააკავშირეთ ჩხირებით ერთმანეთს ისე, როგორც ნახაზზეა ნაჩვენები (საკმარისია მხოლოდ ერთი ფენა).
- ააწყვეთ ალმასის მოდელის ფრაგმენტი – ამისთვის გამოიყენეთ დაახლოებით 20 ერთნაირი ზომის ბურთულა და დააკავშირეთ ჩხირებით ერთმანეთს პირამიდის მსგავსად, როგორც ნახაზზეა ნაჩვენები.

დააკვირდით მოდელებს და უპასუხეთ კითხვებს:

ა) რამდენ სხვა ატომს იკავშირებს ნახშირბადის თითოეული ატომი გრაფიტის მოდელში?

ბ) რამდენ სხვა ატომს იკავშირებს ნახშირბადის თითოეული ატომი ალმასის მოდელში?

გ) როგორ ფიქრობთ, რამ გამოიწვია ალმასისა და გრაფიტის თვისებებს შორის მკვეთრი განსხვავება?

1985 წელს მეცნიერებმა ლაბორატორიულ პირობებში ლაზერული დასხივებით გრაფიტის აორთქლებისას მიიღეს ნახშირბადის მანამდე უცნობი ალოტროპიული სახესხვაობა – ფულერენი. მოგვიანებით ფულერენი ასევე ხის წვისას მიღებულ მურში (ჭვარტლში) აღმოაჩინეს. ფულერენის ყველაზე გავრცელებული ფორმა 60 ატომისგან შედგება და ქმნის ცარიელ სფეროს, რომელსაც ფეხბურთის ბურთის ფორმა აქვს.

დააკვირდით ფოტოს და ტექსტში მოცემული ინფორმაციის საფუძველზე უპასუხეთ კითხვებს:

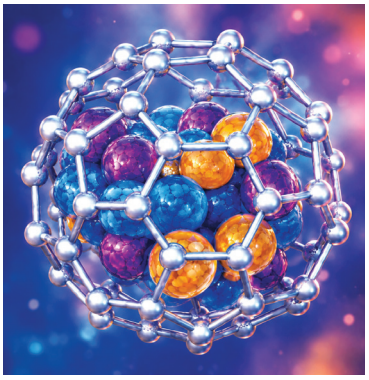
ა) რამდენ ატომ ნახშირბადს უკავშირდება ფულერენში ნახშირბადის თითოეული ატომი?

ბ) დაწერეთ ფულერენის ქიმიური ფორმულა.

გ) დააკვირდით ფოტოს და განსაზღვრეთ რომელი ფიგურებისგან არის შექმნილი ფულერენის ზედაპირი.

დ) მოიძიეთ ინფორმაცია, რატომ უწოდეს ამ ნივთიერებას ფულერენი.

ე) ფულერენს შუაში ცარიელი სივრცე აქვს (სფეროს მსგავსად). წარმოიდგინეთ, რომ ხართ მეცნიერი – რას მოათავსებდით ამ „ბურთის“ შიგნით და რაში გამოიყენებდით მას მედიცინაში?



ნახშირბადის ერთი-ერთი ალოტროპი – ფულერენი

ერთ ელემენტს შეუძლია წარმოქმნას რამდენიმე მარტივი ნივთიერება, რომელთა თვისებები მნიშვნელოვნად განსხვავდება ერთმანეთისგან, მიუხედავად მათი შედგენილობის მსგავსებისა. ამ მოვლენას ალოტროპია ეწოდება, ერთი და იმავე ელემენტისგან წარმოქმნილ მარტივ ნივთიერებებს – ალოტროპები.

საშინაო დავალება

1. რატომ აქვს ალმასსა და გრაფიტს განსხვავებული ფიზიკური თვისებები?
2. დაასახელეთ ალოტროპიის გამომწვევი ორი ძირითადი მიზეზი.
3. ალმასს იყენებენ ქირურგიული ინსტრუმენტების დასამზადებლად. რატომ ვერ გამოიყენებენ ამისთვის გრაფიტს, მიუხედავად იმისა, რომ ორივე ნახშირბადის ატომებისგან შედგება?
4. ადამიანის საქმიანობის შედეგად ატმოსფეროში შეიძლება მოხვდეს ისეთი ნივთიერებები, რომლებიც ოზონის მოლეკულებს შლის და მათ ჟანგბადად (O_2) გარდაქმნის. რატომ არის ეს პროცესი საშიში დედამიწაზე მცხოვრებთათვის, მიუხედავად იმისა, რომ ჟანგბადი სუნთქვისთვის აუცილებელია?
5. მოიძიეთ ინფორმაცია ელემენტ ფოსფორის სამი ალოტროპის შესახებ (თეთრი, წითელი და შავი ფოსფორი). შეადარეთ ისინი ერთმანეთს შედგენილობის, აგებულებისა და ძირითადი თვისებების მიხედვით. რომელი მათგანია ტოქსიკური? რომელი ალოტროპი გამოიყენება ასანთის წარმოებაში? რომელ ალოტროპს ახასიათებს ელექტროგამტარობა?

1.11. რთული ნივთიერება – ნაერთი

რას ვისწავლით, როგორ გამოვიყენებთ

- გაიგებთ, რა განსხვავებაა ნაერთსა და მარტივ ნივთიერებას შორის;
- შეადარებთ რთული ნივთიერებების თვისებებს მათში შემავალი ელემენტების შესაბამისი მარტივი ნივთიერებების თვისებებთან.

რეაქცია ნატრიუმსა და ქლორს შორის

შაქარი ($C_{12}H_{22}O_{11}$), სუფრის მარილი (NaCl), წყალი (H_2O) და კიდევ ბევრი ნივთიერება ორი ან მეტი განსხვავებული ელემენტის ატომისგან შედგება და წარმოადგენს **ნაერთს**, ანუ რთულ ნივთიერებას. რთული ნივთიერების თვისებები მკვეთრად განსხვავდება მასში შემავალი ელემენტების შესაბამისი მარტივი ნივთიერებების თვისებებისგან. მაგალითად, სუფრის მარილი (NaCl) შედგება ელემენტ ნატრიუმისა (Na) და ელემენტ ქლორის (Cl) ატომებისგან, რომელთაც შეესაბამებათ მარტივი ნივთიერებები ნატრიუმი (Na) და ქლორი (Cl_2).



სურათი 31. მარტივი ნივთიერება ნატრიუმი (Na) აქტიური მეტალია. ენერგიულად ურთიერთქმედებს წყალთან და წარმოქმნის ქიმიურ ნივთიერებას, რომელიც აღიზიანებს კანს.



სურათი 32. მარტივი ნივთიერება ქლორი (Cl_2) მომწვანო-ყვითელი ფერის, მკვეთრი სუნის ტოქსიკური აირია.

ნატრიუმი აქტიურად ურთიერთქმედებს ქლორთან და მიიღება ნატრიუმის ქლორიდი, რომელიც სუფრის მარილის სახელწოდებით არის ცნობილი.



სურათი 33. ნატრიუმსა და ქლორს შორის მიმდინარე რეაქცია



სურათი 34. ნაერთი – ნატრიუმის ქლორიდი, ანუ სუფრის მარილი (NaCl) – თეთრი, უსუნო, კრისტალური, მლაშე გემოს მქონე ნივთიერებაა. გამოიყენება საკვების დანამატად.

განვიხილოთ კიდევ ერთი მაგალითი. წყალი (H_2O) რთული ნივთიერებაა, რომელიც გამჭვირვალე, უფერო სითხეა. სუფთა წყალი დენს არ ატარებს, თუმცა თუ მას დავუმატებთ მცირე რაოდენობით ისეთ ნივთიერებას, რომელიც მის გამტარობას გაზრდის და სპეციალურ ხელსაწყოში მოვათავსებთ, მაშინ დენის გატარებისას ჭურჭლის ორ სხვადასხვა ნაწილში გამოჩნდება ბუშტუკები, რაც ორი სხვადასხვა აირადი ნივთიერების წარმოქმნის მაჩვენებელია.

თუ ერთ-ერთ აირთან მივიტანთ მბჟუტავ ხის ჩხირს, ის კაშკაშა ალით დაიწყებს წვას, რაც ჟანგბადის (O_2) გამოყოფას ადასტურებს, ხოლო მეორე აირთან (H_2) ანთებული ასანთის მიტანა კი მცირე აფეთქებას იწვევს. ეს ფაქტები ადასტურებს, რომ გამოყოფილი აირების თვისებები განსხვავდება როგორც ერთმანეთისგან, ასევე წყლის – თვისებებისგან.

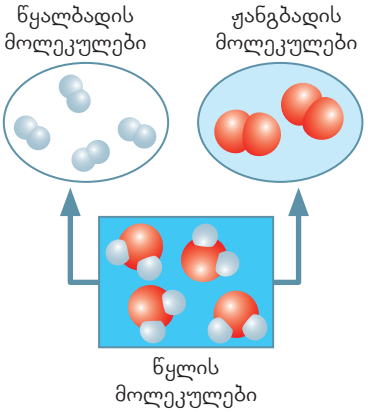
სუფრის მარილი და წყალი სუფთა ნივთიერებებს წარმოადგენს. **სუფთა ნივთიერებები** მხოლოდ ერთი სახის ნაწილაკებისგან შედგება. მაგალითად, წყალი შედგება მხოლოდ წყლის მოლეკულებისგან, ნატრიუმი – მხოლოდ ნატრიუმის ატომებისგან, ასევე ჟანგბადი და წყალბადი ცალ-ცალკე სუფთა ნივთიერებას წარმოადგენს და მოლეკულებისგან შედგება.

ჩვენ გარშემო არსებული ნივთიერებები პირობითად ორ ჯგუფად იყოფა: **არაორგანულ და ორგანულ ნივთიერებებად.** არაორგანული ნივთიერების შედგენილობაში შეიძლება შედიოდეს პერიოდულობის ცხრილის ნებისმიერი ელემენტი, ხოლო ორგანული ნივთიერება აუცილებლად შეიცავს ნახშირბადს, ასევე შეიძლება შეიცავდეს წყალბადს, ჟანგბადს, აზოტს და სხვა.

არაორგანული ნივთიერებები ძირითადად გვხვდება დედამიწის ქერქში, ნიადაგში, ჰაერსა და ბუნებრივ წყლებში. ასეთებია, მაგალითად, წყალი (H_2O), სუფრის მარილი ($NaCl$), ნახშირორჟანგი (CO_2), ქვიშა და სხვა.

ორგანული ნივთიერებები (მაგალითად, ცილები, ცხიმები და ნახშირწყლები) ძირითადად გვხვდება ცოცხალ ორგანიზმებში – მცენარეებში, ცხოველებში, ადამიანის ორგანიზმში. გარდა ამისა, გვხვდება ნავთობის, ბუნებრივი აირისა და სხვა წიაღისეულის შედგენილობაში.

თქვენ უკვე გაეცანით ზოგიერთ ორგანულ ნივთიერებას, როგორიცაა: შაქარი, გლუკოზა, ეთილის სპირტი, ასპირინი და სხვა.



ნახაზი 35. წყლის დაშლა წყალბადად და ჟანგბადად

ახალი ტერმინები:

- ნაერთი
- სუფთა ნივთიერება
- არაორგანული ნივთიერებები
- ორგანული ნივთიერებები

წყლის დაშლა

საკლასო აქტივობა

მარტივი ნივთიერება აზოტი (N_2) შედის ჰაერის შემადგენლობაში, ხოლო მარტივი ნივთიერება წყალბადი (H_2) კი მიიღება წყლის დაშლით. ქიმიურ მრეწველობაში ამ ორი ნივთიერების ურთიერთქმედებით მიიღება ახალი ნივთიერება ამიაკი (NH_3), რომელიც გამოიყენება სასუქების, მედიკამენტებისა და ფეთქებადი ნივთიერებების წარმოებაში. ამ ინფორმაციის საფუძველზე უპასუხეთ კითხვებს:

ა) რამდენ ატომ აზოტსა და წყალბადს შეიცავს 1 მოლეკულა ამიაკი?

ბ) აზოტისა და წყალბადის რამდენი ატომია ჩანაწერში – $2NH_3$?

გ) რადგან აზოტის (N_2) და წყალბადის (H_2) მოლეკულები ორატომიანია, რამდენი მოლეკულა აზოტი და რამდენი მოლეკულა წყალბადი დაგჭირდებათ 2 მოლეკულა ამიაკის (2 NH_3) „ასაწყობად“?

დ) გამოიყენეთ სხვადასხვა ფერის პლასტელინი ან პატარა ბურთულები, ან უბრალოდ გამოიყენეთ ფერადი მარკერები და შექმენით ზემოთ აღწერილი პროცესის ამსახველი მოდელი.

ნაერთი ანუ რთული ნივთიერება ორი ან მეტი განსხვავებული ელემენტის ატომების ან იონებისგან შედგება, რომლებიც ერთმანეთთან მჭიდრო ქიმიური კავშირებით არის დაკავშირებული. ნაერთის თვისებები მკვეთრად განსხვავდება მასში შემავალი ელემენტების შესაბამისი მარტივი ნივთიერებების თვისებებისგან. აქედან გამომდინარე, შეგვიძლია ვთქვათ, რომ ნაერთი არ არის უბრალოდ მასში შემავალი ელემენტების ნარევი, ის ახალი ნივთიერებაა საკუთარი, უნიკალური თვისებებით.

საშინაო დავალება

1. დააკვირდით წყლის დაშლის სქემას (ნახაზი 35) და უპასუხეთ კითხვებს:
   ა) რამდენი მოლეკულა ჟანგბადი მიიღება, თუ 8 მოლეკულა წყალი დაიშლება?
   ბ) რამდენი მოლეკულა წყალი უნდა დაიშალოს, რომ 10 მოლეკულა წყალბადი წარმოიქმნას?
   გ) სულ რამდენი მოლეკულა მარტივი ნივთიერება მიიღება, თუ 12 მოლეკულა წყალი დაიშლება?
2. გლუკოზა არის სუფთა ნივთიერება, რომლის ფორმულაა $C_6H_{12}O_6$. ის მცენარეებში ფოტოსინთეზის პროცესში მზის ენერგიის დახმარებით წარმოიქმნება და ცოცხალი ორგანიზმებისთვის ენერგიის მთავარ წყაროს წარმოადგენს. გლუკოზა თეთრი ფერის კრისტალური ნივთიერებაა და ტკბილი გემო აქვს.
   ა) თითოეული ელემენტის რამდენ ატომს შეიცავს 1 მოლეკულა გლუკოზა?
   ბ) შეადარეთ გლუკოზის თვისებები მასში შემავალი ელემენტ ჟანგბადის შესაბამის მარტივი ნივთიერების (O_2) თვისებებს.
3. ლიმონისა და სხვა ციტრუსების მჟავე გემოს მათში მჟავა ბუნების ნივთიერებების არსებობა განაპირობებს. ერთ-ერთი ასეთი ნივთიერებაა ლიმონმჟავა, რომელიც ასევე საკვებ დანამატს წარმოადგენს. ლიმონმჟავას შემადგენლობაში შედის ელემენტ ნახშირბადის 6 ატომი, ელემენტ წყალბადის 8 ატომი და ელემენტ ჟანგბადის 7 ატომი.
   ა) დაწერეთ ლიმონმჟავას ქიმიური ფორმულა.
   ბ) უკვე შესწავლილი ნივთიერებებიდან რომელი ნივთიერება შეიცავს იმავე ელემენტებს, რომლებიც ლიმონმჟავას შემადგენლობაშია?

1.12. ვალენტობა

რას ვისწავლით, როგორ გამოვიყენებთ

- გაიგებთ, რა არის ვალენტობა;
- გააანალიზებთ, რა კანონზომიერებით უერთდებიან ატომები ერთმანეთს;
- ვალენტობის გამოყენებით შეადგენთ ნივთიერებების ფორმულებს.

თქვენ უკვე იცით, რომ მოლეკულები შედგება ატომებისგან, მაგრამ საინტერესოა – როგორ უერთდება ატომები ერთმანეთს? რატომ შედგება წყალი წყალბადის ორი და ჟანგბადის ერთი ატომისგან და არა პირიქით?

წარმოიდგინეთ, რომ თითოეულ ატომს "შეუძლია" მხოლოდ განსაზღვრული რაოდენობის ატომებს დაუკავშირდეს. ამ თვისებას, რომელიც გვიჩვენებს, რამდენი კავშირის წარმოქმნა შეუძლია ატომს, **ვალენტობა** ეწოდება.

ვალენტობა არის ქიმიური ელემენტის ატომის უნარი, დაიკავშიროს სხვა ელემენტის ატომთა განსაზღვრული რაოდენობა.

ვალენტობა თვალსაჩინოდ აისახება ნივთიერების მოლეკულის **სტრუქტურულ** (გრაფიკულ) ფორმულებში, რომლებშიც ატომები ერთმანეთთან დაკავშირებულია იმდენი ხაზით, რამდენ ვალენტობასაც ამჟღავნებს ნაერთში.

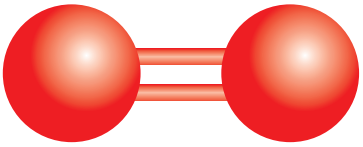
წყალბადის ატომს აქვს უნარი, რომ სხვა ელემენტის ატომთან მხოლოდ ერთი კავშირი დაამყაროს. ანუ წყალბადი ერთვალენტიანია და ერთი სავალენტო ხაზით უკავშირდება სხვა ატომს.

მაგალითად:

H — H	Cl — Cl	H — Cl	H — O | H	H — N — H | H
H_2	Cl_2	HCl	H_2O	NH_3

ვალენტობა გამოისახება რომაული ციფრებით. როგორც მაგალითებიდან ჩანს, წყალბადისა და ქლორის ვალენტობაა I, ჟანგბადისა – II, ხოლო აზოტისა – III. აქედან გამომდინარე, ჟანგბადის ორატომიან მოლეკულას ასეთი სტრუქტურული ფორმულა ექნება:

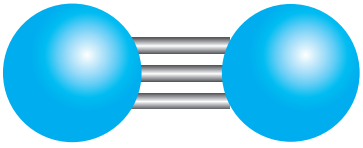
O = O



ჟანგბადის მოლეკულის მოდელი

ხოლო აზოტის ორატომიან მოლეკულას ასეთი:

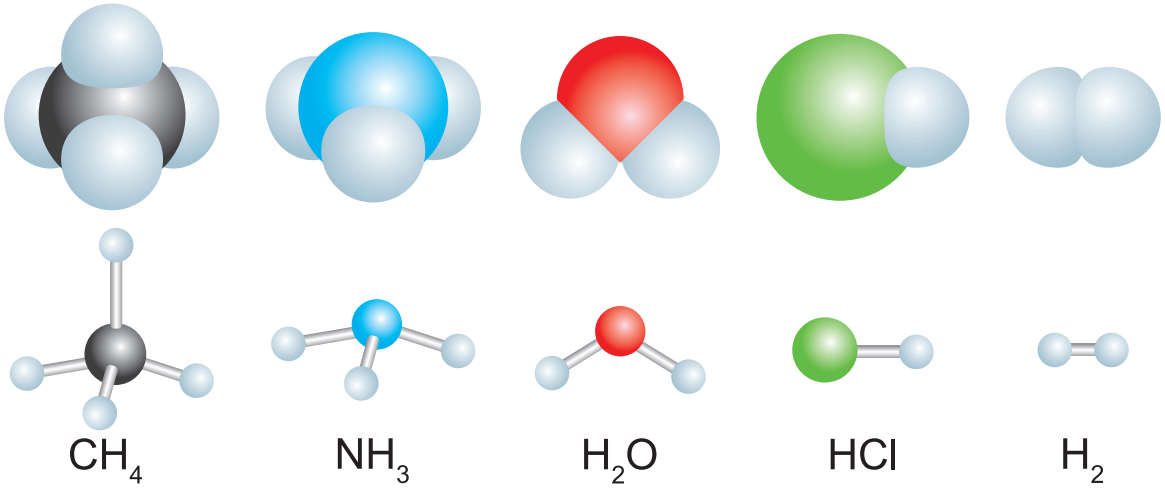
N ≡ N



აზოტის მოლეკულის მოდელი

ზოგიერთ ელემენტს მუდმივი ვალენტობა აქვს, ზოგს კი – ცვლადი. მაგალითად, ელემენტ წყალბადის ვალენტობა ყოველთვის I-ის ტოლია, ხოლო ელემენტ ჟანგბადისა – II-ის. ელემენტი რკინა ცვალებადვალენტიანია და ამჟღავნებს II ან III ვალენტობას. ელემენტ გოგირდის ვალენტობა სხვადასხვა ნაერთში შეიძლება იყოს II, IV ან VI.

ელემენტის წყალბადნაერთში წყალბადის იმდენი ატომია, რამდენი ვალენტობაც აქვს ამ ელემენტს (ნახატი 36).



ნახატი 36. ზოგიერთი ელემენტის წყალბადნაერთის მოლეკულა. მოლეკულათა მოდელები შეიძლება სხვადასხვანაირად გამოისახოს. პირველ მწკრივში მოცემულია ნახევარსფერული, ხოლო მეორეში – ბურთულ-ღეროვანი მოდელები, რომლებშიც თითოეული ხაზი ერთ ვალენტობას შეესაბამება.

ახალი ტერმინები:

- ვალენტობა
- ბინარული ნაერთი
- სტრუქტურული ფორმულა

1.12.1. ფორმულის შედგენა

ელემენტების წყალბადნაერთების ფორმულების შედგენა სხვა ბინარული (ანუ ორი ელემენტისგან შედგენილი) ნაერთებისათვის არსებული წესის კერძო შემთხვევას წარმოადგენს. შესაძლებელია ნებისმიერი **ბინარული ნაერთის** ფორმულის შედგენა, თუ ვიცით მისი შემადგენელი ელემენტების ვალენტობები. ასეთ შემთხვევაში შემდეგი წესით უნდა ვისარგებლოთ:

ბინარულ ნაერთში ერთი ელემენტის ატომების ჯამური ვალენტობა (ატომთა რაოდენობის ანუ ინდექსისა და ამ ელემენტის ვალენტობის ნამრავლი) მეორე ელემენტის ატომების ჯამურ ვალენტობას უდრის.

მაგალითად, შეადგინეთ ბინარული ნივთიერებების ფორმულები:

ნატრიუმისა (ვალენტობა I) და ჟანგბადის (ვალენტობა II) ატომებით შედგენილი ნაერთი	ნახშირბადისა (ვალენტობა IV) და გოგირდის (ვალენტობა II) ატომებით შედგენილი ნაერთი
I II Na_xO_y	IV II C_xS_y
პირველ რიგში, უნდა იპოვოთ ვალენტობების რიცხვითი მნიშვნელობების უმცირესი საერთო ჯერადი (უსჯ), ანუ ის უმცირესი რიცხვი, რომელიც უნაშთოდ იყოფა ორივე ელემენტის ვალენტობაზე.	
ამ შემთხვევაში ეს არის 2	ამ შემთხვევაში ეს არის 4
(2) I II Na_xO_y	(4) IV II C_xS_y
ამის შემდეგ უსჯ-ს ვყოფთ პირველი ელემენტის ვალენტობაზე და მიღებულ მნიშვნელობას ვუწერთ ინდექსად პირველ ელემენტს.	
2:1=2	4:4=1
I II Na_2O_y	IV II $C\ S_y$
უსჯ-ს ვყოფთ მეორე ელემენტის ვალენტობაზე და ვუწერთ მეორე ელემენტს ინდექსად.	
2:2=1	4:2=2
I II Na_2O	IV II CS_2
ბოლოს ვამოწმებთ და თუ ერთი ელემენტის ატომების ჯამური ვალენტობა უდრის მეორე ელემენტის ატომების ჯამურ ვალენტობას, მაშინ ფორმულა სწორად არის შედგენილი.	
2·1=1·2, ე.ი. ფორმულა იქნება: Na_2O	1·4=2·2, ე.ი. ფორმულა იქნება: CS_2

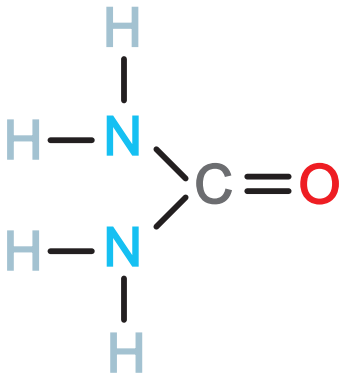
1.12.2. ნაერთის ფორმულიდან ელემენტის უცნობი ვალენტობის გამოთვლა

ახლა ვნახოთ, როგორ გამოითვლება ელემენტის უცნობი ვალენტობა, როცა ცნობილია ნაერთის ფორმულა და მეორე ელემენტის ვალენტობა:

ელემენტის უცნობი ვალენტობა აღნიშნეთ x-ით.	
x II Mg O	x II $Al_2 O_3$
ელემენტის უცნობი ვალენტობა გაამრავლეთ მის ინდექსზე და გაუტოლეთ მეორე ელემენტის ატომების ჯამურ ვალენტობას.	
x·1=2·1	x·2=2·3
გამოთვალეთ x:	
x=2, ე.ი. Mg-ის ვალენტობაა II	x=3, ე.ი. Al-ის ვალენტობაა III
II II Mg O	III II $Al_2 O_3$



საკლასო აქტივობა



მოცემულია ნივთიერების სტრუქტურული ფორმულა:

ა) ააგეთ ამ ნივთიერების ბურთულ-ღეროვანი მოდელი თქვენთვის ხელმისაწვდომი მასალებით (პლასტელინი, თიხა, ჩხირები და სხვა);

ბ) განსაზღვრეთ მასში შემავალი თითოეული ელემენტის ვალენტობა;

გ) ინდექსების გამოყენებით ჩაწერეთ ამ ნივთიერების ქიმიური ფორმულა;

დ) შეადგინეთ ნახშირბადის ჟანგბადთან ნაერთის ფორმულა, რომელშიც ის იმავე ვალენტობას ავლენს, რომელსაც მოცემულ სტრუქტურაში;

ე) შეადგინეთ (დ) დავალებაში მოცემული ნაერთის სტრუქტურული ფორმულა.

ვალენტობა ელემენტის ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი თვისებაა. ის განსაზღვრავს, რამდენი კავშირის წარმოქმნა შეუძლია ატომს და რა ქიმიური ფორმულა ექნება მისგან წარმოქმნილ ნივთიერებას. სწორედ ვალენტობის ცოდნა გვაძლევს საშუალებას, შევადგინოთ ნივთიერების ფორმულები, ეს კი ქიმიის ერთ-ერთი ყველაზე პრაქტიკული ნაწილია.

საშინაო დავალება

1. გადახაზეთ ცხრილი სამუშაო რვეულში და შეავსეთ ცარიელი უჯრები.

ელემენტი	ვალენტობა	წყალბადნაერთის ფორმულა
ბრომი	I	HBr
	II	H_2S
		PH_3
აზოტი	III	
სილიციუმი	IV	

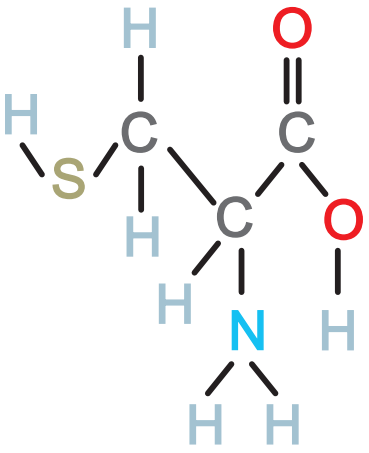
2. დაწერეთ იმ ნაერთების ფორმულები, რომლებიც შედგენილია ქვემოთ მოცემული ელემენტების წყვილებით (ფრჩხილებში მითითებულია ელემენტის ვალენტობა):

ა) ნახშირბადი(IV) და ჟანგბადი(II)
ბ) გოგირდი(IV) და ჟანგბადი(II)
გ) გოგირდი(VI) და ჟანგბადი(II)
დ) ქლორი(VII) და ჟანგბადი(II)
ე) რკინა(II) და გოგირდი(II)
ვ) მაგნიუმი(II) და აზოტი(III)
ზ) ალუმინი(III) და ქლორი(I)
თ) ალუმინი(III) და ნახშირბადი(IV)

3. გაითვალისწინეთ, რომ ჟანგბადის ვალენტობა ყველგან ორის ტოლია და დაადგინეთ ელემენტთა ვალენტობა ნაერთებში:

Cr_2O_3, SO_3, P_2O_5, CaO, Na_2O, Mn_2O_7, P_2O_3, SiO_2, CrO_3, Cl_2O_7.

4. ორგანული ნივთიერება – ცისტეინი – ადამიანის ორგანიზმისთვის აუცილებელი ამინომჟავაა და კვერცხის ცილის შემადგენლობაში შედის. მოცემულია ამ ნაერთის სტრუქტურული ფორმულა:



ა) რომელი ელემენტის ატომებისგან შედგება ეს ნივთიერება? დაწერეთ თითოეული ელემენტის სიმბოლო.

ბ) ინდექსების გამოყენებით ჩაწერეთ ამ ნივთიერების ქიმიური ფორმულა.

გ) რამდენ ელემენტს შეიცავს ეს მოლეკულა?

დ) რამდენ ატომს შეიცავს?

ე) განსაზღვრეთ თითოეული ელემენტის ვალენტობა ნაერთში.

ვ) ნახშირბადი აზოტთან რამდენიმე ნაერთს წარმოქმნის, ერთ-ერთი გამოიყენება მაღალი ენერგიის საწვავად. შეადგინეთ ამ ნივთიერების ფორმულა, თუ მასში ნახშირბადისა და აზოტის ვალენტობები არის იგივე, რაც მოცემულ ნივთიერებაშია.

1.13. ფარდობითი ატომური მასა და ფარდობითი მოლეკულური მასა

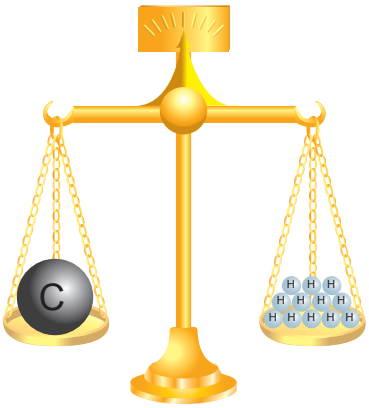
რას ვისწავლით, როგორ გამოვიყენებთ

- გაიგებთ, რატომ ვიყენებთ გამოთვლებში ფარდობით ატომურ და მოლეკულურ მასებს;
- გამოიყენებთ პერიოდულობის ცხრილს ნივთიერების ფარდობითი მოლეკულური მასის გამოსათვლელად.

ატომი იმდენად მცირე ზომისა და მასის ნაწილაკს წარმოადგენს, რომ მისი დანახვა სპეციალური ხელსაწყოების გარეშე შეუძლებელია. მაგალითად, ყველაზე მსუბუქია წყალბადის ატომი და მისი მასა არის:

m(H) = 0.000 000 000 000 000 000 000 001 6735 კგ

ანუ 1.6735×10^{-27} კგ.



ნახატი 37. ნახშირბადის ერთი ატომი დაახლოებით იმდენს იწონის, რამდენსაც წყალბადის თორმეტი ატომი.

ნახშირბადის ატომის მასაა 1.993×10^{-26} კგ, ხოლო ერთერთი მძიმე ატომის, მაგალითად, ოქროს ატომის მასა კი – 3.266×10^{-25} კგ.

როგორც ხედავთ, ეს რიცხვები იმდენად მცირეა, რომ მათი გამოყენება მოუხერხებელია.

ამიტომ მეცნიერები შეთანხმდნენ, თითოეული ატომის მასა შეედარებინათ სტანდარტთან. ასეთ სტანდარტულ ერთეულად შეარჩიეს ნახშირბადის ატომის მასის 1/12 ნაწილი. ამის საფუძველზე გამოთვალეს თითოეული ატომის **ფარდობითი ატომური მასა (A_r),** რომელიც გვიჩვენებს, რამდენჯერ აღემატება მოცემული ელემენტის ატომის მასა ნახშირბადის ატომის მასის 1/12 ნაწილს. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, ნახშირბადის 1 ატომის მასა დაახლოებით წყალბადის 12 ატომის მასის ტოლია (ნახატი 37).

რადგან ფარდობითი ატომური მასა გვიჩვენებს ფარდობას, ამიტომ მას განზომილება არ აქვს. ფარდობითი ატომური მასა აღინიშნება A_r სიმბოლოთი, სადაც A აღნიშნავს ატომის მასას, ხოლო r ნიშნავს ფარდობითს (relative).

მაგალითად, ჟანგბადის ატომის ფარდობითი ატომური მასაა 16, რაც ნიშნავს, რომ მისი 1 ატომის მასა 16-ჯერ აღემატება სტანდარტულ ერთეულს, ანუ ნახშირბადის ატომის მასის 1/12 ნაწილს.

ამ გამოთვლების საფუძველზე მიღებული ფარდობითი ატომური მასები მოცემულია ელემენტთა პერიოდულობის ცხრილში (გვ. 104). გამარტივების მიზნით,

ახალი ტერმინები:

- ფარდობითი ატომური მასა
- ფარდობითი მოლეკულური მასა

ცხრილში მოცემული ატომური მასები შეგვიძლია დავამრგვალოთ შესაბამის მთელ რიცხვებამდე.

მაგალითად, წყალბადის ფარდობითი ატომური მასაა $A_r(H) = 1.01$, დამრგვალებით – 1, ხოლო ნახშირბადის ფარდობითი ატომური მასაა A_r (C) = 12.01, გამოთვლებში კი გამოიყენება 12. მხოლოდ ქლორის შემთხვევაში ფარდობითი ატომური მასა ჩაიწერება როგორც $A_r(Cl) = 35.5$.

ნაერთების ფარდობითი მასის გამოსახვის მიზნით შემოტანილია ფარდობითი მოლეკულური მასის (M_r) ცნება.

ფარდობითი მოლეკულური მასის გამოსათვლელად თითოეული ელემენტის ფარდობითი ატომური მასა მრავლდება ატომთა რიცხვზე (ინდექსზე) და იკრიბება.

მაგალითად:

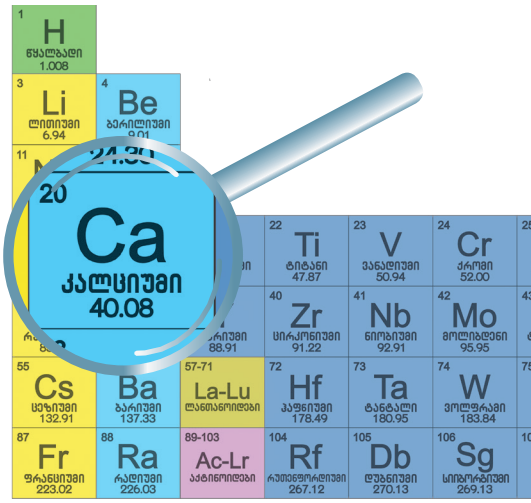
$$M_r(H_2O) = 2 \cdot A_r(H) + A_r(O) = 2 \cdot 1 + 16 = 18$$

$$M_r(NaNO_3) = A_r(Na) + A_r(N) + 3 \cdot A_r(O) = 23 + 14 + 3 \cdot 16 = 85$$

$$M_r(Mg(OH)_2) = A_r(Mg) + 2 \cdot A_r(O) + 2 \cdot A_r(H) = 58$$

$$M_r(Ca_3(PO_4)_2) = 3 \cdot A_r(Ca) + 2 \cdot A_r(P) + 8 \cdot A_r(O) = 310$$

ფარდობითი ატომური მასის მსგავსად, ფარდობითი მოლეკულური მასაც უგანზომილებო სიდიდეა. იგი გვიჩვენებს, რამდენჯერ აღემატება მოლეკულის მასა ნახშირბადის ატომის მასის 1/12 ნაწილს.



ნახაზი 38. კალციუმის ფარდობითი ატომური მასა – A_r (Ca) = 40.08, გამოთვლებში კი გამოიყენება დამრგვალებული რიცხვი 40.

საკლასო აქტივობა

ბუნებაში რკინა სუფთა სახით თითქმის არ არსებობს. ის მადნებში სხვადასხვა ნაერთის სახით არის წარმოდგენილი. საქართველოში რკინა სხვადასხვა მინერალის სახით მოიპოვება ქვემო ქართლში (ბოლნისი), სვანეთში (ტვიბრიში) და ზემო რაჭის (ღები) მიდამოებში.

გამოიყენეთ პერიოდულობის ცხრილი და უპასუხეთ კითხვებს:

ა) ერთ-ერთი გავრცელებული მინერალია რკინის ჟანგბადთან ნაერთი (ჰემატიტი), რომელშიც რკინის ვალენტობა არის სამი. შეადგინეთ ამ ნაერთის ფორმულა და გამოთვალეთ მისი ფარდობითი მოლეკულური მასა.

ბ) რკინა ჟანგბადთან სხვა ნაერთებსაც წარმოქმნის. ერთ-ერთში მისი ვალენტობა ორის ტოლია. შეადგინეთ ამ ნაერთის ფორმულა და გამოთვალეთ მისი ფარდობითი მოლეკულური მასა.



ჰემატიტი



პირიტი - „ოქროს მატყუარა“



მაგნეტიტი (მაგნიტური რკინაქვა)



სიდერიტი

გ) შავი ზღვის სანაპირო ზოლის ქვიშა დიდი რაოდენობით შეიცავს მინერალ მაგნეტიტს (აქედანაა მისი ცნობილი სამკურნალო მაგნიტური თვისებები). შეადგინეთ ამ ნივთიერების ფორმულა, თუ ცნობილია, რომ ის შეიცავს მხოლოდ რკინასა და ჟანგბადს, მისი ფარდობითი მოლეკულური მასაა 232 და მასში ჟანგბადის 4 ატომია.

დ) კიდევ ერთი მინერალი (სიდერიტი) შეიცავს სამ ელემენტს: რკინას, ჟანგბადსა და უცნობ ელემენტს. დაადგინეთ, რომელია უცნობი ელემენტი X, თუ ცნობილია, რომ ამ ნივთიერების ფორმულაა $FeXO_3$, ხოლო ფარდობითი მოლეკულური მასაა 116.

ე) რკინის შემცველი კიდევ ერთი მინერალია პირიტი, რომელსაც ასევე „ოქროს მატყუარას“ უწოდებენ მისი ფერისა და მბზინვარების გამო. ეს ნივთიერება შეიცავს რკინის 1 ატომსა და გოგირდის 2 ატომს. დაწერეთ ამ ნივთიერების ფორმულა და გამოთვალეთ მისი ფარდობითი მოლეკულური მასა. როგორ ფიქრობთ, რომელი ფიზიკური თვისების საშუალებით შეიძლება ეს მინერალი გავარჩიოთ ოქროსგან?

ატომები ძალზე მცირე მასის ნაწილაკებია, რის გამოც პრაქტიკული გამოთვლებისთვის მეცნიერები იყენებენ არა მათ აბსოლუტურ, არამედ ფარდობით ატომურ მასას (A_r). ფარდობითი ატომური მასა გვიჩვენებს, რამდენჯერ აღემატება მოცემული ატომის მასა სტანდარტულ ერთეულად მიჩნეულ ნახშირბადის ატომის მასის 1/12 ნაწილს. ამ სიდიდის გამოყენებით შეგვიძლია გამოვთვალოთ ნაერთების ფარდობითი მოლეკულური მასები (M_r), რომლებიც მოლეკულაში შემავალი ატომების ფარდობით ატომურ მასათა ჯამს წარმოადგენს.

საშინაო დავალება

1. გამოთვალეთ მოცემული ნივთიერებების ფარდობითი მოლეკულური მასა:

ა) CO_2 ბ) $AlCl_3$ გ) HNO_3 დ) $Fe(OH)_3$ ე) $CuSO_4$ ვ) $Al_2(SO_4)_3$ ზ) $Cu_2(OH)_2CO_3$



2. ლაბორატორიაში ქიმიური რეაქტივის ქილას დაუზიანდა ეტიკეტი. გამოიყენეთ ეტიკეტზე დარჩენილი ინფორმაცია და დაადგინეთ, რომელი ნივთიერება იყო ქილაში, თუ ცნობილია, რომ მისი ფორმულაა XSO_4.

3. გოგირდი ჟანგბადთან წარმოქმნის ორ ნაერთს. მათი ფორმულებია SO_x და SO_y. დაადგინეთ თითოეული ნაერთის ფორმულა, თუ ცნობილია, რომ მათი მოლეკულური მასები შესაბამისად არის 64 და 80.

4. გამოთვალეთ ნახშირბადის რამდენ ატომს ექნება ისეთივე მასა, როგორიც აქვს შემდეგი ნივთიერებების თითო მოლეკულას:

ა) C_5H_{12} ბ) CH_3COOH გ) $C_6H_{12}O_6$

5. განსაზღვრეთ, რომელი უფრო მძიმეა:

ა) $CuSO_4$ თუ $FeSO_4$ ბ) $CaSO_3$ თუ $CaSO_4$ გ) $CaSO_3$ თუ $CaCO_3$

დ) $(NH_4)_2S$ თუ NH_4Cl ე) $Ca_3(PO_4)_2$ თუ $Al_2(SO_4)_3$

6. შეადგინეთ შემდეგი ელემენტების ჟანგბადთან ნაერთის ფორმულები და გამოთვალეთ მათი ფარდობითი მოლეკულური მასები (ფრჩხილებში მითითებულია ნაერთში ელემენტის ვალენტობა):

ა) ფოსფორ(III)-ის ბ) ფოსფორ(V)-ის გ) სპილენძ(I)-ის
დ) ტყვია(IV)-ის ე) დარიშხან(V)-ის ვ) ქლორ(VII)-ის

7. ქრომი ცვალებადვალენტიანი ელემენტია და ჟანგბადთან წარმოქმნის სამ ნაერთს, რომლებშიც ამჟღავნებს ვალენტობას – II, III და VI. შეადგინეთ ამ ნივთიერებების ფორმულები და გამოთვალეთ მათი ფარდობითი მოლეკულური მასები.

1.14. ნაერთის რაოდენობრივი შედგენილობა

რას ვისწავლით, როგორ გამოვიყენებთ

- გაიგებთ, როგორ გამოისახება ნაერთში ატომთა რაოდენობრივი და მასური თანაფარდობა;
- აღწერთ შედგენილობის მუდმივობის კანონს;
- გამოიყენებთ მიღებულ ცოდნას ყოველდღიურ ცხოვრებაში, რათა არსებული ნივთიერებების ქიმიური შედგენილობა გააანალიზოთ.

სუფთა ნივთიერებას აქვს მუდმივი შედგენილობა – რას ნიშნავს ეს? გავიხსენოთ თქვენთვის კარგად ნაცნობი ნივთიერება – წყალი, რომლის ქიმიური ფორმულაც არის H_2O. ეს შედგენილობა მუდმივია ყოველთვის, იმის მიუხედავად, თუ რა გზით მიიღება წყალი – ლაბორატორიაში წყალბადისა და ჟანგბადის ურთიერთქმედებით, თუ მდინარის წყლის გასუფთავებით. ის ყოველთვის შეიცავს წყალბადის 2 ატომსა და ჟანგბადის 1 ატომს, ანუ წყალში ატომთა რაოდენობრივი თანაფარდობაა:

$$n(H):n(O)=2:1$$

იგივე შეიძლება ითქვას სხვა ნივთიერებებზე. მაგალითად, ნახშირორჟანგი – CO_2, მიღებული ვულკანური აირებისაგან თუ გამოყოფილი სუნთქვის პროცესში – ყოველთვის შედგება ნახშირბადის 1 ატომისა და ჟანგბადის 2 ატომისგან:

$$n(C):n(O)=1:2$$



სურათი 39. სხვადასხვა პროცესის დროს ნახშირორჟანგის გამოყოფა

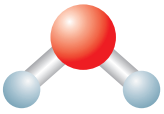
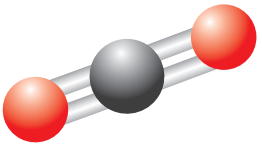
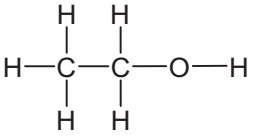
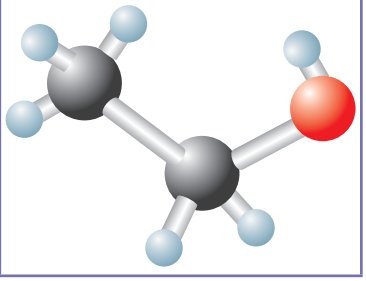
ნაერთში ატომები ქიმიურად არის დაკავშირებული და მათი თანაფარდობა მკაცრად განსაზღვრულია.

განვიხილოთ კიდევ ერთი მაგალითი: ეთილის სპირტის ქიმიური ფორმულაა C_2H_5OH. ეს ნივთიერება შეიცავს ნახშირბადის 2 ატომს, წყალბადის 6 ატომსა და ჟანგბადის 1 ატომს. ამ ნივთიერებაში ატომთა რაოდენობრივი თანაფარდობა იქნება:

$$n(C):n(H):n(O)=2:6:1$$

ეთილის სპირტი ასევე ცნობილია, როგორც ღვინის სპირტი, რომელიც ყურძნის წვენის დაღვინების პროცესში მიიღება.

როგორც უკვე ვიცით, ნაერთის შედგენილობას გამოსახავენ სტრუქტურული ფორმულით, რომელიც ატომების ერთმანეთთან დაკავშირების თანმიმდევრობას აჩვენებს. სტრუქტურულ ფორმულაში თითოეული ხაზი გვიჩვენებს მოცემული ელემენტის ვალენტობას. მაგალითად, ეთილის სპირტის სტრუქტურული ფორმულიდან ჩანს, რომ ნახშირბადის თითოეული ატომი არის ოთხვალენტიანი, წყალბადის თითოეული ატომი – ერთვალენტიანი და ჟანგბადი კი ორი სავალენტო ხაზით უკავშირდება ნახშირბადსა და წყალბადს.

ნივთიერება	ქიმიური ფორმულა	სტრუქტურული ფორმულა	ბურთულ-ღეროვანი მოდელი
წყალი	H_2O	H—O—H	
ნახშირორჟანგი	CO_2	O═C═O	
ეთილის სპირტი	C_2H_5OH		

ახალი ტერმინები:

- რაოდენობრივი თანაფარდობა
- მასური თანაფარდობა
- მუდმივი შედგენილობა

ნივთიერების შედგენილობის რაოდენობრივი გამოსახვისთვის ასევე იყენებენ მასურ თანაფარდობას. ეს საშუალებას გვაძლევს, გამოვთვალოთ, რა მასური თანაფარდობით უკავშირდება ნაერთში ელემენტთა ატომები ერთმანეთს. მასური თანაფარდობის განსაზღვრისთვის უნდა გამოვიყენოთ ელემენტთა ფარდობითი ატომური მასების მნიშვნელობები, მაგალითად, განვიხილოთ ისევ წყალი – H_2O:

პერიოდულობის ცხრილში $A_r(H) = 1$-სა და $A_r(O) = 16$-ს, რადგან ნაერთში არის ორი ატომი წყალბადი, ამიტომ შეგვიძლია ჩავწეროთ:

$$m(H) : m(O) = [2 \cdot A_r(H)] : [A_r(O)] = 2 : 16 = 1 : 8$$



სურათი 40. ჯოზეფ პრუსტი (1754-1826)

ეს თანაფარდობა წყლისთვის მუდმივია და გვიჩვენებს, რომ ყოველი 1 გრამი წყალბადი იერთებს 8 გრამ ჟანგბადს.

ანალოგიურად, შეიძლება აჩვენოთ, რომ ნახშირორჟანგისთვის (CO_2):

$$m(C) : m(O) = [A_r(C)] : [2 \cdot A_r(O)] = 12 : 32 = 3 : 8$$

ეს თანაფარდობა გვიჩვენებს, რომ ყოველი 3 გრამი ნახშირბადი იერთებს 8 გრამ ჟანგბადს ნახშირორჟანგის წარმოქმნის პროცესში. სხვა თანაფარდობის შემთხვევაში, მიღებული ნივთიერება ნახშირორჟანგი აღარ იქნება. ეს მასური თანაფარდობა ვლინდება ნებისმიერ შემთხვევაში, სადაც გვხვდება ნახშირორჟანგი, იქნება ეს გაზიან სასმელში თუ ამოსუნთქულ ჰაერში არსებული CO_2-ის შემთხვევაში.

ზემოთ ნახსენებ ეთილის სპირტში (C_2H_5OH) ატომები ერთმანეთს უერთდება შემდეგი მასური თანაფარდობით:

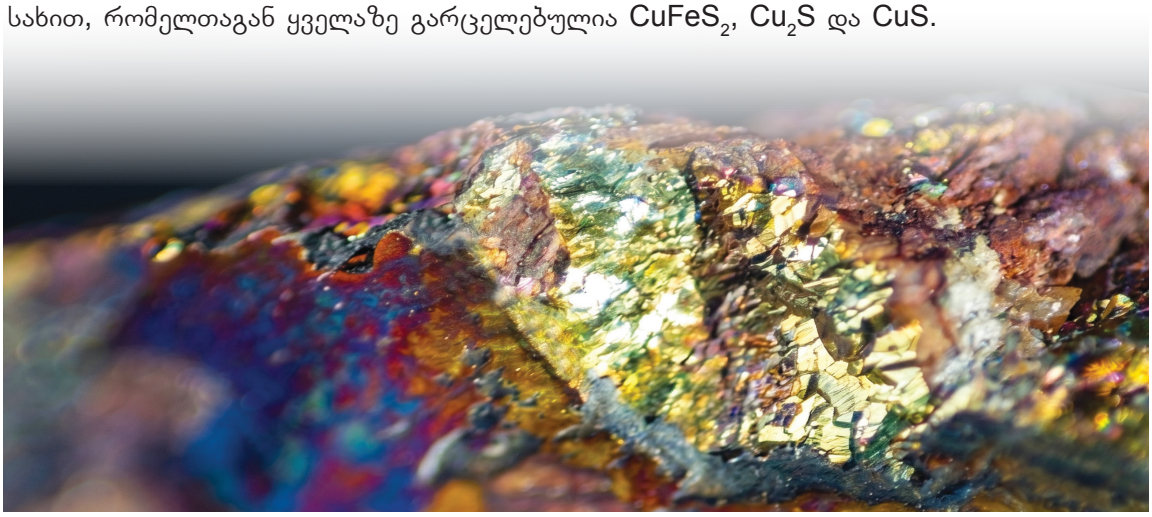
$$m(C) : m(H) : m(O) = 24 : 6 : 16 = 12 : 3 : 8$$

ახლა კი შეგვიძლია ვუპასუხოთ კითხვას, თუ რას ნიშნავს, რომ სუფთა ნივთიერებას მუდმივი შედგენილობა აქვს.

1799 წელს ფრანგმა ქიმიკოსმა ჯოზეფ პრუსტმა ექსპერიმენტების საფუძველზე დაადგინა, რომ წყალში წყალბადი და ჟანგბადი ყოველთვის უკავშირდება ერთმანეთს მასური თანაფარდობით 1 : 8. მან ასევე შეისწავლა სხვა ნივთიერებები და აღმოაჩინა, რომ ნაერთის შემადგენელი ელემენტები ერთმანეთს უერთდება განსაზღვრული პროპორციებით (მასის მიხედვით). ეს პრინციპი ცნობილია შედგენილობის მუდმივობის კანონის სახელწოდებით – ყოველ ქიმიურად სუფთა ნივთიერებას აქვს მუდმივი შედგენილობა, მიუხედავად მისი მიღების ხერხებისა.

საკლასო აქტივობა

სპილენძი მოწითალო ფერის ნივთიერებაა, კარგი ელექტროგამტარია და გამოიყენება სადენების დასამზადებლად. ბუნებაში ძირითადად გვხვდება სხვადასხვა ნაერთის სახით, რომელთაგან ყველაზე გარცელებულია $CuFeS_2$, Cu_2S და CuS.



საქართველოში სპილენძი გვხვდება მინერალ ქალკოპირიტის სახით მადნეულის საბადოში (ბოლნისი, დაბა კაზრეთი). მისი ქიმიური ფორმულაა – $CuFeS_2$

ა) განსაზღვრეთ ელემენტის ატომთა რაოდენობრივი თანაფარდობა და მასური თანაფარდობა $CuFeS_2$-ში.

ბ) განსაზღვრეთ სპილენძის ვალენტობა Cu_2S-სა და CuS-ში, თუ ცნობილია, რომ გოგირდი ამ ნაერთებში ორვალენტიანია.

გ) ქიმიკოსმა სამ სხვადასხვა ნიმუშში განსაზღვრა სპილენძის (Cu) გოგირდთან (S) ნაერთის შედგენილობა და მათი მასების თანაფარდობა. ჩატარებული ექსპერიმენტის საფუძველზე მან შეადგინა ცხრილი, რომელიც ქვემოთაა მოცემული.

- ცხრილი გადაიტანეთ სამუშაო რვეულში და შეავსეთ ცარიელი უჯრები;
- მიღებული შედეგები შეადარეთ ერთმანეთს;
- ქიმიის რომელ კანონს ხსნის მოცემული ექსპერიმენტი? პასუხი დაასაბუთეთ;

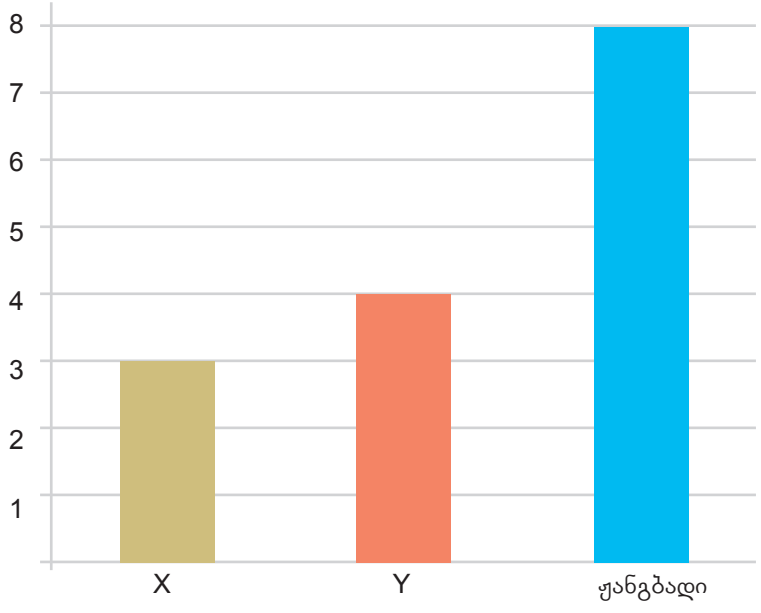
ნიმუში	ნიმუშის მასა, გ	სპილენძის მასა, გ, m(Cu)	გოგირდის მასა, გ, m(S)	თანაფარდობა m(Cu) / m(S)
1	5.01	3.34	1.67	
2	10.02	6.68	3.34	
3	99.6	66.4	33.2	

- როგორ ფიქრობთ, რა არის ამ ნაერთის ფორმულა? პასუხი დაასაბუთეთ გამოთვლებით.

სუფთა ნივთიერებას აქვს მუდმივი შედგენილობა. ნივთიერების შედგენილობა შეიძლება გამოვსახოთ ატომთა რაოდენობრივი თანაფარდობითა და ატომთა მასური თანაფარდობით. შედგენილობის მუდმივობის კანონის მიხედვით, ყოველ ქიმიურად სუფთა ნივთიერებას აქვს მუდმივი შედგენილობა, მიუხედავად მისი მიღების ხერხებისა.

საშინაო დავალება

1. მოცემული გაქვთ სამი ნივთიერება: აზოტმჟავა (HNO_3), ალუმინის ოქსიდი (Al_2O_3) და გლუკოზა ($C_6H_{12}O_6$).
   ა) თითოეულ ნივთიერებაში გამოთვალეთ ელემენტთა ატომების რაოდენობრივი თანაფარდობა;
   ბ) თითოეულ ნივთიერებაში განსაზღვრეთ ელემენტთა მასური თანაფარდობა.
2. თქვენ უკვე გაეცანით, რომ წყლის წარმოქმნის პროცესში ყოველი 1 გრამი წყალბადი იერთებს 8 გრამ ჟანგბადს.
   ა) რამდენ გრამ ჟანგბადს შეიერთებს 4 გრამი წყალბადი?
   ბ) როგორ ფიქრობთ, რა მოხდება, თუ 2 გრამ წყალბადს 18 გრამ ჟანგბადს შევურევთ?
3. უცნობ ნაერთში, რომელიც შეიცავს ორ ელემენტს – ნახშირბადსა და წყალბადს, ატომთა რაოდენობრივი თანაფარდობაა n(C) : n(H) = 1:1. დაადგინეთ ამ ნივთიერების ფორმულა, თუ ცნობილია, რომ მისი მოლეკულური მასაა 78.
4. მეცნიერმა იპოვა უცნობი მინერალი. ლაბორატორიაში გამოიკვლია მისი შედგენილობა და ანალიზის შედეგები გამოსახა სვეტოვან დიაგრამაზე.
   დიაგრამაზე ნაჩვენებია უცნობ ნივთიერებაში ელემენტ X-ის, ელემენტ Y-ისა და ელემენტ ჟანგბადის მასების თანაფარდობა.
   ჩამოთვლილი ნივთიერებებიდან რომელი ნივთიერების შედგენილობას ასახავს ეს დიაგრამა?
   ა) $MgCO_3$ ბ) $CaCO_3$ გ) $MgSO_4$ დ) $CaSO_4$



1.15. მასური წილი

რას ვისწავლით, როგორ გამოვიყენებთ

- გაიგებთ, როგორ გამოითვლება ელემენტის მასური წილი ნაერთში;
- გაიაზრებთ, როგორ შეიძლება ერთი და იგივე ელემენტი სხვადასხვა ნაერთში განსხვავებული შემცველობით იყოს წარმოდგენილი;
- გამოიყენებთ მიღებულ ცოდნას ნივთიერების შემადგენელი კომპონენტების შემცველობის განსაზღვრისთვის.

თქვენ უკვე გაეცანით ნივთიერების შედგენილობის გამოსახვას რაოდენობრივი და მასური თანაფარდობის გამოყენებით.

ალბათ გაგიჩნდათ კითხვა – რაში გვჭირდება „ქიმიური მათემატიკა“?

ცნობილია, რომ მცენარეებს ზრდა-განვითარებისთვის სხვადასხვა ელემენტი განსხვავებული რაოდენობით ესაჭიროება. თუ ნიადაგი გამოფიტულია, საჭიროა მისი ხელოვნურად შევსება. სასუქები შეიცავს საჭირო ელემენტებს და მცენარეს სასუქს უმატებენ ისეთი რაოდენობით, რომელიც მის განვითარებას სჭირდება.

მაგალითად, თუ მცენარეს აზოტი სჭირდება, უნდა შეარჩიოთ სასუქი, რომელიც აზოტს საჭირო რაოდენობით შეიცავს. ქალაქ რუსთავში, აზოტის ქარხანაში მაღალი ხარისხის აზოტოვანი სასუქები იწარმოება და მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში გადის ექსპორტზე.



მაღაზიაში შემოგთავაზეს აზოტშემცველი ორი სასუქი: ამონიუმის გვარჯილა, რომლის ქიმიური ფორმულაა – NH_4NO_3 და შარდოვანა – $CO(NH_2)_2$.

ორივე მათგანი თეთრი კრისტალური ფხვნილია და ორივე შეიცავს აზოტს.

როგორ გავიგებთ, რომელ მათგანშია აზოტის შემცველობა „უფრო მეტი“? საკმარისია თუ არა ამისთვის მხოლოდ ფორმულის ცოდნა?

ამ კითხვებზე პასუხის გასაცემად გვჭირდება ელემენტის მასური წილის ცოდნა, რომელიც გვიჩვენებს ნაერთში ქიმიური ელემენტის შემცველობას მასის მიხედვით. ის გამოისახება წილადით/ათწილადით (ω) ან პროცენტებით (ω%).

ნაერთში თითოეული ელემენტის შემცველობა მასის მიხედვით შეგვიძლია ვიანგარიშოთ ფორმულით:

$$\omega = \frac{n \cdot A_r}{M_r} \qquad \text{ან} \qquad \omega\% = \frac{n \cdot A_r}{M_r} \cdot 100\%$$

რომელშიც ω არის ნაერთში ელემენტის მასური წილი;

n – ნაერთში ელემენტის ატომთა რაოდენობა (ინდექსი);

A_r – ამ ელემენტის ფარდობითი ატომური მასა;

M_r – ნაერთის ფარდობითი მოლეკულური მასა.

სანამ მთავარ კითხვას ვუპასუხებთ, განვიხილოთ მარტივი მაგალითი:

გამოვთვალოთ თითოეული ელემენტის მასური წილი ნაერთში, რომლის ქიმიური ფორმულაა SO_3.

პირველ რიგში, ვანგარიშობთ ნაერთის ფარდობით მოლეკულურ მასას:

$$M_r(SO_3) = A_r(S) + 3 \cdot A_r(O) = 32 + 3 \cdot 16 = 80$$

შემდეგ მონაცემები შეგვაქვს ზემოთ მოცემულ ფორმულაში და ვანგარიშობთ თითოეული ელემენტის მასურ წილს:

$$\omega(S) = \frac{A_r(S)}{M_r(SO_3)} = \frac{32}{80} = 0.4$$

$$\omega(O) = \frac{3 \cdot A_r(O)}{M_r(SO_3)} = \frac{3 \cdot 16}{80} = 0.6$$

მასური წილიდან ადვილად გამოითვლება ნაერთში ელემენტის პროცენტული შემცველობა (ω%). ამისთვის მასური წილი უნდა გამრავლდეს 100%-ზე:

$$\omega(S)\% = 0.4 \cdot 100\% = 40\%$$

$$\omega(O)\% = 0.6 \cdot 100\% = 60\%$$

რადგან გამოთვლის ძირითად პრინციპს უკვე გაეცანით, დავუბრუნდეთ საწყის მაგალითს და გამოვთვალოთ თითოეულ სასუქში აზოტის მასური წილი (ω%).

ამონიუმის გვარჯილა – NH_4NO_3	შარდოვანა – $CO(NH_2)_2$.
გამოვთვალოთ თითოეული ნაერთის ფარდობითი მოლეკულური მასა	
$M_r(NH_4NO_3) = 2\cdot14 + 4\cdot1 + 3\cdot16 = 80$	$M_r(CO(NH_2)_2) = 12 + 16 + 2\cdot14 + 4\cdot1 = 60$
გამოვთვალოთ აზოტის მასური წილი (ω%) თითოეულ ნაერთში	
$\omega(N)\% = \frac{2\cdot A_r(N)}{M_r(NH_4NO_3)}\cdot100\% = \frac{2\cdot14}{80}\cdot100\% = 35.0\%$	$\omega(N)\% = \frac{2\cdot A_r(N)}{M_r(CO(NH_2)_2)}\cdot100\% = \frac{2\cdot14}{60}\cdot100\% = 46.7\%$

გამოთვლებიდან ჩანს, ნაერთის 100 გრამიდან რამდენი გრამია ჩვენთვის საინტერესო ელემენტი. მაგალითად, თუ ნიადაგში შევიტანთ 100 გ შარდოვანას, ნიადაგი მიიღებს 46.7 გ აზოტს, ხოლო მასის დანარჩენი ნაწილი (53.3 გ) სხვა ელემენტებია (ნახშირბადი, წყალბადი, ჟანგბადი). ხოლო თუ ნიადაგში შევიტანთ 100 გ ამონიუმის გვარჯილას, მაშინ ის მიიღებს 35.0 გ აზოტს, ხოლო მასის დანარჩენი ნაწილი (65.0) სხვა ელემენტებია (წყალბადი და ჟანგბადი).

ელემენტის მასური წილის ცოდნა არა მხოლოდ ქიმიკოსებისთვის ან ფერმერებისთვის არის მნიშვნელოვანი. მაგალითად, ექიმები ამ გათვლებს იყენებენ იმის დასადგენად, თუ რა პროცენტული რაოდენობით შეიცავს ესა თუ ის მედიკამენტი ორგანიზმისთვის აუცილებელ ზოგიერთ ელემენტს. ეს მათ საშუალებას აძლევს, მკურნალობის პროცესში ზუსტად განსაზღვრონ მედიკამენტის დოზა, რათა მკურნალობა პაციენტისთვის ეფექტური და უსაფრთხო იყოს.

გახსოვდეთ, რომ ნაერთში ელემენტების მასური წილი **მუდმივია** და შედგენილობის მუდმივობის კანონი განსაზღვრავს.

საკლასო აქტივობა

რკინის დეფიციტის (ანემიის) სამკურნალოდ მედიცინაში სხვადასხვა მედიკამენტს იყენებენ. ექიმები პაციენტისთვის რკინის პრეპარატს არჩევენ იმის მიხედვით, თუ რამდენია „სუფთა რკინის“ შემცველობა მოცემულ ნაერთში.

მოცემული გაქვთ რკინის შემცველი სამი მედიკამენტი, რომლებიც რკინას შეიცავს სხვადასხვა ნივთიერების სახით:

A – $FeSO_4$ B – $FeC_4H_2O_4$ C – $FeC_{12}H_{22}O_{14}$

გამოიყენეთ პერიოდულობის ცხრილი და უპასუხეთ კითხვებს:

ა) გამოთვალეთ A, B და C ნივთიერებების ფარდობითი მოლეკულური მასები;

ბ) გამოთვალეთ A ნივთიერებაში თითოეული ელემენტის მასური წილი (ω%);

გ) გამოთვალეთ B და C ნივთიერებებში რკინის მასური წილი (ω%);

დ) რომელი მედიკამენტი უნდა დაუნიშნოს ექიმმა პაციენტს, რომ 100 მილიგრამიანი აბის მიღების შემთხვევაში ყველაზე მეტი „სუფთა რკინა“ მიიღოს?

ე) პაციენტს დღეში ესაჭიროება 112 მგ „სუფთა რკინა“. რამდენი მილიგრამი A ნივთიერება უნდა მიიღოს მან, რომ ორგანიზმმა შეივსოს რკინის დღიური ნორმა?

ელემენტის მასური წილი ნაერთში გვიჩვენებს ქიმიური ელემენტის შემცველობას მასის მიხედვით. ის გამოისახება წილადით/ათწილადით (ω) ან პროცენტებით (ω%). ელემენტების მასური წილი მუდმივია და მას ბუნების კანონი (შედგენილობის მუდმივობის კანონი) განსაზღვრავს.

საშინაო დავალება

1. გამოთვალეთ თითოეული ელემენტის მასური წილი ქვემოთ მოცემულ ნაერთებში:
   ა) $KHCO_3$ ბ) CH_3COOH გ) $Al(NO_3)_3$ დ) $Ba_3(PO_4)_2$
2. C ვიტამინი, იგივე ასკორბინის მჟავა, აუცილებელია იმუნური სისტემის გაძლიერებისა და ორგანიზმის სიჯანსაღისთვის. მისი ქიმიური ფორმულაა – $C_6H_8O_6$.
   ა) გამოთვალეთ C ვიტამინის ფარდობითი მოლეკულური მასა;
   ბ) გამოთვალეთ თითოეული ელემენტის მასური წილი C ვიტამინში;
   გ) C ვიტამინის ერთი აბის მასაა 500 მგ. გამოთვალეთ, რამდენ მილიგრამ ნახშირბადს შეიცავს 2 აბი C ვიტამინი?
3. ადამიანის ორგანიზმი რთული ქიმიური სისტემაა, რომელიც 25-დან 30-მდე ელემენტს შეიცავს. კალციუმი ადამიანის ორგანიზმში ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი ელემენტია. ის სხვადასხვა ქსოვილში სხვადასხვა ნაერთის სახით გვხვდება.
   ა) ძვლების შემადგენლობაში კალციუმი ძირითადად ჰიდროქსოაპატიტის სახით შედის, რომლის ქიმიური ფორმულაა $Ca_5(PO_4)_3OH$. გამოთვალეთ ამ ნაერთში კალციუმის მასური წილი;
   ბ) კბილის ემალის ძირითადი კომპონენტია ფთორირებული აპატიტი, რომლის ფორმულაა $Ca_5(PO_4)_3F$. გამოთვალეთ ამ ნაერთში კალციუმისა და ფთორის მასური წილები;
   გ) ცნობილია, რომ რძის პროდუქტები კალციუმის წყაროა. ის შეიძლება სხვადასხვა ფორმით შეგვხვდეს, თუმცა ძირითადად კალციუმის ლაქტატის სახითაა წარმოდგენილი – $C_6H_{10}CaO_6$. გამოთვალეთ, რამდენ გრამ კალციუმს მიიღებს ორგანიზმი, თუ მოსწავლე მიირთმევს 100 გ ხაჭოს, რომელშიც კალციუმის ლაქტატის შემცველობაა 1 გ;
   დ) ექიმები კალციუმის დეფიციტის დროს სხვადასხვა პრეპარატს ნიშნავენ. ყველაზე ხშირად გამოიყენება $CaCO_3$ (კალციუმის კარბონატი) და $C_{12}H_{22}CaO_{14}$ (კალციუმის გლუკონატი). თუ პაციენტს დღეში 500 მგ „სუფთა კალციუმი“ სჭირდება, თითოეული პრეპარატის რამდენი მილიგრამი უნდა მიიღოს?

თემა 1. ნივთიერება და ნარევი

თავი 2. ნარევები ჩვენ ირგვლივ

ამ თავში შეისწავლით:

- ნარევების შედგენილობასა და თვისებებს
- ნარევების კლასიფიკაციას
- ნარევების დაყოფის ხერხებს



2.1. ნარევი

რას ვისწავლით, როგორ გამოვიყენებთ

- გაიგებთ, რა განსხვავებაა სუფთა ნივთიერებასა და ნარევს შორის;
- განასხვავებთ ერთგვაროვან და არაერთგვაროვან ნარევებს;
- გამოიყენებთ ნარევების შედგენილობის შესახებ ცოდნას განსხვავებული თვისებების მქონე ნარევების დასამზადებლად.

ბუნებაში სუფთა ნივთიერება იშვიათად არსებობს. ჩვენ გარშემო ნივთიერებათა უმრავლესობა ნარევის სახით არის წარმოდგენილი. მაგალითად: ზღვის წყალი, ჰაერი, სისხლი, ფოლადი – სხვადასხვა ნივთიერების ნარევს წარმოადგენს.

2.1.1. ნარევის შედგენილობა და თვისებები

როცა შაქრიან ჩაის მიირთმევთ, გრძნობთ მასში შაქრის ტკბილ გემოს. თუ მარილიან წყალს თავღია ჭურჭელში დატოვებთ, რამდენიმე დღეში ჭურჭლის კედლებზე მარილის კრისტალებს შენიშნავთ. ფოლადის ნივთები მაგნიტით ისევე მიიზიდება, როგორც რკინა.

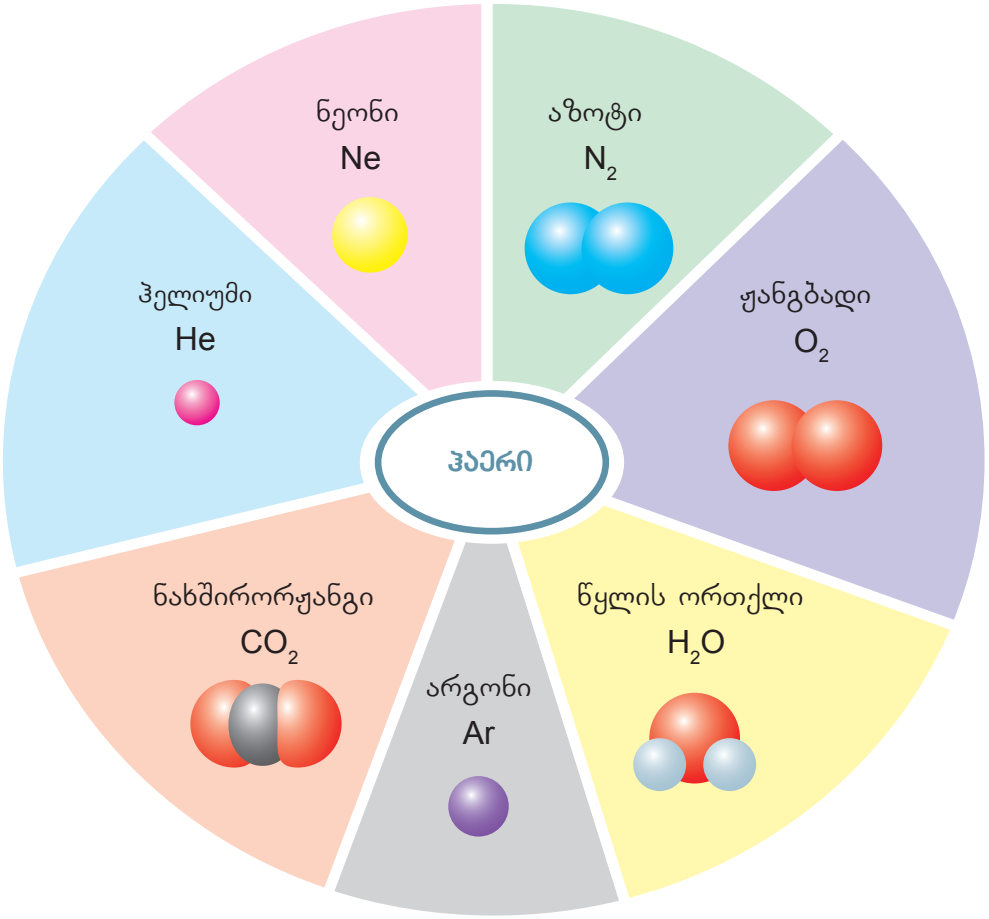
განხილული მაგალითები ადასტურებს, რომ შაქრიანი ჩაი, მარილიანი წყალი და ფოლადი არა სუფთა ნივთიერებები, არამედ ნარევებია, რომლებშიც კომპონენტებს შენარჩუნებული აქვს ინდივიდუალური თვისებები. შაქარი ინარჩუნებს სიტკბოს, ხოლო ფოლადში შემავალი რკინა კი – მაგნიტურ თვისებებს.



სურათი 41. ჩაის ნაყენი სხვადასხვა ნივთიერების ნარევია



სურათი 42. მარილის გამოკრისტალება

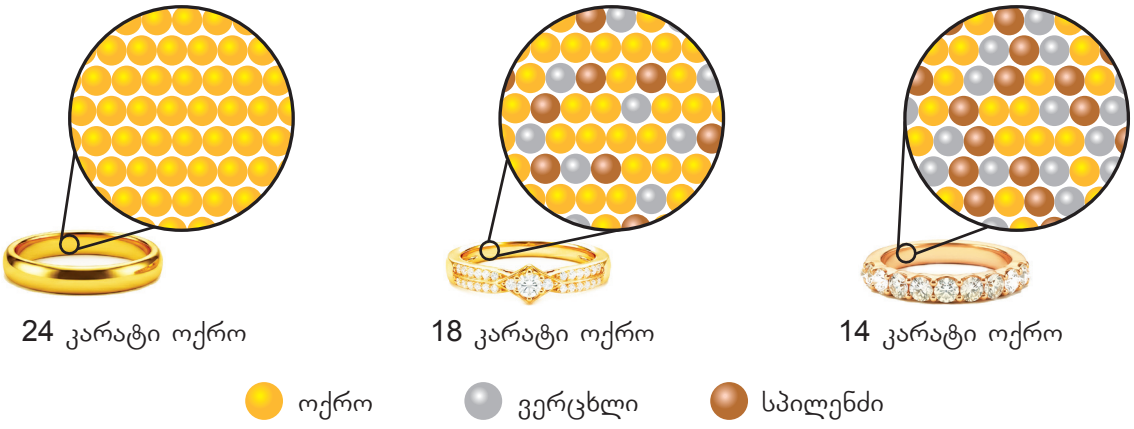


ნახაზი 43. ჰაერი სხვადასხვა აირადი ნივთიერების ნარევს წარმოადგენს.

ჩვენ გარშემო არსებული ჰაერი მარტივი და რთული ნივთიერებების ნარევს წარმოადგენს (ნახაზი 43). მისი შემადგენლობა გარკვეულწილად ცვალებადია და დამოკიდებულია გეოგრაფიულ მდებარეობასა და მეტეოროლოგიურ პირობებზე. მაგალითად, უდაბნოს ჰაერში წყლის ორთქლის შემცველობა გაცილებით დაბალია ზღვისპირა რეგიონების ჰაერთან შედარებით.

ყოველდღიურ ცხოვრებაში სუფთა ნივთიერებები იშვიათად გვხვდება. მაგალითად, საოჯახო ნივთები, სამშენებლო მასალები, სამკაულები, კოსმეტიკური საშუალებები, გამაგრილებელი სასმელები და ა.შ. სხვადასხვა ნივთიერების ნარევს წარმოადგენს.

მეტალების ნარევს შენადნობები ეწოდება. ოქროს სამკაულები ძირითადად მეტალების ნარევია, რომელიც ოქროს, სპილენძისა და ვერცხლის შენადნობს წარმოადენს. შესაძლებელია ამ ნარევებში ერთი და იგივე კომპონენტები სხვადასხვა თანაფარდობით იყოს, რაც მის შეფერილობას განსაზღვრავს, ხოლო ოქროს შემცველობით დგინდება ნიმუშის სინჯი (სურათი 44). ნარევის შემადგენლობა ცვალებადია, განსხვავებით ნაერთისგან, რომელსაც მუდმივი შედგენილობა აქვს.



სურათი 44. 24 კარატი ნიშნავს, რომ ის სუფთა ოქროა და მასში ოქროს შემცველობა 100%-ია.; 18 კარატი – 18 წილი ოქრო და 6 წილი სხვა მეტალებია, ანუ 75%-იანი ოქროა; 14 კარატი - 14 წილი ოქრო და 10 წილი სხვა მეტალები, ანუ 58.5% ოქრო. სწორედ ამას აჩვენებს სინჯები ოქროს სამკაულებზე.

გამოყენების თვალსაზრისით ერთ-ერთი ყველაზე გავრცელებული შენადნობია ფოლადი, რომელიც ძირითადად რკინისა და მცირე რაოდენობით ნახშირბადისგან შედგება. ხშირ შემთხვევაში ფოლადს უმატებენ სხვა ნივთიერებებს, რაც მის თვისებებს ცვლის. მაგალითად, ქრომის დამატება ფოლადს ანიჭებს გამძლეობას და ნაკლებად იჟანგება.



სურათი 45. ღრუბლიანი კარიბჭე, აშშ. დამზადებულია უჟანგავი ფოლადისგან.

თუ ფოლადში ნახშირბადის მასური წილი დაახლოებით 0.2%-ია, ასეთი ფოლადი მეტად პლასტიკური და ჭედადია (სურათი 46). მისგან ამზადებენ: ლურსმნებს, ჭანჭიკებს, მილებს, თუნუქის ქილებს და სხვა.



სურათი 46. პლასტიკური და ჭედადი ფოლადი. 0.2% ნახშირბადი.

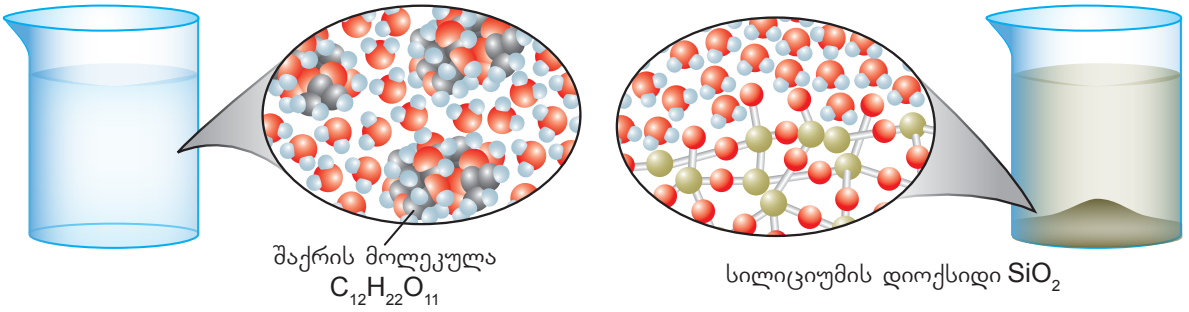
იმ შემთხვევაში, თუ ნახშირბადის შემცველობა 1%-ამდე გაიზრდება, მიიღება მაგარი და მტკიცე ფოლადი, რომელიც საბურღი დაზგებისა და სამშენებლო არმატურის დასამზადებლად გამოიყენება (სურათი 47).



სურათი 47. მაგარი და მტკიცე ფოლადი. 1% ნახშირბადი.

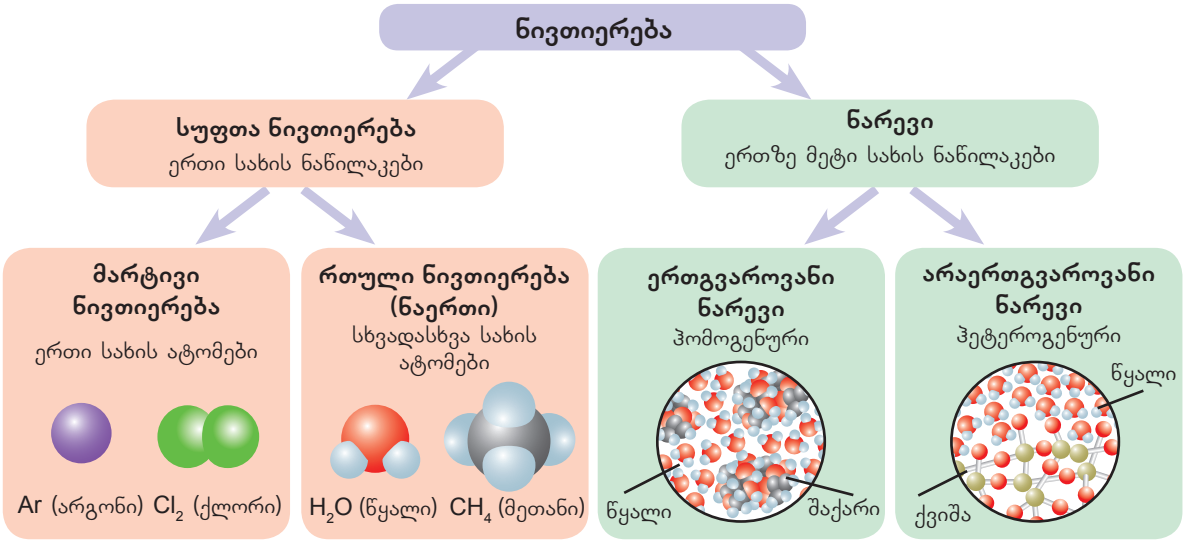
2.1.2. ნარევების კლასიფიკაცია

ნარევები შეიძლება იყოს, როგორც ერთგვაროვანი (ჰომოგენური) ასევე – არაერთგვაროვანი (ჰეტეროგენური). არაერთგვაროვან ნარევში შემადგენელი კომპონენტების გარჩევა ადვილია, მაშინ, როცა ერთგვაროვან ნარევში შემადგენელი კომპონენტები შეუძლებელია შეუიარაღებელი თვალით გავარჩიოთ. მაგალითად, ჰომოგენური ნარევია შაქრის წყალხსნარი, ბენზინი, ჰაერი და სხვა, ჰეტეროგენური ნარევის მაგალითია ქვიშიანი წყალი, რომელიმე მინერალი ან ქანი.



ნახაზი 48. შაქარი სრულად იხსნება წყალში და მიიღება ერთგვაროვანი ნარევი, ხოლო სილიციუმის დიოქსიდი (ქვიშის მთავარი შემადგენელი ნივთიერება) არ იხსნება წყალში და მიიღება არაერთგვაროვანი ნარევი.

უკვე განხილული საკითხების საფუძველზე შეგვიძლია სქემის სახით გამოვსახოთ ნივთიერებათა კლასიფიკაცია.



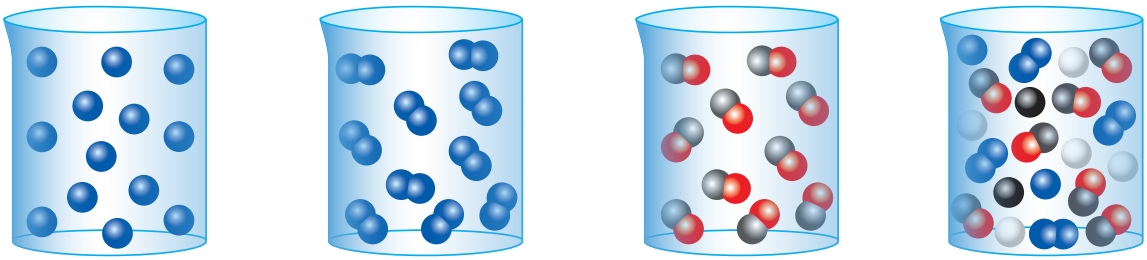
ახალი ტერმინები:

- სუფთა ნივთიერება
- ნარევი
- ერთგვაროვანი ნარევი
- არაერთგვაროვანი ნარევი

როგორც სქემიდან ჩანს, ნივთიერებები ორ დიდ ჯგუფად იყოფა – სუფთა ნივთიერებებად და ნარევებად. სუფთა ნივთიერება შეიძლება იყოს მარტივი, როგორიცაა არგონი (ერთატომიანი აირი) და ქლორი (ორატომიანი აირი), ან – რთული, როგორიცაა წყალი და მეთანი. სუფთა ნივთიერება ყოველთვის შედგება ერთი სახის ნაწილაკებისგან. ნარევი შეიძლება შეიცავდეს მარტივ ნივთიერებებს (ოქროს სამკაული), რთულ ნივთიერებებს (შაქრიანი წყალი) ან როგორც რთულ, ასევე – მარტივ ნივთიერებებს (ჰაერი). ნარევში შემავალი თითოეული კომპონენტი საკუთარ თვისებებს ინარჩუნებს.

საკლასო აქტივობა

დააკვირდით მოცემულ სქემებს და უპასუხეთ კითხვებს:



ა) რომელ სქემაზეა ნაჩვენები ნარევი?

ბ) რომელი სქემა აჩვენებს მხოლოდ მარტივ ნივთიერებას?

გ) რომელ სქემაზე შეიძლება იყოს ნაჩვენები ჟანგბადი?

დ) რომელ სქემაზე შეიძლება იყოს ნაჩვენები არგონი?

ე) რომელ სქემაზეა ნაჩვენები მხოლოდ რთული ნივთიერება?

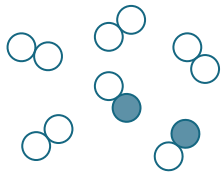
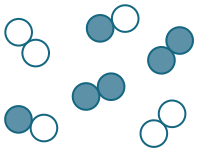
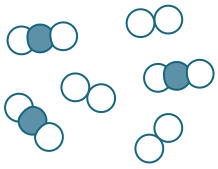
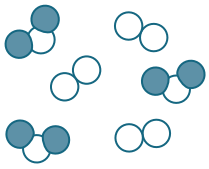
ნივთიერებები იყოფა სუფთა ნივთიერებებად და ნარევებად. სუფთა ნივთიერება შედგება მხოლოდ ერთი სახის ნაწილაკებისაგან. ის შეიძლება იყოს მარტივი ან რთული. ნარევი წარმოადგენს ორი ან მეტი ნივთიერების მექანიკურ ერთობლიობას და მასში ყველა ნივთიერება საკუთარ თვისებებს ინარჩუნებს. ნარევის შემადგენლობა ცვალებადია, განსხვავებით ნაერთისგან, რომელსაც აქვს მუდმივი შედგენილობა. ნარევები შეიძლება იყოს როგორც ერთგვაროვანი, ასევე – არაერთგვაროვანი.

საშინაო დავალება

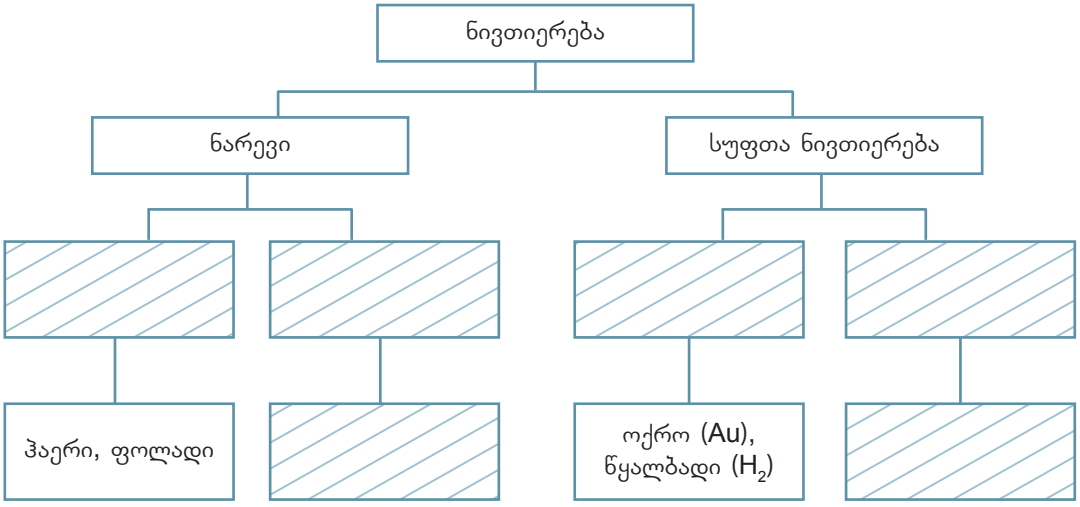
1. დაასახელეთ ნიშნები, რომლის მიხედვითაც ნარევი განსხვავდება სუფთა ნივთიერებისგან.
2. როგორი ნარევია ჰაერი? ახსენით, რატომ არის მისი შედგენილობა ცვალებადი.
3. მოცემული გაქვთ რკინის ნაქლიბისა და გოგირდის ფხვნილის ნარევი.

   ა) როგორ დაასაბუთებთ, რომ იგი ნარევია?

   ბ) თუ რკინასა და გოგირდს შეურევთ მასური თანაფარდობით 7:4-თან და გააცხელებთ, მიიღებთ რკინის სულფიდს (FeS). როგორ დაასაბუთებთ, რომ იგი ნარევი აღარ არის?
4. განმარტეთ, რა არის გამოსახული სურათებზე (თითოეული ფერის ბურთულა ერთი სახის ატომს შეესაბამება). პირველ სურათზე უკვე მოცემულია სწორი პასუხი.

			
ა) ერთი მარტივი და ერთი რთული ნივთიერების ნარევი	ბ)	გ)	დ)

5. გადახაზეთ სქემა და შეავსეთ გამოტოვებული ადგილები:



6. რატომ არ ამზადებენ ნაკეთობებს სუფთა ოქროსგან (24 კარატი) და რატომ ამჯობინებენ მის ნარევს სპილენძსა და ვერცხლთან (მაგალითად, 14 კარატი)?

7. ნისლი არის ჰაერისა და წყლის უმცირესი წვეთების ნარევი, ხოლო კვამლი – ჰაერისა და მყარი ნაწილაკების (ჭვარტლის) ნარევი. როგორი ტიპის არის დასახელებული ნარევები?

8. სუფთა ალუმინი მსუბუქი, მაგრამ რბილი მეტალია. თვითმფრინავების მშენებლობისას იყენებენ დურალუმინს (ალუმინის, სპილენძისა და მაგნიუმის შენადნობს). თქვენი აზრით, რა თვისებები უნდა ჰქონდეს მიღებულ შენადნობს, სუფთა ალუმინისგან განსხვავებით?

2.2. ნარევების დაყოფის მეთოდები

რას ვისწავლით, როგორ გამოვიყენებთ

- გაეცნობით ნარევების დაყოფის სხვადასხვა მეთოდს;
- გააანალიზებთ, რა პინციპების გამოყენებით არის შესაძლებელი ნარევების დაყოფის მეთოდების შერჩევა;
- გამოიყენებთ თქვენს ცოდნას ნარევების დასაყოფად.

როგორ ფიქრობთ, წყალი, რომელსაც ყოველდღე სვამთ, სუფთა ნივთიერებაა? თუმცა, იგივე კითხვა რომ ზღვის წყალზე დაგისვათ, ალბათ მარტივად უპასუხებთ, რომ ზღვის წყალი მარილიანია. ეს კი ნიშნავს, რომ მასში სხვადასხვა ნივთიერებაა გახსნილი. ამიტომ ზღვის წყალი ნარევს წარმოადგენს და არა სუფთა ნივთიერებას.





სურათი 49. ონკანის წყალი და ბოთლში ჩამოსხმული არაგაზირებული წყალი სასმელად სუფთაა, თუმცა ნივთიერებათა ნარევს წარმოადგენს.

არაგაზირებული სასმელი წყალი. მინერალიზაცია: 0.2-0.5 გ/ლ. ქიმიური შემადგენლობა (მგ/ლ):

ჰიდროკარბონატი HCO_3^-	150-300
კალციუმი Ca^{2+}	25 - 80
მაგნიუმი Mg^{2+}	< 20



სურათი 50. სასმელი წყლის ბოთლის ეტიკეტი

მიუხედავად იმისა, რომ სასმელი წყალი სუფთად და გამჭვირვალედ გამოიყურება, ის სუფთა ნივთიერება არ არის. მასში გახსნილია მცირე რაოდენობით მინერალები და სხვა ნივთიერებები. ამაში ადვილად დარწმუნდებით, თუ სასმელი წყლის ბოთლის ეტიკეტზე მის შემადგენლობას დააკვირდებით.





სურათი 51. რკინის გამოყოფა ნარევისგან მაგნიტით

თქვენთვის უკვე ცნობილია ჰომოგენური და ჰეტეროგენური ნარევები. როგორ გგონიათ, რომელი ტიპის ნარევს მიეკუთვნება სასმელი წყალი?

სასმელი წყალი ჰომოგენური ნარევის მაგალითია, რომელიც გარეგნულად სუფთა ნივთიერებას ჰგავს, სინამდვილეში კი, რამდენიმე ნივთიერებისგან შედგება.

ნარევის წარმოქმნისას ახალი ნივთიერება არ მიიღება. ნარევში შემავალი თითოეული ნივთიერება ინარჩუნებს ინდივიდუალურ ფიზიკურ თვისებებს, სწორედ ამიტომ შესაძლებელია მათი ერთმანეთისგან დაცილება და სუფთა სახით გამოყოფა.

ნარევის დაყოფის სხვადასხვა მეთოდი არსებობს. შესაბამისი მეთოდის შესარჩევად მნიშვნელოვანია ვიცოდეთ, რა ფიზიკური თვისებებით განსხვავდება მისი შემადგენელი ნივთიერებები ერთმანეთისგან. ასეთ თვისებებს მიეკუთვნება დუღილის ტემპერატურა, ხსნადობა, ნაწილაკების ზომა, სიმკვრივე და სხვა.

ზოგიერთი ნარევის დაყოფა მარტივია. მაგალითად, რკინისა და გოგირდის ფხვნილის ერთმანეთისგან გამოყოფა შეიძლება მაგნიტის გამოყენებით, რაც კიდევ ერთხელ ადასტურებს, რომ ნარევში ნივთიერებები საკუთარ ფიზიკურ თვისებებს ინარჩუნებს (სურათი 51).

ახალი ტერმინები:

- ნარევების დაყოფა
- გაცრა
- გაფილტვრა

2.2.1. ნარევის დაყოფა კომპონენტების ზომის მიხედვით

დაფიქრებულხართ ოდესმე, რატომ ცრიან დიასახლისები ფქვილს გამოყენების წინ? როგორ ეხმარება ეს პროცესი ფქვილის „გასუფთავებას“ და რის მიხედვით ხდება ნაწილაკების დაცილება?

გაცრა გამოიყენება სხვადასხვა ზომის მყარი კომპონენტების ერთმანეთისგან დასაყოფად. მცირე ზომის ნაწილაკები გადის საცერში, ხოლო დიდი რჩება მასზე. მაგალითად, ასე ხდება ქვიშისა და ხრეშის განცალკევება.





სურათი 52. ფქვილისა და ქვიშის გაცრის პროცესები

გაცრის მსგავსად, გაფილტვრაც ნარევის შემადგენელი კომპონენტების გამოყოფის მეთოდია. გაფილტვრა გამოიყენება მყარი ნაწილაკების სითხიდან გამოსაყოფად. ფილტრის ქაღალდს აქვს პატარა ფორები, რომლებიც ატარებს სითხესა და მასში გახსნილ ნივთიერებებს, მაგრამ აკავებს მყარ, უხსნად ნივთიერებებს. მაგალითად, ასეთია ჩაის ან ყავის ფილტრი.

გაფილტვრა ლაბორატორიაშიც შეგიძლიათ ჩაატაროთ – მაგალითად, ქვიშისა და წყლის არაერთგვაროვანი ნარევის დასაცილებლად.



სურათი 53. ყავის მომზადება

საკლასო აქტივობა



ექსპერიმენტი:

ამისათვის დაგჭირდებათ:

რეაქტივები	ჭურჭელი და მოწყობილობები	
• ქვიშა • წყალი	• ქიმიური ჭიქა • ძაბრი • ფილტრის ქაღალდი • მინის წკირი	• შტატივი • დამჭერი • რგოლი • პეტრის ჯამი • შპატელი

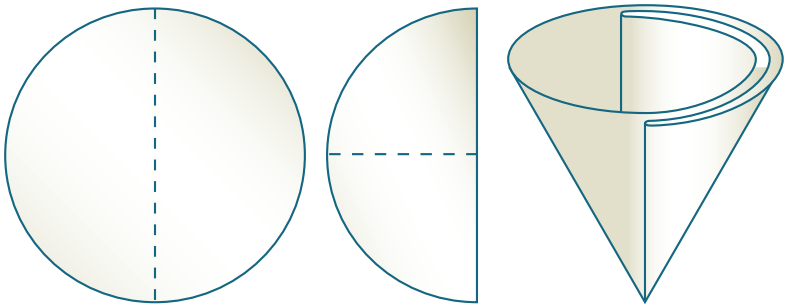
უსაფრთხოება: ნარევი ჩაასხით ნელა, რათა არ დაიღვაროს. არ გადაავსოთ ფილტრის ქაღალდი. მინის ჭურჭელი გამოიყენეთ სიფრთხილით.

ექსპერიმენტის მსვლელობა:

1. ჩაყარეთ ქვიშა წყლიან ჭიქაში.
2. წკირით მოურიეთ კარგად, რათა მიიღოთ ამღვრეული ნარევი.
3. დაკეცეთ ფილტრის ქაღალდი კონუსის ფორმით მოცემული ნიმუშის მიხედვით და მოათავსეთ ძაბრში.

ახალი ტერმინები:

- ფილტრი
- ნალექი
- ფილტრატი



გაფილტვრა

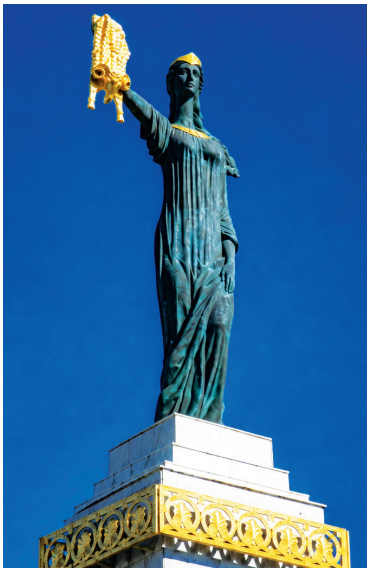


4. მოათავსეთ ძაბრი შტატივის რგოლზე.
5. ნელა ჩაასხით ნარევი ძაბრში (შეგიძლიათ გამოიყენოთ მინის წკირი).
6. დაელოდეთ, სანამ სითხე გაივლის ფილტრის ქაღალდში.
7. გაფილტვრის დასრულების შემდეგ, რაზეც მიუთითებს წვეთების შეწყვეტა, ფილტრის ქაღალდი ნალექიანად გადაიტანეთ პეტრის ჯამზე და გააშრეთ.
8. გაშრობის შემდეგ შპატელით ჩამოფხიკეთ ნალექი ფილტრის ქაღალდიდან.

ქვიშა დარჩება ფილტრის ქაღალდზე (**ნალექი**). სუფთა წყალი შეგროვდება ქიმიურ ჭიქაში **(ფილტრატი).**

გაფილტვრა საშუალებას გვაძლევს, გამოვყოთ უხსნადი მყარი ნივთიერება სითხისგან, რადგან ფილტრის ქაღალდი ატარებს სითხეს და აკავებს მყარ ნაწილაკებს.

ეს საინტერესოა



სურათი 54. მითიური მედეა ოქროს საწმისით ხელში, ბათუმი, საქართველო.

მედეას ქანდაკება, რომელსაც ხელში ოქროს საწმისი (ცხვრის ტყავი) უჭირავს, მდებარეობს ევროპის მოედანზე, ბათუმის ცენტრში. ეს ქანდაკება ოქროს მოპოვების ძველ ლეგენდას უკავშირდება.

საქართველოში ოქროს მოპოვების ერთ-ერთი ცნობილი მეთოდი იყო მდინარის წყალში ჩატანილი ოქროს ნაწილაკების შეგროვება ცხვრის ტყავის გამოყენებით.

მდინარეებში ოქროს მცირე ზომის მარცვლები იყო შერეული ქვიშასა და ხრეშში. წყალში აფენდნენ ცხვრის ტყავს და როდესაც წყალი მასზე გადაივლიდა, ოქროს მძიმე ნაწილაკები ბეწვში იჭედებოდა. შემდეგ ტყავს აშრობდნენ და ოქროს აგროვებდნენ.

სწორედ ამ მეთოდს უკავშირებენ ბერძნულ მითს „ოქროს საწმისის“ შესახებ – ლეგენდას არგონავტებზე, რომელიც კოლხეთში არსებული ამ რეალური ტექნოლოგიით იყო შთაგონებული.

2.2.2. ნარევის დაყოფა დულილის ტემპერატურის მიხედვით

ნარევში არსებულ სხვადასხვა ნივთიერებას განსხვავებული დულილის ტემპერატურა აქვს. მათი დაყოფის მეთოდი სწორედ დულილის ტემპერატურას ეფუძნება. ყველაზე დაბალი დულილის ტემპერატურის მქონე ნივთიერება პირველად აორთქლდება; შემდეგ კი – დულილის მაღალი ტემპერატურის მქონე ნივთიერება და ა.შ. სუფრის მარილის წყალხსნარის ადუღებისას, როცა წყალი აორთქლდება, სუფრის მარილის კრისტალები რჩება.

აორთქლება

მრეწველობაში ყოველთვის ცდილობენ ნივთიერებები, რაც შეიძლება, იაფი და ეკონომიური მეთოდებით მიიღონ. ამისათვის არჩევენ ისეთ პროცესებს, რომლებიც ნაკლებ ენერგიასა და ტექნიკას საჭიროებს და დიდი რაოდენობით პროდუქტის მიღების საშუალებას იძლევა.

მაგალითად, ერთ-ერთი ასეთი საწარმოო მეთოდია ზღვის წყლიდან მარილის მიღება. ამიტომ ბევრ ქვეყანაში ზღვის სანაპიროზე მოწყობილია სპეციალური ე.წ. მარილის აუზები (სურათი 55), სადაც ზღვის წყალი გროვდება. მზის სითბო (ენერგია) წყალს ნელ-ნელა აორთქლებს, ხოლო მარილი აუზში კრისტალების სახით რჩება. რადგან ამ პროცესში მზის ენერგია გამოიყენება და არა ძვირადღირებული საწვავი ან რთული მოწყობილობა, ეს მეთოდი ეკონომიურად ხელსაყრელია.



სურათი 55. ზღვის წყლიდან მარილის გამოყოფა აორთქლებით

ზღვის წყლიდან მარილის მიღების პროცესის პატარა მოდელი შეგვიძლია ლაბორატორიაშიც ჩავატაროთ, სადაც ნათლად დავინახავთ, რომ წყალი ორთქლდება, ხოლო მარილი მყარი ნივთიერების სახით რჩება და თავის ინდივიდუალურ თვისებებს ინარჩუნებს.

საკლასო აქტივობა

ექსპერიმენტი

ამისათვის დაგვჭირდება:

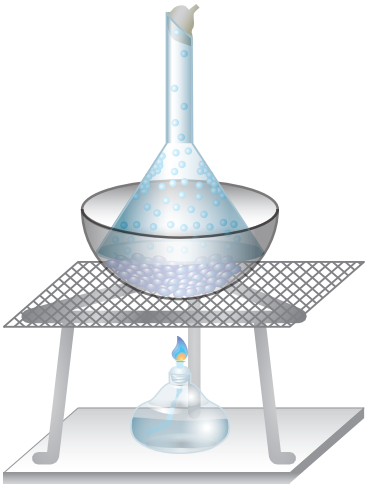
რეაქტივები	ჭურჭელი და მოწყობილობები
• მარილიანი წყალი	• ქიმიური ჭიქა • მინის ძაბრი • წკირი • ფაიფურის ჯამი • სპირტქურა ან ბუნზენის სანთურა • სამფეხა • მეტალის ბადე • ფილტრის ქაღალდი

უსაფრთხოება: ნუ მიუახლოვდებით ცეცხლის წყაროს. არ შეეხოთ გაცხელებულ ჭურჭელს, გამოიყენეთ დამჭერი ან დაელოდეთ, სანამ გაგრილდება.

ექსპერიმენტის მსვლელობა:

- ფაიფურის ჯამში ჩაასხით მცირე რაოდენობის (დაახლოებით 20 მლ) მარილიანი წყალი.
- ფაიფურის ჯამი დადეთ სამფეხაზე მოთავსებულ მეტალის ბადეზე.
- სამფეხას ქვემოთ მოათავსეთ სპირტქურა.
- გააცხელეთ ფაიფურის ჯამი ფრთხილად სპირტქურის გამოყენებით.
- გააგრძელეთ გაცხელება წყლის სრულად აორთქლებამდე.
- გაცხელებისას შესაძლებელია შხეფები წარმოიქმნას. ამის თავიდან ასაცილებლად შეგიძლიათ გამოიყენოთ ძაბრი, რომლის ვიწრო (ღია) ბოლოში მოთავსებულია ბამბის დისკი ისე, როგორც ნაჩვენებია მოცემულ ნიმუშზე.

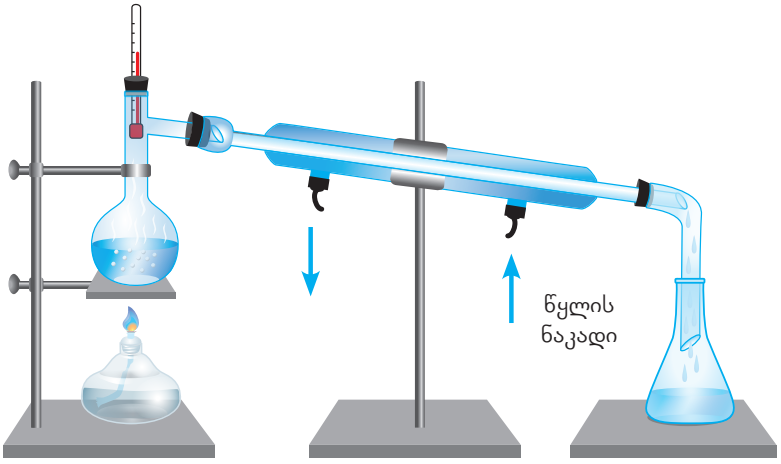
ეს მეთოდი საშუალებას გვაძლევს, ერთგვაროვანი ნარევიდან წყალში ხსნადი მყარი ნივთიერება სუფთა სახით გამოვყოთ.



ნარევიდან თხევადი სუფთა ნივთიერების გამოსაყოფად იყენებენ გამოხდის მეთოდს ანუ დისტილაციას – ადუღების შედეგად წარმოქმნილი ორთქლის კონდენსაციას, რომელიც დისტილატის სახით მიიღება. გამოხდის ყველაზე მარტივი მეთოდია წყლის მაცივრით გამოხდა (ნახაზი 56). ამ მეთოდით შესაძლებელია ხსნარიდან სუფთა გამხსნელის მიღება.

მაგალითად, სუფრის მარილის წყალხსნარს აცხელებენ მრგვალძირა კოლბაში. როცა ხსნარი დუღილს დაიწყებს, წყლის ორთქლი გადადის მაცივარში, ხოლო მარილი კოლბაში რჩება.

მაცივარი შედგება ორი მილისგან, შიდა მილში გამავალი ორთქლი ცივდება გარე მილში მოძრავი ცივი წყლის საშუალებით. გაცივებული წყლის ორთქლი კონდენსირდება. კონდენსირებული წყალი გადადის მიმღებში. მიღებულ წყალს დისტილირებული ანუ გამოხდილი წყალი ეწოდება, რომელიც თითქმის 100 %-ით სუფთაა.



ნახაზი 56. გამოხდის პროცესი

ახალი ტერმინები:

- გამოხდა
- დისტილაცია
- დისტილატი

გამოხდა

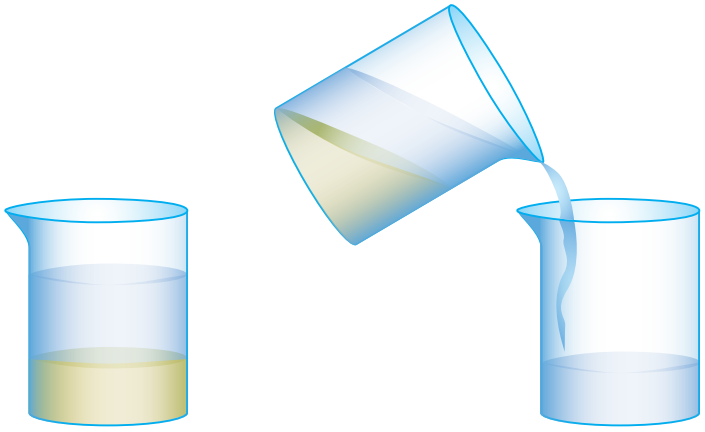
2.2.3. ნარევის დაყოფა სიმკვრივის მიხედვით

ახალი ტერმინები:

- დეკანტაცია
- სედიმენტაცია (დაწდომა)

სითხისა და მასში უხსნადი მყარი ნივთიერების ერთმანეთისაგან დასაცილებლად გამოიყენება სედიმენტაცია და დეკანტაცია (ნახაზი 57).

სედიმენტაცია (დაწდომა) – გულისხმობს ნარევის დაყოვნებას მანამ, სანამ უხსნადი ნაწილი (უფრო მკვრივი ნივთიერება) ჭურჭლის ფსკერზე არ დაილექება. შემდეგ კი გამჭვირვალე სითხეს (ნაკლები სიმკვრივის ზედა ფენას) ფრთხილად გადაწურავენ ჭურჭლიდან (დეკანტაცია).



ნახაზი 57. სედიმენტაციის და დეკანტაციის პროცესი

საკლასო აქტივობა

ექსპერიმენტი 1

ამისათვის დაგვჭირდება:

რეაქტივები	ჭურჭელი და მოწყობილობები
• წყალი • გაფხვიერებული ცარცი	• ქიმიური ჭიქა • მინის წკირი

ექსპერიმენტის მსვლელობა:

1. ქიმიურ ჭიქაში ჩაასხით წყალი და დაამატეთ მცირე რაოდენობის გაფხვიერებული ცარცი.
2. წკირით მოურიეთ მღვრიე მასის მიღებამდე.
3. დატოვეთ ნარევი უძრავად გარკვეული დროით.
4. დააკვირდით, მძიმე ნაწილაკები ჭურჭლის ფსკერზე დაილექება (ეს არის **სედიმენტაცია**).
5. მას შემდეგ, რაც მყარი, მძიმე ნაწილაკები დაილექება, ფრთხილად გადაღვარეთ ზედა გამჭვირვალე წყალი სხვა ჭურჭელში ისე, რომ ნალექი არ აირიოს (ეს არის **დეკანტაცია**).

გაითვალისწინეთ, მცირე ზომის ნაწილაკები შესაძლოა სრულად არ დაილექოს. დეკანტაცია სრულყოფილად დაცალკევებას არ გულისხმობს, მცირე რაოდენობის მყარი ნივთიერება შეიძლება დარჩეს სითხეში.

გამყოფი ძაბრის გამოყენება

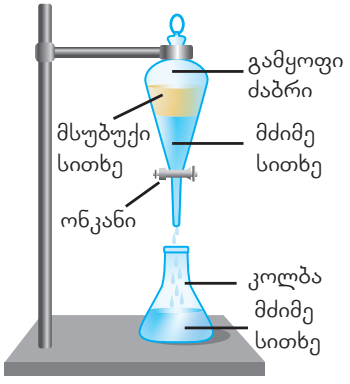
ორი შეურევადი სითხის დასაცალკევებლად კი უმჯობესია გამოიყენოთ გამყოფი ძაბრი. ძაბრში სითხეებს დააყოვნებენ და ფენების განცალკევების შემდეგ ძაბრის ბოლოში ონკანს გახსნიან და სითხის ქვედა ფენას ჩამოუშვებენ.

ექსპერიმენტი 2

ამისათვის დაგვჭირდება:

რეაქტივები	ჭურჭელი და მოწყობილობები
• ზეთი • წყალი	• გამყოფი ძაბრი • ქიმიური ჭიქა • შტატივი • დამჭერი

ექსპერიმენტის მსვლელობა:



1. ჩაასხით ზეთისა და წყლის ნარევი გამყოფ ძაბრში.
2. დაამაგრეთ გამყოფი ძაბრი შტატივზე დამჭერის დახმარებით და დაელოდეთ, სანამ სითხეები ორ ფენად დაიყოფა. ქვედა ფენა – უფრო მაღალი სიმკვრივის სითხე – წყალია; ზედა ფენა კი – ნაკლები სიმკვრივის სითხე – ზეთი.
3. გახსენით ძაბრის ონკანი და ფრთხილად გამოუშვით ქვედა ფენა (წყალი) ჭურჭელში.
4. როცა ქვედა ფენა სრულად გამოვა, გადაკეტეთ ონკანი.
5. ზედა ფენა (ზეთი) დარჩება ძაბრში ან შეგიძლიათ ცალკე ჭურჭელში გადაღვაროთ ძაბრის ზედა ყელიდან.

ამ შემთხვევაშიც შესაძლებელია დაყოფა სრულად არ მოხდეს. მაქსიმალური შედეგის მისაღწევად ფრთხილად იმუშავეთ.

2.2.4. ქაღალდის ქრომატოგრაფია

ახალი ტერმინები:

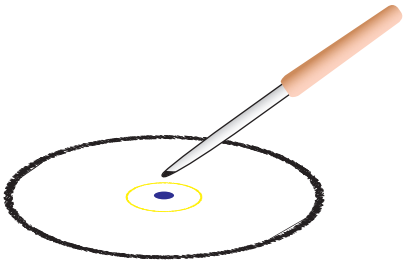
- ქრომატოგრაფია
- საღებარი

ქრომატოგრაფია არის ნივთიერებათა ნარევების დაყოფის სპეციალური მეთოდი, რომელიც განსხვავებული ბუნების ნაწილაკების სხვადასხვა სიჩქარით გადაადგილების უნარს ეფუძნება. ამ დროს ნარევს ატარებენ გარკვეულ მასალაში (მაგალითად, სპეციალურ ქაღალდში), სადაც მასში შემავალი ნაწილაკები სხვადასხვა სიჩქარით მოძრაობს და ერთმანეთს სცილდება. ამ ხერხით შესაძლებელია დადგინდეს, ზუსტად რომელი ნივთიერებებისგან შედგება ესა თუ ის მრავალკომპონენტიანი ნარევი.

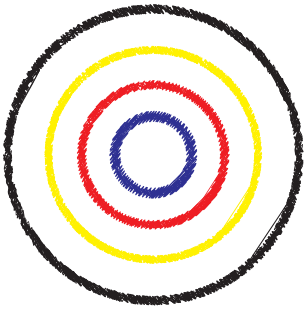
მაგალითად, ქაღალდის ქრომატოგრაფიის საშუალებით შეგვიძლია გავიგოთ, რამდენი განსხვავებული ფერის **საღებარია** (ნივთიერება, რომელიც ფერს ანიჭებს საღებავს) მელანში, რომლითაც შევსებულია შავი ფერის მარკერი. ამისათვის საჭიროა შემდეგი მოქმედებების შესრულება:



1. დასვით მსხვილი წერტილი მარკერით ფილტრის ქაღალდის ცენტრში. დააყოვნეთ, რომ გაშრეს.



2. მიღებულ ლაქაზე დააწვეთეთ რამდენიმე წვეთი სამედიცინო სპირტი.



3. საღებარი 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 ქაღალდზე სხვადასხვა სიჩქარით გადაადგილდება, რაც ქაღალდის მასალასთან ნივთიერების ჩაჭიდების უნარზეა დამოკიდებული. შედეგად, ქაღალდზე ვიღებთ ფერად რგოლებს. მიღებულ სურათს ქრომატოგრამა ეწოდება.

ქაღალდის ქრომატოგრაფია

სქემატურად ეს პროცესი შეიძლება ასე წარმოვიდგინოთ:

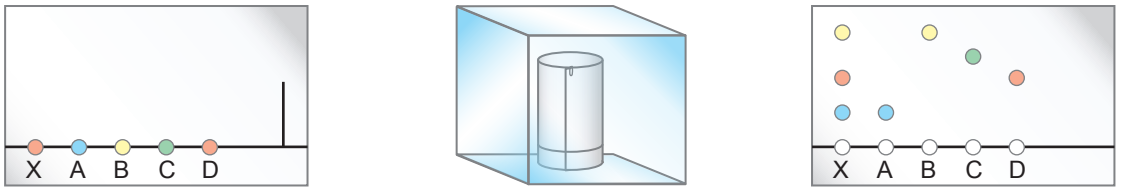


1. ამ ფერადი წერტილებით აღნიშნულია ორი ნივთიერების ნარევი. ნარევი გახსნილია შესაფერის გამხსნელში.	2. ორი ნივთიერება ქაღალდთან მათი განსხვავებული მიზიდულობის გამო სხვადასხვა სიჩქარით გადაადგილდება ქაღალდზე.	3. საბოლოოდ მიიღება ორი ერთმანეთისგან დაცილებული ნივთიერება.

ქრომატოგრაფიის გამოყენება

მაგალითად, მოცემულია უცნობი ნარევი X, რომელიც შეიძლება შეიცავს A, B, C და D ნივთიერებებს. ისინი აცეტონში კარგად იხსნება. საჭიროა დავადგინოთ, რომელი ნივთიერებები შედის ამ ნარევში.

ამისათვის:



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, რომელზეც A და B. ხოლო მესამე – რომელზეც D. ეს იმის მაჩვენებელია, რომ X შეიცავს A, B და D ნივთიერებებს.

ქრომატოგრაფიის გამოყენება

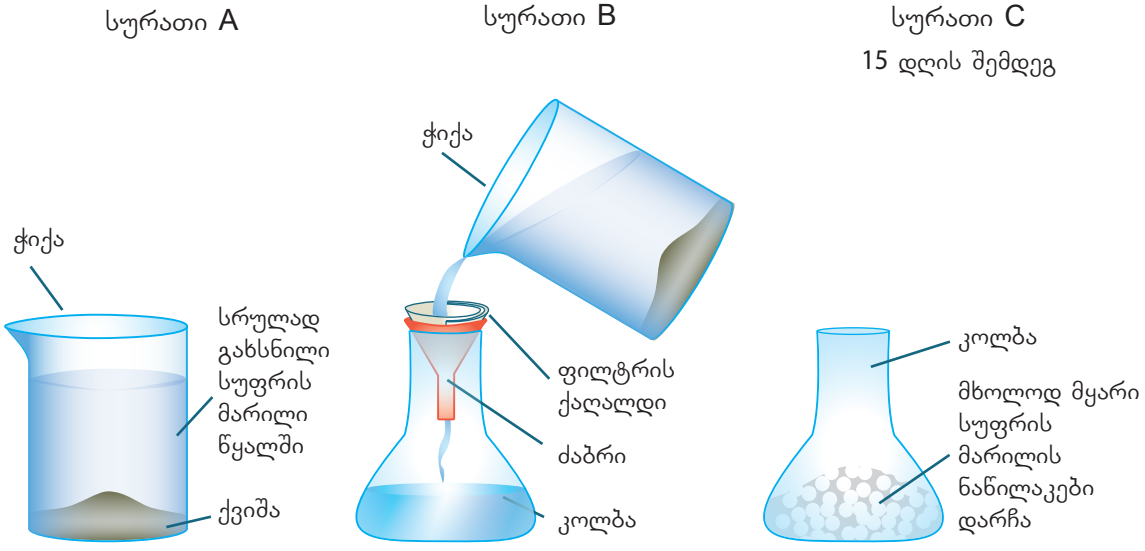
ქრომატოგრაფია ქიმიურ ანალიზში მნიშვნელოვანი მეთოდია და გამოიყენება:

- ნივთიერებების იდენტიფიკაციისთვის
- მინარევებისგან ნივთიერებების გასუფთავებისთვის
- გარემოს ობიექტებში (ჰაერი, ნიადაგი, წყალი) ნივთიერებების, მათ შორის დამაბინძურებლების, განსაზღვრისთვის
- საკვებში მავნე მინარევების დასადგენად
- მედიკამენტებისა და საკვები დანამატების ხარისხის გასაკონტროლებლად
- დოპინგკონტროლში (სპორტსმენებისათვის აკრძალული ნივთიერებების გამოყენების დასადგენად)
- და სხვა მრავალი მიზნისთვის

საშინაო დავალება

1. A სურათზე მოცემულია ქიმიური ჭიქა, რომელიც შეიცავს ქვიშის, სუფრის მარილისა და წყლის ნარევს. მარილი წყალში მთლიანად არის გახსნილი.

   B სურათზე მოცემულია ამ ნარევის დაყოფა.
   C სურათზე კი ნაჩვენებია იგივე კოლბა, რომელიც 15 დღე დატოვეს ოთახის ტემპერატურაზე.15 დღის შემდეგ კოლბა მხოლოდ სუფრის მარილის მყარ ნაწილაკებს შეიცავს.



   მოცემული ინფორმაციის საფუძველზე უპასუხეთ შემდეგ კითხვებს:

   ა) A სურათზე მოცემულ ნარევში რომელია ხსნადი ნივთიერება და რომელი – უხსნადი? რომელია გამხსნელი?

   ბ) რატომ არის კოლბის შიგთავსი ნარევი?

   გ) რატომ დარჩა მარილის მყარი ნაწილაკები კოლბის ფსკერზე?

   დ) ნარევების დაყოფის რომელი მეთოდებია აღწერილი მოცემულ ექსპერიმენტში?

2. მოსწავლემ ორი სხვადასხვა ნივთიერების შერევით მიიღო ყვითელი ფერის წყალში უხსნადი ნალექი:

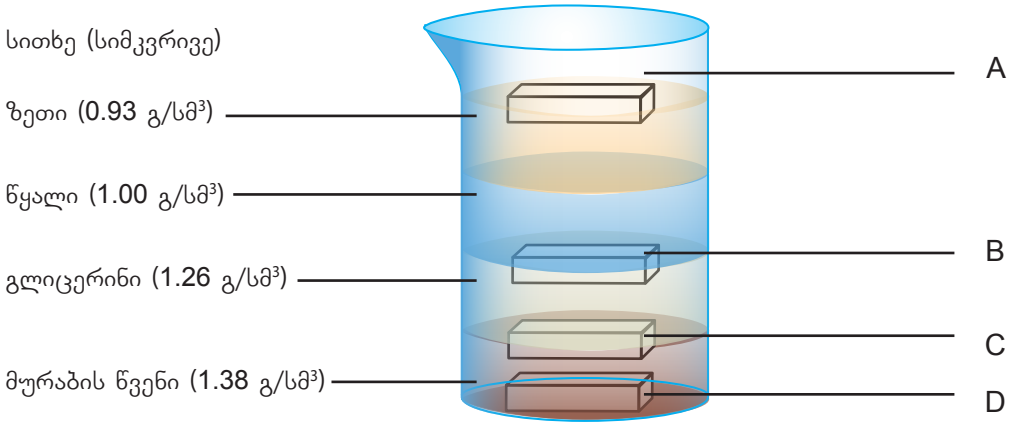


   აღწერეთ მოქმედებები, რომელთა საშუალებითაც შესაძლებელია ამ ნარევიდან ნალექის სუფთა, მშრალი სახით გამოყოფა.

შემაჯამებელი დავალებები



1. სურათზე ნაჩვენებია ქიმიური ჭიქა, რომელშიც ჩასხმულია ოთხი სხვადასხვა სიმკვრივის მქონე სითხე.

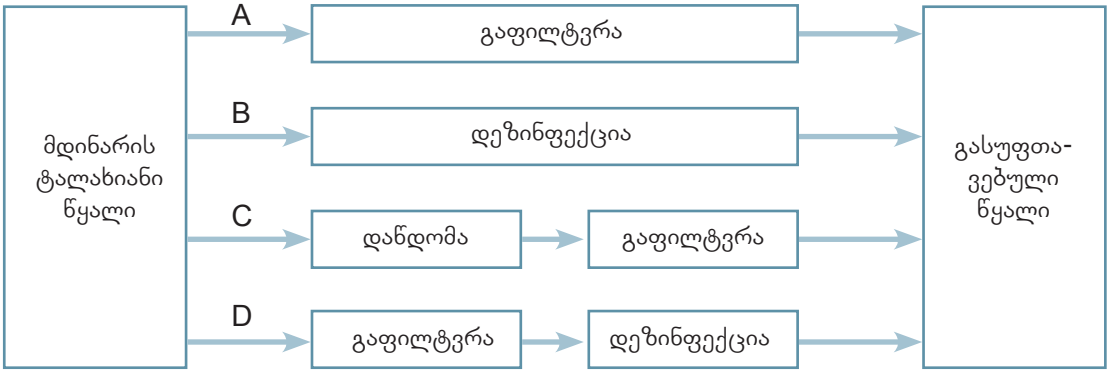


ამავე ჭიქაში ჩაშვებულია განსხვავებული სიმკვრივის მქონე 4 მყარი ნივთიერების ნაჭერი. ცხრილში მოცემულია ამ მყარი ნივთიერებების სიმკვრივეები.

ნივთიერება	სიმკვრივე (გ/სმ³)
სპილენძი	8.90
პლასტმასი	1.17
რეზინი	1.34
ხის ნაჭერი	0.71

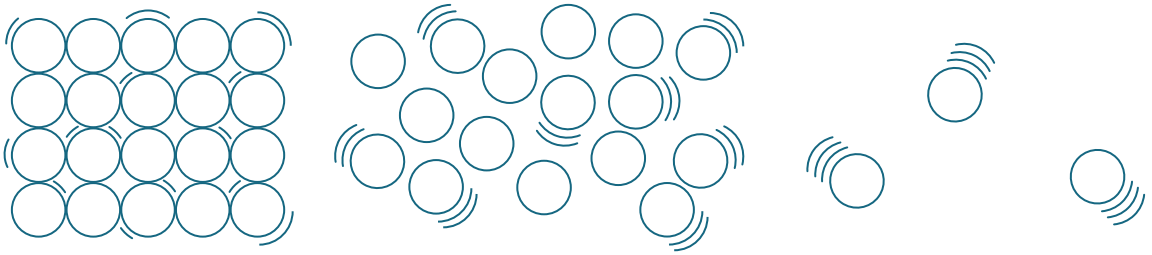
შეუსაბამეთ A,B,C,D ცხრილში მოცემულ ნივთიერებებს.

2. უცნობი ნაერთის XF_2-ის ფარდობითი მოლეკულური მასაა 78. რომელი შეიძლება იყოს X ელემენტი?
3. უცნობი ნაერთის XO_2-ის ფარდობითი მოლეკულური მასაა 60. რომელი შეიძლება იყოს X ელემენტი?
4. უცნობი ნაერთის X_2O_3-ის ფარდობითი მოლეკულური მასაა 102. რომელი შეიძლება იყოს X ელემენტი?
5. ნახაზზე მოცემულია წყლის გასუფთავების 4 მეთოდი.



რომელი მათგანი გამოდგება სასმელი წყლის მისაღებად?
ა) A ბ) B გ) C დ) D
პასუხი დაასაბუთეთ.

6. დიაგრამაზე მოცემულია ნივთიერების ნაწილაკების მოძრაობა და განაწილება სხვადასხვა აგრეგატულ მდგომარეობაში.



I II III

რომელ აგრეგატულ მდგომარეობას შეესაბამება თითოეული სურათი?

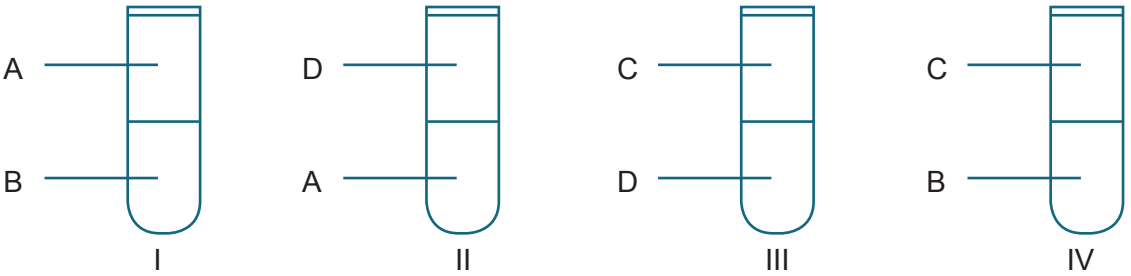
ა) I – თხევადი; II – მყარი; III – აირადი

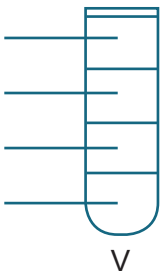
ბ) I – თხევადი; II – აირადი; III – მყარი

გ) I – მყარი; II – თხევადი; III – აირადი

დ) I – მყარი; II – აირადი; III – თხევადი

7. მოსწავლეს მისცეს ოთხი სხვადასხვა სითხე: A, B, C და D. მან ისინი თანაბარი რაოდენობით ჩაასხა ოთხ სხვადასხვა სინჯარაში, თითოეულში ორი სითხე. მათი განაწილება ნაჩვენებია ნახაზზე:





რატომ დაიყო ეს სითხეები ფენებად? დაასახელეთ ორი მიზეზი.

მოსწავლემ მოცემული სითხეების თანაბარი რაოდენობა მოათავსა ერთ სინჯარაში. სითხეები დაიყო ოთხ ფენად. გადახაზეთ მოცემული დიაგრამა (V) სამუშაო რვეულში და მიუთითეთ სითხეების ფენების თანმიმდევრობა.

8. გადახაზეთ ცხრილი რვეულში. პირველი სტრიქონის მაგალითის მიხედვით შეავსეთ ცხრილის გამოტოვებული უჯრები:

ნარევი	ნარევის ტიპი	კომპონენტები	დაყოფის მეთოდი
ქვიშიანი წყალი	არაერთგვაროვანი	ქვიშა და წყალი	გაფილტვრა
ზეთი და წყალი			
	ერთგვაროვანი		
		მარილი და წყალი	
			დისტილაცია

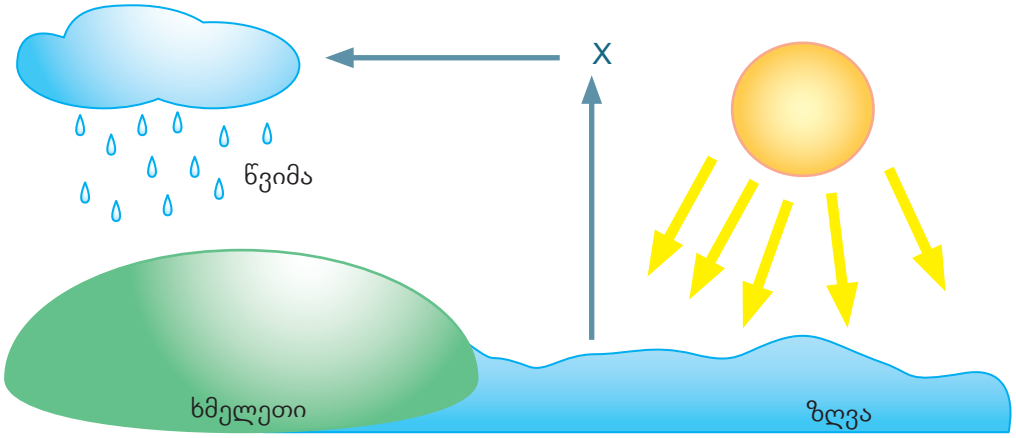
9. ქიმიკოსმა უნდა დააცალკევოს გოგირდის ფხვნილისა და რკინის ნაქლიბის ნარევი ცხრილში მოცემული ინფორმაციის საფუძველზე.

ცხრილში ნაჩვენებია რკინისა და გოგირდის ხსნადობა წყალსა და ნახშირბადის დისულფიდში (CS_2):

ნარევი	ხსნადობა წყალში	ხსნადობა ნახშირბადის დისულფიდში
გოგირდი	უხსნადი	ხსნადი
რკინის ნაქლიბი	უხსნადი	უხსნადი

აღწერეთ მეთოდი, რომლის საშუალებითაც ქიმიკოსი შეძლებს გამოაცალკევოს რკინა გოგირდისაგან.

10. რომელი ნივთიერების წრებრუნვაა გამოსახული სქემაზე?
რა ნივთიერებაა აღნიშნული X-ით და რომელ აგრეგატულ მდგომარეობაშია ის?



11. 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

12. სუნამოს ფლაკონს თავახდილს თუ დავტოვებთ, გარკვეული ხნის შემდეგ მისი სუნი მთელ ოთახში შეიგრძნობა. როგორ ახსნით ამ მოვლენას?

13. მოიყვანეთ ორი მაგალითი, რომლებიც მიგვანიშნებენ, რომ ნივთიერებები უმცირესი ნაწილაკებისაგან შედგება.

14. ცხრილი გადახაზეთ რვეულში და შეავსეთ ცარიელი უჯრები:

ელემენტის სახელწოდება	ვერ-ცხლი		თუთია			კრიპ-ტონი		
ქიმიური სიმბოლო		Sn			Hg		Mn	
ფარდობითი ატომური მასა				7				35.5

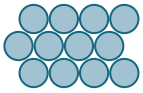
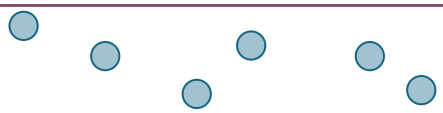
15. გამოთვალეთ, რამდენჯერ მძიმეა $CaCO_3$-ის 1 მოლეკულა კალციუმის 1 ატომზე?

16. რკინა ბუნებაში შეიძლება რამდენიმე ნაერთის სახით შეგვხვდეს, მაგალითად:

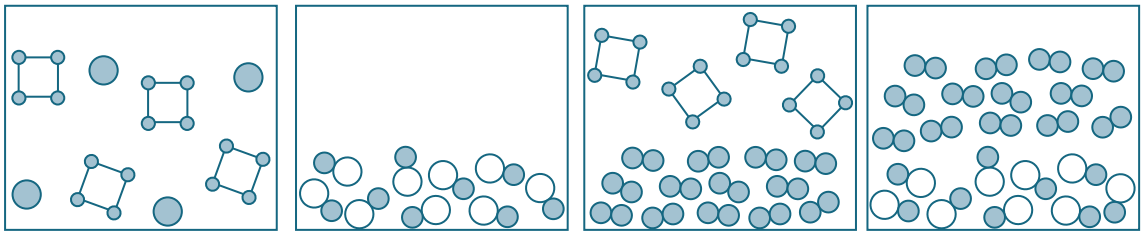
ა) Fe_3O_4 ბ) Fe_2O_3 გ) FeS_2 დ) $FeCO_3$

ზემოთ ჩამოთვლილთაგან, რომელ ნაერთშია რკინის მასური წილი ყველაზე მეტი?

17. იპოვეთ შესაბამისობა მოცემული ნივთიერებების მოდელებსა და მათ კლასიფიკაციას შორის. გადახაზეთ ცხრილი და შესაბამის უჯრაში დასვით ნიშანი X.

	მარტივი ნივთიერება	რთული ნივთიერება
		
		
		
		

18. სურათებზე მოცემულია სუფთა ნივთიერებებისა და სხვადასხვა ნარევის სქემები.



I II III IV

სქემების მიხედვით უპასუხეთ შემდეგ კითხვებს:

1) რომელი სქემა გვიჩვენებს სუფთა ნივთიერებას?
ა) მხოლოდ I ბ) მხოლოდ II გ) როგორც II, ისე III დ) I, II და IV

2) რომელი სქემა გვიჩვენებს ნარევს?
ა) მხოლოდ I ბ) როგორც I, ისე II გ) როგორც II, ისე III დ) I, III და IV

3) რომელი სქემა გვიჩვენებს ერთგვაროვან ნარევს?
ა) I ბ) II გ) III დ) IV

19. შეადგინეთ კალიუმის, მაგნიუმის, ალუმინისა და ნახშირბად (IV)-ის ნაერთები:

ა) ქლორ(I)-თან ბ) გოგირდ(II)-თან გ) აზოტ(III)-თან

20. გადახაზეთ ცხრილი და შესაბამის უჯრებში ჩაწერეთ ჩამოთვლილი ნივთიერებები: ალუმინი, ნახშირორჟანგი, შაქრიანი წყალი, გოგირდმჟავა, აზოტი, ბენზინი, წყალი, გოგირდი, ვერცხლისწყალი, ყავა, ნახშირისა და შაქრის ნარევი, ჰაერი, სამედიცინო სპირტი.

სუფთა ნივთიერება	ჰომოგენური ნარევი	ჰეტეროგენული ნარევი

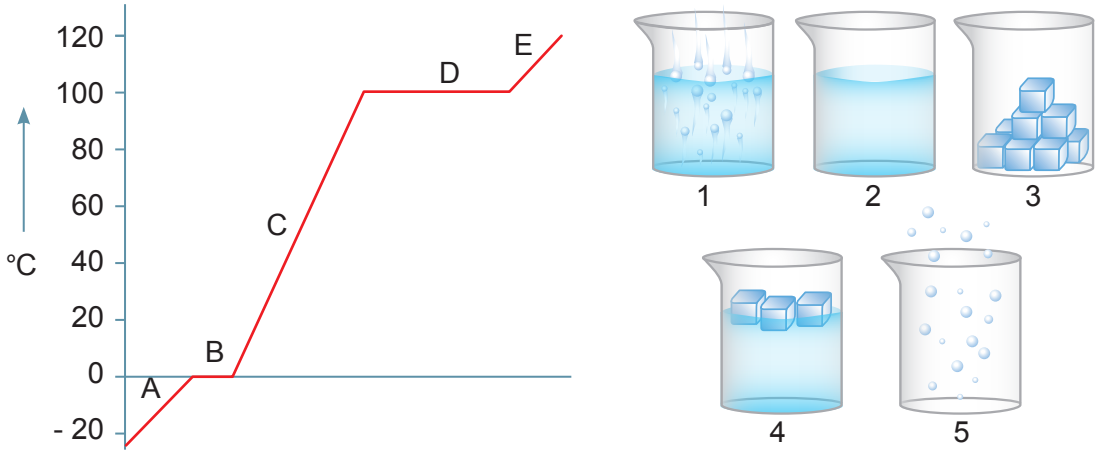
21. გააანალიზეთ თითოეული ჩანაწერი:

S, Cl_2, K_2O, $BaCl_2$, Ag, O_2, HI, N_2, O_3

და უპასუხეთ კითხვებს:

ა) რომელი ჩანაწერი აღნიშნავს მხოლოდ მარტივ ნივთიერებას?
ბ) რომელი ჩანაწერი აღნიშნავს როგორც მარტივ ნივთიერებას, ასევე ელემენტს?
გ) რომელი ჩანაწერი გვიჩვენებს რთულ ნივთიერებას?

22. იპოვეთ შესაბამისობა გრაფიკზე მოცემულ სიმბოლოებსა და ჭიქების ნუმერაციას შორის.



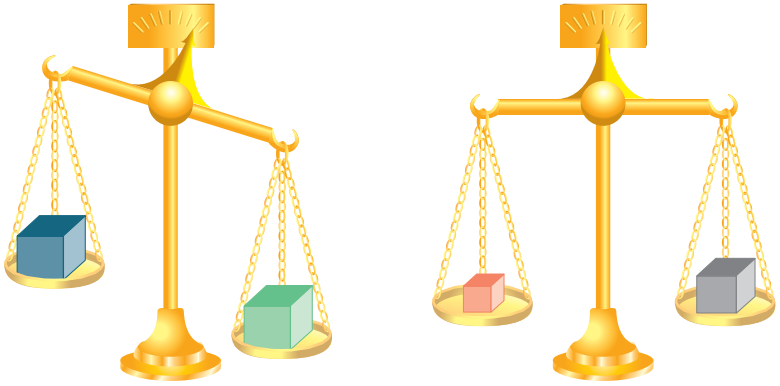
23. ჭურჭელში მოთავსებული წყალი აორთქლეს. თუ ჩათვლით, რომ ორთქლი ჭურჭლიდან არ დაკარგულა, ჩამოთვლილთაგან რომელი სიდიდე შეიცვლება და რომელი – არა?
ა) ნივთიერების მასა; ბ) ნივთიერების მოცულობა; გ) მოლეკულების საერთო რაოდენობა; დ) მოლეკულებს შორის მანძილი; ე) მოლეკულების მოძრაობის თავისუფლება.

24. გამოიყენეთ ცხრილი 1.1 და გამოთვალეთ რა მოცულობას დაიკავებს 200 გრამი ვერცხლი.

25. გამოთვალეთ ჟანგბადის სიმკვრივე, თუ მისი 20 გრამი იკავებს 14 ლ მოცულობას.

26. 40 გ X ნივთიერება გახსნეს 80 გ წყალში. მიღებული ხსნარის მოცულობაა 100 მლ. გამოთვალეთ ხსნარის სიმკვრივე.

27. დააკვირდით ფოტოებს და უპასუხეთ კითხვებს



(1) (2)

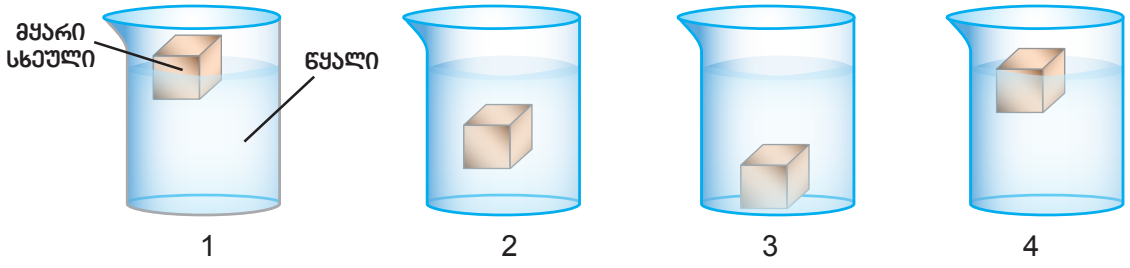
ა) რა აქვთ საერთო პირველ (1) სურათზე მოცემულ კუბებს?
ბ) რა აქვთ საერთო მეორე (2) სურათზე მოცემულ კუბებს?

ბ) რომელი თვისებით განსხვავდება სურათებზე მოცემული კუბები ერთმანეთსგან?

გ) (1) სურათზე ლურჯი კუბის სიმკვრივეა 4.5 გ/სმ^3, ხოლო მასა არის 9 გ. გამოთვალეთ მწვანე კუბის სიმკვრივე, თუ მისი მასაა 15 გ.

დ) (2) სურათზე ნაცრისფერი კუბის მოცულობა სამჯერ აღემატება წითელი კუბის მოცულობას. რამდენჯერ მეტია წითელი კუბის ნივთიერების სიმკვრივე ნაცრისფერი კუბის სიმკვრივეზე?

28. თითოეულ მოცემულ დიაგრამაზე გამოსახულია წყლით სავსე ჭურჭელი და მასში მოთავსებული კუბი. ზოგიერთი კუბი ტივტივებს, ზოგი კი იძირება. შეუსაბამეთ 1, 2, 3 ან 4 დიაგრამა ქვემოთ მოცემულ აღწერებს და დაასაბუთეთ თქვენი არჩევანი:



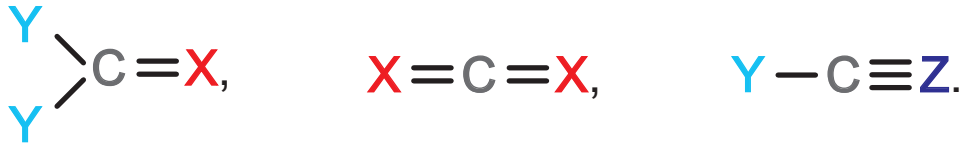
ა) კუბის სიმკვრივე მეტია წყლის სიმკვრივეზე;

ბ) კუბის სიმკვრივეა 0.70 – 0.80 გ/მლ;

გ) კუბის სიმკვრივე წყლის სიმკვრივის ნახევარს შეადგენს;

დ) კუბის სიმკვრივე წყლის სიმკვრივის ტოლია.

29. მოცემულია ნახშირბადის ნაერთები უცნობ ელემენტებთან:

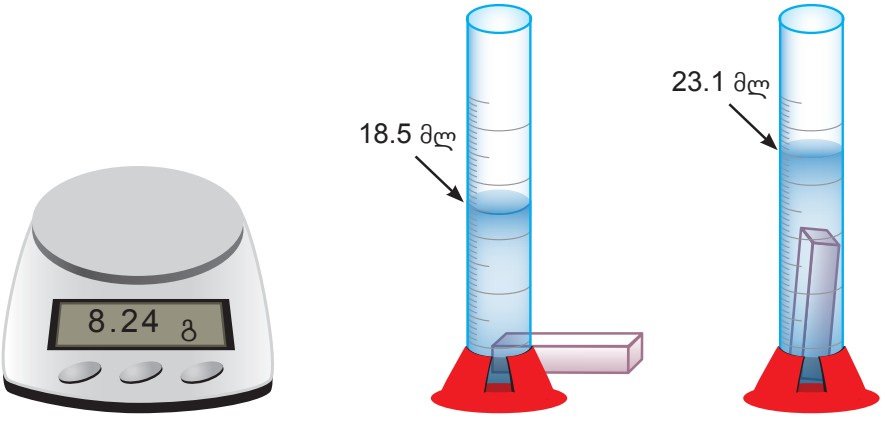


ა) მიუთითეთ X, Y და Z ელემენტების ვალენტობა.

ბ) რომელი ელემენტები შეიძლება იყოს X, Y და Z.

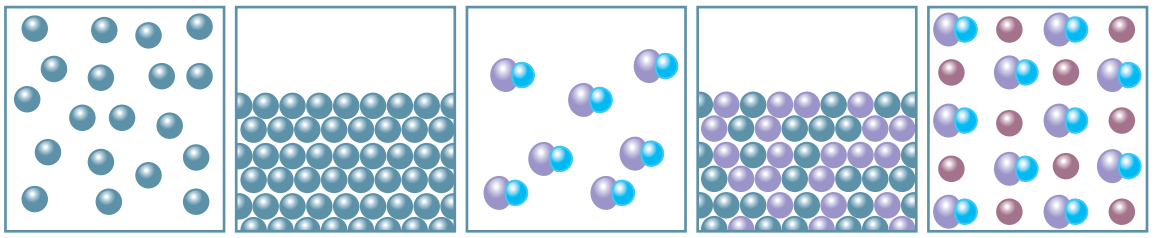
გ) დაწერეთ სამივე ნივთიერების ქიმიური ფორმულა ინდექსების გამოყენებით.

30. სურათზე მოცემული ინფორმაციის მიხედვით, გამოთვალეთ სხეულის სიმკვრივე



31. პროპანი არის ორგანული ნივთიერება, რომელიც კარგად იწვის და ხშირად გამოიყენება როგორც „თხევადი აირის“ კომპონენტი. მისი ქიმიური ფორმულაა C_3H_8. დაწერეთ ამ ნივთიერების სტრუქტურული ფორმულა, თუ ცნობილია, რომ ყველა ნახშირბადი არის ოთხვალენტიანი და სამივე ერთმანეთს თანმიმდევრულად უკავშირდება.

32. დააკვირდით სქემებს და უპასუხეთ კითხვებს.



1 2 3 4 5

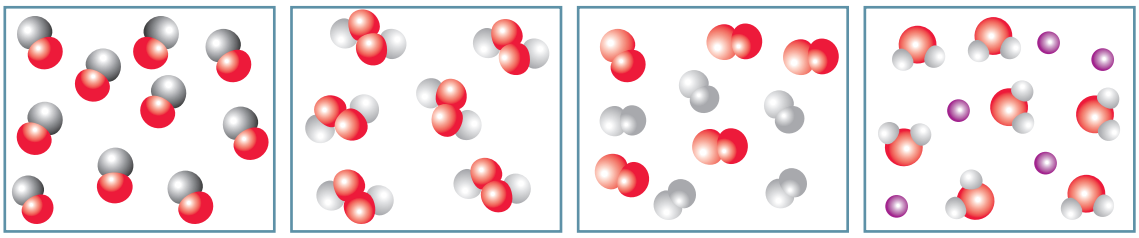
ა) რომელი სქემა შეიძლება გამოსახავდეს მყარ, მარტივ ნივთიერებას?

ბ) რომელი სქემა შეიძლება გამოსახავდეს მარტივი და რთული ნივთიერებების ერთგვაროვან ნარევს?

გ) რომელი სქემა შეიძლება გამოსახავდეს აირად, რთულ ნივთიერებას?

დ) რომელი სქემა შეიძლება გამოსახავდეს ორი მარტივი ნივთიერების არაერთგვაროვან ნარევს?

33. დააკვირდით სქემებს და უპასუხეთ კითხვებს



1 2 3 4

ა) რომელ სქემაზეა ნაჩვენები მარტივი ნივთიერებების ნარევი?

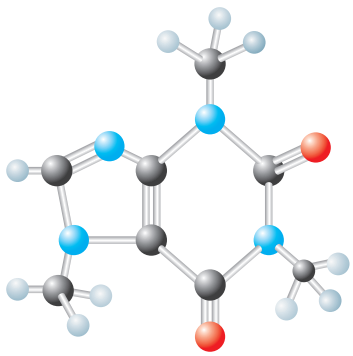
ბ) რომელ სქემაზე შეიძლება იყოს ნაჩვენები ნახშირბად(II)-ის ნაერთი ჟანგბადთან.

გ) რომელი სქემა შეესაბამება წყალბადის პეროქსიდს, რომლის ქიმიური ფორმულაც არის H_2O_2.

დ) რომელი სქემა შეიძლება ასახავდეს წყლის ორთქლისა და არგონის ნარევს?

34. მეთილამინი არის ორგანული ნივთიერება, რომელიც განაპირობებს თევზის ლპობისას წარმოქმნილ უსიამოვნო სუნს. მისი ქიმიური ფორმულაა CH_5N. დაწერეთ ამ ნივთიერების სტრუქტურული ფორმულა, თუ ცნობილია, რომ ნახშირბადი უკავშირდება წყალბადის სამ ატომს და აზოტის ერთ ატომს, ხოლო აზოტი უკავშირდება კიდევ წყალბადის ორ ატომს.

35. კოფეინი არის ორგანული ნივთიერება, რომელსაც შეიცავს ჩაის ფოთლები და ყავის მარცვლები. მისი ბურთულ-ღეროვანი მოდელია:



ა) გამოიყენეთ სახელმძღვანელოში მოცემული პირობითი აღნიშვნები და ჩაწერეთ ამ ნივთიერების ქიმიური ფორმულა.

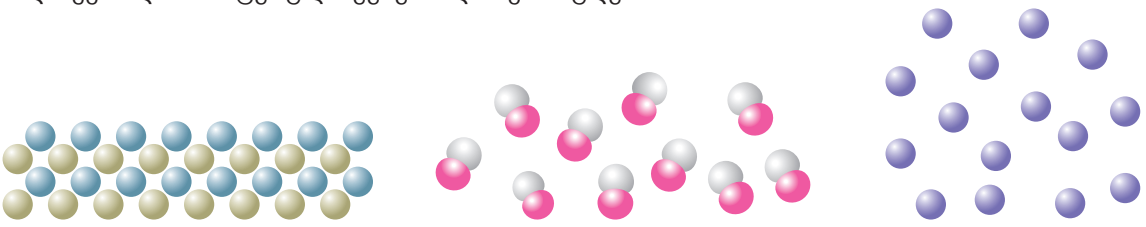
ბ) სულ რამდენი ატომისგან შედგება კოფეინის ერთი მოლეკულა?

გ) რამდენ ვალენტიანია თითოეული ელემენტი ამ ნაერთში?

დ) გამოთვალეთ ამ ნივთიერების ფარდობითი მოლეკულური მასა.

ე) ივარაუდეთ, რომელი ელემენტის მასური წილი იქნება ამ ნაერთში ყველაზე ნაკლები?

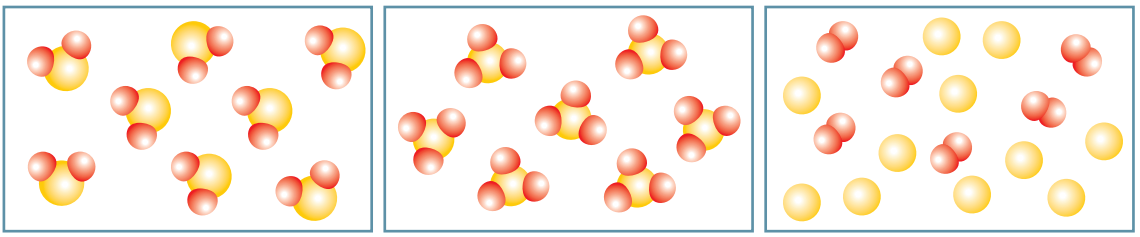
36. დააკვირდით მოცემულ სქემებს და ივარაუდეთ:



1 2 3

ა) რომელი ნივთიერება შედგება მოლეკულებისგან?
ბ) რომელი ნივთიერება შედგება ატომებისგან?
გ) რომელი ნივთიერება შედგება იონებისგან?

37. მოცემულ სქემაზე წითელი ბუთულებით აღნიშნულია ჟანგბადის ატომები, ხოლო ყვითელი ბურთულებით აღნიშნულია გოგირდის ატომები.



1 2 3

დააკვირდით სქემებს და უპასუხეთ კითხვებს.
ა) რომელ სქემაზეა ნაჩვენები ნარევი?
ბ) რომელ სქემაზე მოცემული სივრცული მოდელი შეესაბამება ნაერთს, რომელშიც გოგირდის ვალენტობა არის ოთხის ტოლი. ჩაწერეთ ამ ნივთიერების ფორმულა.
გ) რომელ სქემაზე მოცემული სივრცული მოდელი შეესაბამება ნაერთს, რომელშიც გოგირდის ვალენტობა არის ექვსის ტოლი. ჩაწერეთ ამ ნივთიერების ფორმულა.

38. სილიციუმი დედამიწის ქერქში მასის მიხედვით მეორე ყველაზე გავრცელებული ელემენტია (ჟანგბადის შემდეგ). სილიციუმი ბევრი ნივთიერების შედგენილობაში შედის. ის ქმნის ულამაზეს კრისტალებს, რომლებსაც ადამიანები უძველესი დროიდან იყენებენ საიუველირო საქმეში.



ამეთვისტო



ოპალი

დედამიწაზე ერთ-ერთი ყველაზე გავრცელებული ნივთიერებაა სილიციუმისა და ჟანგბადის ნაერთი SiO_2, რომელიც სხვადასხვა ფორმით გვხვდება. მაგ, ქვიშა, მინერალი კვარცი, რომელსაც ასევე „მთის ბროლს“ უწოდებენ. მისივე ნაირსახეობაა ძვირფასი ქვა ამეთვისტო.

ა) გამოთვალეთ SiO_2-ის ფარდობითი მოლეკულური მასა;
ბ) გამოთვალეთ თითოეული ელემენტის მასური წილი ამ ნაერთში.

ოპალი არის ნახევრადძვირფასი ქვა, რომელსაც კვარცის მსგავსი შედგენილობა აქვს, თუმცა მის კრისტალურ მესერში „ჩაჭერილია“ წყლის მოლეკულებიც. მისი ფორმულა შეიძლება ასე გამოისახოს $SiO_2 \cdot H_2O$ (H_2SiO_3).

გ) გამოთვალეთ ოპალის ფარდობითი მოლეკულური მასა.

დ) გამოთვალეთ ამ ნაერთში სილიციუმის მასური წილი და შეადარეთ მისი მნიშვნელობა კვარცში სილიციუმის მასურ წილს.

ე) ოპალი სხვა ძვირფას ქვებთან შედარებით სათუთი მინერალია. თუ მას დიდხანს დავტოვებთ მზის პირდაპირ სხივებზე ან მშრალ, ცხელ ადგილას, ის კარგავს ბზინვარებას და მასზე ბზარები ჩნდება. როგორ ფიქრობთ, რა ფიზიკური პროცესი იწვევს მის დაზიანებას?



კორუნდი

დედამიწის ქერქში მასის მიხედვით მესამე ყველაზე გავრცელებული ელემენტია ალუმინი. ბუნებაში ის სხვადასხვა ნაერთის სახითაა. ზოგიერთი მათგანი კი ძვირფას ქვას წარმოადგენს. მაგალითად, მინერალი კორუნდი არის ალუმინისა და ჟანგბადის ნაერთი, რომელშიც ალუმინის ვალენტობა არის სამი, ჟანგბადი კი ორვალენტიანია. ეს მინერალი განსაკუთრებული სიმტკიცით გამოირჩევა.

ვ) დაწერეთ კორუნდის ქიმიური ფორმულა, გამოთვალეთ მისი ფარდობითი მოლეკულური მასა და მასში ალუმინის მასური წილი.



ლალი და საფირონი

ბუნებაში კორუნდი გავრცელებულია ძვირფასი მინერალების სახით, რომელთაგან განსაკუთრებით ცნობილია წითელი ფერის ძვირფასი ქვა – ლალი და ლურჯი – საფირონი. ამ ძვირფას ქვებს განსაკუთრებულ ელფერს ანიჭებს მათში ზოგიერთი ელემენტის მცირე რაოდენობით შემცველობა.

ზ) მოიძიეთ ინფორმაცია, რომელი ელემენტების არსებობა განაპირობებს ლალის წითელ და საფირონის ლურჯ შეფერილობას.



ყავისფერი თიხა

თიხა ბუნებრივი ნარევია და დიდი რაოდენობით გვხვდება დედამიწის ქერქში. ის ძირითადად ალუმინისა და სილიციუმის ნაერთებს შეიცავს, სხვა მინარევებთან ერთად. თიხა პლასტიკურია და მისგან სხვადასხვა ფორმის ნივთების დამზადებაა შესაძლებელი. თიხის ამ თვისებას ადამიანი უძველესი დროიდან იყენებდა. თიხისგან ძერწავდნენ სხვადასხვა ჭურჭელს, რომლებსაც მაღალ ტემპერატურაზე ამუშავებდნენ (გამოწვავდნენ), რის შედეგადაც ის ხდებოდა მაგარი და წყალგაუმტარი. თიხისგან მზადდება უძველესი ქართული ჭურჭელი – ქვევრი. ქვევრში ღვინის დაყენების უძველეს, ქართულ, ტრადიციულ მეთოდს იუნესკოს (UNESCO) მსოფლიო არამატერიალური კულტურული მემკვიდრეობის ძეგლის სტატუსი აქვს მინიჭებული. თიხის თვისებები და ფერი (წითელი, ყავისფერი, ნაცრის-



თეთრი თიხა - კაოლინი

ფერი) დამოკიდებულია იმაზე, თუ რომელი ელემენტების ატომებს შეიცავს იგი. თუმცა, ბუნებაში გვხვდება განსაკუთრებული, თეთრი თიხა, რომელსაც კაოლინიტი ჰქვია. მისგან მაღალი ხარისხის ფაიფურის ჭურჭელს ამზადებენ.

თ) კაოლინიტი შეიცავს ალუმინს, სილიციუმს, ჟანგბადსა და წყალბადს. შეადგინეთ ამ ნივთიერების ფორმულა, თუ ცნობილია, რომ მასში ალუმინის ორი ატომი, სილიციუმის ორი ატომი, წყალბადის ოთხი ატომია, ხოლო დანარჩენი ჟანგბადია. დაადგინეთ, რამდენ ატომ ჟანგბადს შეიცავს კაოლინიტი, თუ მისი მისი ფარდობითი მოლეკულური მასაა 258.

სილიციუმის შემცველი კიდევ ერთი მინერალია – ტალკი, რომელიც განსაკუთრებული სირბილით გამოირჩევა და მას იყენებენ პუდრის დასამზადებლად.



ტალკი

ი) ტალკი შეიცავს სილიციუმს, წყალბადს, ჟანგბადს და უცნობ ელემენტს – X. დაადგინეთ, რომელია უცნობი ელემენტი, თუ ცნობილია რომ ტალკის ფორმულაა $X_3Si_4H_2O_{12}$, ხოლო მისი ფარდობითი მოლეკულური მასაა – 378.

39. გოგირდი ბუნებაში გავრცელებულია როგორც მარტივი ნივთიერების, ასევე – ნაერთების სახით. გოგირდის ნაერთები მნიშვნელოვან როლს ასრულებს საწარმოო პროცესებში.

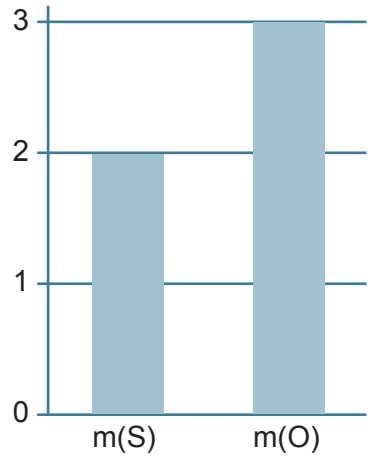


გოგირდი

ა) მარტივი ნივთიერება გოგირდი ბუნებაში რამდენიმე ალოტროპის სახით არსებობს, მათგან ორი S_x მოლეკულის სახით. რამდენ ატომს შეიცავს ეს მოლეკულა, თუ მისი ფარდობითი მოლეკულური მასაა 256.

ბ) გოგირდი წყალბადთან წარმოქმნის ნაერთს, რომელსაც ლაყე კვერცხის სუნი აქვს. ამ ნაერთში წყალბადის ორი ატომი და გოგირდის ერთი ატომია. ჩაწერეთ ამ ნაერთის ფორმულა და დაადგინეთ მასში ატომთა მასური თანაფარდობა.

გ) გოგირდი ჟანგბადთან ორ ნაერთს წარმოქმნის. ერთ-ერთ ნაერთში გოგირდის და ჟანგბადის ატომებს შორის მასური თანაფარდობა ნაჩვენებია დიაგრამაზე და ამ ნაერთის ფარდობითი მოლეკულური მასაა 80.



გოგირდისა და ჟანგბადის მასური თანაფარდობა

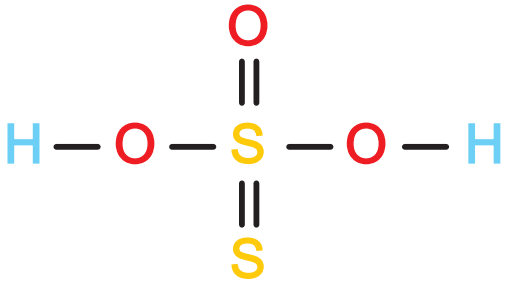
დაადგინეთ ამ ნაერთის ფორმულა და გამოთვალეთ მასში თითოეული ელემენტის მასური წილი.

40. გოგირდი, წყალბადი და ჟანგბადი რამდენიმე ნაერთს წარმოქმნის.

ა) ერთ-ერთ ნაერთში ატომთა რაოდენობრივი თანაფარდობაა n(H):n(S):n(O) = 2 : 1 : 4. ჩაწერეთ ამ ნივთიერების ფორმულა და გამოთვალეთ მისი ფარდობითი მოლეკულური მასა.

ბ) მეორე ნაერთის ფარდობითი მოლეკულური მასაა 82. მისი ფორმულაა H_2SO_x. დაადგინეთ ამ ნაერთში ჟანგბადის ატომების რიცხვი.

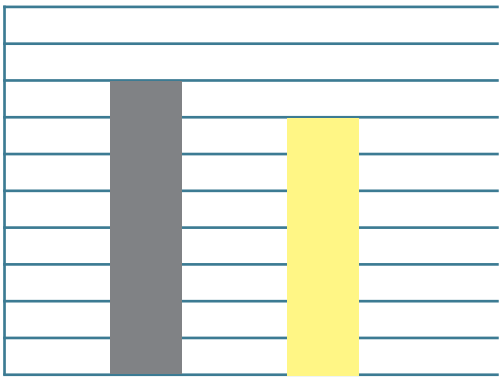
გ) გოგირდი ცვალებადვალენტიანი ელემენტია. ზოგჯერ ერთსა და იმავე ნაერთში გოგირდის სხვადასხვა ატომი სხვადასხვა ვალენტობას ამჟღავნებს. მაგალითად:



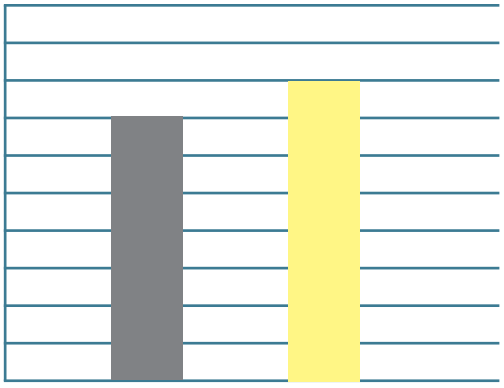
i) დაადგინეთ მოცემულ ნაერთში თითოეული ელემენტის ვალენტობა;
ii) დაწერეთ მისი ქიმიური ფორმულა ინდექსების გამოყენებით;
iii) გამოთვალეთ ამ ნივთიერების ფარდობითი მოლეკულური მასა;
iv) გამოთვალეთ ამ ნაერთში გოგირდის მასური წილი.

41. რკინისა და გოგირდის ერთ-ერთი ნაერთის ფორმულაა FeS_2.

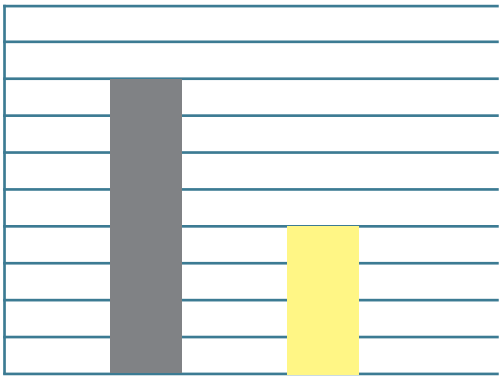
ა) რომელი დიაგრამა გამოსახავს სწორად ამ ნაერთში რკინისა და გოგირდის მასურ თანაფარდობას?



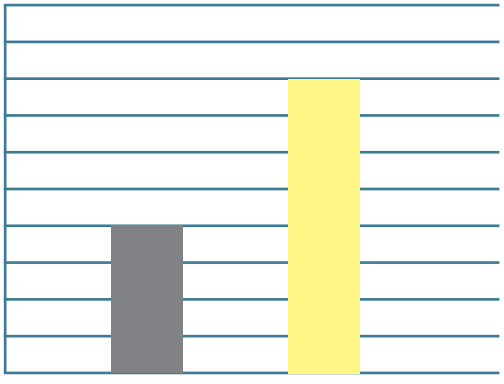
1



2



3



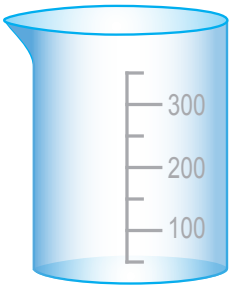
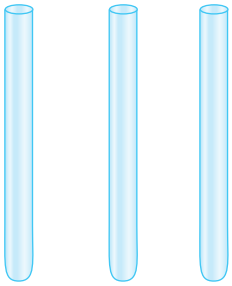
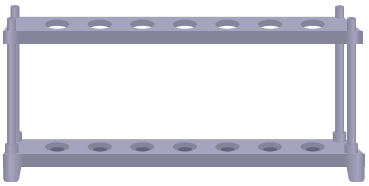
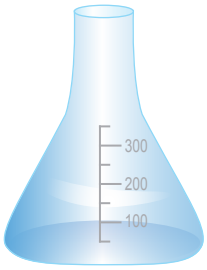
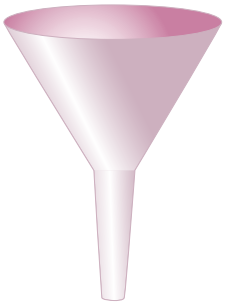
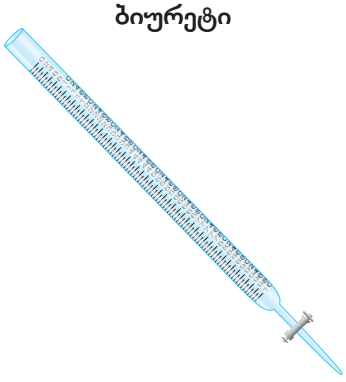
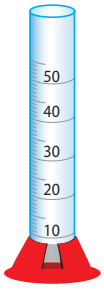
4

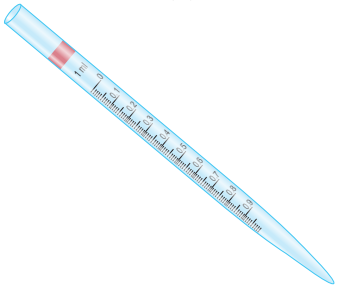
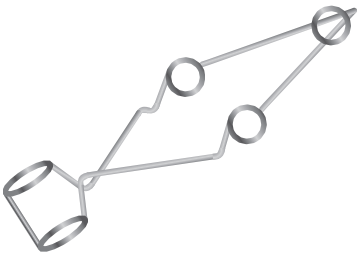
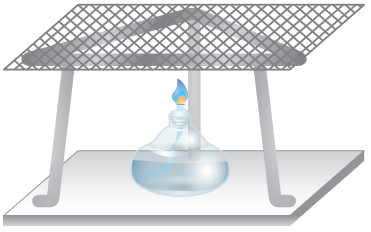
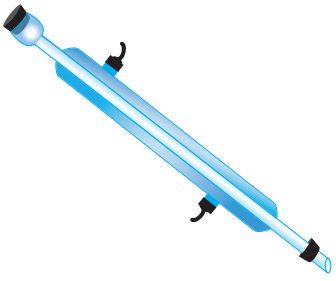
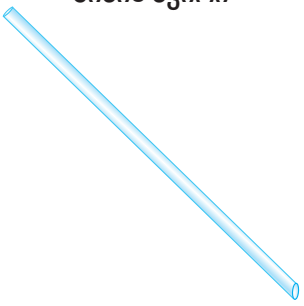
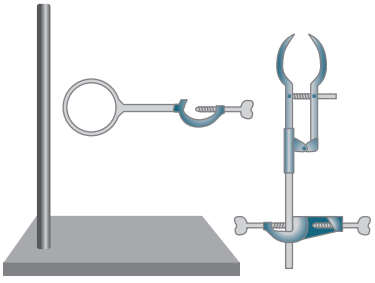
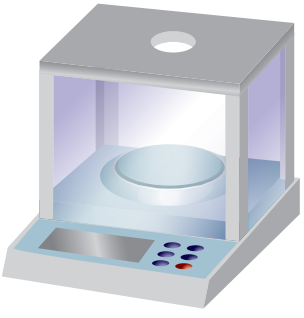
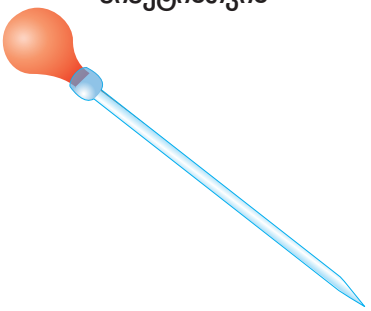
ბ) სვეტოვანი დიაგრამების საშუალებით გამოსახეთ FeS-ში და CuS-ში ელემენტების ატომთა მასური თანაფარდობა.

დანართი



ქიმიური ჭურჭელი და მოწყობილობები

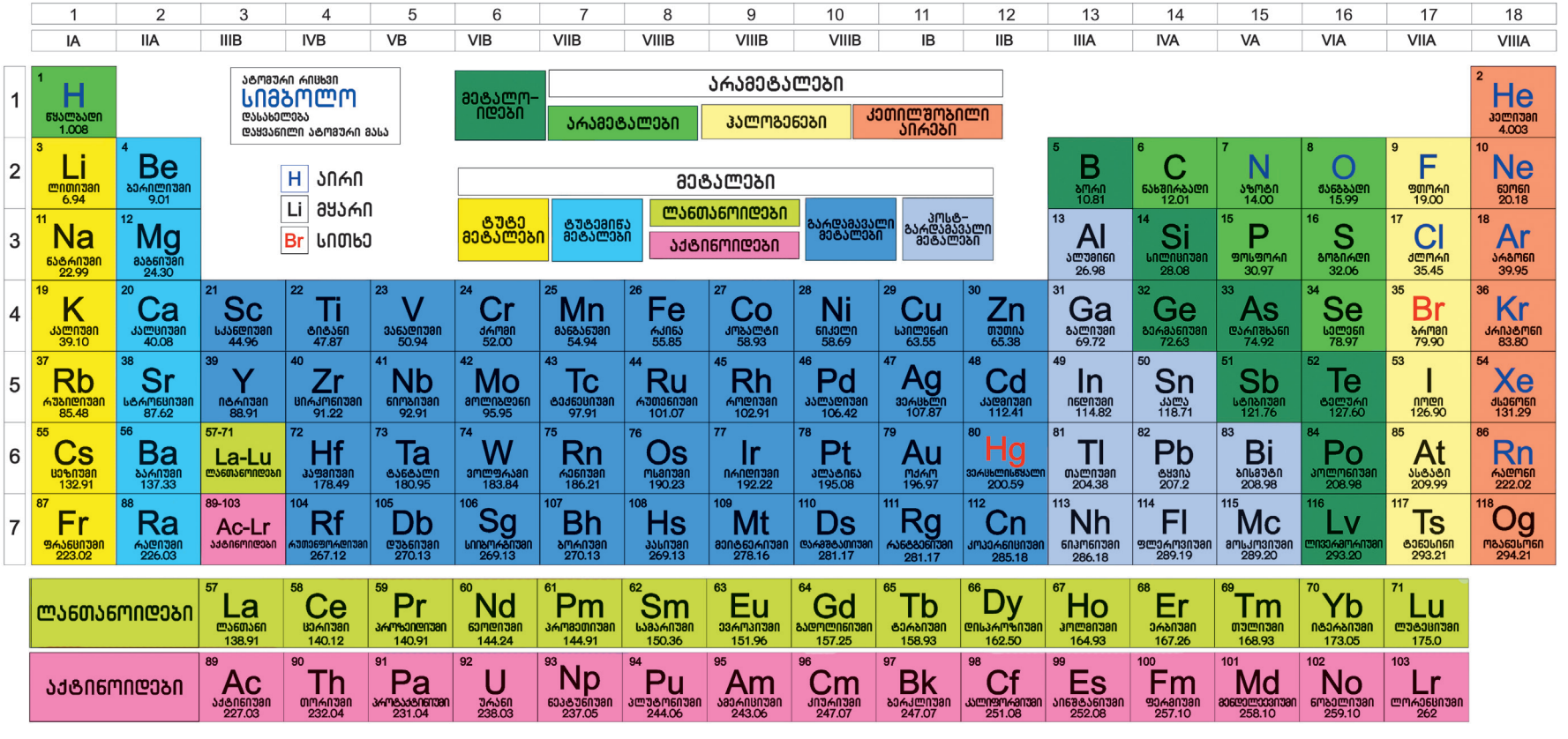
ქიმიური ჭიქა 	სინჯარები 	სინჯარების სადგამი 
ერლენმეიერის კოლბა 	ბრტყელძირა კოლბა 	საზომი კოლბა 
ძაბრი 	ბიურეტი 	ფაიფურის ჯამი 
პეტრის ჯამი 	საზომი ცილინდრი ანუ მენზურა 	საწვეთური 

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

როგორ იწერება და 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



საქართველო პატარა ქვეყანაა, მაგრამ მისი წიაღი უმდიდრეს ბუნებრივ რესურსებს ინახავს. რთული რელიეფი, ვულკანური წარსული და დედამიწის სიღრმეში მიმდინარე პროცესები ასობით განსხვავებული მინერალური წყაროს არსებობას განაპირობებს. თითოეული მათგანი განსაკუთრებულია თავისი ქიმიური შემადგენლობით და მოგვითხრობს იმ ადგილის ისტორიას, სადაც დაიბადა.

ბუნება ყოველგვარი ხელოვნური ჩარევის გარეშე ქმნის სიცოცხლისთვის აუცილებელ უნიკალურ ქიმიურ ნაერთებს. წყალი, რომელიც დედამიწის ღრმა ფენებში „მოგზაურობს“, მაღალი წნევისა და ტემპერატურის პირობებში ბუნებრივად მდიდრდება ნახშირორჟანგით, მიკრო - და მაკროელემენტებით. სწორედ ამიტომ საქართველოს ხშირად „მინერალური წყლების მუზეუმსაც“ უწოდებენ.

ფართოდაა ცნობილი ჩვენი მინერალური წყლები: ნაბეღლავი, ბორჯომი, საირმე, ლიკანი თუ სხვა, რომლებიც ეკოლოგიური და სამედიცინო ტურიზმის უმნიშვნელოვანეს რესურსს წარმოადგენს საქართველოში.

შენ ახლა ქიმიის შესწავლას იწყებ. ყოველი ახალი თემა დაგანახებს, რომ ბუნება ყველაზე დიდი ლაბორატორიაა, ხოლო მეცნიერება - მისი შეცნობის გზა. მიღებული ცოდნა დაგეხმარება, ახსნა მოუძებნო ყოველდღიურ მოვლენებს, გააცნობიერო კავშირები ბუნებასა და ტექნოლოგიებს შორის და განივითარო კვლევითი აზროვნება. ვინ იცის, შესაძლოა სწორედ შენ აღმოაჩინო ისეთი რამ, დედამიწის მომავალსაც რომ შეცვლის.



9 789941 889219

26.07.7.1.1