

თინათინ ბუთხუზი, სოფიკო ფაცაცია,
მარინე კუჭუხიძე, თამარ ხატისაშვილი

ქ ი მ ი ა

IX კლასი

მოსწავლის ნიშნი



გამომცემლობა „საქართველოს მაცნე“

გრიფინიჭებულია საქართველოს განათლების, მეცნიერების,
კულტურისა და სპორტის სამინისტროს მიერ 2021 წელს

ქიმია, IX კლასი მოსწავლის წიგნი

ავტორები:

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

რედაქტორი: **ემზარ ლომიძე**

დიზაინერ-დამკაბადონებელი **ლია არევაძე**

გამომცემლობა „საქართველოს მაცნე“

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

ტელ: 568 10 54 67; 574 40 08 57

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

www.saqmatsne.ge

© გამომცემლობა „საქართველოს მაცნე“, 2020

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

გამოცემის წელი და რიგითობა 2020 წელი

ISBN 978-9941-16-765-2

სარჩევი

თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება – არაორგანული ნივთიერებები.....	6
1.1 არაორგანული ნივთიერებები ჩვენ ირგვლივ.....	7
1.2 ოქსიდები	11
1.3 ტუტეების, მჟავებისა და მარილების წყალხსნარები.....	17
1.4 მჟავები.....	22
1.5 ფუძეები და ამფოტერული ჰიდროქსიდები	27
1.6 მარილები.....	32
1.7 არაორგანული ნაერთების გამოყენება	37
1.8 გენეტიკური კავშირები არაორგანულ ნაერთთა შორის.....	42
1.9 ქიმიური რეაქციების კლასიფიკაცია	44
განვლილი მასალის შეჯამება	49
შემაჯამებელი სავარჯიშოები	50
როგორ დავადგინოთ ყოველდღიურად გამოყენებული ხსნარების pH?	66
1.10 ნივთიერების რაოდენობის საზომი ერთეული — მოლი. მოლური მასა.....	70
1.11 მოლისა და მოლური მასის პრაქტიკული გამოყენება	74
1.12 ავოგადროს კანონი. აირების მოლური მოცულობა	79
1.13 ავოგადროს კანონის პრაქტიკული გამოყენება. აირის ფარდობითი სიმკვრივე	83
1.14 ნივთიერებათა მოლური თანაფარდობა ქიმიურ რეაქციათა ტოლობებში.....	86
1.15 გაანგარიშებები ქიმიურ რეაქციათა ტოლობების მიხედვით.....	90
1.16 მალიმიტირებელი და ჭარბი რეაგენტი.....	93
ქანები და მინერალები დედამიწის ქერქში.....	98
ვინ გამოთვალა ავოგადროს რიცხვი?.....	101
აირის მოცულობის გამოთვლა ნორმალურისაგან განსხვავებულ ფიზიკურ პირობებში	102
განვლილი მასალის შეჯამება	104
შემაჯამებელი სავარჯიშოები	105
თავი 2. ნავთობი და მისი პროდუქტები, ბუნებრივი აირი – ნარმოდგენა ორგანულ ნაერთებზე.....	115
2.1 ორგანული ნაერთების მრავალფეროვნება.....	116
2.2 ორგანული ნივთიერებების აღნაგობა.....	119
2.3 ორგანული ნივთიერებების კლასიფიკაცია.....	122

2.4 ნაჯერი ნახშირწყალბადები – ალკანები.....	125
2.5 ალკანების თვისებები და გამოყენება.....	130
2.6 უჯერი ნახშირწყალბადები – ალკენები და ალკინები.....	132
2.7 უჯერი ნახშირწყალბადების ქიმიური თვისებები.....	135
2.8 პოლიმერები.....	138
2.9 ბუნებრივი პოლიმერები.....	141
2.10 არომატული ნახშირწყალბადები ანუ არენები.....	144
2.11 ნახშირწყალბადების ბუნებრივი წყაროები.....	147
2.12 ნავთობი.....	149
2.13 გარემოს ქიმიური დაბინძურება.....	151
2.14 ქიმიური დაბინძურებით გამოწვეული ეკოლოგიური პრობლემები.....	155
ქიმია და მდგრადი განვითარება.....	157
ბენზინის დეტონაციური მედეგობა.....	159
პლასტმასის ნაირსახეობები.....	160
განვლილი მასალის შეჯამება.....	161
შემაჯამებელი სავარჯიშოები.....	162
ცხრილი I. როგორ იწერება და როგორ იკითხება ზოგიერთი ქიმიური ელემენტის სიმბოლო.....	169
ცხრილი II. ოქსიდების მჟავებსა და ფუძეებთან შესაბამისობა.....	170
ცხრილი III. მჟავებისა და მარილების ნომენკლატურა.....	170
ქიმიაში ხშირად გამოყენებული ერთეულები.....	171
მეტალთა ელექტროქიმიური აქტიურობის მწკრივი.....	171
მარილების, ფუძეებისა და მჟავების წყალში ხსნადობის ცხრილი.....	172
ქიმიური ელემენტების პერიოდულობის ცხრილი (მოკლე).....	173
ქიმიური ელემენტების პერიოდულობის ცხრილი (გრძელი).....	174
გამოსათვლელი დავალებების პასუხები.....	175
გამოყენებული რესურსები.....	177

სახელმძღვანელოში გამოყენებული პირობითი ნიშნები



– კითხვები და დავალებები



– ეს საინტერესოა



– საკვანძო კითხვები



– განვლილი მასალის შეჯამება



– შემაჯამებელი სავარჯიშოები



– ექსპერიმენტი

თავი 1.

ნივთიერებათა მრავალფეროვნება – არაორგანული ნივთიერებები



ამ თავის შესწავლის შემდეგ შეძლებთ უპასუხოთ კითხვებს:

- როგორი სახით გვხვდება ნივთიერებები ჩვენ გარშემო?
- რატომ ატარებს ზოგიერთი ნივთიერების წყალხსნარი დენს?
- რა მნიშვნელობა აქვს ნეიტრალიზაციის რეაქციას ადამიანის ორგანიზმში?
- როგორ ვიყენებთ ზოგიერთ არაორგანულ ნივთიერებას ჩვენს ყოველდღიურებაში?
- როგორ გამოვთვალოთ ექსპერიმენტისათვის საჭირო ნივთიერებების რაოდენობა?

1.1

არაორგანული ნივთიერებები ჩვენ ირგვლივ

ჩვენ გარშემო არსებული ნივთიერებები პირობითად ორ ჯგუფად, არაორგანულ და ორგანულ ნივთიერებად იყოფა. არაორგანული ნივთიერების შედგენილობაში შეიძლება შედიოდეს პერიოდულობის ცხრილის ნებისმიერი ელემენტი, ხოლო ორგანული ნივთიერება აუცილებლად შეიცავს ნახშირბადს და ასევე შეიძლება შეიცავდეს წყალბადს, ჟანგბადს, აზოტს, გოგირდს, ფოსფორსა და ჰალოგენებს. უნდა აღინიშნოს, რომ ნახშირბადის ოქსიდები, ნახშირმჟავა, კარბონატები და ზოგიერთი სხვა არაორგანულ ნაერთებს მიეკუთვნება.

ამ თავში არაორგანულ ნივთიერებებს გავეცნობით. პირველ რიგში, განვიხილოთ, თუ რომელი არაორგანული ნივთიერებები არსებობს და გავიგოთ, რა სახით გვხვდება ისინი გარემოში.

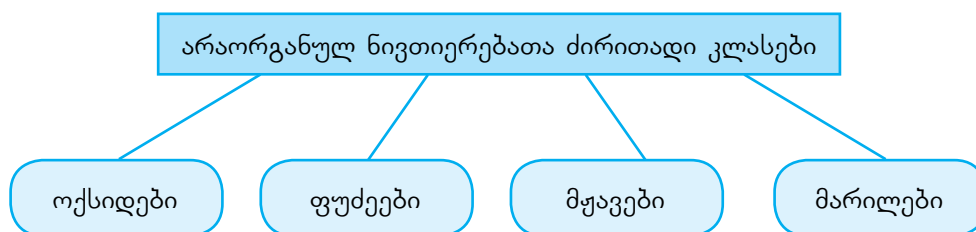
1.1.1. არაორგანულ ნივთიერებათა კლასიფიკაცია

გავიხსენოთ, რომ ქიმიური ელემენტების მიერ წარმოქმნილ მარტივ ნივთიერებებს მეტალებად, მეტალოიდებად და არამეტალებად ყოფენ (ნახ. 1.1).



ნახ. 1.1. მარტივი ნივთიერებების პირობითი დაყოფა.

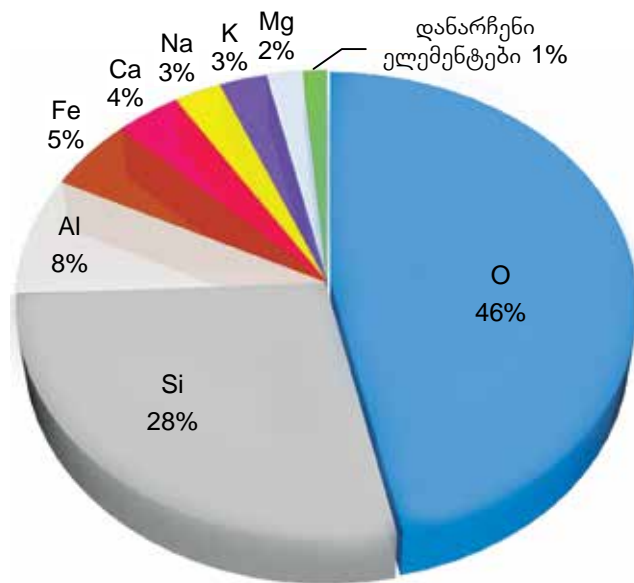
არაორგანულ ნაერთებს რაც შეეხება, როგორც ვიცით, ისინი ძირითადად ოქსიდებად, მჟავებად, ფუძეებად და მარილებად იყოფა (ნახ. 1.2).



ნახ. 1.2. არაორგანულ ნაერთთა ძირითადი კლასები.

მე-8 კლასის ქიმიის კურსიდან ჩვენთვის ცნობილია, რომ ამ ნივთიერებებიდან ზოგიერთი ჰაერში გვხვდება (აზოტი, ჟანგბადი, არგონი, ნახშირორჟანგი და სხვ.), ზოგი – ნიადაგში (ოქსიდები, მარილები), ზოგი კი – წყალში გახსნილი სახით (მარილები, ჰაერის აირადი კომპონენტები).

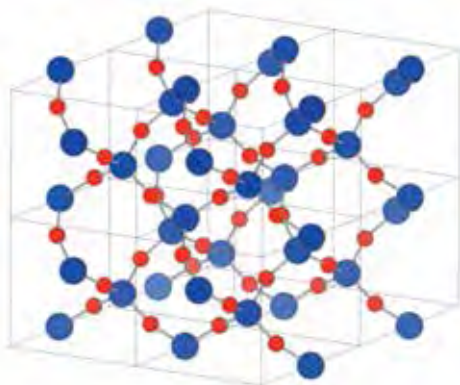
თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება



ნახ. 1.3. დედამიწის ქერქში ძირითადი ქიმიური ელემენტების შემცველობა.

არაორგანული ნივთიერებების უდიდესი ნაწილი დედამიწის ქერქში სხვადასხვა ნაერთის სახით არის გავრცელებული. მარტივი ნივთიერების ფორმით მხოლოდ რამდენიმე ელემენტი გვხვდება: ოქრო, ვერცხლი, პლატინა, ნახშირბადი, გოგირდი და ზოგიერთი სხვა. საინტერესოა, რომ დედამიწის ქერქის მასის თითქმის 99% მხოლოდ 8 ელემენტის ნაერთების სახითაა წარმოდგენილი (ნახ. 1.3).

დედამიწის ქერქის ქიმიური შედგენილობა ყველგან ერთნაირი არაა, ამიტომ ნახ. 1.3-ზე ელემენტთა პროცენტული შემცველობა გასამუალოებულ მონაცემებს წარმოადგენს. ზოგიერთ ქანში ამა თუ იმ ელემენტის შემცველობა მაღალია, ზოგში კი – დაბალი. ელემენტით მდიდარ ადგილს საბადოს უწოდებენ, ელემენტით მდიდარ წიაღისეულს კი – მადანს. დედამიწის ქერქში ყველაზე მეტი მასური წილი აქვს ჟანგბადს, რომელიც ოქსიდებისა და მარილების შედგენილობაში შედის. მეორე ადგილი სილიციუმს უკავია, რომელსაც გარემოში SiO_2 -ისა და სილიკატების სახით ვხვდებით (ნახ. 1.4).



ნახ. 1.4. სილიციუმ(IV)-ის ოქსიდის კარკასული სტრუქტურა. ლურჯი ბურთულები სილიციუმის ატომებია, წითელი — ჟანგბადის. ნაერთს გიგანტური კოვალენტური სტრუქტურა აქვს და პირობითად მისი უმარტივესი ფორმულა შეიძლება წარმოვიდგინოთ, როგორც SiO_2 .

SiO_2 -ის ბუნებრივი ფორმა არის კაჟმინა, რომელიც ძირითადად ქვიშის, ქარსის, კაჟის, კვარცისა და სხვა მინერალების სახით გვხვდება (ნახ. 1.5). მისი ფორმების მრავალფეროვნება კრისტალის წყობითა და მინარევების არსებობით განისაზღვრება.



კაჟი

კვარცი

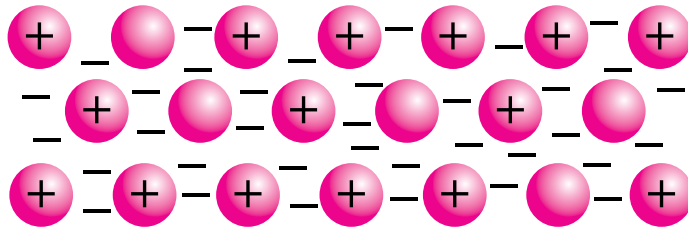
ქარსი

ნახ. 1.5. SiO_2 -ის შემცველი ბუნებრივი მინერალები.

1.1.2. ქიმიური ბმები არაორგანულ ნივთიერებებში

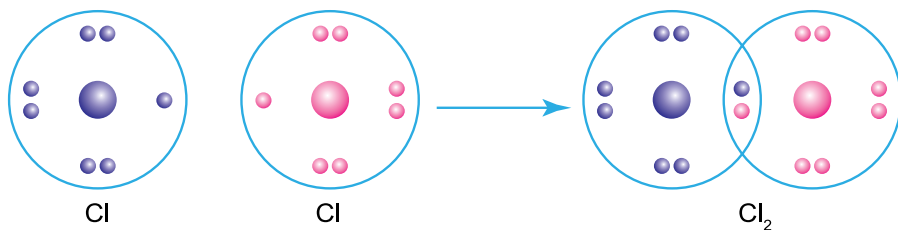
არაორგანული ნივთიერებები წარმოქმნილია მეტალური, იონური და კოვალენტური ბმების საშუალებით.

გავიხსენოთ, რომ მეტალში გვაქვს დადებითად დამუხტული კატიონები და უარყოფითად დამუხტული, თავისუფლად მოძრავი „ელექტრონების ზღვა“. მათ შორის აღიძვრება ელექტროსტატიკური ურთიერთმიზიდულობის ძალა, რომელსაც მეტალური ბმა ეწოდება (ნახ. 1.6). ასეთი ბმის არსებობა განაპირობებს მეტალთა ბზინვარებას, პლასტიკურობას, ელექტრო- და სითბოგამტარობას.



ნახ. 1.6. მეტალური ბმა.

არამეტალებსა და მეტალოიდებში ატომები ერთმანეთს საზიარო ელექტრონული წყვილების წარმოქმნის ხარჯზე უკავშირდება. გავიხსენოთ, რომ ასეთ კავშირს კოვალენტური ბმა ეწოდება (ნახ. 1.7).

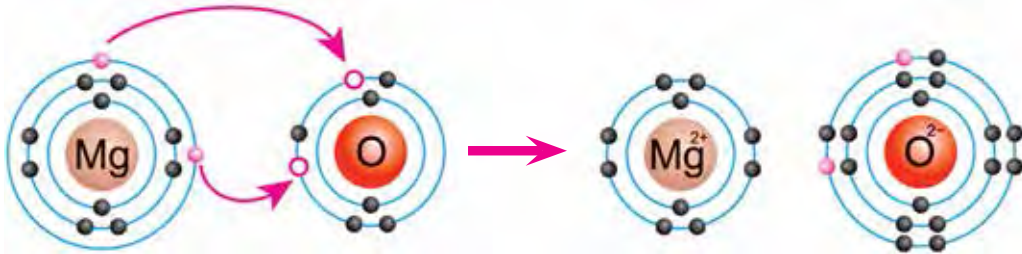


ნახ. 1.7. არამეტალთა ატომები ერთმანეთს საზიარო ელექტრონული წყვილების ხარჯზე უკავშირდება. ამის მაგალითია კოვალენტური ბმის წარმოქმნა ქლორის ატომთა შორის.

მეტალთა და არამეტალთა შორის ნაერთების წარმოქმნისას მეტალის გარე შრიდან ადვილად წყდება ელექტრონები, რომლებიც არამეტალზე გადადის. ამის შედეგად მი-

თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

იღება დადებითად და უარყოფითად დამუხტული იონები, რომლებიც ურთიერთმიზიდულობის ძალით უკავშირდება ერთმანეთს. ასეთ ბმას იონურ ბმას ვუწოდებთ (ნახ. 1.8).



ნახ. 1.8. იონური ბმის წარმოქმნა მეტალსა (Mg) და არამეტალს (O) შორის.



კითხვები და დავალებები:

1. არაორგანულ ნაერთთა რომელ კლასებს წარმოადგენს ქვემოთ მოცემული ნაერთები? (გაიხსენეთ ნასწავლი მასალიდან)
ა) CO_2 ბ) MgCl_2 გ) H_2SO_4 დ) $\text{Ca}(\text{OH})_2$
2. ბუნებაში კალიუმი და კალციუმი ძირითადად მარილების ფორმით გვხვდება; კალიუმი სილიკატის, ნიტრატისა და ქლორიდის სახითაა წარმოდგენილი, ხოლო კალციუმი შეიძლება ფოსფატის, კარბონატის, სულფატისა და ფთორიდის სახით შეგვხვდეს. შეადგინეთ შესაბამის ნივთიერებათა ფორმულები.
3. ბარიტი წარმოადგენს ბარიუმის სულფატის შემცველ ბუნებრივ მინერალს. დაადგინეთ ბარიუმის მასური წილი ბარიუმის სულფატში.
4. რატომ არ გვხვდება ბუნებაში ტუტე მეტალები და მათი ოქსიდები თავისუფალი სახით?
5. საქართველოში მოიპოვება მინერალი პიროლუზიტი. მოიპოვეთ ინფორმაცია მისი შედგენილობის შესახებ. სად არის ამ მინერალის საბადო?
6. ცნობილია, რომ ნივთიერებების თვისებებს მათში არსებული ბმები განაპირობებს. გაიხსენეთ მოცემული ნივთიერებების თვისებები და ამის საფუძველზე განსაზღვრეთ, როგორი ტიპის ქიმიური ბმაა თითოეულ მათგანში.
ა) რკინა; ბ) ჟანგბადი; გ) ნატრიუმის ქლორიდი;

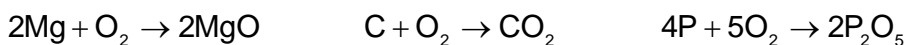
1.2

ოქსიდები

ოქსიდები დედამიწაზე ძალზე გავრცელებული ნაერთებია. ამის დასამტკიცებლად ის ფაქტიც კი საკმარისია, რომ ოქსიდებია წყალი და დედამიწის ქანების შემადგენელი ძირითადი ნაწილი – სილიციუმის დიოქსიდი. ოქსიდი, როგორც გვახსოვს, ბინარული ანუ ორი ელემენტისაგან შემდგარი ნაერთია, რომელთაგანაც ერთ-ერთს უანგბადი წარმოადგენს.

1.2.1. ოქსიდების მიღება

1) ოქსიდები რამდენიმე გზით მიიღება. ერთ-ერთია მარტივი ნივთიერების უანგბადთან უშუალო შეერთება. ასეთი რეაქციები ხშირად მარტივი ნივთიერების ჰაერზე ან უანგბადის არეში წვის საშუალებით ხორციელდება:

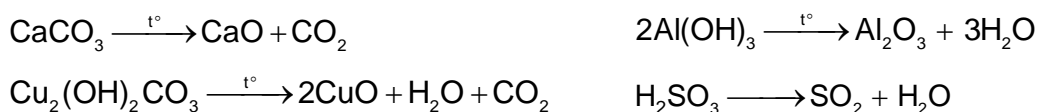


ზოგიერთი ელემენტის (მაგ.: ოქროს, ჰალოგენებისა და სხვ.) ოქსიდი მათი უანგბადთან უშუალოდ ურთიერთქმედების შედეგად ვერ მიიღება.

2) რთული ნივთიერებების სრული წვის შედეგად ძირითადად მიიღება ოქსიდი ყველა იმ ელემენტისა, რომლებიც შედის ამ ნივთიერების შედგენილობაში.

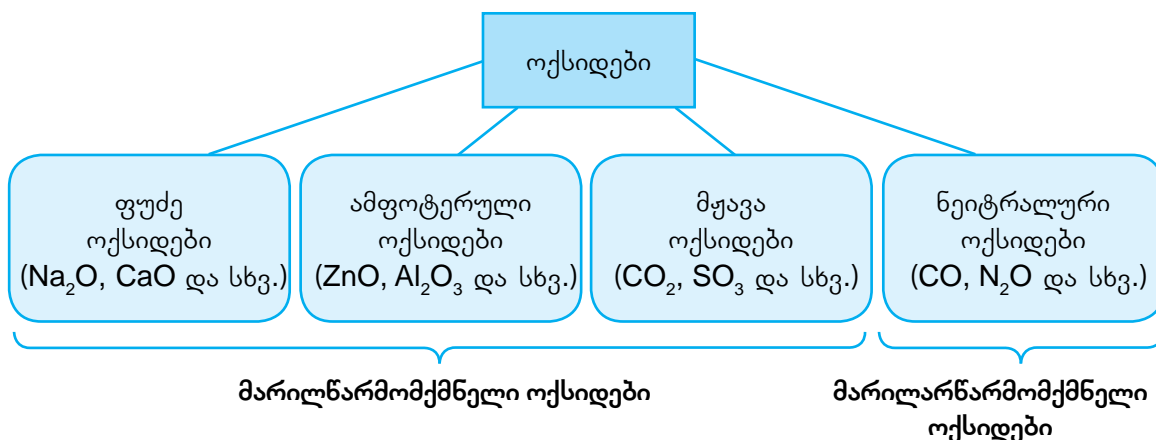


3) ოქსიდების მიღება ასევე შესაძლებელია ზოგიერთი რთული ნივთიერების (შესაბამისი ფუძის/მჟავას/მარილის) დაშლით, რისთვისაც მათ მაღალ ტემპერატურაზე აცხელებენ:



1.2.2. ოქსიდების კლასიფიკაცია

ოქსიდთა კლასიფიკაცია დაფუძნებულია მათ ქიმიურ თვისებებზე, კერძოდ, მჟავასთან ან ტუტესთან ურთიერთქმედებისას მარილის წარმოქმნის უნარზე. ამის მიხედვით განასხვავებენ ნეიტრალურ, მჟავა, ფუძე და ამფოტერულ ოქსიდებს (ნახ. 1.9).



ნახ. 1.9. ოქსიდების კლასიფიკაცია.

თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

ოქსიდს, რომელიც ტუტესთან ან მჟავასთან ურთიერთქმედებისას მარილსა და წყალს არ წარმოქმნის, **ნეიტრალური ანუ მარილარწარმომქმნელი ოქსიდი** ეწოდება. მათ მიეკუთვნება CO, NO, N₂O და ზოგიერთი სხვა.

დანარჩენი ოქსიდები **მარილწარმომქმნელ ოქსიდებს** მიეკუთვნება. განვიხილოთ თითოეული ტიპის ოქსიდთა თვისებები.

1.2.3. მჟავა ოქსიდების თვისებები

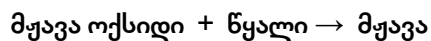
მჟავა ოქსიდებს მჟავები შეესაბამება (ცხრილი 1.1).

ცხრილი 1.1. მჟავა ოქსიდები და მათი შესაბამისი მჟავები.

მჟავა ოქსიდი	მჟავა	მჟავა ოქსიდი	მჟავა
CO ₂	H ₂ CO ₃	N ₂ O ₃	HNO ₂
SiO ₂	H ₂ SiO ₃	N ₂ O ₅	HNO ₃
SO ₂	H ₂ SO ₃	CrO ₃	H ₂ CrO ₄
SO ₃	H ₂ SO ₄	Cl ₂ O ₇	HClO ₄
P ₂ O ₅	H ₃ PO ₄	Mn ₂ O ₇	HMnO ₄

მჟავა ოქსიდებს ძირითადად არამეტალები წარმოქმნის. მჟავა ოქსიდებში ელემენტისა და ჟანგბადის ატომები ერთმანეთს კოვალენტური ბმით უკავშირდება. თუმცა, მჟავა ოქსიდი შეიძლება იყოს მეტალოიდის ან ცვალებადვალენტიანი მეტალის ოქსიდიც, რომელშიც მეტალს მაღალი ვალენტობა აქვს (მაგ., Mn₂O₇).

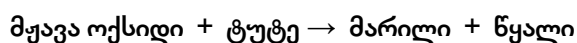
1) მჟავა ოქსიდების უმეტესობა მჟავას უშუალოდ წყლის მიერთების შედეგად წარმოქმნის (ჩვენთვის ცნობილი ოქსიდებიდან გამონაკლისს SiO₂ წარმოადგენს). ამასთან, მჟავა ოქსიდსა და მის შესაბამის მჟავაში ელემენტი ერთსა და იმავე ვალენტობას ამჟავნებს.



მაგალითად:



2) მჟავა ოქსიდი სხვა ოქსიდებისაგან იმით გამოირჩევა, რომ მარილსა და წყალს მხოლოდ ტუტესთან ურთიერთქმედებისას წარმოქმნის:



თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

მაგალითად:

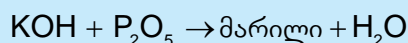


მჟავა ოქსიდსა და ტუტეს შორის რეაქციის ტოლობის შედგენისას შესაძლებელია ვისარგებლოთ მეთოდით, რომელიც ქვემოთ მოყვანილ მაგალითშია აღწერილი:

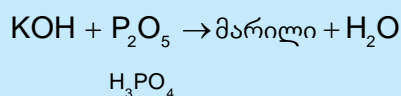
პრაქტიკული მაგალითი – 1.

შევადგინოთ კალიუმის ტუტესთან ფოსფორ(V)-ის ოქსიდის ურთიერთქმედების რეაქციის ტოლობა.

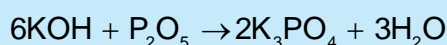
როგორც ვიცით, ამ შემთხვევაში უნდა მივიღოთ მარილი და წყალი:



მარილის შედგენილობაში უნდა შედიოდეს ფუძეში შემავალი მეტალი და იმ მჟავას ნაშთი, რომელიც მოცემულ მჟავა ოქსიდს შეესაბამება. ამ შემთხვევაში მჟავა ოქსიდია P_2O_5 . მისი შესაბამისი მჟავა არის H_3PO_4 . სქემაში მჟავა ოქსიდის ქვეშ დავწეროთ ამ მჟავას ფორმულა:



წარმოვიდგინოთ, რომ ფუძესა (KOH) და მჟავას (H_3PO_4) შორის მიმდინარეობს ნეიტრალიზაციის რეაქცია. გავიხსენოთ, ასეთ შემთხვევაში როგორ უნდა შევადგინოთ მიღებული მარილის ფორმულა (მეტალის ვალენტობა ფუძეში OH -ჯგუფების რაოდენობის ტოლია, ხოლო მჟავური ნაშთის ვალენტობა მჟავაში მეტალის ატომებით ჩანაცვლების უნარის მქონე H -ატომების რაოდენობას უდრის). მივიღებთ, რომ წარმოქმნილი მარილის ფორმულაა K_3PO_4 . ამის შემდეგ ჩავსვათ სქემაში მარილის ფორმულა და რეაქციის ტოლობა წარმოვადგინოთ გათანაბრებული სახით:



1.2.4. ფუძე ოქსიდების თვისებები

ფუძე ოქსიდს მხოლოდ მეტალი წარმოქმნის. ფუძე ოქსიდებში მეტალსა და ჟანგბადს შორის იონური ბმაა.

1) ფუძე ოქსიდებს ფუძეები შეესაბამება, თუმცა ყველა ფუძე ოქსიდი წყალთან უშუალოდ არ რეაგირებს. ამ უნარს მხოლოდ ის ფუძე ოქსიდი ამჟღავნებს, რომელსაც წყალში ხსნადი ფუძე, ანუ ტუტე შეესაბამება. ასეთ ოქსიდებს წარმოქმნის ტუტე და ტუტემინა მეტალები, კერძოდ: **Li, Na, K, Rb, Cs, Ca, Sr** და **Ba**. მეტალი ფუძე ოქსიდსა და შესაბამის ტუტეში ერთსა და იმავე ვალენტობას ამჟღავნებს.

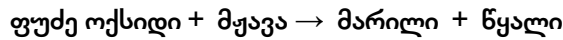
ფუძე ოქსიდი + წყალი → ტუტე

თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

მაგალითად:



2) ფუძე ოქსიდი, სხვა ოქსიდებისაგან განსხვავებით, მხოლოდ მჟავასთან ურთიერთქმედებისას წარმოქმნის მარილსა და წყალს:



მაგალითად:

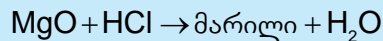


განვიხილოთ ასეთი რეაქციის ტოლობის შედგენის მაგალითი:

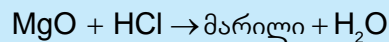
პრაქტიკული მაგალითი – 2.

შევადგინოთ მაგნიუმის ოქსიდთან მარილმჟავას ურთიერთქმედების რეაქციის ტოლობა.

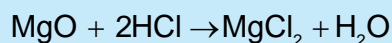
როგორც ვიცით, ამ შემთხვევაში უნდა მივიღოთ მარილი და წყალი:



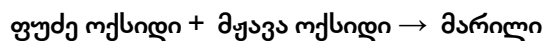
მარილის შედგენილობაში უნდა შედიოდეს ფუძე ოქსიდში შემავალი მეტალი და მორეაგირე მჟავას ნაშთი. სქემაში ფუძე ოქსიდის ქვეშ დავწეროთ მისი შესაბამისი ფუძის ფორმულა. გავითვალისწინოთ, რომ ფუძე ოქსიდსა და მის შესაბამის ფუძეში მეტალი ერთსა და იმავე ვალენტობას ამჟღავნებს, ამიტომ MgO -ს შესაბამისი ფუძის ფორმულა იქნება Mg(OH)_2 :



წარმოვიდგინოთ, რომ ფუძესა (Mg(OH)_2) და მჟავას (HCl) შორის მიმდინარეობს ნეიტრალიზაციის რეაქცია. ასეთ შემთხვევაში წარმოქმნილი მარილის ფორმულა იქნებოდა MgCl_2 . ამის შემდეგ ჩავსვათ სქემაში მარილის ფორმულა და რეაქციის ტოლობა წარმოვადგინოთ გათანაბრებული სახით:



3) ფუძე და მჟავა ოქსიდები ერთმანეთთანაც რეაგირებს და მარილს წარმოქმნის.



თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

მაგალითად:

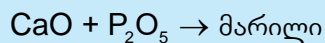


განვიხილოთ ასეთი რეაქციის ტოლობის შედგენის მაგალითი:

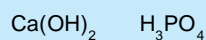
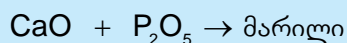
პრაქტიკული მაგალითი – 3.

შევადგინოთ კალციუმის ოქსიდთან ფოსფორ(V)-ის ოქსიდის ურთიერთქმედების რეაქციის ტოლობა.

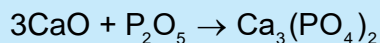
როგორც ვიცით, ამ შემთხვევაში რეაქციის პროდუქტი მარილია:



ზემოთ განხილული მაგალითების მიხედვით, სქემაში ფუძე ოქსიდის ქვეშ დავწეროთ მისი შესაბამისი ფუძის ფორმულა, მჟავა ოქსიდის ქვეშ კი – შესაბამისი მჟავასი. გავითვალისწინოთ, რომ ფუძე ოქსიდსა და მის შესაბამის ფუძეში მეტალი ერთსა და იმავე ვალენტობას ამჟღავნებს, ამიტომ CaO -ს შესაბამისი ფუძის ფორმულა იქნება Ca(OH)_2 :



წარმოვიდგინოთ, რომ ფუძესა (Ca(OH)_2) და მჟავას (H_3PO_4) შორის ნეიტრალიზაციის რეაქცია მიმდინარეობს. ასეთ შემთხვევაში წარმოქმნილი მარილის ფორმულა იქნებოდა $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. ამის შემდეგ ჩავსვათ სქემაში მარილის ფორმულა და რეაქციის ტოლობა წარმოვადგინოთ გათანაბრებული სახით:





კითხვები და დავალებები:

1. მიიღეთ შემდეგი ოქსიდები მარტივი ნივთიერების ჟანგბადთან ურთიერქმედებით:

ა) სპილენძ(II)-ის ოქსიდი	ბ) გოგირდ(IV)-ის ოქსიდი
გ) თუთიის ოქსიდი	დ) ლითიუმის ოქსიდი

2. ჩამოთვლილთაგან ცალ-ცალკე ამოიწერეთ ნეიტრალური, მჟავა, ფუძე და ამფოტერული ოქსიდები:

$ZnO, CO_2, CO, N_2O_5, BaO, Al_2O_3, SO_2, Li_2O, NO, SiO_2.$

3. შეადგინეთ შემდეგი ოქსიდების წყალთან ურთიერთქმედების რეაქციათა ტოლობები:

$SO_2, K_2O, SrO, N_2O_5.$

4. დაასრულეთ და წარმოადგინეთ რეაქციათა ტოლობები გათანაბრებული სახით:

ა) $Fe_2O_3 + H_2SO_4 \rightarrow$
ბ) $K_2O + H_3PO_4 \rightarrow$
გ) $SrO + N_2O_5 \rightarrow$
დ) $NaOH + SiO_2 \rightarrow$
ე) $Ba(OH)_2 + SO_3 \rightarrow$
ვ) $KOH + P_2O_5 \rightarrow$

5. დაადგინეთ უცნობი ტუტემინა მეტალის ოქსიდის ფორმულა, თუ ცნობილია, რომ მასში ჟანგბადის მასური წილია 40%.

6. უცნობი M მეტალი წარმოქმნის ოქსიდს, რომლის ფორმულაა MO. უპასუხეთ კითხვებს:

ა) პერიოდულობის ცხრილის რომელ ჯგუფში მდებარეობს ეს მეტალი?
ბ) რამდენი სავალენტო ელექტრონი აქვს ამ მეტალს?
გ) ოქსიდთა რომელ კლასს მიეკუთვნება აღნიშნული ოქსიდი?
დ) როგორი ტიპის ბმაა აღნიშნულ ოქსიდში?

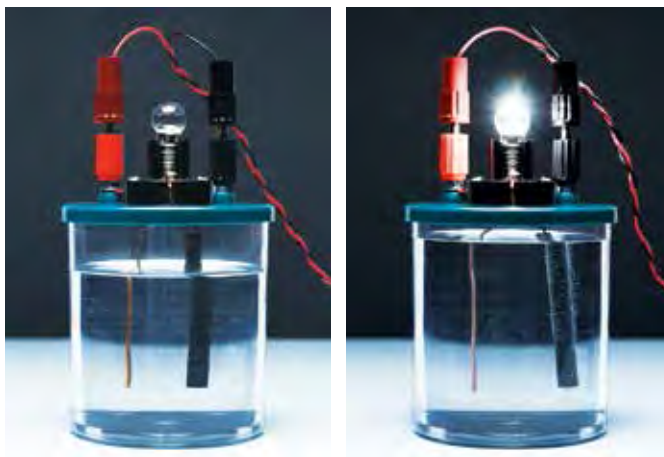
ტუტეების, მჟავებისა და მარილების წყალხსნარები

ტუტეების, მჟავებისა და მარილების თვისებათა უმეტესობა წყალხსნარებში მჟლავნდება. ამიტომ, ვიდრე ამ ნაერთების თვისებებს გავეცნობოდეთ, მოკლედ განვიხილოთ მათი წყალში გახსნის პროცესი.

1.3.1. ელექტროლიტური დისოციაცია

ნახ. 1.10-ზე გამოსახულია ხელსაწყო, რომლის საშუალებითაც მოწმდება ხსნარების ელექტროგამტარობა: თუ ხსნარი დამუხტულ ნაწილაკებს – იონებს შეიცავს, მაშინ ის დენს გაატარებს და ნათურა აინთება. აღმოჩნდა, რომ სუფთა წყალი დენს არ ატარებს, ხოლო თუ მასში გავხსნით მარილს, მჟავას ან ტუტეს, ნათურა აინთება. შაქრის, გლუკოზის, სპირტისა და სხვა ნივთიერებათა წყალხსნარების შემთხვევაში ხელსაწყო გვიჩვენებს, რომ ისინი დენს არ ატარებს.

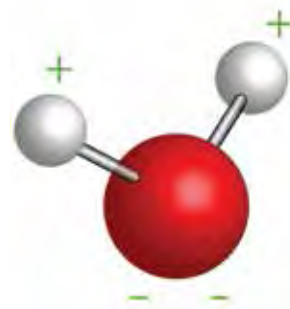
ნივთიერებას, რომლის წყალხსნარი ან ნალღობი ელექტრულ დენს ატარებს, **ელექტროლიტს** უწოდებენ. ხოლო თუ ნივთიერებას ეს თვისება არ გააჩნია, ის **არაელექტროლიტია**.



ნახ. 1.10. ხსნარის ელექტროგამტარობის შესამოწმებელი ხელსაწყო. მარცხენა ჭურჭელში არაელექტროლიტის ხსნარია, მარჯვენაში – ელექტროლიტის.

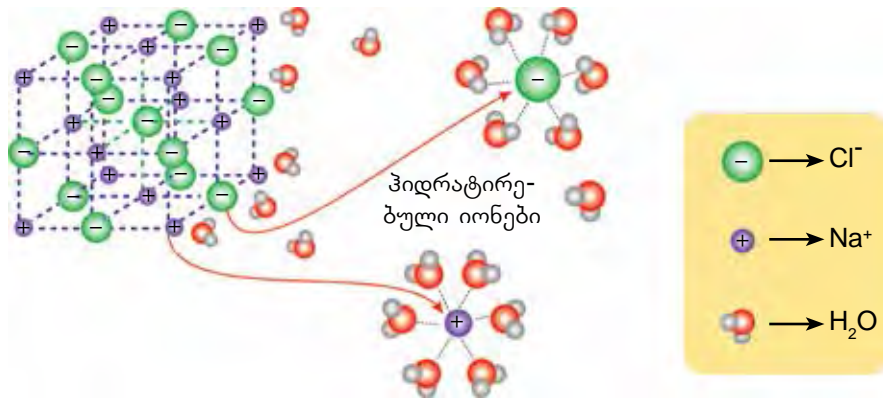
ამრიგად, აღმოჩნდა, რომ მარილები, მჟავები და ტუტეები წყალში გახსნისას იონებად იშლება. ამ პროცესს **ელექტროლიტური დისოციაცია ეწოდება**.

გავიხსენოთ, რომ წყლის მოლეკულა პოლარულია – მის ერთ მხარეს უარყოფითი მუხტია თავმოყრილი, სანინააღმდეგო მხარეს კი – დადებითი (ნახ. 1.11). როდესაც წყალში იონური ნაერთი, მაგალითად, NaCl იხსნება, წყლის მოლეკულები უარყოფითი პოლუსით Na^+ იონებს მიიზიდავს, ხოლო დადებითი პოლუსით – Cl^- იონებს (ნახ. 1.12). ამის შედეგად კრისტალში Na^+ და Cl^- იონებს შორის მიზიდულობის ძალა 81-ჯერ მცირდება, რის გამოც კრისტალი იშლება და მისი შემადგენელი იონები წყალში გადადის. წყალში გადასულ იონებს ჰიდრატირებული იონები ეწოდება.



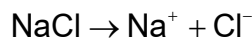
ნახ. 1.11. წყლის მოლეკულის პოლარობა.

თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

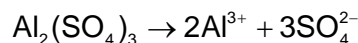
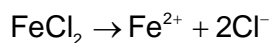
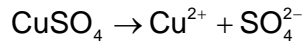
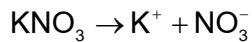


ნახ. 1.12. წყალში ნატრიუმის ქლორიდის ელექტროლიტური დისოციაცია.

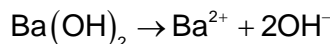
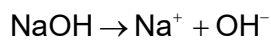
NaCl-ის იონებად დაშლა ასე გამოისახება:



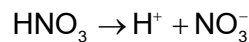
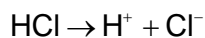
ზოგადად, ელექტროლიტური დისოციაციის დროს მარილი მეტალის კატიონად და მჟავას ნაშთის ანიონად იშლება. ამ დროს კატიონის მუხტის მნიშვნელობა მარილში მეტალის ვალენტობას უდრის, ხოლო ანიონის მუხტი – მჟავური ნაშთის ვალენტობას უარყოფითი ნიშნით, მაგალითად:



ტუტე წყალში გახსნისას მეტალის კატიონად და ჰიდროქსიდ-იონად დისოცირდება:

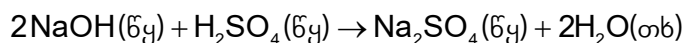


ხოლო მჟავას ელექტროლიტური დისოციაციის დროს ხსნარში წყალბადის კატიონი და მჟავური ნაშთის ანიონი წარმოიქმნება:



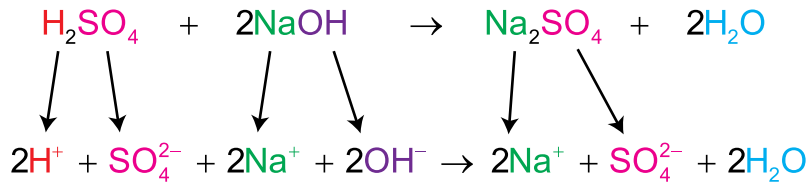
1.3.2. ელექტროლიტთა წყალხსნარებში მიმდინარე რეაქციები

ელექტროლიტთა ხსნარების ქიმიური ურთიერთქმედების დროს რეაქციაში მონაწილეობს არა მოლეკულები, არამედ იონები. მაგალითისათვის განვიხილოთ ტუტისა და მჟავას წყალხსნარების შერევისას მიმდინარე ნეიტრალიზაციის რეაქცია:

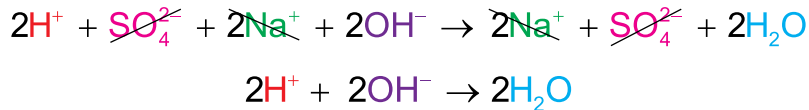


ამ რეაქციაში რეაგენტები – ტუტე და მჟავა – იონებად დაშლილი სახით მიიღებენ მონაწილეობას. წარმოქმნილი პროდუქტებიდან მარილი იონების ფორმით იქნება, ხოლო წყალი – მოლეკულების, რადგან ის არაელექტროლიტია და იონებად არ იშლება. ამის გათვალისწინებით რეაქცია შეიძლება დავწეროთ **იონური ტოლობის** სახით, რომელშიც ელექტროლიტები იონებად არის წარმოდგენილი:

თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება



მიღებულ ტოლობას სრულ იონურ ტოლობას უწოდებენ. იონური ტოლობის მარცხნივ და მარჯვნივ ერთნაირი წევრები ერთმანეთს აბათილებს:



შეკვეცილ კოეფიციენტები:

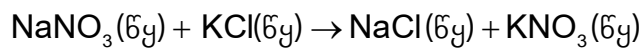


რის შედეგადაც მივიღებთ მოკლე ანუ **შეკვეცილ იონურ ტოლობას**, რომელიც გვიჩვენებს, თუ რომელ იონებს შორის წარმართა რეაქცია:

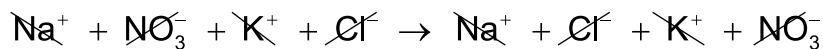


ამრიგად, წყალხსნარში ნატრიუმის ტუტესა და გოგირდმჟავას შორის მიმდინარე რეაქციის შედეგად წარმოქმნება წყლის მოლეკულები, Na^+ და SO_4^{2-} იონები კი ხსნარში რჩება. ასეთ იონებს „პასიურ“ იონებს უწოდებენ.

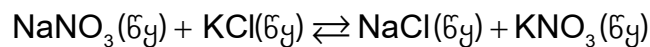
განვიხილოთ შემთხვევა, როდესაც რეაგენტებიც და პროდუქტებიც იონებად დისოცირდება:



აქ ყველა იონი პასიური აღმოჩნდება და ისინი ერთმანეთს გააბათილებს:

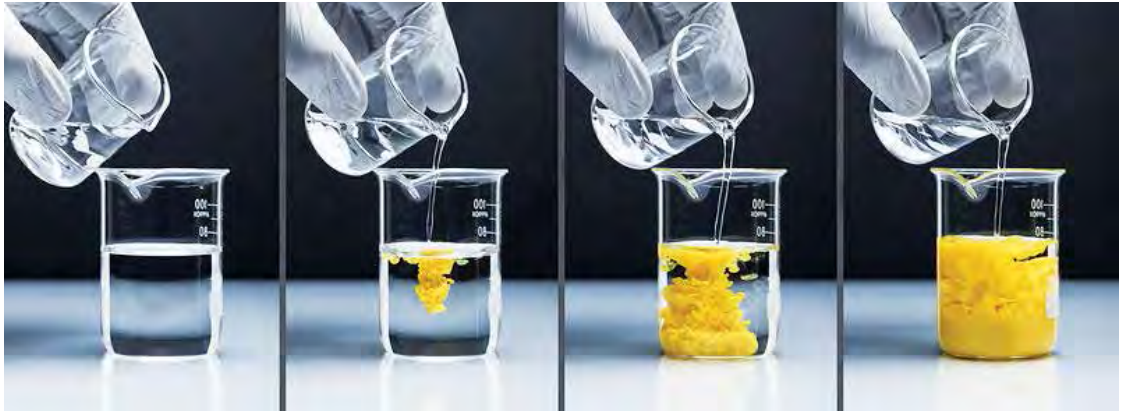


ამ შემთხვევაში მიღებული წყალხსნარი წარმოადგენს ნარევეს, რომელიც ოთხი სახის იონს (Na^+ , K^+ , Cl^- და NO_3^-) შეიცავს. ასეთ ხსნარს თუ ამოვაშრობთ, მივიღებთ მყარ ნარევეს, რომელშიც არის როგორც რეაგენტები, ასევე პროდუქტები. ამიტომ ასეთი რეაქცია შექცევადია და მისი დაწერისას შექცევადობის ნიშანს იყენებენ:

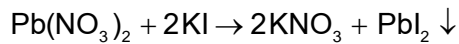


წყალხსნარში იონური მიმოცვლის რეაქცია მხოლოდ იმ შემთხვევაში განხორციელდება, თუ იონების ურთიერთქმედებით წარმოქმნილი ნივთიერება არ დისოცირდება. წყლის გარდა, ასეთი შეიძლება იყოს ნაერთი, რომელიც წყალში არ იხსნება და ნალექის სახით გამოიყოფა. მაგალითისათვის განვიხილოთ რეაქცია ტყვია(II)-ის ნიტრატსა და კალიუმის იოდიდს შორის (ნახ. 1.13):

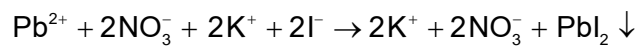
თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება



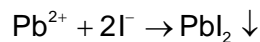
ნახ. 1.13. ტყვია(II)-ის ნიტრატზე კალიუმის იოდიდის დამატებისას ყვითელი ფერის ნალექი გამოიყოფა.



სრული იონური ტოლობა იქნება:

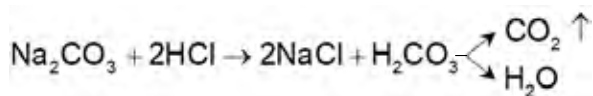


როგორც ვხედავთ, აქ K^+ და NO_3^- პასიური იონებია. ამიტომ შეკვეცილი იონური ტოლობა ასე ჩაინერება:

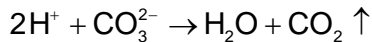
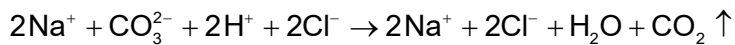


ნახ. 1.14. ნატრიუმის კარბონატსა და მარილმჟავას შორის ურთიერთქმედების შედეგი.

იონებს შორის რეაქციის პროდუქტი შეიძლება აირის სახითაც გამოიყოს. ამის მაგალითია რეაქცია ნატრიუმის კარბონატსა და მარილმჟავას შორის, რომლის შედეგადაც წარმოქმნილი ნახშირმჟავა არამდგრადი მჟავაა და წყლისა და ნახშირორჟანგის წარმოქმნით იშლება (ნახ. 1.14):



თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება



რეაქციის იონური ტოლობების შედგენისას იმის დასადგენად, თუ რომელი იონები წარმოქმნიან ხსნად ნაერთებს და რომელი – უხსნადს, უნდა ვისარგებლოთ საცნობარო ინფორმაციით – მჟავების, ფუძეებისა და მარილების წყალში ხსნადობის ცხრილით, რომელიც წიგნის ბოლოშია (გვ. 172) მოცემული.



კითხვები და დავალებები:

- გამოიყენეთ ხსნადობის ცხრილი (გვ. 172) და დაწერეთ:
 - წყალში უხსნადი მარილის, მჟავასა და ფუძის თითო მაგალითი;
 - წყალში ხსნადი მარილის, მჟავასა და ფუძის თითო მაგალითი.
- შეადგინეთ შემდეგი ნაერთების ელექტროლიტური დისოციაციის ტოლობები:
 - KOH
 - Ca(OH)₂
 - HNO₃
 - Na₃PO₄
 - AlCl₃
 - Fe₂(SO₄)₃
- გაათანაბრეთ ქვემოთ მოცემული რეაქციები და შეადგინეთ მათი სრული და შეკვეცილი იონური ტოლობები:
 - HCl + NaOH → NaCl + H₂O
 - H₃PO₄ + KOH → K₃PO₄ + H₂O
 - HNO₃ + Ca(OH)₂ → Ca(NO₃)₂ + H₂O
- შეადგინეთ შემდეგ ნივთიერებათა ურთიერთქმედების რეაქციები და წარმოადგინეთ მათი შეკვეცილი იონური ტოლობები:
 - ქლორწყალბადმჟავა და კალციუმის ჰიდროქსიდი;
 - გოგირდმჟავა და კალიუმის ჰიდროქსიდი;
 - აზოტმჟავა და ბარიუმის ჰიდროქსიდი.

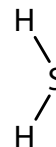
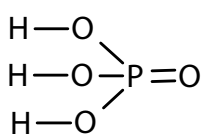
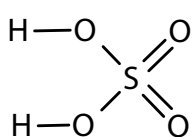
1.4

მჟავები

მე-8 კლასის ქიმიის კურსში ჩვენ გავეცანით ნივთიერებათა კლასს, რომელთაც მჟავებს უწოდებენ. გავიხსენოთ, რომ:

- მჟავა არის რთული ნივთიერება, რომელიც შედგება მეტალის ატომით ჩანაცვლების უნარის მქონე წყალბადატომისა და მჟავური ნაშთისაგან;
- მეტალის ატომით ჩანაცვლების უნარის მქონე წყალბადატომების რაოდენობის მიხედვით მჟავა შეიძლება იყოს ერთფუძიანი, ორფუძიანი და ა. შ.;
- მჟავური ნაშთის შედგენილობის მიხედვით განასხვავებენ ჟანგბადიან და უჟანგბადო მჟავებს.

ჟანგბადიან მჟავებში მეტალის ატომებით ჩანაცვლების უნარის მქონე წყალბადატომები მჟავას ნაშთის წარმომქმნელ ელემენტს ჟანგბადატომის საშუალებით უკავშირდება, რასაც “ჟანგბადის ხიდსაც” უწოდებენ; ხოლო უჟანგბადო მჟავებში – უშუალოდ. მათი გრაფიკული ფორმულები ასე გამოისახება:



მჟავებში ატომთა შორის კოვალენტური ბმებია.

ზოგადად მჟავა შეიძლება გამოვსახოთ ფორმულით:



სადაც n არის მეტალის ატომით ჩანაცვლების უნარის მქონე წყალბადატომთა რაოდენობა, ხოლო A – მჟავას ნაშთი.

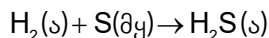
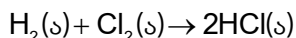
მჟავების სახელწოდებების გახსენებას შეძლებთ ნიგნის ბოლოში მოცემული ცხრილიდან (ცხრილი III გვ. 170).

1.4.1. მჟავების მიღება

1) უჟანგბადო მჟავები წყალბადისა და შესაბამისი არამეტალის ურთიერთქმედებით მიიღება:



მაგალითად:



მიღებული აირადი ნივთიერებები, ქლორწყალბადი და გოგირდწყალბადი, წყალში გახსნის შედეგად წარმოქმნის მჟავებს, შესაბამისად ქლორწყალბადმჟავასა (მარილმჟავას) და გოგირდწყალბადმჟავას.

2) ჟანგბადიანი მჟავას მიღების ძირითადი მეთოდია შესაბამისი მჟავა ოქსიდის წყალში გახსნა, რასაც მჟავა ოქსიდების თვისებებში გავეცანით:

თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

მჟავა ოქსიდი + წყალი → მჟავა

მაგალითად:



გამონაკლისია SiO_2 , რომელიც წყალთან არ ურთიერთქმედებს.

3) გარდა ამისა, მჟავები მიიღება შესაბამის მარილებზე სხვა მჟავების მოქმედებით. ეს რეაქციები წყალხსნარებში მიმდინარე იონური მიმოცვლის რეაქციებს წარმოადგენს და იმ შემთხვევაში წარიმართება, თუ რეაქციის ერთ-ერთ პროდუქტად აირი ან ნალექი მიიღება. მაგალითად:



შესაბამისი შეკვეცილი იონური ტოლობები იქნება:



1.4.2. მჟავების თვისებები

მჟავების უმეტესობა წყალში ხსნადია. ამ დროს ისინი დისოცირდება წყალბადის კატიონისა და მჟავური ნაშთის ანიონის წარმოქმნით, მაგალითად:



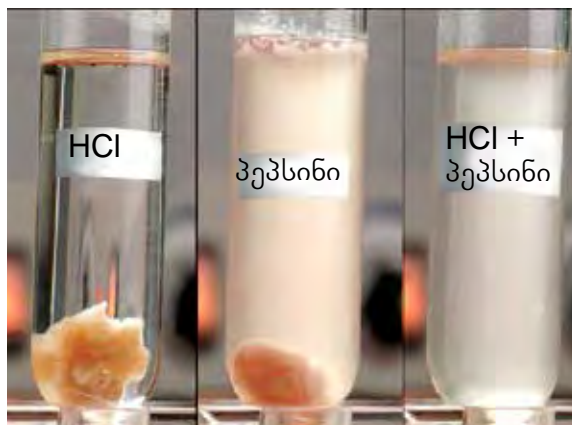
ამიტომ მჟავა შეიძლება ასეც განვმარტოთ: მჟავა ისეთი ელექტროლიტია, რომელიც დისოციაციის დროს კატიონის სახით მხოლოდ H^+ იონებს წარმოქმნის.

ხსნარში H^+ იონის არსებობა განაპირობებს მჟავათა საერთო თვისებებს:

1) ყველა მჟავას აქვს მჟავე გემო (გვახსოვდეს, რომ ქიმიური რეაქტივის გემოს გასინჯვა დაუშვებელია!). საკვებში შემავალი მჟავები ძირითადად ორგანული ნივთიერებებია, მაგალითად, ლიმონმჟავა, ძმარმჟავა, ასკორბინმჟავა (იგივე ვიტამინი C), რძემჟავა და სხვ. (ნახ. 1.15). ცოცხალ ორგანიზმებში გვხვდება ზოგიერთი არაორგანული მჟავაც. ამის მაგალითია მარილმჟავა (HCl), რომელიც კუჭის წვენშია და ფერმენტ პეპსინთან ერთად საჭმლის მონელებაში მონაწილეობს (ნახ. 1.16).



ნახ. 1.15. ციტრუსის მჟავე გემოს მასში შემავალი მჟავები (მაგალითად, ლიმონმჟავა, ასკორბინმჟავა და სხვ.) განაპირობებენ.



ნახ. 1.16. მარილმჟავასა და ფერმენტ პეპსინის მოქმედება ხორცის ნაჭერზე.

თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

2) მჟავათა წყალხსნარების $\text{pH} < 7$ (ნახ. 1.17). მჟავები სპეციფიკურად მოქმედებენ ინდიკატორებთან (ნახ. 1.18, ცხრილი 1.2).














ნახ. 1.17. ხელსაწყო (pH-მეტრი) გვიჩვენებს, რომ ხსნარის $\text{pH} = 3.12$, რაც იმას ნიშნავს, რომ ჭიქაში მჟავას ხსნარია.



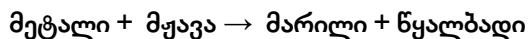
ნახ. 1.18. ინდიკატორ ლაკმუსის ქაღალდის ფერი გვიჩვენებს, რომ ლიმონი მჟავას შეიცავს.

ცხრილი 1.2. სხვადასხვა ინდიკატორის ფერი მჟავა, ნეიტრალურ და ტუტე არეში.

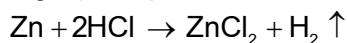
ინდიკატორი არე	ლაკმუსი	მეთილნარინჯი	ფენოლფთალეინი	უნივერსალური ინდიკატორი
	მჟავა			
	წითელი	მოვარდისფრო- წითელი	უფერო	წითელი
ნეიტრალური				
	იისფერი	ნარინჯისფერი	უფერო	მწვანე
ტუტე				
	ლურჯი	ყვითელი	ჟოლოსფერი	იისფერი

თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

3) მჟავათა უმრავლესობა რეაქციაში შედის მეტალებთან, რის შედეგადაც წყალბადი გამოიყოფა:



მაგალითად:



მჟავადან წყალბადის გამოძევების უნარი ყველა მეტალს არ გააჩნია. ეს თვისება მათ აქტიურობაზეა დამოკიდებული. ზოგადად, მეტალთა აქტიურობა შეიძლება შევადაროთ ე. წ. მეტალთა ელექტროქიმიური აქტიურობის მწკრივში მისი ადგილმდებარეობის მიხედვით – რაც უფრო აქტიურია მეტალი, მით უფრო მარცხნივაა მწკრივში განლაგებული (ნახ. 1.19).

აქტიურობა მცირდება

Li K Ba Ca Na Mg Al Mn Cr Zn Fe Co Ni Sn Pb H Cu Hg Ag Pt Au

მჟავებიდან წყალბადს აძევენ

მჟავებიდან წყალბადს ვერ აძევენ

ნახ. 1.19. მეტალთა ელექტროქიმიური აქტიურობის მწკრივი.

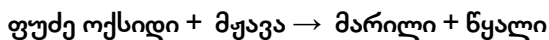
მჟავადან წყალბადის გამოძევება შეუძლია მეტალებს, რომლებიც აქტიურობის მწკრივში წყალბადის მარცხნივაა განლაგებული, ხოლო წყალბადის მარჯვნივ მდებარე მეტალებს ამის უნარი არ გააჩნია (ნახ. 1.19).

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ რაც უფრო აქტიურია მეტალი, მით უფრო ინტენსიურად ურთიერთქმედებს მჟავასთან (ნახ. 1.20).

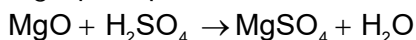


ნახ. 1.20. მარილმჟავაში ჩაშვებული მაგნიუმის, თუთიისა და სპილენძის ნაჭრები. რეაქცია მიმდინარეობს მხოლოდ მაგნიუმისა და თუთიის შემთხვევაში.

4) მჟავა რეაქციაში შედის ფუძე ოქსიდებთან, რის შედეგადაც მარილი და წყალი მიიღება (გავიხსენოთ ოქსიდთა თვისებებიდან):

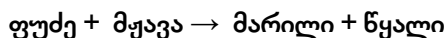


მაგალითად:

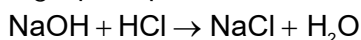


თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

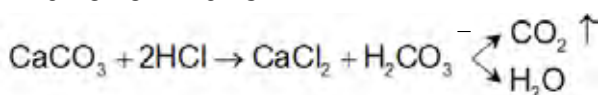
5) მჟავა ნეიტრალიზაციის რეაქციაში შედის ფუძეებთან მარილისა და წყლის წარმოქმნით:



მაგალითად:



6) მჟავები ურთიერთქმედებს ასევე სხვა მჟავათა მარილებთან. ეს იონური მიმოცვლის რეაქციაა და იმ შემთხვევაში მიმდინარეობს, თუ მიღებული პროდუქტებიდან ერთ-ერთი ნალექის ან აირის სახით გამოიყოფა ხსნარიდან. ამის მაგალითია მჟავათა ურთიერთქმედება კარბონატებთან, რომლის დროსაც ნახშირორჟანგი გამოიყოფა (ნახ. 1.21):



ნახ. 1.21. მარილმჟავას ურთიერთქმედება კალციუმის კარბონატთან.



კითხვები და დავალებები:

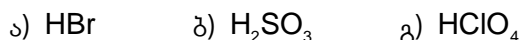
1. მოცემულია მჟავათა ფორმულები:



გაიხსენეთ მე-8 კლასის მასალა და ცალ-ცალკე ამონერეთ ჟანგბადიანი და უჟანგბადო მჟავები; თითოეულს მიუწერეთ სახელწოდება.

2. მჟავათა ფორმულებიდან ცალ-ცალკე ამონერეთ ერთფუძიანი, ორფუძიანი, სამფუძიანი მჟავები: $\text{HCl}, \text{H}_3\text{PO}_4, \text{HI}, \text{H}_2\text{S}, \text{HNO}_3, \text{H}_2\text{SO}_4$.

3. შეადგინეთ შემდეგი მჟავების გრაფიკული ფორმულები:



რომელი ტიპის ბმა გვხვდება აღნიშნულ ნაერთებში?

4. ცხრილში 1.1 (გვ. 12) მოცემული ინფორმაციის საფუძველზე შეადგინეთ შემდეგი მჟავების მიღების რეაქციათა ტოლობები:



5. დააკვირდით ნახ. 1.20-ზე მოცემულ სურათს.

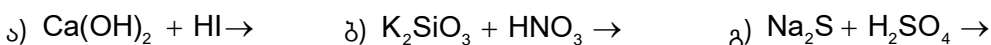
ა) რატომ არ გამოიყოფა აირის ბუშტუკები მარჯვენა სინჯარაში?

ბ) რომელ სინჯარაში მიმდინარეობს რეაქცია უფრო ინტენსიურად და რატომ?

6. დაასრულეთ და წარმოადგინეთ რეაქციათა ტოლობები გათანაბრებული სახით:



7. დაასრულეთ და წარმოადგინეთ რეაქციათა ტოლობები გათანაბრებული სახით. ასევე, შეადგინეთ მათი შეკვეცილი იონური ტოლობები:



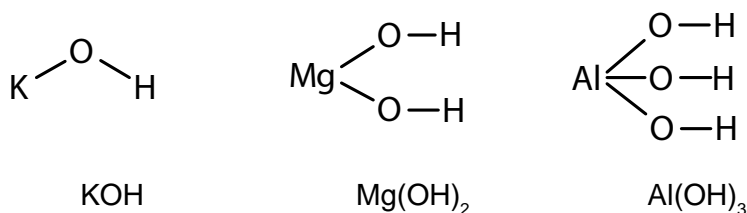
1.5

ფუძეები და ამფოტერული ჰიდროქსიდები

მე-8 კლასის ქიმიის კურსში, მჟავებთან ერთად, გავეცანით ფუძეებსაც. გავიხსენოთ, რომ:

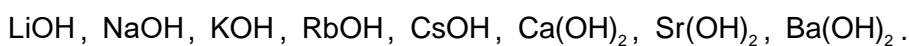
- ფუძე არის რთული ნივთიერება, რომელიც შედგება მეტალის კატიონისა და ერთი ან რამდენიმე ჰიდროქსილის (OH) ჯგუფისაგან;
- ფუძეებს ჰიდროქსიდებსაც უწოდებენ;
- ფუძე ჰიდროქსილის იმდენ ჯგუფს შეიცავს, რამდენი ვალენტობაც აქვს მასში შემავალ მეტალს.

ჰიდროქსიდებში, ჟანგბადიანი მჟავების მსგავსად, მეტალის ატომი წყალბადატომს „ჟანგბადის ხიდის“ საშუალებით უკავშირდება. შესაბამისად, მათი აღნაგობა გრაფიკულად შემდეგნაირად გამოისახება:



ფუძეებში მეტალსა და ჰიდროქსილის ჯგუფს შორის იონური ბმაა, ხოლო ჰიდროქსილის ჯგუფში წყალბადისა და ჟანგბადის ატომები ერთმანეთს კოვალენტური ბმით უკავშირდება.

ფუძეები კლასიფიცირდება წყალში მათი ხსნადობის მიხედვით. წყალში ხსნად ფუძეებს ტუტეებს უწოდებენ. ტუტეებია:

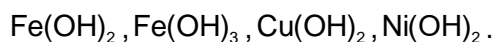


ხსნად ფუძეებს მიეკუთვნება ასევე ამონიუმის ჰიდროქსიდი NH₄OH, რომლის წყალხსნარს „ნიშადურის სპირტსაც“ უწოდებენ. მას სამედიცინო და საყოფაცხოვრებო მიზნებით იყენებენ.

დანარჩენი ჰიდროქსიდები წყალში უხსნადია (ნახ. 1.22).



ნახ. 1.22. უხსნადი ჰიდროქსიდები. მარცხნიდან მარჯვნივ:

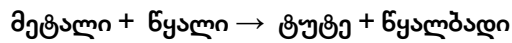


თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

1.5.1. ფუძეების მიღება

ტუტე და უხსნადი ფუძე განსხვავებული მეთოდებით მიიღება. ტუტის მიღება ორი გზით შეიძლება:

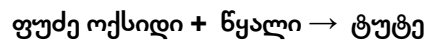
1) ტუტე და ტუტემინა მეტალების წყალთან ურთიერთქმედებით:



მაგალითად:



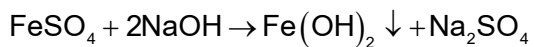
2) ტუტე და ტუტემინა მეტალთა ოქსიდების წყალთან ურთიერთქმედებით:



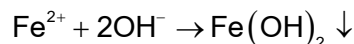
მაგალითად:



3) წყალში უხსნადი ფუძე ამ მეთოდებით არ მიიღება, რადგან შესაბამის მეტალებსა და მათ ოქსიდებს წყალთან ურთიერთქმედების უნარი არ გააჩნია. ამიტომ უხსნადი ფუძე მიიღება წყალში ხსნად შესაბამის მარილზე ტუტის მოქმედებით (ნახ. 1.23):



რეაქციის შეკვეცილი იონური ტოლობა იქნება:



ნახ. 1.23. რკინა(II)-ის ჰიდროქსიდის მიღება რკინა(II)-ის სულფატზე ტუტის მოქმედებით.

1.5.2. ფუძეების თვისებები

ტუტესთან შეხება კანზე ისეთი შეგრძნებას იწვევს, თითქოს საპონს ვეხებოდეთ. იგი კანს აზიანებს და წყლულებს აჩენს, ამიტომ ტუტეებთან მუშაობისას სიფრთხილის გამოჩენაა საჭირო.

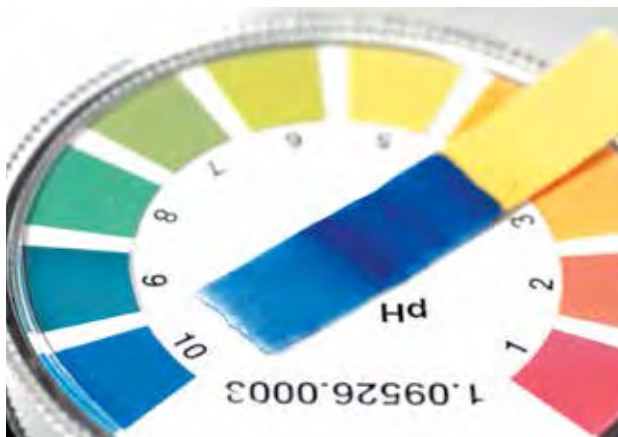
ტუტეები წყალში გახსნისას დისოცირდება და ჰიდროქსიდ-იონებს წარმოქმნის:



თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

ამრიგად, ტუტე ისეთი ელექტროლიტია, რომელიც დისოციაციის დროს ანიონის სახით მხოლოდ OH^- იონებს წარმოქმნის. სწორედ ეს იონი განსაზღვრავს ტუტეთა საერთო თვისებებს:

1) ტუტე ინდიკატორებს სპეციფიკურ ფერს აძლევს (ცხრილი 1.2 გვ. 24). ტუტის წყალხსნარის $\text{pH} > 7$ (ნახ. 1.24):

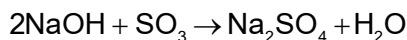


ნახ. 1.24. უნივერსალური ინდიკატორის ქაღალდის შეფერილობის მიხედვით საკვლევი ხსნარის $\text{pH}=10$, რაც გვიჩვენებს, რომ ხსნარს ტუტე არე აქვს.

2) ტუტე ურთიერთქმედებს მჟავა ოქსიდთან მარილისა და წყლის წარმოქმნით (გავიხსენოთ ოქსიდთა თვისებებიდან):

ტუტე + მჟავა ოქსიდი → მარილი + წყალი

მაგალითად:

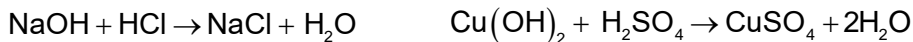


3) ტუტე ურთიერთქმედებს იმ მეტალების ხსნად მარილებთან, რომლებიც უხსნად ფუძეებს წარმოქმნის. ასეთი რეაქცია უკვე განვიხილეთ რკინა(II)-ის ჰიდროქსიდის წარმოქმნის მაგალითზე (ნახ. 1.23).

4) ყველა ფუძე, როგორც ხსნადი, ისე უხსნადი, შედის ნეიტრალიზაციის რეაქციაში:

ფუძე + მჟავა → მარილი + წყალი

მაგალითად:



5) გარდა ამისა, უხსნადი ჰიდროქსიდები გაცხელებისას იშლება:

ფუძე → ფუძე ოქსიდი + წყალი

მაგალითად:



მაღალ ტემპერატურაზე გაცხელებისას ასევე იშლება ზოგიერთი ტუტე, მაგალითად, ლითიუმის, კალციუმის, სტრონციუმისა და ბარიუმის ტუტეები.

1.5.3. ამფოტერული ოქსიდები და ჰიდროქსიდები

ოქსიდი, რომელიც ურთიერთქმედებს როგორც ტუტესთან, ასევე მჟავასთან, მარილისა და წყლის წარმოქმნით, ამფოტერული ოქსიდი.

ამფოტერულ ოქსიდებს მეტალები წარმოქმნის, მაგალითად ZnO , Al_2O_3 , Cr_2O_3 და ზოგიერთი სხვა. მათ შეესაბამებათ ამფოტერული ჰიდროქსიდები (ცხრილი 1.3), რომლებიც, ამფოტერული ოქსიდების მსგავსად, ურთიერთქმედებს როგორც ფუძესთან, ასევე მჟავასთან. ამფოტერული ჰიდროქსიდებია: $Zn(OH)_2$, $Al(OH)_3$, $Cr(OH)_3$, $Fe(OH)_3$ და ზოგიერთი სხვა. ვინაიდან ამფოტერული ჰიდროქსიდები წყალში უხსნადი ნაერთებია, ისინი უხსნადი ფუძეების მსგავსად, შესაბამის მარილზე ტუტის მოქმედებით მიიღება.

ცხრილი 1.3. ამფოტერული ოქსიდებისა და ჰიდროქსიდების შესაბამისობა.

ამფოტერული ოქსიდი	ამფოტერული ჰიდროქსიდი	ამფოტერული ჰიდროქსიდის მჟავური ფორმა
ZnO	$Zn(OH)_2$	H_2ZnO_2
Al_2O_3	$Al(OH)_3$	$HAlO_2$
Cr_2O_3	$Cr(OH)_3$	$HCrO_2$

1) ამფოტერული ოქსიდი მჟავებთან ფუძე ოქსიდის მსგავსად ურთიერთქმედებს:

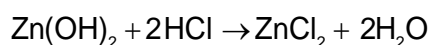


მაგალითად:

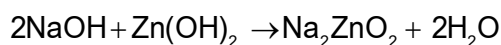


ამ ტიპის რეაქციების შედგენის მეთოდი ისეთივეა, როგორც ფუძე ოქსიდების შემთხვევაში.

2) ამფოტერული ჰიდროქსიდის მჟავასთან ურთიერთქმედება არ განსხვავდება ნეიტრალიზაციის რეაქციებისაგან - მარილი წარმოიქმნება ჰიდროქსიდში შემავალი მეტალის კატიონისა და მჟავური ნაშთის ანიონისაგან:



3) რაც შეეხება ტუტესთან ურთიერთქმედებას, ამ შემთხვევაში ამფოტერულ ჰიდროქსიდში შევამავალი მეტალი მჟავურ ნაშთში აღმოჩნდება:



თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

შეიძლება ითქვას, რომ ამფოტერული ჰიდროქსიდი ამ დროს მჟავას როლს ასრულებს. ამისათვის მისი ფორმულა მჟავას სახით უნდა ჩავწეროთ (ცხრილი 1.3):

4) ტუტეებთან ურთიერთქმედებისას ამფოტერული ოქსიდი მჟავა ოქსიდის მსგავს თვისებას ავლენს:



მაგალითად:



ამ ტიპის რეაქციების შედგენის მეთოდი ისეთივეა, როგორც მჟავა ოქსიდების შემთხვევაში.



კითხვები და დავალებები:

- მიიღეთ LiOH და Sr(OH)_2 :
 - შესაბამისი მეტალისგან;
 - შესაბამისი ფუძე ოქსიდისგან.
- მიიღეთ სპილენძ(II)-ისა და რკინა(III)-ის ჰიდროქსიდები შესაბამისი სულფატებისგან. შეადგინეთ შესაბამისი რეაქციები და შეკვეცილი იონური ტოლობები.
- მიიღეთ Zn(OH)_2 , Al(OH)_3 და Fe(OH)_3 შესაბამისი ქლორიდებისგან.
- მიიღეთ ნატრიუმის კარბონატი, სულფატი და ფოსფატი ტუტისა და შესაბამისი მჟავა ოქსიდის ურთიერთქმედებით.
- დაასრულეთ და წარმოადგინეთ რეაქციათა ტოლობები გათანაბრებული სახით:
 - $\text{Al(OH)}_3 + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow$
 - $\text{Fe(OH)}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 - $\text{Zn(OH)}_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow$
 - $\text{Cr(OH)}_3 + \text{HCl} \rightarrow$
- ცხრილი 1.3-ის მიხედვით შეადგინეთ ქრომ(III)-ის ოქსიდისა და ნატრიუმის ტუტის ურთიერთქმედების რეაქციის ტოლობა.

1.6

მარილები

მარილები, როგორც ვიცით, იონური ნაერთებია და შედგება მეტალის კატიონებისა და მჟავური ნაშთის ანიონებისაგან. გავიხსენოთ ისიც, რომ მარილთა სახელწოდება მასში შემავალი მეტალისა და მჟავური ნაშთის სახელწოდებების მიხედვით იწარმოება (იხილეთ ცხრილი III გვ. 170).

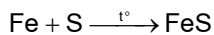
1.6.1. მარილების მიღება

მარილების მიღება ბევრი სხვადასხვა ხერხით შეიძლება. გავეცნოთ ზოგად მეთოდებს. უნდა აღვნიშნოთ, რომ თითოეულ მეთოდს გარკვეული შეზღუდვები აქვს.

1) მეტალისა და არამეტალის ურთიერთქმედება:

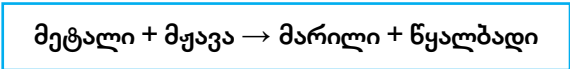


მაგალითად (ნახ. 1.25):

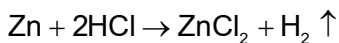


ამ მეთოდით მხოლოდ უჟანგბადო მჟავათა მარილების მიღებაა შესაძლებელი.

2) მეტალთა ურთიერთქმედება მჟავებთან:

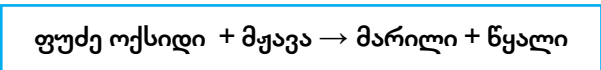


მაგალითად (ნახ. 1.26):

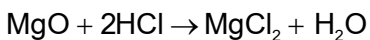


ამ მეთოდით შესაძლებელია მხოლოდ იმ მეტალთა მარილების მიღება, რომლებიც მეტალთა აქტიურობის მწკრივში წყალბადის მარცხნივაა განლაგებული (ნახ. 1.19 და ნახ. 1.20).

3) მჟავასა და ფუძე ოქსიდს შორის რეაქცია:

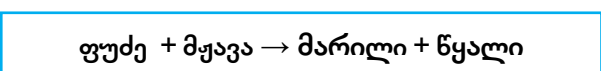


მაგალითად:



ამ მეთოდის გამოყენებით თითქმის ყველა მარილის მიღება შეიძლება.

4) ნეიტრალიზაციის რეაქცია:



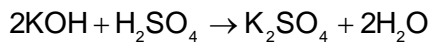
ნახ. 1.25. რკინისა და გოგირდის შეერთებით რკინა(II)-ის სულფიდის მიღება.



ნახ. 1.26. თუთიაზე მარილმჟავას მოქმედება.

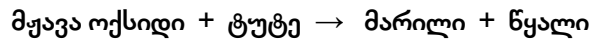
თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

მაგალითად:

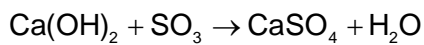


ეს ხერხიც უნივერსალურია და თითქმის ყველა მარილის მიღების შესაძლებლობას იძლევა.

5) მჟავა ოქსიდისა და ტუტის ურთიერთქმედება:

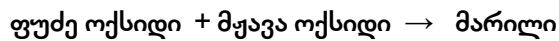


მაგალითად:

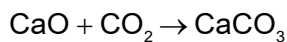


ამ ხერხით მხოლოდ ჟანგბადიანი მჟავების მარილები მიიღება.

6) ფუძე ოქსიდისა და მჟავა ოქსიდის ურთიერთქმედება:

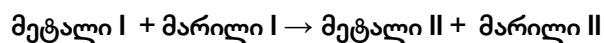


მაგალითად:

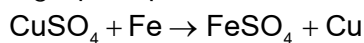


ამ მეთოდითაც მხოლოდ ჟანგბადიანი მჟავების მარილების მიღებაა შესაძლებელი.

7) მეტალისა და მარილის ურთიერთქმედება:



მაგალითად (ნახ. 1.27):

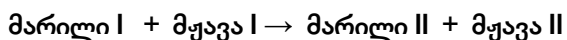


ნახ. 1.27. შაბიამნის (სპილენძ(II)-ის სულფატის) ხსნარში ჩაშვებულ რკინის ლურსმანზე შეინიშნება მეტალური სპილენძის გამოყოფა.

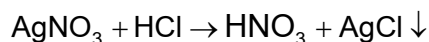
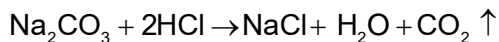
ეს მეთოდი დაფუძნებულია მეტალთა თვისებებზე, გამოაძევოს მარილის წყალხსნარიდან თავისზე ნაკლებად აქტიური მეტალი. ამიტომ მეტალსა და მარილის წყალხსნარს შორის რეაქცია მხოლოდ იმ შემთხვევაში წარიმართება, თუ მეტალთა აქტიურობის მწკრივში თავისუფალი მეტალი უფრო მარცხნივაა, ვიდრე – მარილის შედგენილობაში მყოფი.

თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

8) მარილისა და მჟავას ურთიერთქმედება:

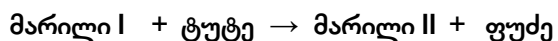


მაგალითად:

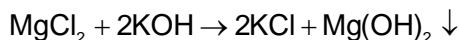


ამ ხერხს აქვს შეზღუდვა: მისი განხორციელებისათვის აუცილებელია, ერთ-ერთი პროდუქტი მაინც ხსნარიდან აირის ან ნალექის სახით გამოიყოფოდეს (ნახ. 1.28).

9) მარილისა და ტუტის ურთიერთქმედება:



მაგალითად:

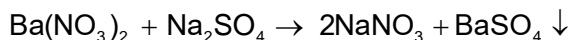


ეს იონური მიმოცვლის რეაქციაა და მხოლოდ იმ შემთხვევაში წარიმართება, თუ მიღებული პროდუქტი ნალექია. გავიხსენოთ, რომ სწორედ ამ გზით მიიღება უხსნადი ფუძეები.

10) სხვადასხვა მარილის ურთიერთქმედება:



მაგალითად (ნახ. 1.29):



ეს რეაქცია იონური მიმოცვლისაა და მისი განხორციელებისათვის საჭიროა, მიღებული მარილებიდან ერთ-ერთი უხსნად ნივთიერებას წარმოადგენდეს.

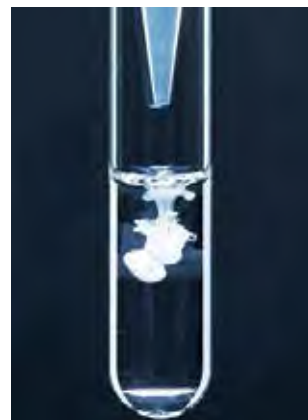
1.6.2. მარილების თვისებები

ყველა მარილი კრისტალური ნივთიერებაა. წყალში ხსნადობის მიხედვით ისინი იყოფა წყალში ხსნად, მცირედ ხსნად და პრაქტიკულად უხსნად მარილებად (იხილეთ ხსნადობის ცხრილი გვ. 172).

წყალში გახსნისას მარილი მეტალის კატიონად და მჟავური ნაშთის ანიონად დისოცირდება:



ნახ. 1.28. მარილმჟავასა და ვერცხლ(I)-ის ნიტრატის ხსნარების შერევის შედეგად ხაჭოსებრი თეთრი ნალექი მიიღება.

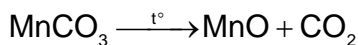


ნახ. 1.29. ბარიუმის სულფატის ნალექის წარმოქმნა.

თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

ამიტომ წყალხსნარებში მარილის თვისებებს მის შედგენილობაში შემავალი კატიონისა და ანიონის თვისებები განსაზღვრავს. ამ თვისებებს ჩვენ მარილების მიღების ხერხების აღწერისას გავეცანით (იხ. ბოლო ოთხი მეთოდი).

1) ზოგიერთი მარილი მაღალ ტემპერატურაზე გახურებისას იშლება, მაგალითად (ნახ. 1.30):



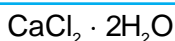
ნახ. 1.30. მანგანუმ(II)-ის კარბონატის დაშლა გახურებით.

2) ზოგიერთი მარილის მნიშვნელოვანი თვისებაა კრისტალჰიდრატების წარმოქმნის უნარი.

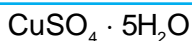
1.6.3. კრისტალჰიდრატები

მარილის დისოციაციის დროს ხსნარში გადასული იონები წყლის მოლეკულებითაა გარშემორტყმული (ამ პროცესს ჰიდრატაცია ეწოდება). ზოგიერთი იონი ისე ძლიერ იკავშირებს წყლის მოლეკულებს, რომ ხსნარის ამოშრობისას ისინი კრისტალის შედგენილობაში რჩება. მყარ ნივთიერებას, რომელიც შეიცავს წყლის მოლეკულების განსაზღვრულ რაოდენობას, **კრისტალჰიდრატს** უწოდებენ, ხოლო კრისტალჰიდრატის შედგენილობაში შემავალ წყალს **კრისტალიზაციური წყალი** ეწოდება.

კრისტალჰიდრატში მარილსა და წყალს შორის კავშირს ნერტილით გამოსახვენ, ხოლო მარილის ერთი ფორმულური ერთეულის მიერ მიერთებული წყლის მოლეკულების რაოდენობას – რიცხვებით. კრისტალჰიდრატის დასახელებისას მარილის სახელწოდებას ემატება ბერძნული რიცხვითი სახელით გამოსახული პრეფიქსი (მონო-, დი-, ტრი- და ა.შ.), რომელიც წყლის მოლეკულათა რაოდენობას გვიჩვენებს და სიტყვა „ჰიდრატი“. მაგალითად:



კალციუმის ქლორიდის
დიჰიდრატი



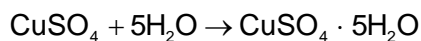
სპილენძ(II)-ის სულფატის
პენტაჰიდრატი



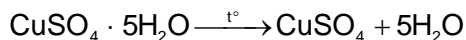
რკინა(II)-ის სულფატის
ჰეპტაჰიდრატი

კრისტალჰიდრატის წარმოქმნა ხშირად კრისტალის ფერზეც აისახება. მაგალითად, სპილენძ(II)-ის სულფატი თეთრი ფხვნილია, ხოლო თუ მას მცირე რაოდენობით წყალს დავამატებთ, ცისფერ ფხვნილს მივიღებთ, რომელსაც შაბიამნის სახელით ვიცნობთ (ნახ. 1.31). პროცესი ქიმიური რეაქციის საშუალებით შემდეგნაირად გამოისახება:

თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება



მაღალ ტემპერატურაზე გახურებისას შაბიამანი კრისტალიზაციურ წყალს კარგავს და მისგან კვლავ უწყლო მარილი მიიღება (ნახ. 1.32):



ნახ. 1.31. შაბიამნის წარმოქმნა უწყლო სპილენძ(II)-ის სულფატზე წყლის მოქმედებით.



ნახ. 1.32. შაბიამნის დაშლა გახურებით.



კითხვები და დავალებები:

- მიიღეთ მოცემული მარილები მეტალისა და არამეტალის ურთიერთქმედებით:
 - NaCl
 - CuS
 - Al_2S_3
 როგორი ტიპის ბმები გვხვდება აღნიშნულ ნაერთებში?
- მიიღეთ ნატრიუმის სულფატი შემდეგი მეთოდებით:
 - ფუძე ოქსიდისა და მჟავას ურთიერთქმედებით;
 - ტუტისა და მჟავა ოქსიდის ურთიერთქმედებით;
 - ნეიტრალიზაციის რეაქციით;
 - მარილისა და მჟავას ურთიერთქმედებით;
 - მარილისა და ტუტის ურთიერთქმედებით.
- მაგნიუმის კარბონატი გახურებისას ორ ოქსიდად იშლება. შეადგინეთ ამ პროცესის ამსახველი რეაქციის ტოლობა.
- დაასრულეთ და წარმოადგინეთ რეაქციათა ტოლობები გათანაბრებული სახით. ასევე, შეადგინეთ მათი შეკვეცილი იონური ტოლობები:
 - $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{BaCl}_2 \rightarrow$
 - $\text{AlCl}_3 + \text{AgNO}_3 \rightarrow$
 - $\text{K}_3\text{PO}_4 + \text{CaCl}_2 \rightarrow$
 - $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow$
- ნატრიუმის კარბონატზე ფოსფორმჟავას მოქმედებით გამოიყო აირი, რომელიც აქრობს მბზუტავ კვარს. შეადგინეთ ამ პროცესის ამსახველი რეაქციის ტოლობა.
- დააკვირდით ნახ. 1.32-ზე მოცემულ სურათს. დაასახელეთ ორი ნიშანი, რომლებიც კრისტალჰიდრატის დაშლაზე მიუთითებს.

1.7

არაორგანული ნაერთების გამოყენება

არაორგანული ნაერთები ყოველდღიურ ცხოვრებაში ფართოდ გამოიყენება. ამის შესახებ უამრავი ინფორმაციის მოძიება შეიძლება. ამ პარაგრაფში მხოლოდ ზოგიერთ მათგანს გავეცნობით.

სილიციუმ(IV)-ის ოქსიდი (SiO_2) — ახალ ნაყიდ ფეხსაცმელში ან ზოგიერთ სხვა ნივთში შეიძლება აღმოვაჩინოთ მცირე ზომის პაკეტი, რომლის დანიშნულებაც ტენის შთანთქმა (ნახ. 1.33). პაკეტში მოთავსებულია სილიკაგელი – სილიციუმის დიოქსიდი ნახევრადგამჭვირვალე გრანულების სახით, რომელსაც ფოროვანი სტრუქტურა გააჩნია. სწორედ ამ ფორმით შეუძლია სილიკაგელს სხვადასხვა აირის, მათ შორის წყლის ორთქლის შთანთქმა.



ნახ. 1.33. სილიკაგელის ფოროვანი გრანულები სილიციუმის დიოქსიდს წარმოადგენს.

გარდა ამისა, SiO_2 სილიკაგელის სახით გამოიყენება ფილტრებად, კატალიზატორად და სხვა დანიშნულებით.

სილიციუმის დიოქსიდი ქვიშის სახით დიდი რაოდენობით გამოიყენება მინის წარმოებაში.

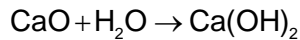
ნახშირბად(IV)-ის ოქსიდი იგივე ნახშირორჟანგი (CO_2) თვისებათა მრავალფეროვნების გამო მრავალმხრივ გამოიყენება (ნახ. 1.34). მაგალითად, ის წარმოქმნის ე. წ. „მშრალ ყინულს“, რომელიც სხვადასხვა პროდუქტის გასაყინი და შესანახი საშუალებაა. ნახშირორჟანგი წვას ხელს უშლის, ამიტომ მას ცეცხლმაქრებში იყენებენ. სასმელი, რომელშიც ნახშირორჟანგია გახსნილი, სასიამოვნო დასალევია. გარდა ამისა, CO_2 კარგი კონსერვანტია, რადგან ხელს უშლის ბაქტერიების გამრავლებას. ამ თვისებათა გამო ნახშირორჟანგი სასმელების გაზირებისათვის გამოიყენება, მაგალითად, მინერალური წყალი, ლიმონათი და სხვ. მიუხედავად მრავალმხრივი გამოყენებისა, დიდი რაოდენობით ნახშირორჟანგი მავნებელია ადამიანის ორგანიზმისათვის.



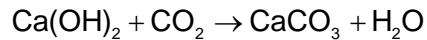
ნახ. 1.34. ნახშირორჟანგის გამოყენების მაგალითები.

კალციუმის ოქსიდი (CaO) კირქვის გამოწვით მიიღება და „ჩაუმქრალი კირის“ სახელითაა ცნობილი. ეს ოქსიდი უძველესი დროიდან გამოიყენება მშენებლობაში. CaO ადვილად იერთებს წყალს და მიიღება „ჩამქრალი კირი“:

თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება



Ca(OH)_2 იკავშირებს ჰაერში არსებულ ნახშირორჟანგს:



ამ რეაქციის შედეგად წარმოქმნილი კალციუმის კარბონატი ჰაერზე შრება, ქვავდება და მტკიცედ ადულაბებს ქვებს, აგურებსა და მსგავს სამშენებლო მასალას.

ალუმინის ოქსიდი (Al_2O_3) ბუნებაში სხვადასხვა ფორმით, მაგალითად, მინერალ კორუნდის სახით გვხვდება. კორუნდის ერთ-ერთი ნაირსახეობაა ლალი – ყველასათვის ცნობილი ძვირფასი ქვა, რომელსაც საიუველირო საქმის გარდა, ლაზერულ ტექნიკაშიც იყენებენ (ნახ. 1.35).



ნახ. 1.35. ძვირფასი მინერალი – ლალი ლაზერული დანადგარების ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი ნაწილია.

ნატრიუმის ჰიდროქსიდი (NaOH) ანუ ნატრიუმის ტუტე, მწვავე ნატრიუმისა და კაუსტიკური სოდის სახელებითაცაა ცნობილი. მისი გამოყენება მრავალმხრივია: საპნის, ქაღალდის, ხელოვნური ბოჭკოსა და სხვათა წარმოება, ქიმიური მრეწველობა, ტუტე აკუმულატორების ელექტროლიტების დამზადება და ა. შ. ნატრიუმის ტუტეს შეიცავს საყოფაცხოვრებო საწმენდი სითხეები, რომლებიც ეფექტურად წმენდს საკანალიზაციო სისტემას, ზედაპირიდან აცილებს ღრმად ჩამჯდარ ცხიმს და ა. შ.

მაგნიუმის ჰიდროქსიდი (Mg(OH)_2), ალუმინის ჰიდროქსიდთან (Al(OH)_3) ერთად, შედის კუჭის მომატებული მჟავიანობის საწინააღმდეგო პრეპარატების – ანტაციდების შედგენილობაში (ნახ. 1.36). ის ანეიტრალებს კუჭში არსებულ მარილმჟავას და ამით ამცირებს მჟავიანობას.



ნახ. 1.36. ანტაციდები შეიძლება შეგვხვდეს როგორც აბების ან კაფსულების, ასევე სუსპენზიის სახითაც.

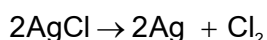
თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

გოგირდმჟავა (H_2SO_4) ფართოდ გამოიყენება ქიმიურ მრეწველობაში, ნავთობის გადამუშავების პროცესში, აგრეთვე სასუქების, საღებავების, ბოჭკოებისა და ტყავის წარმოებაში. გოგირდმჟავა ასევე გამოიყენება ელექტროლიტად ტყვიის აკუმულატორებში, მრავალი ქიმიური რეაქციის კატალიზატორად და ა. შ.

ქლორწყალბადმჟავა (HCl), კერძოდ კი მისი წყალხსნარი, რომელსაც მარილმჟავას ვუწოდებთ, ფართოდ გამოიყენება მედიცინასა და კვების მრეწველობაში. გარდა ამისა, მარილმჟავათი ამუშავებენ მეტალებს, იყენებენ სხვადასხვა ნაკეთობის გასაწმენდად და ა. შ.

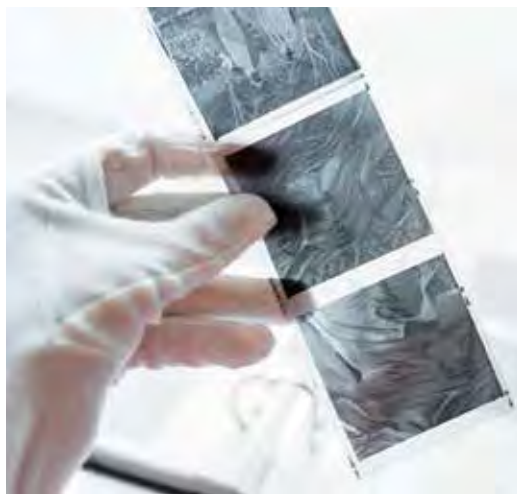
ნატრიუმის ქლორიდი (NaCl) ყველასათვის ცნობილია როგორც სუფრის მარილი. ის გამოიყენება არამარტო საკვებისათვის გემოს მისაცემად, არამედ კონსერვანტადაც, რადგან ხელს უშლის სხვადასხვა მიკროორგანიზმის გამრავლებას. ამ თვისებას იყენებენ ყველის წარმოებაში, მწნილების დამზადებისას, ხორციულისა და თევზულის დამუშავებისათვის და ა.შ.

ვერცხლ(II)-ის ქლორიდი ($AgCl$) გამოიყენება ფოტოფირების, ფოტოქალაღებისა და რენტგენის ფირების დასამზადებლად (ნახ. 1.37), რაც დაფუძნებულია ამ ნაერთის უნარზე, დაიშალოს სინათლის სხივების მოქმედებით:

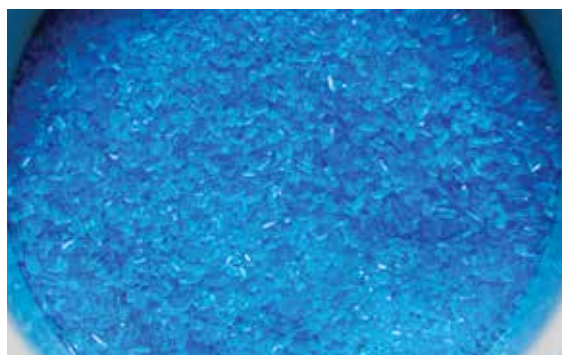


ამ დროს გამოყოფილი ვერცხლი ფირს ან ქალაღს აშავებს. ამიტომ ფირზე ან ქალაღზე არსებული ის ადგილები, რომლებზეც უფრო მეტი სინათლე მოხვდა, უფრო მეტად გამოუქდება.

სპილენძ(II)-ის სულფატის პენტაჰიდრატს ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) შაბიამნის სახელით ვიცნობთ. შაბიამანი კალციუმის ჰიდროქსიდთან ერთად გამოიყენება ბორდოს ხსნარის დასამზადებლად, რომელსაც ასხურებენ მცენარეებს, რათა ისინი სხვადასხვა დაავადებისაგან დაცვან (ნახ. 1.38). უნდა აღინიშნოს, რომ „ბორდოს ხსნარი“ ერთ-ერთ ყველაზე უვნებელ პესტიციდად ითვლება.



ნახ. 1.37. ფოტოფირზე მიღებული გამოსახულება.



ნახ. 1.38. შაბიამანი და „ბორდოს ხსნარით“ შეწამლული ვაზი.

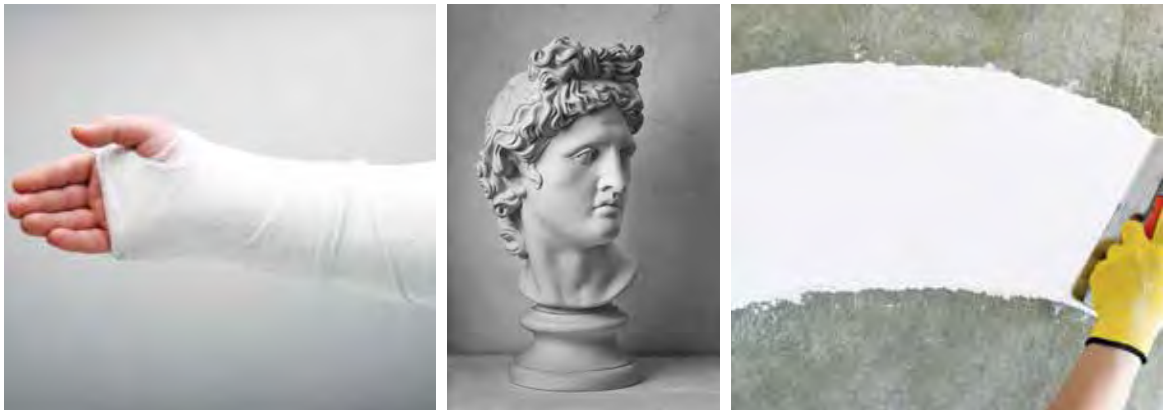
თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

ბარიუმის სულფატი (BaSO_4), „ბარიუმის ფაფის“ სახით, გამოიყენება რენტგენოგრაფიაში, როგორც კონტრასტული ნივთიერება (ნახ. 1.39).



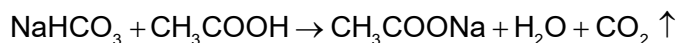
ნახ. 1.39. მუცლის ღრუს რენტგენოგრაფია, რომელშიც თეთრი ფერით ჩანს, თუ როგორ განაწილდა ბარიუმის სულფატი ნაწლავებში.

კალციუმის სულფატის დიჰიდრატი ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), იგივე თაბაშირი, შესველების შემდეგ ადვილად იღებს სასურველ ფორმას და მალე მყარდება. ამ თვისების გამო ის გამოიყენება ტრავმატოლოგიაში მოტეხილობის დასაფიქსირებლად, ხელოვნების სფეროში – ქანდაკებების დასამზადებლად, მშენებლობაში – კედლების შესაღებად და ა. შ. (ნახ. 1.40.).



ნახ. 1.40. თაბაშირის გამოყენების მაგალითები.

ნატრიუმის კარბონატი (Na_2CO_3) და **ჰიდროკარბონატი** (NaHCO_3) ყოფა-ცხოვრებაში აქტიურად გამოიყენება. Na_2CO_3 სარეცხი სოდის სახელითაა ცნობილი. იგი დიდი რაოდენობით გამოიყენება საპნის წარმოებაში, ასევე სხვადასხვა სარეცხ საშუალებაში. NaHCO_3 -ს ნატრიუმის ბიკარბონატსა და სასმელ სოდასაც უწოდებენ. ხშირად დიასახლისები ცომს მოზელისას უმატებენ სასმელ სოდასა და ძმარს. მათი ურთიერთქმედების შედეგად გამოიყოფა აირი, რომელიც ცომს აფუებს:



თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

ნიტრატები და ფოსფატები (მაგალითად, KNO_3 , NH_4NO_3 , $(NH_4)_3PO_4$ და სხვ.) მინერალური სასუქების სახით გამოიყენება. მცენარისათვის უმნიშვნელოვანესი ელემენტებია კალიუმი, აზოტი და ფოსფორი. კულტურული მცენარეების მოსავლის აღების შემდეგ ნიადაგში ამ ელემენტების შემცველობა მცირდება, რის გამოც ის იფიტება. ნაყოფიერების გასაზრდელად ნიადაგში შეაქვთ ე. წ. მინერალური სასუქები (ნახ. 1.41), რომლებიც აღნიშნული ელემენტების შემცველ მარილებს წარმოადგენს.



ნახ. 1.41. მინერალური სასუქი.



კითხვები და დავალებები:

- მოიძიეთ ინფორმაცია შემდეგი ნივთიერებების გამოყენების შესახებ:

ა) SO_2	ბ) TiO_2	გ) ZnO
დ) KOH	ე) $MgCl_2$	ვ) KCl
ზ) HNO_3	თ) H_3PO_4	ი) NH_4NO_3
- ბორდოს ხსნარის დასამზადებლად ერთმანეთს ურევენ შაბიამნისა და კალციუმის ჰიდროქსიდის ხსნარებს. შეადგინეთ ამ დროს მიმდინარე რეაქციის ტოლობა. დაასახელეთ მიღებული ნაერთები.
- მაგნიუმის ჰიდროქსიდის შემცველი ანტაციდი კუჭში არსებულ მარილმუავას ანიეტრალებს. შეადგინეთ შესაბამისი რეაქციის ტოლობა.

1.8

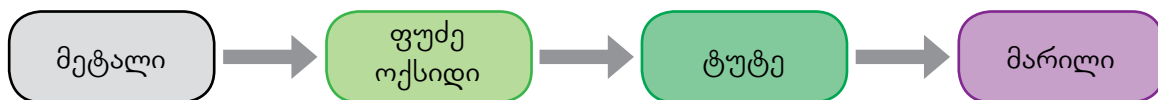
გენეტიკური კავშირები არაორგანულ

ნაერთთა შორის

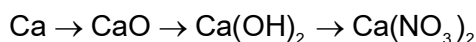
არაორგანულ ნაერთთა კლასების ცალკეულ წარმომადგენლებს შორის გარკვეული კავშირები არსებობს, რაც საშუალებას გვაძლევს, ისინი ურთიერთგარდაქმნების მეშვეობით მივიღოთ.

მეტალებისგან წარმოებულ ნაერთებს შორის ძირითადად 2 სახის კავშირია:

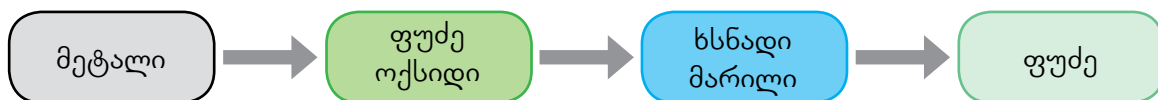
ტუტე და ტუტემინა მეტალების შემცველი ნაერთებისათვის:



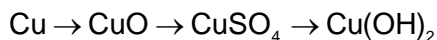
მაგალითად:



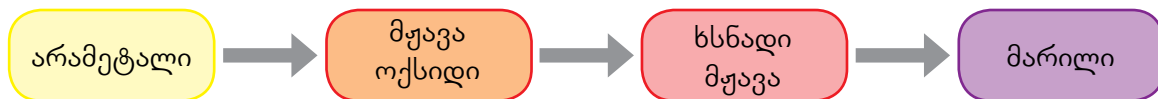
მეტალებისათვის, რომლებიც ტუტეებს არ წარმოქმნიან:



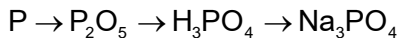
მაგალითად:



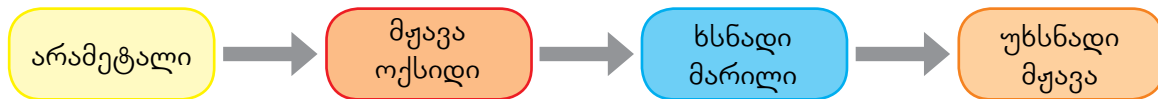
მსგავსი კავშირები გვაქვს არამეტალების შემთხვევაშიც:



მაგალითად:



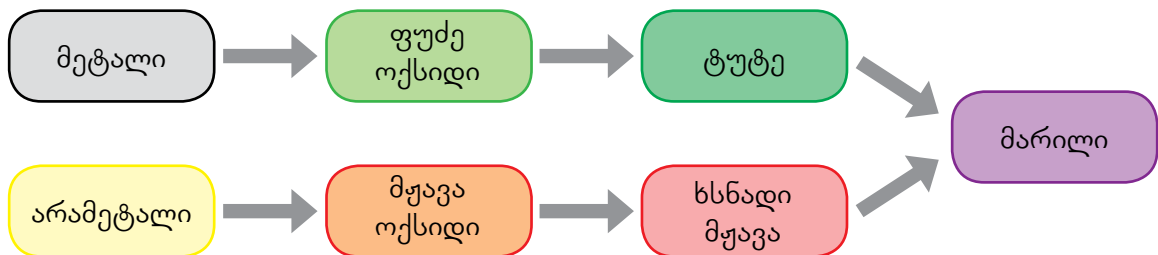
უხსნადი მჟავას შემთხვევაში შემდეგნაირი კავშირებია:



მაგალითად:

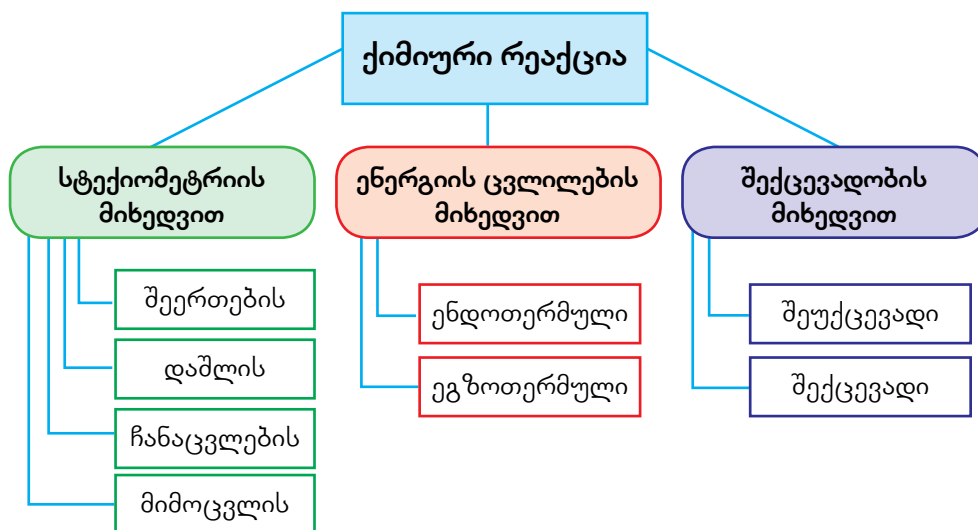


ამრიგად, შეიძლება შევადგინოთ ნაერთთა კლასებს შორის კავშირის ზოგადი საერთო სქემა:



ქიმიური რეაქციების კლასიფიკაცია

ქიმიური რეაქციები სხვადასხვა ნიშნის მიხედვით კლასიფიცირდება, მაგალითად: სტექიომეტრიის, ენერგიის ცვლილების, შექცევადობისა და სხვ. (ნახ. 1.42).



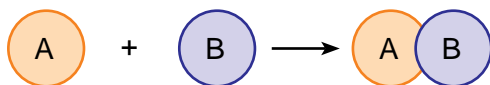
ნახ. 1.42. ქიმიური რეაქციების კლასიფიკაცია ზოგიერთი ნიშნის მიხედვით.

1.9.1. სტექიომეტრიული კლასიფიკაცია

რეაგენტებისა და პროდუქტების რაოდენობის მიხედვით, ანუ სტექიომეტრიულად, ქიმიური რეაქციები 4 ძირითად ჯგუფად იყოფა:

შეერთების რეაქცია – როდესაც ორი ან მეტი რეაგენტიდან მხოლოდ ერთი პროდუქტი მიიღება.

შეერთების რეაქციას **სინთეზსაც** უწოდებენ. ის სქემატურად შეიძლება ასე გამოვსახოთ:



შეერთების რეაქციის მაგალითები მრავლად შეგვხვდა წინა პარაგრაფებში, მაგალითად, როდესაც ვეცნობოდით მარტივი ნივთიერებებისგან ოქსიდების ან მარილების წარმოქმნას (ნახ. 1.43 და ნახ. 1.44):



შეერთების რეაქცია შეიძლება განხორციელდეს როგორც ნივთიერებების მონაწილეობითაც, მაგალითად:

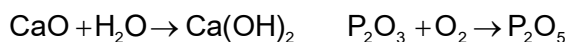


ნახ. 1.43. მაგნიუმის წვა მისი ჟანგბადთან შეერთების რეაქციაა.



ნახ. 1.44. კალიუმისა და ქლორის შეერთების რეაქცია ინტენსიურად მიმდინარეობს.

თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

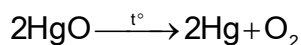


დაშლის რეაქცია – როდესაც ერთი რთული ნივთიერებიდან მიიღება ორი ან მეტი ახალი ნივთიერება.

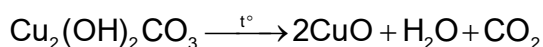
დაშლის რეაქციას **ანალიზსაც** უწოდებენ. ის სქემატურად შეიძლება ასე გამოვსახოთ:



დაშლის რეაქციის დროს შეიძლება მივიღოთ ცალკეული ელემენტები თავისუფალი სახით, მაგალითად (ნახ. 1.45):



დაშლის რეაქციის პროდუქტებს შეიძლება წარმოადგენდეს რამდენიმე რთული ნივთიერება, მაგალითად (ნახ. 1.46):



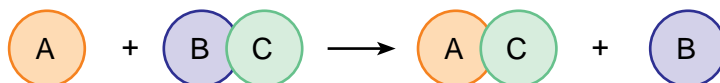
ნახ. 1.45. ვერცხლისწყალ(II)-ის ოქსიდის დაშლა.



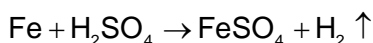
ნახ. 1.46. მალაქიტის დაშლა. სინჯარაში მიღებული შავი ფერის ფხვნილი სპილენძ(II)-ის ოქსიდია. სინჯარის კედლებზე შეინიშნება წყლის წვეთები. რეაქციის შედეგად ნახშირორჟანგის გამოყოფას ადასტურებს ჭიქაში მოთავსებული კირიანი წყლის ამღვრევა.

ჩანაცვლების რეაქცია – როდესაც მარტივი ნივთიერების ატომები ჩანაცვლებს ნაერთში შემავალი რომელიმე ელემენტის ატომებს.

ჩანაცვლების რეაქცია სქემატურად შეიძლება ასე გამოვსახოთ:

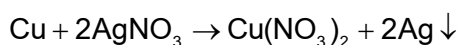


ჩანაცვლების რეაქციას შევხვდით მჟავებისა და მარილების თვისებების შესწავლისას, მაგალითად, მჟავების მეტალებთან ურთიერთქმედებისას მეტალის ატომები წყალბადატომებს ანაცვლებს:



ამავე ტიპისაა რეაქცია, როდესაც მეტალი მარილიდან სხვა მეტალს აძევებს (ნახ. 1.47):

თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება



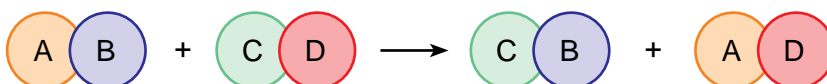
ჩანაცვლების რეაქცია მიმდინარეობს აგრეთვე ტუტე და ტუტემინა მეტალების წყალთან ურთიერთქმედების დროსაც (გაიხსენეთ ტუტეების მიღების მეთოდები).



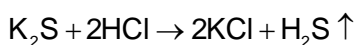
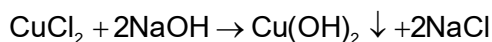
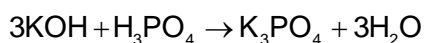
ნახ. 1.47. სპილენძის ურთიერთქმედება ვერცხლ(I)-ის ნიტრატთან. სპილენძის მავთულზე შეინიშნება ვერცხლის ნაფიფქის გამოყოფა.

მიმოცვლის რეაქცია – როდესაც რეაქციაში მონაწილე რთული ნივთიერებების შემადგენელი ნაწილები მიმოიცვლება.

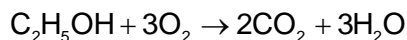
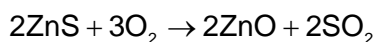
მიმოცვლის რეაქცია სქემატურად შეიძლება ასე გამოვსახოთ:



მიმოცვლის რეაქციები უპირატესად წყალხსნარებში ხორციელდება და იონებს შორის მიმდინარე ანუ იონური მიმოცვლის რეაქციებს წარმოადგენს (იხ. თავი 1.3). გავიხსენოთ, რომ ამ დროს ერთ-ერთი პროდუქტი მაინც უნდა წარმოადგენდეს მცირედ დისოცირებად ნაერთს (მაგ., წყალს), უხსნად ან აირად ნივთიერებას:



რეაქციების სტექიომეტრიული კლასიფიკაციის დროს ცალკე განიხილავენ რთული ნივთიერებების წვის რეაქციებს, რომლებიც რეაქციათა ზემოთ ჩამოთვლილ ტიპებს არ განეკუთვნება:



1.9.2. კლასიფიკაცია ენერგიის ცვლილების მიხედვით

რეაქციის მიმდინარეობას ხშირად თან ახლავს ენერგიის შესამჩნევი ცვლილება – სითბოს გამოყოფა ან შთანთქმა. ქიმიური რეაქციებით გამოწვეულ სითბურ პროცესებს შეისწავლის ქიმიის დარგი, რომელსაც **თერმოქიმია** უწოდებენ. რეაქციის შედეგად

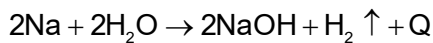
თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

გამოყოფილი ან შთანთქმული სითბოს რაოდენობას **რეაქციის სითბურ ეფექტს** უწოდებენ და Q ასოთი აღნიშნავენ.

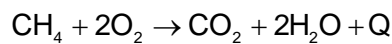
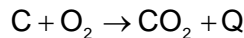
თერმოქიმიურად რეაქციები 2 ჯგუფად – ეგზოთერმულ და ენდოთერმულ რეაქციებად იყოფა:

ეგზოთერმული რეაქცია – როდესაც რეაქციის შედეგად ენერგია გამოიყოფა.

ეგზოთერმული რეაქციის აღსანიშნავად პროდუქტების მხარეს იწერება „+Q“. მაგალითად (ნახ. 1.48):



ეგზოთერმულ რეაქციებს წარმოადგენს ორგანულ და არაორგანულ ნაერთთა წვის რეაქციებიც. მაგალითად:

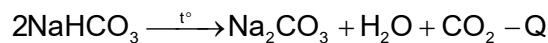


ამ დროს გამოყოფილ ენერგიას ადამიანი ყოფა-ცხოვრებაში მოიხმარს. დღესაც, ენერჯის მნიშვნელოვან წყაროდ სათბობი ნიალისეულის (მაგალითად: ნავთობის, ქვანახშირისა და სხვა რესურსების) წვის დროს გამოყოფილი სითბო გამოიყენება.

ენდოთერმული რეაქცია – როდესაც რეაქციის შედეგად ენერგია შთანთქმდება.

ენდოთერმული რეაქციის აღსანიშნავად პროდუქტების მხარეს იწერება „- Q“.

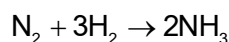
ენდოთერმული რეაქციები ყოველდღიურ ცხოვრებაშიც გვხვდება, მაგალითად, ნამცხვრის გამოცხობისას დიასახლისები ხშირად იყენებენ გამაფხვიერებელს, რომლის ერთ-ერთი კომპონენტია სასმელი სოდა (NaHCO_3), რომელსაც ცომში ურევენ. ცხობის პროცესში წარიმართება დაშლის რეაქცია, რომელიც მუდმივ გაცხელებას მოითხოვს:



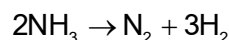
როგორც ვხედავთ, ამ დროს გამოიყოფა ნახშირორჟანგი და წყლის ორთქლი, რაც ცომს აფუებს და ნამცხვარი უფრო ჰაეროვანი გამოდის.

1.9.3. ქიმიური რეაქციის შექცევადობა

როგორც ვიცით, ქიმიური რეაქციის შედეგად რეაგენტებიდან პროდუქტები წარმოიქმნება. ზოგიერთი ქიმიური რეაქციის დროს ისეთი პროდუქტები მიიღება, რომლებიც კვლავ საწყის ნივთიერებებად გარდაიქმნება. მაგალითად, ამიაკის სინთეზის დროს წყალბადიდან და აზოტიდან ამიაკი მიიღება:



მიღებული ამიაკის ნაწილი, იმავე პირობებში, შეიძლება აზოტად და წყალბადად დაიშლოს:



ნახ. 1.48. ნატრიუმის წყალთან ურთიერთქმედება ეგზოთერმული რეაქციის მაგალითია.

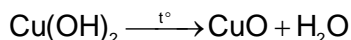
თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

ამ დროს შეიძლება ითქვას, რომ რეაქცია ორი, ურთიერთსაპირისპირო მიმართულებით მიმდინარეობს.

ზოგადად, ქიმიური რეაქცია შეიძლება მიმდინარეობდეს მხოლოდ ერთი მიმართულებით, ე. ი. რეაგენტებიდან პროდუქტების წარმოქმნის მხარეს, ან ორივე მიმართულებით. ამის მიხედვით ასხვავებენ შექცევად და შეუქცევად რეაქციებს.

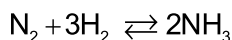
შეუქცევადი რეაქცია – როდესაც რეაქცია მხოლოდ ერთი მიმართულებით ხორციელდება.

ამ დროს რეაგენტებსა და პროდუქტებს ერთმანეთთან ერთი ისრით (\rightarrow) ვაკავშირებთ. შეუქცევადი რეაქციის მაგალითია სპილენძ(II)-ის ჰიდროქსიდის დაშლა:



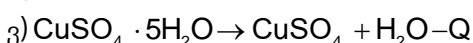
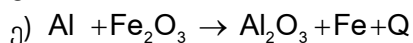
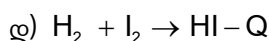
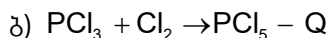
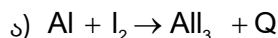
შექცევადი რეაქცია – როდესაც რეაქცია უწყვეტად მიმდინარეობს როგორც პირდაპირი, ისე საპირისპირო მიმართულებით.

რეაქციის შექცევადობას აღნიშნავენ ორი, ურთიერთსაწინააღმდეგოდ მიმართული ისრით (\rightleftharpoons). მაგალითად:

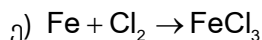
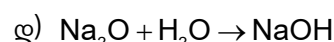
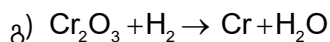
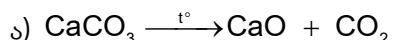


კითხვები და დავალებები:

- წარმოადგინეთ რეაქციათა ტოლობები გათანაბრებული სახით და მიუთითეთ მათი ტიპი რეაქციის სითბური ეფექტის მიხედვით:



- წარმოადგინეთ რეაქციათა ტოლობები გათანაბრებული სახით; ცალ-ცალკე ამოინერეთ დაშლის, შეერთების, ჩანაცვლებისა და მიმოცვლის რეაქციები:



- როგორ გამოისახება რეაქციის ტოლობა, რომელიც გვიჩვენებს, რომ კალიუმის ოქსიდის მიერ წყლის მიერთება ეგზოთერმული რეაქციაა?
- გოგირდის დიოქსიდსა და ჟანგბადს შორის შეერთების რეაქცია ეგზოთერმული და შექცევადია. შეადგინეთ შესაბამისი რეაქციის ტოლობა, რომელიც სრულად ასახავს აღნიშნულ ინფორმაციას.
- ვაზის შესანამლად იყენებენ შაბიამნის ხსნარს, რომელსაც ძველად სპილენძის ჭურჭელში ინახავდნენ. რატომ არ შეიძლებოდა ამ მიზნით რკინის ან ალუმინის ჭურჭლის გამოყენება?



განვლილი მასალის შეჯამება

დარწმუნდით, რომ იცით:

- ჩვენ ირგვლივ არსებული ნივთიერებები პირობითად არაორგანულ და ორგანულ ნივთიერებებად იყოფა.
- ოქსიდები კლასიფიცირდება როგორც მჟავა, ფუძე, ამფოტერული და ნეიტრალური (მარილარწარმოქმნილი) ოქსიდები.
- მჟავა ოქსიდი ურთიერთქმედებს ტუტესთან მარილისა და წყლის წარმოქმნით.
- ფუძე ოქსიდი ურთიერთქმედებს მჟავასთან მარილისა და წყლის წარმოქმნით.
- მჟავა ოქსიდებს შეესაბამება მჟავები, ხოლო ფუძე ოქსიდებს – ფუძეები.
- ამფოტერულია ოქსიდი, რომელიც ურთიერთქმედებს როგორც ტუტესთან, ისე მჟავასთან, მარილისა და წყლის წარმოქმნით.
- ამფოტერულ ოქსიდებს ამფოტერული ჰიდროქსიდები შეესაბამება.
- წყალხსნარში იონური მიმოცვლის რეაქცია მხოლოდ იმ შემთხვევაში განხორციელდება, თუ წარმოქმნილი ნივთიერება არ დისოცირდება.
- მჟავა არის რთული ნივთიერება, რომელიც შედგება მეტალის ატომით ჩანაცვლების უნარის მქონე წყალბადატომისა და მჟავური ნაშთისგან.
- მჟავები წყალში გახსნისას დისოცირდება წყალბადის კატიონისა და მჟავური ნაშთის ანიონის წარმოქმნით.
- მჟავათა უმრავლესობა რეაქციაში შედის მეტალებთან, რის შედეგადაც წყალბადი გამოიყოფა.
- მჟავადან წყალბადის გამოძევება შეუძლია მეტალებს, რომლებიც აქტიურობის მწკრივში წყალბადის მარცხნივ არის განლაგებული, ხოლო წყალბადის მარჯვნივ მდებარე მეტალებს ამის უნარი არ გააჩნია.
- ფუძე არის ნივთიერება რომელიც შედგება მეტალის კატიონისა და ერთი ან რამდენიმე ჰიდროქსიდის (OH) ჯგუფისგან.
- წყალში ხსნად ფუძეებს ტუტეები ეწოდება.
- ტუტე ისეთი ელექტროლიტია, რომელიც დისოციაციის დროს ანიონის სახით მხოლოდ OH⁻ იონებს წარმოქმნის.
- მჟავისა და ფუძის ურთიერთქმედების რეაქციას ნეიტრალიზაციის რეაქცია ეწოდება.
- ამფოტერული ჰიდროქსიდები ურთიერთქმედებს როგორც მჟავასთან, ასევე ტუტესთან.
- მარილები იონური ნაერთებია და შედგება მეტალის კატიონისა და მჟავური ნაშთის ანიონისგან.
- მეტალსა და მარილის წყალხსნარს შორის რეაქცია მხოლოდ იმ შემთხვევაში წარიმართება, თუ მეტალთა აქტიურობის მწკრივში თავისუფალი მეტალი უფრო მარცხნივაა, ვიდრე – მარილის შედგენილობაში მყოფი.
- მარილები ურთიერთქმედებს მჟავებთან, ტუტეებთან და მარილებთან იმ შემთხვევაში, თუ ერთ-ერთი პროდუქტი ხსნარიდან აირის ან ნალექის სახით გამოიყოფა.
- მყარ ნივთიერებას რომელიც შეიცავს წყლის მოლეკულების განსაზღვრულ რაოდენობას, კრისტალჰიდრატს უწოდებენ, ხოლო კრისტალჰიდრატის შედგენილობაში შემავალ წყალს კრისტალიზაციური წყალი ეწოდება.
- ქიმიური რეაქციები სტექიომეტრიის მიხედვით კლასიფიცირდება ოთხ ძირითად ჯგუფად: შეერთების, დაშლის, ჩანაცვლებისა და მიმოცვლის.
- ქიმიური რეაქციები ენერჯის ცვლილების მიხედვით კლასიფიცირდება ეგზოთერმულ და ენდოთერმულ რეაქციებად.
- ქიმიური რეაქციები შექცევადობის მიხედვით კლასიფიცირდება შექცევად და შეუქცევად რეაქციებად.

 **შემაჯამებელი სავარჯიშოები**

1. გოგირდის ურთიერთქმედებით ჟანგბადთან წარმოიქმნება X ნივთიერება, რომლის წყალში გახსნითაც მიიღება Y ნივთიერება. ქვემოთ ჩამოთვლილთაგან რომელი შეიძლება იყოს X ნივთიერება და როგორი ბუნება ექნება Y ნივთიერების წყალხსნარს?



	X ნივთიერების ფორმულა	Y ნივთიერების წყალხსნარის ბუნება
ა)	SO ₂	მჟავა
ბ)	SO ₃	ნეიტრალური
გ)	SO ₂	ფუძე
დ)	SO ₃	მჟავა

2. ცნობილია, რომ კვერცხის ნაჭუჭი იხსნება მარილმჟავაში ბუმბუტუკების გამოყოფით. ამ ინფორმაციიდან გამომდინარე, მოცემული ნივთიერებებიდან რომელი შეიძლება შედიოდეს კვერცხის ნაჭუჭის შედგენილობაში?

- ა) CaCO₃ ბ) CaO გ) Ca(OH)₂ დ) CaCl₂

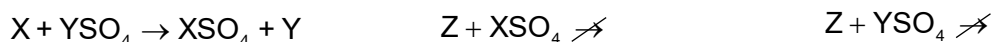


3. მარილმჟავასთან ნატრიუმის ჰიდროკარბონატის ურთიერთქმედების შედეგად გამოიყოფა აირი. ჩამოთვლილი თვისებებიდან რომელი შეიძლება გამოვიყენოთ გამოყოფილი აირის დასახსნადად?

- I – ამღვრევს კირიან წყალს;
 II – ანთებს მბუჭტავ კვარს;
 III – ურთიერთქმედებს ნატრიუმის ჰიდროქსიდის წყალხსნართან;
 IV – აქვს მძაფრი სუნი.

- ა) I და II ბ) III და IV გ) I და III დ) II და IV

4. ცნობილია, რომ მეტალი X გამოაძევეს მეტალ Y-ს მარილთა წყალხსნარებიდან, ხოლო მეტალი Z ვერ გამოაძევეს X და Y მეტალებს მათ მარილთა წყალხსნარებიდან.



ჩამოთვლილი თანმიმდევრობებიდან რომელი აჩვენებს სწორად მეტალთა აქტიურობის კლებას?

- ა) X > Y > Z ბ) Y > Z > X
 გ) X > Z > Y დ) Z > Y > X

თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

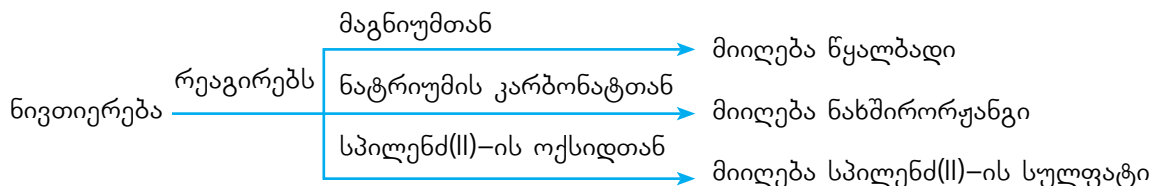
5. საჭიროა კონტეინერი ვერცხლ(II)-ის ნიტრატის შესანახად. ჩამოთვლილთაგან რომელი მეტალისაგან უნდა იყოს დამზადებული ეს კონტეინერი?
ა) თუთიისაგან ბ) ოქროსაგან
გ) ტყვიისაგან დ) რკინისაგან
6. მეტალი M წარმოქმნის ოქსიდს, რომლის ზოგადი ფორმულაა M_2O . პერიოდულობის ცხრილის რომელ ჯგუფში მდებარეობს ეს მეტალი?
ა) IA (1) ბ) IIA (2) გ) VIIA (17) დ) VIIIA (18)
7. ჩამოთვლილთაგან რომელ ნივთიერებაშია ატომთა ისეთივე თანაფარდობა მეტალსა და არამეტალს შორის, როგორიცაა კალიუმის სულფიდში (K_2S)?
ა) ნატრიუმის ოქსიდში ბ) ნატრიუმის ქლორიდში
გ) მაგნიუმის ოქსიდში დ) მაგნიუმის ქლორიდში
8. მოსწავლემ შეისწავლა უცნობი უფერო თხევადი ნივთიერება და დაადგინა, რომ ეს ნივთიერება არ უცვლის ფერს ფენოლფთალეინს; ხოლო თუ მასში ჩავაგდებთ თუთიის ნაჭერს, შეინიშნება აირის ბუშტუკების გამოყოფა.
ჩამოთვლილთაგან რომელი შეიძლება იყოს უცნობი ნივთიერება?
I – H_2O ; II – HCl ; III – $NaOH$.
ა) მხოლოდ I ბ) მხოლოდ II
გ) როგორც I, ასევე II დ) როგორც II, ასევე III
9. X ელემენტი ურთიერთქმედებს ქლორთან და წარმოქმნის XCl_2 შედგენილობის ნაერთს. ჩამოთვლილთაგან რომელი შეიძლება იყოს X?
ა) ალუმინი ბ) აზოტი
გ) ნატრიუმი დ) მაგნიუმი
10. მოცემულია ნაერთის ფორმულა $X_2(SO_4)_3$, სადაც X-ით უცნობი მეტალია აღნიშნული. პერიოდულობის ცხრილის რომელ ჯგუფში შეიძლება მდებარეობდეს ეს მეტალი?
ა) IA (1) ბ) IIA (2) გ) IIIA (13) დ) IVA (14)
11. ჩამოთვლილთაგან რომელი ნივთიერება ურთიერთქმედებს $LiOH$ -თან მარილისა და წყლის წარმოქმნით?
ა) KCl ბ) CaO გ) $NaOH$ დ) H_2SO_4
12. მოცემული ნივთიერებებიდან:
I – Cl_2 ; II – H_2O ; III – Na_2O .
რომელი ურთიერთქმედებს კალციუმთან?

თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

19. ჩამოთვლილთაგან რომელი ნაერთი გაიხსნება წყალში ისეთი ხსნარის წარმოქმნით, რომელშიც მეთილნარინჯი ყვითელ ფერს იღებს?

- ა) CaO ბ) SO₃ გ) SiO₂ დ) CuO

20. უცნობი X ნივთიერება რეაგირებს სხვადასხვა ნივთიერებასთან ქვემოთ მოცემული სქემის მიხედვით.



ჩამოთვლილთაგან რომელი შეიძლება იყოს X ნივთიერება?

- ა) ნატრიუმის სულფატი გ) ნატრიუმის ჰიდროქსიდი
 გ) გოგირდმჟავა დ) ქლორწყალბადმჟავა

21. X ელემენტი სპილენძთან წარმოქმნის ორ ნაერთს: CuX და CuX₂. პერიოდულობის ცხრილის რომელ ჯგუფში შეიძლება მდებარეობდეს X ელემენტი?

- ა) IA (1) ბ) IIA (2) გ) IIIA (13) დ) VIIA (17)

22. მოცემულ ფორმულაში XSO₄, X შეიძლება იყოს

- ა) Al ბ) Ar გ) Mg დ) Na

23. მოცემულია პერიოდულობის ცხრილის შაბლონი. A, B, C და D ელემენტებიდან რომელი წარმოქმნის მჟავა ოქსიდს?

		A																	

- ა) A ბ) B გ) C დ) D

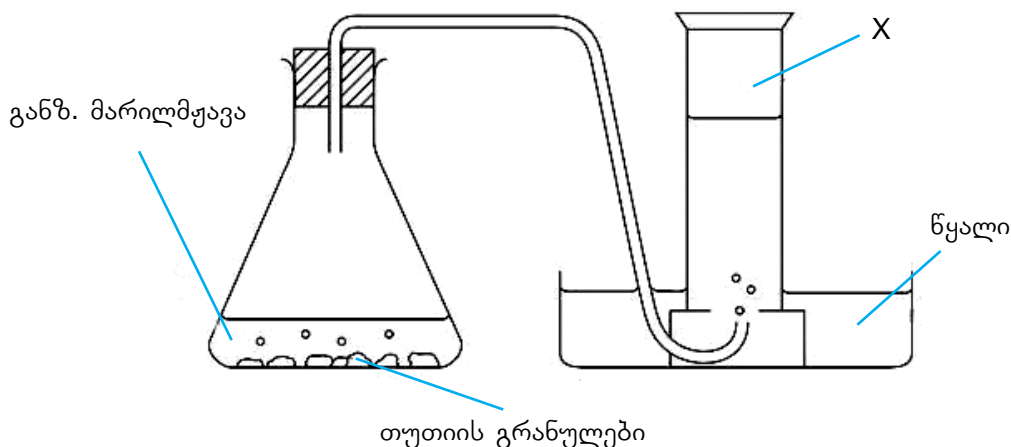
24. X ელემენტის ოქსიდი წყლის გარკვეულ რაოდენობასთან ურთიერთქმედებისას წარმოქმნის ხსნარს, რომლის pH=4; ხოლო Y ელემენტის ოქსიდის წყალთან ურთიერთქმედებით მიღებულ ხსნარში ინდიკატორი ლაკმუსი ლურჯდება. ამის საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ ...

თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

რა ნივთიერება შეიძლება იყოს X ?

- ა) O_2 ბ) CO_2 გ) H_2 დ) CH_4

35. მოსწავლემ სპეციალურ მოწყობილობაში (იხ. ნახაზი) ჩაატარა ცდა:



რა ნივთიერება შეიძლება იყოს X ?

- ა) O_2 ბ) CO_2 გ) H_2 დ) CH_4

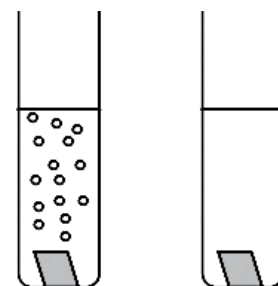
36. მარიამი და ლევანი სკოლის ლაბორატორიაში ატარებდნენ ცდებს მეტალთა თვისებების გამოსაკვლევად. მათ სხვადასხვა მეტალი მარილმჟავაში მოათავსეს. მარიამმა ამისათვის გამოიყენა თუთია, ხოლო ლევანმა – სპილენძი. მარიამმა შენიშნა სინჯარაში აირის ბუშტუკების გამოყოფა, ლევანთან კი აირი არ გამოყოფილა.

უპასუხეთ კითხვებს:

ა) რომელი აირი გამოიყო მარიამის მიერ ჩატარებულ ექსპერიმენტში?

ბ) რატომ მიიღეს მოსწავლეებმა განსხვავებული შედეგი? დაასახელეთ ერთი მიზეზი.

გ) თუთიის გარდა, რომელი მეტალი უნდა გამოეყენებინა ლევანს, რომ მარილმჟავასთან რეაქციის შედეგად აირი გამოყოფილიყო?



მარიამი ლევანი

37. A, B და C კონტეინერებში მოთავსებულია შესაბამისად ნატრიუმის, მაგნიუმისა და ვერცხლის ნაჭრები. ამ სამი მეტალის ამოსაცნობად მოცემულია წყალი და მარილმჟავა.

ა) რომელი ფიზიკური თვისებით შეიძლება განვასხვავოთ A მეტალი დანარჩენი ორი მეტალისაგან?

ბ) რა მოხდება, თუ სამივე კონტეინერს წყალს დავამატებთ?

გ) რა მოხდება, თუ სამივე კონტეინერს მარილმჟავას დავამატებთ?

დ) შეადგინეთ შესაბამისი ქიმიური რეაქციების ტოლობები.

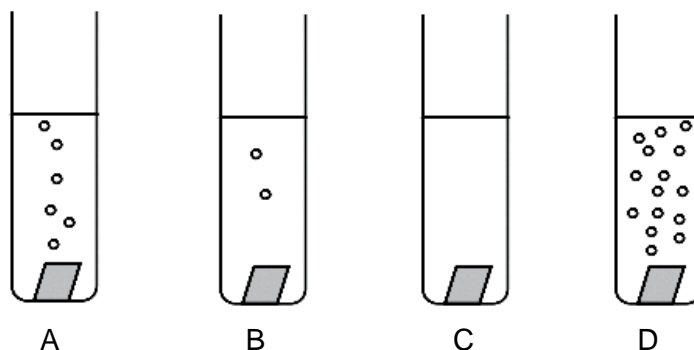
თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

38. X, Y და Z მეტალებია. X აქვევებს Y-ს მისი ქლორიდის ხსნარიდან, მაგრამ არ შედის რეაქციაში Z მეტალის ნიტრატთან.



დაალაგეთ მოცემული მეტალები აქტიურობის კლების მიხედვით.

39. ოთხი განსხვავებული მეტალის ერთი და იმავე ზომის ფირფიტები მოათავსეს ერთი და იმავე რაოდენობისა და კონცენტრაციის მარილმჟავას ხსნარში (იხ. ნახაზი).



ნახაზზე მოცემული ინფორმაციის მიხედვით:

ა) დაალაგეთ მეტალები აქტიურობის კლების მიხედვით.

ბ) მეტალთა აქტიურობის მწკრივის გამოყენებით ასოებით აღნიშნულ თითოეულ მეტალს შეუსაბამეთ ერთი მეტალი.

40. მოსწავლემ ქიმიური რეაქტივების საწყობში აღმოაჩინა სამი დანომრილი ჭურჭელი (1, 2, 3). მან იცოდა, რომ ერთ-ერთ ჭურჭელში იყო ცხიმოვანი ნადების საწმენდი სითხე. ცნობილია, რომ ასეთი სითხეები ძირითადად KOH-ს ან NaOH-ს შეიცავს.

მოსწავლემ pH-მეტრის გამოყენებით გაზომა თითოეული სითხის pH და მიღებული შედეგები ჩანერა ცხრილში:

ჭურჭლის №	სითხის pH
1	3.8
2	7.0
3	12.8

ა) რომელ ჭურჭელშია ცხიმოვანი ნადების საწმენდი სითხე?

ბ) შესაძლებელია თუ არა ფენოლფთალეინის გამოყენებით განვასხვაოთ ერთმანეთისაგან ეს სითხეები?

41. ხშირ შემთხვევაში კუჭის პრობლემები გამოწვეულია კუჭის წვენში არსებული მჟავას (მარილმჟავას) სიჭარბით. ამ პრობლემის მოგვარების მიზნით გამოიყენება მაგნიუმის ჰიდროქსიდის შემცველი პრეპარატები, რომლებსაც ანტაციდებს უწოდებენ.

ა) როგორ მოქმედებს მაგნიუმის ჰიდროქსიდი კუჭში არსებულ მჟავასთან? შეადგინეთ ამ პროცესის ამსახველი ქიმიური ტოლობა.

ბ) სხვადასხვა ფარმაცოლოგიური კომპანიის მიერ წარმოებული პრეპარატები ანტაციდის შემცველობით ერთმანეთისაგან განსხვავდება. მათ შესადარებლად უნდა

თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

განისაზღვროს, მარილმჟავას გარკვეული კონცენტრაციის ხსნარის რა მოცულობის განეიტრალება შეუძლია ანტაციდის ერთ აბს. ცხრილში მოცემულია ექსპერიმენტის შედეგები, რომლებიც მიღებულია სამი სხვადასხვა კომპანიის (X, Y და Z) მიერ წარმოებული ანტაციდების კვლევისას:

კომპანია	ანტაციდის 1 აბის მასა, გ	განეიტრალებული მარილმჟავას მოცულობა, მლ
X	2.00	25.00
Y	1.20	18.00
Z	1.50	24.00

თითოეულ შემთხვევაში გამოთვალეთ, რამდენ მლ მარილმჟავას ანეიტრალებს 1 გ ანტაციდი და დაადგინეთ, რომელი კომპანიის პრეპარატია ყველაზე ეფექტური.

42. უცნობი მარტივი ნივთიერება M მიღებულია ქანებში შემავალი ნაერთისაგან. ექსპერიმენტულად დადგინდა, რომ ეს ელემენტი პერიოდულობის ცხრილის მეორე ჯგუფში მდებარეობს.



ა) უცნობი ნივთიერება მეტალებს მიეკუთვნება თუ არამეტალებს?

ბ) ოთახის ტემპერატურაზე როგორია უცნობი ნივთიერების აგრეგატული მდგომარეობა: აირადი, თხევადი თუ მყარი?

გ) დაასახელეთ ორი ფიზიკური თვისება, რომელიც შეიძლება ახასიათებდეს მოცემულ ნივთიერებას.

დ) M სიმბოლოს გამოყენებით დაწერეთ იმ ნაერთების ფორმულები, რომლებიც მიიღება მოცემული ელემენტის ჟანგბადთან და ქლორთან ურთიერთქმედებით.

43. ლაბორატორიაში მოსწავლემ ერთ ჭიქაში ჩაასხა განზავებული მარილმჟავა, მეორეში – სუფრის მარილის წყალხსნარი, ხოლო მესამეში – ნატრიუმის ჰიდროქსიდის წყალხსნარი, მაგრამ დაავიწყდა ჭიქებზე შესაბამისი წარწერების გაკეთება.

ნივთიერებების იდენტიფიკაციის მიზნით მოსწავლემ დანომრა ჭიქები (I, II, III) და ჩაატარა ცდები ფენოლფთალეინის ხსნარისა და მაგნიუმის ნაჭრების გამოყენებით. შედეგები მოცემულია ცხრილში:

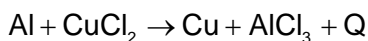
ცდაში გამოყენებული ნივთიერება	ცდის შედეგები		
	I	II	III
ფენოლფთალეინი	უფერო	ჟოლოსფერი	უფერო
მაგნიუმი	ცვლილება არ შეინიშნება	ცვლილება არ შეინიშნება	გამოიყოფა აირი

ა) ექსპერიმენტის შედეგების მიხედვით, რომელ ჭიქაში რომელი ნივთიერება იყო მოთავსებული?

ბ) რომელი ინდიკატორის გამოყენებით შეიძლება სამივე ნივთიერების იდენტიფიკაცია?

თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

44. მოსწავლემ ლაბორატორიაში ჩაატარა ექსპერიმენტი, რომლის დროსაც აკვირდებოდა რეაქციას ალუმინსა და სპილენძ(II)-ის ქლორიდს შორის. ქვემოთ მოცემულია ეს რეაქცია გაუთანაბრებელი სახით:



მოსწავლემ ექსპერიმენტის მსვლელობა ასახა ქვემოთ მოცემულ ცხრილში:

მოქმედება	ვიზუალური ეფექტი
1. ქიმიურ ჭიქაში ჩავასხი 100 მლ წყალი და მასში გავხსენი 5 გ CuCl_2 .	1.1 ხსნარმა მიიღო მომწვანო-ცისფერი შეფერილობა.
2. მიღებულ ხსნარში ჩავდე 1.5 გ ალუმინის ფოლგა და წკირით მოვურიე 1 წუთის განმავლობაში.	2.1 ალუმინის ზედაპირი ნაწილობრივ დაიფარა მუქი ყავისფერი ფენით. 2.2. ქიმიური ჭიქა გათბა.
3. დავაკვირდი ჭიქას 10 წუთის შემდეგ.	3.1. ხსნარი ჭიქაში გაუფერულდა. 3.2. ჭიქის ფსკერზე შეინიშნება მონითალო-ყავისფერი ნალექი.

ა) რეაქციის ტოლობა წარმოადგინეთ გათანაბრებული სახით.

ბ) რომელი დაკვირვების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ რეაქციის შედეგად გამოიყო მეტალური სპილენძი?

გ) რამ გამოიწვია ხსნარის გაუფერულება 10 წუთის შემდეგ?

დ) რატომ გათბა ჭიქა?

45. სამ ჭურჭელში, რომლებშიც მოთავსებული იყო წყალი, დაამატეს სხვადასხვა ნივთიერება:

I-ში – Na

II-ში – K_2O

III-ში – P_2O_5

მიღებული ხსნარებიდან რომელში მიიღებს ფენოლფთალეინი ყოლოსფერს? პასუხი ახსენით და დაასაბუთეთ შესაბამისი რეაქციების ტოლობებით.

46. ცნობილია, რომ ბარიუმის იონები წყალხსნარის სახით ტოქსიკურია ადამიანის ორგანიზმისათვის. მიუხედავად ამისა, რენტგენოგრაფიით კუჭის შესწავლისას ბარიუმის სულფატს იყენებენ.

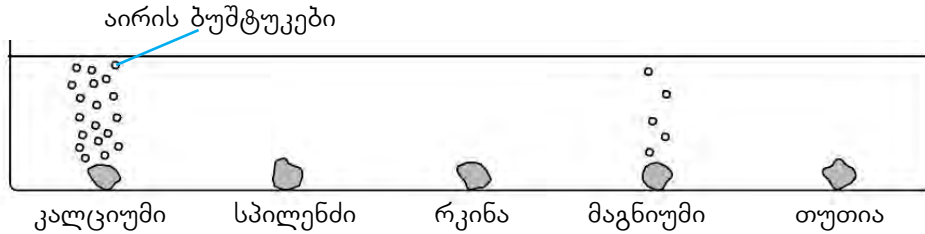
ახსენით, შეიძლება თუ არა ამავე მიზნით ქვემოთ ჩამოთვლილი ბარიუმის მარილების გამოყენება:

- ბარიუმის ქლორიდი;
- ბარიუმის ნიტრატი;
- ბარიუმის კარბონატი.

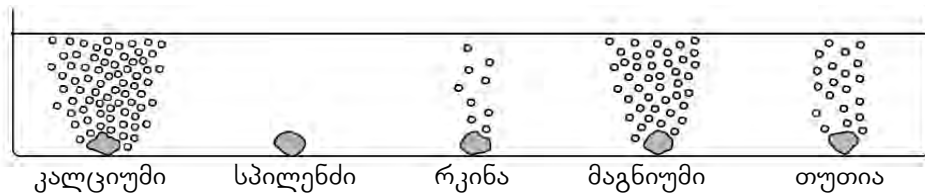
ამისათვის გამოიყენეთ ხსნადობის ცხრილი და ასევე გაითვალისწინეთ, რომ კუჭი მარილმჟავას შეიცავს. საჭიროების შემთხვევაში პასუხი დაასაბუთეთ ქიმიური რეაქციის ტოლობის საშუალებით.

თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

47. ქვემოთ მოცემულ სურათებზე წარმოდგენილია რამდენიმე მეტალის ურთიერთქმედება ცხელ წყალთან (ნახ. 1) და მარილმჟავასთან (ნახ. 2).



ნახ. 1. მეტალების ურთიერთქმედება ცხელ წყალთან.



ნახ. 2. მეტალების ურთიერთქმედება მარილმჟავასთან.

ნახაზებზე მოცემული ინფორმაციის საფუძველზე:

ა) დაალაგეთ მეტალები აქტიურობის კლების მიხედვით;

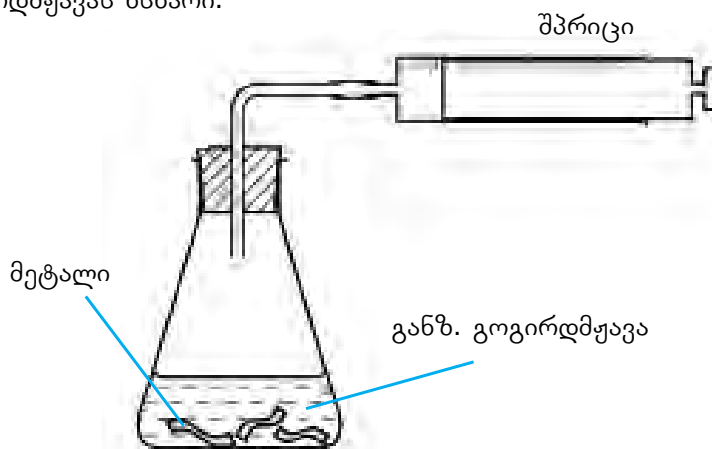
ბ) შეადგინეთ იმ რეაქციათა ტოლობები, რომლებიც მეტალებსა და წყალს შორის წარიმართება;

გ) შეადგინეთ იმ რეაქციათა ტოლობები, რომლებიც მეტალებსა და მარილმჟავას შორის წარიმართება.

48. მოცემული გაქვთ შემდეგი რეაგენტები: სპილენძი, მაგნიუმის ოქსიდი, ბარიუმის ქლორიდი, განზავებული გოგირდმჟავა და მარილმჟავა.

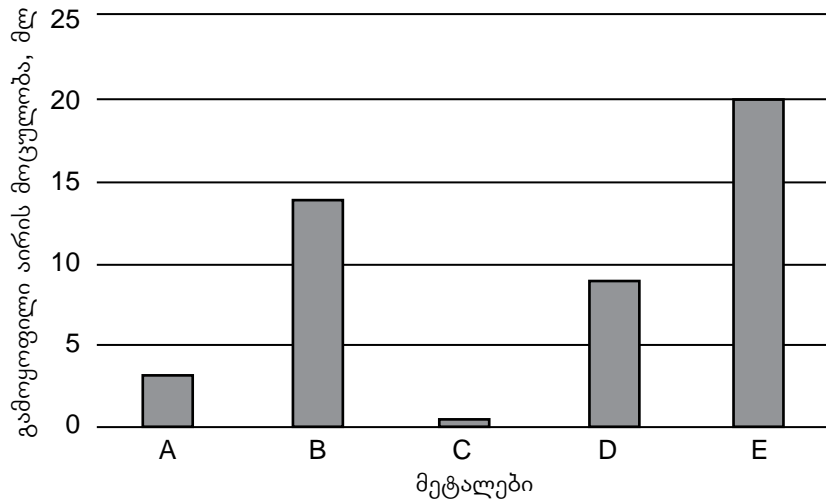
რამდენი სხვადასხვა მარილის მიღება შეიძლება მხოლოდ ამ რეაგენტების გამოყენებით? შეადგინეთ შესაბამისი რეაქციების ტოლობები. დაასახელეთ მიღებული მარილები.

49. A, B, C, D და E მეტალების აქტიურობის შესასწავლად გამოიყენეს ხელსაწყო, რომელიც ნახაზზეა ნაჩვენები. მეტალების ნიმუშები ერთნაირი იყო და ყველა შემთხვევაში გამოიყენებოდა ერთი და იმავე კონცენტრაციისა და მოცულობის განზავებული გოგირდმჟავას ხსნარი.



თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

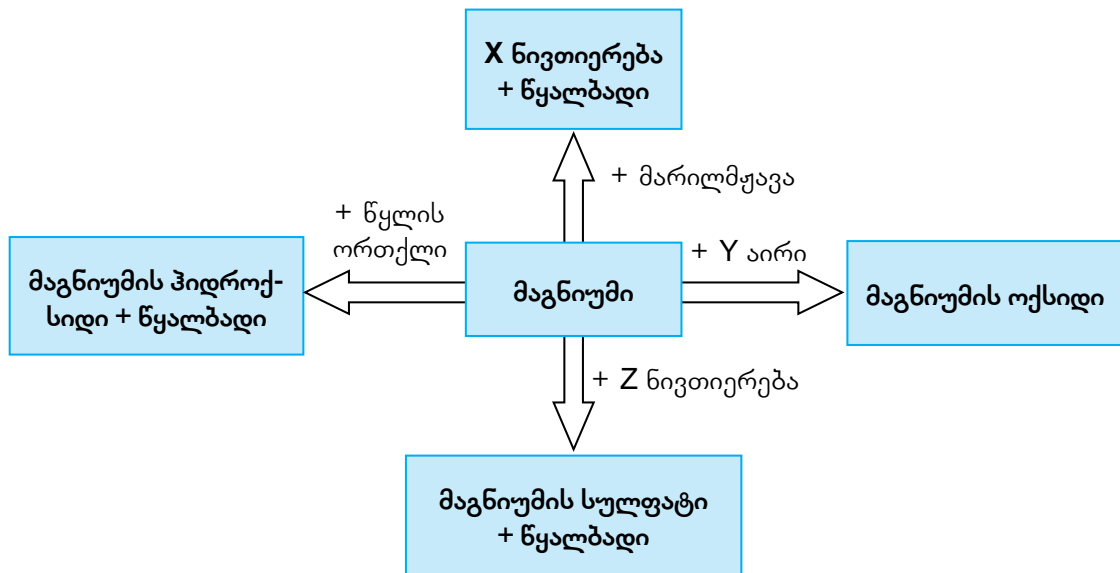
თითოეულ შემთხვევაში გაზომეს გამოყოფილი წყალბადის მოცულობა რეაქციის დაწყებიდან 1 წუთში. მიღებული შედეგები წარმოდგენილია დიაგრამაზე.



ა) დაალაგეთ მოცემული მეტალები აქტიურობის კლების მიხედვით.

ბ) ამ ცდების ჩასატარებლად გამოყენებული იყო შემდეგი მეტალები: კალციუმი, მაგნიუმი, ტყვია, თუთია და რკინა. ისარგებლეთ მეტალთა აქტიურობის მწკრივით და დაადგინეთ, რომელი ასოთი რომელი მეტალი იყო აღნიშნული.

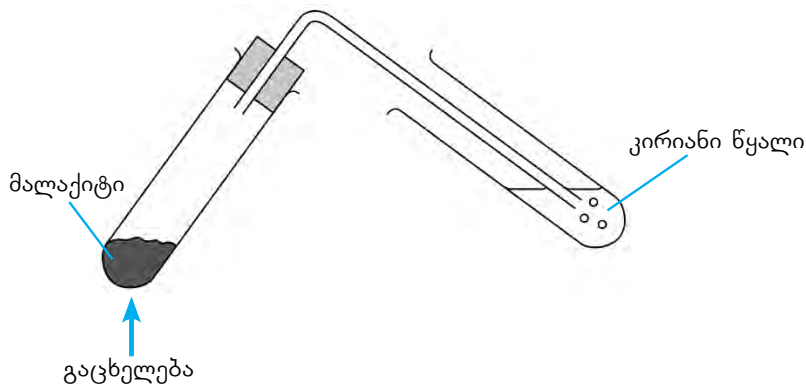
50. სქემაზე მოცემულია მაგნიუმისათვის დამახასიათებელი გარდაქმნები:



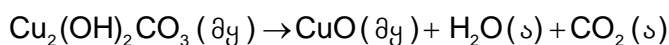
მოცემული ინფორმაციის მიხედვით დაადგინეთ, რას წარმოადგენს X, Y და Z ნივთიერებები და შეადგინეთ სქემაზე მოცემული გარდაქმნების ამსახველი რეაქციების ტოლობები.

თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

51. სინჯარაში მოთავსებული მალაქიტი ($\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$) გაცხელებს, რის შედეგადაც ის დაიშალა. გამოყოფილი აირი გაატარეს კირიანი წყალში – $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (იხ. ნახ.).



გაცხელების დროს მიმდინარეობს ქიმიური რეაქცია (მოცემულია გაუთანაბრებელი სახით):

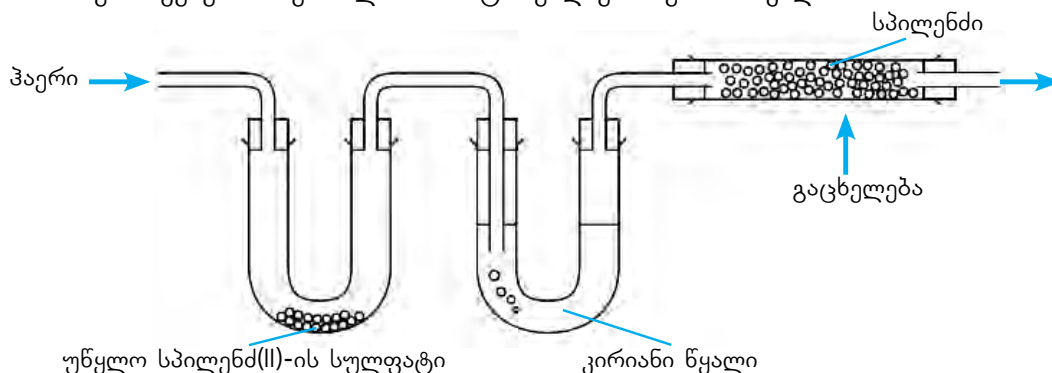


ა) რეაქცია წარმოადგინეთ გათანაბრებული სახით.

ბ) რომელი გარეგნული ნიშნებით შეიძლება დავრწმუნდეთ, რომ ამ დროს ქიმიური რეაქცია მიმდინარეობს?

გ) რა შეინიშნება სინჯარაში, რომელშიც კირიანი წყალია? შეადგინეთ შესაბამისი რეაქციის ტოლობა.

52. ნახაზზე ნაჩვენებ მოწყობილობაში ატარებდნენ ჰაერის ნაკადს:



ა) ქვემოთ მოცემულ ცხრილში ჩამოთვლილია ცვლილებები, რომლებიც ამ დროს შეინიშნება. გადახაზეთ ცხრილი სამუშაო რვეულში და შეადგინეთ შესაბამის რეაქციათა ტოლობები.

ცვლილება:	რეაქციის ტოლობა:
უწყლო სპილენძ(II)-ის სულფატმა შეიცვალა ფერი და ცისფერი გახდა.	
კირიანი წყალი აიძვრა.	
სპილენძის გრანულები გაშავდა.	

ბ) ჰაერში რომელი ნივთიერებების არსებობაზე მიგვანიშნებს ზემოთ აღწერილი ექსპერიმენტი?

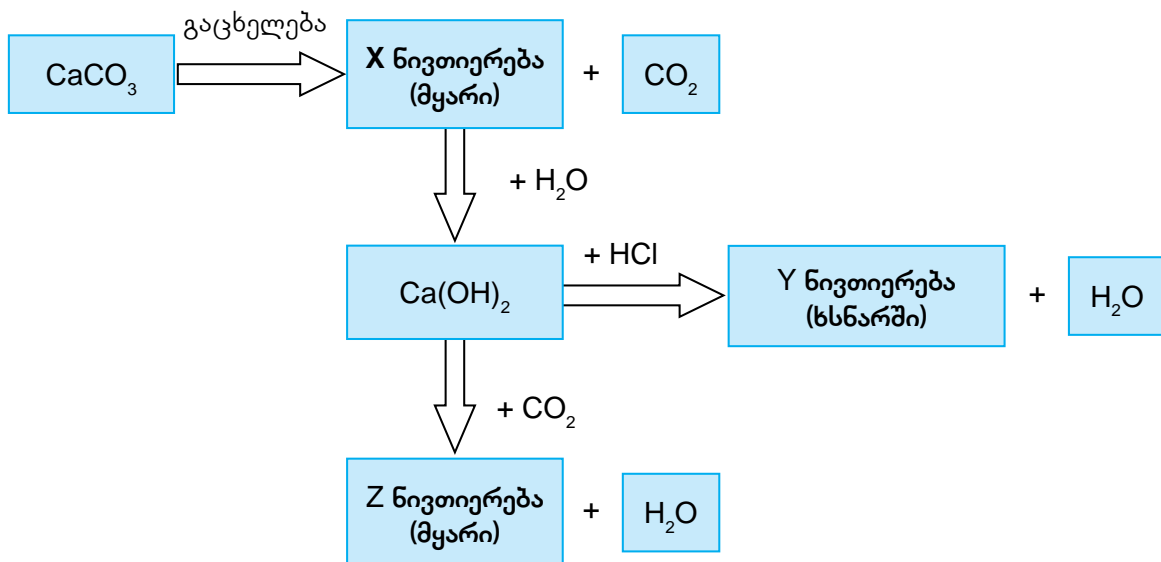
თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

53. იპოვეთ შესაბამისობა ცხრილში მოცემულ ოქსიდებსა და მათთვის დამახასიათებელ თვისებებს შორის.

გადახაზეთ ცხრილი სამუშაო რვეულში და შესაბამის უჯრაში დასვით ნიშანი X.

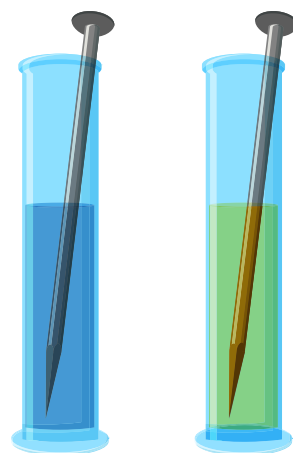
თვისებები \ ოქსიდები	SO ₂	CO	Li ₂ O	Al ₂ O ₃	SiO ₂	FeO
რეაგირებს მარილმჟავასთან						
რეაგირებს ნატრიუმის ტუტესთან						
მარილებს არ წარმოქმნის						

54. სქემაზე მოცემულია კალციუმის ნაერთების გარდაქმნები. მოცემული ინფორმაციის მიხედვით დაადგინეთ, რას წარმოადგენს X, Y და Z ნივთიერებები და შეადგინეთ გარდაქმნების შესაბამისი რეაქციების ტოლობები.



55. სხვადასხვა მეტალის აქტიურობის შესადარებლად ხშირად იყენებენ ჩანაცვლების რეაქციას. ნახაზზე ნაჩვენებია ექსპერიმენტი, რომელშიც სპილენძ(II)-ის სულფატის ხსნარში ჩაშვებულია რკინის ლურსმანი:

- ა) დაასახელეთ ორი ნიშანი, რომელიც ადასტურებს, რომ რეაქცია წარიმართა.
- ბ) შეადგინეთ შესაბამისი რეაქციის ტოლობა.
- გ) რა მოხდება, თუ პირიქით, სპილენძის მავთულს მოვათავსებთ რკინა(II)-ის სულფატის ხსნარში?
- დ) რა დასკვნის გაკეთება შეიძლება ამ ექსპერიმენტით რკინისა და სპილენძის აქტიურობის შესახებ?
- ე) იმავე მეთოდით როგორ შეადარებდით ერთმანეთს ვერცხლისა და სპილენძის აქტიურობას?



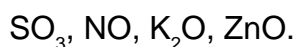
თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

56. ისარგებლეთ მეტალთა აქტიურობის მწკრივით, გადახაზეთ სამუშაო რვეულში ქვემოთ მოცემული ცხრილი (პირველი სტრიქონი ნიმუშია) და შეავსეთ. თუ მეტალს შეუძლია მარილიდან მეტალის გამოძევა, შესაბამის უჯრაში დასვით ნიშანი ✓, ხოლო თუ არა – ✗.

	Pb	Mg	Zn	Ag
Pb(NO ₃) ₂		✓	✓	✗
Mg(NO ₃) ₂				
Zn(NO ₃) ₂				
AgNO ₃				

შეადგინეთ ყველა შესაძლო რეაქციის ტოლობა.

57. მოცემულია ოქსიდები:



- ა) რომელი ოქსიდი ურთიერთქმედებს მხოლოდ მჟავებთან და რომელი – მხოლოდ ტუტეებთან? ოქსიდთა რომელ კლასს მიეკუთვნებიან ისინი?
- ბ) რომელი ოქსიდი ურთიერთქმედებს როგორც მჟავასთან, ისე ტუტესთან? ოქსიდთა რომელ კლასს მიეკუთვნება ასეთი ოქსიდები?
- გ) რომელი ოქსიდი არ ურთიერთქმედებს მჟავასთან და ტუტესთან? ოქსიდთა რომელ კლასს მიეკუთვნება ასეთი ოქსიდები?
- დ) შეადგინეთ შესაბამის რეაქციათა ტოლობები.

58. ცხრილში მოცემული ინფორმაციის მიხედვით დაალაგეთ მეტალები აქტიურობის ზრდის მიხედვით:

კობალტი	მაღალ ტემპერატურაზე (დაახლოებით 300°C-ზე) ნელა ურთიერთქმედებს ჟანგბადთან.
რკინა	ჟანგბადის არეში ძლიერი გახურებისას (დაახლოებით 300°C-ზე) იწვის ნაპერწკლების წარმოქმნით.
მაგნიუმი	გახურებისას ადვილად ააღდება და იწვის.
ვოლფრამი	ნელა ურთიერთქმედებს ჟანგბადთან ძალიან მაღალ ტემპერატურაზეც კი (დაახლოებით 3000°C-ზე).

59. კირქვის ნატეხი, რომლის ძირითადი შემადგენელი ნივთიერებაა კალციუმის კარბონატი, გაახურეს მაღალ ტემპერატურაზე. გაცივების შემდეგ მიღებულ მასას წვეთ-წვეთობით დაამატეს წყალი, რა დროსაც გამოიყო დიდი რაოდენობით სითბო. განსაზღვრეთ რა პროცესები მიმდინარეობს თითოეულ ეტაპზე და შეადგინეთ შესაბამის რეაქციათა ტოლობები.



როგორ დავადგინოთ ყოველდღიურად გამოყენებული ხსნარების pH?

ხსნარის pH გვიჩვენებს, როგორი ბუნებისაა ხსნარი: მჟავა, ფუძე თუ ნეიტრალური. pH-ის მნიშვნელობის განსაზღვრა შეიძლება როგორც სპეციალური ხელსაწყოთი, ასევე ინდიკატორით, რომელიც სახლის პირობებშიც შეგვიძლია მოვამზადოთ.

ინდიკატორს ხშირად ამზადებენ ნითელი კომბოსტოსგან. ეს ეფუძნება ნითელ კომბოსტოში ნივთიერება ანტოციანინის არსებობას, რომელიც წყალხსნარში იისფერია, მჟავა და ტუტე არეში კი ფერს იცვლის: ძლიერ მჟავა არეში ნითელია, ხოლო ძლიერ ტუტე არეში – მოყვითალო-მწვანე ფერს იღებს. კომბოსტოსგან დამზადებული ინდიკატორის გამოყენებით შესაძლებელია მჟავა და ტუტე ბუნების ნივთიერებების pH-ის მიახლოებითი განსაზღვრა.

ჩვენი მიზანია, დავამზადოთ ინდიკატორი ნითელი კომბოსტოსგან და მისი საშუალებით დავადგინოთ იმ ხსნარების pH, რომლებიც ყოველდღიურად გვხვდება.

ექსპერიმენტისათვის საჭირო რესურსები:

ნითელი კომბოსტო 100 გ;

ლიმონის წვენი – 20 მლ;

თეთრი ღვინის ან ვაშლის ძმარი 20 მლ;

სუფრის მარილი – 1 გ;

ვაშლის წვენი – 20 მლ;

თხევადი საპონი – 20 მლ (სასურველია გამჭვირვალე);

შამპუნი – 20 მლ (სასურველია გამჭვირვალე);

ჭურჭლის სარეცხი სითხე – 20 მლ;

სასმელი სოდის ხსნარი – 20 მლ;

გაზქურის ან ნიჟარის საწმენდი საშუალება 20 მლ;

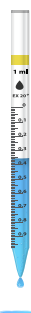
ჭურჭელი ინდიკატორის ხსნარის მოსამზადებლად (მაგ, დიდი ზომის ქიმიური ჭიქა ან მომინანქრებული ქვაბი. აუცილებელია, შეიძლებოდეს ჭურჭლის გაცხელება ელექტრო-ან გაზქურაზე);

ქიმიური ჭიქები (100 ან 200 მლ-იანი, ან იმავე ზომის გამჭვირვალე მინის ან პლასტმასის ჭიქები;

პიპეტი;

საწერი ბადე.

ამოცანის შესრულება შეგიძლიათ როგორც სკოლის ლაბორატორიაში, ასევე სახლში. შესაბამისად, შეიძლება გამოიყენოთ ლაბორატორიული ჭურჭელი ან შეცვალოთ ისინი იმ ნივთებით, რომლებიც ადვილად ხელმისაწვდომია, მაგალითად:



ქიმიური პიპეტი

შეიძლება შეიცვალოს



სამედიცინო პიპეტი



შპრიცი

თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება



ქიმიური ჭიქა

შეიძლება შეიცვალოს



გამჭვირვალე პლასტმასის ჭიქა



მინის წკირი

შეიძლება შეიცვალოს



პლასტმასის კოვზი

ექსპერიმენტის მსვლელობა:

- მცენარეული ინდიკატორის დასამზადებლად დაახლოებით 0.5 ლ-იან ჭურჭელში მოათავსეთ 100 გ დაქუცმაცებული წითელი კომბოსტო და დაამატეთ წყალი, დაახლოებით 250 მლ.
- ჭურჭელი მოათავსეთ ელექტრო- ან გაზქურაზე და ადუღეთ იქამდე, ვიდრე ხსნარი არ მიიღებს მუქ იისფერ შეფერილობას. უფროსის დახმარებით ჭურჭელი ფრთხილად გადმოდგით ქურიდან და გააცივეთ. გამოიყენეთ საწური ბადე და კომბოსტოს წვენი ფრთხილად გადმოსახით შედარებით მცირე ჭურჭელში.
- პლასტმასის ან მინის გამჭვირვალე ჭიქებს დაანერეთ ქვემოთ ჩამოთვლილი ნივთიერებების (წყალი, ლიმონის წვენი, თეთრი ღვინის ან ვაშლის ძმარი, ვაშლის წვენი, სუფრის მარილის წყალხსნარი, სასმელი სოდის წყალხსნარი, საპონი, შამპუნი, საწმენდი საშუალება) სახელები. შეგიძლიათ სხვა ნებისმიერი ხსნარი აიღოთ.
- თითოეულ ჭიქას პიპეტით დაამატეთ კომბოსტოს წვენის 5-10 წვეთი და მოურიეთ მინის წკირით ან პლასტმასის კოვზით. სასურველია, შედეგები დააფიქსიროთ ფოტოებზე.
- დააკვირდით ფერის ცვლილებას თითოეულ ჭიქაში და ჩაინიშნეთ ცდის ოქმში, რომელიც ქვემოთაა მოცემული (ცხრილი 1).
- გამოიყენეთ წითელი კომბოსტოსგან მიღებული ინდიკატორის ფერის ცვლილების შკალა, რომელიც ცხრილ 2-სა და სურათებზეა მოცემული. შეადარეთ თქვენ მიერ მიღებულ ფერებს და დაადგინეთ საკვლევი ხსნარების pH-ის მიახლოებითი მნიშვნელობები.

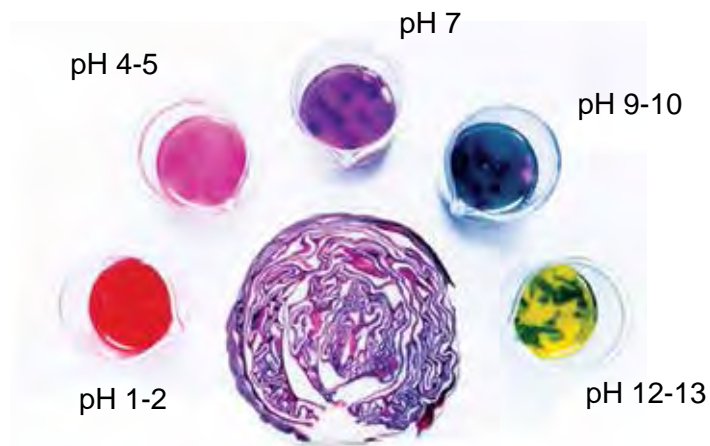
თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

ცხრილი 1. ექსპერიმენტის ოქმი (ცხრილი გადაიტანეთ რვეულში და შეავსეთ):

ნივთიერება	ფერი	მიახლოებითი pH
გამობდილი წყალი		
ლიმონის წვენი		
თეთრი ღვინის ან ვაშლის ძმარი		
ვაშლის წვენი		
სუფრის მარილის წყალხსნარი		
სასმელი სოდის წყალხსნარი		
საპონი		
შამპუნი		
სანმენდი საშუალება		

ცხრილი 2. კომბოსტოსგან დამზადებული ინდიკატორის ფერი სხვადასხვა pH-ზე.

ფერი	მუქი წითელი	ღია იისფერი	იისფერი	ლურჯი-მწვანე	მწვანე-ყვითელი
მიახლოებითი pH	1-2	3-5	7	8-10	11-13



წითელი კომბოსტოს ინდიკატორი



თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება



pH=1 pH=2 pH=3 pH=4 pH=5 pH=6 pH=7 pH=8 pH=9 pH=10 pH=11 pH=12



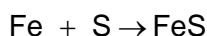
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

pH

1.10

ნივთიერების რაოდენობის საზომი ერთეული — მოლი. მოლური მასა

აქამდე ქიმიურ რეაქციებს იმის მიხედვით ვახასიათებდით, თუ რომელი ნივთიერებები რეაგირებს ერთმანეთთან და რომელი პროდუქტები წარმოიქმნება ამის შედეგად. არანაკლებ მნიშვნელოვანია, ყურადღება მივაქციოთ ქიმიური რეაქციების რაოდენობრივ მხარეს. მაგალითად, წარმოვიდგინოთ, რომ ვმუშაობთ ლაბორატორიაში და საჭიროა ჩავატაროთ რეაქცია რკინასა და გოგირდს შორის, რათა მივიღოთ რკინა(II)-ის სულფიდი (ნახ. 1.49):



ნახ. 1.49. რეაქცია რკინასა და გოგირდს შორის, რომლის დროსაც წარმოიქმნება რკინა(II)-ის სულფიდი.

რეაქციის ტოლობა გვიჩვენებს, რომ ამ რეაქციის ჩასატარებლად ნივთიერებები უნდა ავიღოთ ტოლი რაოდენობებით, რაც იმას ნიშნავს, რომ ყოველ 1 ატომ რკინაზე 1 ატომი გოგირდი უნდა მოდიოდეს. ზუსტად ასეთ თანაფარდობას თუ არ ავიღებთ, ან გოგირდი დაგვრჩება ზედმეტი, ან რკინა. ასეთ შემთხვევაში სუფთა პროდუქტს ვერ მივიღებთ, რადგან მასში შერეული იქნება რეაქციაში შეუსვლელი ნივთიერება.

მაგრამ როგორ ავიღოთ ნივთიერებათა ტოლი რაოდენობები? ატომთა დათვლა შეუძლებელია, ამიტომ განსაზღვრული რაოდენობის ნივთიერებას იღებენ მასის ან მოცულობის მიხედვით. ვნახოთ, რას იწონის თითო ატომი რკინა და გოგირდი (გავიხსენოთ, რომ ელემენტის ატომის მასა ამ ელემენტის ფარდობითი ატომური მასისა და მასის ატომური ერთეულის შესაბამისი რიცხვის ნამრავლის ტოლია):

$$m(\text{Fe}) = 1.66 \cdot 10^{-24} \text{ გ} \cdot A_r(\text{Fe}) = 1.66 \cdot 10^{-24} \text{ გ} \cdot 56 = 9.296 \cdot 10^{-23} \text{ გ};$$

$$m(\text{S}) = 1.66 \cdot 10^{-24} \text{ გ} \cdot A_r(\text{S}) = 1.66 \cdot 10^{-24} \text{ გ} \cdot 32 = 5.312 \cdot 10^{-23} \text{ გ}.$$

ცხადია, ასეთი მცირე მასების აწონა შეუძლებელია. საჭიროა, ნივთიერებები ისეთი მასებით ავიღოთ, რომ მათი აწონა რეალური იყოს. დავუშვათ, აღებული გვაქვს 56 გ რკინა და 32 გ გოგირდი — ანუ ნივთიერებათა ისეთი მასები, რომლებიც რიცხობრივად მათ ფარდობით ატომურ მასას უტოლდება. გამოვთვალოთ ამ მასის ნივთიერებებში ატომების რიცხვი, რასაც N -ით აღნიშნავენ:

$$N(\text{Fe}) = \frac{56 \text{ გ}}{9.296 \cdot 10^{-23} \text{ გ}} = 6.02 \cdot 10^{23}$$

$$N(\text{S}) = \frac{32 \text{ გ}}{5.312 \cdot 10^{-23} \text{ გ}} = 6.02 \cdot 10^{23}$$

როგორც ვხედავთ, ასეთ მასებში ატომთა ტოლი რაოდენობებია. მიღებული რიცხვი ასე გამოისახება:

602 213 670 000 000 000 000 000

ამ რიცხვს იტალიელი მეცნიერის ამაღლო ავოგადროს (ნახ. 1.50) პატივსაცემად ავოგადროს რიცხვს უწოდებენ.

იმისთვის, რომ წარმოვიდგინოთ, თუ რამდენად დიდი რიცხვია ავოგადროს რიცხვი, შეიძლება ასეთი შედარება მოვიყვანოთ: თუ ვეცდებით, დავითვალოთ ამ რიცხვამდე და ყოველ ერთ წამში 10-მდე ვითვლით, მაშინ 1 წელიწადში დათვლილი გვექნება მხოლოდ $3.15 \cdot 10^8$ -მდე, ხოლო თავიდან ბოლომდე დასათვლელად თითქმის 2 კვინტიონი ($1.91 \cdot 10^{15}$) წელია საჭირო.



ნახ. 1.50. ამაღლო ავოგადრო (Amadeo Avogadro).

ასეთ დიდ რიცხვებთან დაკავშირებული მათემატიკური მოქმედებების გასამარტივებლად შემოიღეს ერთეული, რომელსაც მოლი ეწოდა. **1 მოლი არის ნივთიერების ის რაოდენობა, რომელიც $6.02 \cdot 10^{23}$ ნაწილაკს შეიცავს.**

ერთეულთა საერთაშორისო სისტემაში (SI) მოლი ნივთიერების რაოდენობის საზომ ერთეულს წარმოადგენს. თანამედროვე განმარტებით, **მოლი არის ნივთიერების ის რაოდენობა, რომელიც შეიცავს $6.02 \cdot 10^{23}$ სტრუქტურულ ნაწილაკს, ანუ იმდენივეს, რამდენი ატომიცაა 12 გ ნახშირბადადში (კერძოდ, ^{12}C იზოტოპში).**

სტრუქტურულ ნაწილაკში იგულისხმება ატომი, მოლეკულა, ელექტრონი, პროტონი, ნეიტრონი ან იონი. თუ ნივთიერება გიგანტური სტრუქტურისაა, მაშინ სტრუქტურულ ნაწილაკად პირობით მოლეკულას ანუ ფორმულურ ერთეულს მიიჩნევენ. მაგალითად, წყლის უმცირესი ნაწილაკია წყლის მოლეკულა – H_2O , სპილენძისა — სპილენძის ატომი (Cu), ხოლო სუფრის მარილის – Na^+ და Cl^- იონებისაგან შედგენილი პირობითი მოლეკულა (NaCl) ანუ ფორმულური ერთეული. აქედან გამომდინარე, წყლის ერთი მოლი შეიცავს $6.02 \cdot 10^{23}$ მოლეკულას, სპილენძის ერთი მოლი – $6.02 \cdot 10^{23}$ ატომს, ხოლო სუფრის მარილის ერთი მოლი – $6.02 \cdot 10^{23}$ ფორმულურ ერთეულს.

მოლების რაოდენობა აღინიშნება ბერძნული ν (ნიუ) ან ლათინური n (ენ) ასოთი.

1 მოლი ნივთიერების მასა რიცხობრივად გრამებში გამოსახულ მის ფარდობით მოლეკულურ მასას უდრის.

1 მოლი ნივთიერების მასას მოლური მასა ეწოდება.

მოლური მასა აღინიშნება M ასოთი. მოლური მასის ერთეულია გ/მოლი.

თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

მაგალითად:

ნახშირბადის ატომის ფარდობითი ატომური მასაა $A_r(C) = 12$,

ნახშირბადის მოლური მასა იქნება $M(C) = 12$ გ/მოლი;

ოქროს ატომის ფარდობითი ატომური მასაა $A_r(Au) = 197$,

ოქროს მოლური მასა იქნება $M(Au) = 197$ გ/მოლი;

წყლის ფარდობითი მოლეკულური მასაა $M_r(H_2O) = 2 \cdot 1 + 16 = 18$,

წყლის მოლური მასა იქნება $M(H_2O) = 18$ გ/მოლი;

ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ფარდობითი მოლეკულური მასაა

$M_r(NaOH) = 23 + 16 + 1 = 40$,

ნატრიუმის ჰიდროქსიდის მოლური მასა იქნება $M(NaOH) = 40$ გ/მოლი.

როგორც ვხედავთ, ფარდობით მოლეკულურ და ატომურ მასასა და მოლურ მასას შორის ერთი განსხვავებაა — ფარდობით მოლეკულურ და ატომურ მასას განზომილება არ აქვს, ხოლო მოლური მასის განზომილებაა გ/მოლი.

ამრიგად, სხვადასხვა ნივთიერების 1 მოლის მასა განსხვავებულია, მიუხედავად იმისა, რომ ისინი ტოლი რაოდენობით ნაწილაკებს შეიცავენ (ცხრილი 1.4, ნახ. 1.51).

ცხრილი 1.4. ზოგიერთი ნივთიერების 1 მოლი.

ნივთიერება	ნივთიერების რაოდენობა, მოლი	სტრუქტურული ნაწილაკების რაოდენობა, ცალი	სტრუქტურული ნაწილაკების დასახელება	ნივთიერების მასა, გ
სპილენძი (Cu)	1	$6.02 \cdot 10^{23}$	ატომი	64
გოგირდი (S)	1	$6.02 \cdot 10^{23}$	ატომი	32
საქაროზა ($C_{12}H_{22}O_{11}$)	1	$6.02 \cdot 10^{23}$	მოლეკულა	342
ნატრიუმის ქლორიდი (NaCl)	1	$6.02 \cdot 10^{23}$	ფორმულური ერთეული	58.5
ვერცხლის-წყალ(II)-ის ოქსიდი (HgO)	1	$6.02 \cdot 10^{23}$	ფორმულური ერთეული	217
სპილენძ(II)-ის სულფატის პენტაჰიდრატი, შაბიამანი ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)	1	$6.02 \cdot 10^{23}$	ფორმულური ერთეული	250

თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება



ნახ. 1.51. ზოგიერთი ნივთიერების 1 მოლი.



კითხვები და დავალებები:

- გამოთვალეთ მოცემულ იონურ ნაერთთა მოლური მასები:
 - $\text{Ca}(\text{OH})_2$
 - CaCl_2
 - K_2CO_3
 - $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
 - FeSO_4
 - $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$
- გამოთვალეთ მოცემულ მოლეკულურ ნაერთთა მოლური მასები:
 - $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
 - HCN
 - CCl_4
 - C_6H_6
 - NH_3
 - CH_3Br
- პროპილაცეტატი ($\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$) ნაერთია, რომელიც მსხლის სუნსა და გემოს განაპირობებს. გამოთვალეთ ამ ნაერთის მოლური მასა.

1.11

მოლისა და მოლური მასის

პრაქტიკული გამოყენება

ხშირად საჭიროა იმის გამოთვლა, თუ რა მასა აქვს ნივთიერების გარკვეულ რაოდენობას, ან პირიქით. განვიხილოთ, რა მათემატიკური აპარატია საჭირო ასეთი გამოთვლების შესასრულებლად.

ნივთიერების მოლების რაოდენობასა (n) და მისი შემადგენელი ნაწილაკების რიცხვს (N) შორის დამოკიდებულების გამოსახატავად გამოიყენება ავოგადროს მუდმივა, რომელიც გვიჩვენებს 1 მოლ ნივთიერებაში არსებული ნაწილაკების რიცხვს. ის აღნიშნება N_A სიმბოლოთი და მისი განზომილებაა მოლი⁻¹.

$$N_A = 6.02 \cdot 10^{23} \text{ მოლი}^{-1} = \frac{6.02 \cdot 10^{23}}{\text{მოლი}}$$

ხოლო აღნიშნული დამოკიდებულება ასე გამოისახება:

$$n = \frac{N}{N_A}$$

(გამოთვლების გასამარტივებლად ავოგადროს მუდმივას $N_A = 6.02 \cdot 10^{23}$ მოლი⁻¹ ხშირად დამრგვალებული მნიშვნელობით – $N_A = 6 \cdot 10^{23}$ მოლი⁻¹ იყენებენ)

ხოლო ნივთიერების მოლების რაოდენობასა და მასას შორის კავშირს შემდეგი ფორმულა გამოხატავს:

$$n = \frac{m}{M}$$

სადაც m ნივთიერების მასაა გრამებში, ხოლო M — ნივთიერების მოლური მასა, გ/მოლი.

ზემოთ მოყვანილი ფორმულებიდან ადვილად შეგვიძლია გამოვიყვანოთ დამოკიდებულება ნივთიერების მასასა და ნაწილაკების რიცხვს შორის:

$$\frac{m}{M} = \frac{N}{N_A}$$

ვნახოთ, როგორ გამოიყენება ეს ფორმულები ტიპური ამოცანების ამოხსნისას:

ამოცანის ამოხსნის ნიმუში – 1

ამოცანა: რკინისა და ფოლადის ნაკეთობების კოროზიისაგან დასაცავად მათ ზედაპირს თუთიით (Zn) ფარავენ. დადგენილია, რომ 1 კვადრატული მეტრი ზედაპირის დასაფარად საჭიროა $3 \cdot 10^{25}$ თუთიის ატომი. რამდენ მოლს შეადგენს თუთიის ატომთა ეს რაოდენობა? რა მასის თუთიაშია ამ რაოდენობის ატომები?

ამოხსნა:

შევადგინოთ მოცემულობა:

მოც.: $N(\text{Zn}) = 3 \cdot 10^{25}$ ატომი

უ. ვ.: $n(\text{Zn}) - ?$ $m(\text{Zn}) - ?$

ამოცანის ამოხსნისას დაგვჭირდება ფორმულა:

$n = \frac{N}{N_A}$ და დამხმარე სიდიდე $N_A = 6 \cdot 10^{23}$ მოლი⁻¹.

თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

ჩავსვათ ფორმულაში მნიშვნელობები:

$$n(\text{Zn}) = \frac{3 \cdot 10^{25}}{6 \cdot 10^{23} \text{ მოლი}^{-1}} = 50 \text{ მოლი.}$$

პასუხი: თუთიის ატომთა ეს რაოდენობა შეადგენს 50 მოლს.

მასის დადგენა შეიძლება ორი გზით:

1) გამოვიყენოთ ფორმულა, რომელიც გვიჩვენებს დამოკიდებულებას ნივთიერების მასასა და ნაწილაკების რიცხვს შორის:

$$\frac{m}{M} = \frac{N}{6 \cdot 10^{23} \text{ მოლი}^{-1}}, \text{ საიდანაც } m = \frac{N \cdot M}{6 \cdot 10^{23} \text{ მოლი}^{-1}}.$$

დაგვჭირდება ასევე დამხმარე სიდიდე $M(\text{Zn}) = 65 \text{ გ/მოლი}$ (რადგან $A_r(\text{Zn}) = 65$).
ჩავსვათ ფორმულაში მნიშვნელობები:

$$m(\text{Zn}) = \frac{3 \cdot 10^{25} \cdot 65 \frac{\text{გ}}{\text{მოლი}}}{6 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{მოლი}}} = 3250 \text{ გ.}$$

2) გამოვიყენოთ ამოცანის წინა ნაწილში დადგენილი მოლელების რიცხვი. ამ დროს დაგვჭირდება ფორმულა:

$$m = n \cdot M \text{ და დამხმარე სიდიდე } - M(\text{Zn}) = 65 \text{ გ/მოლი.}$$

ჩავსვათ ფორმულაში მნიშვნელობები:

$$m(\text{Zn}) = 50 \frac{\text{მოლი}}{\text{მოლი}} \cdot 65 \frac{\text{გ}}{\text{მოლი}} = 3250 \text{ გ.}$$

პასუხი: ამ რაოდენობის ატომები არის 3250 გ თუთიაში.

ამოცანის ამოხსნის ნიმუში – 2

ამოცანა: ხშირად ავტომანქანის აკუმულატორში ელექტროლიტად გოგირდმჟავას იყენებენ. რა მასის მჟავა დაიხარჯება 1 აკუმულატორისათვის საჭირო ელექტროლიტის მოსამზადებლად, თუ ცნობილია, რომ ამისათვის დაახლოებით 20 მოლი გოგირდმჟავაა საჭირო? რამდენ ატომს შეიცავს მჟავას ეს რაოდენობა?

ამოხსნა:

შევადგინოთ მოცემულობა:

მოც.: $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 20 \text{ მოლი}$

უ. ვ.: $m(\text{H}_2\text{SO}_4) - ?$ $N(\text{ატ.}) - ?$

მასის დასადგენად გამოვიყენოთ ფორმულა:

$n = \frac{m}{M}$, საიდანაც $m = n \cdot M$ და დამხმარე სიდიდე $M(\text{H}_2\text{SO}_4)$, რომელიც უნდა განვსაზღვროთ ფარდობითი მოლეკულური მასის მიხედვით:

$$M_r(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \cdot 1 + 1 \cdot 32 + 4 \cdot 16 = 98; \quad M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ გ/მოლი.}$$

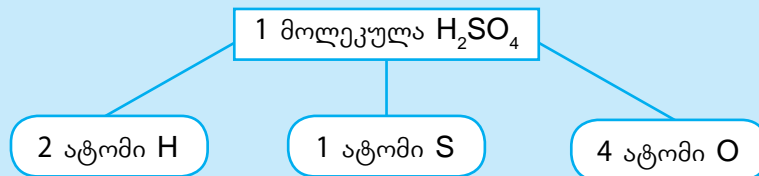
თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

ჩავსვათ ფორმულაში მნიშვნელობები:

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 20 \frac{\text{მოლი}}{\text{მოლი}} \cdot 98 \frac{\text{გ}}{\text{მოლი}} = 1960 \text{ გ.}$$

ამოცანის პირობის მიხედვით ასევე უნდა დადგინდეს ატომთა საერთო რაოდენობა.

გოგირდმჟავას (H_2SO_4) ერთი მოლეკულა შეიცავს 7 ატომს:



შესაბამისად, 1 მოლ გოგირდმჟავაში ჯამურად არის 7 მოლი ატომი (2 მოლი წყალბადის, 1 მოლი გოგირდისა და 4 მოლი ჟანგბადის). ამიტომ ატომების საერთო რიცხვი იქნება გოგირდმჟავას მოლეკულების რიცხვზე ($N(\text{H}_2\text{SO}_4)$) 7-ჯერ მეტი.

$$N(\text{ატ.}) = 7 \cdot N(\text{H}_2\text{SO}_4)$$

გოგირდმჟავას მოლეკულების რიცხვის გამოსათვლელად დაგვჭირდება ფორმულა:

$$n = \frac{N}{N_A}, \text{ საიდანაც } N = n \cdot N_A \text{ და დამხმარე სიდიდე } N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ მოლი}^{-1}.$$

ჩავსვათ ფორმულაში მნიშვნელობები:

$$N(\text{H}_2\text{SO}_4) = 20 \text{ მოლი} \cdot 6 \cdot 10^{23} \text{ მოლი}^{-1} = 1.2 \cdot 10^{25} \text{ მოლეკულა.}$$

ხოლო ატომთა რიცხვი იქნება:

$$N(\text{ატ.}) = 7 \cdot N(\text{H}_2\text{SO}_4) = 7 \cdot 1.2 \cdot 10^{25} = 8.4 \cdot 10^{25} \text{ ატომი.}$$

პასუხი: 20 მოლ გოგირდმჟავაში $8.4 \cdot 10^{25}$ ატომია.

ამოცანის ამოხსნის ნიმუში – 3

ამოცანა: შაქარი, რომელსაც ყოველდღიურ ცხოვრებაში ვიყენებთ, წარმოადგენს ნივთიერება საქაროზას, რომლის ფორმულაა $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$. შაქრის ერთი ნატეხის მასაა 6.84 გ. რამდენ მოლ საქაროზას შეიცავს ასეთი ნატეხი და საქაროზას რამდენი მოლეკულაა მასში?

ამოხსნა:

შევადგინოთ მოცემულობა:

მოც.: $m(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 6.84 \text{ გ.}$

უ. ვ.: $n(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) - ?$ $N(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) - ?$

თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

მოლეზის რიცხვის დასადგენად გამოვიყენოთ ფორმულა:

$n = \frac{m}{M}$ და დამხმარე სიდიდე $M(C_{12}H_{22}O_{11})$, რომელიც უნდა განვსაზღვროთ ფარდობითი მოლეკულური მასის მიხედვით:

$$M_r(C_{12}H_{22}O_{11}) = 12 \cdot 12 + 22 \cdot 1 + 11 \cdot 16 = 342; \quad M(C_{12}H_{22}O_{11}) = 342 \text{ გ/მოლი.}$$

ჩავსვათ ფორმულაში მნიშვნელობები:

$$n = \frac{6.84 \cancel{\text{გ}}}{342 \frac{\cancel{\text{გ}}}{\text{მოლი}}} = 0.02 \text{ მოლი.}$$

პასუხი: შაქრის ერთი ნატეხში 0.02 მოლი საქაროზაა.

მოლეკულების რიცხვის გამოთვლა შესაძლებელია 2 გზით:

1) გამოვიყენოთ ფორმულა:

$\frac{m}{M} = \frac{N}{N_A}$, საიდანაც $N = \frac{m \cdot N_A}{M}$; ასევე დამხმარე სიდიდეები $N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ მოლი}^{-1}$ და

$$M(C_{12}H_{22}O_{11}) = 342 \text{ გ/მოლი.}$$

ჩავსვათ ფორმულაში მნიშვნელობები:

$$N = \frac{6.84 \cancel{\text{გ}} \cdot \frac{6 \cdot 10^{23}}{\cancel{\text{მოლი}}}}{342 \frac{\cancel{\text{გ}}}{\cancel{\text{მოლი}}}} = 1.2 \cdot 10^{22} \text{ მოლეკულა.}$$

2) გამოვიყენოთ ამოცანის წინა ნაწილში დადგენილი მოლეზის რიცხვი. ამ დროს დაგვეჭირდება ფორმულა:

$n = \frac{N}{N_A}$, საიდანაც $N = n \cdot N_A$ და დამხმარე სიდიდე $N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ მოლი}^{-1}$.

ჩავსვათ ფორმულაში მნიშვნელობები:

$$N = 0.02 \text{ მოლი} \cdot 6 \cdot 10^{23} \text{ მოლი}^{-1} = 1.2 \cdot 10^{22} \text{ მოლეკულა.}$$

პასუხი: შაქრის ერთი ნატეხში საქაროზას $1.2 \cdot 10^{22}$ მოლეკულაა.



კითხვები და დავალებები:

- რამდენი მოლია:
 - $1.8 \cdot 10^{24}$ ატომი ალუმინი?
 - $3 \cdot 10^{24}$ მოლეკულა ნახშირბად(IV)-ის ოქსიდი?
- რამდენი მოლეკულაა:
 - 10 მოლი წყალი?
 - $3 \cdot 10^6$ მოლი მეთანი?
- რამდენი ატომია 10 მოლ ნახშირბად(IV)-ის ოქსიდში?
- გლუკოზა შედის ყველა მცენარეული და ცხოველური ორგანიზმის შედგენილობაში. მისი ფორმულაა $C_6H_{12}O_6$. ამ ფორმულის გამოყენებით უპასუხეთ ქვემოთ მოცემულ კითხვებს.
 - თითოეული შემადგენელი ელემენტის რამდენი ატომია 0.5 მოლ გლუკოზაში?
 - რამდენ მოლ გლუკოზაშია 24 მოლი ჟანგბადის ატომი?
 - რა მასა აქვს გლუკოზის $9 \cdot 10^{22}$ მოლეკულას?
- გადახაზეთ რვეულში და შეავსეთ ცხრილი:

ნივთიერება	მასა, გ	ნივთიერების რაოდენობა, მოლი	მოლეკულათა რიცხვი	ატომთა რიცხვი
C_6H_6	7.8			
H_2O		0.5		
CO_2			$2.4 \cdot 10^{22}$	
CH_3OH				$1.2 \cdot 10^{24}$

- იპოვეთ მოცემული ნივთიერებების მასა:
 - 1.5 მოლი ალუმინის ოქსიდი
 - 0.6 მოლი წყალი
 - 0.1 მოლი ნატრიუმის ტუტე
 - 10 მოლი ნატრიუმის ტუტე
- გადაიყვანეთ მოლებში:
 - 71 გ Cl_2
 - 10 გ $CaCO_3$
 - 10 გ $KHCO_3$
 - 0.1 გ $KHCO_3$
- რომელი მეტ მოლეკულას შეიცავს:
 - 71 გ Cl_2 თუ 20 გ H_2 ?
 - 1 გ $CaCO_3$ თუ 1 გ H_2 ?
 - 1 გ CaO თუ 1 გ CuO ?
 - 1 გ $CaCO_3$ თუ 0.1 მოლი $CaCO_3$?
- რომელი მეტ ატომს შეიცავს:
 - 1.8 გ H_2O თუ 0.2 გ H_2 ?
 - 0.1 მოლი $CaCO_3$ და 0.1 გ H_2 ?
 - 1.6 გ O_2 თუ 0.1 მოლი S ?
 - 3.2 კგ O_2 თუ 100 მოლი O_3 ?

1.12

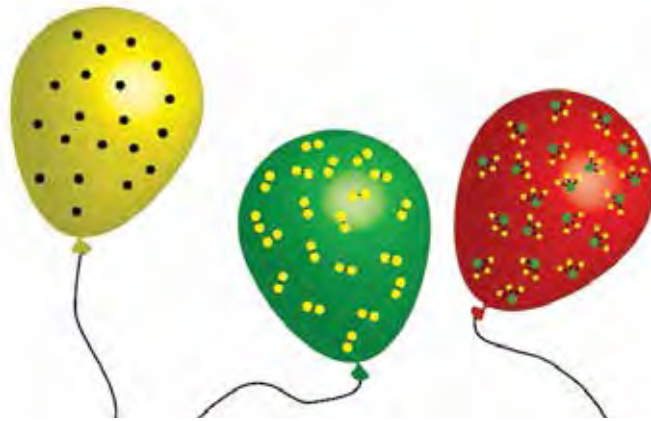
ავოგადროს კანონი. აირების მოლური მოცულობა

ნივთიერების აგრეგატული მდგომარეობის გაცნობისას აღვნიშნეთ, რომ მყარ და თხევად მდგომარეობაში ნაწილაკები ერთმანეთთან, აირადთან შედარებით, უფრო მჭიდროდაა განლაგებული. ამიტომ რაც უფრო დიდია ასეთი ნივთიერების ნაწილაკის ზომა, მით მეტია მის მიერ დაკავებული მოცულობა. მაგალითად, წყლის 1 მოლი, ანუ $6 \cdot 10^{23}$ მოლეკულა იკავებს 18 მლ მოცულობას, რაც დაახლოებით 2 სუფრის კოვზის ტოლია, ხოლო ამავე რაოდენობის შაქრის მოლეკულა 17 სუფრის კოვზს გაავსებს. ასეთი განსხვავება იმითაა გამოწვეული, რომ შაქრის მოლეკულა წყლის მოლეკულაზე გაცილებით დიდია.

გავარკვიოთ, რა მოცულობას დაიკავებს ამავე რაოდენობით აღებული აირადი ნივთიერებები. აირებში, მყარი და თხევადი ნივთიერებებისაგან განსხვავებით, ნაწილაკებს შორის მანძილები მათ ზომებს მნიშვნელოვნად აღემატება, ამიტომ მოლეკულის ზომა აირის მიერ დაკავებულ მოცულობაზე გავლენას არ ახდენს.

სამაგიეროდ, აირის მოცულობაზე დიდ გავლენას ახდენს ფიზიკური პირობები, კერძოდ, ტემპერატურა და წნევა. მოცულობის ტემპერატურაზე დამოკიდებულება იმაში გამოიხატება, რომ როდესაც აირი ცხელდება, მისი ნაწილაკები უფრო სწრაფად მოძრაობს და აირი ფართოვდება. რაც შეეხება წნევას – მისი გაზრდით ნაწილაკები ერთმანეთს უახლოვდება, აირი იკუმშება და მოცულობა მცირდება.

ამრიგად, აირის მოცულობა დამოკიდებულია ტემპერატურასა და წნევაზე, მაგრამ არაა დამოკიდებული იმაზე, თუ რომელი ნივთიერებაა აირად მდგომარეობაში. მაგალითად, თუ ერთნაირ ფიზიკურ პირობებში ბუშტებს ჰელიუმით, ჟანგბადითა და ამიაკით ერთნაირ მოცულობამდე გავბერავთ, მათში მოლეკულების ტოლი რიცხვი იქნება, მიუხედავად იმისა, რომ ამ აირების მოლეკულათა ზომები ერთმანეთისაგან განსხვავდება (ნახ. 1.52).



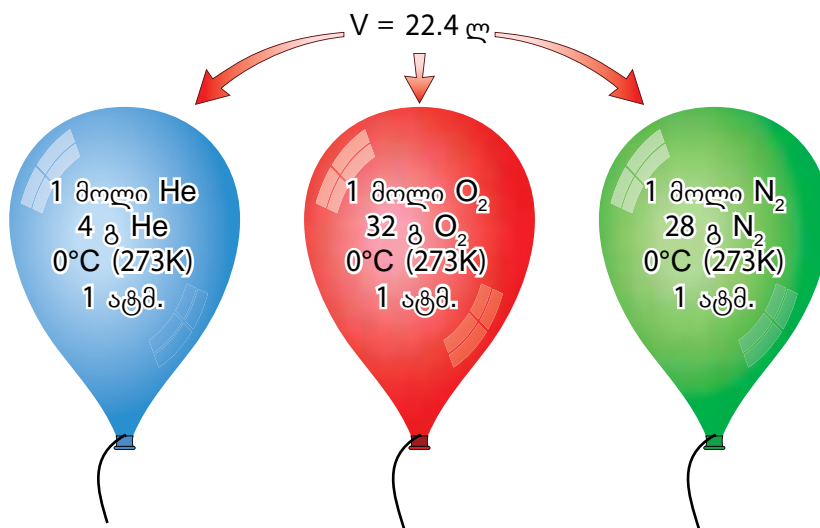
ნახ. 1.52. ერთნაირ ფიზიკურ პირობებში სხვადასხვა აირის ტოლი მოცულობებით გაბერილ ბუშტებში მოლეკულების ერთნაირი რიცხვია.

ზემოთ აღნიშნული კანონზომიერება აირთა თვისებებზე დაკვირვების შედეგად აღმოაჩინა ავოგადრომ. მან 1811 წელს ჩამოაყალიბა კანონი, რომელიც დღეს ავოგადროს კანონის სახელწოდებითაა ცნობილი:

თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

სხვადასხვა აირის ტოლი მოცულობები ერთნაირ წნევასა და ტემპერატურაზე მოლეკულათა ტოლ რიცხვს შეიცავს.

ნებისმიერი აირის 1 მოლის მიერ დაკავებული მოცულობის დასადგენად მეცნიერების მიერ შერჩეულია კონკრეტული ფიზიკური პირობები, კერძოდ, 1 ატმ წნევა და 0°C (ანუ 101.3 კპა და 273 K), რასაც ნორმალური პირობები უწოდებს (შემოკლებული აღნიშვნა – ნ. პ.). ექსპერიმენტულად დადგენილია, რომ ამ პირობებში ნებისმიერი აირის 1 მოლი იკავებს 22.4 ლ მოცულობას (ნახ. 1.53). ამ სიდიდეს აირის მოლური მოცულობა ეწოდება და აღინიშნება როგორც V_M .



ნახ. 1.53. სხვადასხვა აირის მოლური მოცულობა ნ. პ.-ში.

მოლური მოცულობა ($V_M = 22.4 \text{ ლ/მოლი}$) არის გადამყვანი სიდიდე აირის მოლების რიცხვსა (n) და ლიტრებში გამოსახულ მოცულობას (V , ლ-ში) შორის და მათ შორის კავშირი გამოისახება ფორმულით:

$$n = \frac{V}{V_M}, \text{ რაც ნორმალური პირობებისათვის ასე გამოისახება: } n = \frac{V}{22.4 \text{ ლ/მოლი}}.$$

ამრიგად, შეგვიძლია გამოვიყვანოთ ფორმულები, რომლებიც აირადი ნივთიერებებისათვის ერთმანეთთან აკავშირებს:

მასასა (გ-ში) და მოცულობას (ლ-ში):

$$\frac{V}{V_M} = \frac{m}{M} \quad \text{ხოლო ნ. პ.-ში} \quad \frac{V}{22.4 \text{ ლ/მოლი}} = \frac{m}{M}$$

ნაწილაკების რაოდენობასა და მოცულობას (ლ-ში):

$$\frac{N}{N_A} = \frac{V}{V_M} \quad \text{ხოლო ნ. პ.-ში} \quad \frac{N}{6 \cdot 10^{23} \text{ მოლი}^{-1}} = \frac{V}{22.4 \text{ ლ/მოლი}}$$

ეს ფორმულები ხშირად გამოიყენება პრაქტიკული მიზნებისათვის. ქვემოთ მოყვანილია ტიპური ამოცანების ამოხსნის მაგალითები:

ამოცანის ამოხსნის ნიმუში – 4

ამოცანა: ცეცხლმაქრში მოთავსებულია 8.8 კგ ნახშირბად(IV)-ის ოქსიდი. რა მოცულობას დაიკავებს ეს აირი ნ. პ.-ში?

ამოხსნა:

შევადგინოთ მოცემულობა:

მოც.: $m(\text{CO}_2) = 8.8 \text{ კგ} = 8800 \text{ გ}$

უ. ვ.: $V(\text{CO}_2) - ?$

ამოცანის ამოხსნისას დაგვჭირდება ფორმულა, რომელიც ერთმანეთთან აკავშირებს აირადი ნივთიერების მასასა და მოცულობას:

$$\frac{V}{22.4} = \frac{m}{M}, \text{ საიდანაც } V = \frac{22.4m}{M}, \text{ ასევე დამხმარე სიდიდე } M(\text{CO}_2), \text{ რომელიც}$$

უნდა განვსაზღვროთ ფარდობითი მოლეკულური მასის მიხედვით:

$$M_r(\text{CO}_2) = 1 \cdot 12 + 2 \cdot 16 = 44; \quad M(\text{CO}_2) = 44 \text{ გ/მოლი.}$$

ჩავსვათ ფორმულაში მნიშვნელობები:

$$V(\text{CO}_2) = \frac{22.4 \frac{\text{ლ}}{\text{მოლი}} \cdot 8800 \text{ გ}}{44 \frac{\text{გ}}{\text{მოლი}}} = 4480 \text{ ლ.}$$

პასუხი: აირი დაიკავებს 4480 ლ მოცულობას.

ამოცანის ამოხსნის ნიმუში – 5

ამოცანა: დადგენილია, რომ ნ. პ.-ში 1 მოლი ნებისმიერი აირით შესაძლებელია ფეხბურთის 4 ბურთის გაბერვა. რა მოცულობა აქვს ფეხბურთის ბურთს?



ამოხსნა:

შევადგინოთ მოცემულობა:

მოც.: $n(4 \text{ ბურთში}) = 1 \text{ მოლი}$

უ. ვ.: $V(1 \text{ ბურთის})?$

ამოცანის ამოხსნისას დაგვჭირდება ფორმულა, რომელიც ერთმანეთთან აკავშირებს აირადი ნივთიერების მოლესა და მოცულობას:

$$n = \frac{V}{22.4}, \text{ საიდანაც } V = 22.4n.$$

რადგან საჭიროა გამოვთვალოთ 1 ბურთის მოცულობა, ჯერ უნდა გამოვთვალოთ, რამდენი მოლი აირი იქნება 1 ბურთში:

თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

$$n(1 \text{ ბურთი}) = \frac{n(4 \text{ ბურთი})}{4} = \frac{1}{4} = 0.25 \text{ მოლი.}$$

ჩავსვათ ფორმულაში მნიშვნელობები:

$$V(1 \text{ ბურთის}) = 22.4 \frac{\text{ლ}}{\text{მოლი}} \cdot 0.25 \text{ მოლი} = 5.6 \text{ ლ.}$$

პასუხი: ბურთის მოცულობაა 5.6 ლ.



კითხვები და დავალებები:

- მოცემული დებულებებიდან რომელია სწორი?
 - 1 მოლი წყალი ნ. პ.-ში იკავებს 22.4 ლ მოცულობას.
 - 1 მოლი წყალბადი ნ. პ.-ში იკავებს 22.4 ლ მოცულობას.
პასუხი დაასაბუთეთ.
- რომელი უფრო მეტ მოლეკულას შეიცავს:
 - 0.5 მოლი ჟანგბადი თუ 1.12 ლ წყალბადი (ნ. პ.)?
 - 66 გ ნახშირორჟანგი თუ 44.8 ლ აზოტი?
- რომელში უფრო მეტი წყალბადატომია:
 - 1.8 გ წყალში თუ 2.24 ლ წყალბადში (ნ. პ.)?
 - $3 \cdot 10^{24}$ მოლეკულა მეთანში თუ 112 ლ ამიაკში (ნ. პ.)?
- ცხრილი გადაიტანეთ რვეულში და შეავსეთ გამოტოვებული უჯრები:

ნივთიერება	ნივთიერების რაოდენობა, მოლი	მოლეკულების რიცხვი	მოცულობა (ნ. პ.), ლ	მასა, გ
ჟანგბადი (O_2)	3			
აზოტი (N_2)			6.72	
მეთანი (CH_4)			5.6	
ოზონი (O_3)	0.1			
წყალბადი (H_2)				0.4
ამიაკი (NH_3)		$3 \cdot 10^{23}$		

1.13

ავოგადროს კანონის პრაქტიკული გამოყენება. აირის ფარდობითი სიმკვრივე

პრაქტიკაში ავოგადროს კანონი სხვადასხვა მიზნისათვის გამოიყენება. მაგალითად, შეგვიძლია უცნობი აირადი ნივთიერების ფორმულის დადგენა, რისთვისაც საკმარისია მოლეკულური მასის განსაზღვრა მისი სიმკვრივის საშუალებით. რამდენადაც აირის 1 მოლი ნ. პ.-ში 22.4 ლ მოცულობას იკავებს, თუ ვიცით აირის სიმკვრივე, ანუ 1 ლ აირის მასა, ადვილად გამოვთვლით მის მოლეკულურ მასას:

$$M = 22.4 \cdot \rho$$

სადაც ρ არის აირის სიმკვრივე ნ. პ.-ში (განზომილება – გ/ლ).

მაგალითისათვის განვიხილოთ, თუ როგორ დგინდება უცნობი აირის შედგენილობა მისი სიმკვრივის მიხედვით.

ამოცანის ამოხსნის ნიმუში – 6

ამოცანა: უცნობი აირის ექსპერიმენტული შესწავლისას დადგინდა, რომ ის წარმოადგენს ორატომიან მარტივ ნივთიერებას, რომლის სიმკვრივე ნ. პ.-ში აირის 1.25 გ/ლ. დაადგინეთ უცნობი აირის ფორმულა.

ამოხსნა:

შევადგინოთ მოცემულობა:

მოც.: $\rho(X_2) = 1.25$ გ/ლ

უ. ვ.: X - ?

გამოვიყენოთ ფორმულა:

$$M(X_2) = 22.4 \cdot \rho$$

ჩავსვათ ფორმულაში ρ -ს მნიშვნელობა:

$$M(X_2) = 22.4 \frac{\text{ლ}}{\text{მოლი}} \cdot 1.25 \frac{\text{გ}}{\text{ლ}} = 28 \text{ გ/მოლი}; \text{ ამიტომ } M_r(X_2) = 28, \text{ საიდანაც}$$

$A_r(X) = M_r(X_2) : 2 = 28 : 2 = 14$ ეს აზოტის ფარდობითი ატომური მასაა, ე. ი. უცნობი აირი აზოტია.

პასუხი: უცნობი აირის ფორმულაა N_2 .

ბშირად საჭიროა ორი აირის შედარება, რომელი უფრო მსუბუქი ან მძიმეა. ავოგადროს კანონიდან გამომდინარე, ერთნაირი წნევისა და ტემპერატურის პირობებში ტოლი მოცულობის ორ სხვადასხვა აირს განსხვავებული სიმკვრივე ექნება, რაც მათ მოლეკულურ მასებს შორის განსხვავებიდან გამომდინარეობს. ეს კანონზომიერება შემდეგი ფორმულის სახით ჩაინერება:

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{M_1}{M_2}$$

თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

სადაც ρ_1 და ρ_2 აირთა სიმკვრივეებია, ხოლო M_1 და M_2 – მათი მოლური მასები.

ამრიგად, შეიძლება დავასკვნათ, რომ **ტოლი მოცულობის აირების მოლური მასები ისე შეეფარდება ერთმანეთს, როგორც მათი სიმკვრივეები.**

აირთა სიმკვრივეების ფარდობას **ფარდობით სიმკვრივეს** უწოდებენ და D ასოთი აღნიშნავენ:

$$D = \frac{M_1}{M_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2}$$

ფარდობითი სიმკვრივე არის რიცხვი, რომელიც გვიჩვენებს, რამდენჯერ მძიმე ან მსუბუქია ერთი აირი მეორეზე. ამ სიდიდეს განზომილება არ გააჩნია.

ხშირად პრაქტიკაში ფარდობითი სიმკვრივე ექსპერიმენტულად განისაზღვრება ყველაზე მსუბუქი აირის – წყალბადის მიმართ. წყალბადის მიმართ ფარდობითი სიმკვრივე აღინიშნება როგორც D_{H_2} და გვიჩვენებს, რამდენჯერ მეტია საკვლევი აირის მოლური მასა წყალბადის მოლურ მასაზე (2 გ/მოლი), ანუ რამდენჯერ მძიმეა საკვლევი აირი წყალბადზე:

$$D_{H_2} = \frac{M}{2}$$

წყალბადის გარდა, ამავე მიზნით ხშირად გამოიყენება ჰაერი, როგორც ყველაზე ხელმისაწვდომი. ამ შემთხვევაში აირის მოლური მასა უნდა შეეფარდოს ჰაერის საშუალო მოლურ მასას, რომელიც არის 29 გ/მოლი. მიღებული სიდიდე აღინიშნება როგორც D_3 – სიმკვრივე ჰაერის მიმართ და გვიჩვენებს, რამდენჯერ მძიმეა საკვლევი აირი ჰაერზე:

$$D_3 = \frac{M}{29}$$

მაგალითისათვის განვიხილოთ, თუ როგორ იყენებენ ამ სიდიდეებს პრაქტიკული მიზნებისათვის.

ამოცანის ამოხსნის ნიმუში – 7

ამოცანა: რამდენჯერ მძიმეა ჟანგბადი წყალბადზე?

ამოხსნა:

შევადგინოთ მოცემულობა:

მოც.: O_2

უ. ვ.: D_{H_2} - ?

გამოვიყენოთ ფორმულა:

$D_{H_2} = \frac{M}{2}$ და დამხმარე სიდიდე $M(O_2)$, რომელიც უნდა განვსაზღვროთ ფარდობითი მოლეკულური მასის მიხედვით: $M_r(O_2) = 2 \cdot 16 = 32$; $M(O_2) = 32$ გ/მოლი. ჩავსვათ ფორმულაში ეს მნიშვნელობა:

$$D_{H_2} = \frac{32}{2} = 16.$$

პასუხი: ჟანგბადი წყალბადზე 16-ჯერ მძიმეა.

ამოცანის ამოხსნის ნიმუში – 8

ამოცანა: ექსპერიმენტულად დადგინდა, რომ უცნობი კეთილშობილი აირი 1.38-ჯერ მძიმეა ჰაერზე. დაადგინეთ უცნობი აირის ფორმულა.

ამოხსნა:

შევადგინოთ მოცემულობა:

მოც.: $D_3(X) = 1.38$

უ. ვ. : X - ?

გამოვიყენოთ ფორმულა:

$D_3(X) = \frac{M(X)}{29}$, საიდანაც $M(X) = 29 \cdot D_3(X)$:

ჩავსვათ ფორმულაში $D_3(X)$ -ის მნიშვნელობა:

$M(X) = 29 \text{ გ/მოლი} \cdot 1.38 \approx 40 \text{ გ/მოლი}$; ამიტომ $A_r(X) = 40$. ასეთი ფარდობითი ატომური მასის მქონე კეთილშობილი აირია არგონი.

პასუხი: უცნობი აირის ფორმულაა Ar.



კითხვები და დავალებები:

1. უცნობი ორატომიანი აირის სიმკვრივე ნ. პ.-ში დაახლოებით 1.43 გ/ლ-ის ტოლია. დაადგინეთ ამ აირის ფორმულა.
2. რას უდრის გოგირდის დიოქსიდის სიმკვრივე ჟანგბადის მიმართ?
3. გამოთვალეთ მოცემული აირების ფარდობითი სიმკვრივები წყალბადის მიმართ:

ა) N_2	ბ) Cl_2	გ) SO_2	დ) CO_2 .
----------	-----------	-----------	-------------
4. გამოთვალეთ მოცემული აირების ფარდობითი სიმკვრივები ჰაერის მიმართ:

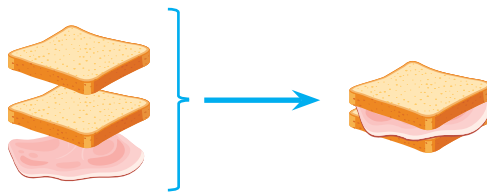
ა) F_2	ბ) Ne	გ) CO_2	დ) C_4H_{10} .
----------	-------	-----------	------------------
5. გამოიანგარიშეთ უცნობი აირის ფარდობითი მოლეკულური მასა, თუ მისი სიმკვრივე წყალბადის მიმართ არის 32. მიღებული შედეგი შეადარეთ მესამე დავალებაში მოცემული აირების ფარდობით სიმკვრივებს და ივარაუდეთ, რომელი მათგანი შეიძლება იყოს უცნობი აირი.
6. დაადგინეთ უცნობი მარტივი ორატომიანი აირის ფორმულა, თუ მისი სიმკვრივე ჰაერის მიმართ არის 0.97.

1.14

ნივთიერებათა მოლური თანაფარდობა ქიმიურ რეაქციათა ტოლობებში

პრაქტიკული საქმიანობისას მეტად მნიშვნელოვანია განისაზღვროს, ქიმიური რეაქციის მსვლელობისას რა რაოდენობის პროდუქტის მიღებაა შესაძლებელი რეაგენტის მოცემული რაოდენობიდან, ან პირიქით, რა რაოდენობის რეაგენტები დაიხარჯება საჭირო რაოდენობის პროდუქტის მისაღებად. ამის დადგენის საშუალებას გვაძლევს ქიმიური რეაქციის ტოლობაში არსებული კოეფიციენტები, რომლებიც რეაქციაში მონაწილე რეაგენტებისა და პროდუქტების რაოდენობრივ თანაფარდობას გვიჩვენებს.

ამ საკითხის უკეთესად გააზრების მიზნით განვიხილოთ მაგალითი ყოველდღიური ცხოვრებიდან. წარმოვიდგინოთ, რომ საუზმისათვის უნდა მოვამზადოთ სენდვიჩი, რომელიც წარმოადგენს პურის 2 ნაჭერს შორის ჩადებულ ლორის ნაჭერს (ნახ. 1.54).



ნახ. 1.54. სენდვიჩის დამზადება.

წარმოვადგინოთ ეს სქემის სახით:

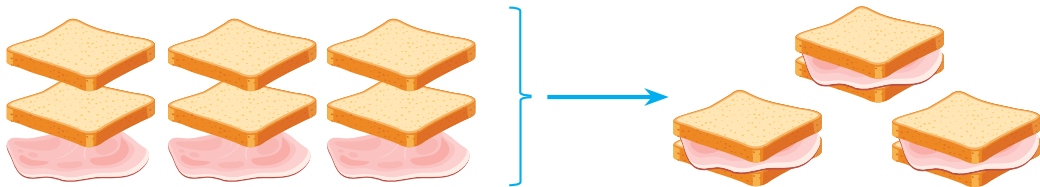


სქემიდან ჩანს, რომ საჭირო ინგრედიენტებისა და მიღებული პროდუქტის რაოდენობათა თანაფარდობაა 2 : 1 : 1. ამ თანაფარდობის მიხედვით შესაძლებელია ნებისმიერი რაოდენობის სენდვიჩის დასამზადებლად საჭირო ინგრედიენტების რიცხვის გამოანგარიშება. ამისათვის თითოეული ინგრედიენტის რაოდენობა პროპორციულად იმდენჯერ უნდა გავზარდოთ, რამდენი პროდუქტიცაა საჭირო. მაგალითად, თუ 3 სენდვიჩის დამზადება გვსურს, მათ მოსამზადებლად 3-ჯერ მეტი ინგრედიენტი დაგვჭირდება (ნახ. 1.55):

$$3 \cdot 2 = 6$$

$$3 \cdot 1 = 3$$

$$3 \cdot 1 = 3$$



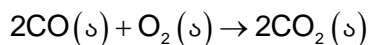
ნახ. 1.55. 3 ცალი სენდვიჩის დამზადება.

შესაბამისად, n ცალი სენდვიჩის დამზადებას $2n$ ცალი პურის ნაჭერი და n ცალი ლორის ნაჭერი დასჭირდება.

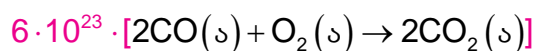
ზემოთ აღწერილ მაგალითს შევუსაბამოთ აირად ნივთიერებათა შორის რეალურად

თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

მიმდინარე ქიმიური რეაქცია, როდესაც ნახშირბად(II)-ის ოქსიდისა და ჟანგბადის ურთიერთქმედებით ნახშირბად(IV)-ის ოქსიდი მიიღება:



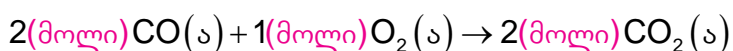
ქიმიური რეაქციის ტოლობაში კოეფიციენტები მოლეკულების თანაფარდობას აჩვენებენ. ზემოთ მოცემული რეაქცია გვიჩვენებს, რომ 2 მოლეკულა CO_2 -ის მისაღებად საჭიროა რეაქციაში შევიდეს 2 მოლეკულა CO და 1 მოლეკულა O_2 . ვნახოთ, რა მოხდება, თუ რეაგენტების რაოდენობას პროპორციულად გავზრდით და თითოეულს $6 \cdot 10^{23}$ -ჯერ მეტი რაოდენობით ავიღებთ:



აქედან მივიღებთ, რომ:

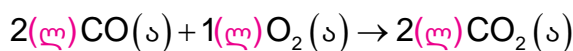


როგორც ვიცით, $6 \cdot 10^{23}$ წარმოადგენს ნივთიერების 1 მოლს, ამიტომ ბოლო ტოლობა შეიძლება წარმოვადგინოთ შემდეგი სახით:



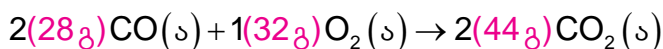
ამრიგად, რეაქციის ტოლობაში კოეფიციენტები გვიჩვენებს რეაგენტებსა და პროდუქტებს შორის მოლურ თანაფარდობას.

როდესაც რეაქცია აირებს შორის მიმდინარეობს, ავოგადროს კანონის მიხედვით ერთნაირ წნევისა და ტემპერატურაზე მოლეკულების თანაფარდობა მოცულობათა თანაფარდობასაც ასახავს. ამიტომ ერთნაირ ფიზიკურ პირობებში ყოველ 2 ლ CO -სთან რეაქციაში შევა 1 ლ O_2 და მიიღება 2 ლ CO_2 :



ამრიგად, **აირადი ნივთიერებების ურთიერთქმედებისას კოეფიციენტები რეაგენტებისა და პროდუქტების მოცულობებსაც გვიჩვენებს.**

რაც შეეხება რეაქციაში მონაწილე ნივთიერებათა მასურ თანაფარდობას, ის კოეფიციენტების თანაფარდობისაგან განსხვავებული იქნება, რადგან ამ დროს მოლური მასებია გასათვალისწინებელი:



რეაგენტებისა და პროდუქტების მასებს თუ შევადარებთ, ისინი ტოლი იქნება, რაც კიდევ ერთხელ მიგვანიშნებს მასის მუდმივობის კანონზე:

$$2 \cdot 28 + 1 \cdot 32 = 88 \quad 2 \cdot 44 = 88$$

ვნახოთ, პრაქტიკულად როგორ განისაზღვრება რეაქციაში მონაწილე ნივთიერებათა რაოდენობა.

თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

ამოცანის ამოხსნის ნიმუში – 9

ამოცანა: რამდენი მოლი ჟანგბადი გამოიყოფა 4 მოლი წყლის დაშლით?

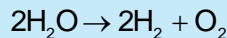
ამოხსნა:

შევადგინოთ მოცემულობა:

მოც.: $n(\text{H}_2\text{O}) = 4$ მოლი

უ. ვ.: $n(\text{O}_2) = ?$

შევადგინოთ რეაქციის ტოლობა:



შევადგინოთ პროპორცია, რომელშიც ასახული იქნება რეაქციის ტოლობაში ნივთიერებათა მოლური თანაფარდობა:

რეაქციის მიხედვით: 2 მოლი H_2O - სგან მიიღება 1 მოლი O_2

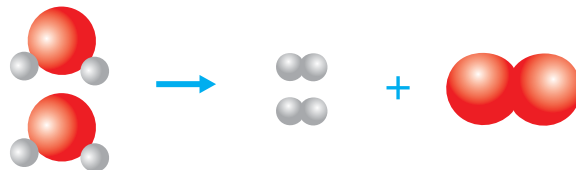
მოცემულობის მიხედვით: 4 მოლი H_2O - სგან ----- x მოლი O_2

საიდანაც:

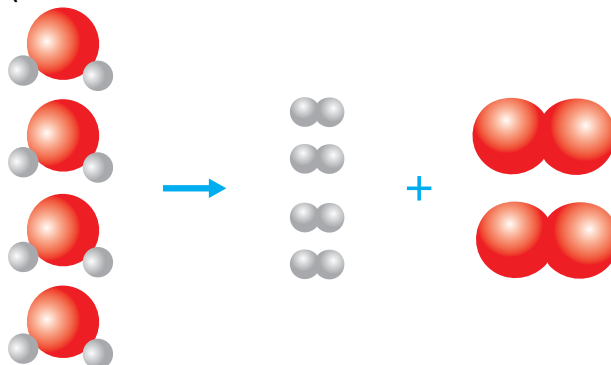
$$x = \frac{4 \cancel{\text{მოლი}} \cdot 1 \text{მოლი}}{2 \cancel{\text{მოლი}}} = 2 \text{მოლი}$$

პასუხი: მიიღება 2 მოლი O_2 .

ზემოთ განხილული მაგალითი უკეთ რომ წარმოვიდგინოთ, შეგვიძლია ნახ. 1.56-ზე მოცემული თვალსაჩინოებით ვიხელმძღვანელოთ:



2 მოლი წყალი წარმოქმნის 2 მოლ წყალბადს და 1 მოლ ჟანგბადს; პროპორციულად,



4 მოლი წყლიდან წარმოიქმნება 4 მოლი წყალბადი და 2 მოლი ჟანგბადი.

ნახ. 1.56. წყლის დაშლის რეაქციის სქემატური გამოსახულება.

თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

ახლა განვიხილოთ მაგალითი, რომელიც აირად ნივთიერებათა შორის მიმდინარე რეაქციას ეხება:

ამოცანის ამოხსნის ნიმუში – 10

ამოცანა: რა მოცულობის წყალბადია საჭირო 0.1 ლ აირადი ქლორწყალბადის მისაღებად? მოცულობები გაზომილია ერთნაირ პირობებში.

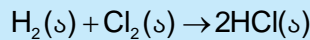
ამოხსნა:

შევადგინოთ მოცემულობა:

მოც.: $V(\text{HCl}) = 0.1 \text{ ლ}$

უ. ვ. : $V(\text{H}_2) - ?$

შევადგინოთ რეაქციის ტოლობა:



შევადგინოთ პროპორცია, რომელშიც ასახული იქნება რეაქციის ტოლობაში ნივთიერებათა მოცულობითი თანაფარდობა:

რეაქციის მიხედვით:	1 ლ H_2 - სგან მიიღება 2 ლ HCl
--------------------	--

მოცემულობის მიხედვით:	x ლ H_2 - სგან ----- 0.1 ლ HCl
-----------------------	--

საიდანაც:

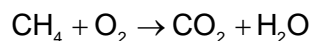
$$x = \frac{1 \text{ ლ} \cdot 0.1 \text{ ლ}}{2 \text{ ლ}} = 0.05 \text{ ლ}$$

პასუხი: საჭიროა 0.05 ლ H_2 .



კითხვები და დავალებები:

1. რამდენი მოლი წყალბადი გამოიყოფა 0.1 მოლი წყლის დაშლის შედეგად?
2. რამდენი მოლი წყალი დაიშალა, თუ გამოიყო 3 მოლი ჟანგბადი?
3. მოცემულია მეთანის წვის რეაქცია გაუთანაბრებელი სახით:



- ა) გაათანაბრეთ რეაქცია.
 - ბ) რამდენი მოლი ნახშირორჟანგი გამოიყოფა 3 მოლი მეთანის წვის შედეგად?
 - გ) რამდენი მოლი ჟანგბადია საჭირო 0.2 მოლი მეთანის დასაწვავად?
 - დ) რამდენი მოლი წყალი მიიღება, თუ რეაქციაში შევიდა 1 მოლი ჟანგბადი?
4. ნახშირბად(II)-ის ოქსიდის და ჟანგბადის ურთიერთქმედებით მიიღეს ნახშირბად(IV)-ის ოქსიდი. რეაქციის ტოლობის მიხედვით გამოთვალეთ 0.5 ლ ნახშირბად(II)-ის ოქსიდთან რეაქციაში შესული ჟანგბადისა და ამ დროს მიღებული ნახშირბად(IV)-ის ოქსიდის მოცულობები. ჩათვალეთ, რომ მოცულობები გაზომილია ერთნაირ პირობებში.

1.15

განგარიშები ქიმიურ რეაქციათა

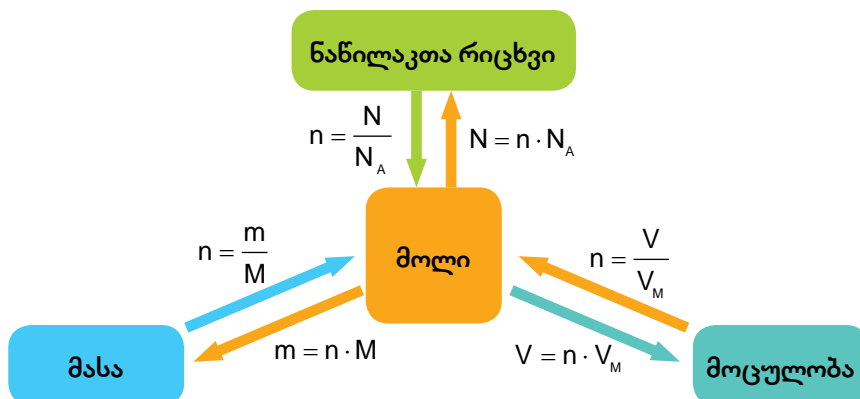
ტოლობების მიხედვით

ჩვენ უკვე განვიხილეთ, თუ როგორ განისაზღვრება რეაგენტებისა და პროდუქტების მოლების რაოდენობა რეაქციის ტოლობის მიხედვით. პრაქტიკული მიზნების განსახორციელებლად ხშირად ეს არ არის საკმარისი, რადგან ნივთიერებათა სათანადო რაოდენობით ასაღებად საჭიროა მათი ანონა ან მოცულობის გაზომვა. ამისათვის კი საჭიროა რეაქციაში მონაწილე ნივთიერებათა მასების და/ან მოცულობების განსაზღვრა.

პრაქტიკული ამოცანების ამოსახსნელად ძალიან მოსახერხებელია შემდეგი მოქმედებების შესრულება:

- შევადგინოთ მოცემულობა;
- შევადგინოთ რეაქციის ტოლობა;
- მოცემული სიდიდეები გადავიყვანოთ მოლებში (თუ ეს საჭიროა) შესაბამისი ფორმულებისა და დამხმარე სიდიდეების გამოყენებით;
- რეაქციის კოეფიციენტების მიხედვით შევადგინოთ პროპორცია და განვსაზღვროთ საძიებელი ნივთიერების მოლთა რიცხვი;
- მიღებული მოლების რაოდენობა გადავიყვანოთ საძიებელ განზომილებაში (მაგალითად, მასაში ან მოცულობაში) შესაბამისი ფორმულებისა და დამხმარე სიდიდეების გამოყენებით.

ნივთიერების რაოდენობას, მასასა და მოცულობას შორის კავშირს წინა პარაგრაფებში გავეცანით. ქვემოთ მოცემულია სქემა (ნახ. 1.57), რომელიც ერთგვარად აჯამებს დამოკიდებულებას აღნიშნულ სიდიდეებს შორის.



ნახ. 1.57. კავშირი ნივთიერების მასას, რაოდენობასა და მოცულობას შორის.

განვიხილოთ პრაქტიკულ ამოცანათა ამოხსნის მაგალითები:

ამოცანის ამოხსნის ნიმუში – 11

ამოცანა: რა მასის მარილი მიიღება 0.1 მოლი ალუმინის მარილმჟავაში სრულად გახსნის შედეგად?

ამოხსნა:

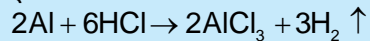
შევადგინოთ მოცემულობა:

მოც.: $n(\text{Al}) = 0.1$ მოლი

უ. ვ.: $m(\text{AlCl}_3) - ?$

თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

შევადგინოთ რეაქციის ტოლობა:



შევადგინოთ პროპორცია, რომელშიც ასახული იქნება რეაქციის ტოლობაში ნივთიერებათა მოლური თანაფარდობა:

რეაქციის მიხედვით: 2 მოლი Al - სგან მიიღება 2 მოლი AlCl_3

მოცემულობის მიხედვით: 0.1 მოლი Al - სგან ----- x მოლი AlCl_3

საიდანაც:

$$x = \frac{0.1 \text{ მოლი} \cdot \cancel{2 \text{ მოლი}}}{\cancel{2 \text{ მოლი}}} = 0.1 \text{ მოლი}$$

დავადგინოთ 0.1 მოლი ალუმინის ქლორიდის მასა, რისთვისაც გამოვიყენოთ ფორმულა:

$m = n \cdot M$ და დამხმარე სიდიდე $M(\text{AlCl}_3) = 27 + 3 \cdot 35.5 = 133.5$ გ/მოლი.

ჩავსვათ ფორმულაში მნიშვნელობები:

$$m(\text{AlCl}_3) = 0.1 \cancel{\text{ მოლი}} \cdot 133.5 \frac{\text{გ}}{\cancel{\text{მოლი}}} = 13.35 \text{ გ.}$$

პასუხი: მიიღება 13.35 გ AlCl_3 .

ამოცანის ამოხსნის ნიმუში – 12

ამოცანა: რა მოცულობის წყალბადი (ნ. პ.) გამოიყოფა 5.4 გ ალუმინის მარილმუხავაში სრულად გახსნის შედეგად?

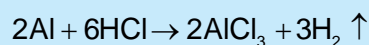
ამოხსნა:

შევადგინოთ მოცემულობა:

მოც.: $m(\text{Al}) = 5.4$ გ

უ. ვ.: $V(\text{H}_2)$ - ?

შევადგინოთ რეაქციის ტოლობა:



მოცემული მასა გადავიყვანოთ მოლეზში, რისთვისაც გამოვიყენოთ ფორმულა:

$n = \frac{m}{M}$ და დამხმარე სიდიდე $M(\text{Al}) = 27$ გ/მოლი.

ჩავსვათ ფორმულაში მნიშვნელობები:

$$n(\text{Al}) = \frac{5.4 \cancel{\text{ გ}}}{27 \frac{\cancel{\text{გ}}}{\text{მოლი}}} = 0.2 \text{ მოლი.}$$

შევადგინოთ პროპორცია, რომელშიც ასახული იქნება რეაქციის ტოლობაში ნივთიერებათა მოლური თანაფარდობა:

თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

რეაქციის მიხედვით:

2 მოლი Al-ით გამოიყოფა 3 მოლი H₂

მოცემულობის მიხედვით:

0.2 მოლი Al-ით ----- x მოლი H₂

საიდანაც:

$$x = \frac{0.2 \cancel{\text{მოლი}} \cdot 3 \text{ მოლი}}{2 \cancel{\text{მოლი}}} = 0.3 \text{ მოლი}$$

დავადგინოთ 0.3 მოლი წყალბადის მოცულობა, რისთვისაც გამოვიყენოთ ფორმულა:

$V = n \cdot V_M$ და დამხმარე სიდიდე $V_M = 22.4$ ლ/მოლი.

ჩავსვათ ფორმულაში მნიშვნელობები:

$$V(\text{H}_2) = 0.3 \cancel{\text{მოლი}} \cdot 22.4 \frac{\text{ლ}}{\cancel{\text{მოლი}}} = 6.72 \text{ ლ.}$$

პასუხი: გამოიყოფა 6.72 ლ წყალბადი.



კითხვები და დავალებები:

ჩათვალეთ, რომ მოცემულ ამოცანებში ყველა ფიზიკური გაზომვა ჩატარებულია ნ. პ.-ში.

1. ბუნებრივი აირის ძირითადი კომპონენტია მეთანი (CH₄). მისი სრული წვის დროს გამოიყოფა ნახშირორჟანგი და წყალი.
 - ა) შეადგინეთ შესაბამისი რეაქციის ტოლობა.
 - ბ) რა მოცულობის ჟანგბადი დაიხარჯა, თუ რეაქციაში შევიდა 5 მოლი მეთანი?
 - გ) რა მასის წყალი გამოიყოფა რეაქციის შედეგად, თუ მიღებული ნახშირორჟანგის მოცულობაა 5.6 ლ?
 - დ) რამდენი მოლი ნახშირორჟანგი გამოიყოფა, თუ რეაქციაში შევიდა 4.8 გ ჟანგბადი?
2. ალუმინის სულფატი გამოიყენება ჰიგიენურ საშუალებებში, კერძოდ დეოდორანტებში. ქვემოთ მოცემულია მისი მიღების რეაქცია გაუთანაბრებელი სახით:

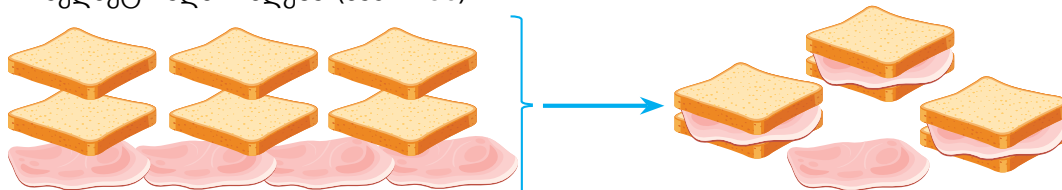
$$\text{Al} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2 \uparrow$$
 - ა) რეაქციის ტოლობა წარმოადგინეთ გათანაბრებული სახით.
 - ბ) რა მოცულობის წყალბადი გამოიყოფა, თუ რეაქციაში შევიდა 10.8 გ ალუმინი?
 - გ) რა მასის მარილი მიიღება, თუ რეაქციის შედეგად გამოიყოფა 6.72 ლ წყალბადი?
 - დ) რა მასის გოგირდმჟავა შევიდა რეაქციაში, თუ მიღებული მარილის მასაა 13.68 გ?
3. რკინა(III)-ის მარილები გამოიყენება ჩამდინარე და სასმელი წყლების გასასუფთავებლად. რკინისა და ქლორის ურთიერთქმედების შედეგად წარმოიქმნა რკინა(III)-ის ქლორიდი.
 - ა) შეადგინეთ შესაბამისი რეაქციის ტოლობა.
 - ბ) რამდენი მოლი რკინა შევიდა რეაქციაში, თუ წარმოიქმნა 32.5 გ რკინა(III)-ის ქლორიდი?
 - გ) რა მასის მარილი მიიღება, თუ რეაქციაში შევიდა 2.13 გ ქლორი?
 - დ) რა მოცულობის ქლორი შევიდა რეაქციაში, თუ დახარჯული რკინის მასაა 2.8 გ?

1.16

მალიმიტირებელი და ჭარბი რეაგენტი

გავიხსენოთ პარაგრაფში 1.14 განხილული მაგალითი, რომელიც სენდვიჩების მომზადებას ეხებოდა (ნახ. 1.51 და ნახ. 1.52). თითო სენდვიჩის დასამზადებლად საჭირო იყო პურის 2 ნაჭერი და ლორის 1 ნაჭერი. რა მოხდება, თუ ინგრედიენტებს ამ თანაფარდობით არ ავიღებთ?

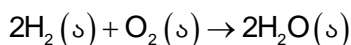
დავუშვათ, გვაქვს 6 ნაჭერი პური და 4 ნაჭერი ლორი. მიუხედავად იმისა, რომ 4 ნაჭერი ლორით 4 სენდვიჩის დამზადება შეიძლება, რეალურად მხოლოდ 3 სენდვიჩის დამზადებას შევძლებთ, რასაც პურის ექვსივე ნაჭერი დასჭირდება, ხოლო ლორის 1 ნაჭერი ზედმეტი აღმოჩნდება (ნახ. 1.58).



ნახ. 1.58. სენდვიჩების დამზადება, როდესაც ერთ-ერთი ინგრედიენტი ჭარბია.

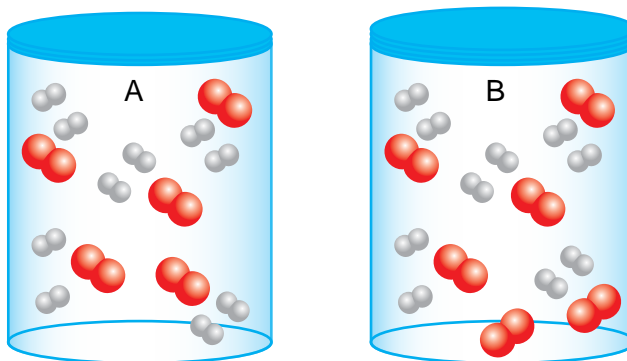
როგორც ვხედავთ, პურის ნაჭრების რაოდენობამ საშუალება არ მოგვცა, რომ ლორის ყველა ნაჭერი გამოგვეყენებინა. ამ შემთხვევაში პურის ნაჭრები არის ინგრედიენტი, რომელიც ზღუდავს დამზადებული სენდვიჩების რაოდენობას, ამიტომ ის შემზღუდავი, ანუ მალიმიტირებელი ინგრედიენტია. რაც შეეხება ლორს, ის ზედმეტი რჩება და ჭარბად აღებულ ინგრედიენტს წარმოადგენს.

ამჯერად განხილული მაგალითი გადავიტანოთ რეალურ ქიმიურ რეაქციაზე, რომლის დროსაც წყალბადიდან და ჟანგბადიდან წყლის ორთქლი მიიღება:



რეაქციის ტოლობიდან ვხედავთ, რომ რეაგენტებისა და პროდუქტის მოლური თანაფარდობაა 2 : 1 : 2, ანუ ყოველი 2 მოლეკულა H_2 რეაგირებს 1 მოლეკულა O_2 -თან, რის შედეგადაც 2 მოლეკულა H_2O მიიღება.

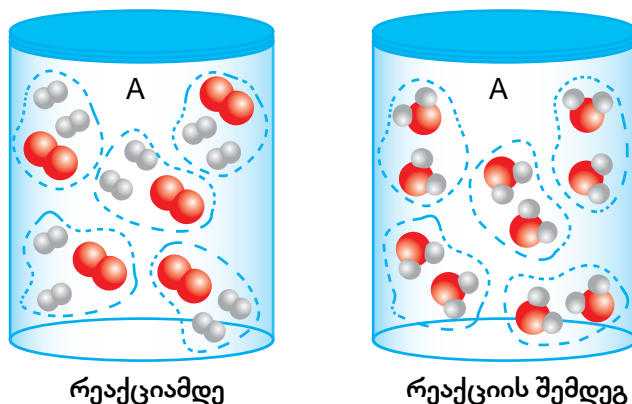
ავიღოთ 2 ჭურჭელი, რომლებშიც რეაგენტების მოლეკულები სხვადასხვა თანაფარდობითაა (ნახ. 1.59). სქემიდან ჩანს, რომ A ჭურჭელში პირობითად 10 მოლეკულა წყალბადი და 5 მოლეკულა ჟანგბადია, ხოლო B ჭურჭელში – 10 მოლეკულა H_2 და 6 მოლეკულა O_2 .



ნახ. 1.59. სქემა გვიჩვენებს, რომ A და B ჭურჭელში წყალბადისა (ნაცრისფერი ბურთულები) და ჟანგბადის (წითელი ბურთულები) მოლეკულები სხვადასხვა თანაფარდობითაა.

თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

ჭურჭელში წყვეტილი ხაზით გამოვყოთ მოლეკულათა ჯგუფები, ისე, რომ თითოეულ ჯგუფში რეაგენტები რეაქციისათვის საჭირო თანაფარდობით იყოს – ანუ 2 მოლეკულა H_2 და 1 მოლეკულა O_2 (ნახ. 1.60). რეაქციის განხორციელების შემდეგ თითოეული ასეთი ჯგუფისგან 2 მოლეკულა H_2O მიიღება.



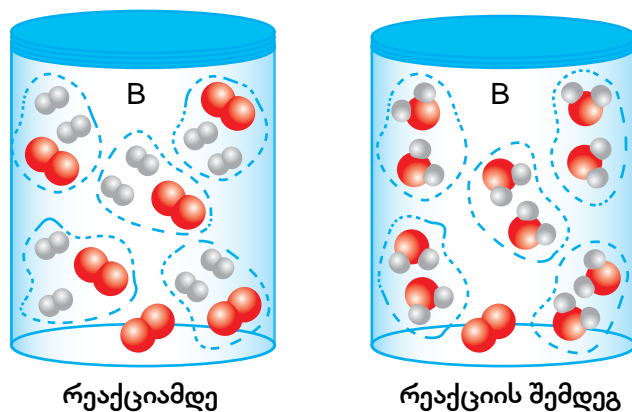
ნახ. 1.60. რეაქციის სტექიომეტრიული გამოსახულება, რომელზეც ნაჩვენებია, რომ რეაქციის მსვლელობისას რეაგენტები სრულად იხარჯება.

A ჭურჭელში წყალბადისა და ჟანგბადის ნარევი შეიცავს მოლეკულების ზუსტად იმ რიცხვს, რაც საჭიროა წყლის წარმოქმნისთვის, ამიტომ აქ ზედმეტი არაფერი რჩება (ნახ. 1.60). ამ ტიპის ნარევს **სტექიომეტრიული** ეწოდება.

სტექიომეტრიულია ნარევი, რომელშიც რეაგენტების რაოდენობის თანაფარდობა ზუსტად შეესაბამება რეაქციის ტოლობაში არსებულ თანაფარდობას. ამ შემთხვევაში რეაგენტები სრულად გარდაიქმება პროდუქტებად.

როდესაც სარეაქციოდ აღებულ ნარევი რეაგენტების თანაფარდობა განსხვავდება რეაქციის ტოლობაში არსებული თანაფარდობისაგან, ერთ-ერთი რეაგენტი სრულად იხარჯება, დანარჩენი კი რეაქციაში შეუსვლელი რჩება.

ნივთიერებას, რომელიც სრულად შედის რეაქციაში და პროდუქტის რაოდენობას განსაზღვრავს, **მალიმიტირებელი რეაგენტი** ეწოდება, ხოლო ნივთიერებას, რომელიც რეაქციაში სრულად არ იხარჯება – **ჭარბი რეაგენტი**.



ნახ. 1.61. რეაქციის სტექიომეტრიული გამოსახულება, რომელზეც ნაჩვენებია, რომ რეაქციის მსვლელობისას ერთ-ერთი რეაგენტი ჭარბადაა აღებული.

თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

B ჭურჭელში არსებული ნარევი სწორედ ასეთ შემთხვევას წარმოადგენს. როგორც ნახ. 1.61-ზე მოცემული სქემიდან ჩანს, წყალბადის მოლეკულები სრულად დაიხარჯება, ხოლო ჟანგბადის მოლეკულებიდან 1 რეაქციაში შეუსვლელი რჩება.

B ჭურჭელში წარმოქმნილი წყლის რაოდენობას წყალბადის საწყისი რაოდენობა განსაზღვრავს, ამიტომ ამ შემთხვევაში მალიმიტირებელი რეაგენტი არის წყალბადი, ხოლო ჭარბი — ჟანგბადი.

ამ ტიპის პრაქტიკული ამოცანების ამოხსნის ერთ-ერთი გზა მოიცავს შემდეგი მოქმედებების შესრულებას:

- შევადგინოთ მოცემულობა;
- შევადგინოთ რეაქციის ტოლობა;
- დავადგინოთ რეაგენტების მოლების რიცხვი;
- განვსაზღვროთ რომელი რეაგენტია მალიმიტირებელი და რომელი – ჭარბი;
- მალიმიტირებელი რეაგენტის რაოდენობის მიხედვით განვსაზღვროთ საძიებელი ნივთიერების მოლთა რიცხვი;
- მიღებული მოლების რაოდენობა გადავიყვანოთ საძიებელ განზომილებაში (მაგალითად, მასაში ან მოცულობაში) შესაბამისი ფორმულებისა და დამხმარე სიდიდეების გამოყენებით.

განვიხილოთ პრაქტიკულ ამოცანათა ამოხსნის მაგალითები, რომლებშიც საჭიროა პროდუქტის რაოდენობის განსაზღვრა მალიმიტირებელი რეაგენტის რაოდენობის მიხედვით:

ამოცანის ამოხსნის ნიმუში – 13

ამოცანა: 2.7 გ მასის ალუმინის ნაჭერი მოათავსეს მარილმჟავას ხსნარში, რომელიც 0.5 მოლ HCl-ს შეიცავს. რა მოცულობის (ნ. პ.) წყალბადი გამოიყოფა ამ დროს?

ამოხსნა:

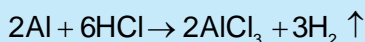
შევადგინოთ მოცემულობა:

მოც.: $m(\text{Al}) = 2.7\text{ გ}$

$n(\text{HCl}) = 0.5$ მოლი

უ. ვ. : $V(\text{H}_2) - ?$

შევადგინოთ რეაქციის ტოლობა:



დავადგინოთ ალუმინის მოლთა რიცხვი, რისთვისაც გამოვიყენოთ ფორმულა:

$$n = \frac{m}{M}, \text{ და დამხმარე სიდიდე } M(\text{Al}) = 27 \text{ გ/მოლი.}$$

ჩავსვათ ფორმულაში მნიშვნელობები:

$$n(\text{Al}) = \frac{2.7 \cancel{\text{გ}}}{27 \cancel{\text{გ}}/\text{მოლი}} = 0.1 \text{ მოლი}$$

შევადგინოთ პროპორცია, რომელშიც ასახული იქნება რეაქციის ტოლობაში

თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

რეაგენტების მოლური თანაფარდობა:

რეაქციის მიხედვით: 2 მოლ Al - თან ურთიერთქმედებს 6 მოლი HCl

მოცემულობის მიხედვით: 0.1 მოლ Al - თან ----- X მოლი HCl

საიდანაც:

$$\frac{0.1 \text{ მოლი} \cdot \cancel{6 \text{ მოლი}}}{2 \cancel{\text{ მოლი}}} = 0.3 \text{ მოლი}$$

მივიღეთ, რომ 0.1 მოლ ალუმინთან რეაქციაში შედის 0.3 მოლი HCl, ამოცანის პირობის მიხედვით კი აღებულია უფრო მეტი, 0.5 მოლი HCl.

ამრიგად, HCl ჭარბადაა აღებული, Al კი მალიმიტირებელი რეაგენტია. ამიტომ პროდუქტის რაოდენობა ალუმინის მოლთა რიცხვის მიხედვით უნდა დავადგინოთ.

შევადგინოთ პროპორცია, რომელშიც სასახული იქნება რეაქციის ტოლობაში ალუმინისა და წყალბადის მოლური თანაფარდობა:

რეაქციის მიხედვით: 2 მოლი Al - ით გამოიყოფა 3 მოლი H₂

მოცემულობის მიხედვით: 0.1 მოლი Al - ით ----- X მოლი H₂

საიდანაც:

$$x = \frac{0.1 \text{ მოლი} \cdot \cancel{3 \text{ მოლი}}}{2 \cancel{\text{ მოლი}}} = 0.15 \text{ მოლი}$$

დავადგინოთ 0.15 მოლი წყალბადის მოცულობა (ნ. პ.), რისთვისაც გამოვიყენოთ ფორმულა:

$$V = n \cdot V_M \text{ და დამხმარე სიდიდე } V_M = 22.4 \text{ ლ/მოლი.}$$

ჩავსვათ ფორმულაში მნიშვნელობები:

$$V(\text{H}_2) = 0.15 \cancel{\text{ მოლი}} \cdot 22.4 \frac{\text{ლ}}{\cancel{\text{მოლი}}} = 3.36 \text{ ლ.}$$

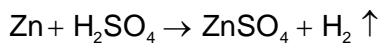
პასუხი: გამოიყოფა 3.36 ლ წყალბადი.



კითხვები და დავალებები:

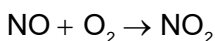
1. ლაყე კვერცხის სუნს განაპირობებს მასში წარმოქმნილი გოგირდწყალბადი, რომელიც ჰაერზე წვისას წარმოქმნის გოგირდის დიოქსიდსა და წყლის ორთქლს. შეადგინეთ შესაბამისი რეაქციის ტოლობა და დაადგინეთ, რომელი რეაგენტია ჭარბი, თუ 3 ლ გოგირდწყალბადი შეურიეს იმავე მოცულობის ჟანგბადს (ნ. პ.).
2. ფოსფორის ტრიქლორიდი გამოიყენება მცენარეთა მავნებლების საწინააღმდეგო საშუალებების წარმოებაში. იგი მიიღება მისი შემადგენელი ელემენტების შესაბამისი მარტივი ნივთიერებების ურთიერთქმედებით.
 - ა) შეადგინეთ შესაბამისი რეაქციის ტოლობა.
 - ბ) რამდენი მოლი ფოსფორ(III)-ის ქლორიდი მიიღება, თუ რეაქციისათვის აღებულია 0.4 მოლი ფოსფორი და 0.3 მოლი ქლორი?
 - გ) რომელი ნივთიერება და რა რაოდენობით დარჩება რეაქციაში შეუსვლელი?

3. მოცემულია ქიმიური რეაქციის ტოლობა:



რა მოცულობის წყალბადი გამოიყოფა (ნ. პ.), თუ რეაქციისათვის აღებულია 13 გ თუთია და 0.1 მოლი გოგირდმჟავა?

4. მოცემულია ქიმიური რეაქცია გაუთანაბრებელი სახით:



- ა) რეაქციის ტოლობა წარმოადგინეთ გათანაბრებული სახით.
 - ბ) რა მასის პროდუქტი მიიღება, თუ სარეაქციოდ აღებული იყო 2.24 ლ აზოტ(II)-ის ოქსიდი და 4.48 ლ ჟანგბადი (ნ. პ.)?
5. ტყვია(II)-ის ნიტრატისა და ნატრიუმის იოდიდის ურთიერთქმედებით მიიღება ნატრიუმის ნიტრატი და ყვითელი ფერის ნალექი – ტყვია(II)-ის იოდინი.
 - ა) შეადგინეთ შესაბამისი რეაქციის ტოლობა.
 - ბ) რა მასის ნალექი წარმოიქმნება, თუ რეაქციისათვის აღებულია 33.1 გ ტყვიის ნიტრატი და ამავე მასის ნატრიუმის იოდინი?



ქანები და მინერალები დედამიწის ქერქში

დედამიწის ქერქი ქანებითაა აგებული. ქანი სხვადასხვა შედგენილობის მინერალების ერთობლიობაა, რომლისგანაც აგებულია დედამიწის ქერქი. ქანებს გეოლოგიის დარგი — პეტროგრაფია (პეტროს — ქვა, გრაფოს — აღწერა) შეისწავლის.

ქანებს წარმოშობის მიხედვით 3 ძირითად ჯგუფად — მაგმურ, დანალექ და მეტამორფულ ქანებად ყოფენ. მათ წარმოქმნას ე. წ. „გეოლოგიური ციკლი“ აღწერს (ნახ. 1.62).



ნახ. 1.62. ქანების წარმოშობის გეოლოგიური ციკლი.

ქანების გეოლოგიური ციკლი მილიონობით წლის განმავლობაში მიმდინარეობს და მარტივად შემდეგნაირად აღიწერება: ვულკანიდან ამოფრქვეული გამლღვალ მასა (ლავა) გაცივების შემდეგ მაგმურ ქანებს წარმოქმნის. დროთა განმავლობაში ქარისა და წვიმებისაგან გამოფიტული მაგმური ქანები გადაიტანება მდინარეების, ზღვებისა და ოკეანეების ფსკერზე, სადაც დანალექი ქანები ფორმირდება. ამ ქანებს დედამიწის სიღრმეში არსებული მაღალი წნევა და ტემპერატურა მეტამორფულ ქანებად გარდაქმნის.

თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

მაგმური ქანები ვულკანის ამოფრქვევის შედეგად წარმოქმნილი მაგმის გაცივებით ყალიბდება, ამიტომ მათ ვულკანურ ქანებსაც უწოდებენ.

მაგმური ქანი შეიძლება წარმოიქმნას სწრაფი ან ნელი გაცივებით. მაგმის სწრაფი გაცივებისას მინერალში მიკროსკოპული კრისტალები წარმოიქმნება, ხოლო ნელი გაცივებით მიიღება მსხვილი კრისტალები, რომლებსაც ყოველთვის შევნიშნავთ, თუ მინერალს დავაკვირდებით. ამის მაგალითია ბაზალტი და გრანიტი (ნახ. 1.63).



ბაზალტი



გრანიტი

ნახ. 1.63. ბაზალტი და გრანიტი მაგმური ქანებია. ისინი ფართოდაა გავრცელებული და მშენებლობაში გამოიყენება.

დანალექი ქანი წარმოადგენს შრეებად დალექილ და გამყარებულ ფენებს, რომლებიც ეროზიის შედეგად დაშლილი მინერალების ნამსხვრევებისაგან შედგება. მათში გვხვდება სხვადასხვა მარილი (სილიკატები, კარბონატები), აგრეთვე ორგანული ნაშთებისგან წარმოქმნილი შრეები (მაგალითად, ქვანახშირი) (ნახ. 1.64).



კირქვა



ქვანახშირი

ნახ.1.64. კირქვა და ქვანახშირი ფართოდ გავრცელებული დანალექი ქანებია.

მეტამორფული ქანები მიწისქვეშა მხურვალებისა და წნევის გავლენით წარმოიქმნება. მათთვის დამახასიათებელია ტალღოვანი ან დანაოჭებული ზოლები, რომლებსაც მინერალები ქმნის. მეტამორფული ქანის ტიპური წარმომადგენელია მარმარილო (ნახ. 1.65.).

თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება



ნახ. 1.65. მარმარილო ტიპური მეტამორფული ქანია, რომელიც კირქვისაგან წარმოიქმნება. მარმარილოსაგან ამზადებენ ქანდაკებებს; მას ასევე იყენებენ მშენებლობაში, როგორც ძვირფას მოსაპირკეთებელ მასალას.

საქართველოში მაგმური, დანალექი და მეტამორფული წარმოშობის ქანები გრანიტების, ბაზალტების, კირქვების, მარმარილოების, კვარციტებისა და სხვა მინერალების სახითაა გავრცელებული.

მთლიანობაში დედამიწის ქერქის მთელი მოცულობის 90% აგებულია მაგმური და მეტამორფული ქანებისაგან, მაგრამ დედამიწის ზედაპირზე ძირითადად დანალექი ქანები ჭარბობს (75%). სწორედ კირქვიანმა დანალექმა ქანებმა შემოინახა მთელ მსოფლიოსა და მათ შორის საქართველოშიც დინოზავრების ნაკვალევი (ნახ. 1.66). მეცნიერები ვარაუდობენ, რომ ეს ქანები შედარებით რბილი იყო და სწორედ ამიტომ აღიბეჭდა მასზე პრეისტორიული ცხოველის ფეხის ანაბეჭდი, შემდეგ კი ქანმა დაიწყო გაქვავება და დღევანდელ მდგომარეობამდე ასე მოაღწია.



ნახ. 1.66. კირქვის შემცველ ქანზე აღბეჭდილი დინოზავრის ნაკვალევი.

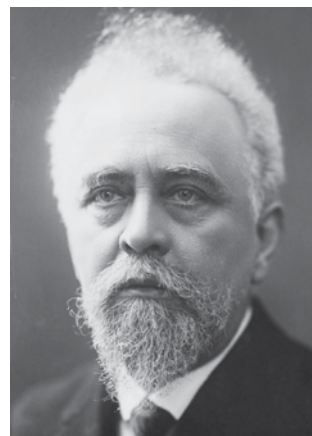


ვინ გამოთვალა ავოგადროს რიცხვი?

VIII კლასის კურსის შესწავლისას აღვნიშნეთ, რომ ატომების, მოლეკულების, იონების, პროტონების, ნეიტრონებისა და ზოგიერთ სხვა ნაწილაკთა მასები მცირე რიცხვებია და ჯერადია მასის ატომური ერთეულისა ($1 \text{ მაე} = 1.66 \cdot 10^{-24} \text{ გ}$). მასასა და ნაწილაკთა რაოდენობას შორის კავშირის დადგენა სერიოზულ სამეცნიერო პრობლემას წარმოადგენდა და ამ საკითხს მრავალი მეცნიერი სწავლობდა.

მთავარი როლი ამ საკითხის კვლევაში ეკუთვნის ნობელის პრემიის ლაურეატს (1926 წ. – ფიზიკა) ფრანგ ჟან პერენს (ნახ. 1.67). მან შეძლო როგორც ავოგადროს რიცხვის გამოთვლა, ასევე ატომებისა და მოლეკულების „აწონა“. მან განსაზღვრა და შემდეგ დააზუსტა, რომ ავოგადროს რიცხვი $6.02 \cdot 10^{23}$ -ის ტოლია. როგორც აღვნიშნეთ, ატომებისა და მოლეკულების მასების განსაზღვრისათვის დღეს მასის ატომური ერთეულით სარგებლობენ, რომელიც ნახშირბადის ^{12}C იზოტოპის ატომის მასის $1/12$ ნაწილის ტოლია.

შემდგომ დადგინდა ურთიერთდამოკიდებულება მაე-ს, მასასა (გ) და ავოგადროს რიცხვს შორის. აღმოჩნდა, რომ $6.02 \cdot 10^{23} \cdot \text{მაე} = 1 \text{ გ}$. აღნიშნული რიცხვისათვის შემოიღეს ლათინური სახელწოდება მოლი (რაოდენობა, თვლადი სიმრავლე) და 1971 წელს ზომა-წონის გენერალურ კონფერენციაზე გადაწყდა, რომ ის იქნებოდა SI სისტემაში ნივთიერების რაოდენობის საზომი ერთეული. ამრიგად, ნივთიერების ერთი მოლი შეესაბამება მის $6.02 \cdot 10^{23}$ ცალ ატომს, მოლეკულას ან ნივთიერების სხვა სტრუქტურულ ერთეულს. სიმარტივისათვის ხშირად იყენებენ რიცხვს $6 \cdot 10^{23}$. ერთი მოლი ნივთიერების მასა რიცხობრივად ტოლია მაე ან ფარდობით ერთეულებში გამოსახული მისი მასისა განზომილებით გ/მოლი. ერთი მოლი ნივთიერების მასას მოლური მასა ეწოდება. მაგალითად: რკინის ერთი ატომის მასა ტოლია 56 მაე. ფარდობითი ატომური მასა $A_r = 56$. ხოლო მოლური მასა $M = 56 \text{ გ/მოლი}$. ასევე, ერთი მოლეკულა გოგირდმჟავას მასაა 98 მაე, ფარდობითი მოლეკულური მასა $M_r = 98$, ხოლო მოლური მასა $M = 98 \text{ გ/მოლი}$.



ნახ. 1.67. ჟან პერენი.



აირის მოცულობის გამოთვლა ნორმალურისაგან განსხვავებულ ფიზიკურ პირობებში

პრაქტიკაში ხშირად გვჭირდება, გამოვთვალოთ აირის მოცულობა ისეთ ფიზიკურ პირობებში, რომლებიც განსხვავდება ნორმალური პირობებისაგან (1 ატმ წნევა და 0°C ტემპერატურა, რაც SI სისტემაში* უდრის 273.15K-ს, რომელიც მრგვალდება და გამოიყენება 273K).

ასეთ შემთხვევაში უნდა გავითვალისწინოთ, რომ მოცულობა ტემპერატურის პირდაპირპროპორციულად და წნევის უკუპროპორციულად იცვლება. ეს ასახულია შემდეგ ფორმულაში:

$$\frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{P_1 V_1}{T_1}$$

სადაც V_0 არის ნორმალურ პირობებში ($P_0=1$ ატმ, $T_0=273K$) აირის მიერ დაკავებული მოცულობა (ლ), ხოლო V_1 – არის მოცულობა (ლ), რომელსაც იგივე აირი P_1 წნევასა და T_1 ტემპერატურაზე დაიკავებს.

ქვემოთ მოყვანილია მაგალითები, რომლებშიც ჩანს, თუ როგორ იცვლება 1 მოლი აირის მიერ დაკავებული მოცულობა ნორმალურისაგან განსხვავებულ პირობებში.

ამოცანის ამოხსნის ნიმუში – 14

ამოცანა: რა მოცულობას დაიკავებს 1 მოლი აირი სტანდარტულ პირობებში, ანუ 25°C და 1 ატმ წნევის პირობებში?

ამოხსნა:

შევადგინოთ მოცემულობა:

მოც.: $n=1$ მოლი

$P_0 = 1$ ატმ

$T_0 = 0^\circ\text{C} + 273 = 273\text{K}$

$P_1 = 1$ ატმ

$T_1 = 25^\circ\text{C} + 273 = 298\text{K}$

უ. ვ.: $V_1 - ?$

ამოცანის ამოხსნისას დაგვჭირდება ფორმულა, რომელიც ერთმანეთთან აკავშირებს მოცულობას, წნევასა და ტემპერატურას სხვადასხვა ფიზიკურ პირობებში:

$$\frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{P_1 V_1}{T_1}, \text{ საიდანაც } V_1 = \frac{P_0 V_0 T_1}{T_0 P_1}$$

გამოვთვალოთ V_0 :

$$V_0 = 22.4 \cdot n = 22.4 \text{ ლ}$$

ჩავსვათ ფორმულაში მნიშვნელობები:

$$V_1 = \frac{P_0 V_0 T_1}{T_0 P_1} = \frac{1 \text{ ატმ} \cdot 22.4 \text{ ლ} \cdot 298 \text{ K}}{273 \text{ K} \cdot 1 \text{ ატმ}} \approx 24.5 \text{ ლ.}$$

პასუხი: აირი დაიკავებს 24.5 ლ მოცულობას.

ამოცანის ამოხსნის ნიმუში – 15

ამოცანა: ლაბორატორიაში ტემპერატურა არის 20°C , ხოლო წნევა – 0.94 ატმ. რა მოცულობას დაიკავებს ასეთ პირობებში 1 მოლი აირი?

ამოხსნა:

შევადგინოთ მოცემულობა:

მოც.: $n=1$ მოლი

$$P_0 = 1 \text{ ატმ}$$

$$T_0 = 0^{\circ}\text{C} + 273 = 273\text{K}$$

$$P_1 = 0.94 \text{ ატმ}$$

$$T_1 = 20^{\circ}\text{C} + 273 = 293\text{K}$$

უ. ვ.: $V_1 - ?$

ამოცანის ამოხსნისას დაგვჭირდება ფორმულა, რომელიც ერთმანეთთან აკავშირებს მოცულობას, წნევასა და ტემპერატურას სხვადასხვა ფიზიკურ პირობებში:

$$\frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{P_1 V_1}{T_1}, \text{ საიდანაც } V_1 = \frac{P_0 V_0 T_1}{T_0 P_1}$$

გამოვთვალოთ V_0 :

$$V_0 = 22.4 \cdot n = 22.4 \text{ ლ}$$

ჩავსვათ ფორმულაში მნიშვნელობები:

$$V_1 = \frac{P_0 V_0 T_1}{T_0 P_1} = \frac{1 \text{ ატმ} \cdot 22.4 \text{ ლ} \cdot 293 \text{ K}}{273 \text{ K} \cdot 0.94 \text{ ატმ}} \approx 25.6 \text{ ლ.}$$

პასუხი: აირი დაიკავებს 25.6 ლ მოცულობას.

* SI სისტემაში ტემპერატურა კელვინებში (K) გამოისახება. ცელსიუსის გრადუსი კელვინებში გადაიყვანება შემდეგი ფორმულით:

$$T = t^{\circ} + 273$$

სადაც T არის კელვინებში გამოსახული ტემპერატურა, ხოლო t° — ცელსიუსის გრადუსებში.



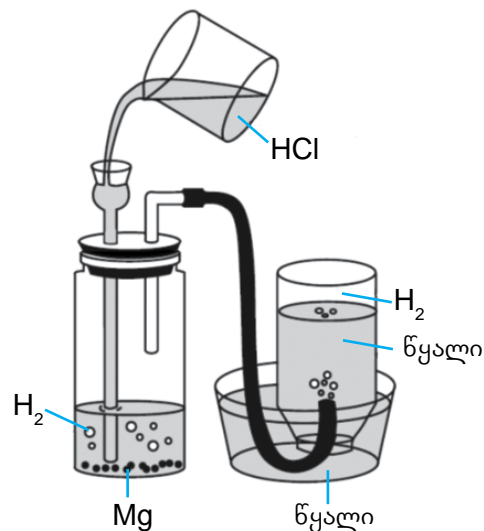
განვლილი მასალის შეჯამება

დარწმუნდით, რომ იცით:

- 1 მოლი არის ნივთიერების ის რაოდენობა, რომელიც $6.02 \cdot 10^{23}$ ნაწილაკს შეიცავს. ამ რიცხვს ავოგადროს რიცხვი ეწოდება.
- 1 მოლი ნივთიერების მასას მოლური მასა ეწოდება.
- სხვადასხვა აირის ტოლი მოცულობები ერთნაირ წნევასა და ტემპერატურაზე მოლეკულათა ტოლ რიცხვს შეიცავს.
- ნორმალურ პირობებში (1 ატმ წნევა და 0°C) 1 მოლი აირის მიერ დაკავებული მოცულობა არის 22.4 ლ. ამ სიდიდეს აირის მოლური მოცულობა ეწოდება.
- ტოლი მოცულობის აირების მოლური მასები ისე შეეფარდება ერთმანეთს, როგორც მათი სიმკვრივეები.
- ფარდობითი სიმკვრივე გვიჩვენებს, რამდენჯერ მძიმე ან მსუბუქია ერთი აირი მეორეზე.
- რეაქციის ტოლობაში კოეფიციენტები გვიჩვენებს რეაგენტებსა და პროდუქტებს შორის მოლურ თანაფარდობას.
- აირადი ნივთიერებების ურთიერთქმედებისას კოეფიციენტები რეაგენტებისა და პროდუქტების მოცულობებს გვიჩვენებს.
- ნივთიერებას, რომელიც სრულად შედის რეაქციაში და პროდუქტის რაოდენობას განსაზღვრავს, მალიმიტირებელი რეაგენტი ეწოდება, ხოლო ნივთიერებას, რომელიც რეაქციაში სრულად არ იხარჯება – ჭარბი რეაგენტი.

 შემაჯამებელი სავარჯიშოები

1. მოსწავლემ 2.4 გ მასის მქონე მაგნიუმის გრანულები მოათავსა ქიმიურ ჭურჭელში და დააფარა რეზინის თავსახური, რომელსაც მორგებული ჰქონდა მინის მილები (იხ. ნახ.). ამის შემდეგ ჭურჭელში ერთ-ერთი მილიდან ჭარბად დაამატა მარილმჟავა, რეაქციის შედეგად გამოყოფილი აირი კი წყალში ჩაპირქვავებულ ქილაში შეაგროვა.



ა) შეადგინეთ ამ დროს მიმდინარე ქიმიური რეაქციის ტოლობა.

ბ) რომელი ტიპისაა აღნიშნული რეაქცია?

გ) გამოთვალეთ აღებული მაგნიუმის რაოდენობა მოლეზში.

დ) გამოთვალეთ რეაქციის შედეგად გამოყოფილი წყალბადის მოცულობა (ნ. პ.).

ე) რა შეიცვლება, თუ მოსწავლე მაგნიუმის ნაცვლად ვერცხლს გამოიყენებს?

2. მანქანის უსაფრთხოების ბალიში დარტყმის დროს იშლება და ივსება აირით, რომელიც გამოიყოფა მასში მოთავსებული 130 გ ნატრიუმის აზიდის (NaN_3) დაშლის შედეგად. ამ რეაქციის პროდუქტებია ნატრიუმი და აზოტი.



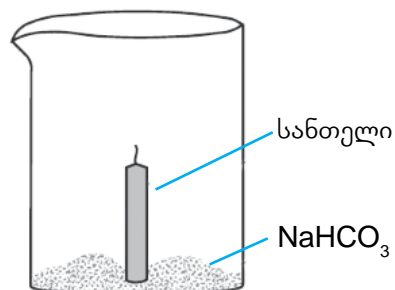
ა) შეადგინეთ ზემოთ აღწერილი რეაქციის ტოლობა.

ბ) რამდენი მოლი ნატრიუმის აზიდია უსაფრთხოების ბალიშში?

გ) რა მოცულობის აზოტი გამოიყოფა (ნ. პ.) ბალიშის გაბერვისას?

დ) რა მოხდებოდა, უსაფრთხოების ბალიშში ნატრიუმის აზიდი საჭიროზე მეტი რაოდენობით რომ ყოფილიყო?

3. ქიმიურ ჭიქაში ჩადგეს სანთელი და მის გარშემო ჭიქის ფსკერზე მოათავსეს მცირე რაოდენობით სასმელი სოდა (NaHCO_3 – ნატრიუმის ჰიდროკარბონატი). სანთელი აანთეს და ჭიქის კედლის ჩაყოლებით ფრთხილად ჩაასხეს მარილმჟავა. გამოიყოფა აირის ბუშტუკები. გარკვეული დროის შემდეგ სანთელი ჩაქრა.



ა) შეადგინეთ ჭიქაში მარილმჟავას დამატებისას მიმდინარე რეაქციის ტოლობა.

ბ) რატომ ჩაქრა სანთელი?

გ) გამოთვალეთ გამოყოფილი აირის მოცულობა (ნ. პ.), თუ რეაქციისათვის აღებული იყო 0.84 გ სასმელი სოდა და ის სრულად შევიდა მჟავასთან რეაქციაში.

თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

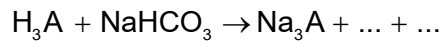
4. სარეცხი სოდის (Na_2CO_3) წარმოებაში გამოიყენება სოლვის პროცესი, რომელიც რამდენიმე საფეხურისაგან შედგება. ამ პროცესის ბოლო ეტაპია სასმელი სოდის (NaHCO_3) მაღალ ტემპერატურაზე გაცხელება, რის შედეგადაც წარმოიქმნება სარეცხი სოდა, წყალი და ნახშირორჟანგი.

ა) შეადგინეთ აღწერილი პროცესის ამსახველი ქიმიური ტოლობა.

ბ) დაწერეთ სასმელი სოდისა და სარეცხი სოდის ქიმიური სახელწოდებები.

გ) რამდენი კგ სარეცხი სოდის მიღება შესაძლებელია 42 კგ სასმელი სოდისგან?

5. ზოგიერთი მედიკამენტი, მაგალითად, შუშუნა ასპირინი შეიცავს ლიმონმჟავასა და ნატრიუმის ჰიდროკარბონატს. ლიმონმჟავა სამფუძიანი ორგანული მჟავაა, რომლის ფორმულა სიმარტივისათვის შეიძლება ასე წარმოვიდგინოთ – H_3A , სადაც A მჟავას ნაშთს გამოსახავს. ასპირინის აბის წყალში გახსნის შედეგად მიმდინარეობს რეაქცია და გამოიყოფა აირი. ქვემოთ მოცემულია ამ დროს მიმდინარე რეაქცია დაუსრულებელი და გაუთანაბრებელი სახით:



ა) დაასრულეთ და წარმოადგინეთ რეაქციის ტოლობა გათანაბრებული სახით.

ბ) რომელი მოვლენა მიანიშნებს, რომ ასპირინის აბის წყალში გახსნისას ქიმიური რეაქცია მიმდინარეობს?

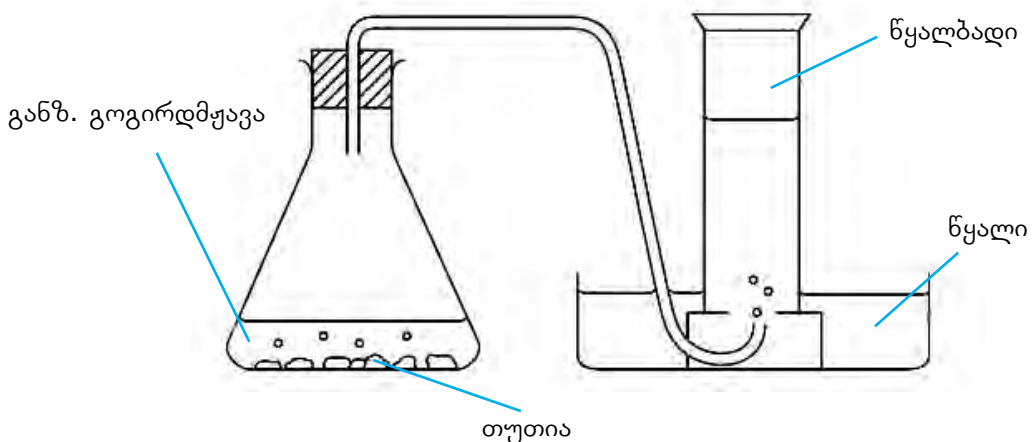
გ) რა მოცულობის (ნ. პ.) ნახშირორჟანგი გამოიყოფა ასპირინის 1 აბის სრულად გახსნისას, თუ ის 840 მგ ნატრიუმის ჰიდროკარბონატს შეიცავს?

6. ადამიანის ორგანიზმისათვის კალიუმის საჭირო მარაგის შესავსებად საკვები დანამატის სახით გამოიყენება კალიუმის ფოსფატი (K_3PO_4). კალიუმის დღიური ნორმა ზრდასრული ადამიანისთვის საშუალოდ 3900 მგ-ია.

ა) შეადგინეთ კალიუმის ფოსფატის მიღების რეაქციის ტოლობა შესაბამისი მჟავასა და ტუტის ურთიერთქმედებით.

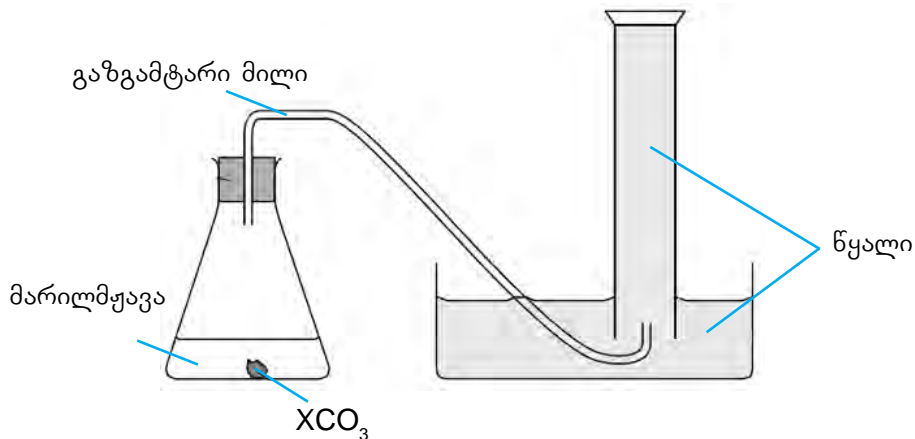
ბ) რა მასის კალიუმის ფოსფატი შეიცავს ადამიანის ორგანიზმისთვის საჭირო კალიუმის დღიურ ნორმას?

7. მოსწავლემ ჩაატარა ექსპერიმენტი წყალბადის მისაღებად ნახაზზე მოცემული მონაცობილობის გამოყენებით:



თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

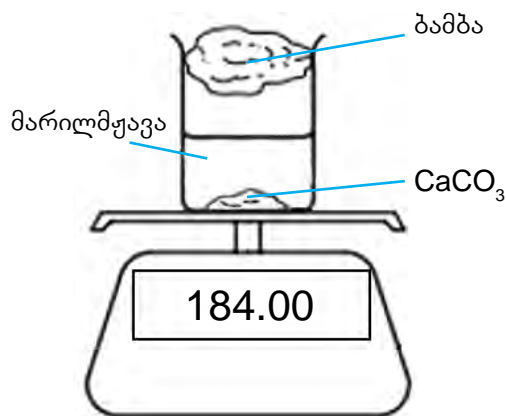
- ა) შეადგინეთ ამ დროს მიმდინარე რეაქციის ტოლობა.
- ბ) გამოთვალეთ გამოყოფილი წყალბადის მოცულობა (ნ. პ.), თუ რეაქციისათვის აღებული იყო 0.65 გ თუთია, რომელიც სრულად გაიხსნა გოგირდმჟავაში.
- გ) ჩამოთვლილთაგან რომელია ის მეტალები, რომლებიც თუთიის ნაცვლად შეიძლება იყოს გამოყენებული: სპილენძი, რკინა, მაგნიუმი თუ ვერცხლი?
- დ) რატომ არის ასეთი მეთოდით წყალბადის მიღებისას დაუშვებელი ნატრიუმის ან კალიუმის გამოყენება?
- ე) წყალბადის გარდა, კიდევ რომელი აირის მიღებაა შესაძლებელი მოცემული მონაცემების საშუალებით? პასუხი დაასაბუთეთ შესაბამისი რეაქციის ტოლობით.
8. 4.8 გ კალციუმს დაამატეს 3.6 გ წყალი, რის შედეგადაც წარმოიქმნა ფუძე და გამოიყო აირი.
- ა) შეადგინეთ შესაბამისი რეაქციის ტოლობა.
- ბ) გამოთვალეთ კალციუმისა და წყლის რაოდენობები მოლეზში.
- გ) დაადგინეთ, რომელი რეაგენტი იყო ჭარბად აღებული.
- დ) გამოთვალეთ გამოყოფილი წყალბადის მოცულობა (ნ. პ.).
9. ერლენმეიერის კოლბაში მოათავსეს უცნობი ორვალენტიანი მეტალის კარბონატი (XCO_3) მასით 0.84 გ და დაამატეს მარილმჟავა. გამოყოფილი ნახშირორჟანგი შეაგროვეს ისე, როგორც ნაჩვენებია ნახაზზე. მისი მოცულობა 224 მლ აღმოჩნდა (ნ. პ.).



- ა) შეადგინეთ შესაბამისი რეაქციის ტოლობა.
- ბ) გამოთვალეთ გამოყოფილი აირის რაოდენობა მოლეზში.
- გ) დაადგინეთ უცნობი კარბონატის მოლური მასა.
- დ) რომელ მეტალს აღნიშნავს X?
10. ნატრიუმის ნიტრატი თეთრი კრისტალური ნივთიერებაა, რომლის გახურებით ნატრიუმის ნიტრიტი და ჟანგბადი მიიღება. ჟანგბადის მისაღებად აიღეს ამ ნივთიერების 8.5 გ და გაახურეს სრულ დაშლამდე.
- ა) შეადგინეთ მიმდინარე რეაქციის ტოლობა.
- ბ) რომელი ტიპისაა ზემოთ აღნიშნული რეაქცია?
- გ) რამდენი მოლი ნატრიუმის ნიტრატი დაიშალა?
- დ) გამოთვალეთ წარმოქმნილი ჟანგბადის მოცულობა (ნ. პ.).

თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

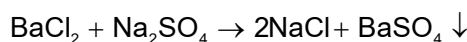
11. ფაიფურის ჯამზე გაახურეს 5.6 გრამი რკინისა და 4 გრამი გოგირდის ნარევი.
- შეადგინეთ რეაქციის ტოლობა.
 - გამოთვალეთ ალბულის რეაგენტების რაოდენობა მოლეზში.
 - გამოთვალეთ რეაქციის შედეგად მიღებული ნაერთის რაოდენობა (მოლეზში) და მასა.
 - რომელი ნივთიერება დარჩებოდა რეაქციაში შეუსვლელი? გამოთვალეთ მისი რაოდენობა (მოლეზში) და მასა.
12. მოსწავლემ ქიმიური ჭიქა მოათავსა სასწორზე, მასში ჩაყარა კალციუმის კარბონატი და დაამატა მარილმჟავა (იხ. ნახ.). მოსწავლე რეაქციის დაწყებიდან 50 წამის განმავლობაში, 10-10 წამის შუალედით იწერდა სასწორის ჩვენებას.



მიღებული შედეგები მოცემულია ცხრილში:

ჭიქის მასა შიგთავსით, გ	184.00	183.85	183.73	183.63	183.58	183.56
დრო, წმ	0	10	20	30	40	50

- რატომ შემცირდა ჭიქის მასა?
 - შეადგინეთ შესაბამისი რეაქციის ტოლობა.
 - ექსპერიმენტის მონაცემების მიხედვით, რა მასის კალციუმის კარბონატი შესულა რეაქციაში 50 წმ-ის განმავლობაში?
 - დროის რომელ შუალედში გამოიყო ყველაზე მეტი ნახშირორჟანგი?
 - გამოთვალეთ წინა კითხვაში აღნიშნულ შუალედში გამოყოფილი ნახშირორჟანგის მოცულობა (ნ. პ.).
13. მოცემულია ქიმიური რეაქციის ტოლობა:



რამდენი მოლია რეაქციის შედეგად წარმოქმნილი ნატრიუმის ქლორიდი, თუ ცნობილია, რომ რეაქციაში შევიდა 2 მოლი ნატრიუმის სულფატი?

- 0.5 მოლი
- 1 მოლი
- 2 მოლი
- 4 მოლი

თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

14. ერთსა და იმავე ფიზიკურ პირობებში 1 ლ CO-სა და 1 ლ CO₂-ს აქვთ ...

- ა) ერთნაირი მასა და მოლეკულების ტოლი რიცხვი.
- ბ) ერთნაირი მასა და მოლეკულების განსხვავებული რიცხვი.
- გ) სხვადასხვა მასა და მოლეკულების ტოლი რიცხვი.
- დ) სხვადასხვა მასა და მოლეკულების განსხვავებული რიცხვი.

15. 4 ლ ჟანგბადი ნ. პ.-ში შეიცავს იმდენივე მოლეკულას, რამდენსაც შეიცავს ...

- ა) 1 ლ ამიაკი
- ბ) 2 ლ ქლორი
- გ) 4 ლ ნახშირორჟანგი
- დ) 8 ლ ჰელიუმი

16. რა მოცულობის ჟანგბადი (ნ. პ.) შეიძლება მივიღოთ 18 გ წყლის დაშლით?

- ა) 11.2 ლ
- ბ) 22.4 ლ
- გ) 0.5 ლ
- დ) 1 ლ

17. 2 ლ მოცულობის მქონე 4 ჰერმეტიულ ჭურჭელში განსხვავებულ ტემპერატურასა და წნევაზე მოათავსეს აირები:

ჭურჭლის №	აირი	ტემპერატურა °C	წნევა, ატმ
1	Ne	30	1.5
2	CO ₂	30	1.2
3	H ₂	20	1.0
4	CH ₄	20	1.0

რომელ ჭურჭელშია აირთა მოლეკულების ერთნაირი რაოდენობა?

- ა) 1 და 2
- ბ) 1 და 4
- გ) 2 და 3
- დ) 3 და 4

18. ჩამოთვლილთაგან რომელ შემთხვევაშია აღებული მოლეკულების იგივე რიცხვი (ნ. პ.-ში), რამდენიც 0.5 მოლ CO₂-შია?

- ა) 5.6 ლ
- ბ) 7.5 ლ
- გ) 11.2 ლ
- დ) 22.4 ლ

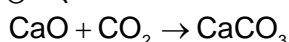
19. ქვემოთ მოცემული ცხრილი გვიჩვენებს ოთხი ნიმუშის მასასა და მოცულობას ერთნაირ ფიზიკურ პირობებში.

ნიმუში	მასა (გ)	მოცულობა (მლ)
A	30	60
B	40	50
C	45	90
D	90	120

რომელი ნიმუშები შეიძლება წარმოადგენდეს ერთსა და იმავე ნივთიერებას?

- ა) A და B
- ბ) A და C
- გ) B და C
- დ) C და D

20. მოცემულია ქიმიური რეაქციის ტოლობა:

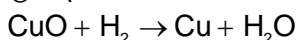


რა მასის კალციუმის ოქსიდი შევიდა რეაქციაში, თუ ცნობილია, რომ ამ დროს წარმოიქმნა 200 გ კალციუმის კარბონატი?

- ა) 156 გ
- ბ) 112 გ
- გ) 78 გ
- დ) 56 გ

თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

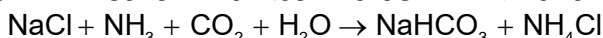
21. მოცემულია ქიმიური რეაქციის ტოლობა:



რა მასის სპილენძი მიიღება, თუ რეაქციაში შევიდა 2 გ წყალბადი?

- ა) 18 გ ბ) 32 გ გ) 64 გ დ) 128

22. სოლვეის პროცესი 1864 წლიდან სასმელი სოდის (NaHCO_3) მისაღებად გამოიყენება. ამ პროცესში ერთ-ერთი საფეხური შემდეგი რეაქციით აღინერება:



რა მასის სოდის მიღება შესაძლებელია 117 გ ნატრიუმის ქლორიდისაგან?

- ა) 117 გ ბ) 84 გ გ) 168 გ დ) 107 გ

23. ცხრილში მოცემულია ექსპერიმენტის შედეგები, რომლის მიხედვითაც განისაზღვრა უცნობი აირადი ნივთიერების მოლური მასა.

პარამეტრები	ცდის შედეგები
აირის მასა, გ	6.4
აირის მოცულობა, ლ	4.48
ტემპერატურა, °C	0
წნევა, ატმ	1.0

რას უდრის ნაერთის მოლური მასა ამ მონაცემების მიხედვით?

- ა) 19.4 გ/მოლი ბ) 28.8 გ/მოლი
 გ) 32.0 გ/მოლი დ) 144 გ/მოლი

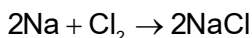
24. ნ. პ.-ში 1 ლიტრ ნეონსა და 1 ლიტრ კრიპტონს აქვთ ერთნაირი ...

- ა) ატომთა რაოდენობა ბ) მასა გ) სიმკვრივე დ) ელექტრონთა რაოდენობა

25. ქვემოთ ჩამოთვლილთაგან რომელი შეიცავს იმავე რაოდენობის მოლეკულას, რამდენი მოლეკულაც არის 3 ლ წყალბადში? ჩათვალეთ, რომ მოცულობები გაზომილია ერთნაირ ფიზიკურ პირობებში.

- ა) 3 ლ NH_3 ბ) 2 ლ CH_4 გ) 1.5 ლ N_2 დ) 1 ლ CO_2

26. მოცემულია რეაქციის გათანაბრებული ტოლობა:



რამდენი გრამი რეაქციის პროდუქტი წარმოიქმნება, თუ ცნობილია, რომ დაიხარჯა 22.4 ლ ქლორი (ნ. პ.)?

- ა) 58.5 გ ბ) 117 გ გ) 163 გ დ) 234 გ

27. ტოლი მოცულობის სამ ჭურჭელში, ერთნაირ ფიზიკურ პირობებში (ნ. პ.) მოათავსეს თითო მოლი O_2 , N_2 და Ar. ჩამოთვლილი დებულებებიდან რომელია მართებული?

- ა) არგონის მოლეკულების რიცხვი მეტია ჟანგბადისა და აზოტის მოლეკულების რიცხვზე;
 ბ) ჟანგბადის მოლეკულების რიცხვი მეტია არგონისა და აზოტის მოლეკულების რიცხვზე;
 გ) აზოტის მოლეკულების რიცხვი მეტია არგონისა და ჟანგბადის მოლეკულების რიცხვზე;
 დ) სამივე ჭურჭელში მოლეკულების რიცხვი თანაბარია.

თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

34. რეაქციის ტოლობის მიხედვით $4Al + 3O_2 \rightarrow 2Al_2O_3$, რამდენი მოლი ალუმინის ოქსიდი მიიღება 1 მოლი ალუმინის ქარბ ჟანგბადთან ურთიერთქმედებით?
 ა) 0.5 ბ) 1 გ) 2 დ) 4
35. რეაქციის ტოლობის მიხედვით $Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2 \uparrow$, რამდენი მოლი წყალბადი გამოიყოფა 1.5 მოლი თუთიის ქარბ გოგირდმჟავაში გახსნით?
 ა) 1 ბ) 1.5 გ) 3 დ) 6
36. რამდენი მოლია $1.2 \cdot 10^{24}$ ატომი გოგირდი?
 ა) 1 ბ) 2 გ) 3 დ) 4
37. რამდენი მოლია $9 \cdot 10^{23}$ მოლეკულა ნახშირორჟანგი?
 ა) 1 ბ) 1.5 გ) 3 დ) 4
38. რამდენ მოლეკულას შეიცავს 2.5 მოლი წყალი?
 ა) $6 \cdot 10^{23}$ ბ) $9 \cdot 10^{23}$ გ) $1.2 \cdot 10^{24}$ დ) $1.5 \cdot 10^{24}$
39. რამდენ მოლეკულას შეიცავს 1.5 მოლი წყალბადი?
 ა) $6 \cdot 10^{23}$ ბ) $9 \cdot 10^{23}$ გ) $1.2 \cdot 10^{24}$ დ) $1.5 \cdot 10^{24}$
40. რამდენ ატომს შეიცავს 2 მოლი წყალი?
 ა) $6 \cdot 10^{23}$ ბ) $1.2 \cdot 10^{24}$ გ) $1.5 \cdot 10^{24}$ დ) $3.6 \cdot 10^{24}$
41. რამდენ ატომს შეიცავს 1 მოლი გოგირდმჟავა (H_2SO_4)?
 ა) $6 \cdot 10^{23}$ ბ) $1.2 \cdot 10^{24}$ გ) $3.6 \cdot 10^{24}$ დ) $4.2 \cdot 10^{24}$
42. რამდენი გრამია 2 მოლი წყალი?
 ა) 18 გ ბ) 36 გ გ) 9 გ დ) 2 გ
43. რამდენი გრამია 0.1 მოლი ნახშირორჟანგი?
 ა) 0.1 გ ბ) 2.2 გ გ) 4.4 გ დ) 44 გ
44. რამდენი გრამია 0.2 მოლი აზოტმჟავა (HNO_3)?
 ა) 6.3 გ ბ) 12.6 გ გ) 63 გ დ) 126 გ
45. რამდენი გრამია 2.5 მოლი კალციუმის კარბონატი ($CaCO_3$)?
 ა) 2.5 გ ბ) 25 გ გ) 250 გ დ) 100 გ
46. რამდენი მოლია 14 გრამი აზოტი?
 ა) 0.5 მოლი ბ) 1 მოლი გ) 14 მოლი დ) 28 მოლი
47. რამდენი მოლია 8 გრამი სპილენძ(II)-ის ოქსიდი (CuO)?
 ა) 0.1 მოლი ბ) 0.8 მოლი გ) 8 მოლი დ) 10 მოლი
48. რამდენი მოლია 9.8 გრამი გოგირდმჟავა (H_2SO_4)?
 ა) 0.1 მოლი ბ) 1 მოლი გ) 2 მოლი დ) 10 მოლი

თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

49. რამდენი მოლია 1.01 გრამი კალიუმის ნიტრატი (KNO_3)?
ა) 0.1 მოლი ბ) 1 მოლი გ) 10 მოლი დ) 0.01 მოლი
50. რამდენი მოლია 2.24 ლ ჟანგბადი (ნ. პ.)?
ა) 0.1 მოლი ბ) 0.2 მოლი გ) 0.4 მოლი დ) 10 მოლი
51. რამდენი მოლია 5.6 ლ მეთანი (ნ. პ.)?
ა) 0.1 მოლი ბ) 0.2 მოლი გ) 5.6 მოლი დ) 0.25 მოლი
52. რამდენი მოლია 11.2 ლ ნახშიროჟანგი (ნ. პ.)?
ა) 0.1 მოლი ბ) 0.2 მოლი გ) 0.5 მოლი დ) 2 მოლი
53. რამდენი მოლია 4.48 ლ წყალბადი (ნ. პ.)?
ა) 0.1 მოლი ბ) 0.2 მოლი გ) 0.4 მოლი დ) 5 მოლი
54. რა მოცულობას დაიკავებს 2 მოლი ნახშირბადის მონოქსიდი (ნ. პ.)?
ა) 11.2 ლ ბ) 22.4 ლ გ) 44.8 ლ დ) 4.48 ლ
55. რა მოცულობას დაიკავებს 0.2 მოლი აცეტილენი (ნ. პ.)?
ა) 2.24 ლ ბ) 3.36 ლ გ) 4.48 ლ დ) 5.6 ლ
56. რა მოცულობას დაიკავებს 1.5 მოლი ნახშირორჟანგი (ნ. პ.)?
ა) 22.4 ლ ბ) 33.6 ლ გ) 44.8 ლ დ) 56 ლ
57. რა მოცულობას დაიკავებს 0.3 მოლი ოზონი (ნ. პ.)?
ა) 2.24 ლ ბ) 3.36 ლ გ) 6.72 ლ დ) 13.44 ლ
58. რამდენ ატომს შეიცავს 16 გ გოგირდის ფხვნილი?
ა) $3 \cdot 10^{23}$ ბ) $6 \cdot 10^{23}$ გ) $1.2 \cdot 10^{24}$ დ) $1.5 \cdot 10^{24}$
59. რამდენ მოლეკულას შეიცავს 16 გ მეთანი (CH_4)?
ა) $3 \cdot 10^{23}$ ბ) $6 \cdot 10^{23}$ გ) $1.2 \cdot 10^{24}$ დ) $1.5 \cdot 10^{24}$
60. რამდენი გრამია $1.2 \cdot 10^{24}$ ატომი რკინა?
ა) 5.6 გ ბ) 56 გ გ) 112 გ დ) 12 გ
61. რამდენი გრამია $9 \cdot 10^{23}$ ატომი სპილენძი?
ა) 32 გ ბ) 64 გ გ) 96 გ დ) 112 გ
62. რამდენი გრამია 11.2 ლ CO_2 (ნ. პ.)?
ა) 11 გ ბ) 11.2 გ გ) 22 გ დ) 44 გ
63. რამდენი გრამია 5.6 ლ აზოტი (ნ. პ.)?
ა) 3.5 გ ბ) 7 გ გ) 14 გ დ) 28 გ
64. რა მოცულობას დაიკავებს 32 გ ჟანგბადი (ნ. პ.)?
ა) 11.2 ლ ბ) 22.4 ლ გ) 44.8 ლ დ) 56 ლ

თავი 1. ნივთიერებათა მრავალფეროვნება

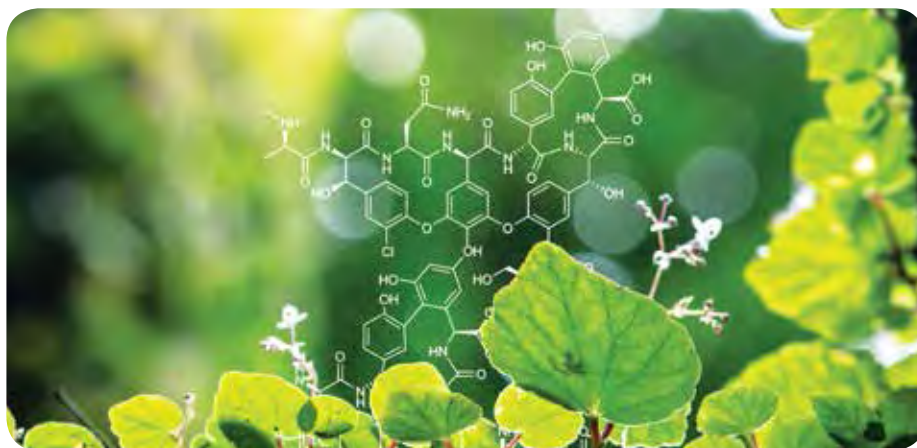
65. რა მოცულობას დაიკავებს 88 გ ნახშირორჟანგი (ნ. პ.)?
ა) 11.2 ლ ბ) 22.4 ლ გ) 44.8 ლ დ) 89.6 ლ
66. რა მოცულობას დაიკავებს $1.2 \cdot 10^{24}$ მოლეკულა წყალბადი (ნ. პ.)?
ა) 11.2 ლ ბ) 22.4 ლ გ) 44.8 ლ დ) 56 ლ
67. რა მოცულობას დაიკავებს $1.5 \cdot 10^{24}$ მოლეკულა ქლორი (ნ. პ.)?
ა) 11.2 ლ ბ) 22.4 ლ გ) 44.8 ლ დ) 56 ლ
68. რამდენ მოლეკულას შეიცავს 56 ლ აცეტილენი?
ა) $3 \cdot 10^{23}$ ბ) $6 \cdot 10^{23}$ გ) $1.2 \cdot 10^{24}$ დ) $1.5 \cdot 10^{24}$
69. რამდენ ატომს შეიცავს 44.8 ლ ჰელიუმი (ნ. პ.)?
ა) $3 \cdot 10^{23}$ ბ) $6 \cdot 10^{23}$ გ) $1.2 \cdot 10^{24}$ დ) $1.5 \cdot 10^{24}$
70. რა მოცულობის წყალბადი (ნ. პ.) გამოიყოფა რეაქციის დროს, თუ 6.5 გ თუთია სრულად გაიხსნა ჭარბ გოგირდმჟავაში?
$$\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$$

ა) 2.24 ლ ბ) 3.36 ლ გ) 4.48 ლ დ) 5.6 ლ
71. რეაქციის მიხედვით, რამდენი გრამი კალციუმის კარბონატი გაიხსნა ჭარბ მარილმჟავაში, თუ გამოიყო 5.6 ლ ნახშირორჟანგი (ნ. პ.)?
$$\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$$

ა) 5.6 გ ბ) 12.5 გ გ) 25 გ დ) 50 გ
72. რას უდრის აირის ფარდობითი მოლეკულური მასა, თუ მისი ფარდობითი სიმკვრივე წყალბადის მიმართ უდრის 14-ს?
ა) 2 ბ) 14 გ) 28 დ) 42
73. რას უდრის ნახშირორჟანგის ფარდობითი სიმკვრივე წყალბადის მიმართ?
ა) 2 ბ) 22 გ) 44 დ) 88
74. უცნობი აირის ფარდობითი სიმკვრივე ჰაერის მიმართ უდრის 1.52-ს. რომელი აირია ეს? გაითვალისწინეთ, რომ ჰაერის საშუალო მოლეკულური მასა არის 29 გ/მოლი.
ა) H_2 ბ) CO_2 გ) CO დ) NO_2
75. რას უდრის აირის ფარდობითი მოლეკულური მასა, თუ მისი ფარდობითი სიმკვრივე ჰელიუმის მიმართ უდრის 4-ს?
ა) 4 ბ) 8 გ) 12 დ) 16
76. რას უდრის გოგირდის დიოქსიდის ფარდობითი სიმკვრივე ჟანგბადის მიმართ?
ა) 2 ბ) 16 გ) 32 დ) 64

თავი 2.

ნავთობი და მისი პროდუქტები, ბუნებრივი აირი – წარმოდგენა ორგანულ ნაერთებაზე



ამ თავის შესწავლის შემდეგ შეძლებთ უპასუხოთ კითხვებს:

- რა განაპირობებს ორგანული ნაერთების მრავალფეროვნებას?
- რა ნივთიერებებისაგან შედგება ნავთობი და ბუნებრივი აირი?
- რა მიიღება ნავთობის გადამუშავების შედეგად?
- რომელ ორგანულ ნაერთებს ვიყენებთ ყოველდღიურ ცხოვრებაში?
- რომელი ქიმიური ნაერთები აბინძურებს გარემოს?
- როგორ შევამციროთ ეკოლოგიური საფრთხეები ჩვენს პლანეტაზე?

ორგანული ნაერთების მრავალფეროვნება

წინა თავში გავეცანით ნივთიერებებს, რომლებიც არაორგანულ ნაერთთა კლასებს მიეკუთვნება. იქვე აღვნიშნეთ, რომ ელემენტი ნახშირბადი წარმოქმნის ნაერთთა მრავალმილიონიან ნაირსახეობას, რომელთაგან უმრავლესობა ორგანულ ნაერთებს წარმოადგენს და მხოლოდ მცირე ნაწილი – არაორგანულს.

ორგანულ ნაერთთა მრავალფეროვნებას განაპირობებს ნახშირბადატომის უნარი, ნაერთებში დაუკავშირდეს სხვა ნახშირბადატომებს და სხვადასხვა სიგრძის ჯაჭვები წარმოქმნას. გარდა ამისა, ნახშირბადატომს შეუძლია კოვალენტური ბმით დაუკავშირდეს სხვა ელემენტთა ატომებსაც (ძირითადად, წყალბადს, ჟანგბადს, აზოტსა და გოგირდს). ამასთანავე, ორგანული ნაერთები შეიძლება განსხვავდებოდეს არა მარტო შედგენილობით, არამედ აღნაგობითაც. ორგანულ ნაერთთა მაგალითებია: მეთანი (CH_4), ეთილენი (C_2H_4), აცეტილენი (C_2H_2), ბენზოლი (C_6H_6), ეთანოლი ანუ ღვინის სპირტი ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$), ძმარმჟავა (CH_3COOH), გლუკოზა ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$), ფრუქტოზა ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$); საქაროზა ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$), რომელსაც ყოფა-ცხოვრებაში შექარს ვუნოდებთ და მრავალი სხვა.

გარემოში ორგანული ნაერთები გვხვდება ნავთობის, ბუნებრივი აირისა და სხვა წიაღისეულის შედგენილობაში, გარდა ამისა, ასრულებს უმნიშვნელოვანეს როლს ცოცხალ ორგანიზმებში. ამერიკის ქიმიური საზოგადოების ქიმიური რეფერატული სერვისის (CAS – Chemical Abstracts Service) მიერ აღრიცხულია, რომ ორგანულ და არაორგანულ ნაერთთა საერთო რიცხვი 176 მილიონია, საიდანაც არაორგანული ნაერთების რიცხვი ნახევარ მილიონს არ აღემატება. ამ სათვალავში არ შედის ნუკლეინის მჟავები და ცილები (ისინი დაახლოებით 68 მილიონია). სწორედ ორგანული ნივთიერებების სიმრავლე დაედო საფუძვლად ორგანული ქიმიის, როგორც ქიმიის ცალკე დარგის ჩამოყალიბებას.

ორგანული და არაორგანული ნივთიერებები მთელი რიგი თავისებურებებით განსხვავდება (ცხრილი 2.1):

პირველ რიგში, სხვაობა ნაერთთა სტრუქტურაშია – ორგანული ნივთიერებები ძირითადად კოვალენტური ნაერთებია, ხოლო არაორგანული შეიძლება სამივე ტიპის ქიმიურ ბმას შეიცავდეს;

ბევრი ორგანული ნაერთი ერთი და იმავე შედგენილობისაა, მაგრამ ერთმანეთისაგან აღნაგობით განსხვავდება, რასაც არაორგანულ ნაერთთა შორის იშვიათად ვხვდებით (ამ მოვლენას **იზომერია** ეწოდება);

არაორგანული ნივთიერებებისაგან განსხვავებით, ორგანულ ნაერთებს ღლობისა და დუდილის დაბალი ტემპერატურა აქვს. მაღალ ტემპერატურაზე ბევრი მათგანი იშლება (ნახშირდება);

არაორგანულ ნაერთთა დიდი ნაწილი წყალში ხსნადია, მაშინ როდესაც ორგანული ნაერთებისათვის უფრო მეტად დამახასიათებელია თხევად ორგანულ ნივთიერებებში – ორგანულ გამხსნელებში გახსნის უნარი;

ორგანული ნივთიერებების უმრავლესობა, მცირე გამონაკლისის გარდა, იწვის, არაორგანული ნივთიერებების უმრავლესობა კი – არა.

თავი 2 ნავთობი და მისი პროდუქტები, ბუნებრივი აირი

ცხრილი 2.1. არაორგანულ და ორგანულ ნაერთთა განმასხვავებელი თვისებები.

თვისება	არაორგანული ნივთიერებები	ორგანული ნივთიერებები
ქიმიური ბმის ბუნება	კოვალენტური, იონური, მეტალური	ძირითადად კოვალენტური
იზომერია	მხოლოდ ზოგიერთ შემთხვევაში	უმეტეს შემთხვევაში
დუღილის და ლღობის ტემპერატურა	იცვლება ფართო დიაპაზონში	ძირითადად დაბალი
ხსნადობა	დიდი ნაწილი წყალში ხსნადია	დიდი ნაწილი უპირატესად ორგანულ გამხსნელებში იხსნება
წვის უნარი	ახასიათებს მცირე ნაწილს	ახასიათებს უმეტესობას

ორგანულ ნივთიერებებს ძალიან დიდი მნიშვნელობა აქვს ყოველდღიურ ცხოვრებაში, რადგან ისინი გამოიყენება, როგორც:

- ენერჯის წყარო (მაგალითად, ბუნებრივი აირი, ნავთობპროდუქტები);
- საკვები ნივთიერებები (მაგალითად, ნახშირწყლები, ცილები, ცხიმები);
- სხვადასხვა მასალა (მაგალითად, მერქანი, ბუნებრივი, ხელოვნური და სინთეზური ბოჭკოები, რეზინი, პოლიმერები და სხვ.);
- მედიკამენტები და ა. შ. (ნახ. 2.1).



ნახ. 2.1. ორგანული ნივთიერებების გამოყენების მაგალითები.

თავი 2 ნავთობი და მისი პროდუქტები, ბუნებრივი აირი

ორგანული ქიმია განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ბიოლოგიისა და მედიცინისათვის. ნებისმიერი ცოცხალი არსება, ძირითადად, ორგანული ნაერთებისაგან შედგება და ნივთიერებათა ცვლა, რომელიც საფუძვლად უდევს სასიცოცხლო პროცესებს, უმთავრესად ორგანულ ნაერთთა გარდაქმნებს წარმოადგენს. სამკურნალო პრეპარატების დაახლოებით 80% ორგანული ბუნებისაა. ამიტომ ორგანული ქიმია წარმოადგენს საფუძველს ისეთი დისციპლინებისათვის, როგორებიცაა ბიოქიმია, ფარმაკოლოგია, პოლიმერების ქიმია და სხვ.



კითხვები და დავალებები:

1. რა განსხვავებაა ორგანულ და არაორგანულ ნაერთთა თვისებებს შორის?
2. დაასახელეთ სამი არაორგანული და სამი ორგანული ნივთიერება, რომელთაც დიასახლისები სამზარეულოში იყენებენ.
3. მოცემულია: არაორგანული ნივთიერება – კალიუმის ქლორიდი და ორგანული ნივთიერება – ბუტანი. კალიუმის ქლორიდი გამოიყენება სასუქად, ხოლო ბუტანი – სანვავად.

ქვემოთ ჩამოთვლილი თვისებებიდან რომელი შეესაბამება კალიუმის ქლორიდს და რომელი – ბუტანს?

- ა) ლღობის ტემპერატურა: -138°C ;
- ბ) ჰაერზე ენერგიულად იწვის;
- გ) ლღობის ტემპერატურა: 770°C ;
- დ) შეიცავს იონურ ბმას;
- ე) ოთახის ტემპერატურაზე წარმოადგენს აირს.

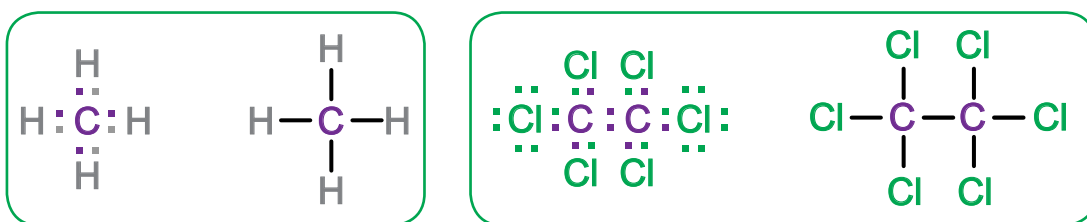
2.2

ორგანული ნივთიერებების აღნაგობა

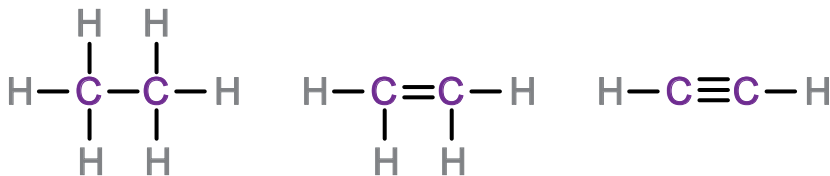
წინა პარაგრაფში აღვნიშნეთ, რომ ორგანულ ნაერთთა სიმრავლე მათი შედგენილობისა და აღნაგობის თავისებურებებითაა განპირობებული. ყოველივე ეს ასახულია ორგანულ ნაერთთა აღნაგობის თეორიაში, რომლის ზოგიერთ დებულებას ქვემოთ გავცნობით:

ორგანული ნაერთების შედგენილობაში შემავალი ელემენტების ატომები ერთმანეთს განსაზღვრული თანმიმდევრობით, მათი ვალენტობის შესაბამისად უკავშირდება.

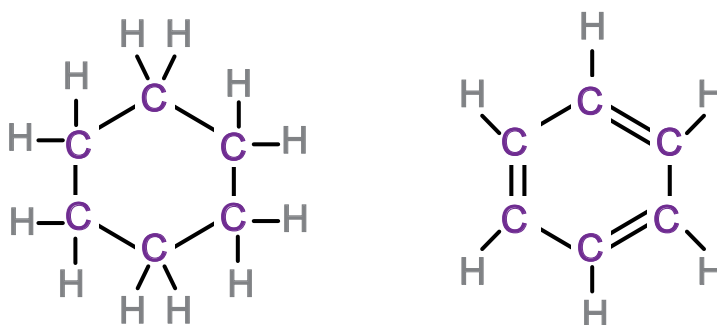
ნახშირბადი ცვალებად ვალენტობას (II და IV) ამჟღავნებს, თუმცა ორგანულ ნაერთებში ყოველთვის ოთხვალენტიანია და სხვა ატომებს ძირითადად კოვალენტურად, საზიარო ელექტრონული წყვილის წარმოქმნით უკავშირდება. მოლეკულათა სტრუქტურის გამოსახვისას საზიარო წყვილს ორი წერტილით ან ერთი ხაზით აღნიშნავენ:



ორგანულ ნაერთებში ნახშირბადატომებს, გარდა ერთმანისა, შეუძლია წარმოქმნას ორმაგი და სამმაგი ბმებიც:



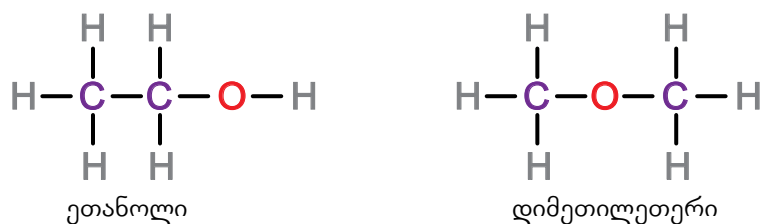
ასევე ვხვდებით ნივთიერებებს, რომლებშიც ნახშირბადატომები ციკლს წარმოქმნიან:



ორგანული ნაერთების თვისებები დამოკიდებულია არა მარტო მათი მოლეკულების შედგენილობაზე, არამედ მოლეკულაში ატომთა შეერთების თანმიმდევრობაზეც.

არსებობს ერთნაირი შედგენილობისა და სხვადასხვა აღნაგობის ორგანული ნივთიერებები. ასეთ ნივთიერებებს **იზომერები** ეწოდება (ბერძნულად isos ნიშნავს ტოლს, meros – ნაწილს). მაგალითად, ნაერთს ფორმულით C_2H_6O , ორი სხვადასხვა აღნაგობის ნივთიერება, ანუ 2 იზომერი შეესაბამება:

თავი 2 ნავთობი და მისი პროდუქტები, ბუნებრივი აირი



იზომერების ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები განსხვავებულია, მაგალითად, ზემოთ მოცემული ნაერთებიდან ეთანოლი ოთახის ტემპერატურაზე სითხეა და მისი დუღილის ტემპერატურაა 78°C , ხოლო დიმეთილეთერი აირია, რომელიც -24°C ტემპერატურაზე თხევადდება. ეს ორი ნაერთი ქიმიური თვისებებითაც განსხვავდება – ეთანოლი ნატრიუმთან ურთიერთქმედებს, დიმეთილეთერი კი – არა.

იზომერია ორგანულ ნაერთთა სიმრავლის ერთ-ერთი მიზეზია. არსებობს იზომერის სხვადასხვა სახე.

ყოველივე ზემოთ თქმული იმაზე მიუთითებს, რომ ორგანული ნაერთის თვისებების გასაგებად აუცილებელია, ვიცოდეთ მისი აღნაგობა. ამიტომ ორგანული ნივთიერებები სხვადასხვა ტიპის ფორმულის საშუალებით გამოისახება (ცხრილი 2.2):

ცხრილი 2.2. ორგანულ ნაერთთა გამოსახვა სხვადასხვა ტიპის ფორმულით.

ფორმულის ტიპი	მაგალითი			
მოლეკულური	C_3H_8	C_3H_6	C_6H_6	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$
გავრცობილი სტრუქტურული	$ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array} $	$ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}=\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array} $		$ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} $
შემოკლებული სტრუქტურული	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2$		$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{OH}$
ხაზოვანი				

მოლეკულური ფორმულა გვიჩვენებს, რომელი ელემენტის ატომი რა რაოდენობითაა მოლეკულის შედგენილობაში;

გავრცობილი სტრუქტურული ფორმულა გვიჩვენებს ყველა ბმას, როგორც ნახშირბადატომებს, ისე ნახშირბადატომსა და სხვა ელემენტთა ატომებს შორის;

შემოკლებული სტრუქტურული ფორმულა გვიჩვენებს ყველა ბმას, გარდა ბმებისა ნახშირბადატომსა და წყალბადს შორის. ასეთ ფორმულაში წყალბადატომები შესაბამის ნახშირბადებთან არის მინერული;

თავი 2 ნათობი და მისი პროდუქტები, ბუნებრივი აირი

ხაზოვანი (ნახშირბადოვანი ჩონჩხის) ფორმულა გვიჩვენებს ორგანული ნაერთის ნახშირბადოვანი ჩონჩხის აღნაგობას. ბმები აქაც ხაზებითაა გამოსახული, ოღონდ, სხვა ფორმულებისაგან განსხვავებით, ტეხილი წირის ყოველი მონაკვეთის ბოლოში იგულისხმება ნახშირბადატომი შესაბამისი რაოდენობის წყალბადატომებთან ერთად, ხოლო თუ ორგანული ნივთიერება შეიცავს სხვა ელემენტის ატომს ან ატომთა ჯგუფს, ის აუცილებლად მიეთითება. მაგ., ეთანოლის ხაზოვანი ფორმულა (ცხრილი 2.2).

მოლეკულებს ხშირად გამოსახავენ ბურთულდეროვანი და ნახევარსფერული მოდელებითაც, რომლებიც მოლეკულის სივრცულ აღნაგობას უფრო თვალსაჩინოდ გამოსახავს (ნახ. 2.2):



ნახ. 2.2. ეთანოლის (C_2H_5OH) სტრუქტურის გამოსახვა სხვადასხვა საშუალებით.



კითხვები და დავალებები:

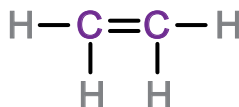
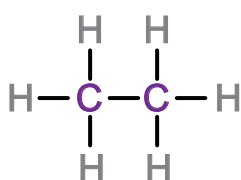
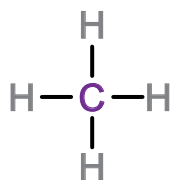
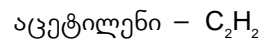
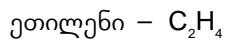
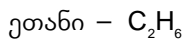
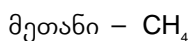
- ჩამოთვალეთ მიზეზები, რომლებიც განაპირობებს ორგანულ ნივთიერებათა სიმრავლეს.
- ცხრილი გადაიხაზეთ რვეულში და შეავსეთ გამოტოვებული ფორმულებით:

გავრცობილი სტრუქტურული	შემოკლებული სტრუქტურული	ხაზოვანი
	$\begin{array}{c} H_2C-CH_2 \\ \quad \\ H_2C-CH_2 \end{array}$	
$\begin{array}{cccc} H & H & H & H \\ & & & \\ H-C & -C & -C & -C-H \\ & & & \\ H & H & H & H \end{array}$		
$\begin{array}{cccc} H & H & H & H \\ & & & \\ H-C & -C & -C & =C \\ & & & \\ H & H & & H \end{array}$		

2.3

ორგანული ნივთიერებების კლასიფიკაცია

ორგანულ ნაერთთა უმარტივესი კლასი არის ნახშირწყალბადები – ნახშირბადისა და წყალბადის ნაერთები, წარმოგიდგინთ ამ კლასის ზოგიერთ წარმომადგენელს:

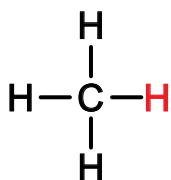


ნახ. 2.3. ნახშირწყალბადების სხვადასხვა კლასის წარმომადგენლები.

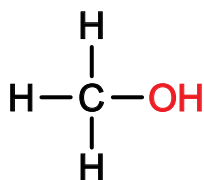
ნახშირწყალბადების ზოგადი ფორმულაა C_nH_m .

ნახშირწყალბადები, თავის მხრივ, ცალკეულ კლასებად იყოფა, მაგალითად, ასხვავებენ ნაჯერ, უჯერ და არომატულ ნახშირწყალბადებს. ნახშირწყალბადის „ნაჯერობა“ და „უჯერობა“ იმაზეა დამოკიდებული, ნაერთში რამდენად არის გაჯერებული ნახშირბადატომთა ვალენტობა წყალბადატომებით. ნაჯერ ნახშირწყალბადებში მხოლოდ ერთმაგი ბმებია და ნახშირბადატომებთან დაკავშირებული წყალბადატომების რაოდენობა მაქსიმალურია (მაგალითად, ნახ. 2.3 – მეთანი და ეთანი). უჯერ ნახშირწყალბადებში ორმაგი ან სამმაგი ბმებია და აქ ნახშირბადატომებს წყალბადატომთა მიერთება კიდევ შეუძლია (მაგალითად, ნახ. 2.3 – ეთილენი და აცეტილენი).

ნახშირწყალბადებში წყალბადს სხვა ელემენტის ატომით ან ატომთა ჯგუფით თუ ჩანაცვლებთ, სხვადასხვა კლასის ორგანულ ნივთიერებებს მივიღებთ. მაგალითად, მეთანის მოლეკულაში ერთ-ერთ წყალბადატომს $-\text{OH}$ ჯგუფით თუ შევცვლით, მივიღებთ მეთილის სპირტს ანუ მეთანოლს, რომელიც ორგანული ნივთიერებების სხვა კლასის – სპირტების წარმომადგენელია.



მეთანი



მეთილის სპირტი, ანუ მეთანოლი

თავი 2 ნავთობი და მისი პროდუქტები, ბუნებრივი აირი

როგორც ვხედავთ, მეთილის სპირტი წარმოადგენს ნივთიერებას, რომელშიც -OH ჯგუფი მიერთებულია ნახშირწყალბადის ნაწილთან, კერძოდ, -CH₃ ჯგუფთან. ატომთა ჯგუფს, რომელიც ნახშირწყალბადიდან წყალბადატომის მოცილებისას რჩება, **ნახშირწყალბადოვან რადიკალს** უწოდებენ. ზოგადად ასეთ რადიკალს R-ით აღნიშნავენ, ამიტომ ნახშირწყალბადისა და სპირტის ფორმულები ზოგადად შემდეგნაირად გამოისახება:



-OH ჯგუფის გარდა, ნახშირწყალბადის რადიკალს შეიძლება დაუკავშირდეს სხვა ატომი ან ატომთა ჯგუფი, რომლებსაც **ფუნქციურ ჯგუფებს** (ცხრილი 2.3) უწოდებენ. მოლეკულაში ასეთი ჯგუფის არსებობა ნაერთის ქიმიურ თვისებებს განსაზღვრავს.

ცხრილი 2.3. ფუნქციური ჯგუფები და მათი სახელწოდებები.

$-\text{OH}$	$\begin{array}{c} \diagup \\ \text{C}=\text{O} \\ \diagdown \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{C} \\ \backslash \\ \text{OH} \end{array}$	$-\text{O}-$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{C} \\ \backslash \\ \text{O}- \end{array}$	$-\text{NH}_2$
ჰიდროქსილის ჯგუფი	კარბონილის ჯგუფი	კარბოქსილის ჯგუფი	ეთერული ჯგუფი	ესტერული ჯგუფი	ამინო ჯგუფი

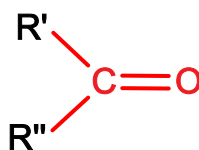
ფუნქციური ჯგუფების მიხედვით არჩევენ ორგანულ ნაერთთა შემდეგ კლასებს (ქვემოთ მოცემულ ფორმულებში R' და R'' შეიძლება აღნიშნავდეს განსხვავებულ ან ერთსა და იმავე რადიკალებს):

სპირტები – ნაერთები, რომლებშიც ნახშირწყალბადის რადიკალთან დაკავშირებულია **ჰიდროქსილის ჯგუფი**, მათი ზოგადი ფორმულაა:

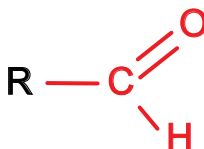


ალდეჰიდები და **კეტონები** – ნაერთები, რომლებშიც ნახშირწყალბადის რადიკალებთან დაკავშირებულია **კარბონილის ჯგუფი**:

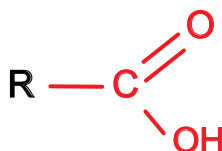
კეტონების ზოგადი ფორმულაა:



ხოლო ალდეჰიდების:



კარბონმჟავები – ნაერთები, რომლებიც შედგება ნახშირწყალბადის რადიკალისა და მასთან დაკავშირებული კარბოქსილის ჯგუფისაგან:

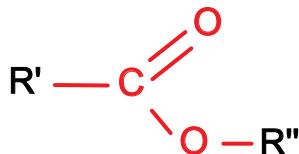


თავი 2 ნავთობი და მისი პროდუქტები, ბუნებრივი აირი

მარტივი ეთერები – ნაერთები, რომლებშიც ნახშირწყალბადის რადიკალები ჟანგბადატომით უკავშირდება ერთმანეთს:



ესტერებში ნახშირწყალბადის რადიკალები შეერთებულია **ესტერული ჯგუფით**:



ამინები – ნაერთები, რომლებშიც ნახშირწყალბადის რადიკალთან დაკავშირებულია ამინო ჯგუფი:



კითხვები და დავალებები:

- ორგანულ ნაერთთა რომელ კლასს მიეკუთვნება თითოეული ნივთიერება? გადახაზეთ ცხრილი და შესაბამის უჯრაში დასვით ნიშანი X.

	სპირტი	ალდეჰიდი	კეტონი	კარბონმჟავა	ეთერი	ესტერი	ამინი
$H_3C-CH_2-C \begin{matrix} // O \\ \backslash O-CH_3 \end{matrix}$							
$H_3C-O-CH_2-CH_3$							
$H_3C-C \begin{matrix} // O \\ \backslash H \end{matrix}$							
$H_3C-CH_2-CH_2-O-CH_2-CH_3$							
$H_3C-CH_2-CH_2-C \begin{matrix} // O \\ \backslash OH \end{matrix}$							
H_3C-OH							
$H_3C-CH_2-C \begin{matrix} // O \\ \backslash H \end{matrix}$							
$H_3C-CH_2-NH_2$							
$H_3C-C \begin{matrix} // O \\ \backslash CH_3 \end{matrix}$							

- დანერეთ ისეთი სპირტის, ალდეჰიდის, კეტონის, კარბონმჟავას, ეთერის, ესტერისა და ამინის ფორმულა, რომელშიც R რადიკალს $-CH_3$ წარმოადგენს.

2.4

ნაჯერი ნახშირწყალბადები – ალკანები

ნახშირწყალბადები, როგორც უკვე აღვნიშნეთ, უმარტივესი ორგანული ნივთიერებებია ზოგადი ფორმულით C_nH_m . ნახშირწყალბადების ცალკეულ კლასებს ქმნის ნაჯერი და უჯერი ნახშირწყალბადები.

ნაჯერ ნახშირწყალბადებს საერთაშორისო სახელწოდება – ალკანები მიენიჭა IUPAC-ის მიერ (IUPAC – International Union of Pure And Applied Chemistry – თეორიული და გამოყენებითი ქიმიის საერთაშორისო გაერთიანება). ალკანების ისტორიული სახელწოდებაა პარაფინები, რაც უმოქმედოს ნიშნავს.

ალკანები ნახშირწყალბადებია, რომელთა მოლეკულებში ნახშირბადატომები ერთმანეთთან დაკავშირებულია მარტივი (ერთმაგი) ბმებით. მათი ზოგადი ფორმულაა C_nH_{2n+2} . მაგალითად, თუ ალკანში 5 ნახშირბადატომია, მაშინ მასში წყალბადატომთა რაოდენობა იქნება: $2 \cdot 5 + 2 = 12$, შესაბამისად, ასეთი ალკანის ფორმულაა C_5H_{12} .

ნაჯერი ნახშირწყალბადები ქმნის ალკანების ჰომოლოგიურ რიგს, რომელიც მსგავსი ქიმიური თვისებების მქონე ნაერთთა გაერთიანებას წარმოადგენს (ცხრილი 2.4).

ცხრილი 2.4. ალკანების ჰომოლოგიური რიგის პირველი 7 წევრი.

დასახელება	მოლეკულური ფორმულა	სტრუქტურული ფორმულა
მეთანი	CH_4	CH_4
ეთანი	C_2H_6	H_3C-CH_3
პროპანი	C_3H_8	$H_3C-CH_2-CH_3$
ბუტანი	C_4H_{10}	$H_3C-CH_2-CH_2-CH_3$
პენტანი	C_5H_{12}	$H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
ჰექსანი	C_6H_{14}	$H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
ჰეპტანი	C_7H_{16}	$H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$

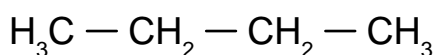
როგორც ცხრილი 2.4-დან ჩანს, ყოველი მომდევნო წევრი წინა წევრისგან განსხვავდება ერთი ნახშირბადატომითა და 2 წყალბადატომით. ამ ჯგუფს (CH_2) ჰომოლოგიური სხვაობა, ხოლო წევრებს, რომლებიც ერთმანეთისაგან ერთი ან რამდენიმე CH_2 ჯგუფით განსხვავდება, ჰომოლოგები ეწოდება. მაშასადამე, ალკანები ერთ-ერთ ჰომოლოგიურ რიგს წარმოადგენს და მათ მსგავსი ქიმიური თვისებები გააჩნია.

ალკანების პირველი 4 წევრის სახელი (მეთანი, ეთანი, პროპანი და ბუტანი) ტრივიალურია (ისტორიულად ჩამოყალიბდა), დანარჩენებისათვის კი სახელწოდება შემდეგი პრინციპით იწარმოება:

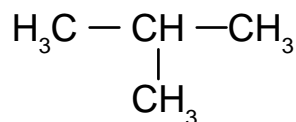
ნახშირბადატომთა რაოდენობის შესაბამის ბერძნულ ან ლათინურ რიცხვით სახელს უნდა დავამატოთ დაბოლოება „-ანი“.

ალკანებს შეიძლება ჰქონდეს როგორც სწორხაზოვანი, ისე განშტოებული აღნაგობა, რაც ალკანების იზომერების არსებობას განაპირობებს. მაგალითად, C_4H_{10} – ბუტანი შეიძლება არსებობდეს ორი სახით:

თავი 2 ნავთობი და მისი პროდუქტები, ბუნებრივი აირი



ნ-ბუტანი
(სწორხაზოვანი აღნაგობა)



იზო-ბუტანი
(განშტოებული აღნაგობა)

სწორხაზოვანი აღნაგობის ალკანებში დასახელებას ემატება პრეფიქსი „ნ“ (ნიშნავს ნორმალურს), ხოლო განშტოებულის დასახელებას – პრეფიქსი „იზო“. როდესაც ალკანი განშტოებების მქონე რამდენიმე იზომერს წარმოქმნის, მაშინ საჭირო ხდება დასახელების სხვა წესის გამოყენება. ამ შემთხვევაში უნდა გაირკვეს, ატომთა რომელი ჯგუფი ქმნის განშტოებას ანუ რომელი რადიკალია ჩანაცვლებული ძირითად ნახშირწყალბადში.

ალკანიდან რადიკალი რომ წარმოიქმნას, მას წყალბადის ერთი ატომი უნდა მოსცილდეს. ალკანიდან წარმოქმნილ რადიკალს ზოგადად **ალკილს** უწოდებენ. ალკილების დასახელებისას შესაბამისი ალკანის სახელწოდებაში სუფიქსი „-ანი“ უნდა შეიცვალოს და გახდეს „-ილი“ (ცხრილი 2.5):

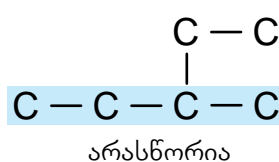
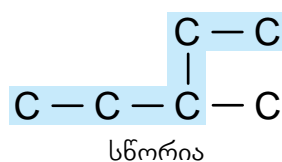
ცხრილი 2.5. ალკანებიდან მიღებული ალკილის რადიკალები და მათი სახელწოდებები.

ალკანი		რადიკალი	
ფორმულა	სახელწოდება	ფორმულა	სახელწოდება
CH ₄	მეთანი	-CH ₃	მეთილი
C ₂ H ₆	ეთანი	-CH ₂ -CH ₃ ან -C ₂ H ₅	ეთილი

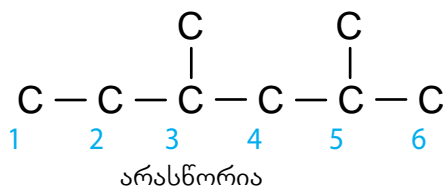
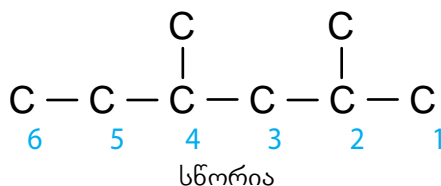
ჩამნაცვლებელი ჯგუფების რაოდენობის მისათითებლად კი გამოიყენება პრეფიქსები: დი – ორი, ტრი – სამი, ტეტრა – ოთხი, პენტა – ხუთი და ა. შ.

განშტოებული ნახშირწყალბადის დასახელებისას უნდა გავითვალისწინოთ შემდეგი წესები:

- გამოვყოთ ყველაზე გრძელი ჯაჭვი (რომელიც ყველაზე მეტ ნახშირბადატომს შეიცავს):

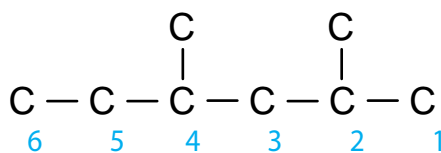


- დავნომროთ იმ ბოლოდან, რომელთანაც ყველაზე ახლოა ჩამნაცვლებელი ჯგუფი:

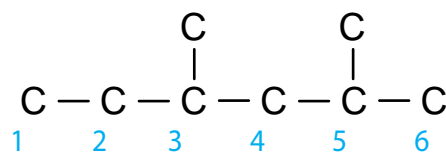


თავი 2 ნავთობი და მისი პროდუქტები, ბუნებრივი აირი

- მივუთითოთ იმ ნახშირბადატომის ნომერი (ანუ ლოკანტი), რომელთანაც ჩამნაცვლებელია მიერთებული:

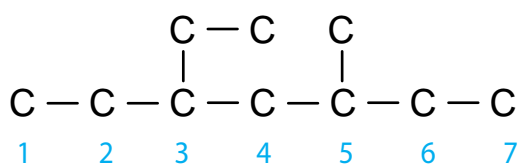


2,4-დიმეთილჰექსანი
სნორია

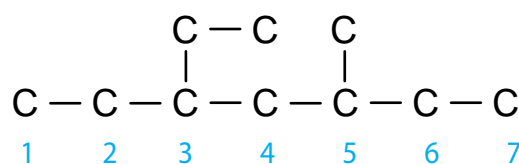


3,5-დიმეთილჰექსანი
არასნორია

- თუ სხვადასხვა ჩამნაცვლებელი გვაქვს, ისინი დაინომრება და დასახელდება ანბანის მიხედვით:



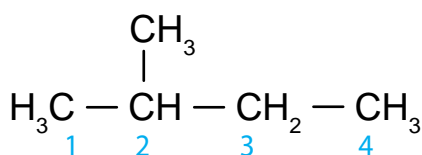
3-ეთილ-5-მეთილჰეპტანი
სნორია



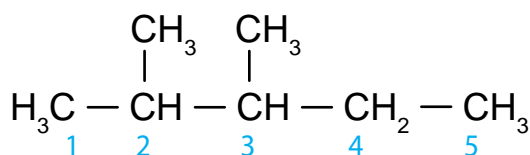
5-მეთილ-3-ეთილჰეპტანი
არასნორია

- ჩამნაცვლებელი ჯგუფების შემდეგ სახელდება ყველაზე გრძელ ჯაჭვში არსებული ნახშირბადატომების რიცხვის შესაბამისი ალკანი. მაგალითად, თუ გრძელი ჯაჭვი შეიცავს 4 ნახშირბადს, სახელწოდებაში იქნება ბუტანი, თუ 5-ს - პენტანი და ა.შ.
- თუ ჯაჭვში გვაქვს ერთზე მეტი ჩამნაცვლებელი და მათგან ორი თანაბრადაა დაშორებული ჯაჭვის ბოლოდან, მაშინ ჯაჭვი დაინომრება იმგვარად, რომ ლოკანტების ჯამი იყოს უმცირესი.

განვიხილოთ განშტოებული ნახშირწყალბადების დასახელების რამდენიმე მაგალითი:



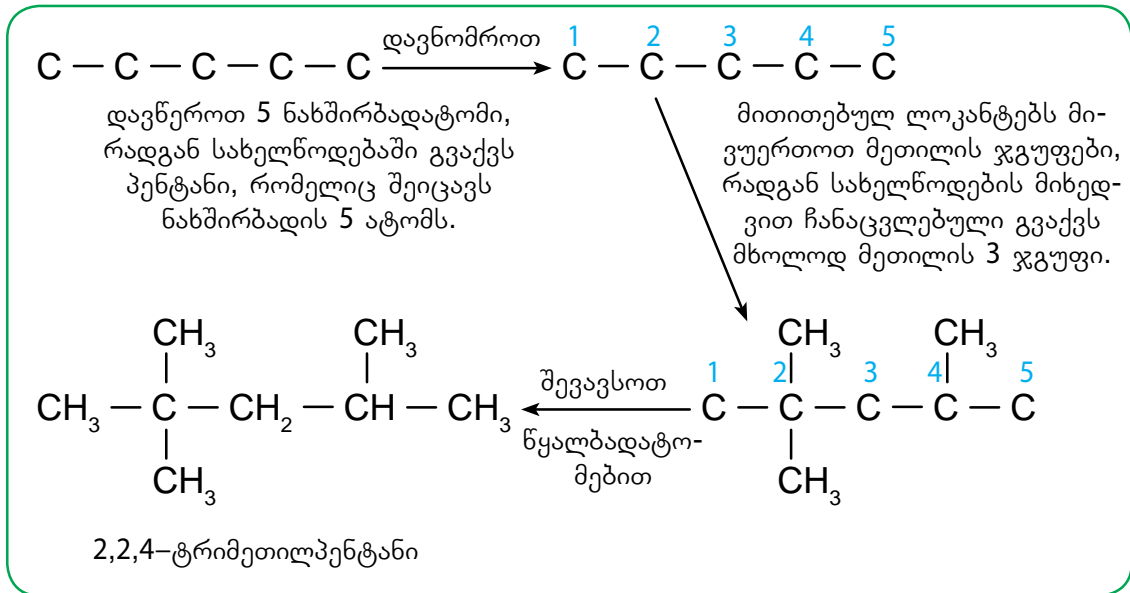
2 - მეთილბუტანი



2,3 - დიმეთილპენტანი

სახელწოდებიდან ფორმულის შედგენისას უნდა ვიმოქმედოთ გარკვეული თანმიმდევრობით (ნახ. 2.4). მაგალითად, შევადგინოთ 2,2,4-ტრიმეთილპენტანის ფორმულა:

თავი 2 ნავთობი და მისი პროდუქტები, ბუნებრივი აირი



ნახ. 2.4. სახელწოდებიდან ფორმულის შედგენის ეტაპები.

გარდა ლიაჯაჭვიანი აღნაგობის ალკანებისა, არსებობს **ციკლური** ანუ **შეკრულ-ჯაჭვიანი** ალკანებიც. ციკლური ენოდება ისეთ ნაერთს, რომლის მოლეკულაში ნახშირბადატომებისაგან წარმოქმნილი ჯაჭვი შეკრულია სხვადასხვა ზომის ციკლის სახით. ასეთ ნახშირწყალბადებს ციკლოალკანები ანუ ციკლოპარაფინები ეწოდება. ციკლოალკანების დასახელებისას შესაბამისი ალკანის სახელწოდებას ემატება პრეფიქსი – ციკლო. მაგალითად (ცხრილი 2.6):

ცხრილი 2.6. ციკლოალკანების წარმომადგენლები.

ციკლოპროპანი	ციკლობუტანი	ციკლოპენტანი	ციკლოჰექსანი
C_3H_6	C_4H_8	C_5H_{10}	C_6H_{12}

ციკლოალკანების შედგენილობიდან გამომდინარე, მათი ზოგადი ფორმულაა C_nH_{2n} . ამიტომ ციკლოალკანები ალკანების იზომერებს არ წარმოადგენს.



კითხვები და დავალებები:

- დააკვირდით ალკანების ფორმულებს (ცხრილი 2.4) და ეცადეთ თავად დანეროთ მე-8, მე-9 და მე-10 წევრების მოლეკულური ფორმულები.
- რაზე მიუთითებს ნაჯერ ნახშირწყალბადებში სიტყვა „ნაჯერი“?
- დაასახელეთ შემდეგი ნაერთები:

ა)	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{H}_2\text{C}-\text{CH}_3 \end{array}$	ბ)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
ბ)	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 \\ / \quad \backslash \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_3 \\ \backslash \quad / \\ \text{CH}_2 \end{array}$	დ)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2 \end{array}$
ე)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$	ვ)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$
ზ)	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \\ \text{CH}-\text{CH}_2 \\ / \quad \backslash \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$	თ)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$

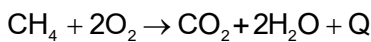
2.5

ალკანების თვისებები და გამოყენება

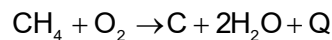
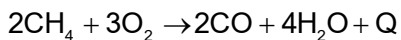
ალკანების ჰომოლოგიურ რიგში მოლეკულური მასის ზრდასთან ერთად იზრდება ლღობისა და დუღილის ტემპერატურა. რიგის პირველი ოთხი წევრი ოთახის ტემპერატურაზე აირადია, მომდევნო წევრები (მე-5-დან მე-16-მდე) – თხევადი, ხოლო უფრო მეტი მასის მქონე ალკანები – მყარი ნივთიერებები.

ალკანები წყალში არ იხსნება. თხევადი და მყარი ალკანების სიმკვრივე იცვლება 0.69 გ/მლ-დან 0.79 გ/მლ-მდე, რაც იმას ნიშნავს, რომ ისინი წყალზე მსუბუქია.

ყველა ალკანი ინვის ნახშირბად(IV)-ის ოქსიდისა და წყლის წარმოქმნით. ამასთან, მეთანი ჟანგბადის საკმარისი მიწოდებისას ცისფერი ალით ინვის (ნახ. 2.5):



ჟანგბადის ნაკლებობის პირობებში მეთანი არასრულად ინვის და ნახშირბად(II)-ის ოქსიდი (რაც ხშირად არასწორად დამონტაჟებული გამათბობლებით ადამიანის მონამკვლის მიზეზი ხდება) ან მური წარმოიქმნება:

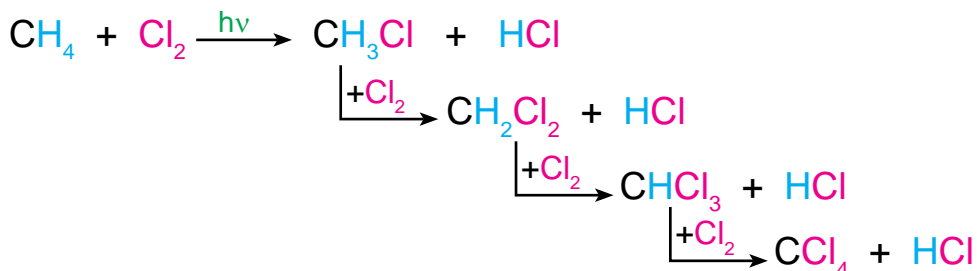


მეთანისა და ჟანგბადის ნარევის ანთებას შეიძლება ძლიერი აფეთქება მოჰყვეს, თუ ნარევი კომპონენტების მოცულობითი თანაფარდობაა 1 : 2. მეთანი თუ ჰაერთანაა შერეული, მაშინ ეს თანაფარდობა არის 1 : 10. ასეთი ძლიერ ფეთქებადსაშიში ნარევი შეიძლება წარმოიქმნას, თუ ბინაში ბუნებრივი აირი იჟონება. უნდა აღინიშნოს, რომ მეთანის დაგროვება განსაკუთრებით ხშირია მაღაროებში (მეთანი ქვანახშირის მაღაროებში გვხვდება, ამიტომ მას მაღაროს აირსაც უწოდებენ), სადაც ის აფეთქების მიზეზი ხდება.



ნახ. 2.5. მეთანის არასრული (მარცხნივ) და სრული (მარჯვნივ) წვა.

ალკანებისათვის დამახასიათებელია ჩანაცვლების რეაქციები. მაგალითად, ქლორთან რეაგირება სინათლეზე. ამ დროს ქლორის ატომები წყალბადატომებს ანაცვლებს. ნახ. 2.6-ზე მოცემულია მეთანის ქლორთან ურთერთქმედების რეაქცია, საიდანაც ჩანს, რომ ქლორის რაოდენობიდან გამომდინარე, შეიძლება მივიღოთ ერთ-, ორ-, სამ- და ოთხ ჩანაცვლებული ნაერთი.



ნახ. 2.6. მეთანის ქლორთან მოქმედების სქემა.

ეს რეაქცია მიმდინარეობს მხოლოდ სინათლეზე. ქლორჩანაცვლებული ალკანები ძირითადად გამხსნელებად გამოიყენება.

თავი 2 ნავთობი და მისი პროდუქტები, ბუნებრივი აირი

ალკანების გამოყენება

ალკანები ბუნებაში ძირითადად ბუნებრივი აირისა და ნავთობის შედგენილობაში გვხვდება. მათი წვისას დიდი რაოდენობით სითბო გამოიყოფა, რის გამოც ალკანების გამოყენება უპირატესად ენერგეტიკულ მიზნებს ემსახურება.

მეთანი ბუნებრივი აირის ძირითადი შემადგენელი კომპონენტია. ის გამოიყენება სამზარეულოს ქურებში, გამათბობლებში, თბოელექტროსადგურებში და ა. შ. ზოგჯერ ამავე მიზნით იყენებენ პროპან-ბუტანის გათხევადებულ ნარევესაც – ე. წ. „გათხევადებულ აირს“, რომელიც სპეციალურ ბალონებშია ჩაჭირხნული (ნახ. 2.7). როგორც ბუნებრივი, ასევე „გათხევადებული აირი“ ავტომობილების სანვავადაც გამოიყენება.

პარაფინისაგან (მყარი ალკანების ნარევი $C_{19}H_{40} - C_{36}H_{74}$) ამზადებენ სანთლებს. მისი საშუალებით ჟღენთენ ქალაღდს, რომელიც წყალგაუმტარი ხდება და შესაფუთად გამოიყენება. ასევე პარაფინით ფარავენ ხილს, რის შედეგადაც მისი შენახვის ხანგრძლივობა იზრდება, ამასთანავე, სინოტივესა და მიმზიდველ იერსახეს ინარჩუნებს (ნახ. 2.7).

სამედიცინო პრეპარატი ვაზელინის ზეთი ალკანების ნარევია, რომელთა მოლეკულებში ნახშირბადატომთა რიცხვი 5-დან 15-მდეა, ხოლო ვაზელინი – მყარი და თხევადი ნაჯერი ნახშირწყალბადების ნარევი, რომელთა მოლეკულებში 12-დან 25-მდე ნახშირბადატომია.



ნახ. 2.7. ალკანების გამოყენების მაგალითები.



კითხვები და დავალებები:

- შეადგინეთ ალკანის მოლეკულური ფორმულა, თუ მისი მოლეკულის შედგენილობაში შემავალი წყალბადატომების რაოდენობაა:
ა) 28; ბ) 32; გ) 44.
- დაადგინეთ ნაჯერი ნახშირწყალბადის მოლეკულური ფორმულა, თუ 0.05 მოლი იწონის 3.6 გ-ს.
- იპოვეთ ნაჯერი ნახშირწყალბადის ფორმულა, თუ ცნობილია, რომ 5.6 ლ-ის (ნ. პ.) მასაა 11 გ.
- გამოთვალეთ, რა მოცულობის ჟანგბადია საჭირო 4.4 გ პროპანის სრული წვისათვის (ნ. პ.)?
- სალაქრო გაზქურაში მოთავსებულია 1.12 მ³ ბუტანი. დაწერეთ ბუტანის სრული წვის რეაქცია და გამოთვალეთ გამოყოფილი ნახშირბად(IV)-ის ოქსიდის მოცულობა (ნ. პ.).

2.6

უჯერი ნახშირწყალბადები – ალკენები და ალკინები

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, უჯერ ნახშირწყალბადებში გვხვდება ერთმანეთთან ორ-მაგი ან სამმაგი ბმით დაკავშირებული ნახშირბადატომები. ორმაგი ბმის შემცველ ნახშირწყალბადებს **ალკენებს** უწოდებენ, სამმაგბმინას კი – **ალკინებს**.

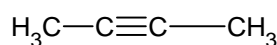
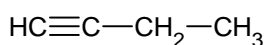
ალკენების ზოგადი ფორმულაა C_nH_{2n} , ხოლო ალკინების – C_nH_{2n-2} . მათი ჰომოლოგიური რიგების წარმომადგენლებს შეგვიძლია გავეცნოთ ცხრილში 2.6.

ცხრილი 2.6. ალკანების, ალკენებისა და ალკინების ჰომოლოგიური რიგები.

ალკანები		ალკენები		ალკინები	
ფორმულა	სახელწოდება	ფორმულა	სახელწოდება	ფორმულა	სახელწოდება
ეთანი	C_2H_6	ეთენი (ეთილენი)	C_2H_4	ეთინი (აცეტილენი)	C_2H_2
პროპანი	C_3H_8	პროპენი (პროპილენი)	C_3H_6	პროპინი	C_3H_4
ბუტანი	C_4H_{10}	ბუტენი	C_4H_8	ბუტინი	C_4H_6
პენტანი	C_5H_{12}	პენტენი	C_5H_{10}	პენტინი	C_5H_8
ჰექსანი	C_6H_{14}	ჰექსენი	C_6H_{12}	ჰექსინი	C_6H_{10}
ჰეპტანი	C_7H_{16}	ჰეპტენი	C_7H_{14}	ჰეპტინი	C_7H_{12}

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ალკენებისა და ალკინების სახელწოდება ინარმოება შესაბამისი ალკანების სახელწოდებიდან. ამ შემთხვევაში ალკანის აღმნიშვნელი სუფიქსი „-ან“ იცვლება შესაბამისად სუფიქსებით „-ენი“ და „-ინი“. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ზოგიერთი უჯერი ნახშირწყალბადი ისტორიული სახელწოდებით დღესაც ფართოდ მოიხსენიება, მაგალითად, ეთენს (C_2H_4) ეთილენს უწოდებენ, ეთინს (C_2H_2) – აცეტილენს და ა. შ.

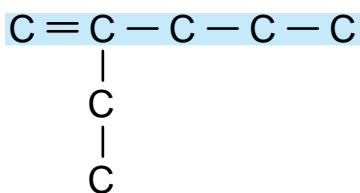
უჯერ ნახშირწყალბადებში, ისევე როგორც ალკანებში, იზომერების არსებობას იწვევს ნახშირბადოვანი ჩონჩხის აღნაგობა. გარდა ამისა, ალკენებსა და ალკინებში იზომერია განპირობებულია ჯერადი ბმის მდებარეობითაც, მაგალითად, ბუტინი (C_4H_6) შეიძლება არსებობდეს სამმაგი ბმის შემცველი ორი იზომერის სახით:



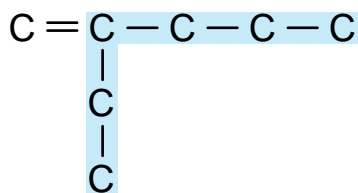
უჯერი ნახშირწყალბადების დასახელებისას უნდა გავითვალისწინოთ შემდეგი წესები:

- გამოვყოთ ყველაზე გრძელი ჯაჭვი, რომელიც შეიცავს ორმაგ ან სამმაგ ბმას:

თავი 2 ნავთობი და მისი პროდუქტები, ბუნებრივი აირი

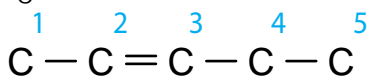


სწორია

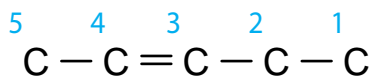


არასწორია

- დავნიშროთ ჯაჭვი იმ ბოლოდან, რომელთანაც უფრო ახლოსაა ორმაგი ან სამმაგი ბმა:

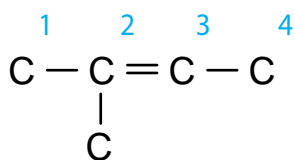


სწორია

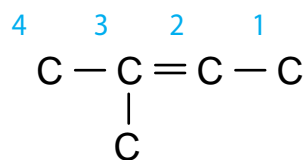


არასწორია

- თუ ჯერადი ბმა თანაბრადაა დაშორებული ჯაჭვის ორივე ბოლოდან, მაშინ დაინიშნება იმ კიდიდან, რომელთანაც უფრო ახლოსა ჩამნაცვლებელი ჯგუფი:

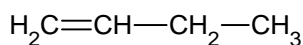


სწორია



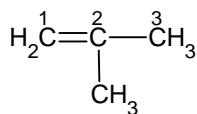
არასწორია

- ალკანების დასახელების მსგავსად, ჩამნაცვლებელი ჯგუფის შემდეგ სახელდება გრძელ ჯაჭვში არსებული ნახშირბადატომების რიცხვის შესაბამისი ალკენი ან ალკინი.
- დასახელებისას ვუთითებთ იმ ლოკანტის უმცირეს ნომერს, რომელთანაც ჯერადი ბმაა, შემდეგ კი – სუფიქსს, მაგალითად:

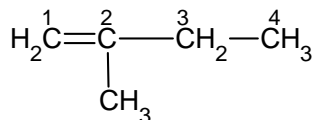


ბუტ-1-ენი და არა ბუტ-2-ენი

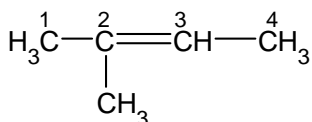
- განშტოებული უჯერი ნაერთების შემთხვევაში, ჩამნაცვლებლები სახელდება და მიეთითება იმავე პრინციპით, როგორც ალკანების შემთხვევაში:



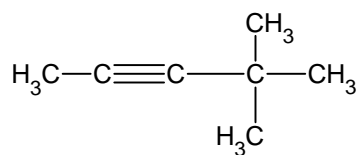
მეთილპროპენი



2-მეთილბუტ-1-ენი



2-მეთილბუტ-2-ენი



4,4-დიმეთილპენტ-2-ინი

ალკენებში გვხვდება იზომერიის კიდევ ერთი სახე – გეომეტრიული ანუ ცის-

თავი 2 ნავთობი და მისი პროდუქტები, ბუნებრივი აირი

ტრანს იზომერია. იზომერიის ეს სახე მხოლოდ ორმაგბმადანი ნაერთებისათვისაა დამახასიათებელი. იმ შემთხვევაში, თუ ერთნაირი ჩამნაცვლებელი ჯგუფი ორმაგი ბმის ერთ მხარესაა, ასეთ იზომერს **ცის-იზომერს** უწოდებენ, ხოლო თუ სხვადასხვა მხარეს – **ტრანს-იზომერს** (ნახ. 2.8 და ნახ. 2.9).

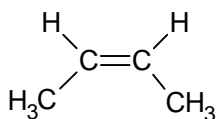


ცის-მდგომარეობა

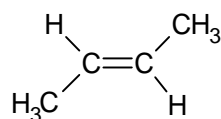


ტრანს-მდგომარეობა

ნახ. 2.8. ხელების მდგომარეობა ნათლად გვიჩვენებს განსხვავებას ცის- და ტრანს-იზომერების აღნაგობას შორის.



ცის-ბუტ-2-ენი



ტრანს-ბუტ-2-ენი

ნახ. 2.9. ბუტ-2-ენის ცის- და ტრანს- იზომერები.



კითხვები და დავალებები:

1. შეადგინეთ ნ-ჰექს-3-ენის ცის-ტრანს იზომერების ფორმულები.
2. ცხრილი გადაიხაზეთ რვეულში, დაასახელეთ შემდეგი ნაერთები. თუ ნაერთს გააჩნია ცის-ტრანს იზომერები, შესაბამის უჯრაში დასვით ნიშანი X.

სტრუქტურული ფორმულა	დასახელება	ცის-ტრანს იზომერები
$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$		
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}=\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$		
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$		
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$		
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} & & \text{CH}_3 \\ & \backslash & / \\ & \text{C}=\text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$		
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2 & & \text{H} \\ & \backslash & / \\ & \text{C}=\text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H} & & \text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$		

2.7

უჯერი ნახშირწყალბადების ქიმიური თვისებები

ალკანებისაგან განსხვავებით, ალკენები იწვის მნათი ალით:



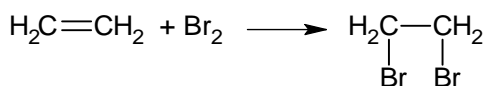
მნათი ალით წვა განპირობებულია მათში ნახშირბადის დიდი მასური წილით. გაცხელებისას, ეთილენის მოლეკულების დაშლის დროს წარმოქმნილი ნახშირბადი ვერ ასწრებს წვას. იგი ჯერ ვარვარდება, რაც ალის ნათებას იწვევს, ხოლო შემდეგ სრულად იწვის ალის გარეთა ნაწილში.

აცეტილენი, სხვა ალკინების მსგავსად, ჰაერზე იწვის ჭვარტიანი ალით (ნახ. 2.10); ვინაიდან ნახშირბადის მასური წილი მოლეკულაში ძალიან დიდია, იგი ვერ ასწრებს წვას და გამოიყოფა ჭვარტლის სახით. მაგრამ თუ წვის არეში დამატებით შევიტანთ ჰაერს ან აცეტილენს დავწვავთ სუფთა ჟანგბადის არეში, ჭვარტიანი ალი კაშკაშა ალად გარდაიქმნება:



ნაჯერ ნახშირწყალბადებთან შედარებით უჯერი ნახშირწყალბადები უფრო რეაქციის უნარიანია, რაც ჯერადი ბმის თვისებებით არის განპირობებული.

ორმაგი და სამმაგი ბმის ხარჯზე უჯერი ნახშირწყალბადებისათვის დამახასიათებელია მიერთების რეაქციები. ამ დროს ორმაგი ბმა წყდება და წარმოიქმნება ნაერთი ერთმაგი ბმებით. ამის მაგალითია ეთილენის მიერ ბრომის მიერთება:



ხოლო ალკინების შემთხვევაში შესაძლებელია ნაწილობრივი ან სრული გაჯერება ბრომის ატომებით:



უნდა აღინიშნოს, რომ ბრომის მიერთება უჯერი ნაერთების აღმომჩენი რეაქციაა და მას „ბრომის ტესტს“ უწოდებენ. ბრომს მურა წითელი ფერი აქვს და თუ მის ხსნარს ალკენს ან ალკინს დავამატებთ, ის გაუფერულდება. ნაჯერი ნახშირწყალბადი კი ბრომიან ხსნარს ფერს არ შეუცვლის (ნახ. 2.11).



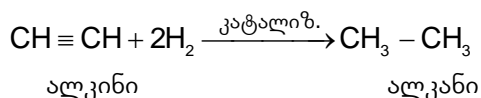
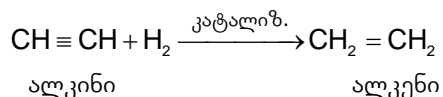
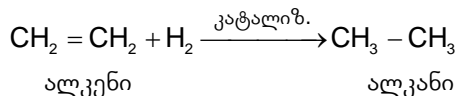
ნახ. 2.10. ჰაერზე აცეტილენი ჭვარტიანი ალით იწვის.



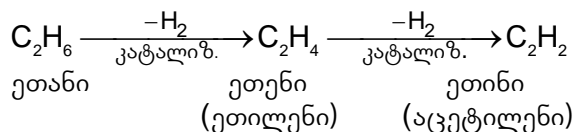
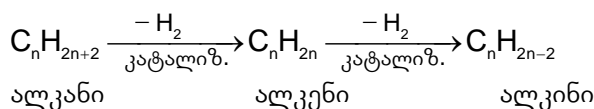
ნახ. 2.11. ბრომის ტესტი: ნაჯერმა ნახშირწყალბადმა ხსნარს ფერი არ შეუცვალა (მარჯვნივ), ხოლო უჯერი ნახშირწყალბადის შემცველ სინჯარაში დამატებული ბრომიანი ხსნარი გაუფერულდა (მარცხნივ).

თავი 2 ნავთობი და მისი პროდუქტები, ბუნებრივი აირი

გარკვეულ პირობებში, კატალიზატორების თანაობისას, უჯერ ნახშირწყალბადებს წყალბადის მიერთება შეუძლია. ასეთ რეაქციას **ჰიდრირება** ეწოდება. ამ დროს ალკინიდან ალკენი ან ალკანი, ხოლო ალკენიდან ალკანი მიიღება:



ჰიდრირების საპირისპირო პროცესია დეჰიდრირება. ამ დროს ნახშირწყალბადიდან წყალბადის ატომები მოიხლიჩება, რის შედეგადაც უჯერი ნაერთები მიიღება. ზოგადად ეს რეაქციები შემდეგი სახით შეიძლება გამოვსახოთ:



გამოყენება

ეთილენი ფართოდ გამოიყენება მრეწველობის მრავალ დარგში. მისი მაღალი კონცენტრაციით ჩასუნთქვა აქვეითებს მგრძობიარობას, რის გამოც ადრე ოპერაციების დროს სანარკოზე საშუალებად გამოიყენებოდა. ეთილენი აჩქარებს ნაყოფის დამწიფებას, რასაც პრაქტიკაში ხშირად მიმართავენ (ნახ. 2.12).



ნახ. 2.12. ეთილენი ნაყოფის დამწიფების დასაჩქარებლად გამოიყენება.

1,2-დიქლორეთანი, რომელიც ეთილენის მიერ ქლორის მიერთებით მიიღება, საუკეთესო გამსხნელია. მას იყენებენ ფისების გასახსნელად და ქსოვილების გასაწმენდად.

თავი 2 ნავთობი და მისი პროდუქტები, ბუნებრივი აირი

იგი ასევე გამოიყენება სოფლის მეურნეობაში ვაზის ფილოქსერას წინააღმდეგ და მარცვლეულის საცავთა დეზინფექციისთვის.

ეთილენზე ქლორწყალბადის მოქმედებით იღებენ ქლორეთანს, რომელიც ძველად მედიცინაში ტრავმებისა და მსუბუქი ოპერაციების დროს ადგილობრივი ანესთეზიისათვის გამოიყენებოდა.

ალკინებიდან ყველაზე ფართო გამოყენება ჰპოვა **აცეტილენმა**. ჟანგბადის არეში მისი წვის ტემპერატურა $3200\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ს აღწევს, რის გამოც იყენებენ მეტალთა ნაკეთობების ავტოგენური შედუღებისა და ჭრის დროს (ნახ. 2.13). აცეტილენის ქლორწარმოებულები საუკეთესო გამხსნელებია. აცეტილენს იყენებენ ძმარმჟავას, ეთილის სპირტისა და ზოგიერთი სხვა ნაერთის მისაღებად.



ნახ. 2.13. ჟანგბადის არეში აცეტილენის წვა მაღალ ტემპერატურას იძლევა, რაც ავტოგენური შედუღებისას გამოიყენება.



კითხვები და დავალებები:

- შეადგინეთ ალკენისა და ალკინის მოლეკულური ფორმულები, თუ მათი მოლეკულების შედგენილობაში შემავალი ნახშირბადატომების რიცხვია:
ა) 8; ბ) 10; გ) 13.
- შეადგინეთ ალკენისა და ალკინის მოლეკულური ფორმულები, თუ მათი მოლეკულების შედგენილობაში შემავალი წყალბადატომების რიცხვია:
ა) 16; ბ) 28; გ) 42.
- გამოთვალეთ ნახშირბადის მასური წილი ეთანის, ეთილენისა და აცეტილენის მოლეკულაში. რომელი მათგანი დაიწვება უფრო ჭვარტლიანი ალით და რატომ?
- განახორციელეთ შემდეგი გარდაქმნები:
$$\text{C}_2\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$$
- დანერეთ პროპენის წვის, ჰიდრირებისა და ბრომირების რეაქციები.
- გამოთვალეთ წყალბადის მოცულობა (ნ. პ.), რომელიც საჭიროა 8.4 გ პროპენის ჰიდრირებისათვის.

თავი 2 ნავთობი და მისი პროდუქტები, ბუნებრივი აირი

პრაქტიკაში გამოყენებული ორგანული ნივთიერებების უმეტეს ნაწილს პოლიმერები წარმოადგენს. პოლიმერი შეიძლება იყოს სინთეზური, ხელოვნური და ბუნებრივი. ყოველწლიურად დაახლოებით 350 მილიონი ტონა პლასტმასა ინარმოება, რომლის ძირითად შემადგენელ ნაწილს პოლიმერები წარმოადგენს. პოლიმერების გამოყენება მრავალმხრივია (ნახ. 2.16).



ნახ. 2.16. პოლიმერები უამრავი ნივთის დასამზადებლად გამოიყენება.

საყოველთაოდ ცნობილი პოლიმერებია:

პოლიეთილენი სინთეზური პოლიმერია, თეთრი ფერისაა, წყალზე მსუბუქი და შეხებით სას ცხიმოვანია. იგი წყლის, მჟავების, ტუტეებისა და ორგანული გამხსნელების მიმართ მდგრადია. თხელი პოლიეთილენი გამჭვირვალეა.

პოლიეთილენს იყენებენ შესაფუთი აფსკების, მილების, საოჯახო ნივთების (სათლის, ძაბრის, ბიდონების, კასრებისა და სხვ.) დასამზადებლად.

პოლიპროპილენი პოლიეთილენთან შედარებით უფრო მსუბუქი და მტკიცეა, უძლებს უფრო მაღალ ტემპერატურას. იგი, პოლიეთილენის მსგავსად, გამოყენებულია მილების, მანქანათა დეტალების, ტექნიკური ქსოვილებისა და სხვათა დასამზადებლად.

პოლივინილქლორიდი საუკეთესო მასალაა სადენების საიზოლაციოდ, მილებისა და ხელოვნური ტყავის დასამზადებლად (ნახ. 2.17). პოლივინილქლორიდი მიიღება აცეტილენისაგან, ისევე როგორც პოლივინილაცეტატი, რომელიც წარმოადგენს სინთეზური ნებოს საფუძველს.



ნახ. 2.17. პოლივინილქლორიდი მრავალი ნაკეთობის დასამზადებლად გამოიყენება.



კითხვები და დავალებები:

- რას ეწოდება მონომერი? პოლიმერი? რატომ უწოდებენ პოლიმერს მაკრო-მოლეკულას?
- რა განსხვავებაა პოლიეთილენისა და პოლიპროპილენის ფიზიკურ თვისებებს შორის?
- შეადგინეთ შემდეგი ნაერთების პოლიმერიზაციის რეაქციები:
 ა) $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_3$ ბ) $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$ გ) $\text{Cl}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$
- დაადგინეთ შესაბამისობა მონომერსა და პოლიმერს შორის:

	მონომერი		პოლიმერი
1.	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$	ა)	$\left(\begin{array}{c} \text{CH} - \text{C} \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array} \right)_n$
2.	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	ბ)	$\left(-\text{CH}_2-\text{CH}_2- \right)_n$
3.	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	გ)	$\left(-\text{CH}_2-\text{CH}- \right)_n$ $\begin{array}{c} \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$

- ცხრილი გადაიტანეთ რვეულში და შეავსეთ თქვენ მიერ მოძიებული ინფორმაციით:

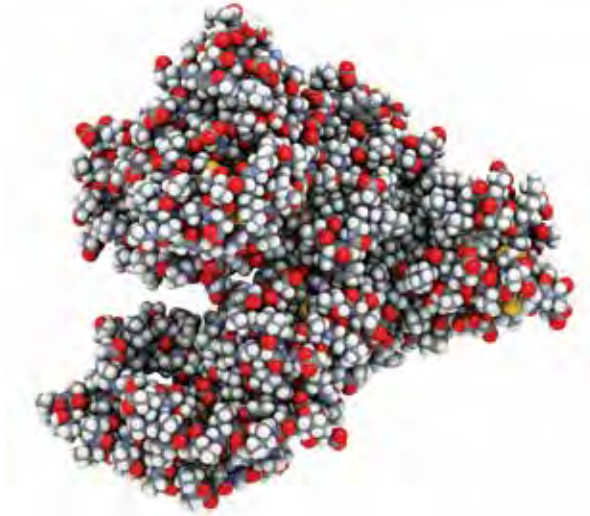
პოლიმერი	თვისებები	გამოყენება
პოლიეთილენი		
პოლიპროპილენი		
პოლივინილქლორიდი		

2.9

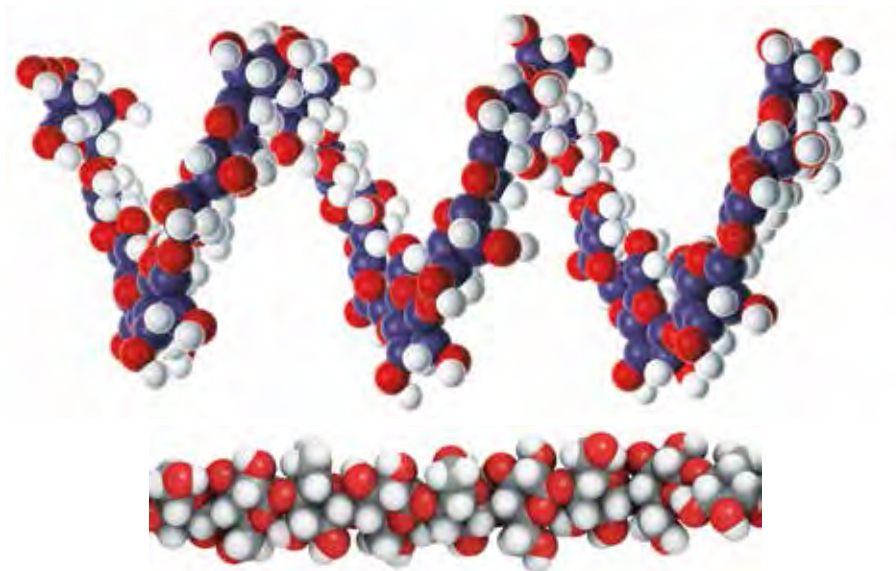
ბუნებრივი პოლიმერები

მაღალმოლეკულურ ნაერთებს, რომლებიც ბუნებაშია გავრცელებული, ბუნებრივ პოლიმერებს ანუ ბიოპოლიმერებს უწოდებენ. ისინი ცოცხალი ორგანიზმების უმნიშვნელოვანესი შემადგენელი ნაწილებია და მრავალ სასიცოცხლო ფუნქციას ასრულებს.

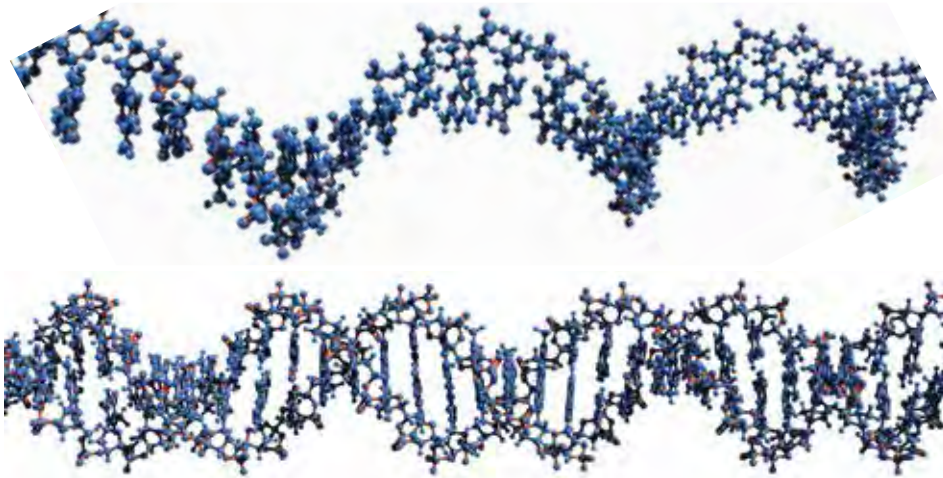
ბიოპოლიმერებს მიეკუთვნება ცილები, ნახშირწყლები და ნუკლეინის მჟავები. ცილები (ნახ. 2.18) უჯრედებში სამშენებლო, სატრანსპორტო, კატალიზურ და სხვა ფუნქციებს ასრულებს. პოლიმერული ნახშირწყლები (ნახ. 2.19) (სახამებელი, გლიკოგენი და ცელულოზა) ორგანიზმისათვის სამარაგო და სამშენებლო ნივთიერებებს წარმოადგენს. ნუკლეინის მჟავები – რნმ და დნმ (ნახ. 2.20), უჯრედის გენეტიკური ინფორმაციის მატარებელია.



ნახ. 2.18. ცილა ალბუმინის მაკრომოლეკულის მოდელი.



ნახ. 2.19. სახამებლისა (ზევით) და ცელულოზის (ქვევით) მაკრომოლეკულების ფრაგმენტების მოდელები.



ნახ. 2.20. რნმ-ისა (ზევით) და დნმ-ის (ქვევით) მაკრომოლეკულების მოდელები.

კაუჩუკი ბუნებრივი წარმოშობის პოლიმერია და მცენარე ჰევეას რძისმაგვარი გამონაყოფისაგან მიიღება (ნახ. 2.21). ნედლი კაუჩუკის ვულკანიზაციით (მაღალ ტემპურატურაზე გოგირდთან ურთიერთქმედებით) იღებენ რეზინს.



ნახ. 2.21. ჰევეას წვენიდან რეზინის მიღება რთული ტექნოლოგიური პროცესია.

გასული საუკუნის 20-იან წლებში რეზინსა და მის ნაკეთობებზე მოთხოვნა იმდენად გაიზარდა, რომ საჭირო გახდა მისი სინთეზური მიღება. სადღეისოდ ცნობილია სინთეზური კაუჩუკის 2500-ზე მეტი სახეობა. მათ შორის აღსანიშნავია ბუტადიენური კაუჩუკი, რომელიც თვისებებით ყველაზე მეტად უახლოვდება ბუნებრივ კაუჩუკს. მას იყენებენ საბურავების, ფეხსაცმლის ლანჩების, ხელთათმანებისა და რეზინის სხვა ნაკეთობათა დასამზადებლად (ნახ. 2.22).



ნახ. 2.22. რეზინის ნაკეთობები.

თავი 2 ნავთობი და მისი პროდუქტები, ბუნებრივი აირი

ბოჭკოები

ბოჭკო სამი სახის არსებობს – ბუნებრივი, ხელოვნური და ქიმიური. ბუნებრივი ბოჭკო წარმოშობის მიხედვით იყოფა მცენარეულ და ცხოველურ ბოჭკოებად (ნახ. 2.23). ცხოველური ბოჭკო ცილოვანია, ხოლო მცენარეული – ცელულოზური. ცხოველური ბოჭკოებია თმა, ძუა, მატყლი აბრეშუმი და ობობას ქსელი, მცენარეული კი – ბამბა, სელი, კანაფი, ჯუთი.



ნახ. 2.23. ბუნებრივი ბოჭკოები.

ბუნებრივი პოლიმერების გადამუშავებით მიღებულ ბოჭკოს ხელოვნური ბოჭკო ეწოდება, ხოლო სინთეზური პოლიმერებისაგან მიღებულს – სინთეზური (ნახ. 2.24).



ნახ. 2.24. სინთეზური და ხელოვნური ბოჭკოები.

ხელოვნური ბოჭკოებია ვისკოზა და აცეტატური ბოჭკო, რომელსაც ცელულოზის გადამუშავებით იღებენ. სინთეზური ბოჭკოებია ნეილონი, კაპრონი, ენანტი და სხვ.



კითხვები და დავალებები:

1. ჩამოთვალეთ თქვენთვის ცნობილი ბიოპოლიმერები. რა როლს ასრულებს თითოეული მათგანი ცოცხალ ორგანიზმებში?
2. რატომ იწვევს რეზინის მასალების დანვა ჰაერში გოგირდის დიოქსიდის მოხვედრას?
3. გაიხსენეთ, რომელ ჰალოგენთან ურთიერთქმედებისას იღებს სახამებელი ლურჯ შეფერილობას?
4. მოიძიეთ ინფორმაცია ვისკოზისა და ნეილონის გამოყენების შესახებ.

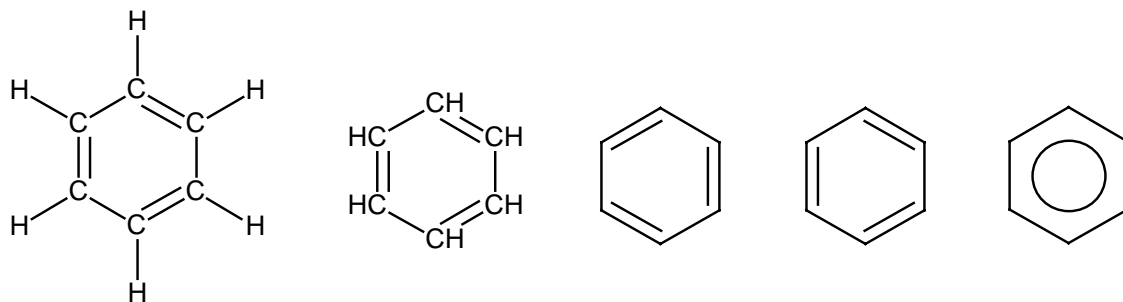
2.10

არომატული ნახშირწყალბადები

ანუ არენები

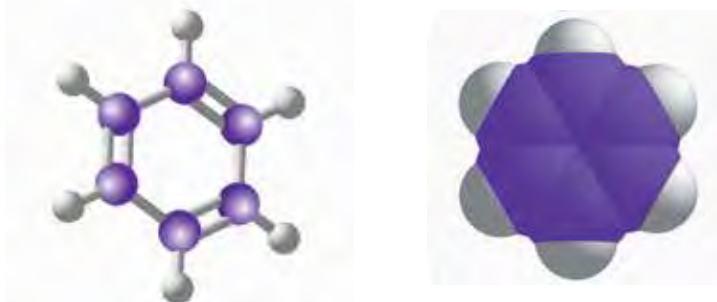
ორგანული ნაერთების აღნაგობის გაცნობისას აღვნიშნეთ, რომ ნახშირბადატომები წარმოქმნის როგორც ღიაჯაჭვიან, ასევე ციკლურ ნაერთებს (პარაგრაფი 2.2). ციკლურ ნახშირწყალბადებს, რომელთა ზოგადი ფორმულაა C_nH_{2n-6} , **არომატულ ნახშირწყალბადებს** ანუ **არენებს** უწოდებენ. მათი უმარტივესი წარმომადგენელია **ბენზოლი**, რომლის ფორმულაა C_6H_6 .

ბენზოლის სტრუქტურული ფორმულა სხვადასხვა სახით შეიძლება ჩაინეროს:



სიმარტივისათვის ბენზოლის სტრუქტურას გამოსახვენ ბოლო 3 ფორმულით.

ბენზოლის მოლეკულა ბრტყელია და თავისებური აღნაგობა აქვს (ნახ. 2.25), რაც მას როგორც ნაჯერი, ასევე უჯერი ნახშირწყალბადებისაგან განასხვავებს.



ნახ. 2.25. ბენზოლის მოლეკულის მოდელები.

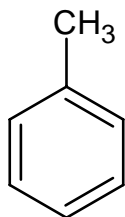
მიუხედავად იმისა, რომ ბენზოლის სტრუქტურულ ფორმულაში 3 ორმაგ ბმას ვხედავთ, ისინი ბუნებით აღკენებში არსებული ორმაგი ბმებისაგან განსხვავებულია. ეს დასტურდება ბრომის ტესტით – ბენზოლი, უჯერი ნახშირწყალბადებისაგან განსხვავებით, ბრომიან ხსნარს არ აუფერულებს.

ბენზოლის ასეთი თვისება მისი აღნაგობის თავისებურებიდან გამომდინარეობს. კვლევებმა დაადასტურა, რომ ბენზოლის მოლეკულაში ნახშირბადატომებს შორის ყველა ბმა ერთნაირია, რაც მოლეკულის ქიმიურ მდგრადობას განაპირობებს. ამიტომ მის სტრუქტურას ექვსკუთხედში ჩახაზული რგოლითაც გამოსახვენ, ამ რგოლს **ბენზოლის ბირთვს** უწოდებენ. ციკლურ ნახშირწყალბადებს, რომელთა შედგენილობაში ერთი ან მეტი ბენზოლის ბირთვია, **არომატულ ნახშირწყალბადებს** მიაკუთვნებენ.

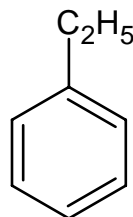
არომატული ნახშირწყალბადი, რომელიც ბენზოლის ბირთვთან დაკავშირებულ ალკილის ერთ ან რამდენიმე რადიკალს შეიცავს, ბენზოლის ჰომოლოგს წარმოადგენს. მონო-

თავი 2 ნავთობი და მისი პროდუქტები, ბუნებრივი აირი

ჩანაცვლებული ჰომოლოგის დასახელება იწყება შესაბამისი ჩანაცვლებელი ჯგუფის დასახელებით. მაგალითად:

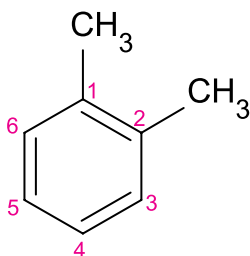


მეთილბენზოლი (ტოლუოლი)

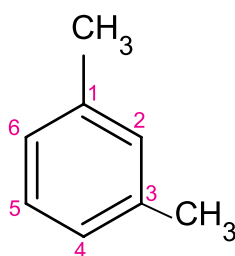


ეთილბენზოლი

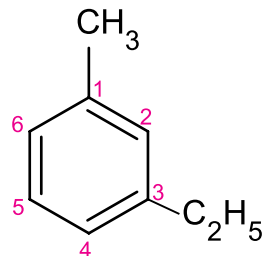
ხოლო ორჩანაცვლებული არომატული ნაერთების დასახელებისას ბენზოლის ნახშირბადატომები ისეთი თანმიმდევრობით დაინომრება, რომ შესაბამისი ციფრების ჯამი იყოს მინიმალური. თუ ჩანაცვლებელი სხვადასხვა ჯგუფია, დასახელება ქართული ანბანის მიხედვით. მაგალითად,



1,2-დიმეთილბენზოლი

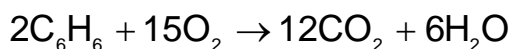


1,3-დიმეთილბენზოლი

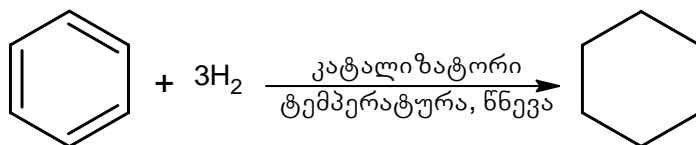


3-ეთილ-1-მეთილბენზოლი

ქიმიური თვისებებიდან განვიხილოთ წვა და ჰიდრირება. ბენზოლი იწვის ჭვარტლიანი ალით:



ჰიდრირება (წყალბადის მიერთება) კი საკმაოდ რთულ პირობებში, კატალიზატორის თანაობისას, მიმდინარეობს და მიიღება ციკლოჰექსანი:



ბენზოლი და მისი ჰომოლოგები გამოიყენება ნედლეულად წამლების, საღებრების, შხამქიმიკატების, პლასტმასებისა და მრავალი სხვა ორგანული ნაერთის სინთეზისათვის. ისინი გამოიყენება, აგრეთვე, გამსხნელებად.



კითხვები და დავალებები:

1. გადაიხაზეთ და შეაესეთ ცხრილი:

სტრუქტურული ფორმულა	მოლეკულური ფორმულა	სახელწოდება

2. შეადგინეთ ტოლუოლის წვისა და ჰიდრირების რეაქციის ტოლობები.

2.11

ნახშირწყალბადების ბუნებრივი წყაროები

ნახშირწყალბადების უმნიშვნელოვანესი წყაროებია: ბუნებრივი და ნავთობის თანმხლები აირი, ნავთობი, ქვანახშირი.

ბუნებრივი აირი წარმოადგენს ნარევს, რომლის ძირითადი კომპონენტია მეთანი. მისი შემცველობა დამოკიდებულია საბადოს ადგილმდებარეობაზე და 80-97% ფარგლებში მერყეობს. მეთანთან ერთად ბუნებრივი აირის შედგენილობაში ძირითადად გვხვდება ეთანი, პროპანი და ბუტანი; მცირე ნაწილი მოდის შედარებით მაღალმოლეკულურ ალკანებზე, აზოტზე, ნახშირბად(IV)-ის ოქსიდსა და სხვა ნივთიერებებზე. რაც უფრო მეტია ნახშირწყალბადის მოლეკულური მასა, მით ნაკლებია მისი შემცველობა ბუნებრივ აირში.

ბუნებრივი აირი მინის ქვეშ არსებულ ცარიელ ადგილებში – ქვაბულებში გვხვდება. მისი მოპოვება და გამოყენება პირველად ჩინელებმა დაიწყეს დაახლოებით ათი საუკუნის წინ და ამისათვის ბამბუკისაგან დამზადებულ მილსადენებს იყენებდნენ. სადღეისოდ ბუნებრივი აირი მოიპოვება სპეციალური ტექნიკური საშუალებებით, რომელთა გამოყენებითაც ხდება აირის შეგროვება, პირველადი გასუფთავება და ტრანსპორტირება (ნახ. 2.26).

ბუნებრივი აირი ძირითადად სანვავად გამოიყენება. იგი, მყარ და თხევად სანვავთან შედარებით, უფრო იაფია და, რაც მთავარია, მისი წვის პროდუქტები ეკოლოგიურად შედარებით სუფთაა. ბუნებრივ აირს, აგრეთვე, ქიმიური მრეწველობის მრავალ დარგში ნედლეულის მნიშვნელოვან წყაროდ იყენებენ.



ნახ. 2.26. ბუნებრივი აირის მოპოვება.

ნავთობის თანმხლები აირი ნავთობის საბადოებში, ნავთობის თავზეა დაგროვებული, ზოგჯერ კი მაღალი წნევის მოქმედებით მასშია გახსნილი. ადრე ამ აირს იქვე წვავდნენ, მაგრამ ამჟამად აგროვებენ და როგორც სანვავად, ისე ქიმიურ ნედლეულად იყენებენ. ნავთობის თანმხლებ აირში მეთანი შედარებით მცირე რაოდენობითაა, მეტია მისი ჰომოლოგები, რის გამოც ამ აირისგან მეტი ნივთიერების მიღებაა შესაძლებელი.

რაციონალური გამოყენების მიზნით, ნავთობის თანმხლებ აირს ფრაქციებად ყოფენ. თხევადი ნახშირწყალბადები (პენტანი, ჰექსანი და სხვ.) წარმოქმნის ე. წ. „აირის ბენზინს“, რომელსაც ბენზინში ამატებენ მისი უკეთ აალებისათვის. შემდეგ გამოყოფენ პროპან-ბუტანის ნარევს, რომელიც „გათხევადებული აირის“ სახით სანვავად გამოიყენება. ბოლოს რჩება ე. წ. „მშრალი აირი“ – მეთანისა და ეთანის ნარევი, რომელიც როგორც სანვავად, ისე აცეტილენის, წყალბადისა და ზოგიერთი სხვა ნაერთის მისაღებად გამოიყენება.

ზოგჯერ ნავთობის თანმხლები აირიდან გამოყოფენ ინდივიდუალურ ნახშირწყალბადებს და მათ საფუძველზე მთელ რიგ ნაერთთა სინთეზს ახორციელებენ.

ქვანახშირი ნახშირწყალბადების კიდევ ერთი ბუნებრივი წყაროა. იგი შავი ფერის

თავი 2 ნავთობი და მისი პროდუქტები, ბუნებრივი აირი

მასაა, რომელიც წარმოქმნილია დედამიწის წიაღში მცენარეულ ნარჩენებზე მიკროორგანიზმების მოქმედებით. უჰაერო სივრცეში მცენარეული ბიომასის ბიოქიმიური დაშლის პროცესი შემდეგ საფეხურებს მოიცავს:

ბიომასა → ტორფი → მურა ნახშირი → ქვანახშირი → ანთრაციტი (მაღალი სისუფთავის ქვანახშირი).

ამ პროდუქტებში ნახშირბადის შემცველობა 65-92%-ს შეადგენს. სითბოს მაქსიმალური რაოდენობა გამოიყოფა ანთრაციტის წვისას, მინიმალური – მურა ნახშირის წვისას, ხოლო ქვანახშირს, სითბოს წარმოქმნის უნარის მიხედვით, შუალედური ადგილი უკავია. ქვანახშირი სპეციალურ შახტებში მოიპოვება (ნახ. 2.27).



ნახ. 2.27. ქვანახშირი და მისი მოპოვება. საქართველოში ქვანახშირი მოიპოვება ტყიბულში, ტყვარჩელსა და ახალციხეში.

ნახშირწყალბადების მიღება შეიძლება ქვანახშირის კოქსვით, ე. ი. მაღალ ტემპურ-ატურაზე უჰაეროდ გახურებით. ქვანახშირის დაკოქსვის პროცესს წარმოებაში ატარებენ სპეციალურ საკოქსავ ლუმელებში 1000°C ტემპურატურაზე. ამ დროს ქვანახშირის შედგენილობაში შემავალი რთული ნივთიერებები თანდათანობით იშლება. საბოლოოდ წარმოიქმნება ოთხი ძირითადი კომპონენტი: კოქსი, ქვანახშირის ფისი, ამიაკიანი წყალი და კოქსის აირი.

კოქსი ნახშირის მსგავსი ნივთიერებაა, იყენებენ როგორც სანვავად, ასევე მეტალურგიაში ფოლადის წარმოების პროცესში. დაკოქსვის შედეგად წარმოქმნილი აქროლადი პროდუქტების გაცივებით მიიღება ქვანახშირის ფისი და ამიაკიანი წყალი. ქვანახშირის ფისის ფრაქციული გამოხდით იღებენ სხვადასხვა ნახშირწყალბადსა და მათ ნაწარმებს.



კითხვები და დავალებები:

1. ჩამოთვალეთ ბუნებრივი აირის შედგენილობაში არსებული ნაერთები. ნივთიერებათა რომელ კლასს მიეკუთვნება თითოეული მათგანი?
2. რა უპირატესობა აქვს ბუნებრივი აირის სანვავად გამოყენებას სხვა სანვავთან შედარებით?
3. რა არის „გათხევადებული აირი“, „მშრალი აირი“?

2.12

ნავთობი

ნავთობი თხევადი ნახშირწყალბადების ნარევი, რომელიც მასში გახსნილ მყარ და აირად ნახშირწყალბადებსაც შეიცავს. იგი მუქი ფერის, ზეთისებური, სპეციფიკური სუნის მქონე სითხეა (ნახ. 2.28), წყალზე ოდნავ მსუბუქი და მასში პრაქტიკულად უხსნადია. სხვადასხვა საბადოდან მოპოვებული ნავთობის თვისებითი და რაოდენობრივი შედგენილობა განსხვავებულია, მაგრამ ყველა მათგანი შეიცავს ალკანებს (ძირითადად არაგანშტოებული ალნაგობის), ციკლოალკანებსა და არენებს. ნახშირწყალბადების გარდა, ნავთობის შედგენილობაში შედის დაახლოებით 10% ჟანგბად-, გოგირდ- და აზოტშემცველი ორგანული ნაერთები.



ნახ. 2.28. ნედლი ნავთობი.

ნავთობის მოპოვება და გადამუშავება უმნიშვნელოვანესი პროცესია (ნახ. 2.29). მთელი მსოფლიოს ენერჯეტიკა და ეკონომიკა მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული ნავთობის ფასზე. ნავთობი მუდმივად წარმოიქმნება ოკეანის ფსკერზე, მაგრამ მსოფლიოში მისი მოხმარება გაცილებით მეტია, ამიტომ მას მიღევად რესურსებს მიაკუთვნებენ, ისევე როგორც ბუნებრივი აირი და ქვანახშირი.



ნახ. 2.29. ნავთობის მოპოვება.

ნავთობის გადამუშავება

ნავთობის გადამუშავება არის პროცესი, რომლის დროსაც ნახშირწყალბადთა ცალკეული ფრაქციები მიიღება. ამისათვის გამოხდის ანუ დისტილაციის მეთოდს მიმართავენ. საწარმოო მასშტაბით ნავთობს ხდიან სპეციალურ დანადგარში (ნახ. 2.30), რომელსაც სარექტიფიკაციო სვეტი ეწოდება

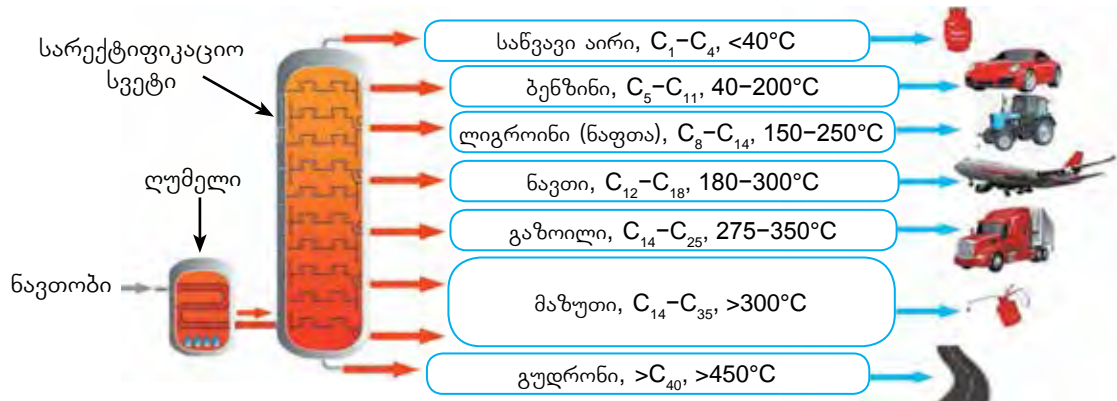


ნახ. 2.30. ნავთობის გამოხდის საწარმოო დანადგარები.

სარექტიფიკაციო სვეტში ქვედა მხრიდან შედის დაახლოებით 350°C-მდე გაცხელებული ნავთობის ორთქლი, რომელიც სვეტში ზევით ასვლისას თანდათან ცივდება. ამ დროს, რაც უფრო მსუბუქია ნახშირწყალბადი, მით უფრო მაღლა კონდენსირდება და სითხის სახით გამოიყოფა. სვეტის სხვადასხვა სიმაღლეზე გაკეთებულია შემკრები მონყობილობა, რომელშიც ნავთობის ცალკეული ფრაქციები გროვდება და სვეტიდან გამოდის. ნახ. 2.31-ზე მოცემულია ნავთობის გამოხდის ერთ-ერთი ტექნოლოგიური სქემა. ამგვარად მიიღება ფრაქციები, რომლებიც განსაზღვრულ ტემპერატურულ ინტერვალში გამოიხდება.

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ სხვადასხვა ქვეყანაში ნავთობის ფრაქციების ტემპერატურული ინტერვალი განსხვავებულია. ზოგიერთ შემთხვევაში განსხვავებაა ფრაქციების სახელწოდებებს შორისაც.

თავი 2 ნავთობი და მისი პროდუქტები, ბუნებრივი აირი



ნახ. 2.31. ნავთობის ფრაქციული გამოხდის ტექნოლოგიური სქემა.

ნავთობის გამოხდისას, პირველ რიგში, გამოიყოფა ნარევი აირადი ნახშირწყალბადებისა (C_1-C_4), რომელთა დუღილის ტემპერატურა 40°C -ს არ აღემატება. ეს ნარევი სანვავად გამოიყენება.

ამის შემდეგ, $40-200^\circ\text{C}$ ტემპერატურულ ინტერვალში მიიღება ყველაზე დაბალმდულარე ფრაქცია — **ბენზინი**, რომელიც C_5-C_{11} ნახშირწყალბადებს შეიცავს. ამ ფრაქციის შემდგომი გამოხდით გამოყოფენ პეტროლეინის ეთერისა ($40-70^\circ\text{C}$) და ბენზინის ($70-200^\circ\text{C}$) ქვეფრაქციებს. პეტროლეინის ეთერი გამოიყენება გამხსნელად ლაქ-საღებავების წარმოებაში, ქიმიკატში (ლაქების ამოსაყვანად) და ა. შ. ბენზინს კი საავტომობილო და საავიაციო სანვავად იყენებენ.

შემდეგი ფრაქციაა **ლიგროინი**, რომელსაც **ნაფთასაც** უწოდებენ. ეს ფრაქცია C_8-C_{14} ნახშირწყალბადებს შეიცავს და $150-250^\circ\text{C}$ ტემპერატურულ ინტერვალში დუღს. ლიგროინი ტრაქტორების სანვავად გამოიყენება.

ფრაქციას, რომელიც $C_{12}-C_{18}$ ნახშირწყალბადებს შეიცავს, **ნავთის** უწოდებენ. ნავთის ფრაქცია $180-300^\circ\text{C}$ დიაპაზონში დუღს. ნავთი დიდი ხნის განმავლობაში ყოველდღიურ ცხოვრებაში გამოიყენებოდა, მაგალითად, საჭმლის მოსამზადებელ და გამათბობელ ნავთქურებში, ასევე ნავთის ლამფებში — გასანათებლად. ამჟამად ის ძირითადად რეაქტიული ძრავების სანვავად გამოიყენება.

275°C -ზე და უფრო მაღალ ტემპერატურაზე იხდება **გაზოილის** ფრაქცია, რომელიც $C_{14}-C_{25}$ ნახშირწყალბადებისაგან შედგება. ამ ფრაქციისაგან მზადდება დიზელის ძრავების სანვავი.

ნავთობის გამოხდის შემდეგ რჩება **მაზუთი** — შავი ფერის ბლანტი სითხე, რომელსაც საქვებზე დანადგარებში სანვავად იყენებენ. ასევე შესაძლებელია მაზუთის გამოხდა შემცირებულ წნევაზე, რომლის დროსაც მიიღება ალკანების სხვადასხვა ნარევი, მაგალითად, საცხებ-საპოხი საშუალებები, სამანქანო ზეთი, ვაზელინი, პარაფინი და სხვ. მაზუთის გამოხდის შემდეგ რჩება **გუდრონი**, რომელსაც გადაამუშავების შემდეგ საგზაო მშენებლობაში იყენებენ.



კითხვები და დავალებები:

როგორც გვახსოვს, ფრაქციული გამოხდის ტექნოლოგიას ჰაერის კომპონენტების გამოსაცალკევებლადაც იყენებენ. შეადარეთ ნავთობისა და ჰაერის ფრაქციული გამოხდის ტექნოლოგიები.

2.13

გარემოს ქიმიური დაბინძურება

გარემოს ქიმიური დაბინძურება გლობალური ეკოლოგიური პრობლემაა, რომელიც გამოწვეულია როგორც ბუნებრივი ფაქტორებით (ნახ. 2.32), ასევე ადამიანის საქმიანობით, ანუ ანთროპოგენური ფაქტორებით (ნახ. 2.33).

ბუნებრივი მოვლენები: ვულკანები, მტვრიანი ქარიშხლები, ტყის ხანძრები და სხვა ბუნებრივი კატაკლიზმები ხშირად იმდენად მასშტაბურია, რომ გარემოს სერიოზულ ზიანს აყენებს. მაგალითად, ვულკანების მიერ ამოფრქვეული ფერფლი, მტვერი და ტოქსიური ნივთიერებები გარემოში იფანტება და სავალალო შედეგებს იწვევს. ცნობილია ფაქტი, როდესაც ვულკანის ამოფრქვევის შედეგად ფერფლის ნაწილაკებისგან წარმოქმნილმა „მშრალმა ნისლმა“ თვითმფრინავების ფრენაც კი შეზღუდა. თუ გავითვალისწინებთ, რომ დედამიწაზე 600-მდე მოქმედი ვულკანია, ადვილი მისახვედრია, რომ მათი წილი გარემოს დაბინძურებაში საკმაოდ დიდია.



ნახ. 2.32. ბუნებრივი კატაკლიზმები.

ანთროპოგენური ფაქტორების გარემოზე ზემოქმედება დაკავშირებულია სხვადასხვა ქიმიური ნაერთის წარმოებასა და გამოყენებასთან. მსოფლიოში ყოველწლიურად ასობით მილიონი ტონა ქიმიური პროდუქტი ინარმოება, რაც გარემოში ტოქსიკური დამაბინძურებლების მოხვედრას განაპირობებს.



ნახ. 2.33. ანთროპოგენური ფაქტორების გარემოზე ზემოქმედება.

გარდა წარმოებისა, გარემოში ტოქსიკური ნაერთების გაბნევის მიზეზია ადამიანის ყოველდღიური საქმიანობაც. დავაკვირდეთ, თუ რა რაოდენობით მოვიხმართ საყოფაცხოვრებო ქიმიის საშუალებებს (მაგალითად, სარეცხ და საწმენდ ფხვნილებსა და სითხეებს, მათეთრებლებს, სადეზინფექციო ხსნარებსა და სხვ.), პესტიციდებს, შესაფუთ მასალებს, ნავთობპროდუქტებს, მედიკამენტებს, ელემენტებს, აკუმულატორებს და ა. შ.

სადღეისოდ გარემოს ქიმიური დაბინძურების მასშტაბებმა საგრძნობლად გადააჭარბა ბუნებრივ აღდგენით პროცესებს, რაც, პირველ რიგში, უარყოფითად აისახება ცოცხალ ორგანიზმებზე.

გავეცნოთ გარემოს მნიშვნელოვან დამაბინძურებლებს.

თავი 2 ნავთობი და მისი პროდუქტები, ბუნებრივი აირი

ნავთობი

ნავთობის მოპოვება მსოფლიო ეკონომიკისა და წარმოებისათვის უმნიშვნელოვანესი პროცესია. მოპოვებისა და ტრანსპორტირებისას ხშირია ნავთობის დაღვრის შემთხვევები. ფიზიკური თვისებებიდან გამომდინარე (წყალზე მსუბუქი და მასში უხსნადია) ნავთობი წყლის ზედაპირს აფსკის სახით ეფინება და წყლის ბინადრებს ჟანგბადის წყაროს უხშობს. გარდა ამისა, ის უშუალოდ ეკვრის ცხოველებს სხეულის ზედაპირზე (ნახ. 2.34).



ნახ. 2.34. ნავთობით დაბინძურება და მისი შედეგები.

ბენზოლი

ბენზოლი და მისი ჰომოლოგები ძლიერ ტოქსიკური ნაერთებია. 1980 წლიდან აშშ-ში, დიდ ბრიტანეთსა და ევროკავშირის ქვეყნებში მაღალი ტოქსიკურობის გამო ბენზოლის წარმოება და გამოყენება მკვეთრად შეიზღუდა. ბენზოლი 20 ყველაზე საშიში ნაერთის სიაში მე-6 ადგილზეა ტოქსიკურობისა და გავრცელების ჯამური ეფექტით. მიუხედავად ამისა, ყოველწლიურად მილიონამდე ტონა ბენზოლი იწარმოება. ამიტომ ის ერთ-ერთ ყველაზე პრობლემურ ეკოლოგიურ დამაბინძურებლად რჩება.

პესტიციდები

პესტიციდები მცენარეთა მავნებლების საწინააღმდეგო პრეპარატების საერთო სახელწოდებაა (ნახ. 2.35). ისინი გარემოს ყველაზე უფრო გავრცელებული დამაბინძურებლებია. ამჟამად პესტიციდებს მიეკუთვნება 1000-ზე მეტი ნაერთი, რომლებიც ქიმიურ ნივთიერებათა სხვადასხვა კლასს წარმოადგენს. პესტიციდების უაღრესად ფართო მოხმარება გარემოში მათ მასშტაბურ გავრცელებას იწვევს. სხვადასხვა პესტიციდით დაბინძურებულია სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების უზარმაზარი ტერიტორიები, გრუნტის წყლები, წყალსატევები და ა. შ. პესტიციდების შემადგენელი კომპონენტები უმეტეს შემთხვევაში უაღრესად ტოქსიკური ნაერთებია, რომლებიც ადვილად ხვდება კვებით ჯაჭვში და მრავალი დაავადების მიზეზი ხდება. ამ მხრივ განსაკუთრებით საშიშია ქლორის შემცველი ორგანული ნაერთები.



ნახ. 2.35. პესტიციდები და მათი გამოყენება.

ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებები

ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებები, რომლებიც ჩვენ მიერ ყოველდღიურ ცხოვრებაში მოხმარებულ სარეცხ საშუალებათა ძირითადი შემადგენელი ნაწილია, წყლის ქიმიური დაბინძურების ყველაზე მნიშვნელოვან წყაროს წარმოადგენს. იგი ამცირებს წყლის ზედაპირულ დაჭიმულობას, რაც ქაფის წარმოქმნას აადვილებს, ეს კი წყლის ბინადრებზე ძალზე ნეგატიურად ზემოქმედებს (ნახ. 2.36).



ნახ. 2.36. ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებების მიმართ საყოფაცხოვრებო და სამრეწველო მოთხოვნილება ძალზე დიდია. ამ ნაერთების ფართო გამოყენებამ ბევრი სამრეწველო ქალაქის მდინარეებსა და წყალსატევებში ქაფის დაგროვება გამოიწვია.

მძიმე მეტალები

ეკოლოგიურ ქიმიასში მძიმე მეტალებს უწოდებენ ისეთ მეტალებს, რომელთა სიმკვრივე 5 გ/სმ^3 -ს აღემატება. ადამიანი სამრეწველო საქმიანობაში აქტიურად იყენებს 35 სხვადასხვა მეტალს, რომელთაგან 23 მძიმე მეტალია. ეს ელემენტები განსაზღვრული, მცირე რაოდენობით ცოცხალი ორგანიზმის აუცილებელ კომპონენტებს წარმოადგენს, მაგრამ ნებისმიერი მათგანის ჭარბი კონცენტრაცია მწვავე ან ქრონიკულ მონამვლას იწვევს. სადღეისოდ ყველაზე მნიშვნელოვან ეკოლოგიურ პრობლემებს, ტყვიის, ვერცხლისწყლის, კადმიუმის, ქრომისა და ზოგიერთი სხვა მძიმე მეტალის შემცველი ნაერთების გარემოში მოხვედრა იწვევს. მძიმე მეტალების შემცველ ნაერთებთან ერთად, გარემოს მნიშვნელოვან დამაბინძურებლად განიხილება მეტალოიდების – დარიშხანისა და სელენის შემცველი ნაერთებიც.

ტყვიის (Pb) ნაერთებით გარემოს დაბინძურება უშუალო კავშირშია მათ გამოყენებასთან. განსაკუთრებით დიდი რაოდენობით ტყვია გარემოში ხვდება ე. წ. „ეთილირებული ბენზინის“ გამოყენებისას, როდესაც ბენზინის ოქტანობის მოსამატებლად, ტყვიის ნაერთებს უმატებდნენ. ტყვიით გარემოს დაბინძურებას იმდენად მასშტაბური ხასიათი ჰქონდა, რომ ასეთი ბენზინის გამოყენება ბევრ ქვეყანაში აიკრძალა. გარემოში ტყვიის მოხვედრის წყაროა ასევე ტყვიის შემცველი საღებავები, რომლებიც ფართოდ გამოიყენებოდა, ვიდრე ტყვიის ტოქსიკურობაზე გაამახვილებდნენ ყურადღებას. სადღეისოდ ტყვიით გარემოს დაბინძურება აკუმულატორებში ტყვიის გამოყენებას უკავშირდება.

თავი 2 ნავთობი და მისი პროდუქტები, ბუნებრივი აირი

დარიშხანი (As) ყველაზე ტოქსიკურია იმ ელემენტებს შორის, რომლებსაც ადამიანი თავისი მოღვაწეობის სხვადასხვა სფეროში იყენებს. დარიშხანის ყველა ნაერთი მომწამლავია. გაცხელებისას ისინი იშლება და დარიშხანის მომწამლავი ორთქლი გამოიყოფა. დარიშხანი, როგორც მეტალოიდი, გამოიყენება ნახევარგამტარების დასამზადებლად, ამიტომ მოიპოვება და გადამუშავდება დიდი რაოდენობით. სწორედ ესაა დარიშხანის შემცველი ნაერთების გარემოში მოხვედრის მიზეზი.

ჰაერში მოხვედრილი ზოგიერთი აირადი ნივთიერება, ისეთიც კი, რომელიც ყოველთვისაა ატმოსფეროში, გარკვეული კონცენტრაციის ზევით საშიში ტოქსიკანტი ხდება. კერძოდ, გარემოსათვის სერიოზული ზარალის მიყენება შეუძლია ნახშირბადის, გოგირდისა და აზოტის ოქსიდებს, ოზონს, მეთანს, გოგირდწყალბადსა და სხვა აირებს.

ნახშირბადის მონოოქსიდი (CO) ნახშირბადშემცველი ნაერთების არასრული წვის დროს წარმოიქმნება, ერთ-ერთი ყველაზე ტოქსიკური აირადი დამაბინძურებელია. გავიხსენოთ, რომ მას „მხუთავ აირს“ უწოდებენ, რადგან სისხლის ჰემოგლობინს უკავშირდება და ჟანგბადის უკმარისობას იწვევს. დღესდღეობით ატმოსფეროში დაახლოებით 60 მილიონი ტონა ნახშირბადის მონოოქსიდი.

CO-ს ანთროპოგენური წარმოქმნა, უპირველეს ყოვლისა, საწვავის წვასთანაა დაკავშირებული. ამ მხრივ ავტომობილი ერთ-ერთ პირველ ადგილზეა (ნახ. 2.46).

ატმოსფეროში, როგორც ღია სივრცეში, ნივთიერებები სწრაფად გადაადგილდება და განზავდება, ამიტომ ავტომობილების გამონაბოლქვში შემავალი CO ჰაერში საშიში რაოდენობით არ უნდა გროვდებოდეს. მიუხედავად ამისა, ზოგიერთ პირობებში CO-თი ჰაერის ლოკალურმა დაბინძურებამ შეიძლება განსაკუთრებით საშიშ ზღვრებს მიაღწიოს. ეს ხდება, მაგალითად, დიდი ქალაქებისა და ავტომანქანების თავზე, როდესაც გარემო პირობების ზემოქმედებით ჰაერის მასების გადაადგილება იზღუდება.

ატმოსფეროს სხვა დამაბინძურებლებს შემდეგ პარაგრაფში გავეცნობით.



ნახ. 2.37. შიდაწვის ძრავებში წვის ოპტიმალური პირობები მხოლოდ გარკვეულ სამუშაო რეჟიმში მიიღწევა, როდესაც ძრავის სიმძლავრე დაახლოებით 75%-ით გამოიყენება.

CO-ს გამოყოფა ამ დროს მინიმალურია. ყველა დანარჩენ შემთხვევაში, განსაკუთრებით კი ახლადამუშავებული ძრავის გამონაბოლქვში, CO-ს შემცველობა მაღალია. ამ დროს შესაძლებელია გამოიყოს აზოტის მონოოქსიდიც (NO). ყოველივე ზემოთ აღნიშნული აუცილებლად უნდა გაითვალისწინოს ყველა მძღოლმა.

2.14

ქიმიური დაბინძურებით გამოწვეული ეკოლოგიური პრობლემები

სათბურის ეფექტი

მიუხედავად იმისა, რომ ნახშირორჟანგი (CO₂) ჰაერის შედგენილობაში შედის და ადამიანისთვის ტოქსიკურ აირს არ წარმოადგენს, ჰაერში მისი კონცენტრაციის ზრდა საშიშია, რადგან ის მწვავე ეკოლოგიურ პრობლემას – „სათბურის ეფექტს“ იწვევს. ამ პრობლემას მე-8 კლასში უკვე გავეცანით. გავიხსენოთ, რომ ატმოსფეროში არსებული CO₂, როგორც სათბურის მინა, მზის სხივებისგან მიღებულ ენერგიას დედამიწაზე აკავებს. ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის მაღალი რაოდენობით დაგროვების შემთხვევაში ამ პროცესმა შეიძლება ისეთი მასშტაბი მიიღოს, რომ პლანეტის სითბური ბალანსი დაირღვეს და დედამიწა მართლაც სათბურს დაემსგავსოს, რასაც კლიმატის შეცვლა, გლობალური დათბობა და ამასთან დაკავშირებული სავალალო შედეგები მოჰყვება.

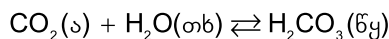
ოზონის შრის გამოფიტვა

გავიხსენოთ, რომ ოზონის შრე დედამიწაზე არსებულ ცოცხალ ორგანიზმებს მზის ულტრაიისფერი გამოსხივების მავნე ზემოქმედებისაგან იცავს. ოზონის შრის გამოფიტვა ერთ-ერთი მწვავე ეკოლოგიური პრობლემაა, რომელიც ატმოსფეროს ქიმიური დაბინძურებით, მაგალითად, ჰალოგენების შემცველი ორგანული ნაერთებითაა გამოწვეული. ეს ნივთიერებები გამოიყენება მაცივარ-დანადგარებში, დეზოდორანტებში, ცეცხლმაქრებში, მცენარეთა დაცვის საშუალებებში და სხვ. ითვლება რომ თითო ასეთი მოლეკულა 100 000-მდე ოზონის მოლეკულას შლის.

მჟავა წვიმები

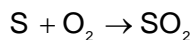
მჟავა წვიმები თანამედროვეობის უმწვავესი ეკოლოგიური პრობლემაა, თუმცა ახალი არ არის. ამას მოწმობს ფაქტი, რომ ტერმინი „მჟავა წვიმა“ პირველად რ. სმიტმა 1872 წელს გამოიყენა.

უნდა აღინიშნოს, რომ ბუნებრივი წვიმა თავადაც სუსტი მჟავა რეაქციისაა, მასში გახსნილი ნახშირორჟანგის გამო:

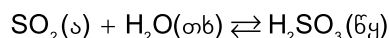


მაგრამ ბუნებრივ წვიმასთან შედარებით, მჟავა წვიმა 1000-ჯერ უფრო მჟავა ბუნებრივია. ამიტომ ნახშირორჟანგი მჟავა წვიმების წარმოქმნელ აირად არ ითვლება.

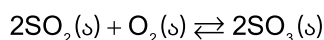
მჟავა წვიმების წარმოქმნის ძირითადი წყარო არის წიაღისეული საწვავის გამოყენება ავტომობილებსა და თბოელექტროსადგურებში. ამ დროს საწვავის შედგენილობაში მინარევის სახით არსებული გოგირდის ნაერთებიდან გოგირდის დიოქსიდი წარმოიქმნება. პირობითად ეს პროცესი შეიძლება ასე გამოვსახოთ:



წარმოქმნილი SO₂ წვიმის წყალში გახსნისას სუსტ მჟავას – გოგირდოვან მჟავას წარმოქმნის:

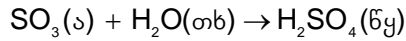


გარდა ამისა, ჰაერის ჟანგბადთან ურთიერთქმედებისას გოგირდის დიოქსიდი გოგირდის ტრიოქსიდში გადადის:



თავი 2 ნავთობი და მისი პროდუქტები, ბუნებრივი აირი

მიუხედავად იმისა, რომ ეს უკანასკნელი რეაქცია შექცევადია, მცირე რაოდენობით წარმოქმნილი SO_3 თავის მხრივ შედის წვიმის წყალთან რეაქციაში და მიიღება ძლიერი მჟავა – გოგირდმჟავა:



დადგენილია, რომ მჟავა წვიმების 60-70% გოგირდის დიოქსიდით არის გამონვეული. თუმცა ამ სახის ნალექების წარმოქმნაში ასევე მონაწილეობს აზოტის დიოქსიდი (NO_2), რომელიც, თავის მხრივ, აზოტოვან მჟავასა (HNO_2) და აზოტმჟავას (HNO_3) წყაროა.

მჟავა წვიმები აზიანებს კირქვისა და მარმარილოს ნაგებობებს, განსაკუთრებით დიდ საფრთხეს უქმნის მცენარეულ საფარს (ნახ. 2.38), იწვევს ორგანული მასალების – ტყავის, ქაღალდის, ქსოვილების, რეზინისა და საღებავების დაშლას.



ნახ. 2.38. მჟავა წვიმების შედეგები.

მჟავა წვიმები მნიშვნელოვნად აძლიერებს მეტალთა კოროზიას, რომლის არსსაც მე-8 კლასში გავეცანით. როგორც გვახსოვს, მეტალის ნაკეთობებს სხადასხვა მეთოდით იცავენ. მაგალითად, შეღებვით, კოროზიისადმი მდგრადი მეტალით დაფარვით და სხვ.

გარდა ამისა, ერთ-ერთი ეფექტური მეთოდია ე. წ. „პროტექტორული დაცვა“ – მეტალის კოროზიისაგან დაცვა უფრო აქტიური მეტალის საშუალებით. მისი არსი შემდეგია: თუ ორი მეტალი ერთმანეთს ეხება, მაშინ ტენიან გარემოში კოროზიას განიცდის ის მეტალი, რომელიც უფრო აქტიურია (ანუ მეტალთა აქტიურობის მწკრივში უფრო მარცხნივ მდებარეობს), ხოლო მეორე ნაკლებად ზიანდება. მაგალითად, თუ რკინის მილსადენს კონტაქტი ექნება ალუმინის ნაჭერთან, მაშინ რკინა ნაკლებად განიცდის კოროზიას (ნახ. 2.39).

ამავე მიზეზით, გარემოში არსებულ ალუმინის კონსტრუქციაში დაუშვებელია მასზე ნაკლებად აქტიური მეტალის, მაგალითად, სპილენძის გამოყენება, რადგან ეს ალუმინის კოროზიას დააჩქარებს და ნაკეთობა დაზიანდება.



ნახ. 2.39. ალუმინის ნაჭრები, რომლებსაც რკინის მილებზე ამაგრებენ კოროზიისაგან პროტექტორული დაცვის მიზნით.



ქიმია და მდგრადი განვითარება

ადამიანის მოღვაწეობამ, ინდუსტრიალიზაციისა და ურბანიზაციის განვითარებამ გლობალური ეკოლოგიური პრობლემები წარმოშვა, რომელთა მასშტაბურობა კაცობრიობის მომავალს რისკის ქვეშ აყენებს. აქედან გამომდინარე, ადამიანმა აწმყოს მოთხოვნების დასაკმაყოფილებლად ეკონომიკის განვითარებისა და ბუნებრივი რესურსების ათვისების ისეთ გზებს უნდა მიმართოს, რომ ამით მომავალი თაობები არ დააზარალოს. ამ თვალსაზრისს **მდგრადი განვითარების კონცეფცია** ეწოდება.

მდგრადი განვითარება ეკონომიკურ, სოციალურ და ეკოლოგიურ მიმართულებებს მოიცავს.

ეკონომიკურ ნაწილს მიეკუთვნება მიღვეადი რესურსების (ნავთობი, ბუნებრივი აირი, ქვანახშირი, მადნეული და სხვ.) მაქსიმალურად რაციონალურად ხარჯვა და ენერჯის დამზოგავი ან ალტერნატიული წყაროების (წყალბადი, მზის ენერჯია, ქარის ენერჯია, თერმული წყლები და სხვ.) მოძიება და მათი ეკონომიკურად გამართლებული მართვა.

ეკოლოგიური თვალსაზრისით უმნიშვნელოვანესია ბიოსფეროს დამაბინძურებელი ნივთიერებებისა და მასალების რაოდენობის შემცირება, ოზონის ხვრელის, „სათბურის ეფექტისა“ და მჟავა წვიმების პრობლემების მოგვარება. ასეთივე ღონისძიებებია საყოფაცხოვრებო და საწარმოო ნარჩენების შემცირება უტილიზაციისა და გადამუშავების მეშვეობით და ქიმიური ტექნოლოგიების იმგვარი განვითარება, რომელიც გარემოს დაიცავს და რესურსებს დაზოგავს.

მდგრადი განვითარების კონცეფციის გამოძახილია ქიმიის ახალი მიმართულება – **მწვანე ქიმია**, რომელიც გასული საუკუნის 90-იან წლებში ჩამოყალიბდა. მწვანე ქიმიის მიზანია ისეთი ტექნოლოგიების შექმნა, რომლებიც ქიმიურ წარმოებას ეკოლოგიურად უსაფრთხოს გახდის და, ამავდროულად, ეკონომიკურად მომგებიანი იქნება.

მწვანე ქიმიის კონცეფცია 12 ძირითად პრინციპს მოიცავს (ნახ. 2.40).



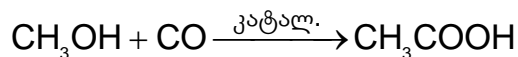
ნახ. 2.40. მწვანე ქიმიის 12 ძირითადი პრინციპი.

- უნარჩენო წარმოება – წარმოების ისეთი სისტემის შექმნა, რომელსაც ნარჩენების წარმოქმნა არ ახლავს თან. ამ პრინციპის მიხედვით, ნარჩენების მართვის ყველაზე ეფექტური მეთოდი მათი წარმოქმნის თავიდან აცილებაა.
- რაციონალური სინთეზი – სინთეზის პროცესის იმგვარად დაგეგმვა, რომ აღებული რეაგენტები მაქსიმალურად სრულად გარდაიქმნას სამიზნე პროდუქტად. ამ პრინციპს ატომთა ეკონომიურ გამოყენებასაც უწოდებენ.
- უსაფრთხო წარმოება – ქიმიური სინთეზის ისეთი პროცედურის შემუშავება, რომლის დროსაც არ გამოიყოფა ადამიანის ჯანმრთელობისა და გარემოსათვის მავნე ნივთიერებები.

თავი 2 ნავთობი და მისი პროდუქტები, ბუნებრივი აირი

- უსაფრთხო ნაერთები – გარემოსა და ადამიანის ჯანმრთელობისათვის საზიანო პროდუქტების ჩანაცვლება შედარებით უსაფრთხო ნივთიერებებით, რომლებიც იმავე ფუნქციას შეითავსებს.
- უსაფრთხო გამხსნელები – სადღეისოდ ქიმიურ სინთეზში გამოყენებული გამხსნელები გარემოს საშიშ დამაბინძურებლებს მიეკუთვნება, ამიტომ საჭიროა მაქსიმალურად შემცირდეს მათი გამოყენება, ან ჩანაცვლდეს შედარებით უსაფრთხო, ე.წ. „მწვანე გამხსნელებით“.
- ენერგოეფექტურობა – ზოგიერთი რეაქციის განხორციელებას ესაჭიროება მაღალი წნევა და ტემპერატურა, რაც დიდი რაოდენობით ენერგიის ხარჯვას მოითხოვს. ამიტომ შეძლებისდაგვარად უნდა შემცირდეს მსგავსი პროცესების საჭიროება. ეს, თავის მხრივ, შეამცირებს როგორც ენერგიის ხარჯებს, ასევე ნახშირორჟანგისა და წვის სხვა პროდუქტების გარემოში გამოყოფას.
- განახლებადი რესურსები – წარმოების პროცესში გამოყენებული რესურსები სასურველია იყოს განახლებადი, პროდუქტები და ნარჩენები კი – გადამუშავებადი. ამრიგად, თუ რაიმე სახის ნარჩენი წარმოიქმნება, მისი სხვა სახის წარმოებაში ჩართვა იქნება შესაძლებელი.
- ნაკლები თანაპროდუქტები – ორგანული ნივთიერებების სინთეზის პროცესში, ხშირად სამიზნე პროდუქტთან ერთად წარმოიქმნება სხვა ნივთიერებებიც, რომლებსაც თანაპროდუქტებს ვუწოდებთ. მწვანე ქიმიის პრინციპია, პროცესი ისე დაიგეგმოს, რომ მაქსიმალურად ავირიდოთ თავიდან თანაპროდუქტების წარმოქმნა. ეს, თავის მხრივ, ნარჩენების წარმოქმნასაც შეამცირებს.
- ეფექტური კატალიზატორები – როგორც ვიცით, კატალიზატორები ისეთი ნივთიერებებია, რომლებიც ცვლის ქიმიური რეაქციის მიმდინარეობის სიჩქარეს, თუმცა, თავად არ იხარჯება. ყოველთვის უმჯობესია, რომ რეაქცია მიმდინარეობდეს კატალიზატორის გამოყენებით. ამ შემთხვევაში პროცესი ენერგოეფექტური იქნება.
- ბიოდეგრადირებადი ნაერთები – მწვანე ქიმიის პრინციპია ისეთი ნაერთების მიღება, რომლებიც თავისი ფუნქციის შესრულების შემდეგ დაიშლება გარემოსა და ადამიანისათვის უვნებელ ნივთიერებებად.
- დაბინძურების კონტროლი – უნდა შემუშავდეს კონტროლის ისეთი სისტემა, რომელიც მომენტალურად დააფიქსირებს დაბინძურებას, ვიდრე სავალალო შედეგს მივიღებდეთ.
- ავარიების შემცირება – უნდა შემუშავდეს წარმოების ისეთი მეთოდები, რომლებიც მაქსიმალურად ამცირებს პოტენციური ხანძრების, ავეთქებების და, ზოგადად, რისკების ალბათობას.

მწვანე ქიმიის პრინციპების რეალიზაციის ერთ-ერთი თვალსაჩინო მაგალითია ძმარმუჟავას სინთეზის ახალი ტექნოლოგია, რომელიც დაფუძნებულია მეთანოლსა და ნახშირბად(III)-ის ოქსიდს შორის მიმდინარე რეაქციზე:



ამ რეაქციისათვის შერჩეულია ისეთი კატალიზატორი, რომელიც, გარდა იმისა, რომ პროდუქტის უდანაკარგოდ მიღებას უზრუნველყოფს, საერთოდ არ წარმოქმნის ნარჩენებს და ენერგიის მინიმალურ ხარჯებს მოითხოვს.

ამჟამად მწვანე ქიმიის განვითარება ხორციელდება ენერგიის განახლებადი წყაროების მოძიების, ტრადიციულად გამოყენებული ორგანული გამხსნელების ჩანაცვლების, ბიოდეგრადირებადი პოლიმერების შექმნისა და სხვა მიმართულებებით. ძალიან პერსპექტიულია ასევე ბიოტექნოლოგიური მიდგომების შემუშავება, რომელთა პრინციპია ქიმიური რეაქციის განსახორციელებლად მიკროორგანიზმებისა და მათი ფერმენტების გამოყენება.



ბენზინის დეტონაციური მედეგობა

ბენზინის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მახასიათებელია დეტონაციური მედეგობა. დეტონაცია სანვავისა და ჰაერის ნარევის შეკუმშვისას თვითაფეთქებას ნიშნავს.

რაც უფრო ძლიერი შეკუმშვის უნარი აქვს ბენზინის ორთქლისა და ჰაერის ნარევს, მით მეტია ბენზინის დეტონაციური მედეგობა.

ძრავის ნორმალური მუშაობისათვის ცილინდრში მოხვედრილი ბენზინისა და ჰაერის ნარევი შეკუმშვისას თავისით, ნაპერწკლის გარეშე არ უნდა აფეთქდეს. წინააღმდეგ შემთხვევაში ძრავის მუშაობის ეფექტურობა მცირდება და მისი დეტალები ზიანდება. ამიტომ, რაც მეტია სანვავის დეტონაციური მედეგობა, მით მეტ სიმძლავრეს განავითარებს ძრავა.

დეტონაციისადმი ყველაზე ნაკლები მედეგობა აქვს არაგანშტოებულ ალკანებს, ხოლო მეტი – განშტოებულ ალკანებს, ციკლოალკანებსა და არენებს. ბენზინის დეტონაციურ მედეგობას აფასებენ ე. წ. „ოქტანური რიცხვით“ ანუ „ოქტანობით“. ამისათვის ბენზინის ნიმუშს ადარებენ იზოოქტანისა და ნ-ჰეპტანის სტანდარტულ ნარევებს. მაგალითად, თუ ბენზინის დეტონაციური მედეგობა ისეთივეა, როგორც აქვს 98% იზოოქტანისა და 2% ნ-ჰეპტანის შემცველ ნარევს, მაშინ ამ ბენზინის ოქტანური რიცხვია 98. ბენზინის მარკა სწორედ ოქტანური რიცხვის მიხედვით განისაზღვრება, მაგალითად, „რეგულარის“ მარკის ბენზინის ოქტანობა არანაკლებ 92 უნდა იყოს, „პრემიუმის“ – 95, ხოლო „სუპერის“ – 98 (ნახ. 2.41).



ნახ. 2.41. ბენზინის მარკები.

ავტონინჟინრები მანქანის ძრავის შექმნისას გათვლას რომელიმე კონკრეტული ოქტანობის ბენზინზე აკეთებენ. ხშირად რეკომენდებული სანვავის მარკა ავტომანქანის ბენზინის ავზის ჩასასხმელ ყელთან არის მითითებული.



პლასტმასის ნაირსახეობები

პლასტმასის საიდენტიფიკაციო კოდი				
კოდი	პლასტმასის ტიპი	მაგალითები		გადა- მუშავებადი
	პოლიეთილენ-ტერეფტალატი	სასმელი და მინერალური წყლებისა და გამაგრილებელი სასმელების ბოთლები.		
	მაღალი სიმკვრივის პოლიეთილენი	რძის პროდუქციის, შამპუნებისა და ზეთის ბოთლები.		
	პოლივინილ-ქლორიდი	სარეცხი საშუალებების კონტეინერები, მილები.		
	დაბალი სიმკვრივის პოლიეთილენი	პროდუქტების შესაფუთი, ბოთლები არაგაზირებული სასმელებისათვის.		
	პოლიპროპილენი	იოგურტის, სანებლის კონტეინერები.		
	პოლისტირენი	ერთჯერადი მოხმარების ჭურჭელი.		
	სხვა პლასტმასა	წყლის დიდი მოცულობის ბოთლები, დისკები.		
	ბიოდეგრადირებადი პლასტმასა	ბიოპლასტმასის ბოთლები.		



განვლილი მასალის შეჯამება

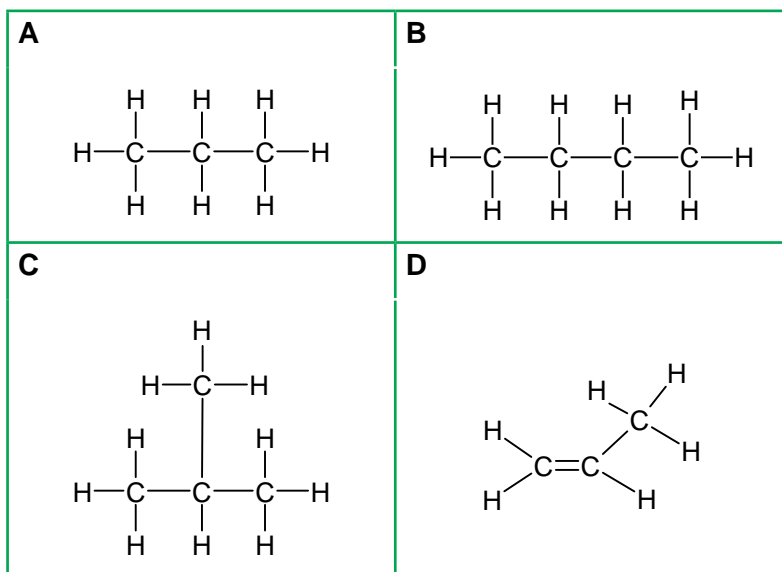
დარწმუნდით, რომ იცით:

- ელემენტი ნახშირბადი წარმოქმნის ნაერთთა მრავალმილიონიან ნაირსახეობას, რომელთაგან უმრავლესობა ორგანულ ნაერთებს წარმოადგენს და მხოლოდ მცირე ნაწილი — არაორგანულს.
- ორგანულ ნაერთთა მრავალფეროვნებას განაპირობებს ნახშირბადატომის უნარი, ნაერთებში დაუკავშირდეს სხვა ნახშირბადატომებს და სხვადასხვა სიგრძის ჯაჭვი წარმოქმნას.
- ბევრი ორგანული ნაერთი ერთი და იმავე შედგენილობისაა, მაგრამ ერთმანეთისაგან აღნაგობით განსხვავდება, ამ მოვლენას იზომერია ეწოდება.
- ორგანული ნაერთების შედგენილობაში შემავალი ელემენტების ატომები ერთმანეთს განსაზღვრული თანმიმდევრობებით, მათი ვალენტობების შესაბამისად უკავშირდება.
- ორგანულ ნაერთებში ნახშირბადი ყოველთვის ოთხვალენტოვანია და სხვა ატომებს ძირითადად კოვალენტურად, საზიარო ელექტრონული წყვილის წარმოქმნით უკავშირდება.
- ორგანული ნაერთების თვისებები დამოკიდებულია არამარტო მათი მოლეკულების შედგენილობაზე, არამედ მოლეკულაში ატომთა შეერთების თანმიმდევრობაზეც.
- ორგანულ ნაერთთა უმარტივესი კლასი არის ნახშირწყალბადები – ნახშირბადისა და წყალბადის ნაერთები.
- ნახშირწყალბადები ცალკეულ კლასებად იყოფა. ასხვავებენ ნაჯერ, უჯერ და არომატულ ნახშირწყალბადებს.
- ალკანები ნახშირწყალბადებია, რომელთა მოლეკულებში ნახშირბადატომები ერთმანეთთან დაკავშირებულია ერთმაგი ბმებით. მათი ზოგადი ფორმულაა C_nH_{2n+2} .
- ნაჯერი ნახშირწყალბადები ქმნის ალკანების ჰომოლოგიურ რიგს, რომელიც მსგავსი ქიმიური თვისებების მქონე ნაერთების გაერთიანებას წარმოადგენს.
- ალკანების ჰომოლოგიურ რიგში მოლეკულური მასის ზრდასთან ერთად იზრდება ლღობისა და დუღილის ტემპერატურა. რიგის პირველი ოთხი წევრი ოთახის ტემპერატურაზე აირადია, მომდევნო წევრები (მე-5-დან მე-16-მდე) – თხევადი, ხოლო უფრო მეტი მასის მქონე ალკანები – მყარი ნივთიერებებია.
- უჯერ ნახშირწყალბადებში გვხვდება ერთმანეთთან ორმაგი ან სამმაგი ბმით დაკავშირებული ნახშირბადატომები. ორმაგი ბმის შემცველ ნახშირწყალბადებს ალკენებს უწოდებენ, სამმაგბმიანს კი – ალკინებს. ალკინების ზოგადი ფორმულაა C_nH_{2n-2} , ხოლო ალკინების – C_nH_{2n-2} .
- ნაჯერ ნახშირწყალბადებთან შედარებით, უჯერი ნახშირწყალბადები უფრო რეაქციის უნარიანია, რაც ჯერადი ბმის თვისებებით არის განპირობებული.
- პოლიმერი არის უზარმაზარი მოლეკულა, რომელიც ერთმანეთთან ქიმიურად დაკავშირებულ ატომთა ერთნაირ ჯგუფებს შეიცავს. მისი მოლეკულური მასა ძალიან დიდია – ის ზოგჯერ რამდენიმე მილიონს აღწევს.
- მაღალმოლეკულურ ნაერთებს, რომლებიც ბუნებაშია გავრცელებული, ბუნებრივ პოლიმერებს ანუ ბიოპოლიმერებს უწოდებენ. ბიოპოლიმერებს მიეკუთვნება ცილები, ნახშირწყლები და ნუკლეინის მჟავები.
- ციკლურ ნახშირწყალბადებს, რომელთა ზოგადი ფორმულაა C_nH_{2n-6} , არომატულ ნახშირწყალბადებს ანუ არენებს უწოდებენ. მათი უმარტივესი წარმომადგენელია ბენზოლი, რომლის ფორმულაა C_6H_6 .
- ნახშირწყალბადების უმნიშვნელოვანესი წყაროებია: ბუნებრივი და ნავთობის თანმხლები აირი, ნავთობი, ქვანახშირი.
- ნავთობი თხევადი ნახშირწყალბადების ნარევაა, რომელიც მასში გახსნილ მყარ და აირად ნახშირწყალბადებსაც შეიცავს. იგი მუქი ფერის, ზეთისებური, სპეციფიკური სუნის მქონე სითხეა, წყალზე ოდნავ მსუბუქი და მასში პრაქტიკულად უხსნადია.



შემაჯამებელი სავარჯიშოები

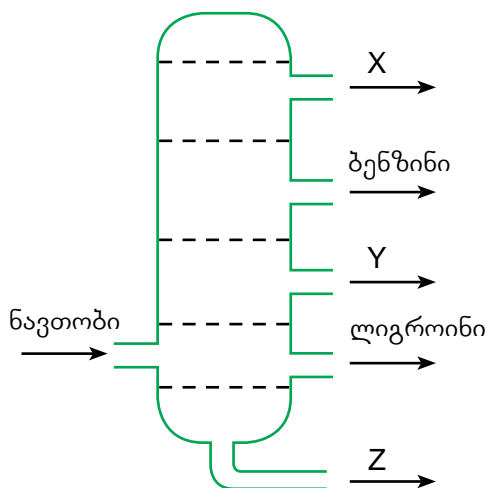
- ჩამოთვლილთაგან რომელი მიეკუთვნება ნაერთთა იმავე კლასს, რომელსაც C_3H_8 ?
 ა) CH_4 ბ) C_4H_8 გ) C_5H_8 დ) C_5H_{10}
- ოთხი ნახშირბადატომის შემცველი ალკანის ფორმულაა:
 ა) C_4H_{10} ბ) C_4H_8 გ) C_4H_6 დ) C_4H_4
- სურათზე მოცემულია A, B, C და D ნახშირწყალბადები.



- დაასახელეთ ნახშირწყალბადი A;
 - დანერეთ ნახშირწყალბად B-ს მოლეკულური ფორმულა;
 - რომელი ნახშირწყალბადები წარმოადგენს ერთ ჰომოლოგიურ რიგს?
 - რომელია უჯერი ნახშირწყალბადი? დანერეთ მისი სახელწოდება.
 - დაასახელეთ ერთი თვისება, რომელიც განასხვავებს უჯერ ნახშირწყალბადებს ნაჯერისაგან.
- მოსწავლეს ევალებოდა დაესახელებინა ორგანული ნაერთები. მან დასახელებები შეადგინა შემდეგნაირად:
 - 1,2-დიმეთილბუტანი;
 - 1,2,3-ტრიმეთილპროპანი;
 - 1-მეთილ-2,2-დიმეთილპროპანი.
 რა შეცდომა დაუშვა მოსწავლემ? დანერეთ შესაბამისი ორგანული ნაერთების სწორი დასახელებები.

თავი 2 ნავთობი და მისი პროდუქტები, ბუნებრივი აირი

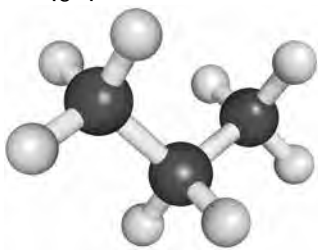
16. სურათზე მოცემულია ნავთობის ფრაქციებად დაყოფის სქემა:



რომელი ფრაქციები შეესაბამება X-ს, Y-სა და Z-ს:

	X	Y	Z
ა)	თანმხლები აირები	მაზუთი	ნავთი
ბ)	თანმხლები აირები	ნავთი	მაზუთი
გ)	ნავთი	თანმხლები აირები	მაზუთი
დ)	მაზუთი	თანმხლები აირები	ნავთი

17. რომელი ორგანული ნაერთის მოლეკულას ასახავს მოცემული ბურთულდეროვანი მოდელი?



- ა) პროპანის
- ბ) პენტანის
- გ) ოქტანის
- დ) იზობუტანის

18. ბუნებრივი აირის ძირითადი შემადგენელი კომპონენტია:

- ა) ეთანი ბ) პროპანი გ) მეთანი დ) ბუტანი

19. რომელ რიგშია მოცემული მყარი სათბობის მაგალითები?

- ა) ტორფი, ნავთობი, ქვანახშირი; ბ) მურა ნახშირი, ქვანახშირი, წყალაირი;
 გ) ანტრაციტი, ქვანახშირი, ნავთობი; დ) ტორფი, ანტრაციტი, ქვანახშირი.

20. რომელ რიგშია მოცემული მხოლოდ ალკანები:

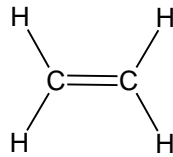
- ა) C_2H_4 ; C_2H_2 ; C_2H_6 . ბ) C_4H_{10} ; C_2H_4 ; C_2H_6 .
 გ) C_3H_6 ; C_2H_4 ; C_2H_6 . დ) C_3H_8 ; C_2H_6 ; C_4H_{10} .

21. მეთანის სრული წვის პროდუქტებია:

- ა) CO_2 და H_2O ბ) CO და H_2O გ) C და H_2O დ) CO_2 და H_2

თავი 2 ნავთობი და მისი პროდუქტები, ბუნებრივი აირი

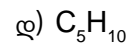
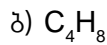
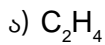
22. ეთილენის სტრუქტურული ფორმულაა:



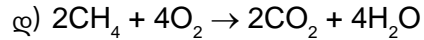
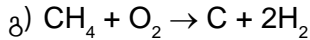
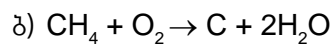
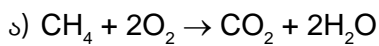
ჩამოთვლილი ორგანული ნაერთებიდან რომელი ხასიათდება ეთილენის მსგავსი ქიმიური თვისებებით?

ა)		ბ)		გ)		დ)	
----	--	----	--	----	--	----	--

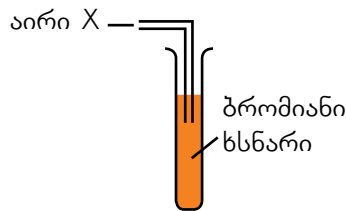
23. ჩამოთვლილთაგან რომელია ალკანის მოლეკულა?



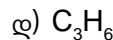
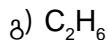
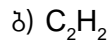
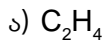
24. მოცემული რეაქციებიდან რომელი გამოსახავს მეთანის არასრულ წვას?



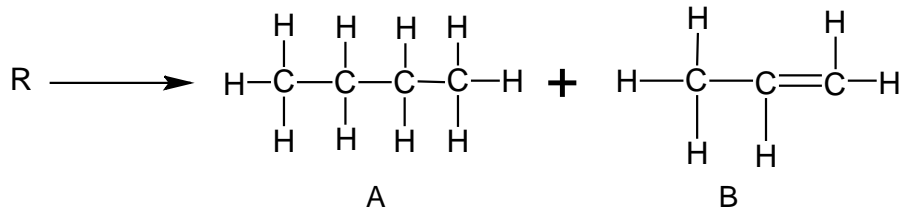
25. სურათზე მოცემული ხელსაწყო გამოიყენეს უცნობი X აირის განსაზღვრისთვის:



სინჯარაში აირის გატარების შემდეგ ბრომიანი ხსნარი არ გაუფერულდა. რომელი აირი შეიძლება იყოს X?



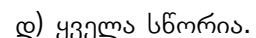
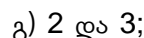
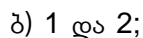
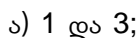
26. მოსწავლემ რეაქციის შედეგად მიიღო ორი პროდუქტი: A და B



მან გააკეთა შემდეგი დასკვნები:

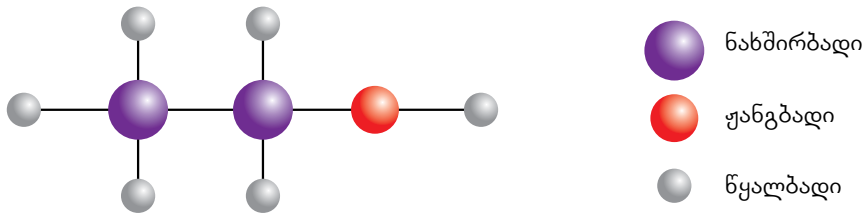
1. A ნივთიერება უჯვრია;
2. B გააუფერულებს ბრომიან ხსნარს;
3. R მოლეკულა შეიცავს ნახშირბადის 7 ატომს.

მოსწავლის მიერ გაკეთებული დასკვნებიდან რომელია სწორი?



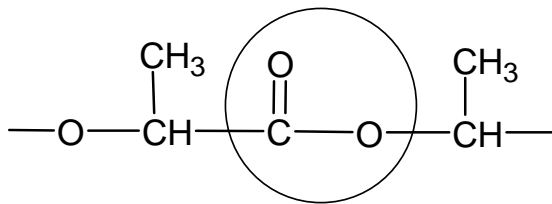
თავი 2 ნავთობი და მისი პროდუქტები, ბუნებრივი აირი

27. ორგანულ ნაერთთა რომელ კლასს მიეკუთვნება სქემაზე გამოსახული ნივთიერება:



- ა) ალდეჰიდი ბ) სპირტი გ) კეტონი დ) ეთერი

28. რომელი ფუნქციური ჯგუფია შემოხაზული ნაერთში?



- ა) ესტერის ბ) სპირტის გ) ალდეჰიდის დ) კარბონმჟავასი

29. რამდენი მოლია $1.8 \cdot 10^{22}$ მოლეკულა მეთანი?

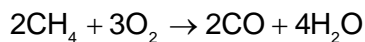
- ა) 0.003 მოლი ბ) 0.030 მოლი გ) 0.30 მოლი დ) 3 მოლი

30. მოსწავლეებმა ჩაატარეს ანალიზი ჰაერის ნიმუშისა, რომელიც აღებული იყო ქალაქში ტრანსპორტით ყველაზე გადატვირთული ადგილიდან. ნიმუშში აღმოჩნდა შემდეგი აირები:

ნახშირბად(IV)-ის ოქსიდი, ნახშირბად(II)-ის ოქსიდი, მეთანი, აზოტი, აზოტ(IV)-ის ოქსიდი, ჟანგბადი, გოგირდ(IV)-ის ოქსიდი.

- ა) რომელი ორი აირი უწყობს ხელს „სათბურის ეფექტს“?
 ბ) რომელი ორი აირია მჟავა წვიმების გამომწვევი?

31. გამოთვალეთ ნახშირბადის მონოოქსიდის მოცულობა (ნ. პ.), რომელიც გამოიყოფა 3.2 გ მეთანის არასრული წვის დროს:



32. ბუნებრივი აირის ერთ-ერთი კომპონენტია ეთანი.

- ა) შეადგინეთ ეთანის სრული და არასრული წვის რეაქციის ტოლობები;
 ბ) არასრული წვის რომელი პროდუქტია განსაკუთრებით საშიში და რატომ?

33. ტბებსა და წყალსაცავებში მჟავა წვიმები pH-ს ამცირებს, რამაც დროთა განმავლობაში, შესაძლოა, გამოიწვიოს წყალში არსებული ცოცხალი ორგანიზმების დაღუპვა. მაგალითად, pH-ის უმნიშვნელო ცვლილებაც კი გავლენას ახდენს თევზების ნორმალურ სასიცოცხლო პროცესებზე, იწვევს მათ გადაგვარებას და გამრავლების უნარიანობის შემცირებას.

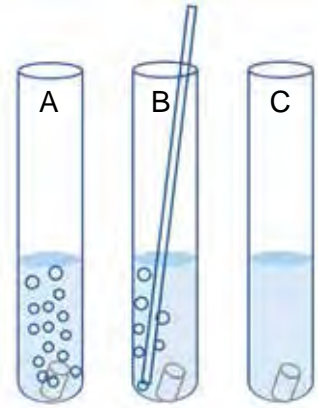
ბუნებაში წყლის pH-ის ცვლილება უმეტესად მჟავა წვიმების გამო ხდება. მჟავა წვიმების წარმოქმნა ძირითადად გამოწვეულია აირებით, რომლებიც საწვავის წვის პროცესში გამოიყოფა. ერთ-ერთი ასეთი აირია გოგირდის დიოქსიდი.

თავი 2 ნავთობი და მისი პროდუქტები, ბუნებრივი აირი

ა) შეადგინეთ რეაქციათა ტოლობები, რომლებიც გოგირდის დიოქსიდის წარმოქმნას და მისგან მჟავას ფორმირებას ასახავს.

ბ) როგორ შეიძლება შემცირდეს მჟავა წვიმების წარმოქმნა?

34. ცარცის (კალციუმის კარბონატის – CaCO_3 – ერთ-ერთი ფორმა) ნატეხზე მჟავას მოქმედების შესასწავლად მოსწავლემ ლაბორატორიაში ჩაატარა შემდეგი ექსპერიმენტი:



სამი ერთნაირი ზომის ცარცის ნატეხი მოათავსა სამ სინჯარაში (A, B და C).

1) A სინჯარას დაამატა მარილმჟავა;

2) B სინჯარას დაამატა იმავე მოცულობის წყალი და მასში მილით ჩაბერა ამონახუნთქი ჰაერი;

3) C სინჯარას დაამატა იმავე მოცულობის წყალი.

მეორე დღეს მოსწავლე დააკვირდა ექსპერიმენტის შედეგებს და ისინი ცხრილში შეიტანა:

სინჯარა	დაკვირვების შედეგები
A	ცარცი სრულად არის გახსნილი.
B	ცარცის ნატეხის ზომა მცირედით შემცირებულია.
C	ცვლილება არ შეინიშნება.

ა) შეადგინეთ A სინჯარაში მიმდინარე რეაქციის ტოლობა.

ბ) ბევრი ქანდაკება დამზადებულია მარმარილოსაგან, რომელიც ძირითადად კალციუმის კარბონატისაგან შედგება. ღია ცის ქვეშ მდებარე ასეთი ქანდაკებები ხშირად ზიანდება მჟავა წვიმების მოქმედების შედეგად. მიღებული ეფექტი მარილმჟავას მოქმედების ანალოგიურია. A სინჯარაში მიღებული შედეგების საფუძველზე ახსენით მჟავა წვიმების მოქმედების ეფექტი მარმარილოს ქანდაკებებზე.

გ) ჩათვალეთ, რომ მჟავა წვიმა აზოტმჟავას შეიცავს და შეადგინეთ მარმარილოსთან მისი ურთიერთქმედების ამსახველი ქიმიური რეაქციის ტოლობა.

დ) ცნობილია, რომ ჰაერში არსებული ნახშირბადის დიოქსიდი იხსნება წვიმის წყალში და წარმოიქმნება ნახშირმჟავა, რომელსაც ნიადაგში არსებული უხსნადი კალციუმის კარბონატი ხსნად ჰიდროკარბონატში გადაჰყავს. B სინჯარაში მიმდინარე პროცესიც ანალოგიურად მიმდინარეობს. შეადგინეთ შესაბამისი რეაქციის ტოლობა.

ე) რა არის C სინჯარაში ჩატარებული ექსპერიმენტის მიზანი?

35. მჟავა წვიმით გამოწვეული შემჟავებისას ნიადაგს უმატებენ კალციუმის ოქსიდს, რომელიც წყალში გახსნის შედეგად წარმოქმნის კალციუმის ჰიდროქსიდს.

ა) შეადგინეთ კალციუმის ოქსიდის წყალთან ურთიერთქმედების რეაქციის ტოლობა.

ბ) ჩათვალეთ, რომ ნიადაგის მჟავიანობის მატება გამოიწვია გოგირდის დიოქსიდის წყალში გახსნის შედეგად მიღებულმა მჟავამ, რომელიც შემდეგ გაანეიტრალეს კალციუმის ჰიდროქსიდით. შეადგინეთ აღწერილი პროცესის შესაბამისი რეაქციების ტოლობები.

ცხრილი I. როგორ იწერება და როგორ იკითხება ზოგიერთი ქიმიური ელემენტის სიმბოლო

სიმბოლო	ქართული სახელწოდება	ლათინური სახელწოდება	როგორ წავიკითხოთ ფორმულაში
H	წყალბადი	Hydrogenium	ჰაჰ
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

ცხრილი II. ოქსიდების მჟავებსა და ფუძეებთან შესაბამისობა

მჟავა ოქსიდი	მჟავა	ფუძე ოქსიდი	ფუძე
CO ₂	H ₂ CO ₃	Li ₂ O	LiOH
SiO ₂	H ₂ SiO ₃	K ₂ O	KOH
SO ₂	H ₂ SO ₃	Na ₂ O	NaOH
SO ₃	H ₂ SO ₄	Rb ₂ O	RbOH
P ₂ O ₅	H ₃ PO ₄	CaO	Ca(OH) ₂
N ₂ O ₃	HNO ₂	BaO	Ba(OH) ₂
N ₂ O ₅	HNO ₃	MgO	Mg(OH) ₂
CrO ₃	H ₂ CrO ₄	CuO	Cu(OH) ₂
Cl ₂ O ₇	HClO ₄	FeO	Fe(OH) ₂
Mn ₂ O ₇	HMnO ₄	MnO	Mn(OH) ₂

ცხრილი III. მჟავებისა და მარილების ნომენკლატურა

მჟავას ფორმულა	მჟავას სახელწოდება	მჟავური ნაშთის ანიონი	შესაბამისი მარილის სახელწოდება
HCl	ქლორწყალბადმჟავა	Cl ⁻	ქლორიდი
HBr	ბრომწყალბადმჟავა	Br ⁻	ბრომიდი
HI	იოდწყალბადმჟავა	I ⁻	იოდიდი
HF	ფთორწყალბადმჟავა	F ⁻	ფთორიდი
H ₂ S	გოგირდწყალბადმჟავა	S ²⁻	სულფიდი
H ₂ CO ₃	ნახშირმჟავა	CO ₃ ²⁻	კარბონატი
H ₂ SO ₄	გოგირდმჟავა	SO ₄ ²⁻	სულფატი
H ₂ SO ₃	გოგირდოვანი მჟავა	SO ₃ ²⁻	სულფიტი
HNO ₃	აზოტმჟავა	NO ₃ ⁻	ნიტრატი
HNO ₂	აზოტოვანი მჟავა	NO ₂ ⁻	ნიტრიტი
H ₃ PO ₄	ფოსფორმჟავა	PO ₄ ³⁻	ფოსფატი
H ₂ SiO ₃	სილიციუმმჟავა	SiO ₃ ²⁻	სილიკატი
CH ₃ COOH	ძმარმჟავა	CH ₃ COO ⁻	აცეტატი

ქიმიაში ხშირად გამოყენებული ერთეულები

პრეფიქსი	ნანო (ნ)	მიკრო (მკ)	მილი (მ)	სანტი (ს)	დეცი (დ)	კილო (კ)
მნიშვნელობა	10^{-9}	10^{-6}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	10^3

განზომილება	სიგრძე	დრო	მასა	მოცულობა	რაოდენობა
ერთეული	მეტრი	წამი	გრამი	ლიტრი	მოლი
აღნიშვნა	მ	წმ	გ	ლ	მოლი

სიგრძე:

$$1 \text{ მ} = 10^9 \text{ ნმ} = 10^6 \text{ მკმ} = 10^3 \text{ მმ} = 10^2 \text{ სმ} = 10^{-3} \text{ კმ}$$

დრო:

$$1 \text{ წმ} = 10^9 \text{ ნწმ} = 10^6 \text{ მკწმ} = 10^3 \text{ მწმ}$$

$$1 \text{ წთ} = 60 \text{ წმ}$$

$$1 \text{ სთ} = 60 \text{ წთ} = 3600 \text{ წმ}$$

მასა:

$$1 \text{ გ} = 10^9 \text{ ნგ} = 10^6 \text{ მკგ} = 10^3 \text{ მგ} = 10^{-3} \text{ კგ}$$

მოცულობა:

$$1 \text{ ლ} = 10^6 \text{ მკლ} = 10^3 \text{ მლ} = 1 \text{ დმ}^3 = 10^{-3} \text{ მ}^3$$

რაოდენობა:

$$1 \text{ მოლი} = 10^6 \text{ მკმოლი} = 10^3 \text{ მმოლი} = 10^{-3} \text{ კმოლი}$$

მეტალთა ელექტროქიმიური აქტიურობის მწკრივი

აქტიურობა მცირდება

Li K Ba Ca Na Mg Al Mn Cr Zn Fe Co Ni Sn Pb H Cu Hg Ag Pt Au

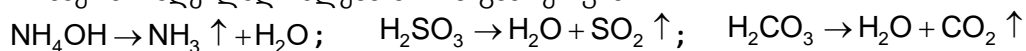
მყავებიდან წყალბადს აძევებს

მყავებიდან წყალბადს
ვერ აძევებს

მარილების, ფუძეებისა და მჟავების წყალში ხსნადობის ცხრილი

იონები	H ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Na ⁺	Ag ⁺	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Zn ²⁺	Cu ²⁺	Hg ²⁺	Pb ²⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Al ³⁺
OH ⁻		ხს*	ხს	ხს	-	ხს	მხ	უ	უ	უ	-	უ	უ	უ	უ
F ⁻	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	უ	უ	უ	მხ	მხ	ხს	უ	მხ	ხს	მხ
Cl ⁻	ხს	ხს	ხს	ხს	უ	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	მხ	ხს	ხს	ხს
Br ⁻	ხს	ხს	ხს	ხს	უ	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	მხ	მხ	ხს	ხს	ხს
I ⁻	ხს	ხს	ხს	ხს	უ	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	უ	უ	ხს	-	ხს
S ²⁻	ხს**	ხს	ხს	ხს	უ	-	-	-	უ	უ	უ	უ	უ	უ	-
NO ₃ ⁻	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს
SO ₃ ²⁻	ხს*	ხს	ხს	ხს	მხ	მხ	მხ	მხ	მხ	-	-	უ	მხ	-	-
SO ₄ ²⁻	ხს	ხს	ხს	ხს	მხ	უ	მხ	ხს	ხს	ხს	ხს	უ	ხს	ხს	ხს
CO ₃ ²⁻	ხს*	ხს	ხს	ხს	უ	უ	უ	უ	უ	-	-	უ	უ	-	-
SiO ₃ ²⁻	უ	-	ხს	ხს	უ	უ	უ	უ	უ	-	-	უ	უ	-	-
PO ₄ ³⁻	ხს	ხს	ხს	ხს	უ	უ	უ	უ	უ	უ	უ	უ	უ	უ	უ
CH ₃ COO ⁻	ხს	ხს	ხს	ხს	მხ	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	-	-

* - ნაერთი ადვილად იშლება აირის გამოყოფით:



** - ხსნარიდან აირის სახით გამოიყოფა: H₂S ↑

ხს - ხსნადი; მხ - მცირედ ხსნადი; უ - უხსნადი; „—“ - ნაერთი არ არსებობს ან წყლით იშლება.

ქიმიური ელემენტების პერიოდული ცხრილი (მოკლე)

დღეისა	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	H წყალბადი 1.01											
2	Li ლითონი 6.94	Be ბერილი 9.01	B ბორი 10.81	C ნახშირბადი 12.01	N აზოტი 14.00	O ოქსიგენი 15.99	F ფლორინი 19.00	Ne ნეონი 20.12				
3	Na ნატრიუმი 22.99	Mg მაგნიუმი 24.31	Al ალუმინი 26.98	Si სილიციუმი 28.09	P ფოსფორი 30.97	S სერენი 32.06	Cl კლორი 35.45	Ar არგონი 39.95				
4	K პოტაშის 39.10	Ca კალციუმი 40.08	Sc სკანდიუმი 44.96	Ti ტიტანიუმი 47.88	V ვანადიუმი 50.94	Cr კრომი 52.00	Mn მანგანუმი 54.94	Fe ჰემი 55.85	Co კობალტი 58.93	Ni ნიკელი 58.70		
5	Cu სპილენძი 63.55	Zn ცინკი 65.38	Ga გალიუმი 69.72	Ge გერმანიუმი 72.59	As არსენი 74.92	Se სელენი 78.96	Br ბრომი 79.90	Kr კრიპტონი 83.80				
6	Rb რუბიდიუმი 85.47	Sr სტრონციუმი 87.62	Y იტრიუმი 88.91	Zr ზირკონიუმი 91.22	Nb ნიობიუმი 92.91	Mo მოლიბდენი 95.94	Tc ტექნიციუმი 98.91	Ru რუთენიუმი 101.1	Rh როდინიუმი 102.9	Pd პალადიუმი 106.40		
7	Ag ვერცხვი 107.9	Cd კადმიუმი 112.4	In ინდიუმი 114.82	Sn სპიტი 118.69	Sb ანტიმონი 121.75	Te ტელური 127.60	Re რენიუმი 186.21	Os ოსმიუმი 190.20				
8	Cs ცეზიუმი 132.91	Ba ბარიუმი 137.33	La* ლანთანიდები 138.91	Hf ჰაფნიუმი 178.49	Ta ტანტალი 180.95	W ვოლფრამი 183.85	Rf რეფრენიუმი 186.21	Os ოსმიუმი 190.20	Ir ირიდიუმი 192.22	Pt პლატინა 195.09		
9	Au ვერცხვი 196.97	Hg წყვეტილი 200.59	Tl თლიუმი 204.37	Pb ბერილი 207.20	Bi ბიზმუტი 208.98	Po პოლონიუმი 209	At ასტათი 210	Rn რადონი 222				
10	Fr ფრანსიუმი [223]	Ra რადიუმი 226.03	Ac** აქტინიდები [227]	Rf რეფრენიუმი [261]	Db დუბნიუმი [262]	Sg სიგნიუმი [263]	Bh ბოჰრიუმი [270]	Hs ჰასიუმი [271]	Mt მოსკოვიუმი [272]	Ds დავსიუმი [273]		
11	Rg რეგენიუმი [281]	Cn კოპერნიციუმი [285]	Nh ნიჰონიუმი [286]	Fl ფლორიდინი [289]	Mc მოსკოვიდინი [288]	Lv ლუვენიუმი [293]	Ts ტენესინი [294]	Og ოგანესონი [294]				

* ლანთანიდები

58	Ce ცერინი 140.12	Pr პრომიტიუმი 140.91	Nd ნედიმიუმი 144.24	Pm პრომიტიუმი [145]	Sm სამარიუმი 150.36	Eu იუროპიუმი 151.96	Gd გადოლიუმი 157.25	Tb თერბიუმი 158.93	Dy დიზმიუმი 162.50	Ho ჰოლიუმი 164.93	Er ერბიუმი 167.26	Tm თიმოფინი 168.93	Yb იუბერიუმი 173.04	Lu ლუთეციუმი 174.97
----	------------------------	----------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	--------------------------	--------------------------	-------------------------	-------------------------	--------------------------	---------------------------	---------------------------

** აქტინიდები

90	Th თორიუმი 232.04	Pa პრომიტიუმი 231.04	U ურანიუმი 238.03	Np ნეპტუნიუმი 237.05	Pu პლუტონიუმი 244.1	Am ამერიციუმი 243	Cm კურნიუმი [247]	Bk ბერკელიუმი [247]	Cf კალიფორნიუმი [251]	Es ეისენბერგინი [252]	Fm ფერმიუმი [253]	Md მადონიუმი [258]	No ნობელიუმი [259]	Lr ლურენციუმი [262]
----	-------------------------	----------------------------	-------------------------	----------------------------	---------------------------	-------------------------	-------------------------	---------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------------------

ქიმიური ელემენტების პერიოდული სისტემა (გრძელი)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIIB	VIIIB	VIIIB	VIIIB	IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
1 H წყალბადი 1.008	2 He ჰელიუმი 4.003	3 Li ლითონი 6.94	4 Be ბერილიუმი 9.01	5 B ბორი 10.81	6 C ნახშირბადი 12.01	7 N აზოტი 14.00	8 O ბაქსალი 15.99	9 F ფორი 19.00	10 Ne ნეონი 20.18	11 Na ნატრიუმი 22.99	12 Mg მაგნიუმი 24.30	13 Al ალუმინი 26.98	14 Si სილიციუმი 28.08	15 P ფოსფორი 30.97	16 S სერენი 32.06	17 Cl კლორი 35.45	18 Ar არგონი 39.95
19 K პოტაშის კალიუმი 39.10	20 Ca კალციუმი 40.08	21 Sc სკანდიუმი 44.96	22 Ti ტიტანიუმი 47.87	23 V ვანადიუმი 50.94	24 Cr კრომიუმი 52.00	25 Mn მანგანუმი 54.94	26 Fe რკინა 55.85	27 Co კობალტი 58.93	28 Ni ნიკელი 58.69	29 Cu სპილენძი 63.55	30 Zn ცინკი 65.38	31 Ga გალიუმი 69.72	32 Ge გერმანიუმი 72.63	33 As არსენი 74.92	34 Se სელენი 78.97	35 Br ბრომი 79.90	36 Kr კრიპტონი 83.80
37 Rb რუბიდიუმი 85.48	38 Sr სტრონციუმი 87.62	39 Y იტრიუმი 88.91	40 Zr ზირკონიუმი 91.22	41 Nb ნიობიუმი 92.91	42 Mo მოლიბდენი 95.95	43 Tc ტექნიციუმი 97.91	44 Ru რუთენიუმი 101.07	45 Rh როდინიუმი 102.91	46 Pd პალადიუმი 106.42	47 Ag ვერცხვი 107.87	48 Cd კადმიუმი 112.41	49 In ინდიუმი 114.82	50 Sn სპილენძი 118.71	51 Sb ანტიმონი 121.76	52 Te ტელური 127.60	53 I იოდი 126.90	54 Xe ქსენონი 131.29
55 Cs ცეზიუმი 132.91	56 Ba ბარიუმი 137.33	57-71 La-Lu ლანთანოიდები	72 Hf ჰაფნიუმი 178.49	73 Ta ტანგსტანი 180.95	74 W ვოლფრამი 183.84	75 Rn რენიუმი 186.21	76 Os ოსმიუმი 190.23	77 Ir ირიდიუმი 192.22	78 Pt პლატინა 195.08	79 Au ურთუყვი 196.97	80 Hg მERCური 200.59	81 Tl თალიუმი 204.38	82 Pb პლუმბი 207.2	83 Bi ბისმუტი 208.98	84 Po პოლონიუმი 209	85 At ასტატი 209	86 Rn რადონი 222
87 Fr ფრანსიუმი 223	88 Ra რადიუმი 226	89-103 Ac-Lr აქტინოიდები	104 Rf რეიფენიუმი 261	105 Db დუბნიუმი 269	106 Sg სიგნიუმი 269	107 Bh ბორიუმი 270	108 Hs ჰასიუმი 271	109 Mt მიტანიუმი 273	110 Ds დავსიუმი 281	111 Rg რეიგენიუმი 281	112 Cn კოპერნიციუმი 285	113 Nh ნიჰონიუმი 286	114 Fl ფლორიუმი 289	115 Mc მოსკოვიუმი 289	116 Lv ლუვენიუმი 293	117 Ts ტენესი 293	118 Og ოგანესონი 294
<p>პერიოდული სისტემის ჯგუფები:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1-2: ალკალიური მეტალის ჯგუფი 3-10: ტრანზიტული მეტალის ჯგუფი 11-18: ალკალიური დამწვანების ჯგუფი 																	
<p>ქიმიური ელემენტების პერიოდული სისტემა (გრძელი):</p> <ul style="list-style-type: none"> 19-36: პირველი პერიოდი 37-54: მეორე პერიოდი 55-86: მესამე პერიოდი 87-118: მეოთხე პერიოდი 																	

გამოსათვლელი დავალებების პასუხები

გვ. 10, 1.1.

3. 58.8%.

გვ. 50–65, შემაჯამებელი სავარჯიშოები.

41. ბ) X – 12.5 მლ, Y – 15 მლ, Z – 16 მლ.

გვ. 73, 1.10.

1. ა) 74 გ/მოლი; ბ) 111 გ/მოლი; გ) 138 გ/მოლი; დ) 310 გ/მოლი; ე) 152 გ/მოლი; ვ) 188 გ/მოლი. 2. ა) 46 გ/მოლი; ბ) 27 გ/მოლი; გ) 154 გ/მოლი; დ) 78 გ/მოლი; ე) 17 გ/მოლი; დ) 95 გ/მოლი. 3. 102 გ/მოლი.

გვ. 78, 1.11.

1. ა) 3 მოლი; ბ) 5 მოლი. 2. ა) $6 \cdot 10^{24}$; ბ) $1.8 \cdot 10^{30}$. 3. $1.8 \cdot 10^{25}$. 4. ა) ნახშირბადი – $1.8 \cdot 10^{24}$, წყალბადი – $3.6 \cdot 10^{24}$, ჟანგბადი – $1.8 \cdot 10^{24}$; ბ) 4 მოლი; გ) 27 გ.

5.

ნივთიერება	მასა, გ	ნივთიერების რაოდენობა, მოლი	მოლეკულათა რიცხვი	ატომთა რიცხვი
C_6H_6	7.8	0.1	$6 \cdot 10^{22}$	$7.2 \cdot 10^{23}$
H_2O	9	0.5	$3 \cdot 10^{23}$	$9 \cdot 10^{23}$
CO_2	1.76	0.04	$2.4 \cdot 10^{22}$	$7.2 \cdot 10^{22}$
CH_3OH	10.56	0.33	$2 \cdot 10^{23}$	$1.2 \cdot 10^{24}$

6. ა) 153 გ; ბ) 10.8 გ; გ) 4 გ; დ) 400 გ. 7. ა) 1 მოლი; ბ) 0.1 მოლი; გ) 0.1 მოლი; დ) 0.001 მოლი. 8. ა) H_2 ; ბ) H_2 ; გ) CaO; დ) 0.1 მოლი $CaCO_3$. 9. ა) H_2O ; ბ) $CaCO_3$; გ) ტოლია; დ) O_3 .

გვ. 82, 1.12.

2. ა) ჟანგბადი; ბ) აზოტი. 3. ა) ტოლია; ბ) მეთანში.

4.

ნივთიერება	ნივთიერების რაოდენობა, მოლი	მოლეკულათა რიცხვი	მოცულობა (ნ. პ.), ლ	მასა, გ
ჟანგბადი (O_2)	3	$1.8 \cdot 10^{24}$	67.2	96
აზოტი (N_2)	0.3	$1.8 \cdot 10^{23}$	6.72	8.4
მეთანი (CH_4)	0.25	$1.5 \cdot 10^{23}$	5.6	4
ოზონი (O_3)	0.1	$6 \cdot 10^{22}$	2.24	4.8
წყალბადი (H_2)	0.2	$1.2 \cdot 10^{23}$	4.48	0.4
ამიაკი (NH_3)	0.5	$3 \cdot 10^{23}$	11.2	8.5

გვ. 85, 1.13.

2. 2. 3. ა) 14; ბ) 35.5; გ) 32; დ) 22. 4. ა) 1.31; ბ) 0.69; გ) 1.52; დ) 2. 5. 64.

გვ. 89, 1.14.

1. 0.1 მოლი. 2. 6 მოლი. 3. ბ) 3 მოლი; გ) 0.4 მოლი; დ) 1 მოლი. 4. 0.25 ლ ჟანგბადი და 0.5 ლ ნახშირორჟანგი.

გვ. 92, 1.15.

1. ბ) 224 ლ; გ) 9 გ; დ) 0.075 მოლი. 2. ბ) 13.44 ლ; გ) 34.2 გ; დ) 11.76 გ.
3. ბ) 0.2 მოლი; გ) 3.25 გ; დ) 1.68 ლ.

გვ. 97, 1.16

2. ბ) 0.2 მოლი; გ) 0.2 მოლი ფოსფორი. 3. 2.24 ლ. 4. ბ) 4.6 გ. 5. ბ) 46.1 გ.

გვ. 105–114, შემაჯამებელი სავარჯიშოები.

1. გ) 0.1 მოლი; დ) 2.24 ლ. 2. ბ) 2 მოლი; გ) 67.2 ლ. 3. გ) 0.224 ლ. 4. გ) 26.5 კგ.
5. გ) 0.224 ლ. 6. ბ) 7 გ. 7. ბ) 0.224 ლ. 8. ბ) კალციუმი – 0.12 მოლი, წყალი – 0.2 მოლი;
დ) 2.24 ლ. 9. ბ) 0.01 მოლი; გ) 84 გ/მოლი. 10. გ) 0.1 მოლი; დ) 1.12 ლ. 11. ბ) რკინა –
0.1 მოლი, გოგირდი – 0.125 მოლი; გ) 8.8 გ; დ) 0.8 გ. 12. გ) 1 გ; ე) 0.076 ლ.

გვ. 131, 2.5.

4. 11.2 ლ. 5. 4480 ლ.

გვ. 137, 2.7.

3. ეთანი – 80%, ეთილენი – 85.7%, აცეტილენი – 92.3%. 6. 4.48 ლ.

გვ. 162–168, შემაჯამებელი სავარჯიშოები.

14. ა) 18.4 გ; ბ) 8.96 ლ. 31. 4.48 ლ.

გამოყენებული რესურსები:

1. https://el.ge/articles/project_tasks/1/25
2. <https://www.cas.org>
3. <https://www.britannica.com>
4. <https://chem.libretexts.org>
5. <https://www.acs.org>

სურათები:

<https://www.shutterstock.com/>

<https://www.sciencephoto.com/>