

თინათინ ბუთხუზი, სოფიკო ფაცაცია,
მარინე კუჭუხიძე, თამარ ხატისაშვილი,
ლაშა ხუციშვილი

ქ ი მ ი ა

XI კლასი

მოსწავლის წიგნი

გრიფინიჭებულია საქართველოს განათლებისა და
მეცნიერების სამინისტროს მიერ 2023 წელს



გამომცემლობა „საქართველოს მაცნე“

ქიმია, XI კლასი მოსწავლის წიგნი

ავტორები:

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

რედაქტორი: გიორგი ადამია

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: info@saqmatsne.ge, sakmacne@gmail.com

www.saqmatsne.ge

© გამომცემლობა „საქართველოს მაცნე“, 2023

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

I გამოცემა, 2023 წელი

ISBN 978-9941-16-851-2

სარჩევი

თემა 1. ელექტროლიტური დისოციაცია და ხსნარები.....	6
ხსნარები.....	7
1.1 ხსნარები.....	8
1.2 წყალი, როგორც გამხსნელი	10
1.3 ნივთიერების ხსნადობაზე მოქმედი ფაქტორები	14
1.4 ნაჯერი და უჯერი ხსნარები.....	17
1.5 ხსნადობის სიდიდე.....	19
პოდაგრა და თირკმლის კენჭები.....	21
1.6 ხსნარის კონცენტრაცია.....	22
1.7 ხსნარების თვისებები.....	28
დიფუზია და ოსმოსი	30
ელექტროლიტური დისოციაცია	32
1.8 ელექტროლიტური დისოციაცია.....	33
1.9 მჟავების, ფუძეებისა და მარილების ელექტროლიტური დისოციაცია	35
1.10 მჟავებისა და ფუძეების სიძლიერე.....	38
1.11 იონური მიმოცვლის რეაქციები	42
1.12 წყლის იონიზაცია	45
1.13 pH-ის სკალა	47
1.14 ბუფერული ხსნარები	52
1.15 მარილთა ჰიდროლიზი	54
განვლილი მასალის შეჯამება	56
თირკმელები და დიალიზი.....	57
შემაჯამებელი სავარჯიშოები	59
საკვლევი ხსნარის კონცენტრაციის განსაზღვრა.....	67
თემა 2. ელექტროქიმია, ჟანგვა-აღდგენის რეაქციები.....	70
2.1 ჟანგვა-აღდგენის რეაქციები.....	71
2.2 ჟანგვა-აღდგენის რეაქციის ტოლობის შედგენა	75
2.3 გალვანური ელემენტი.....	78
2.4 ენერჯის ქიმიური წყაროები.....	82
2.5 ელექტროლიზი.....	85
2.6 წყალხსნარის ელექტროლიზი	87
განვლილი მასალის შეჯამება	91
როგორ მუშაობს მზის ელემენტი?.....	92
შემაჯამებელი სავარჯიშოები	97
შეიძლება თუ არა, ლიმონმა მოგვცეს ელექტრული დენი?.....	101
როგორ დავფაროთ მონეტა სხვა მეტალის ფენით?.....	102

თემა 3. არაორგანული ნაერთების მნიშვნელოვანი წარმომადგენლები..... 103

მეტალები და მათი ნაერთები..... 104

3.1 მეტალები გარემოში და მათი მიღება105
3.2 მეტალთა საერთო ქიმიური თვისებები 107
3.3 მეტალთა ოქსიდები და ჰიდროქსიდები.....113
3.4 მარილები118
3.5 წყლის სიხისტე..... 122
3.6 მძიმე მეტალები და გარემოს დაბინძურება..... 125

არამეტალები და მათი ნაერთები 129

3.7 არამეტალთა წყალბადნაერთების ზოგადი დახასიათება და გამოყენება.....130
3.8 გოგირდის ოქსიდები და მჟავები..... 135
3.9 ნახშირბადის ოქსიდები და მჟავები..... 139
3.10 აზოტის ოქსიდები და მჟავები 142
3.11 მინერალური სასუქები 145
3.12 არამეტალთა ოქსიდები, როგორც გარემოს დამაბინძურებლები 147
განვლილი მასალის შეჯამება 151
როგორ მოვიქცეთ, თუ თერმომეტრი გაგვიტყდა? 152
შემაჯამებელი სავარჯიშოები 156
საერთო შემაჯამებელი სავარჯიშოები 160
ცხრილი I. როგორ იწერება და როგორ იკითხება ზოგიერთი ქიმიური ელემენტის სიმბოლო 171
ქიმიაში ხშირად გამოყენებული ერთეულები 172
მეტალთა ელექტროქიმიური აქტიურობის მწკრივი 172
ელემენტთა ფარდობითი ელექტროუარყოფითობების ცხრილი 173
მარილების, ფუძეებისა და მჟავების წყალში ხსნადობის ცხრილი 174
ზოგიერთი ელემენტის აღდგენის სტანდარტული პოტენციალის ცხრილი..... 175
უსაფრთხოების წესები სასკოლო საბუნებისმეტყველო ლაბორატორიაში მუშაობის პროცესში 176
ქიმიური ელემენტების პერიოდულობის ცხრილი (გრძელი) 177
ქიმიური ელემენტების პერიოდულობის ცხრილი (მოკლე) 178
გამოსათვლელი დავალებების პასუხები 179
გამოყენებული რესურსები 181

სახელმძღვანელოში გამოყენებული პირობითი ნიშნები



– კითხვები და დავალებები



– ეს საინტერესოა



– საკვანძო კითხვები



– განვლილი მასალის შეჯამება



– შემაჯამებელი სავარჯიშოები



– ექსპერიმენტი

თემა 1. ელექტროლიტური დისოციაცია და ხსნარები



? ამ თემის შესწავლის შემდეგ შეძლებთ უპასუხოთ კითხვებს:

- რატომ არის წყალი უნივერსალური გამხსნელი?
- როგორ შევცვალოთ ხსნარის თვისებები?
- როგორ დავამზადოთ სასურველი კონცენტრაციის ხსნარი?
- რა მექანიზმით ინარჩუნებს სისხლი მუდმივ pH-ს?
- რატომ ატარებს ზოგიერთი ნივთიერების წყალხსნარი დენს?

ხსნარები



1.1

ხსნარები

ყოველდღიურ ცხოვრებაში ნივთიერებათა უმრავლესობა ნარევის სახითაა წარმოდგენილი: ბუნებრივი წყლები, ნიადაგი, ჰაერი, მედიცინაში გამოყენებული ანტისეპტიკური ხსნარები და მედიკამენტები, შენადნობები, გამაგრილებელი სასმელები, ყავა, ჩაი და სხვა (ნახ 1.1).



ნახ. 1.1. ოკეანის წყალი, ყავა, ჩაი, შენადნობები და მედიკამენტები ხსნარებს წარმოადგენს.

ხსნარი ყოველთვის შეიძლება განვიხილოთ, როგორც გამხსნელ ნივთიერებაში თანაბრად განაწილებული გახსნილ ნივთიერებათა ნაწილაკები. მაგალითად, მედიცინაში ხშირად იყენებენ ფიზიოლოგიურ ხსნარს, სისტემას, რომელიც შედგება წყლის მოლეკულებისა და, მათ შორის, თანაბრად განაწილებული ნატრიუმის ქლორიდის შედგენილობაში შემავალი იონებისაგან. ნატრიუმის ქლორიდი არის გახსნილი ნივთიერება, ხოლო წყალი – გამხსნელი. მედიცინასა და ყოველდღიურ ცხოვრებაში ხშირად გამოიყენება ანტისეპტიკური ხსნარი – იოდის სპირტხსნარი. ამ შემთხვევაში გამხსნელი არის სამედიცინო სპირტი, ხოლო გახსნილი ნივთიერება – იოდი. ზოგადად, ორი ხსნადი სითხის შემთხვევაში, გამხსნელად ითვლება ის სითხე, რომლის კონცენტრაციაც მეტია. თუმცა, როდესაც ხსნარში გვაქვს წყალი, ის ყოველთვის ითვლება გამხსნელად, ხოლო დანარჩენი კომპონენტები – გახსნილ ნივთიერებებად.

გახსნილი ნივთიერების ნაწილაკების ზომების მიხედვით ხსნარი შეიძლება წარმოადგენდეს ჭეშმარიტ ხსნარს, კოლოიდს ან სუსპენზიას. ამ სისტემებს შორის განსხვავება წარმოდგენილია 1.1 ცხრილში.

თემა 1: ელექტროლიტური დისოციაცია და ხსნარები

ცხრილი 1.1. ხსნარების კლასიფიკაცია ნაწილაკების ზომის მიხედვით.

ნარევის ტიპი	ნაწილაკების ზომა	მაგალითი	მახასიათებელი
ჭეშმარიტი ხსნარი	<1 ნმ	ზღვის წყალი, ბენზინი, ფიზიოლოგიური ხსნარი.	ჰომოგენური, გამჭვირვალე, დიდი ხნის განმავლობაში მდგრადი. გადის ფილტრებსა და ნახევრადგანვლად მემბრანაში.
კოლოიდი	1-500 ნმ	ჟელე, კვერცხის ცილა, თხევადი საპონი, შამპუნი, სახამებლის ბუბუკო, ნისლი, რძე, სისხლი.	ჰომოგენური, გამჭვირვალე, დიდი ხნის განმავლობაში მდგრადი. გადის ფილტრებში. ახასიათებს „ტინდალის ეფექტი“.
სუსპენზია	> 500 ნმ	კირიანი წყალი, ცემენტის ხსნარი, საღებავები, ხილის წვენები.	ჰეტეროგენული, არ არის გამჭვირვალე, დაყოვნების შედეგად გამოიყოფა შემადგენელი ნაწილები. შესაძლებელია დაცილება გაფილტვრით და ცენტრიფუგირებით.



კითხვები და დავალებები:

1. გადაიტანეთ ცხრილი სამუშაო რვეულში და შეავსეთ ცარიელი უჯრები.

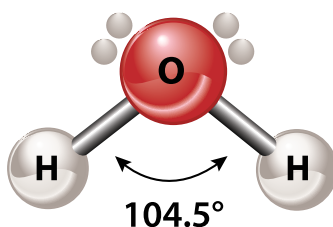
ხსნარის ტიპი	მაგალითი	გამხსნელი	გახსნილი
აირადი	ჰაერი	აზოტი	ჟანგბადი (აირი), ნახშირორჟანგი (აირი), წყლის ორთქლი (აირი) და სხვ.
		ჰაერი	მყარი ნაწილაკები და წყლის ორთქლი
	ნისლი	ჰაერი	
		წყალი	ნახშირორჟანგი (აირი)
	ზღვის წყალი		
	სუფრის ძმარი	წყალი	
	ფოლადი		ნახშირბადი (მყარი), ზოგიერთი მეტალი

1.2

წყალი, როგორც გამხსნელი

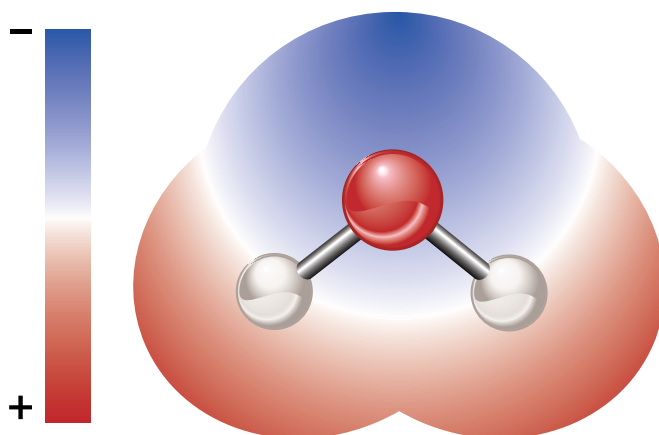
1.2.1. წყლის მოლეკულის პოლარობა

წყალი უნივერსალური გამხსნელია. სანამ გავეცნობით წყალს, როგორც გამხსნელს, განვიხილოთ მისი მოლეკულების თავისებურება. ჩვენთვის ცნობილია, რომ ჟანგბადის ატომს აქვს ექვსი სავალენტო ელექტრონი (ორი ელექტრონული წყვილი და ორი გაუწყვილებელი). გარე შრის დასასრულებლად მას სჭირდება ორი ელექტრონი, რომლებსაც უზიარებს წყალბადის თითოეული ატომი. შედეგად, ჟანგბადს შეუძლია წარმოქმნას ორი კოვალენტური ბმა. ჟანგბადის ცენტრალურ ატომს რჩება ორი თავისუფალი ელექტრონული წყვილი, რაც განაპირობებს წყლის მოლეკულის კუთხოვან აღნაგობას (ნახ. 1.2).



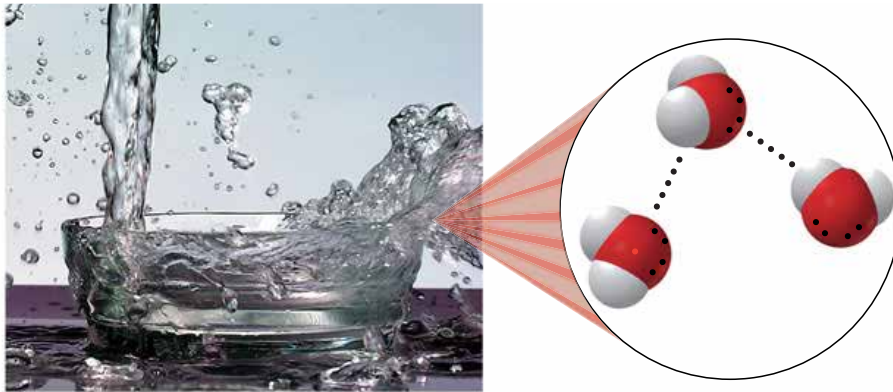
ნახ. 1.2. წყლის მოლეკულას კუთხოვანი აღნაგობა აქვს.

წყალბადსა და ჟანგბადს შორის არის პოლარულ-კოვალენტური ბმა, რომელიც გადანეულია უფრო ელექტროუარყოფითი ატომის – ჟანგბადისაკენ, რაც ბმის პოლარიზაციას იწვევს. ჟანგბადი იმუხტება ნაწილობრივ უარყოფითად, წყალბადი კი – ნაწილობრივ დადებითად. შედეგად, მოლეკულა პოლარულია. წყლის მოლეკულა დიპოლს წარმოადგენს, რომლის ერთი ბოლო დამუხტულია დადებითად, ხოლო მეორე – უარყოფითად (ნახ. 1.3). ამგვარად, წყალი პოლარული ბუნების გამხსნელია და მასში კარგად იხსნება პოლარულ-კოვალენტური და იონური ნაერთები.



ნახ. 1.3. წყლის მოლეკულა პოლარულია.

წყლის მოლეკულებს შორის წყალბადური ბმები წარმოიქმნება, რაც წყლის ერთი მოლეკულის უარყოფითი ბოლოსა და წყლის მეორე მოლეკულის დადებითი ბოლოს ურთიერთმიზიდულობის შედეგია (ნახ. 1.4).



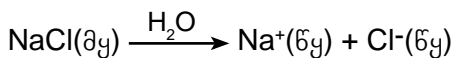
ნახ. 1.4. წყლის მოლეკულებს შორის წყალბადური ბმების.

მიუხედავად იმისა, რომ წყალბადური ბმები სუსტია, მათი არსებობა წყლის მოლეკულებს მჭიდროდ აკავშირებს ერთმანეთთან. წყალბადური ბმის არსებობა ასევე მნიშვნელოვანია ბიომოლეკულებში, როგორებიცაა: ცილები, ნახშირწყლები, დნმ და სხვ.

გახსნის პროცესი წარმოადგენს გამხსნელში ნივთიერების ნაწილაკების თანაბარ განაწილებას. გამხსნელსა და გახსნილ ნივთიერებებს შორის ურთიერთქმედება განსაზღვრავს, წარმოიქმნება თუ არა ხსნარი. ხსნარი მიიღება მხოლოდ მაშინ, როდესაც მიზიდულობა გამხსნელისა და გახსნილი ნივთიერების ნაწილაკებს შორის გადააჭარბებს ამ ნივთიერებაში არსებულ ურთიერთმიზიდულობის ძალებს.

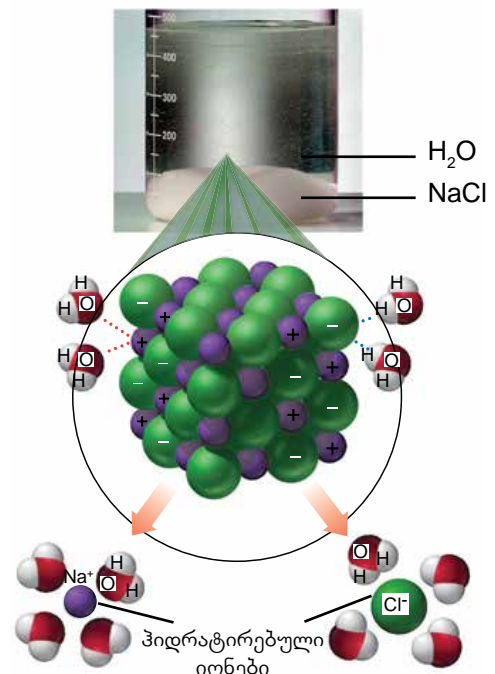
1.2.2. იონური ნივთიერებების გახსნა

როგორც გვახსოვს, წყლის მოლეკულა პოლარულია. როდესაც წყალში იონური ნაერთი, მაგალითად, ნატრიუმის ქლორიდი იხსნება, წყლის მოლეკულები უარყოფითი პოლუსით Na^+ იონებს მიიზიდავს, ხოლო დადებითი პოლუსით Cl^- იონებს. ამის შედეგად კრისტალში Na^+ და Cl^- იონებს შორის მიზიდულობის ძალა მცირდება, რის გამოც კრისტალი იწყებს დაშლას და წყლის მოლეკულებით გარშემორტყმული იონები ხსნარში ნაწილდება. ამ პროცესს ჰიდრატაცია ეწოდება, ხოლო წყალში გადასულ იონებს – ჰიდრატირებული იონები (ნახ. 1.5).



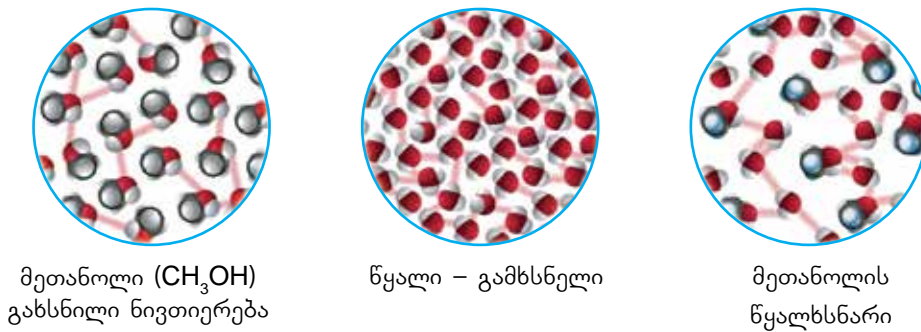
1.2.3. კოვალენტური ნაერთების გახსნა

პოლარულ-კოვალენტური ბმის შემცველი ნაერთების, მაგალითად, მეთანოლის (CH_3OH) წყალში გახსნის პროცესში მეთანოლის პოლარულ ჯგუფსა ($-\text{OH}$) და წყლის მოლეკულებს შორის წარმოიქმნება წყალბადური ბმები და მიიღება მეთანოლის წყალხსნარი (ნახ. 1.6).



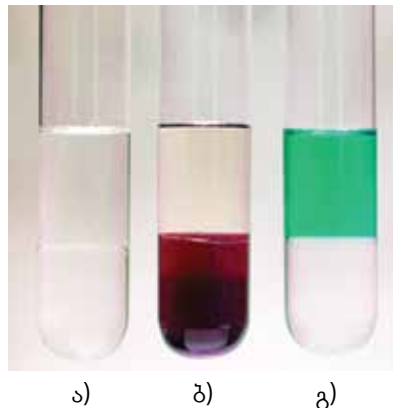
ნახ. 1.5. ნატრიუმის ქლორიდის წყალში გახსნის პროცესი.

თემა 1: ელექტროლიტური დისოციაცია და ხსნარები



ნახ. 1.6. მეთანოლის წყალხსნარში წყალბადური ბმებია.

არაპოლარული ნივთიერებები წყალში თითქმის არ იხსნება, რადგან არ არის ურთიერთქმედება წყლის პოლარულ მოლეკულებსა და გახსნილი ნივთიერების არაპოლარულ მოლეკულებს შორის. არაპოლარული ნივთიერებები კარგად იხსნება არაპოლარულ გამხსნელებში. მაგალითად, ცხიმები არ იხსნება წყალში, მაგრამ კარგად იხსნება ბენზინში, რომელიც არაპოლარული ნივთიერებების ნარევეს წარმოადგენს. განვიხილოთ ასეთი შემთხვევა: სინჯარაში მოთავსებულია წყალი და დიქლორმეთანი (არაპოლარული ორგანული ნივთიერება). სინჯარას დაამატეს იოდი, რომელიც გაიხსნა მხოლოდ დიქლორმეთანის ფენაში. ასეთივე სინჯარას დაამატეს ნიკელ(II)-ის ნიტრატი, რომელიც გაიხსნა მხოლოდ წყლის ფენაში (ნახ. 1.7).



ნახ. 1.7. მსგავსი იხსნება მსგავსში. სინჯარებში მოთავსებულია: (ა) ზედა ფენა – წყალი, ქვედა ფენა – დიქლორმეთანი (CH_2Cl_2); (ბ) ზედა ფენა – წყალი, ქვედა ფენა – დიქლორმეთანში გახსნილი იოდი; (გ) ზედა ფენა – წყალში გახსნილი ნიკელ(II)-ის ნიტრატი, ქვედა ფენა – დიქლორმეთანი.

1.2.4. სითბური მოვლენები გახსნის პროცესში

წყალში გახსნისას გახსნილი ნივთიერების ნაწილაკების ერთმანეთისგან დაცილებაზე ენერგია იხარჯება, ხოლო ჰიდრატირებული ნაწილაკების წარმოქმნისას – ენერგია გამოიყოფა. შესაბამისად, თუ დახარჯული ენერგიის რაოდენობა მეტია, ვიდრე ჰიდრატაციის დროს გამოიყოფა, ნივთიერების გახსნას თან ახლავს ხსნარის გაცივება და პროცესი ენდოთერმულია. ხოლო, თუ ჰიდრატაციის სითბო მეტია კრისტალის ნაწილაკებს შორის კავშირების განწყვეტაზე დახარჯულ ენერგიაზე, მაშინ გახსნის პროცესი, საბოლოო ჯამში, სითბოს გამოყოფით მიმდინარეობს და პროცესი ეგზოთერმულია.

ნივთიერებათა უმეტესობისათვის გახსნისას დახარჯული ან გამოყოფილი სითბოს

თემა 1: ელექტროლიტური დისოციაცია და ხსნარები

რაოდენობა იმდენად მცირეა, რომ გარეგნულად მისი შემჩნევა ძნელია. თუმცა, ზოგიერთი ნივთიერების შემთხვევაში, ეფექტი ძალიან თვალსაჩინოა. მაგალითად, თუ კალციუმის ქლორიდს გავხსნით წყალში, რომლის ტემპერატურაც არის 25°C , შეინიშნება ტემპერატურის მატება, ხოლო ამონიუმის ნიტრატს თუ იმავე ტემპერატურის წყალში გავხსნით, ამ დროს ტემპერატურა მნიშვნელოვნად მცირდება (ნახ. 1.8).



ნახ. 1.8. (ა) CaCl_2 -ის წყალში გახსნა ეგზოთერმული პროცესია, ამიტომ ელექტრონული თერმომეტრის ჩვენება იზრდება საწყისი 25°C -დან 35°C -მდე; (ბ) NH_4NO_3 -ის წყალში გახსნა ენდოთერმული პროცესია, ამიტომ ელექტრონული თერმომეტრის ჩვენება მცირდება საწყისი 25°C -დან 15°C -მდე.



კითხვები და დავალებები:

- მცირე რაოდენობით მოიმარაგეთ ჩამოთვლილი ნივთიერებები: მცენარეული ზეთი, წყალი, ძმარი, მარილი და შაქარი. შეურიეთ ეს ნივთიერებები ჩამოთვლილი თანმიმდევრობით:
 - ზეთი და წყალი;
 - წყალი და ძმარი;
 - მარილი და წყალი;
 - შაქარი და წყალი;
 - მარილი და ზეთი.დააკვირდით მიღებულ ნარევეს და უპასუხეთ კითხვებს:
 - რომელი ნარევისგან მიიღეთ ჭეშმარიტი ხსნარი?
 - რომელი ნარევისგან ვერ მიიღეთ ჭეშმარიტი ხსნარი?
 - რატომ ვერ დამზადდა ყველა ნარევისგან ჭეშმარიტი ხსნარი?
- აღწერეთ კალიუმის იოდიდის წყალხსნარის წარმოქმნის პროცესი.
- ივარაუდეთ, გაიხსნება თუ არა წყალში:
 - KCl ;
 - C_8H_{18} - ოქტანი, ბენზინის ძირითადი შემადგენელი ნაერთი. პასუხი დაასაბუთეთ.
- გაანალიზეთ ნახ. 1.7 და უპასუხეთ კითხვას: რატომ შეიფერა ბ და გ სინჯარებში მხოლოდ თითო ფენა?

1.3

ნივთიერების ხსნადობაზე მოქმედი ფაქტორები

თუ ონკანის ცივ წყალს გარკვეული დროით ოთახის ტემპერატურაზე დავაყოვნებთ, ჭურჭლის შიგა კედლებზე აირის ბუშტუკებს შევნიშნავთ (ნახ. 1.9). რა არის ამის მიზეზი? ამ კითხვაზე პასუხის გასაცემად განვიხილოთ ნივთიერების ხსნადობაზე მოქმედი ფაქტორები.



ნახ. 1.9. ოთახის ტემპერატურაზე გამობარი ონკანის წყალი.

ზოგი ნივთიერება ადვილად წარმოქმნის ხსნარებს, ზოგი კი – ძნელად, ზოგიც, პრაქტიკულად, არ იხსნება. სითხეებს, რომლებიც ერთმანეთში შერევით წარმოქმნის მდგრად ხსნარებს, შერევადი ეწოდება, მათ კი, რომლებიც მორევის შემდეგაც სწრაფად დაიყოფა – შეურევადი.

წყალში ხსნადი ნივთიერებებია: ზოგიერთი მარილი, მყავების უმეტესობა, ტუტეები, ნახშირწყლები და სხვ. წყალში უხსნადია: ზეთი, ნავთობპროდუქტები და სხვ.

ნივთიერების ხსნადობა დამოკიდებულია მთელ რიგ ფაქტორებზე, ესენია:

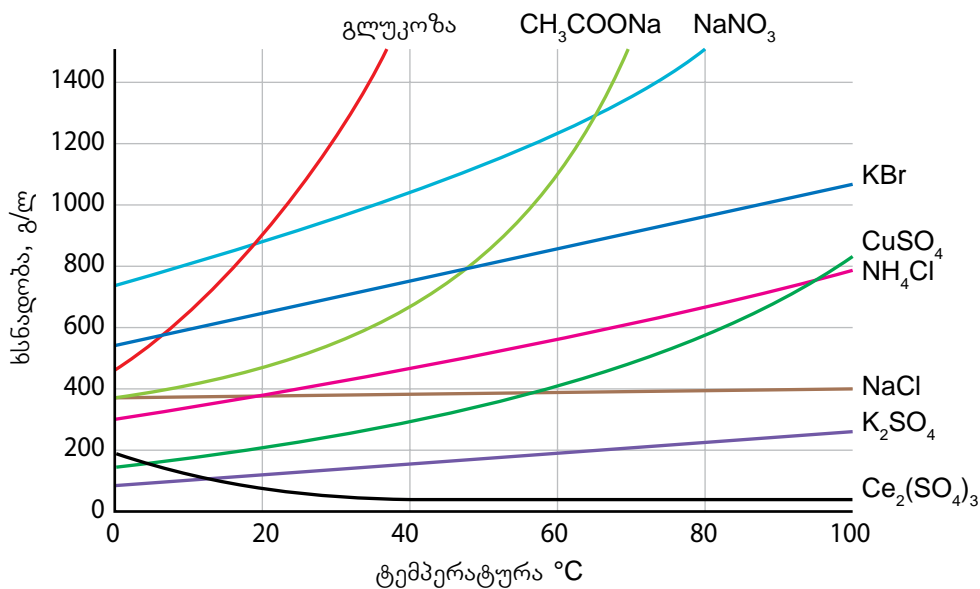
1. გამხსნელისა და გასახსნელი ნივთიერების ბუნება

ნივთიერების გახსნისას გამხსნელის მოლეკულები მოლეკულათაშორისი მიზიდულობის ძალებით უნდა დაუკავშირდეს გასახსნელი ნივთიერების ნაწილაკებს. ამიტომ კონკრეტულ გამხსნელში ის ნივთიერება გაიხსნება ადვილად, რომელთანაც გამხსნელის მოლეკულებს შეუძლია დაკავშირება. იონური ნაერთები და ასევე ნივთიერებები, რომლებიც წყლის მოლეკულის მსგავსად პოლარულია (ანუ დამუხტული ბოლოები გააჩნია), წყალში უფრო მეტი რაოდენობით იხსნება, ვიდრე ნივთიერებები, რომლებიც არაპოლარული მოლეკულებისგან შედგება (იხ. ნახ. 1.7).

2. ტემპერატურა

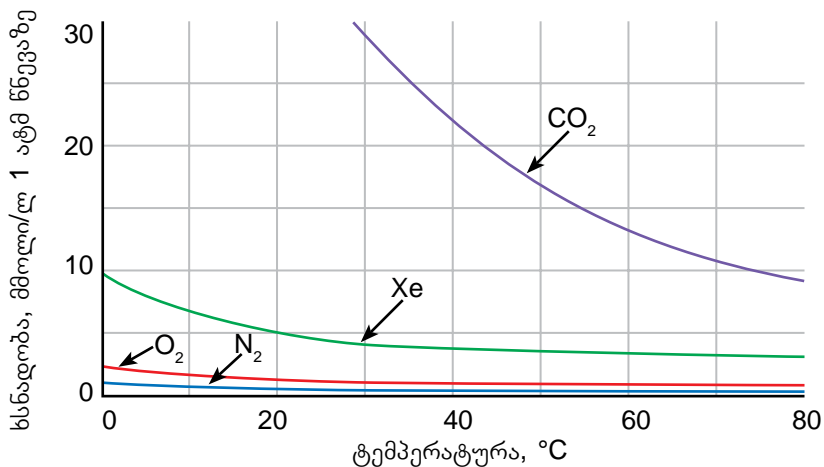
მყარი ნივთიერების წყალში გასახსნელად საჭიროა, წყლის მოლეკულებმა დაარღვიოს გასახსნელი ნივთიერების ნაწილაკებს შორის კავშირი. რაც უფრო მაღალია ტემპერატურა, მით უფრო მეტია როგორც წყლის მოლეკულების, ასევე გასახსნელი ნივთიერების ნაწილაკების მოძრაობის სიჩქარე. ეს არა მხოლოდ გახსნის პროცესის დაჩქარებას უწყობს ხელს, არამედ ზრდის გამხსნელის უნარს, ხსნარში გადაიყვანოს უფრო მეტი გასახსნელი ნივთიერება. უმეტესად მყარი ნივთიერების შემთხვევაში მაღალ ტემპერატურაზე უფრო მეტი ნივთიერება იხსნება, ვიდრე – დაბალზე, თუმცა გვხვდება გამონაკლისებიც (ნახ. 1.10).

თემა 1: ელექტროლიტური დისოციაცია და ხსნარები



ნახ. 1.10. მყარი ნივთიერებებისათვის ტემპერატურის ზრდისას ხსნადობა უმეტესად იზრდება.

აირებში საწინააღმდეგო სურათია – მათი ხსნადობა ტემპერატურის ზრდით მცირდება. ამ ფაქტს, პრაქტიკულად, ყოველდღიურად ვხვდებით, როდესაც გაზიან სასმელებს მოვიხმართ. ცივი გაზიანი სასმელიდან (ლიმონათი, მინერალური წყალი და უალკოჰოლო სასმელები) აირი უფრო ნელა გამოიყოფა, ვიდრე თბილიდან (ნახ. 1.11).

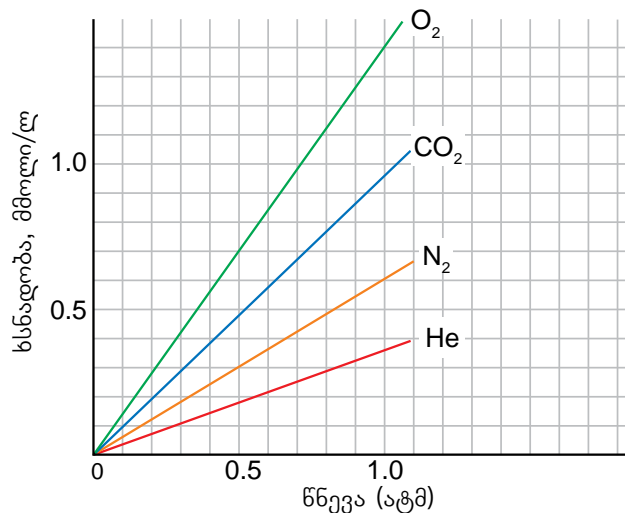


ნახ. 1.11. აირადი ნივთიერებებისათვის ტემპერატურის ზრდისას ხსნადობა მცირდება.

3. წნევა

წნევა მყარი და თხევადი ნივთიერებების ხსნადობაზე არ მოქმედებს, მაგრამ მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს აირების ხსნადობაზე. წნევის მომატებით აირის მოლეკულები თითქოს „ჩაიტენება“ წყლის მოლეკულებს შორის, ამიტომ ამ დროს მათი ხსნადობა იზრდება და, პირიქით, წნევის შემცირებისას აირის ხსნადობა მცირდება, რადგან წყლის მოლეკულები ვეღარ აკავებს აირის მოლეკულებს, რომლებიც წყლის ზედაპირიდან „ამოსხლტება“ (ნახ. 1.12).

თემა 1: ელექტროლიტური დისოციაცია და ხსნარები



ნახ. 1.12. აირთა ხსნადობა წნევის პირდაპირპროპორციულია.

გაზიან სასმელებში ნახშირორჟანგი სწორედ მაღალი წნევის პირობებშია ჩაჭირხნული. როდესაც ასეთი სასმელის ბოთლს ან ქილას ვხსნით, წნევა მცირდება, რის გამოც აირის მოლეკულები ინტენსიურად ამოდის ხსნარიდან.

ხსნადობის სიდიდე არ არის დამოკიდებული ნივთიერების დაქუცმაცების ხარისხსა და მორევის ინტენსივობაზე, რადგან ამ ფაქტორების შეცვლით იცვლება მხოლოდ გახსნის პროცესის სიჩქარე და არა გამხსნელის უნარი, გახსნას ესა თუ ის ნივთიერება.



კითხვები და დავალებები:

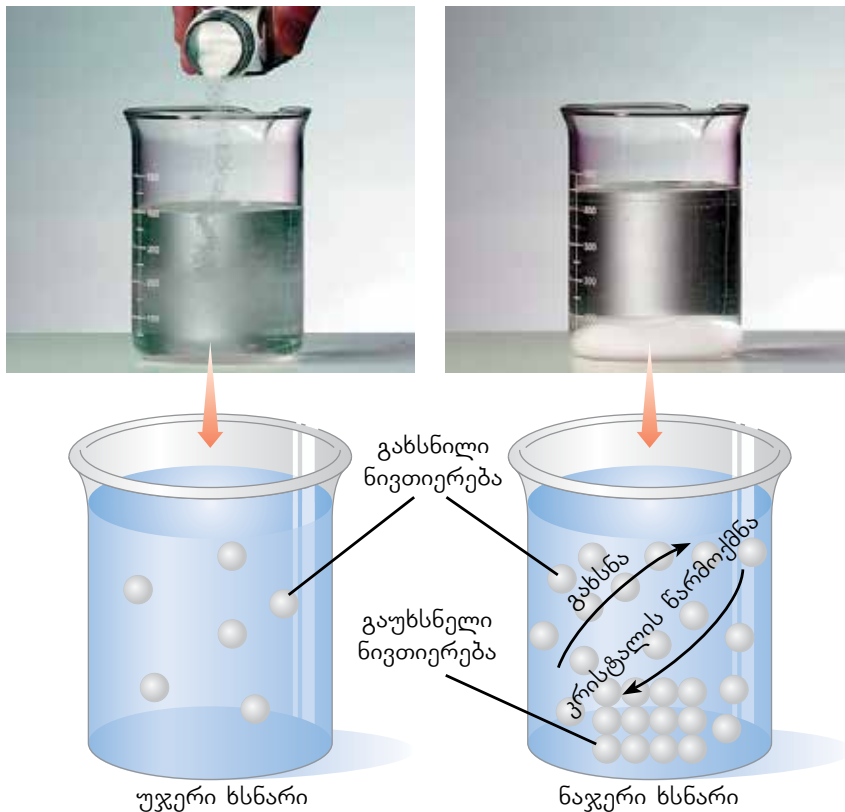
- როგორ შეიცვლება ნივთიერების ხსნადობა თითოეულ შემთხვევაში:
 - შაქრის წყალხსნარი გაცივდა 45 °C-დან 25 °C-მდე
 - ტბის წყალი, რომელშიც ჟანგბადია გახსნილი, მზეზე გათბა.
- ახსენით შემდეგი ფაქტორები:
 - ცხელ ჩაიში მეტი შაქარი იხსნება, ვიდრე ცივში;
 - გახსნილ ლიმონათს თბილ ოთახში გაზი გასდის;
 - გაზიანი სასმელის გახსნისას თბილი ქილიდან უფრო მეტი ქაფი გამოიყოფა, ვიდრე – ცივიდან.
- რატომ იხსნება იოდი ორგანულ გამხსნელებში უკეთესად, ვიდრე წყალში?
- გაანალიზეთ ნახ. 1.10 და უპასუხეთ კითხვებს:
 - რომელი ნივთიერების ხსნადობა მცირდება ტემპერატურის მომატებისას?
 - რომელი ნივთიერების ხსნადობა იცვლება უმნიშვნელოდ ტემპერატურის მომატებისას?
 - რომელი ნივთიერების ხსნადობა იზრდება ყველაზე სწრაფად ტემპერატურის მომატებისას?
- 1.11 ნახაზის მიხედვით რომელი აირის ხსნადობაზე მოქმედებს ტემპერატურის ცვლილება ყველაზე მეტად?
- 1.12 ნახაზის მიხედვით როგორ შეიცვლება (რამდენჯერ გაიზრდება ან შემცირდება) აზოტის ხსნადობა, თუ წნევა შემცირდება 1 ატმ-დან 0.5 ატმ-მდე? პასუხი დაასაბუთეთ.

1.4

ნაჯერი და უჯერი ხსნარები

გავეცნოთ, თუ რა ხდება ნივთიერების გახსნის პროცესში. ნივთიერების ჰიდრატირებული ნაწილაკები, რომლებიც გამხსნელის მთელ მოცულობაში თანაბრად არის გადანაწილებული, გადაადგილდება და, შესაძლოა, ერთმანეთს შეეჯახოს კიდევ. როდესაც ხსნარში ასეთი ნაწილაკები დიდი რაოდენობითაა, ეს შეჯახებები გახშირდება. ამის შედეგად ნაწილაკებს მოსცილდება წყლის მოლეკულები, ნაწილაკები შეერთდება და კვლავ წარმოიქმნება ისეთივე კრისტალი, როგორიც წყალში გახსნამდე იყო. თუ კრისტალების წარმოქმნის სიჩქარე მათი გახსნის სიჩქარეზე ნაკლებია, მაშინ ხსნარში ნივთიერება კიდევ შეიძლება გაიხსნას. ასეთ ხსნარს უჯერს უწოდებენ.

რაც უფრო მეტი რაოდენობის ნივთიერება გაიხსნება წყალში, მით მეტი იქნება ასეთი შეჯახებების რიცხვი. ამიტომ რალაც მომენტში დროის ერთეულში კრისტალიდან ხსნარში გადასული ნაწილაკების რაოდენობა ხსნარიდან კრისტალის სახით გამოყოფილი ნაწილაკების რაოდენობას გაუტოლდება. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, ხსნარიდან კრისტალების წარმოქმნის სიჩქარე კრისტალების გახსნის სიჩქარის ტოლი იქნება. ასეთ ხსნარში მეტი ნივთიერება აღარ გაიხსნება, ამიტომ მას ნაჯერ ხსნარს უწოდებენ (ნახ. 1.13).



ნახ. 1.13. ნაჯერი და უჯერი ხსნარები.

ვინაიდან ნივთიერების წყალში ხსნადობა ტემპერატურაზეა დამოკიდებული, უჯერი და ნაჯერი ხსნარების განმარტებები შემდეგნაირად ჩამოყალიბდება:

ხსნარს, რომელშიც ნივთიერება მოცემულ ტემპერატურაზე კიდევ შეიძლება გაიხსნას,

თემა 1: ელექტროლიტური დისოციაცია და ხსნარები

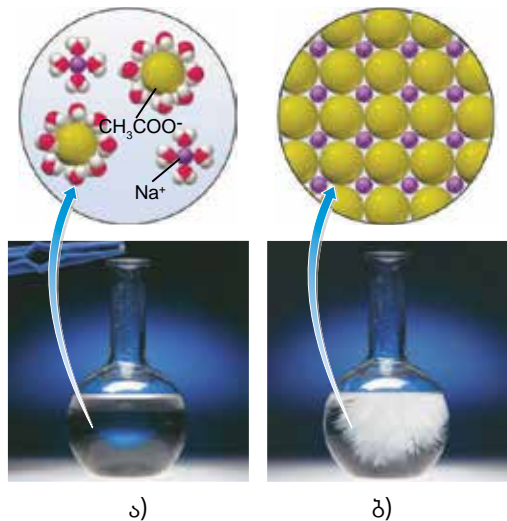
უჯერი ხსნარი ეწოდება.

ხსნარს, რომელშიც ნივთიერება მოცემულ ტემპერატურაზე მეტად აღარ იხსნება, ნაჯერი ხსნარი ეწოდება.

უჯერი და ნაჯერი ხსნარების გარდა, არსებობს ზენაჯერი ხსნარებიც.

ზენაჯერი ეწოდება ხსნარს, რომელშიც მოცემულ ტემპერატურაზე იმაზე მეტი ნივთიერებაა გახსნილი, ვიდრე მის ნაჯერობას შეესაბამება. როგორ მიიღწევა ეს? ზენაჯერი ხსნარის მისაღებად, ნივთიერებას ხსნიან მაღალ ტემპერატურაზე და შემდეგ ფრთხილად აცივებენ, რომ ამ ტემპერატურაზე ნაჯერი ხსნარის წარმოქმნით ზედმეტი ნივთიერება არ გამოკრისტალდეს. ასეთ შემთხვევაში, ნივთიერების მეტი რაოდენობაა გახსნილი, ვიდრე ამავე ტემპერატურაზე ნაჯერ ხსნარში იქნებოდა. ზენაჯერი ხსნარი შეიძლება შევადაროთ აკრობატს, რომელიც ბაგირზე დგას – საკმარისია წონასწორობა დაირღვეს, ბაგირიდან გადმოვარდება.

ასევეა ზენაჯერი ხსნარის ნაჯერში გადაყვანა – საკმარისია ასეთ ხსნარში ნივთიერების კრისტალის ჩაგდება, შენჯღრევა, მორევა, გაცივება ან მსგავსი მოქმედებები. ამ დროს შეინიშნება ხსნარიდან ნივთიერების გამოკრისტალება. ზენაჯერი ხსნარის ნაჯერ ხსნარად გადაქცევის მაგალითია თაფლის ჩაშაქრება. ახალი თაფლი შაქრებისა და სხვადასხვა ბუნებრივი ნაერთის ზენაჯერი ხსნარია, რომელიც ზამთარში, გაცივების შემდეგ, ნელ-ნელა კრისტალდება, რადგან ტემპერატურის დაწვევისას ამ ნივთიერებების ხსნადობა მცირდება (ნახ. 1.14).



ნახ. 1.14. (ა) ნატრიუმის აცეტატის ზენაჯერი ხსნარი; (ბ) ნატრიუმის აცეტატის კრისტალის დამატებისას იწყება გამოკრისტალება და დიდი ზომის კრისტალის წარმოქმნა.



კითხვები და დავალებები:

- როგორ მივიღოთ:
 - შაქრის ნაჯერი ხსნარიდან – უჯერი?
 - შაქრის უჯერი ხსნარიდან – ნაჯერი?
- თითოეულ შემთხვევაში მიუთითეთ ნაჯერია თუ არა ხსნარი?
 - ხსნარში ჩაგდებული კრისტალის ზომა აღარ იცვლება;
 - შაქრის ნატეხი მთლიანად იხსნება ჩაიში;
 - მდულარე წყალში მთლიანად გაიხსნება ერთი სუფრის კოვზი მარილი;
 - როდესაც ჩაიში ყინულის ნატეხები ჩაყარეს, ჭიქის ფსკერზე შაქარი დაილექა.

1.5

ხსნადობის სიდიდე

ხსნარის დამზადებისას მნიშვნელოვანია, ვიცოდეთ, რა მაქსიმალური რაოდენობა შეიძლება გაიხსნას გამხსნელის ერთეულ მოცულობაში. ამისათვის ექსპერიმენტულად უნდა დადგინდეს, ნივთიერების რა რაოდენობა წარმოქმნის ნაჯერ ხსნარს მოცემულ ტემპერატურაზე.

ნივთიერების მაქსიმალურ რაოდენობას, რომელიც იხსნება 1 ლ გამხსნელში მოცემულ ტემპერატურაზე და წარმოქმნის ნაჯერ ხსნარს, ხსნადობის კოეფიციენტი, ანუ ხსნადობა ეწოდება.

ნივთიერების წყალში ხსნადობა აღინიშნება S^t -ით, ან უბრალოდ S -ით. იგი გვიჩვენებს, რა მასის ნივთიერება გაიხსნება 1 ლ წყალში მოცემულ ტემპერატურაზე. მისი გამოთვლა შეიძლება ფორმულით:

$$S^t = \frac{m(\text{ნივთიერების})}{V(\text{გამხსნელის})}$$

m – არის ნივთიერების მასა გრამებში (გ), V – გამხსნელის მოცულობა ლიტრებში (ლ), ამიტომ, ხსნადობის საზომი ერთეულია გ/ლ.

მაგალითად, სუფრის მარილის ხსნადობა ოთახის ტემპერატურაზე არის $S_{NaCl}^{20^{\circ}C} = 360$ გ/ლ, რაც იმას ნიშნავს, რომ $20^{\circ}C$ -ზე სუფრის მარილის ნაჯერი ხსნარის მისაღებად საჭიროა, 1 ლ წყალში გავხსნათ 360 გ მარილი, ხოლო თუ უფრო მეტს ჩავყრით, ეს ზედმეტი გაუხსნელი დარჩება და ნაჯერ ხსნარს მივიღებთ.

წყალში ხსნადობის სიდიდის მიხედვით ნივთიერება შეიძლება იყოს:

- ხსნადი;
- მცირედ ხსნადი;
- პრაქტიკულად უხსნადი.

ხსნადს უწოდებენ ნივთიერებას, რომლის $S^{20^{\circ}C} > 10$ გ/ლ; მცირედ ხსნადი ნივთიერებებისათვის ხსნადობის სიდიდე 0.1-დან 10 გ/ლ-მდე მერყეობს, ხოლო თუ $S^{20^{\circ}C} < 0.1$ გ/ლ, მაშინ ასეთი ნივთიერება პრაქტიკულად უხსნადია. აღსანიშნავია, რომ აბსოლუტურად უხსნადი ნივთიერება არ არსებობს, რაც იმას ნიშნავს, რომ ნებისმიერი ნივთიერების თუნდაც ძალიან მცირე ნაწილი მაინც იხსნება წყალში.

ამოცანის ამოხსნის ნიმუში – 1

60 °C-ზე მოამზადეს A ნივთიერების 70 გ ნაჯერი ხსნარი. ხსნარი გააცივებს 20 °C-მდე. რა მასის ნივთიერება გამოკრისტალდება ამ დროს? 60 °C-ზე A ნივთიერების ხსნადობაა 400 გ/ლ, ხოლო 20 °C-ზე 200 გ/ლ.

მოც: $m(\text{ნაჯ. ხს}) = 70$ გ

$S^{60^{\circ}C} = 400$ გ/ლ

$S^{20^{\circ}C} = 200$ გ/ლ

უ. ვ. $m(\text{გამოკ. ნივთ}) - ?$

თემა 1: ელექტროლიტური დისოციაცია და ხსნარები

ამოხსნა:

პირველ რიგში, ვიპოვოთ გახსნილი ნივთიერების რაოდენობა საწყის ნაჯერ ხსნარში. 60°C -ზე ნივთიერების ხსნადობა არის 400 გ/ლ, რაც ნიშნავს, რომ 400 გ ნივთიერება იხსნება 1 ლ ანუ 1000 მლ წყალში. რადგან წყლის სიმკვრივე არის 1 გ/მლ, ანუ 1000 მლ წყლის მასა იქნება 1000 გ. მაშასადამე, ასეთ შემთხვევაში მიღებული ხსნარის მასა იქნება 1400 გ. შევადგინოთ პროპორცია:

60°C -ზე 1400 გ ნაჯერ ხსნარში – 400 გ გახსნილი ნივთიერება
 70 გ ნაჯერ ხსნარში – X_1 გ გახსნილი ნივთიერება

$$X_1 = 20 \text{ გ}$$

შესაბამისად, ამ ხსნარში იქნება 50 გ წყალი, რომლის მოცულობაც არის 50 მლ. 20°C -ზე ნივთიერების ხსნადობა მცირდება და არის 200 გ/ლ. ანუ 1 ლ (1000 მლ) წყალში იხსნება 200 გ ნივთიერება. შევადგინოთ პროპორცია და გამოვთვალოთ, რამდენი გრამი ნივთიერება შეიძლება გაიხსნას ამ ტემპერატურაზე 50 მლ წყალში.

20°C -ზე 1000 მლ წყალში – 200 გ გახსნილი ნივთიერება
 50 მლ წყალში – X_2 გ გახსნილი ნივთიერება

$$X_2 = 10 \text{ გ}$$

აქედან გამომდინარე, გამოკრისტალდებოდა 20 გ- 10 გ = 10 გ ნივთიერება.

პასუხი: გამოკრისტალდა 10 გ ნივთიერება.



კითხვები და დავალებები:

1. ცხრილში მოცემულია ზოგიერთი ნივთიერების ხსნადობა, ამ მონაცემების საფუძველზე უპასუხეთ შემდეგ კითხვებს:

ნივთიერება	ხსნადობა 20°C -ზე, გ/ლ	ხსნადობა 50°C -ზე, გ/ლ
KCl	340	430
NaNO_3	880	1100
შაქარი ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$)	2040	2600

1.1 ნაჯერია თუ უჯერი მოცემული ხსნარები 20°C -ზე?

- ა) 25 გ KCl-ს დაამატეს 100 გ წყალი; ბ) 11 გ NaNO_3 -ს დაამატეს 25 მლ წყალი;
 გ) 400 გ შაქარს დაამატეს 125 მლ წყალი; დ) 25 გ KCl-ს დაამატეს 50 გ წყალი;
 ე) 150 გ NaNO_3 -ს დაამატეს 75 გ წყალი; ვ) 80 გ შაქარს დაამატეს 25 მლ წყალი.

1.2 50°C -ზე დაამზადეს 200 გ ხსნარი, რომელიც 80 გ KCl-ს შეიცავს და შემდეგ გააცივეს 20°C -მდე. რამდენი გრამი მარილი დარჩება ხსნარში და რამდენი გამოკრისტალდება გაცივების შემდეგ?

1.3 20°C -ზე აიღეს 125 გ წყალი და დაამზადეს NaNO_3 -ის ნაჯერი ხსნარი.

- ა) რა მასის მარილი გაიხსნა წყალში? ბ) რა მასის მარილი გაიხსნება კიდევ ხსნარში, თუ მას გავაცხელებთ 50°C -მდე?



პოდაგრა და თირკმლის კენჭები

პოდაგრა (ანუ ნიკრისის ქარი) და კენჭები თირკმელში ისეთი დაავადებებია, რომლებიც გამოწვეულია უხსნადი ნივთიერებების დაგროვებით ორგანიზმში (ნახ. 1). ნიკრისის ქარების შეტევითი ტკივილები მაშინ იწყება, როდესაც სისხლის პლაზმაში შარდმჟავას კონცენტრაცია აღემატება მის ხსნადობას, რომელიც 37°C -ზე არის $7\text{ მგ}/100\text{ მლ}$ პლაზმაში. შარდმჟავას გაუხსნელი ნაწილი, ნემსის ფორმის კრისტალების სახით გროვდება ხრტილში, მყესებსა და რბილ ქსოვილებში, რაც იწვევს ძლიერ ტკივილებს. შარდმჟავას კრისტალები აგრეთვე გროვდება თირკმელთა ქსოვილებში, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს თირკმლის დაზიანება.

ორგანიზმში შარდმჟავას დაგროვების მიზეზებია: ა) უჯრედებში მისი წარმოქმნის მომატება; ბ) როცა თირკმელი ვერ ახერხებს მის დაშლას და გამოტანას ორგანიზმიდან; გ) კვებით რაციონში ზედმეტი პურინების (დნმ-ის შემადგენელი კომპონენტი) შეტანა, რომლებიც ორგანიზმში მეტაბოლიზდება შარდმჟავად. საკვები, რომელიც იწვევს ორგანიზმში შარდმჟავას დონის მატებას, არის: ხორციული, ზოგიერთი თევზეული, სოკო, სატაცური და ლობიო; ასევე ალკოჰოლური სასმელები. ნიკრისის ქარებს მკურნალობენ კვების რაციონის კონტროლითა და მედიკამენტებით.

თირკმლის კენჭები მყარი მასალაა, რომელიც ფორმირდება საშარდე გზებში. მათი უმეტესობა შედგება კალციუმის ფოსფატისა და კალციუმის ოქსალატისგან, ასევე შესაძლოა ქარბი შარდმჟავისგანაც. წყლის არასაკმარისი ან მინერალების გადაჭარბებული რაოდენობით მიღებისას შესაძლებელია, მინერალური მარილების დონემ გადააჭარბოს მის ხსნადობას და გამოიწვიოს თირკმლის ქვების ფორმირება. როდესაც თირკმლის კენჭი გადის საშარდე გზებში, იწვევს ძლიერ ტკივილს და დისკომფორტს, რაც საჭიროებს ტკივილგამაყუჩებლებსა და ქირურგიულ ჩარევას. ზოგჯერ, თირკმლის კენჭების დაშლის მიზნით, გამოიყენება ულტრაბგერები. თირკმლის კენჭებისადმი მიდრეკილების მქონე ადამიანებს ურჩევენ დღეში დალიონ $6-8$ ჭიქა წყალი, რათა თავიდან აიცილონ შარდში მინერალების გაჯერების დონე.



ნახ. 1. პოდაგრა და თირკმლის კენჭები – უხსნადი ნაერთების დაგროვება ორგანიზმში

1.6

ხსნარის კონცენტრაცია

წინა პარაგრაფში ხსნარები დავახასიათეთ როგორც უჯერი, ნაჯერი და ზენაჯერი, მაგრამ ეს დახასიათება ზოგადია და არაფერს გვეუბნება იმაზე, თუ კონკრეტულად რა მასის ან რაოდენობის ნივთიერებას შეიცავს ხსნარის გარკვეული მასა თუ მოცულობა. ამისათვის საჭიროა ხსნარის კონცენტრაციის ცნების შემოღება.

ხსნარის კონცენტრაცია გვიჩვენებს, რა რაოდენობის, მასის ან მოცულობის გახსნილ ნივთიერებას შეიცავს გარკვეული მასის ან მოცულობის ხსნარი. წყალხსნარების რაოდენობრივი დახასიათებისას ხსნარის კონცენტრაციის გამოსახვისათვის ხშირად იყენებენ პროცენტულ კონცენტრაციას, ანუ გახსნილი ნივთიერების მასურ წილს, ასევე მოლურ კონცენტრაციას.

1.6.1. მასური წილი

გახსნილი ნივთიერების მასური წილი, ანუ პროცენტული კონცენტრაცია გვიჩვენებს, თუ რა მასის გახსნილ ნივთიერებას შეიცავს 100 გ ხსნარი.

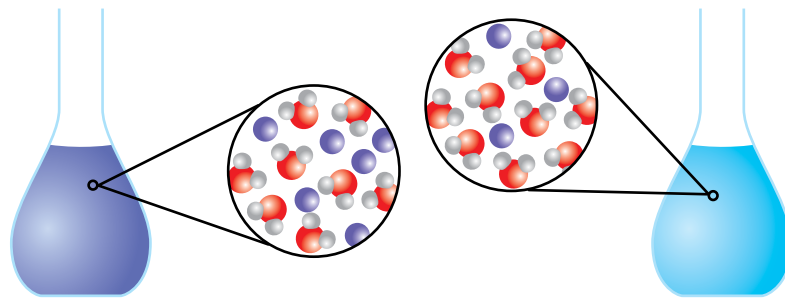
გახსნილი ნივთიერების მასური წილი გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$\omega(\text{ნ}) = \frac{m_{\text{ნ}}}{m_{\text{ბს}}}$$

სადაც $\omega(\text{ნ})$ გახსნილი ნივთიერების მასური წილია, $m_{\text{ნ}}$ – გახსნილი ნივთიერების მასა (გ-ში), ხოლო $m_{\text{ბს}}$ – ხსნარის მასა (გ-ში), რომელიც თავისთავად გახსნილი ნივთიერებისა და გამხსნელის მასების ჯამის ტოლია, წყალხსნარებისთვის: $m_{\text{ბს}} = m_{\text{ნ}} + m(\text{H}_2\text{O})$.

თუ გვსურს, რომ გახსნილი ნივთიერების მასური წილი პროცენტულად გამოვსახოთ, მაშინ ფორმულა ასეთ სახეს იღებს:

$$\omega(\text{ნ})\% = \frac{m_{\text{ნ}}}{m_{\text{ბს}}} \cdot 100\%$$



ნახ. 1.15. კონცენტრირებული და განზავებული ხსნარები.

ხსნარების კონცენტრაციის შეფასებისთვის ასევე გამოიყენება კონცენტრირებული და განზავებული ხსნარების ცნებები. კონცენტრირებულს უწოდებენ ხსნარს, რომელშიც გახსნილი ნივთიერების კონცენტრაცია მაღალია, ხოლო განზავებულია ხსნარი, თუ ის გახსნილ ნივთიერებას შედარებით მცირე რაოდენობით შეიცავს (ნახ. 1.15). ერთი და იმავე კონცენტრაციის ხსნარი შეიძლება ერთი ნივთიერებისთვის განზავებული იყოს, ხოლო მეორისათვის – კონცენტრირებული, რაც დამოკიდებულია ნივთიერების ხსნადობაზე. მაგალითად, მარილმჟავას 37%-იანი ხსნარი კონცენტრირებულია, როდესაც გოგირდმჟავას იმავე კონცენტრაციის ხსნარი განზავებულია.

თემა 1: ელექტროლიტური დისოციაცია და ხსნარები

განვიხილოთ რამდენიმე ამოცანა, რომელიც ხსნარის კონცენტრაციას ეხება:

ამოცანის ამოხსნის ნიმუში – 2

ა) 500 გ ხსნარი შეიცავს 100 გ გახსნილ ნივთიერებას. დავადგინოთ ხსნარში გახსნილი ნივთიერების მასური წილი (პროცენტებში).

მოც.: $m_{\text{ბს}} = 500$ გ

$m_{\text{გ}} = 100$ გ

უ. ვ.: $\omega(\text{გ})\%$

ამოხსნა:

$$\omega(\text{გ})\% = \frac{m_{\text{გ}}}{m_{\text{ბს}}} \cdot 100\% = \frac{100}{500} \cdot 100\% = 20\%$$

პასუხი: $\omega(\text{გ})\% = 20\%$.

ბ) რა მოცულობის წყალი და რა მასის გლუკოზაა საჭირო, რომ დავამზადოთ გლუკოზის 250 გ 5%-იანი ხსნარი?

მოც.: $m_{\text{ბს}} = 250$ გ

$\omega(\text{გ})\% = 5\%$

უ. ვ.: $m_{\text{გ}}$; $V(\text{H}_2\text{O})$

ამოხსნა:

$$\omega(\text{გ})\% = \frac{m_{\text{გ}}}{m_{\text{ბს}}} \cdot 100\% \Rightarrow m_{\text{გ}} = \frac{\omega(\text{გ})\% \cdot m_{\text{ბს}}}{100\%} = \frac{5\% \cdot 250}{100\%} = 12.5 \text{ გ.}$$

$$m_{\text{ბს}} = m_{\text{გ}} + m(\text{H}_2\text{O}) \Rightarrow m(\text{H}_2\text{O}) = m_{\text{ბს}} - m_{\text{გ}} = 250 - 12.5 = 237.5 \text{ გ.}$$

რადგან წყლის სიმკვრივე არის 1 გ/მლ, ამიტომ წყლის მოცულობა იქნება

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 237.5 \text{ მლ}$$

პასუხი: $m_{\text{გ}} = 12.5$ გ; $V(\text{H}_2\text{O}) = 237.5$ მლ.

გ) რამდენი პროცენტი ნატრიუმის ნიტრატია ნაჯერ ხსნარში 20°C -ზე, თუ ცნობილია, რომ $S_{\text{NaNO}_3}^{20^\circ\text{C}} = 850$ გ/ლ?

მოც.: $S_{\text{NaNO}_3}^{20^\circ\text{C}} = 850$ გ/ლ

უ. ვ.: $\omega(\text{NaNO}_3)\%$

ამოხსნა:

$$S_{\text{NaNO}_3}^{20^\circ\text{C}} = 850 \text{ გ/ლ} \Rightarrow m_{\text{გ}} = 850 \text{ გ და } m(\text{H}_2\text{O}) = 1000 \text{ გ.}$$

$$\omega(\text{NaNO}_3)\% = \frac{m_{\text{გ}}}{m_{\text{გ}} + m(\text{H}_2\text{O})} \cdot 100\% = \frac{850}{850 + 1000} \cdot 100\% = \frac{850}{1850} \cdot 100\% \approx 45.95\%$$

პასუხი: $\omega(\text{NaNO}_3)\% \approx 45.95\%$.

თემა 1: ელექტროლიტური დისოციაცია და ხსნარები

1.6.2. მოლური კონცენტრაცია

ხსნარის მოლური კონცენტრაცია გვიჩვენებს გახსნილი ნივთიერების მოლების რიცხვს 1 ლ ხსნარში. მოლური კონცენტრაცია აღინიშნება C ასოთი და გამოითვლება ფორმულით:

$$C = \frac{\text{გახსნილი ნივთიერების რაოდენობა (მოლი)}}{\text{ხსნარის მოცულობა (ლ)}} = \frac{n}{V} \text{ მოლი/ლ.}$$

სადაც n არის გახსნილი ნივთიერების რაოდენობა, ანუ მოლების რიცხვი, V – ხსნარის მოცულობა ლიტრებში და C – ხსნარის მოლური კონცენტრაცია (მოლურობა).

მოლური კონცენტრაციის საზომი ერთეული მოლი/ლ ასევე აღინიშნება M სიმბოლოთი და იკითხება, როგორც „მოლური“. მაგალითად, 1 მოლი/ლ კონცენტრაციის ხსნარი იგივეა, რაც 1 M ან ერთმოლური ხსნარი.

ამოცანის ამოხსნის ნიმუში – 3

ა) 5 ლ გლუკოზას ხსნარი შეიცავს 2 მოლ გახსნილ ნივთიერებას, გამოთვალეთ ამ ხსნარში გლუკოზას მოლური კონცენტრაცია.

მოც.: $V = 5$ ლ

$n = 2$ მოლი

უ. ვ.: C

ამოხსნა:

$$C = \frac{n_{\text{ნივთ.}}}{V_{\text{ხს.}}} = \frac{2 \text{ მოლი}}{5 \text{ ლ}} = 0.4 \text{ მოლი/ლ;}$$

ანუ ხსნარის კონცენტრაციაა 0.4 მოლი/ლ, ანუ 0.4 M .

პასუხი: გლუკოზას ხსნარის კონცენტრაციაა 0.4 M .

ბ) რა მასის ნატრიუმის ჰიდროქსიდია საჭირო 500 მლ 0.1 მოლი/ლ კონცენტრაციის ხსნარის დასამზადებლად?

მოც.: $V = 500$ მლ = 0.5 ლ

$C = 0.1$ მოლი/ლ

უ. ვ.: $m(\text{NaOH})$ – ?

ამოხსნა:

$$C = \frac{n_{\text{ნივთ.}}}{V_{\text{ხს.}}}, \text{ საიდანაც } n(\text{ნივთ.}) = CV = 0.5 \text{ ლ} \cdot 0.1 \text{ მოლი/ლ} = 0.05 \text{ მოლი}$$

$$m = n \cdot M = 0.05 \text{ მოლი} \cdot 40 \text{ გ/მოლი} = 2 \text{ გ}$$

პასუხი: საჭიროა 2 გ ნატრიუმის ჰიდროქსიდი.

ხსნარებში მოლურ და პროცენტულ კონცენტრაციებს შორის დამოკიდებულება შემდეგი ფორმულებით გამოისახება:

თემა 1: ელექტროლიტური დისოციაცია და ხსნარები

$$C = \frac{10 \cdot \omega\% \cdot \rho}{M} \quad \omega\% = \frac{CM}{10\rho}$$

სადაც: C – მოლური კონცენტრაცია, $\omega\%$ – პროცენტული კონცენტრაცია, ρ - ხსნარის სიმკვრივე, ხოლო M – გახსნილი ნივთიერების მოლური მასა.

1.6.3. ხსნარის განზავება

ხშირად საჭიროა, რომ კონცენტრირებული ხსნარებისგან მომზადდეს განზავებული ხსნარები, ამისათვის კონცენტრირებულ ხსნარს უნდა დაემატოს გამხსნელი. ამ პროცესში ხსნარის კონცენტრაცია მცირდება, თუმცა გახსნილი ნივთიერების მოლელების რიცხვი და, შესაბამისად, მასა იგივე რჩება.

ფორთოხლის წვენის
კონცენტრატის 1 ქილა

3 ქილა წყალი

4 ქილა ფორთოხლის
წვენი



ნახ. 1.17. ფორთოხლის წვენის კონცენტრირებული ხსნარის (კონცენტრატის) 4-ჯერ განზავება.

მიღებულ ხსნარში იზრდება მოცულობა, მცირდება კონცენტრაცია, ხოლო გახსნილი ნივთიერების რაოდენობა იგივე რჩება, ამიტომ შეიძლება ჩავწეროთ გამოსახულება:

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

სადაც: C_1 არის საწყისი ხსნარის კონცენტრაცია (მოლი/ლ), V_1 – საწყისი ხსნარის მოცულობა (ლ); C_2 – საბოლოო (განზავებული) ხსნარის კონცენტრაცია (მოლი/ლ), ხოლო V_2 – საბოლოო (განზავებული) ხსნარის მოცულობა (ლ).

ამოცანის ამოხსნის ნიმუში – 4

რა მოცულობის 10 მოლი/ლ კონცენტრაციის გოგირდმჟავას ხსნარია საჭირო 200 მლ 0.5 მოლი/ლ კონცენტრაციის ხსნარის მოსამზადებლად?

მოც.: $C_1 = 10$ მოლი/ლ

$C_2 = 0.5$ მოლი/ლ

$V_2 = 200$ მლ = 0.2 ლ

უ. ვ.: V_1

თემა 1: ელექტროლიტური დისოციაცია და ხსნარები

ამოხსნა:

კონცენტრირებული ხსნარის განზავებისას ხსნარში ნივთიერების რაოდენობა არ იცვლება:

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

საიდანაც,

$$V_1 = \frac{C_2 V_2}{C_1} = \frac{0.2 \cdot 0.5}{10} = 0.01 \text{ ლ}$$

$$0.01 \text{ ლ} = 10 \text{ მლ}$$

პასუხი: 10 M გოგირდმჟავას 10 მლ უნდა განზავდეს წყლით 200 მლ მოცულობამდე.

ამოცანის ამოხსნის ნიმუში – 5

გამოთვალეთ მარილმჟავას 200 მლ 0.5 მოლი/ლ და 300 მლ 1 მოლი/ლ კონცენტრაციის ხსნარების შერევის შედეგად მიღებული ხსნარის მოლური კონცენტრაცია.

მოც: $V_1=200 \text{ მლ}=0.2 \text{ ლ}$

$C_1=0.5 \text{ მოლი/ლ}$

$V_2=300 \text{ მლ}=0.3 \text{ ლ}$

$C_2=1 \text{ მოლი/ლ}$

უ. ვ. C_3

ამოხსნა:

თითოეულ ხსნარში ნივთიერების რაოდენობა ტოლია მოლური კონცენტრაციისა და მოცულობის ნამრავლის:

$$n_1 = C_1 V_1 \quad (1)$$

$$n_2 = C_2 V_2 \quad (2)$$

ნივთიერების რაოდენობა მიღებულ ხსნარში იქნება:

$$n_3 = C_3 V_3 \quad (3)$$

მიღებულ ხსნარში ნივთიერების რაოდენობა ტოლია აღებულ ხსნარებში შემავალი ნივთიერებების რაოდენობების ჯამისა:

$$n_3 = n_1 + n_2 \quad (4)$$

თუ ფორმულა (4)-ში ჩავსვამთ (1), (2) და (3) ფორმულებს, მივიღებთ, რომ:

$$C_1 V_1 + C_2 V_2 = C_3 V_3$$

ამ ფორმულიდან გამომდინარე:

$$C_3 = \frac{C_1 V_1 + C_2 V_2}{V_3}$$

თემა 1: ელექტროლიტური დისოციაცია და ხსნარები

ხსნარის საბოლოო მოცულობა V_3 ტოლია აღებული ხსნარების მოცულობათა ჯამის:

$$V_3 = V_1 + V_2 = 0.2 \text{ ლ} + 0.3 \text{ ლ} = 0.5 \text{ ლ}$$

თუ გამოსათვლელ ფორმულაში ჩავსვამთ შესაბამის რიცხვებს, მივიღებთ:

$$C_3 = \frac{C_1 V_1 + C_2 V_2}{V_3} = \frac{0.5 \frac{\text{მოლი}}{\text{ლ}} \cdot 0.2 \text{ ლ} + 1 \frac{\text{მოლი}}{\text{ლ}} \cdot 0.3 \text{ ლ}}{0.5 \text{ ლ}} = 0.8 \text{ მოლი/ლ}$$

პასუხი: მიღებული ხსნარის მოლური კონცენტრაციაა 0.8 მოლი/ლ.



კითხვები და დავალებები:

- 4 გ ნატრიუმის ბრომიდი გახსნეს 54 გ წყალში.
 - იპოვეთ ხსნარის მასა;
 - გამოთვალეთ მარილის მასური წილი მიღებულ ხსნარში.
- 30 გ ნატრიუმის ტუტე გახსნეს 120 გ წყალში. გამოთვალეთ ნივთიერების მასური წილი ხსნარში.
- მოსწავლემ 18 გ სუფრის მარილი გახსნა წყალში ისე, რომ ხსნარის მასა 150 გ გახდა. გამოთვალეთ ნივთიერების მასური წილი ხსნარში.
- გამოთვალეთ 60 გ ნატრიუმის ტუტის შემცველი 250 მლ ხსნარის მოლური კონცენტრაცია.
- გამოთვალეთ 75 გ კალიუმის ნიტრატის შემცველი 0.350 ლ ხსნარის მოლური კონცენტრაცია.
- გამოთვალეთ კალიუმის ქლორიდის მასა მის 225 გ 8%-იან ხსნარში.
- რა მოცულობის 2 M ხსნარი შეიძლება დავამზადოთ 67.3 გ ნატრიუმის ქლორიდისაგან?
- რა მოცულობის 6 M ხსნარი შეიძლება დავამზადოთ 4.5 მოლი ქლორწყალბადისაგან?
- რა მასის 5%-იანი ხსნარის მიღება შეიძლება სტრონციუმის ქლორიდის 50 გ 20%-იანი ხსნარის განზავებით?
- კალიუმის ტუტის 50 გ 12%-იანი ხსნარი განაზავეს 2.5%-მდე. რა მასის ხსნარი მიიღება ამ დროს?
- რა მოცულობის 10 M ხსნარია საჭირო ნატრიუმის ტუტის 600 მლ 2 M ხსნარის დასამზადებლად.

ხსნარების თვისებები

გამხსნელში ნივთიერების გახსნა ცვლის გამხსნელად გამოყენებული სითხის ფიზიკურ თვისებებს: ლღობისა და დუღილის ტემპერატურებს, ზედაპირულ დაჭიმულობას, სიმკვრივეს, სიბლანტეს და სხვ.

გავიხსენოთ, რომ **სუფთა გამხსნელის ლღობის ტემპერატურა ყოველთვის უფრო მაღალია, ვიდრე ხსნარის**. როდესაც გამხსნელში გახსნილი ნივთიერების მოლეკულები ნაწილდება, გამხსნელის მოლეკულებს შორის ურთიერთმიზიდულობის ძალები სუსტდება. შესაბამისად, ძნელდება მათი ერთმანეთთან ისეთ მანძილზე მიახლოება, რომ სითხე გამყარდეს. ამიტომაც, ლღობის ტემპერატურა დაბლა იწევს.

ხსნარების ეს თვისება ხშირად გამოიყენება ყოველდღიურ ცხოვრებაში. მაგალითად, ანტიფრიზის ხსნარი – ავტომანქანის ძრავის გაცივების სისტემაში ჩასასხმელ წყალს ემატება ორგანული ნივთიერება ეთილენგლიკოლი, რომელიც მის ლღობის ტემპერატურას დაბლა წევს, რათა ეს ხსნარი ზამთარში არ გაიყინოს (ნახ. 1.18).



ნახ. 1.18. ანტიფრიზის ხსნარი გაცივებით დაბალ ტემპერატურაზე იყინება, ვიდრე სუფთა წყალი.

მწერები და თევზები, რომლებიც უძლებს ძალიან დაბალ ტემპერატურას, ორგანიზმში წარმოქმნის ბიოლოგიურ ანტიფრიზებს (სხვადასხვა ცილისგან). ამ გზით ზოგიერთ მწერს -60°C -ზე დაბალ ტემპერატურასთან შეგუებაც კი შეუძლია.



ნახ. 1.19. ხოჭოს ერთ-ერთი სახეობა *Upis ceramoides* ბიოლოგიურ ანტიფრიზს წარმოქმნის, რათა ყინვას გაუძლოს.

თემა 1: ელექტროლიტური დისოციაცია და ხსნარები

სუფთა გამხსნელის დუღილის ტემპერატურა ყოველთვის უფრო დაბალია, ვიდრე ხსნარის. გამხსნელში განაწილებული ნივთიერების ნაწილაკები სითხის ზედაპირზე ამცირებს გამხსნელის მოლეკულების რაოდენობას, თანაც ერთგვარად „ეჭიდება“ და ხელს უშლის მათ აირად ფაზაში გადასვლას. შესაბამისად, უფრო მაღალი ტემპერატურაა საჭირო, რომ გამხსნელის მოლეკულებმა ზედაპირიდან „გაქცევა“ და აირად მდგომარეობაში გადასვლა მოახერხოს. ამ ეფექტს ჩვენ ყოველდღიურად ვხვდებით. თუკი სუფთა წყალი 100 °C-ზე დუღს, წყალხსნარი უფრო მაღალ ტემპერატურაზე ადუღდება.

რაც უფრო დიდია გამხსნელში გახსნილი ნივთიერების ნაწილაკების კონცენტრაცია, მით უფრო დაბალია ლღობის ტემპერატურა და მაღალია დუღილის ტემპერატურა.

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, იონური ნაერთები წყალში გახსნისას იონებად იშლება, ხოლო პოლარულ-კოვალენტური ნაერთები, უმეტესად, მოლეკულების სახით რჩება. მაგალითად, ეთილენგლიკოლი, ხსნარში მოლეკულების სახით არის, ხოლო სუფრის მარილი კი წარმოქმნის იონებს (ცხრილი 1.2).

ცხრილი 1.2. სხვადასხვა ნივთიერების 1 მოლის წყალში გახსნისას წარმოქმნილი ნაწილაკების რაოდენობა.

ნივთიერება	ხსნარში გადასული ნაწილაკები		თითოეული ნაწილაკის რაოდენობა შესაბამისად, მოლი		ნაწილაკების ჯამური რაოდენობა, მოლი
$C_2H_6O_2(თხ)$	$C_2H_6O_2(წყ)$		1		1
$NaCl(მყ)$	$Na^+(წყ)$	$Cl^-(წყ)$	1	1	2
$CaCl_2(მყ)$	$Ca^{2+}(წყ)$	$Cl^-(წყ)$	1	2	3

ლღობისა და დუღილის ტემპერატურის ცვლილება კი ხსნარში ნაწილაკების რიცხვზეა დამოკიდებული. შესაბამისად, თუ 1 კგ წყალში გავხსნით 1 მოლ ნატრიუმის ქლორიდს, ხსნარის დუღილის ტემპერატურა იქნება უფრო ნაკლები, ვიდრე 1 მოლი კალციუმის ქლორიდის შემთხვევაში, რომელიც წყალში გახსნის შედეგად 3 მოლ იონებს წარმოქმნის.



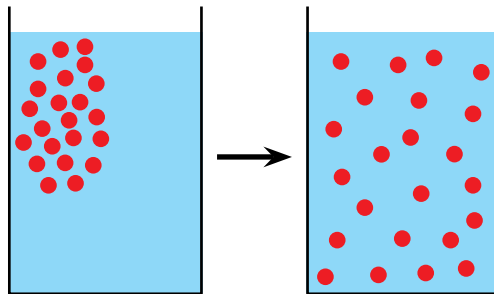
კითხვები და დავალებები:

- რომელი ხსნარი უფრო ადრე გაიყინება: 1 ლ წყალში გახსნილი გლიცერინის, თუ ამავე მოცულობის წყალში გახსნილი 2 მოლი ეთილენგლიკოლის?
- რომელ ხსნარს ექნება დუღილის უფრო მაღალი ტემპერატურა: 0.5 ლ წყალში გახსნილ 1.5 მოლ ლითიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარს თუ ამავე მოცულობის წყალში გახსნილ 3 მოლ ლითიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარს?



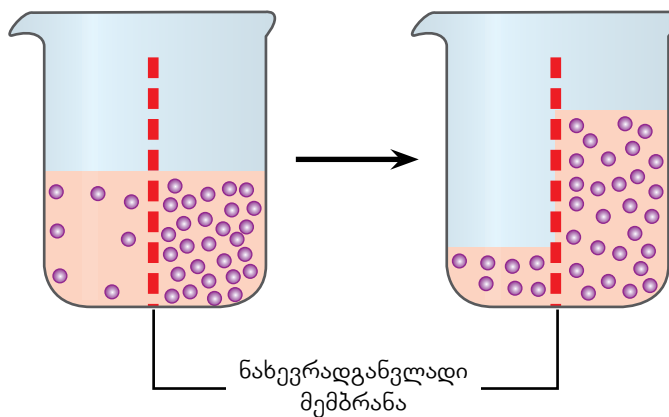
დიფუზია და ოსმოსი

სუფრის მარილის კრისტალი წყალში ჩაგდებისას გარკვეული დროის შემდეგ იხსნება, ანუ მარილის შემადგენელი ნაწილაკები თანაბრად გადანაწილდება მთელ ხსნარში (ნახ. 1). პროცესს, რომლის დროსაც ნივთიერება მაღალი კონცენტრაციის არეალიდან დაბლისკენ გადაადგილდება, დიფუზიას უწოდებენ.



ნახ. 1. დიფუზიის პროცესი.

ახლა კი წარმოვიდგინოთ, რომ გვაქვს სპეციალური მემბრანა, რომელიც მხოლოდ წყლის მოლეკულებს ატარებს, ხოლო სხვა ნაწილაკებს – არა. ამგვარ მემბრანას ნახევრადგანვლად მემბრანას უწოდებენ. ეს მემბრანა დავამაგროთ ჭიქის შუაში, ერთ მხარეს ჩავასხათ მარილის დაბალი კონცენტრაციის წყალხსნარი, ხოლო მეორე მხარეს კი – მარილის მაღალი კონცენტრაციის წყალხსნარი (ნახ. 2). რა შეიძლება მოხდეს?



ნახ. 2. ნახევრადგანვლადი მემბრანით განცალკევებულ ხსნარებს შორის წონასწორობის დამყარება.

ყველა სისტემა წონასწორობის მდგომარეობისაკენ მიისწრაფვის, ამიტომ ამ ჭიქაში ისეთი პროცესი უნდა წარიმართოს, რომ მემბრანის ორივე მხარეს მარილის კონცენტრაცია გათანაბრდეს. ამისათვის მარცხენა ნაწილში მარილის კონცენტრაცია უნდა გაიზარდოს, ხოლო მარჯვენა ნაწილში – შემცირდეს. ეს მიიღწევა, თუ მარილის ზედმეტი ნაწილაკები გადავა მარჯვენა ნაწილიდან მარცხენაში, ან წყლის მოლეკულები გადაადგილდება მარცხნიდან მარჯვნივ. რადგან ჭიქაში ხსნარებს შორის ნახევრადგანვლადი მემბრანაა, მარილის ნაწილაკებს გადასვლა შეუძლებელია, ამიტომ წონასწორობა მხოლოდ წყლის მოლეკულების გადანაწილებით დამყარდება. წონასწორობის დამყარებისათვის გამს-

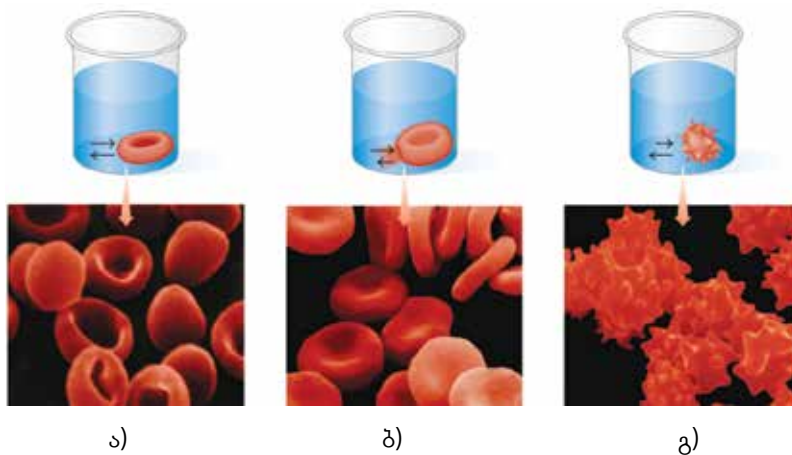
თემა 1: ელექტროლიტური დისოციაცია და ხსნარები

ნელის მოლეკულების გადაადგილებას ნახევრადგანვლადი მემბრანის გავლით ოსმოსს უწოდებენ.

ამ პროცესებს განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს მედიცინაში. უჯრედული მემბრანები და სხვა ბიოლოგიური სისტემები ნახევრადგანვლადი მემბრანებია.

სისხლის წითელ უჯრედებს (ერიტროციტებს) თუ მოვათავსებთ ჰიპოტონურ¹ წყალხსნარში (ნახ. 3), ანუ ისეთ ხსნარში, რომელშიც გახსნილი ნივთიერებების კონცენტრაცია დაბალია უჯრედში არსებულ ნივთიერებათა კონცენტრაციაზე, წყალი ოსმოსით დაიწყებს უჯრედში შესვლას. ეს გამოიწვევს უჯრედის გაბერვას და შესაძლო გასკდომას. ანალოგიური პროცესი მიმდინარეობს, მაგალითად, ქიშკიშს ან მშრალ ხილს თუ ჩავდებთ წყალში. წყალი აღწევს უჯრედებში, ხილის გამშრალი მასა იბერება და შედარებით გლუვდება.

თუ სისხლის წითელ უჯრედს მოვათავსებთ ჰიპერტონულ² წყალხსნარში (ნახ. 3), ე. ი. ხსნარში, რომელშიც გახსნილი ნივთიერებების კონცენტრაცია მაღალია უჯრედში არსებულ ნივთიერებათა კონცენტრაციაზე, წყალი ოსმოსით დაიწყებს უჯრედიდან გამოსვლას. ეს გამოიწვევს უჯრედის შეკუმშვას. ანალოგიური პროცესი მიმდინარეობს მუავე კიტრის მომზადებისას. გლუვი კიტრის ჰიპერტონულ მარილის წყალხსნარში ჩადებისას იგი ნაოჭდება, რაც გამოიწვევს კიტრის უჯრედებიდან წყლის გამოსვლით.



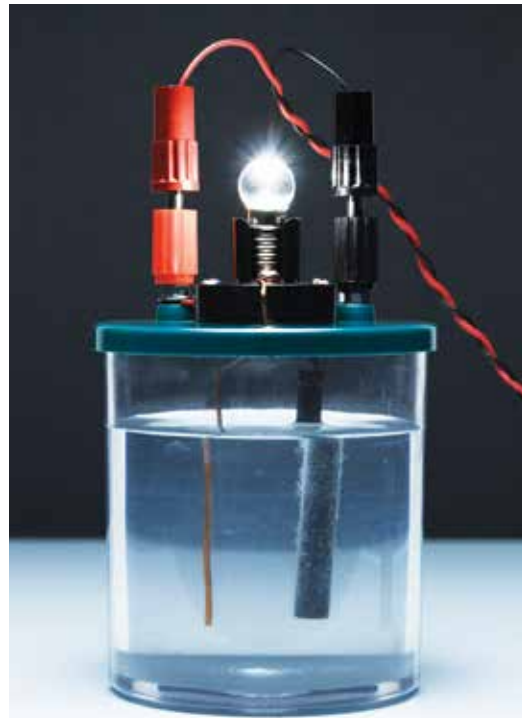
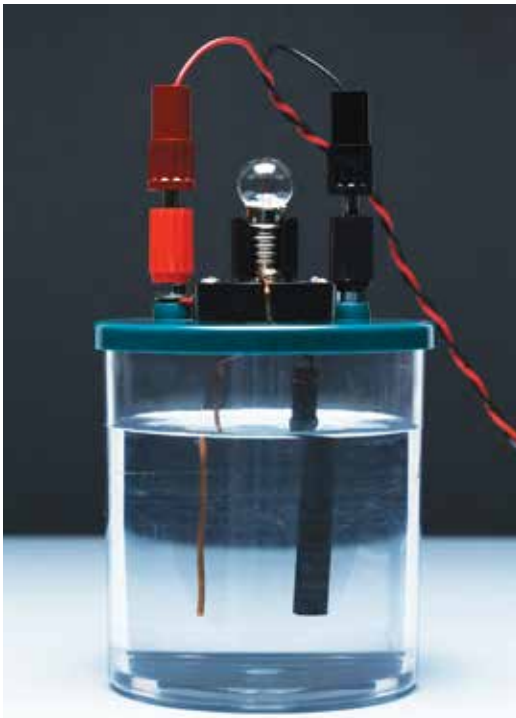
ნახ. 3. ერიტროციტი: ა) იზოტონურ ხსნარში; ბ) ჰიპოტონურ ხსნარში; გ) ჰიპერტონურ ხსნარში.

ყოველივე ამის გამო, როდესაც სისხლში დიდი რაოდენობით სითხე შეჰყავთ, მაგალითად, გადასხმის პროცედურებისას, იყენებენ იზოტონურ ხსნარს, როგორცაა ფიზიოლოგიური ხსნარი, NaCl -ის 9 გ/ლ შემცველი წყალხსნარი. იგი იმავე კონცენტრაციის მარილს შეიცავს, რასაც სისხლი.

¹ „ჰიპო“ ნიშნავს — „ნაკლებს“.

² „ჰიპერ“ აღნიშნავს — თავსართ „ზე“-ს.

ელექტროლიტური დისოციაცია



1.8

ელექტროლიტური დისოციაცია

1.8.1. ელექტროლიტები და არაელექტროლიტები

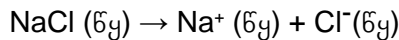
ნივთიერებას, რომლის წყალხსნარი ან ნალღობი ელექტრულ დენს ატარებს, ელექტროლიტს უწოდებენ. ხოლო თუ ნივთიერებას ეს თვისება არ გააჩნია, ის არაელექტროლიტია.

როგორც იონური ნაერთების გახსნისას აღვნიშნეთ, როდესაც ელექტროლიტი წყალში იხსნება, ის იშლება იონებად და წარმოქმნის ხსნარს, რომელსაც შეუძლია ელექტრული დენის გატარება. როდესაც არაელექტროლიტი იხსნება წყალში, ის ნაწილდება მოლეკულების სახით და არ იშლება იონებად. ვინაიდან წარმოქმნილი ხსნარი არ შეიცავს იონებს, იგი არ გაატარებს ელექტრულ დენს. ამრიგად, არაელექტროლიტის ხსნარს არ შეუძლია ელექტრული დენის გატარება.

ელექტროლიტები კლასიფიცირდება როგორც ძლიერი, საშუალო და სუსტი ელექტროლიტები.

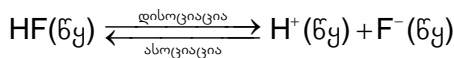
ძლიერი ელექტროლიტებია ძლიერი მჟავები (გოგირდმჟავა, მარილმჟავა), ტუტეები (ნატრიუმის ტუტე, კალიუმის ტუტე) და წყალში ხსნადი მარილები (მაგნიუმის ნიტრატი, ბარიუმის ქლორიდი და ა. შ.).

ძლიერი ელექტროლიტები, მაგალითად, ნატრიუმის ქლორიდი, თითქმის 100%-ით დისოცირდება და მის წყალხსნარში ჩაშვებულ ელექტროდებთან დაკავშირებულ ნათურას აქვს კაშკაშა ნათება (ნახ. 1.20). მისი დისოციაცია ჩაინერება ცალმხრივი ისრით:

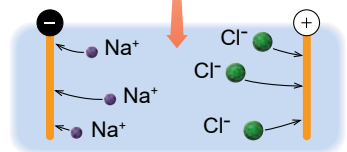


სუსტი ელექტროლიტები წყალში გახსნის პროცესში მცირედ დისოცირდება და ნაწილაკების დიდი ნაწილი რჩება არადისოცირებული სახით. იონების რაოდენობა ძალიან მცირეა, ამიტომ ხსნარი დენს კარგად არ ატარებს და ხსნარში ჩაშვებულ ელექტროდებთან დაკავშირებული ნათურა არ კაშკაშებს, მხოლოდ სუსტად ანათებს (ნახ. 1.21).

მაგალითად, სუსტი ელექტროლიტია ფთორწყალბადმჟავა, რომელიც წყალში გახსნის პროცესში მხოლოდ მცირედ დისოცირდება და წარმოქმნება წყალბად-იონები, ფთორიდ-იონები და რჩება ფთორწყალბადის მოლეკულები. ეს პროცესი შექცევადია, ამიტომ დისოციაციის პროცესი ურთიერთშექცევადი ისრით გამოისახება:

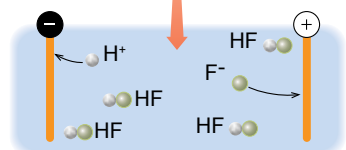


არაელექტროლიტების წყალში გახსნისას ნივთიერება იონებად არ დისოცირდება. მაგალითად, შაქარი წყალ-



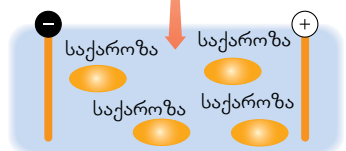
ძლიერი ელექტროლიტი

ნახ. 1.20. ძლიერი ელექტროლიტი წყალში გახსნისას მთლიანად დისოცირდება.



სუსტი ელექტროლიტი

ნახ. 1.21. სუსტი ელექტროლიტი წყალში გახსნისას უმნიშვნელოდ დისოცირდება.

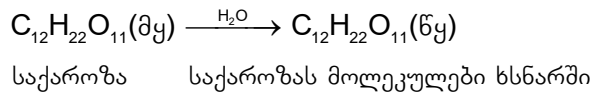


არაელექტროლიტი

ნახ. 1.22. არაელექტროლიტი წყალში გახსნისას მოლეკულების სახით ნაწილდება ხსნარში.

თემა 1: ელექტროლიტური დისოციაცია და ხსნარები

ში კარგად იხსნება, მაგრამ იონებად არ იშლება, ამიტომ მისი წყალხსნარი დენს არ ატარებს. შესაბამისად, მასში ჩაშვებულ ელექტროდებთან დაკავშირებული ნათურა არ ინთება (ნახ. 1.22).



1.8.2. დისოციაციის ხარისხი

ელექტროლიტის იონებად დაშლის რაოდენობრივი მახასიათებელია დისოციაციის ხარისხი, რომელიც α (ალფა) ასოთი აღინიშნება.

დისოციაციის ხარისხი ტოლია ხსნარში იონებად დაშლილი ნივთიერების რაოდენობის შეფარდებისა გახსნილი ნივთიერების საერთო რაოდენობასთან:

$$\alpha = \frac{\text{იონებად დაშლილი ნივთიერების რაოდენობა (n)}}{\text{გახსნილი ნივთიერების საერთო რაოდენობა (N)}}$$

დისოციაციის ხარისხი იცვლება 0-დან 100%-მდე, ე. ი. $0\% \leq \alpha\% \leq 100\%$. დისოციაციის ხარისხი (%) გვიჩვენებს, ხსნარში არსებული ყოველი 100 მოლეკულიდან რამდენი მოლეკულაა დაშლილი იონებად. მაგალითად, $\alpha=30\%$ ნიშნავს, რომ ყოველი 100 მოლეკულიდან დისოცირებულია 30.

დისოციაციის ხარისხი დამოკიდებულია ნივთიერებისა და გამხსნელის ბუნებაზე, ასევე ტემპერატურასა და ხსნარის კონცენტრაციაზე. ელექტროლიტის დისოციაციის ხარისხი იზრდება ხსნარის განზავებით.

ზოგადად, ძლიერს უწოდებენ ისეთ ელექტროლიტს, რომლის დისოციაციის ხარისხი კონცენტრირებულ ხსნარებშიც კი მაღალია. სუსტი კი არის ელექტროლიტი, რომლის დისოციაციის ხარისხი ძლიერი განზავების შემთხვევაშიც კი დაბალია.

წყალში ხსნადი მარილები და ტუტეები, NH_4OH -ის გარდა, ძლიერი ელექტროლიტებია, ხოლო მჟავა შეიძლება იყოს როგორც ძლიერი, ისე საშუალო და სუსტი ელექტროლიტი.



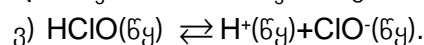
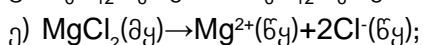
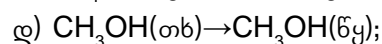
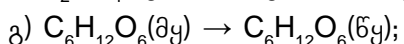
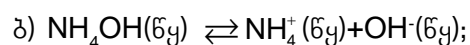
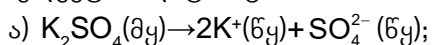
კითხვები და დავალებები:

1. ივარაუდეთ მოცემულ ხსნარებში რომელი ნაწილაკები უფრო ჭარბობს, იონები თუ მოლეკულები? პასუხი დაასაბუთეთ.

ა) Na_2SO_4 ; ბ) CH_3OH .

2. KF ძლიერი ელექტროლიტია, HF – სუსტი, CH_3OH კი – არაელექტროლიტი. მოცემული ნაერთები დაალაგეთ დისოციაციის ხარისხის ზრდის მიხედვით.

3. თითოეულ გამოსახულებას მიუთითეთ, რომელ პროცესს ასახავს – ძლიერი ელექტროლიტის დისოციაციას, სუსტი ელექტროლიტის დისოციაციას, თუ არაელექტროლიტის გახსნას:



4. გამოთვალეთ ელექტროლიტის დისოციაციის ხარისხი, თუ 2 მოლის წყალში გახსნისას დისოცირდა:

ა) 1.8 მოლი;

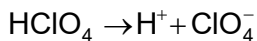
ბ) 0.6 მოლი;

გ) 0.1 მოლი.

1.9

მჟავების, ფუძეებისა და მარილების ელექტროლიტური დისოციაცია

1887 წელს ს. არენიუსმა მჟავა დაახასიათა, როგორც ნივთიერება, რომელიც წყალხსნარში დისოცირდება წყალბადის კატიონად და მჟავას ნაშთის ანიონად (ნახ. 1.23).



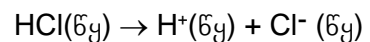
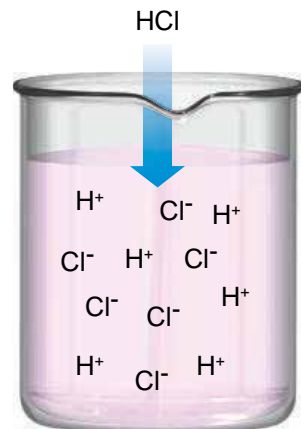
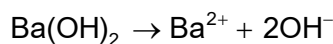
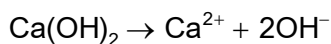
ორფუძიანი მჟავა დისოცირდება ორ სტადიად: მჟავას მოლეკულას ჯერ მოწყდება წყალბადის ერთი კატიონი და შემდეგ – მეორე:



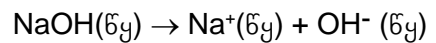
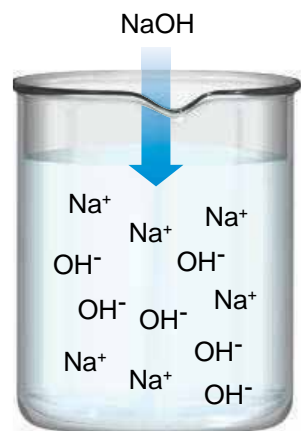
ძლიერ მჟავებში დისოციაციის I სტადია სრულად, თითქმის 100%-ით, ხოლო მომდევნო სტადიები არასრულად მიმდინარეობს. პირველ სტადიაზე წყალბადის კატიონი ნეიტრალური მოლეკულიდან წყდება, ხოლო შემდეგ ეტაპებზე – უარყოფითად დამუხტული მჟავას ანიონებიდან, ამიტომ ამ დროს უნდა გადაილახოს ელექტროსტატიკური მიზიდულობის უფრო დიდი ძალები, ვიდრე პირველ სტადიაზეა. აქედან გამომდინარე, ხსნარში ყველაზე დიდი რაოდენობით იქნება ერთმუხტიანი ანიონი და ყველაზე მცირე რაოდენობით – მრავალმუხტიანი ანიონი.

ნებისმიერი მჟავას დისოციაციის შედეგად წარმოიქმნება წყალბადის კატიონი. მჟავას ყველა დამახასიათებელი თვისება (ლაკმუსის განითლება, მჟავე გემო და ფუძეების განეიტრალების უნარი) განპირობებულია წყალბადის კატიონით. ამიტომ ელექტროლიტური დისოციაციის თეორიის თანახმად, **მჟავა ისეთი ელექტროლიტია, რომლის წყალხსნარში დისოციაციის შედეგად წარმოქმნილ იონებს შორის კატიონი მხოლოდ წყალბადის იონია.**

აღნიშნული თეორიის მიხედვით, ნივთიერება, რომელიც წყალში გახსნისას სრულად დისოცირდება მეტალის კატიონად და ჰიდროქსიდ-ანიონად, არის ტუტე (ნახ. 1.24).



ნახ. 1.23. მჟავას დისოციაციის პროცესი.

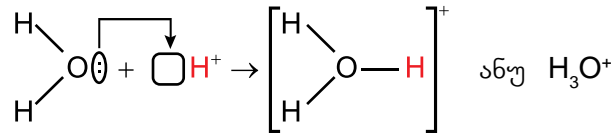


ნახ. 1.24. ტუტის დისოციაციის პროცესი.

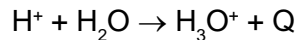
თემა 1: ელექტროლიტური დისოციაცია და ხსნარები

ტუტეს მჟავას საპირისპირო თვისებები აქვს: ლაკმუსს ალურჯებს, მეთილნარინჯს აყვითლებს, ფენოლფთალეინს ყოლოსფრად ღებავს. ხელით შეხებისას საპნის შეგრძნებას ტოვებს. ასეთ თვისებებს ფუძე თვისებები ეწოდება, რაც განპირობებულია ხსნარში ჰიდროქსიდ-ანიონების (OH^-) არსებობით. ელექტროლიტური დისოციაციის თეორიის თანახმად, **ფუძე ისეთი ელექტროლიტია, რომლის წყალხსნარში დისოციაციის დროს წარმოქმნილ იონებს შორის ანიონია მხოლოდ ჰიდროქსიდის იონი OH^- .**

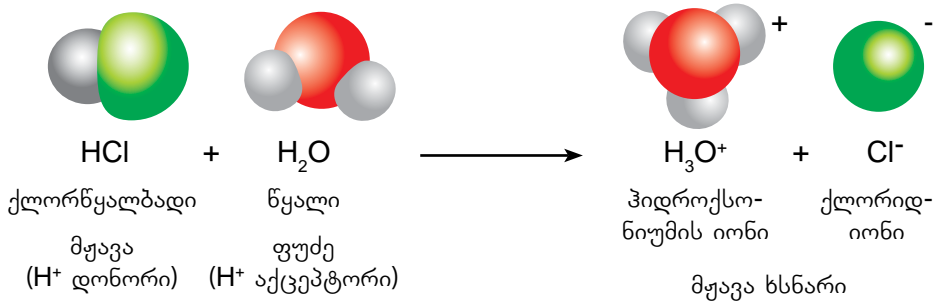
1923 წელს მეცნიერებმა ი. ნ. ბრონსტედმა და ტ. მ. ლოურიმ განაწარმეს მჟავისა და ფუძის განმარტება. ამ თეორიის მიხედვით, მჟავა არის ნივთიერება, რომლის წყალხსნარში წყალბადის კატიონი უკავშირდება წყლის მოლეკულას დონორულ-აქცეპტორული მექანიზმით და წარმოქმნის ჰიდროქსონიუმის იონს:



ეს პროცესი ეგზოთერმულია და დიდი რაოდენობით სითბო გამოიყოფა:

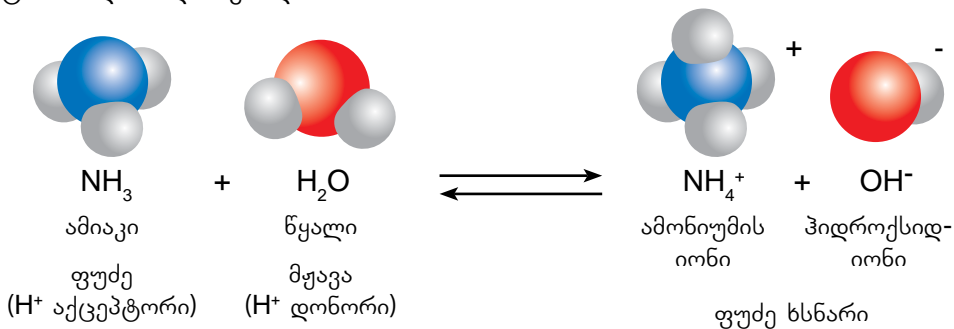


მარილმჟავას წყალხსნარში ქლორწყალბადმჟავა გადასცემს წყალბადიონს წყლის მოლეკულას და წარმოიქმნება ჰიდროქსონიუმის იონი, ანუ მჟავა არის წყალბად-იონის დონორი:



ამავე თეორიის მიხედვით, ფუძე არის ნივთიერება, რომელიც წყალხსნარში დონორულ-აქცეპტორული მექანიზმით წყლის მოლეკულისგან იღებს წყალბად-იონს, ანუ ფუძე არის წყალბად-იონის აქცეპტორი.

მაგალითად, ამიაკი, აზოტის ატომის თავისუფალი ელექტრონული წყვილის ხარჯზე, იღებს წყალბად-იონს წყალთან ურთიერთქმედებისას, რის გამოც წარმოიქმნება ამონიუმის კატიონი და ჰიდროქსიდ-ანიონი.

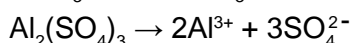
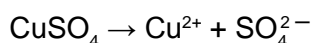
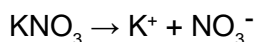
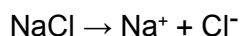


თემა 1: ელექტროლიტური დისოციაცია და ხსნარები

მჟავებისა და ფუძეების თვისებები და მათი შედარება მოცემულია 1.3 ცხრილში.
ცხრილი 1.3. მჟავებისა და ფუძეების ზოგიერთი თვისება.

თვისება		მჟავები	ფუძეები
ფუძე/მჟავა	არენიუსის მიხედვით	ხსნარში წარმოქმნის H^+ იონებს	ხსნარში წარმოქმნის OH^- იონებს
	ბრონსტედ-ლოურის მიხედვით	H^+ იონების დონორი	H^+ იონების აქცეპტორი
	ინდიკატორების შეფერვა: ლაკმუსი	წითელი	ლურჯი
	ინდიკატორების შეფერვა: ფენოლფთალეინი	უფერო	ჟოლოსფერი
	ნეიტრალიზაცია	ანეიტრალებს ფუძეებს	ანეიტრალებს მჟავებს
ელექტროლიტი/ არაელექტროლიტი	ელექტროლიტური დისოციაციის თეორიის მიხედვით	ელექტროლიტი (გარდა უხსნადი მჟავებისა)	ელექტროლიტი (გარდა უხსნადი ფუძეებისა)

წყალში ხსნადი მარილი პირდაპირ, ერთ საფეხურად დისოცირდება მეტალის კატიონად და მჟავას ნაშთის ანიონად:



კითხვები და დავალებები:

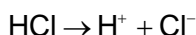
- დანერეთ მოცემული ელექტროლიტების წყალში დისოციაციის ტოლობები:
ა) KBr ; ბ) $CaCl_2$; გ) K_3PO_4 ; დ) $Fe(NO_3)_3$; ე) $LiBr$; ვ) $CuCl_2$; ზ) $NaNO_3$; თ) K_2CO_3 .
- განსაზღვრეთ, სულ რამდენი მოლი იონი იქნება ხსნარში, რომელიც მიღებულია შემდეგი რაოდენობის ელექტროლიტის წყალში გახსნით:
ა) 1 მოლი K_2SO_4 ; ბ) 2 მოლი KBr ; გ) 0.5 მოლი K_3PO_4 ?
- მოცემულია შემდეგი იონური ნაერთები:
ა) $Cu(OH)_2$; ბ) $AgCl$; გ) $Fe(NO_3)_3$; დ) $BaCO_3$; ე) Ag_2O ; ვ) Na_2S . ივარაუდეთ, გაატარებს თუ არა დენს თითოეული მათგანი წყალთან შერევის შემდეგ.
- დანერეთ მოცემული მჟავებისა და ტუტეების დისოციაციის ტოლობები:
ა) $Ca(OH)_2$; ბ) H_2SO_4 ; გ) $Ba(OH)_2$; დ) HBr .
- ქვემოთ ჩამოთვლილი რომელი ელექტროლიტის დისოციაციის შედეგად მიიღება წყალბადის კატიონები?
ა) $Ca(OH)_2$; ბ) $HMnO_4$; გ) NH_4Cl ; დ) HCl .
- ჩამოთვლილი მჟავების:
ა) HCl , ბ) H_2SO_4 , გ) HNO_3 რა რაოდენობა შეიცავს 0.5 გ წყალბადიონს?

1.10

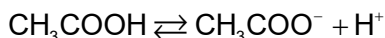
მჟავებისა და ფუძეების სიძლიერე

მჟავები კლასიფიცირდება, როგორც ძლიერი და სუსტი მჟავები. მჟავების სიძლიერე განისაზღვრება წყალხსნარში წარმოქმნილი წყალბად-იონების რაოდენობის მიხედვით. როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ნივთიერება, რომელიც სრულად დისოცირდება იონებად, ძლიერი ელექტროლიტია. შესაბამისად, ძლიერი მჟავა სრულად დისოცირდება წყალბად-იონისა და შესაბამისი ანიონის წარმოქმნით, ხოლო სუსტი მჟავა – ნაწილობრივ.

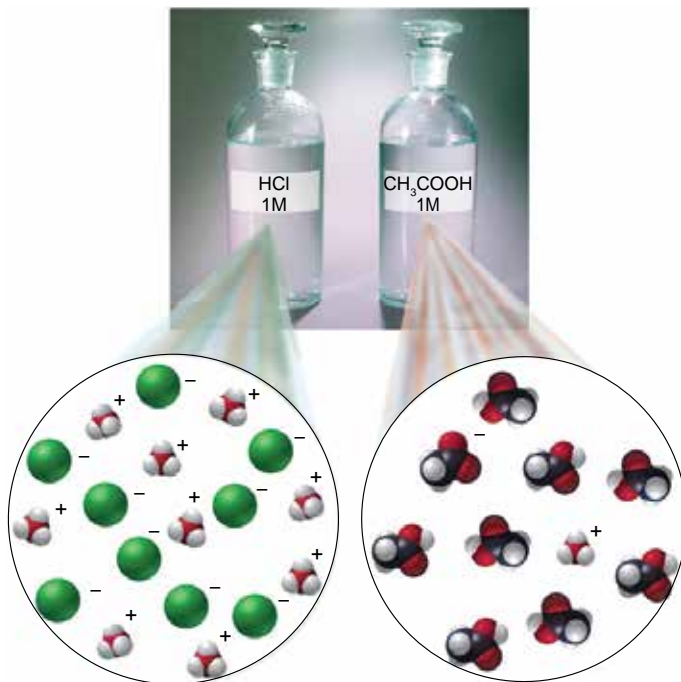
მარილმჟავა ძლიერი მჟავაა, ამიტომ მისი დისოციაციის პროცესი გამოისახება მხოლოდ ერთი ისრით:



ძმარმჟავა კი სუსტი მჟავაა და მხოლოდ მისი მცირე ნაწილი დისოცირდება, დანარჩენი – რჩება მოლეკულების სახით. სუსტი მჟავას დისოციაციის პროცესი შექცევადია და გამოისახება ურთიერთშექცევადი ისრით:



მჟავას სიძლიერის უფრო ზუსტად დასახასიათებლად გამოიყენება დისოციაციის მუდმივა, რომელიც წონასწორობის მუდმივას წარმოადგენს და ახასიათებს სუსტ ელექტროლიტებს. ძლიერი ელექტროლიტი სრულად დისოცირდება, ამიტომ წონასწორობა თითქმის სრულად არის გადაწეული დისოცირებული ნაწილაკებისკენ. ამიტომ, ამ შემთხვევაში დისოციაციის ტოლობაში არ იწერება ორმაგი ისარი (ნახ. 1.25).



ნახ. 1.25. მარილმჟავა ძლიერი მჟავაა, ხოლო ძმარმჟავა – სუსტი.

თემა 1: ელექტროლიტური დისოციაცია და ხსნარები

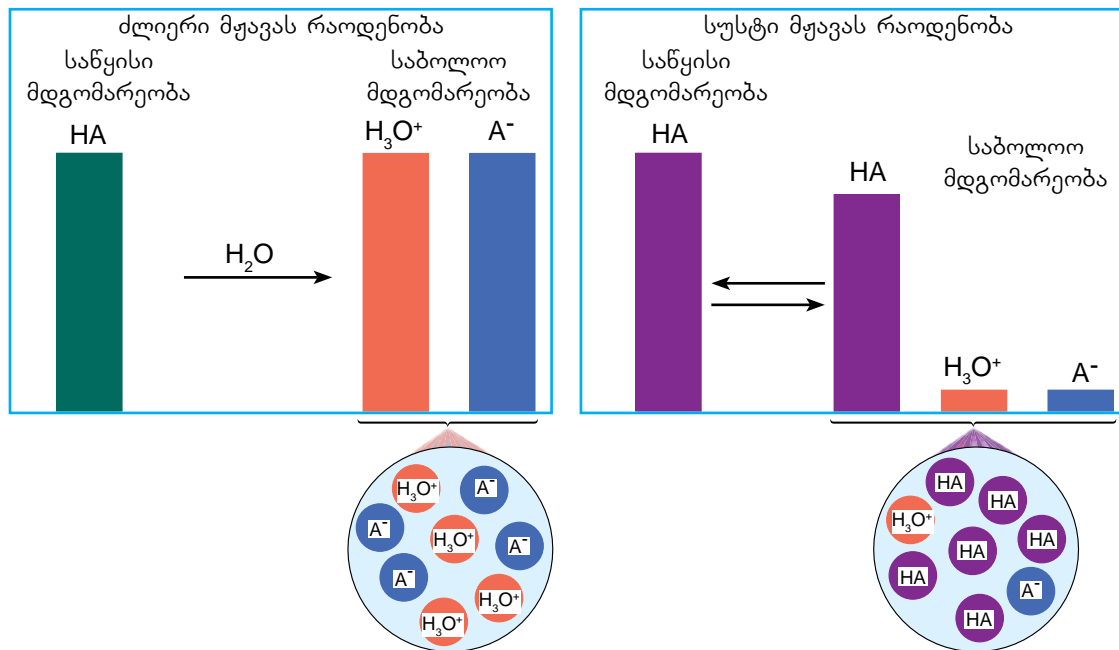
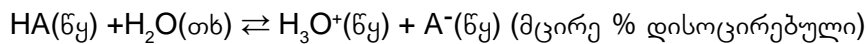
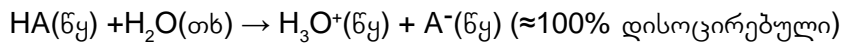
წონასწორული პროცესების მსგავსად, მჟავების დისოციაციასაც წონასწორობის მუდმივათი ახასიათებენ, რომელიც K_a სიმბოლოთი აღინიშნება.

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

ამ გამოსახულებაში კვადრატულ ფრჩხილებში მოცემულია თითოეული ნაწილაკის მოლური კონცენტრაცია წონასწორობის მომენტში.

მჟავას დისოციაციის მუდმივა მოცემულ ტემპერატურაზე მუდმივი რიცხვია. მისი მნიშვნელობის მიხედვით შესაძლებელია მჟავას სიძლიერის შეფასება. რაც უფრო მცირეა დისოციაციის მუდმივა, მით უფრო სუსტია მჟავა. დისოციაციის მუდმივა არ არის დამოკიდებული ხსნარის კონცენტრაციაზე.

შეჯამების სახით შეიძლება ითქვას, რომ თუ HA არის ძლიერი მჟავა, ის სრულად არის დისოცირებული და წყალხსნარში წარმოდგენილია მხოლოდ H^+ (H_3O^+) და A^- -ის სახით. თუმცა, თუ HA არის სუსტი მჟავა, მის წყალხსნარში ძირითადად არის არადისოცირებული მოლეკულები HA და მხოლოდ ძალიან მცირე რაოდენობით არის იონები (ნახ. 1.26):



ნახ. 1.26. ძლიერი მჟავა თითქმის სრულად დისოცირდება, სუსტი – უმნიშვნელოდ.

ძლიერი მჟავებია: მარილმჟავა, აზოტმჟავა, გოგირდმჟავა; ხოლო სუსტი მჟავებია: ფთორწყალბადმჟავა, გოგირდწყალბადმჟავა, აზოტოვანი მჟავა, ძმარმჟავა და სხვ.

თემა 1: ელექტროლიტური დისოციაცია და ხსნარები

მჟავა მით უფრო ძლიერია, რაც უფრო ადვილად გასცემს წყალბადის კატიონს ელექტროლიტური დისოციაციის დროს. ეს კი დამოკიდებულია მჟავური ნაშთის ანიონის მუხტსა და რადიუსზე – რაც ნაკლებია მუხტი და მეტია რადიუსი, მით უფრო სუსტად იქნება მიზიდული წყალბადის კატიონები.

ამის გამო, ელემენტთა წყალბადნაერთების შემთხვევაში, მჟავური სიძლიერე პერიოდში მარცხნიდან მარჯვნიდან იზრდება, ხოლო ჯგუფებში – ზევიდან ქვევით. მაგალითად, მესამე პერიოდის ელემენტთა წყალბადნაერთებში მჟავას სიძლიერე იზრდება რიგში $\text{SiH}_4 < \text{PH}_3 < \text{H}_2\text{S} < \text{HCl}$, რადგან ამ რიგში ელემენტის რადიუსი თითქმის არ იცვლება, მუხტი კი მცირდება. ჰალოგენთა წყალბადნაერთების შემთხვევაში მჟავური ნაშთის მუხტი ყველგან ერთნაირია (-1), ხოლო რადიუსი ზევიდან ქვევით იზრდება, ამიტომ ჰალოგენწყალბადნაერთთა მჟავური სიძლიერე გაიზრდება რიგში: $\text{HF} < \text{HCl} < \text{HBr} < \text{HI}$.

ჟანგბადიანი მჟავების შემთხვევაში მჟავას სიძლიერე დამოკიდებულია O-H ბმების რაოდენობასა და მათ პოლარიზაციაზე. რაც უფრო ნაკლებია O-H ბმაში ჩართული წყალბადატომების რაოდენობა, მით უფრო ადვილად სცილდება ისინი მჟავას ნაშთს. O-H ბმების პოლარიზაციაზე გავლენას ახდენს მჟავას წარმოქმნელ ელემენტთან უშუალოდ დაკავშირებული ჟანგბადატომიც, რომელიც მაღალი ელექტროუარყოფითობის გამო ელემენტის ატომიდან იზიდავს ელექტრონებს და ამით ზრდის O-H ბმის პოლარიზაციას. ამიტომ, რაც უფრო მეტია ასეთი ჟანგბადატომების რიცხვი, მით უფრო ძლიერია მჟავა. ვთქვათ, მჟავას ფორმულაა



მაშინ ელემენტთან უშუალოდ დაკავშირებული ჟანგბადატომების რიცხვი იქნება $(m - n)$. ითვლება, რომ:

როცა $m - n = 0$, მჟავა სუსტია (მაგალითად, HClO , H_3BO_3 და სხვ.);

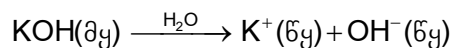
როცა $m - n = 1$, მჟავა საშუალო სიძლიერისაა (მაგალითად, HNO_2 , H_2SO_3 , H_3PO_4 და სხვ.);

როცა $m - n = 2$, მჟავა ძლიერია (მაგალითად, HNO_3 , H_2SO_4 და სხვ.);

როცა $m - n = 3$, მჟავა ძალიან ძლიერია (მაგალითად, HClO_4 , HMnO_4 და სხვ.).

ტუტეების სიძლიერე განისაზღვრება წყალხსნარში წარმოქმნილი ჰიდროქსიდ-იონების რაოდენობის მიხედვით. ძლიერი ფუძე (ტუტე) წყალხსნარში სრულად დისოცირდება მეტალის კატიონისა და ჰიდროქსიდ-იონების წარმოქმნით.

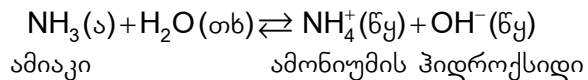
მაგალითად, კალიუმის ტუტე სრულად დისოცირდება წყალში კალიუმის კატიონისა და ჰიდროქსიდ-იონების წარმოქმნით:



ძლიერი ტუტეები გამოიყენება ცხიმოვანი ნადების საწმენდი სითხეების დასამზადებლად. მათში მაღალია ჰიდროქსიდ-იონების კონცენტრაცია, ამიტომ მათი გამოყენების დროს საჭიროა სიფრთხილე.

სუსტი ტუტის ხსნარში მცირეა ჰიდროქსიდ-იონების კონცენტრაცია. ამის მაგალითია, ამიაკის წყალხსნარი, რომელშიც არის ამონიუმის იონი და ჰიდროქსიდ-იონები.

თემა 1: ელექტროლიტური დისოციაცია და ხსნარები



მჟავების მსგავსად, ფუძეების შემთხვევაშიც: რაც უფრო ადვილად დისოცირდება ჰიდროქსიდი, მით უფრო ძლიერი იქნება ფუძე. პერიოდში ფუძის სიძლიერე მარჯვნიდან მარცხნივ, ხოლო ჯგუფში – ზევიდან ქვევით გაიზრდება.



კითხვები და დავალებები:

- დააკვირდით 1.25 ნახაზს. რატომ არის აუცილებელი შედარებისათვის ერთი და იმავე კონცენტრაციის ხსნარების გამოყენება?
- შეადარეთ ერთმანეთს დისოციაციის ხარისხი და მუდმივა.
- მოცემულია ქლორის მჟავები:
 - HClO ;
 - HClO_2 ;
 - HClO_3 ;
 - HClO_4 .დაასახელეთ, მათ შორის, ყველაზე ძლიერი და ყველაზე სუსტი. პასუხი დაასაბუთეთ.
- შეადარეთ შემდეგ მჟავათა სიძლიერე:
 - გოგირდწყალბადმჟავა და სელენწყალბადმჟავა;
 - სელენწყალბადმჟავა და ბრომწყალბადმჟავა.პასუხი დაასაბუთეთ.
- შეადარეთ შემდეგი ჰიდროქსიდების სიძლიერე:
 - ნატრიუმის ჰიდროქსიდი და მაგნიუმის ჰიდროქსიდი;
 - ლითიუმის ჰიდროქსიდი და კალიუმის ჰიდროქსიდი.პასუხი დაასაბუთეთ.
- გაანალიზეთ ნახ. 1.26 და შეადარეთ ერთმანეთს სუსტი და ძლიერი მჟავები. ნახაზზე მოცემულ თითოეულ შემთხვევას შეუსაბამეთ თითო მაგალითი და შეადგინეთ მათი დისოციაციის ტოლობები.

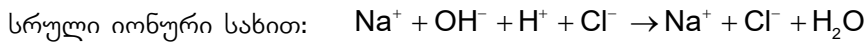
1.11

იონური მიმოცვლის რეაქციები

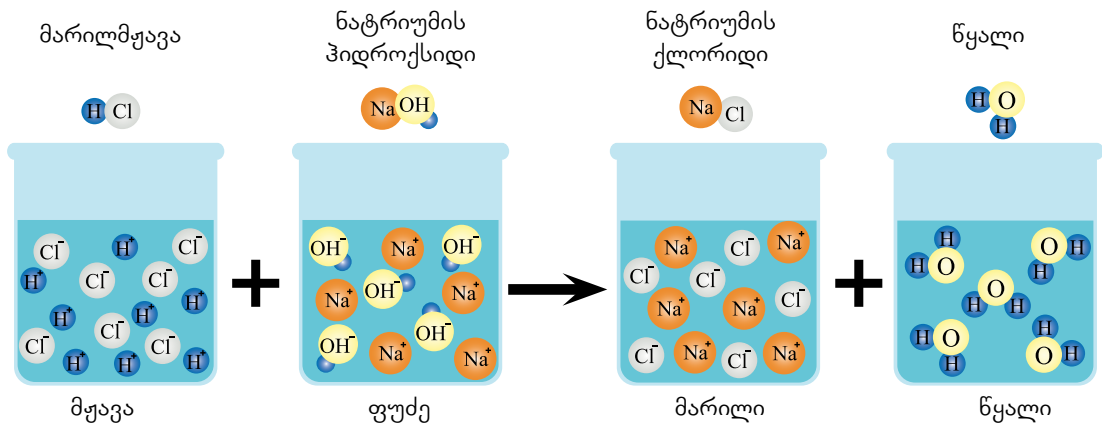
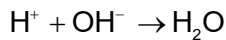
რეაქციას, რომელიც იონების მონაწილეობით მიმდინარეობს, იონური რეაქცია ეწოდება. იონური რეაქციები, როგორც წესი, მჟავას, ტუტისა და მარილის ხსნარებში მიმდინარე რეაქციებია.

რეაქციის მოლეკულური ტოლობისგან იონური ტოლობის შესადგენად საჭიროა ძლიერი ელექტროლიტები დავწეროთ იონების სახით, ხოლო წყალი, სუსტი ელექტროლიტები, წყალში უხსნადი ან აირადი ნივთიერებები – მოლეკულების სახით. განვიხილოთ რამდენიმე მაგალითი:

ა) ნეიტრალიზაციის რეაქცია

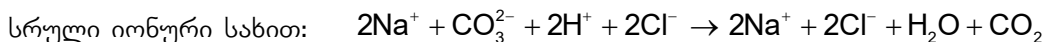
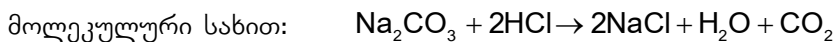


თუ ამ ტოლობაში გავაბათილებთ ერთნაირ, ანუ პასიურ იონებს ტოლობის სხვადასხვა მხარეს, მაშინ მივიღებთ ნეიტრალიზაციის შეკვეცილ იონურ ტოლობას. შეკვეცილი იონური ტოლობის მიხედვით ნებისმიერ მჟავაზე ნებისმიერი ფუძის მოქმედებით მიიღება ნეიტრალური ნივთიერება – წყალი (ნახ. 1.27):

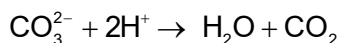


ნახ. 1.27. ნეიტრალიზაციის რეაქცია.

ბ) მარილზე მჟავას მოქმედება



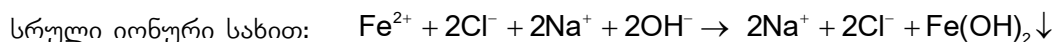
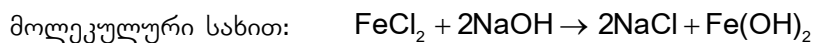
ნახშირმჟავა არამდგრადი მჟავაა და ხსნარში ადვილად იშლება. თუ გავაბათილებთ ხსნარში არსებულ ერთნაირ იონებს, მივიღებთ შეკვეცილ იონურ ტოლობას:



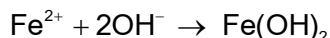
თემა 1: ელექტროლიტური დისოციაცია და ხსნარები

იონური ტოლობის მიხედვით, ნებისმიერ ხსნად კარბონატზე ძლიერი მჟავას მოქმედებით მიიღება ნახშირმჟავას მოლეკულა, რომელიც იშლება.

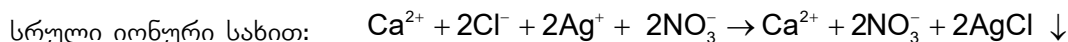
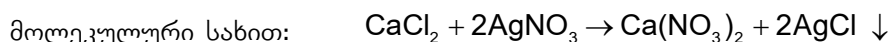
გ) მარილზე ტუტის მოქმედება



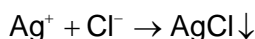
$\text{Fe}(\text{OH})_2$ წყალში უხსნადი ჰიდროქსიდია. თუ გავაბათილებთ ერთნაირ იონებს, მივიღებთ შეკვეცილ იონურ ტოლობას:



დ) მარილზე მარილის მოქმედება



AgCl წყალში უხსნადია. თუ გავაბათილებთ ერთნაირ იონებს და შეკვეცავთ კოეფიციენტებს, მივიღებთ შეკვეცილ იონურ ტოლობას:



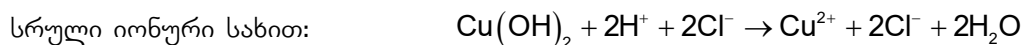
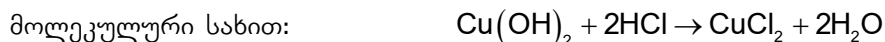
ამრიგად, იონური რეაქცია ბოლომდე მიმდინარეობს იმ შემთხვევაში, თუ:

- 1) წარმოიქმნება მცირედ დისოცირებადი ნივთიერება – წყალი ან სუსტი ელექტროლიტი;
- 2) წარმოიქმნება წყალში მცირედ ხსნადი ნივთიერება;
- 3) რეაქციის შედეგად გამოიყოფა აირი.

როდესაც რეაქცია მიმდინარეობს წყალში უხსნად ნივთიერებასთან, მაშინ ეს ნივთიერება უნდა ჩაიწეროს არადისოცირებული სახით:

მაგალითად:

სპილენძ(II)-ის ჰიდროქსიდსა და მარილმჟავას შორის მიმდინარე რეაქციის დროს სპილენძ(II)-ის ჰიდროქსიდი, როგორც მცირედ დისოცირებადი ნაერთი, არ იწერება იონების სახით.





კითხვები და დავალებები:

- გაათანაბრეთ მოცემული ნეიტრალიზაციის რეაქციები და შეადგინეთ მათი სრული და შეკვეცილი იონური ტოლობები:
 - $\text{HCl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$;
 - $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$;
 - $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O}$;
 - $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$.
- დანერეთ მოცემულ ნივთიერებათა შორის მიმდინარე რეაქციების მოლეკულური, სრული და შეკვეცილი იონური ტოლობები:
 - ნატრიუმის კარბონატი და გოგირდმჟავა;
 - სპილენძ(II)-ის ქლორიდი და ნატრიუმის ტუტე;
 - კალციუმის ნიტრატი და ნატრიუმის კარბონატი;
 - თუთიის ჰიდროქსიდი და მარილმჟავა.
- დაასრულეთ რეაქციათა ტოლობები, გაათანაბრეთ, დანერეთ მათი სრული და შეკვეცილი იონური ტოლობები:
 - $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Mg}(\text{OH})_2 \rightarrow$
 - $\text{ZnCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow$
 - $\text{HCl} + \text{NaHCO}_3 \rightarrow$
 - $\text{Fe}(\text{მყ}) + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
- რომელი ორი ელექტროლიტის შერევით მიიღება ხსნარი, რომელიც არ ატარებს დენს? განიხილეთ ორი შემთხვევა.
- მოცემული შეკვეცილი იონური ტოლობებიდან შეადგინეთ რეაქციათა მოლეკულური ტოლობები:
 - $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$
 - $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow$
 - $2\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
 - $\text{CuO} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$

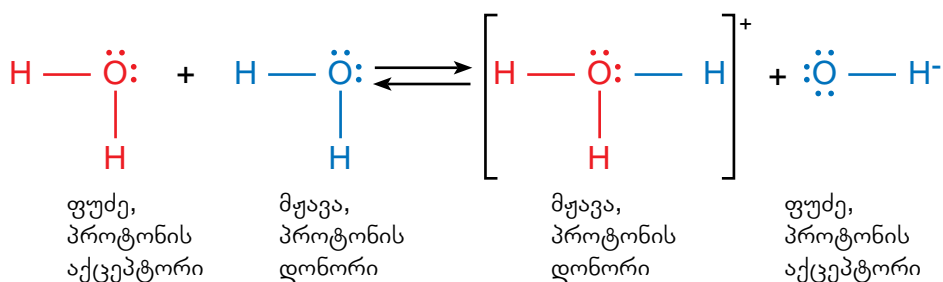
1.12

წყლის იონიზაცია

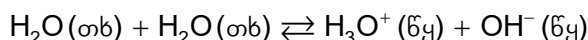
რატომ არის სუფთა წყალი ნეიტრალური? ამ კითხვაზე პასუხის გასაცემად გავიხსენოთ, რომ ყოფაცხოვრებაში გამოყენებულ სხვადასხვა ხსნარს აქვს განსხვავებული არე (მჟავა ან ტუტე). მაგალითად, ლიმონის წვენი შეიცავს ლიმონმჟავას. ექსპერიმენტულად დადგენილია, რომ მასში წყალბად-იონების რაოდენობა აღემატება ჰიდროქსიდ-იონების რაოდენობას. საქართველოში მინერალური წყლების უმრავლესობაში კი ჰიდროქსიდ-იონების რაოდენობა აღემატება წყალბად-იონების რაოდენობას.

როგორც ვნახეთ, მჟავას ან ტუტის წყალში გახსნის პროცესში წყალს შეუძლია იყოს წყალბად-იონის როგორც დონორი, ისე აქცეპტორი. ანუ შეიძლება ითქვას, რომ წყალი ასრულებს როგორც მჟავას, ისე ფუძის როლს.

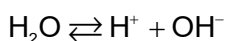
წყლის ორი მოლეკულის ურთიერთქმედების დროს მიიღება ჰიდროქსონიუმის იონი და ჰიდროქსიდ-იონი:



ამ პროცესს წყლის იონიზაცია ეწოდება:



ეს პროცესი შემოკლებით შეიძლება ამგვარად ჩაიწეროს:



ექსპერიმენტულად დადგენილია, რომ სუფთა წყლის იონიზაციის პროცესში წარმოქმნილი წყალბად-იონებისა და ჰიდროქსიდ-იონების კონცენტრაცია ტოლია და 25 °C-ზე მათი მოლური კონცენტრაციები არის $1.0 \times 10^{-7} \text{ M}$.

$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-7} \text{ M}$$

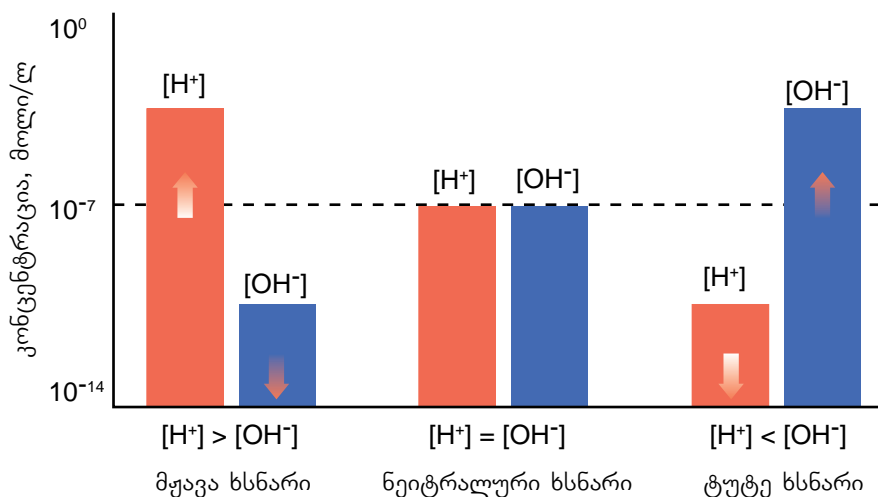
ეს რიცხვი მუდმივია, ხოლო ამ კონცენტრაციების ნამრავლს წყლის იონური ნამრავლი ეწოდება და აღინიშნება K_w -თი:

$$K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = (1.0 \times 10^{-7} \text{ M}) \cdot (1.0 \times 10^{-7} \text{ M}) = 1.0 \times 10^{-14}$$

$$K_w = 1.0 \times 10^{-14} \quad (25^\circ\text{C-ზე})$$

როცა წყალხსნარში $[\text{H}^+]$ და $[\text{OH}^-]$ ტოლია, ხსნარი ნეიტრალურია (ნახ. 1.28).

თემა 1: ელექტროლიტური დისოციაცია და ხსნარები



ნახ. 1.28. H^+ და OH^- იონთა კონცენტრაციები მჟავა, ნეიტრალურ და ტუტე ხსნარებში.

ამგვარად, ნებისმიერ წყალხსნარში $[H^+]$ და $[OH^-]$ ნამრავლი მუდმივი რიცხვია და $25^\circ C$ -ზე ტოლია 1.0×10^{-14} -ის:

$$K_w = 1.0 \times 10^{-14} \quad (25^\circ C\text{-ზე})$$

ტოლობიდან გამომდინარეობს, რომ:

$$[OH^-] = \frac{K_w}{[H^+]}; \quad [H^+] = \frac{K_w}{[OH^-]}$$



კითხვები და დავალებები:

- რატომია სუფთა წყალში წყალბად- და ჰიდროქსიდ-იონების კონცენტრაცია ტოლი?
- შეადარეთ წყალბად- და ჰიდროქსიდ-იონების თანაფარდობა მჟავა და ტუტე ხსნარებში. პასუხი დაასაბუთეთ.
- სუფრის ძმრის ხსნარში $25^\circ C$ -ზე ჰიდროქსიდ-იონების კონცენტრაცია $[OH^-]=10^{-11} M$. რა იქნება ამ ხსნარში წყალბად-იონთა კონცენტრაცია? როგორი არე ექნება ძმარს – მჟავა, ტუტე თუ ნეიტრალური?
- მოცემული კონცენტრაციის ხსნარებს მიუთითეთ არე – მჟავა, ტუტე თუ ნეიტრალური?
 - $[H^+] = 2.0 \times 10^{-4} M$;
 - $[OH^-] = 8.0 \times 10^{-3} M$;
 - $[H^+] = 1.9 \times 10^{-9} M$;
 - $[OH^-] = 3.5 \times 10^{-10} M$.
- გამოთვალეთ ჰიდროქსიდ-იონების კონცენტრაცია ხსნარებში, რომლებშიც წყალბად-იონთა კონცენტრაციაა:
 - ყავა – $10^{-5} M$;
 - ნატრიუმის ტუტის ხსნარი – $10^{-12} M$;
 - საპონი – $10^{-8} M$;
 - ძმარი – $10^{-3} M$.

1.13

pH-ის სკალა

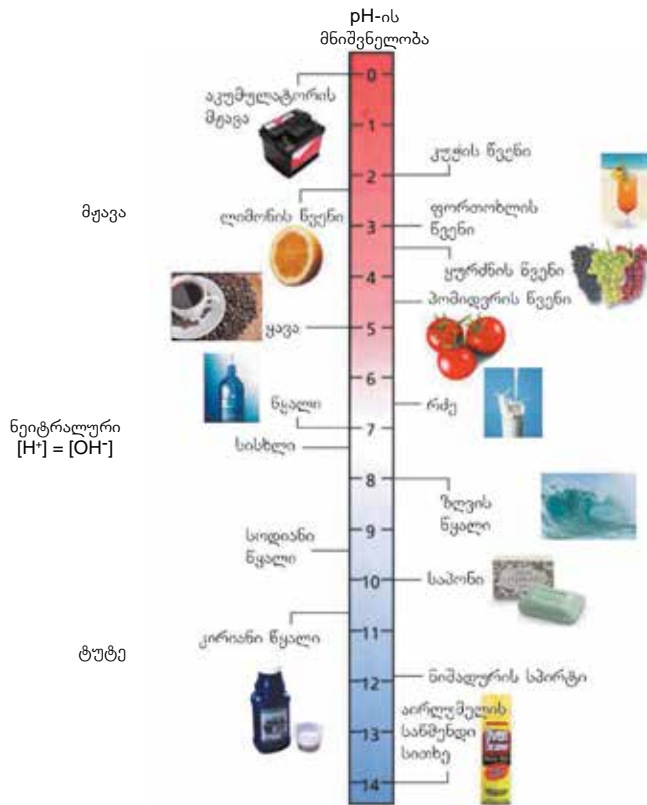
1.13.1. pH და ხსნარის არე

ხშირად სხვადასხვა სფეროში (კვების ტექნოლოგია, მედიცინა, აგრონომია, ღვინის ტექნოლოგია და სხვ.) მომუშავე სპეციალისტებს სჭირდებათ ხსნარებში H^+ და OH^- იონების კონცენტრაციის ცოდნა. ორგანიზმში მჟავიანობის დონე მნიშვნელოვანია ფილტვებისა და თირკმელების სწორი ფუნქციონირების შეფასებისთვის, საკვებში ბაქტერიების ზრდის კონტროლისთვის და სხვ.

ჩვენთვის ცნობილია, რომ მჟავიანობის დონე იზომება pH სკალაზე, რომელიც ასახავს წყალბად-იონების კონცენტრაციას. ნეიტრალური ხსნარებისთვის, როცა წყალბად-იონების კონცენტრაცია არის $1.0 \times 10^{-7} M$, pH 7.0-ის ტოლია. მჟავა არეში, სადაც წყალბად-იონების კონცენტრაცია აღემატება $1.0 \times 10^{-7} M$ -ს, $pH < 7$. ხოლო ტუტე არეში $pH > 7$, სადაც წყალბად-იონების კონცენტრაცია ნაკლებია $1.0 \times 10^{-7} M$ -ზე (ცხრილი 1.4 და ნახ. 1.29):

ცხრილი 1.4. წყალბად-იონების კონცენტრაციისა და ხსნარის არის შესაბამისობა.

ხსნარის არე	pH-ის მნიშვნელობა	$[H^+]$, მოლი/ლ
ნეიტრალური	7	1.0×10^{-7}
მჟავა	<7	$>1.0 \times 10^{-7}$
ტუტე	>7	$<1.0 \times 10^{-7}$



ნახ. 1.29. ყოველდღიურ ცხოვრებაში გამოყენებული ზოგიერთი პროდუქტისა და ნივთიერების წყალხსნარის pH.

თემა 1: ელექტროლიტური დისოციაცია და ხსნარები

ლაბორატორიაში pH-ის ზუსტად განსაზღვრისთვის, ჩვეულებრივ, გამოიყენება pH-მეტრი (ნახ. 1.30). ასევე, შესაძლებელია ინდიკატორების ხსნარების (ცხრილი 1.5) ან pH ქაღალდის გამოყენება (ნახ. 1.31) ხსნარის მჟავიანობის ან ტუტეიანობის შესაფასებლად.



ნახ. 1.30. pH-მეტრი.



ნახ. 1.31. ინდიკატორის ქაღალდი.

ცხრილი 1.5. 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

თემა 1: ელექტროლიტური დისოციაცია და ხსნარები

1.13.2. ხსნარის pH-ის გამოთვლა

სანამ pH-ის მნიშვნელობის გამოთვლაზე გადავალთ, გავიხსენოთ, რომ ათობითი ლოგარითმი გვიჩვენებს, რომელ ხარისხში უნდა ავიყვანოთ 10, რომ მივიღოთ შესაბამისი რიცხვი:

$$\log_{10} 100 = 2 \Rightarrow 10^2 = 100$$

$$\log_{10} 0.01 = -2 \Rightarrow 10^{-2} = 0.01$$

$$\log_{10} 100 = 2$$

$$\log_{10} 0.01 = -2$$

pH სკალა არის ლოგარითმული სკალა, რომელიც შეესაბამება წყალბად-იონების კონცენტრაციას წყალხსნარში. მათემატიკურად, **pH არის წყალბად-იონების კონცენტრაციის, ანუ $[H^+]$ -ის უარყოფითი ლოგარითმი 10-ის ფუძით (log).**

$$pH = -\log[H^+]$$


მაგალითად, სუფთა წყალში, სადაც $[H^+] = 1.0 \times 10^{-7} \text{ M}$

$$pH = -\log[H^+] = -\log[1.0 \times 10^{-7}] = -(-7.00) = 7.00$$

წყალბად-იონებისა და ჰიდროქსიდ-იონების კონცენტრაციების შესაბამისობა pH-თან მოცემულია 1.6 ცხრილში.


ცხრილი 1.6. $[H^+]$ და $[OH^-]$ შესაბამისობა pH-თან.

$[H^+]$, მოლი/ლ	pH	$[OH^-]$, მოლი/ლ
10^0	0	10^{-14}
10^{-1}	1	10^{-13}
10^{-2}	2	10^{-12}
10^{-3}	3	10^{-11}
10^{-4}	4	10^{-10}
10^{-5}	5	10^{-9}
10^{-6}	6	10^{-8}
10^{-7}	7	10^{-7}
10^{-8}	8	10^{-6}
10^{-9}	9	10^{-5}
10^{-10}	10	10^{-4}
10^{-11}	11	10^{-3}
10^{-12}	12	10^{-2}
10^{-13}	13	10^{-1}
10^{-14}	14	10^0



მჟავა

ნეიტრალური



ტუტე

განვიხილოთ შესაბამისი ამოცანები:

ამოცანის ამოხსნის ნიმუში – 6

ა) გამოთვალეთ მუჟავას ხსნარის pH, თუ მასში წყალბადიონების კონცენტრაცია არის $[H^+] = 1.0 \cdot 10^{-4} M$.

მოც.: $[H^+] = 1.0 \times 10^{-4} M$.

უ. ვ.: pH

ამოხსნა:

$$pH = -\lg[H^+]$$

$$pH = -\lg[H^+] = -\lg[1.0 \times 10^{-4}] = -(-4.00) = 4.00$$

პასუხი: მუჟავას ხსნარის pH=4.00.

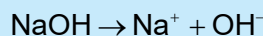
ბ) გამოთვალეთ ნატრიუმის ტუტის ხსნარის pH, თუ მასში ტუტის კონცენტრაცია არის 0.01 მოლი/ლ.

მოც.: $C(NaOH) = 0.01$ მოლი/ლ

უ. ვ.: pH

ამოხსნა:

რადგან ნატრიუმის ტუტე ძლიერი ელექტროლიტია, ამიტომ სრულად დისოცირდება იონებად:



შესაბამისად, დისოციაციის შედეგად წარმოქმნილი ჰიდროქსიდ-იონების კონცენტრაცია ტოლია ტუტის კონცენტრაციის:

$$[OH^-] = 0.01 = 1.0 \times 10^{-2} M$$

pH-ის გამოთვლისთვის საჭიროა წყალბად-იონების კონცენტრაციის გამოთვლა. რადგან ცნობილია, რომ:

$$K_w = [H^+][OH^-] = 1.0 \times 10^{-14}, \text{ აქედან}$$

$$[H^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.0 \times 10^{-2}} = 1.0 \cdot 10^{-12}$$

$$pH = -\lg[H^+] = -\lg[1.0 \times 10^{-12}] = -(-12.00) = 12.00$$

პასუხი: ტუტის ხსნარის pH=12.00.



კითხვები და დავალებები:

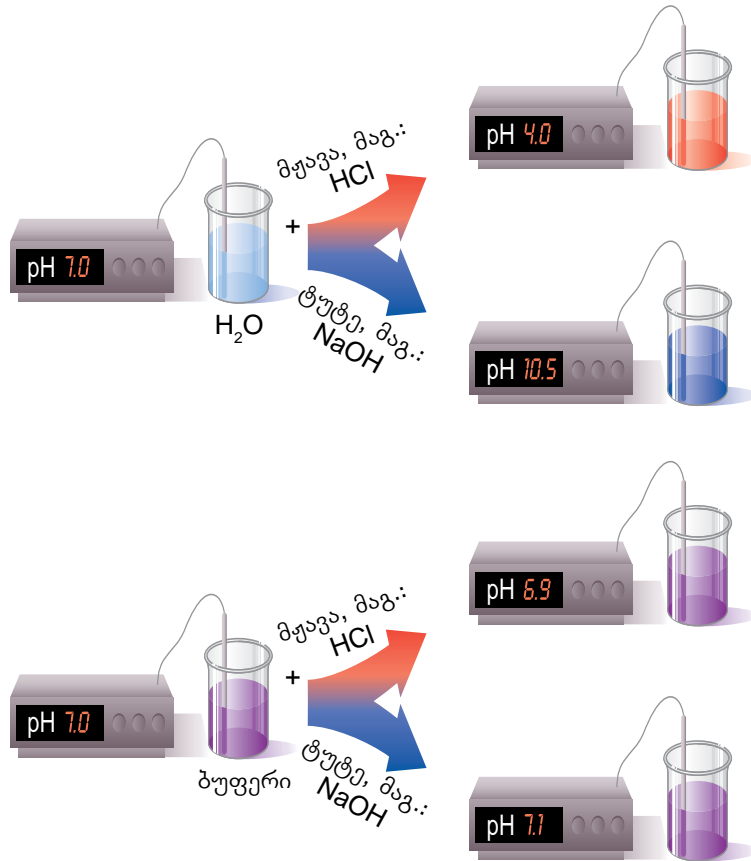
1. რატომაა სუფთა წყლის pH 7-ის ტოლი?
2. როგორია ნიშადურის pH, თუ ჰიდროქსიდ-იონთა კონცენტრაციაა 10^{-4} მოლი/ლ?
3. განსაზღვრეთ წყალბად-იონთა კონცენტრაცია, თუ ხსნარის pH არის:
 - ა) 3;
 - ბ) 8.
4. განსაზღვრეთ pH, თუ წყალბად-იონთა კონცენტრაციაა:
 - ა) 1×10^{-2} მოლი/ლ;
 - ბ) 1×10^{-12} მოლი/ლ;
 - გ) 1×10^{-7} მოლი/ლ.
5. დაადგინეთ წყალბად- და ჰიდროქსიდ-იონთა კონცენტრაცია მოცემულ ხსნარებში, რომელთა pH ტოლია:
 - ა) 3;
 - ბ) 11;
 - გ) 6;
 - დ) 8;
 - ე) 9.
6. A ხსნარის pH 4-ის ტოლია, B ხსნარისა – 6-ის.
 - ა) რომელი მათგანის მჟავიანობაა უფრო მეტი?
 - ბ) დაადგინეთ ამ ხსნარებში წყალბად-იონთა კონცენტრაცია;
 - გ) დაადგინეთ ამ ხსნარებში ჰიდროქსიდ-იონთა კონცენტრაცია.
7. გამოთვალეთ მარილმჟავას 500 მლ ხსნარის pH, რომელიც დამზადებულია 0.183 გ ქლორწყალბადის წყალში გახსნით.

1.14

ბუფერული ხსნარები

ადამიანის ორგანიზმში მიმდინარე პროცესები მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული სისხლის pH-ზე, რომელიც 7.35-7.45 ფარგლებში მერყეობს. მისი ცვლილება 6.8-ის ქვევით ან 8.0-ის ზევით იწვევს უჯრედთა ფუნქციონირების მოშლას, რაც ლეტალური შედეგით შეიძლება დასრულდეს. ამისგან ორგანიზმს იცავს სისხლის ერთ-ერთი ბუფერული სისტემა. **ბუფერი არის ხსნარი, რომელიც ინარჩუნებს pH-ს მცირე რაოდენობით ძლიერი მჟავას ან ტუტის დამატებისას.**

ბუფერი უნდა შედგებოდეს ორი კომპონენტისგან, სუსტი მჟავასა და მისი შესაბამისი მარილის, ან სუსტი ფუძისა და შესაბამისი მარილისგან. მაგალითად, აცეტატური ბუფერის ნარევი შეიცავს ძმარმჟავასა და ნატრიუმის აცეტატს, ხოლო ამიაკური ბუფერი შედგება ამონიუმის ჰიდროქსიდისა და ამონიუმის ქლორიდისგან. ამ ნარევეზე მცირე რაოდენობით ძლიერი მჟავას ან ტუტის დამატების შედეგად pH მხოლოდ უმნიშვნელოდ იცვლება, რადგან ბუფერის კომპონენტები ანეიტრალებს დამატებულ ნივთიერებებს (ნახ. 1.32).



ნახ. 1.32. ბუფერულ ხსნარზე ძლიერი მჟავას ან ტუტის დამატებისას pH უმნიშვნელოდ იცვლება.

ახლა განვიხილოთ სისხლის ერთ-ერთი ბუფერული სისტემა, რომელსაც ნახშირბადის დიოქსიდი წარმოქმნის. უჯრედული სუნთქვის საბოლოო პროდუქტი, ნახშირორჟანგი, მუდმივად წარმოიქმნება ჩვენს ორგანიზმში. მისი ნაწილი გადადის ფილტვებში, საიდ-

თემა 1: ელექტროლიტური დისოციაცია და ხსნარები

ანაც იგი გარემოში გამოიყოფა, ხოლო ნაწილი კი იხსნება სითხეებში – პლაზმასა და ნერწყვში, რის შედეგადაც წარმოიქმნება ნახშირმჟავა.

ორგანიზმში ნახშირმჟავას კონცენტრაცია მჭიდრო კავშირშია სისხლში ნახშირორჟანგის დონესთან. თუ ორგანიზმში ნახშირორჟანგის დონე აიწევს, წარმოიქმნება უფრო მეტი ნახშირმჟავა და, შესაბამისად, წყალბადის კატიონები, რაც pH-ის შემცირებას იწვევს. ნახშირორჟანგის დონის შემცირება სისხლის pH-ის მნიშვნელობის მომატებას იწვევს. ძლიერი ალელვების, ტრავმის ან მაღალი ტემპერატურის გამო შესაძლოა ადამიანს დაემართოს ჰიპერვენტილაცია (ძალიან ხშირი და ზედაპირული სუნთქვა), რაც იწვევს ორგანიზმიდან დიდი რაოდენობით ნახშირორჟანგის გამოთავისუფლებას გარემოში. როდესაც ნახშირორჟანგის დონე ნორმაზე ქვემოთ ეცემა სისხლში, ნახშირმჟავა გარდაიქმნება ნახშირორჟანგად და წყლად, რაც H^+ -ის კონცენტრაციას ამცირებს და, შესაბამისად, ზრდის pH-ს.

ამრიგად, ბუფერული სისტემები უმნიშვნელოვანეს როლს ასრულებს ცოცხალ ორგანიზმებში მიმდინარე პროცესებში. სწორედ ამიტომ ბუფერები გამოიყენება ბიოლოგიური სისტემების მოდელირებისთვის. გარდა ამისა, ბუფერებს აქტიურად იყენებენ ანალიზურ ქიმიაში მუდმივი pH-ის შესანარჩუნებლად.



კითხვები და დავალებები:

- ჩამოთვლილთაგან რომელ ნივთიერებათა ნარევი წარმოქმნის ბუფერულ ხსნარს:
 - HCl (ძლიერი მჟავა) და $NaCl$;
 - HF (სუსტი მჟავა) და KF ;პასუხი დაასაბუთეთ.
- სუსტი მჟავას – ძმარმჟავასა და მისი ნატრიუმის მარილის ხსნარის მაგალითზე განიხილეთ ბუფერული სისტემის არსი; რა როლს ასრულებს სუსტი მჟავა? მისი მარილი?

1.15

მარილთა ჰიდროლიზი

საქართველოში მინერალური წყლების უმრავლესობა შეიცავს ჰიდროკარბონატ-იონს (HCO_3^-). ასეთ წყლებს სუსტი ტუტე არე აქვს. რა არის ამის მიზეზი? ამ კითხვაზე პასუხის გასაცემად გავეცნოთ მარილთა ჰიდროლიზს. **ნივთიერების დაშლას, წყლის საშუალებით, ჰიდროლიზი ეწოდება („ჰიდრო“ წყალს ნიშნავს, „ლიზი“ – დაშლას).** ჰიდროლიზდება როგორც არაორგანული, ისე ორგანული ნივთიერებები.

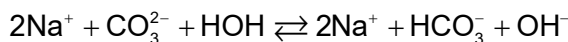
არაორგანული ნივთიერებების ჰიდროლიზის მაგალითია ზოგიერთი მარილის დაშლა წყლის მოქმედებით. ჰიდროლიზის შედეგად ხსნარს შეიძლება ჰქონდეს ტუტე, მჟავა ან ნეიტრალური რეაქცია.

ჰიდროლიზის პროცესის შედეგად მიღებული ხსნარის არეს განსაზღვრავს მარილის შედგენილობა. მარილი შეიძლება შედგებოდეს:

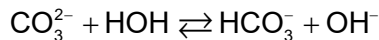
1. ძლიერი ფუძის კატიონისა და სუსტი მჟავას ანიონისგან;
2. სუსტი ფუძის კატიონისა და ძლიერი მჟავას ანიონისგან;
3. სუსტი ფუძის კატიონისა და სუსტი მჟავას ანიონისგან;
4. ძლიერი ფუძის კატიონისა და ძლიერი მჟავას ანიონისგან.

განვიხილოთ თითოეული შემთხვევა:

1. დავინყოთ ძლიერი ფუძის კატიონისა და სუსტი მჟავას ანიონისგან წარმოქმნილი მარილის, მაგალითად, ნატრიუმის კარბონატის ჰიდროლიზის პროცესით. ამ დროს წარმოქმნილის სუსტი მჟავას ანიონი (კარბონატ-იონი) ურთიერთქმედებს წყლის მოლეკულბთან, იერთებს წყალბად-იონს და წარმოქმნის სუსტ მჟავას. იონური ტოლობის სახით ჰიდროლიზი ასე ჩაიწერება:

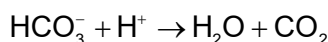


შეკვეცილი იონური ტოლობა იქნება:

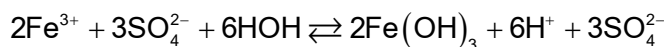


ხსნარში OH^- იონების კონცენტრაცია იზრდება.

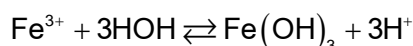
მინერალურ წყალს აქვს სამკურნალო დანიშნულება და ხშირად გამოიყენება კუჭის ქარბი მჟავიანობის გასაწეიტრალეზლად. ამ დროს ჰიდროკარბონატ-იონი რეაგირებს წყალბად-იონთან ნახშირორჟანგისა და წყლის წარმოქმნით:



2. განვიხილოთ სუსტი ფუძის კატიონისა და ძლიერი მჟავას ანიონისგან წარმოქმნილი მარილის, კერძოდ, რკინა(III)-ის სულფატის ჰიდროლიზი. ამ დროს რკინა(III)-ის იონი რეაგირებს წყალთან და იკავშირებს ჰიდროქსიდ-იონს.



შეკვეცილი სახით:



როგორც ვხედავთ, ხსნარში გროვდება წყალბად-იონები და შეინიშნება სიმღვრივე, ამიტომ ასეთი ხსნარი ლაბორატორიაში დიდხანს არ ინახება.

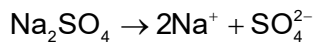
თემა 1: ელექტროლიტური დისოციაცია და ხსნარები

3. სუსტი ფუძის კატიონისა და სუსტი მჟავას ანიონისაგან წარმოქმნილი მარილის ჰიდროლიზის პროცესში მონაწილეობს მარილის კატიონიც და ანიონიც. ამ დროს ჰიდროლიზის პროცესი სრულად მიმდინარეობს. მაგალითად, ალუმინის სულფიდი არის სუსტი ფუძის კატიონისა და სუსტი მჟავას ანიონის მარილი, ამიტომ წყალხსნარში სრულად ჰიდროლიზდება და ნალექისა და აირის გამოყოფა ერთდროულად შეინიშნება:



ალუმინის სულფიდის ჰიდროლიზი იმდენად ინტენსიურად მიმდინარეობს, რომ იგი წყალხსნარში წარმოქმნისთანავე იშლება. ამ შემთხვევაში წარმოქმნილი ხსნარის pH დამოკიდებულია მარილის შემადგენლობაში შემავალი კატიონის და ანიონის შესაბამისი ფუძისა და მჟავას დისოციაციის მუდმივებზე.

4. რაც შეეხება ძლიერი ფუძის კატიონისა და ძლიერი მჟავას ანიონისგან შედგენილ მარილებს, ისინი არ ჰიდროლიზდება. განვიხილოთ ნატრიუმის სულფატის მაგალითი. ეს მარილი წყალში გახსნისას დისოცირდება მეტალის კატიონად და მჟავას ნაშთის ანიონად:



ნატრიუმის სულფატის დისოციაციით მიღებული არც კატიონი და არც ანიონი წყლის იონებთან არ ურთიერთქმედებს, ამიტომ ხსნარში H^+ და OH^- იონების კონცენტრაციები არ იცვლება.



კითხვები და დავალებები:

1. გადაიტანეთ ცხრილი სამუშაო რვეულში და შეავსეთ ცარიელი უჯრები – თითოეულ მარილს მიუთითეთ, როგორი pH ($\text{pH}=7$, $\text{pH}>7$, $\text{pH}<7$) ექნება მის წყალხსნარს.

მარილი	pH
CH_3COONa	
NaNO_3	
K_2CO_3	
NH_4Cl	
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	

2. pH-ის რა შესაძლო მნიშვნელობა ექნება ნატრიუმის კარბონატის წყალხსნარს?

3. რკინა(III)-ის სულფატის ჰიდროლიზისას:

ა) რომელი ნივთიერების წარმოქმნა იწვევს სიმღვრივეს?

ბ) როგორი არე ექნება ხსნარს?

გ) რომელი ნივთიერების დამატებითაა შესაძლებელი სიმღვრივის თავიდან აცილება?



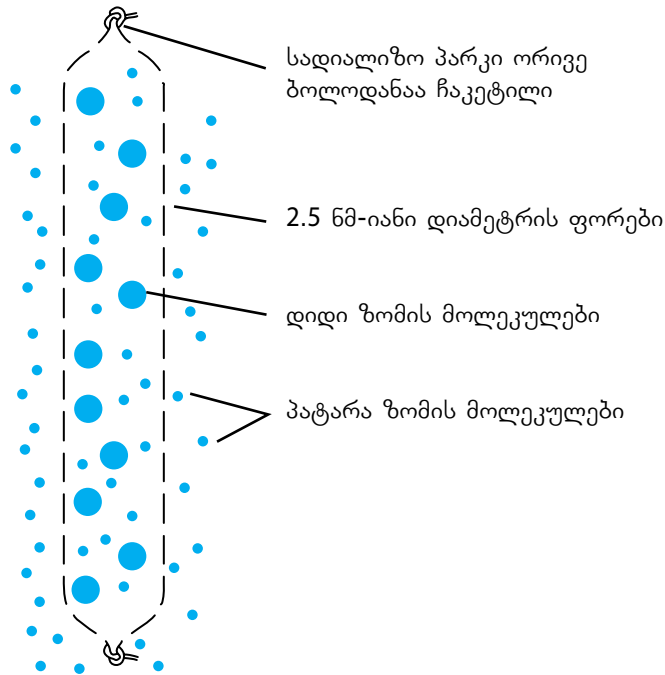
განვლილი მასალის შეჯამება

დარწმუნდით, რომ იცით:

- ხსნარი ყოველთვის შეიძლება განვიხილოთ, როგორც გამხსნელ ნივთიერებაში თანაბრად განაწილებული გახსნილ ნივთიერებათა ნაწილაკები.
- წყლის მოლეკულა პოლარულია და მასში კარგად იხსნება პოლარულ-კოვალენტური და იონური ნაერთები.
- ნივთიერების ხსნადობაზე მოქმედი ფაქტორებია გამხსნელისა და გასახსნელი ნივთიერების ბუნება, ტემპერატურა და წნევა. წნევა მოქმედებს მხოლოდ აირადი ნივთიერებების ხსნადობაზე.
- ნაჯერია ხსნარი, რომელშიც მოცემულ ტემპერატურაზე მეტი ნივთიერება აღარ იხსნება; ხოლო უჯერია ხსნარი, რომელშიც მოცემულ ტემპერატურაზე ნივთიერება კიდევ შეიძლება გაიხსნას.
- ხსნარის რაოდენობრივი შედგენილობის გამოსახვის ხერხებია პროცენტული და მოლური კონცენტრაცია. პროცენტული კონცენტრაცია გვიჩვენებს, რა მასის გახსნილ ნივთიერებას შეიცავს 100 გ ხსნარი, ხოლო მოლური კონცენტრაცია გვიჩვენებს, ნივთიერების რამდენ მოლს შეიცავს 1 ლ ხსნარი.
- ხსნარის თვისებები (ლღობისა და დუღილის ტემპერატურები, სიმკვრივე) განსხვავდება სუფთა გამხსნელისაგან.
- ელექტროლიტი ეწოდება ნივთიერებას, რომლის წყალხსნარი ან ნალღობი ატარებს დენს. ნივთიერებას, რომელსაც ეს თვისება არ გააჩნია, არაელექტროლიტი ეწოდება.
- სუსტი ელექტროლიტი წყალში გახსნისას მცირედ დისოცირდება, ხოლო ძლიერი ელექტროლიტი – თითქმის სრულად.
- დისოციაციის ხარისხი გვიჩვენებს ხსნარში არსებული ნივთიერების რა ნაწილია დაშლილი იონებად.
- მჟავა ისეთი ელექტროლიტია, რომლის წყალხსნარში დისოციაციის შედეგად წარმოქმნილ იონებს შორის კატიონი მხოლოდ წყალბად-იონია.
- ფუძე ისეთი ელექტროლიტია, რომლის წყალხსნარში დისოციაციის შედეგად წარმოქმნილ იონებს შორის ანიონი მხოლოდ ჰიდროქსიდ-იონია.
- ძლიერი მჟავებისა და ფუძეების (ტუტეების) დისოციაციის მუდმივა მაღალია, ხოლო სუსტის – დაბალი.
- ელემენტთა წყალბადნაერთების მჟავური სიძლიერე იზრდება პერიოდში მარცხნიდან მარჯვნივ და ჯგუფში – ზევიდან ქვევით.
- იონური მიმოცვლის რეაქცია მიმდინარეობს მხოლოდ მაშინ, როდესაც მიიღება მცირედ დისოცირებადი ნაერთი (წყალი, ნალექი ან აირი).
- წყალი მცირედ დისოცირდება, მისი იონური ნამრავლი მუდმივი რიცხვია.
- pH არის წყალბად-იონების კონცენტრაციის უარყოფითი ლოგარითმი 10-ის ფუძით (log).
- ხსნარს, რომელიც ტუტის ან მჟავას დამატებისას მხოლოდ მცირედ იცვლის pH-ს, ბუფერი ეწოდება.
- წყლის საშუალებით ნივთიერების დაშლას ჰიდროლიზი ეწოდება. ზოგიერთი მარილის ჰიდროლიზის შედეგად ხსნარს შეიძლება ჰქონდეს ნეიტრალური, ტუტე ან მჟავა არე.

თირკმელები და დიალიზი

დიალიზი არის პროცესი, რომლის დროსაც ხსნარიდან მოლეკულებს (ნაწილაკებს) აცალკევებენ ნახევრადგანვლადი მემბრანის საშუალებით. პრინციპი აგებულია იმ ფაქტზე, რომ სხვადასხვა ზომის ნაწილაკები ნახევრადგანვლად მემბრანაში სხვადასხვა სიჩქარით გადაადგილდება. დიალიზის ბუნებრივ მაგალითს თირკმლის მუშაობა წარმოადგენს.



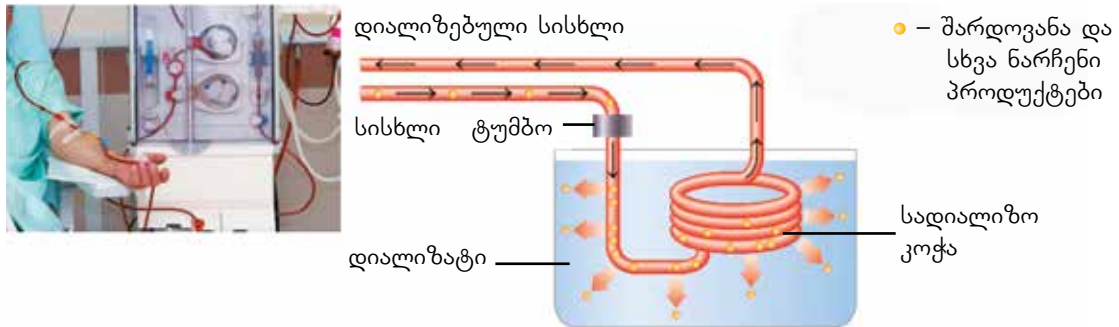
ნახ. 1. სადიალიზო პარკში ნაწილაკების განვლადობა.



ნახ. 2. ხსნარის ნაწილაკები სადიალიზო მემბრანას გადის, ხოლო კოლოიდური ნაწილაკები – ვერა.

თემა 1: ელექტროლიტური დისოციაცია და ხსნარები

ორგანიზმებში სითხეები დიალიზდება თირკმლების საშუალებით, რომლებიც სისტემიდან აცილებს ქარბ მარილებსა და წყალს. ზრდასრული ადამიანის თითოეული თირკმელი მილიონობით ასეთ სისტემას შეიცავს.



ნახ. 3. ხელოვნური სადიალიზო აპარატი.

მას შემდეგ, რაც სისხლი გაივლის თირკმელს, ორგანიზმისთვის სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანი ნაწილაკები, მაგალითად: ამინომჟავები, გლუკოზა, ზოგიერთი იონი, წყალთან ერთად ორგანიზმს უბრუნდება, ხოლო ძირითადი ნარჩენი პროდუქტი, შარდოვანა, მათგან განცალკევდება და შარდის სახით გამოიყოფა ორგანიზმიდან.

თუ თირკმელი ვერ ასრულებს თავის ფუნქციას, ვერ ადიალიზებს ნარჩენ პროდუქტებს, შარდოვანას მაღალი დონე ორგანიზმში სიცოცხლისათვის საშიშიც კი შეიძლება გახდეს. პაციენტს, რომელსაც თირკმლის უკმარისობა აქვს, აუცილებელია ჩაუტარდეს ჰემოდიალიზი, პროცესი, რომლის დროსაც ხელოვნური თირკმლის აპარატი სისხლს ასუფთავებს ქარბი არასასურველი ნივთიერებებისგან.

ტიპური ხელოვნური თირკმლის აპარატი შედგება დიდი ზომის წყლით სავსე ავზისგან (ნახ. 3), რომელიც შეიცავს შერჩეულ ელექტროლიტებს. სადიალიზო აბაზანის (დიალიზატის) ცენტრში მოთავსებულია სადიალიზო კოჭა ან მილის ფორმის მემბრანა, რომელიც ცელულოზისგანაა დამზადებული. როდესაც პაციენტის სისხლი გადის სადიალიზო კოჭაში, მაღალკონცენტრირებული ნარჩენი პროდუქტები სისხლიდან დიალიზდება. რაც მთავარია, ამ პროცესში სისხლი არ იკარგება, რადგან მემბრანაში დიდი ზომის ნაწილაკები, როგორებიცაა სისხლის წითელი უჯრედები, ვერ აღწევს.

დიალიზს საჭიროებენ ავადმყოფები, რომლებიც შარდს თითქმის ვერ გამოჰყოფენ, რის გამოც მათ ორგანიზმში გროვდება დიდი რაოდენობის წყალი, რაც გულის დიდ დავითვას იწვევს. ასეთ პაციენტებს სითხეების მიღება შეზღუდული აქვთ და შესაძლოა მათი დღიური ლიმიტი რამდენიმე ჩაის კოვზი წყალიც კი იყოს. დიალიზის პროცედურას თან ახლავს სისხლის წნევის გაზრდა სადიალიზო კოჭაში ცირკულირების დროს. ეს უზრუნველყოფს სისხლიდან მაქსიმალური რაოდენობის წყლის გამოტანას. ზოგიერთ პაციენტს ერთი სადიალიზო პროცედურის შემდეგ შესაძლოა 2 ლ-დან 10 ლ-მდე სითხე მოაცილონ. დიალიზზე მყოფი პაციენტები, როგორც წესი, 2-3 პროცედურას გადიან კვირაში და თითოეულ მკურნალობას შესაძლოა დასჭირდეს 5-7 სთ.



შემაჯამებელი სავარჯიშოები

1. გადაიტანეთ ცხრილი სამუშაო რვეულში და მოცემულ ნივთიერებებს მიუჩინეთ შესაბამისი ადგილი: NaCl , KBr , HF , MgCl_2 , NaNO_3 , NaOH , NH_4OH , KOH , ეთილის სპირტი, HCl , HBr , ბენზინი, HNO_3 , H_2SO_4 , ბენზოლი, აცეტონი.

ხსნარის ტიპი	დისოციაცია	ნაწილაკების ტიპი ხსნარში	ნივთიერებები
ძლიერი ელექტროლიტი	სრული	მხოლოდ იონები	
სუსტი ელექტროლიტი	ნაწილობრივი	იონები და მოლეკულები	
არაელექტროლიტი	არ დისოცირდება	მხოლოდ მოლეკულები	

2. მიუთითეთ, ქვემოთ მოცემული ნივთიერებათა წყალხსნარები, ძირითადად, მხოლოდ იონებისაგან შედგება, მხოლოდ მოლეკულებისაგან, თუ იონებსაც შეიცავს და მოლეკულებსაც?
- ა) NaBr ; ბ) ფრუქტოზა; გ) NH_4Cl ; დ) ეთილის სპირტი; ე) H_2S ; ვ) H_2CO_3 .
3. კალიუმის ქლორიდის ხსნადობა წყალში 20°C -ზე არის 340 გ/ლ. მოსწავლემ აიღო 200 გ წყალი და დაამატა 75 გ ეს მარილი 20°C -ზე.
- ა) რამდენი გრამი მარილი გაიხსნა?
ბ) ნაჯერია თუ უჯერი მიღებული ხსნარი?
4. კალიუმის ნიტრატის წყალში ხსნადობა 40°C -ზე არის 650 გ/ლ. რამდენი გრამი მარილი გაიხსნება 120 გ წყალში ამავე ტემპერატურაზე?
5. არსებობს ხსნარის კონცენტრაციის გამოსახვის რამდენიმე მეთოდი. ძალიან გავრცელებულია გახსნილი ნივთიერების მასის (გრამი) შეფარდება ხსნარის მოცულობასთან (ლ). ხსნარის შემცველობის გამოსახვის ეს ფორმა – გ/ლ (და მგ/ლ) – გვხვდება მინერალური წყლების, ასევე სხვადასხვა სამედიცინო პრეპარატის (მაგ: ფიზიოლოგიური ხსნარი) ეტიკეტზე. გამოთვალეთ გლუკოზის ხსნარის შემცველობა გ/ლ, თუ 10 გ გლუკოზა გახსნილია 200 მლ მის წყალხსნარში.
6. კლინდამიცინი ლოკალური მოქმედების ანტიბიოტიკია. რამდენი გრამი კლინდამიცინია მის 60 მლ ხსნარში, თუ ხსნარში მისი შემცველობა 1 მგ/ლ-ის ტოლია?
7. ერთ-ერთ მინერალურ წყალში კალციუმისა და მაგნიუმის იონების შემცველობა დაახლოებით ერთნაირია და 60 მგ/ლ შეადგენს. განსაზღვრეთ ამ იონების მოლური თანაფარდობა მოცემულ მინერალურ წყალში.
8. გამოთვალეთ გახსნილი ნივთიერების მასური წილი მოცემულ ხსნარებში:
- ა) 25 გ კალიუმის ქლორიდი გახსნილია 125 გ წყალში;
ბ) 12 გ შაქარი გახსნეს 228 გ ჩაიში;
გ) 80 გ ხსნარი შეიცავს 8 გ კალციუმის ქლორიდს.

თემა 1: ელექტროლიტური დისოციაცია და ხსნარები

9. გამოთვალეთ ლითიუმის ქლორიდის მოლური კონცენტრაცია ხსნარში, რომლის 40 მლ შეიცავს 2.5 გ ამ მარილს.
10. პირის ღრუს გასასუფთავებლად იყენებენ ხსნარს, რომელშიც ეთანოლის მოცულობითი წილია 22.5%. რა მოცულობის ეთანოლს შეიცავს 355 მლ მოცულობის ხსნარი?
11. პაციენტს სჭირდება 100 გ გლუკოზა დღის განმავლობაში. რა მასის 5%-იანი გლუკოზის ხსნარი უნდა მიიღოს ამისთვის?
12. გამოთვალეთ ხსნარის მოლური კონცენტრაცია თითოეულ შემთხვევაში:
 - ა) 4 ლ ხსნარი შეიცავს 2 მოლ გლუკოზას;
 - ბ) 2 ლ ხსნარი შეიცავს 4 გ კალიუმის ტუტეს;
 - გ) 400 მლ ხსნარი შეიცავს 5.85 გ სუფრის მარილს.
13. გამოთვალეთ, რა მასის გახსნილი ნივთიერება იქნება საჭირო შემდეგი ხსნარების დასამზადებლად:
 - ა) ნატრიუმის ტუტის 2 ლ 1.5 M;
 - ბ) კალიუმის ქლორიდის 4 ლ 0.2 M;
 - გ) ქლორწყალბადის 25 მლ 6 M.
14. გამოთვალეთ ხსნარის მოცულობა თითოეულ შემთხვევაში:
 - ა) კალიუმის ბრომიდის 2 M ხსნარი შეიცავს 3 მოლ ნივთიერებას;
 - ბ) ნატრიუმის ქლორიდის 1.5 M ხსნარი შეიცავს 15 მოლ ნივთიერებას;
 - გ) კალციუმის ნიტრატის 0.08 M ხსნარი შეიცავს 0.05 მოლ ნივთიერებას.
15. გამოთვალეთ მიღებული ხსნარის კონცენტრაცია თითოეულ შემთხვევაში:
 - ა) 2 ლ 6 M მარილმჟავა შეავსეს წყლით 6 ლიტრამდე;
 - ბ) ნატრიუმის ტუტის 0.5 ლ 12 M ხსნარი განაზავეს 3 ლიტრამდე;
 - გ) გოგირდმჟავას 50 მლ ხსნარი, რომელშიც ნივთიერების შემცველობა 15 მგ/ლ-ია, განაზავეს 250 მლ-მდე.
16. განსაზღვრეთ, რა მოცულობის (მლ) ხსნარი მიიღება, თუ:
 - ა) მარილმჟავას 20 მლ 6 M ხსნარისაგან დაამზადეს 1.5 M ხსნარი;
 - ბ) ფოსფორმჟავას 50 მლ 3 M ხსნარისაგან დაამზადეს 1.5 M ხსნარი;
 - გ) ლითიუმის ქლორიდის 2 გ/ლ შემცველობის 50 მლ ხსნარი ამოაშრეს 10 გ/ლ შემცველობამდე.
17. განსაზღვრეთ, რა მოცულობის ხსნარია საჭირო თითოეულ შემთხვევაში, რომ დამზადდეს:
 - ა) აზოტმჟავას 4 M ხსნარისაგან 250 მლ 0.2 M ხსნარი;
 - ბ) კალიუმის ნიტრატის 6 M ხსნარისაგან 20 მლ 0.25 M ხსნარი;
 - გ) კალიუმის ქლორიდის 8 M ხსნარისაგან 0.1 ლ 0.15 M ხსნარი.
18. ჩამოთვლილი ხსნარებიდან გამოყავით ჭეშმარიტი, კოლოიდური ხსნარი ან სუსპენზია:
 - ა) ნარევი, რომლის შემადგენელი ნაწილაკები ისეთი პატარაა, რომ ფილტრის ქა-

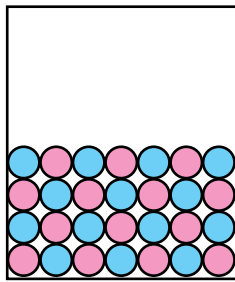
თემა 1: ელექტროლიტური დისოციაცია და ხსნარები

ლალდში გადის;

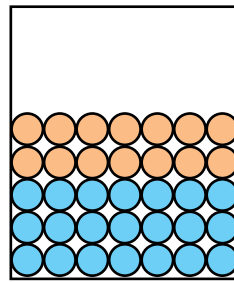
ბ) ნარევი, რომელშიც სინათლის დანათებისას წარმოიქმნება მნათი კონუსი;

გ) ნარევი, რომლის გახსნილი ნაწილაკები იმდენად დიდია, რომ თვალითაც ხილულია.

19. ერთნაირ პირობებში რომელი ხსნარი გაიყინება უფრო ადრე – 1 ლ წყალში გახსნილი 0.5 მოლი კალიუმის ქლორიდის, თუ ამავე მოცულობის წყალში გახსნილი 0.5 მოლი კალციუმის ქლორიდის?
20. რომელ ხსნარს ექნება დუღილის უფრო მაღალი ტემპერატურა – 0.5 ლ წყალში გახსნილი 0.4 მოლ ალუმინის ნიტრატის, თუ ამავე მოცულობის წყალში გახსნილი 0.4 მოლ ცეზიუმის ქლორიდის?
21. მოცემულ ნახაზს შეუსაბამეთ ჩამოთვლილი ხსნარები:



1



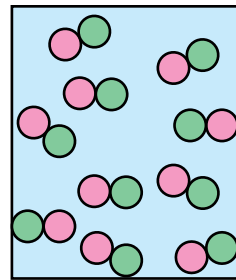
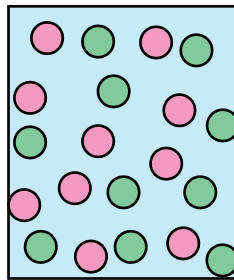
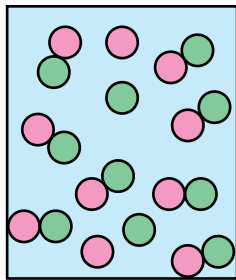
2

ა) პოლარული გამხსნელში შერეული არაპოლარული ნივთიერება;

ბ) პოლარული გამხსნელში შერეული პოლარული ნივთიერება;

გ) არაპოლარული გამხსნელში შერეული პოლარული ნივთიერება.

22. ნივთიერება, რომელიც პირობითად გამოსახულია , გახსნილია წყალში. შეუსაბამეთ ჩამონათვალი (ა, ბ, გ) მოცემულ დიაგრამებს.
 - ა) არაელექტროლიტი; ბ) სუსტი ელექტროლიტი; გ) ძლიერი ელექტროლიტი.



23. რამდენჯერ უნდა განვაზავოთ ხსნარი, რომელშიც გახსნილი ნივთიერების შემცველობაა 4 გ/ლ, რომ მივიღოთ ხსნარი, რომელშიც შემცველობაა 2 გ/ლ?
24. კალიუმის ნიტრატის ხსნადობა წყალში 20 °C-ზე არის 320 გ/ლ. ამ მონაცემზე დაყრდნობით უპასუხეთ ქვემოთ ჩამოთვლილ თითოეულ შემთხვევაში ხსნარი ნაჯერი თუ უჯერი?
 - ა) 2 გ მარილი ჩაყარეს 200 გ წყალში;

თემა 1: ელექტროლიტური დისოციაცია და ხსნარები

- ბ) 19 გ მარილი ჩაყარეს 50 გ წყალში;
გ) 68 გ მარილი ჩაყარეს 150 გ წყალში.
25. გამოთვალეთ გახსნილი ნივთიერების მასური წილი ხსნარში, რომელიც მიღებულია 15.5 გ ნატრიუმის სულფატის გახსნით 75.5 გ წყალში.
26. რამდენი გრამი კალიუმის კარბონატი მის 750 გ 3.5%-იან ხსნარში?
27. რა მოცულობის 12%-იანი (მოცულობითი წილი) პროპილის სპირტის ხსნარისგან შეიძლება 4.5 მლ სუფთა სპირტის მიღება?
28. გლუკოზის რამდენი გრამი 5%-იანი ხსნარი დაგეჭირდება მისგან 75 გ გლუკოზის მისაღებად?
29. ლაბორანტს სჭირდება კალიუმის ქლორიდის 0.25 ლ 2 M ხსნარის დამზადება. როგორ უნდა დაამზადოს მან ეს ხსნარი?
30. როგორია ხსნარის მოლური კონცენტრაცია, თუ 15.6 გ კალიუმის ქლორიდისგან დაამზადეს 74 მლ ხსნარი?
31. ხსნარი დაამზადეს 70 გ სუფთა აზოტმჟავასა და 130 გ წყლის შერევით. მიღებული ხსნარის სიმკვრივეა 1.21 გ/ლ. გამოთვალეთ:
ა) გახსნილი ნივთიერების მასური წილი ხსნარში;
ბ) მიღებული ხსნარის მოცულობა;
გ) მიღებული ხსნარის მოლური კონცენტრაცია;
დ) ნივთიერების შემცველობა ხსნარში გ/ლ-ში.
32. ხსნარში ნატრიუმის ტუტის შემცველობა 15 გ/ლ-ია. როგორია ამ ხსნარის მოლური კონცენტრაცია?
33. რამდენ გრამ გახსნილ ნივთიერებას შეიცავს მოცემული ხსნარები:
ა) ალუმინის ნიტრატის 2.5 ლ 3 M;
ბ) გლუკოზის 75 მლ 0.5 M;
გ) ლითიუმის ქლორიდის 235 მლ 1.8 M.
34. რა მოცულობის: ა) 2.5 M; ბ) 0.75 M; გ) 5.6 M ხსნარის დამზადება შეიძლება თითოეულ შემთხვევაში 25 გ კალიუმის ტუტისაგან?
35. თითოეულ შემთხვევაში გამოთვალეთ მიღებული ხსნარის მოლური კონცენტრაცია:
ა) ნატრიუმის ბრომიდის 25 მლ 0.2 M ხსნარი განაზავეს 50 მლ-მდე;
ბ) კალიუმის სულფატის 15 მლ 1.2 M ხსნარი განაზავეს 40 მლ-მდე;
გ) ნატრიუმის ტუტის 75 მლ 6 M ხსნარი განაზავეს 250 მლ-მდე.
36. როგორია მიღებული ხსნარის მოცულობა თითოეულ შემთხვევაში, თუ მარილმჟავას 25 მლ 5 M ხსნარი განაზავეს: ა) 2.5 M; ბ) 1 M; გ) 0.5 M?
37. საავადმყოფოში პაციენტს, კვების მიზნით, უსხამენ სითხეს ღრუ ვენაში. ყოველ

თემა 1: ელექტროლიტური დისოციაცია და ხსნარები

- 12 საათში ის იღებს 5% ამინომჟავასა და 20% გლუკოზას შემცველ 500 გ ხსნარს, რომელშიც შერეულია 10% ლიპიდების შემცველი 500 გ ხსნარი. რამდენ გრამ ამინომჟავას, გლუკოზასა და ლიპიდებს მიიღებს პაციენტი დღე-ღამის განმავლობაში?
38. კარგი ხარისხის სასმელს აქვს თავისი სინჯი. სინჯი ორჯერ აღემატება ეთილის სპირტის მოცულობით წილს. მაგალითად: თუ სასმელს აწერია სინჯი-80 ნიშნავს რომ ეთილის სპირტის შემცველობა მასში 40 % მოცულობითი წილია. რამდენი მლ სპირტია 750 მლ ასეთ სასმელში?
39. ლაბორატორიულ ექსპერიმენტში სუფრის მარილის 10 მლ ხსნარი ჩაასხეს 24.1 გ ფაიფურის ჯამში. ჭურჭელი აწონეს და ჯამური მასა 36.15 გ გამოვიდა. ფაიფურის ჯამი გააცხელეს და ხსნარი ამოაშრეს. ჭურჭელი ხელახლა აწონეს და მისი მასა 25.5 გ გახდა.
- ა) როგორი იყო საწყის ხსნარში მარილის მასური წილი?
ბ) როგორი იყო საწყისი ხსნარის მოლური კონცენტრაცია?
გ) თუ 10 მლ საწყის ხსნარს გააზავებენ 60 მლ-მდე, როგორი იქნება მისი მოლური კონცენტრაცია?
40. 175 მლ მოცულობის ხსნარი შეიცავს 4.56 გ კალიუმის ქლორიდს. ხსნარის სიმკვრივეა 1.12 გ/მლ. განსაზღვრეთ ამ ხსნარში ნივთიერების მასური წილი და მოლური კონცენტრაცია.
41. 18 °C-ზე კალიუმის ფთორიდის წყალში ხსნადობაა 920 გ/ლ. განსაზღვრეთ, ნაჯერია თუ არა თითოეული ქვემოთ მოცემული ხსნარი:
- ა) 35 გ მარილს დაამატეს 25 გ წყალი;
ბ) 42 გ მარილს დაამატეს 50 გ წყალი;
გ) 145 გ მარილს დაამატეს 150 გ წყალი.
42. 22 გ ნატრიუმის ტუტე გახსნეს 118 გ წყალში. მიღებული ხსნარის სიმკვრივეა 1.15 გ/მლ.
- ა) რამდენი იქნება ტუტის მასური წილი მიღებულ ხსნარში?
ბ) განსაზღვრეთ მიღებული ხსნარის მოცულობა.
გ) როგორია ამ ხსნარის მოლური კონცენტრაცია?
43. 15.2 გ ლითიუმის ქლორიდის წყალში გახსნით მიიღეს 1.75 M ხსნარი. რა მოცულობის ხსნარი მიიღება?
44. რა მასის ნატრიუმის ბრომიდი უნდა გავხსნათ წყალში, რომ მივიღოთ 75 მლ 1.5 M ხსნარი?
45. მოცემულ წყვილებში რომელი გაიყინება უფრო ადვილად? პასუხი დაასაბუთეთ.
- ა) კალიუმის ფთორიდის 2 M თუ კალციუმის ქლორიდის 1 M ხსნარი?
ბ) გლუკოზის 0.5 M თუ კალციუმის ქლორიდის 0.25 M ხსნარი?

თემა 1: ელექტროლიტური დისოციაცია და ხსნარები

46. მოცემულ წყვილებში რომელს აქვს დუღილის უფრო მაღალი ტემპერატურა? პასუხი დაასაბუთეთ.

ა) გლუკოზის 2 M თუ გლიცერინის 1 M ხსნარი?

ბ) მაგნიუმის ქლორიდის 0.5 M თუ რკინა(II)-ის ნიტრატის 0.5 M ხსნარი?

47. მოცემულ პროცესებში რომელია ბრონსტედ-ლოურის ფუძე და მჟავა?

ა) $\text{HBr} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Br}^-$

ბ) $\text{H}_2\text{O} + \text{CN}^- \rightarrow \text{HCN} + \text{OH}^-$

გ) $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HCO}_3^-$

დ) $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{NH}_3$

48. ნიშადურის სპირტის ხსნარში 25 °C-ზე ჰიდროქსიდ-იონების კონცენტრაციაა $[\text{OH}^-]=10^{-4} \text{ M}$, რა იქნება ამ ხსნარში წყალბად-იონთა კონცენტრაცია? როგორი არე იქნება ნიშადურის ხსნარს – მჟავა, ტუტე თუ ნეიტრალური?

49. ცხრილში ჩამოთვლილი ხსნარები დაალაგეთ მჟავა თვისებების შემცირების მიმართულებით:

ხსნარი	pH
ლუდი	5.8
სამზარეულოს გამწმენდი ხსნარი	10.9
მწნილი	3.5
შუშის სანმენდი სითხე	7.6
მოცვის წვენი	2.9

50. გადაიტანეთ ცხრილი სამუშაო რვეულში და დააჯგუფეთ ჩამოთვლილი ხსნარები მჟავა, ტუტე და ნეიტრალურ ხსნარებად:

ა) სისხლი – pH=7.38; ბ) პომიდვრის წვენი – pH =4.2; გ) ძმარი – pH=2.8,

დ) ყავა – pH=5.54; ე) სოდიანი წყალი – pH=8.22; ვ) სარეცხი სითხე – pH=9.4;

ზ) თაფლი – pH=3.9, თ) შამპუნის – pH =5.7; ი) წვიმის წყალი – pH =7.83.

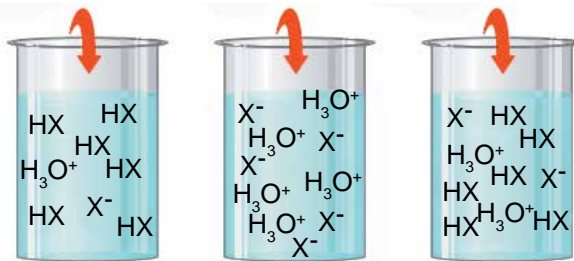
მჟავა	ტუტე	ნეიტრალური

51. გადაიტანეთ ცხრილი სამუშაო რვეულში და შეავსეთ ცარიელი უჯრები:

წყალბად-იონთა კონცენტრაცია	ჰიდროქსიდ-იონთა კონცენტრაცია	pH	ხსნარის არე
	10^{-6}		
		6	
			ნეიტრალური
10^{-5}			
		11	

თემა 1: ელექტროლიტური დისოციაცია და ხსნარები

52. მარილმჟავას 25 მლ ხსნარი გაანეიტრალეს ნატრიუმის ტუტის 0.15 M ხსნარით, ფენოლფთალეინმა ფერი შეიცვალა, როცა დაიხარჯა 30 მლ ტუტის ხსნარი. განსაზღვრეთ მარილმჟავას მოლური კონცენტრაცია.
53. როგორია მარილმჟავას ხსნარის მოლური კონცენტრაცია, თუ მისი 25 მლ-ის სრულ გაანეიტრალებას სჭირდება კალიუმის ტუტის 80 მლ 0.25 M ხსნარი.
54. როგორია გოგირდმჟავას 50 მლ ხსნარის მოლური კონცენტრაცია, თუ მისი სრული გაანეიტრალებისთვის იხარჯება ნატრიუმის ტუტის 30 მლ 0.1 M ხსნარი?
55. რა მოცულობის 0.05 M აზოტმჟავას ხსნარი დაიხარჯება კალციუმის ტუტის 50 მლ 0.02 M ხსნარის სრული გაანეიტრალებისთვის?
56. მოცემულ სქემაში რომელ შემთხვევაში წარმოადგენს HX ძლიერ ან სუსტ ელექტროლიტს?



57. მიუთითეთ ქვემოთ ჩამოთვლილ ხსნარებს, როგორი არე აქვს – მჟავა, ტუტე თუ ნეიტრალური?
- ა) ცრემლი – pH=7.5; ბ) ნერწყვი – pH=6.8; გ) პანკრეასის წვენი – pH=8.0;
 დ) შარდი – pH=5.9; ე) ნალველი – pH=8.4.
58. მაგნიუმის ჰიდროქსიდი ანტაციდის ერთ-ერთი შემადგენელი ნივთიერებაა.
- ა) ახსენით მისი მოქმედების მექანიზმი კუჭში მჟავიანობის შესამცირებლად;
 ბ) დაწერეთ მაგნიუმის ჰიდროქსიდით მარილმჟავას გაანეიტრალების რეაქციის მოლეკულური, სრული და შეკვეცილი იონური ტოლობები.
59. 0.2 M ნატრიუმის ტუტის ხსნარს ანეიტრალებენ ფოსფორმჟავას 50 მლ ხსნარით.
- ა) შეადგინეთ რეაქციის ტოლობა;
 ბ) იპოვეთ მჟავას ხსნარის მოლური კონცენტრაცია, თუ ნეიტრალიზაციაზე დაიხარჯა 150 მლ ტუტის ხსნარი.
60. მსოფლიოში ერთ-ერთი ყველაზე მჟავე ტბა, პატარა ექო ტბორი, ნიუ-იორკში, ად-იროდაკში მდებარეობს. მისი pH=4.2, თუმცა ტბის წყლისათვის რეკომენდებული pH=6.5. pH-ის დონის ასანევადა, ტბაში კალციუმის კარბონატის ფხენილს ამატებენ.
- ა) ახსენით, რაზეა დამყარებული აღნიშნული ქმედება;
 ბ) მჟავას ფორმულა პირობითად HX-ით აღნიშნეთ და შეადგინეთ შესაბამისი რეაქციის ტოლობა.
61. ადამიანის ორგანიზმი დღის განმავლობაში 1000-1400 მლ კუჭის წვენის გამოიმუშავებს. მისი pH (საკვების მიხედვით) დაახლოებით 2-ის ტოლია.
- ა) გამოთვალეთ ჰიდროქსონიუმის იონის კონცენტრაცია ასეთ ხსნარში;

თემა 1: ელექტროლიტური დისოციაცია და ხსნარები

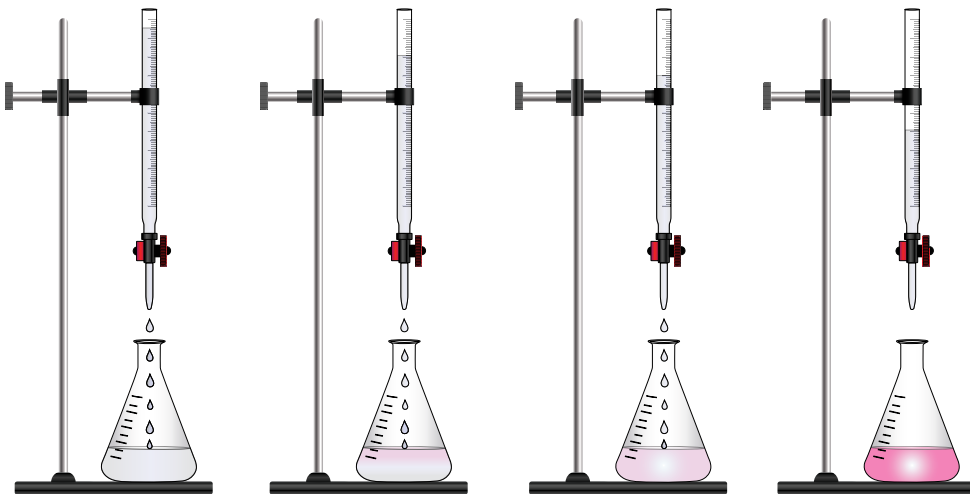
- ბ) ანტაციდის ერთი ტაბლეტი შეიცავს 200 მგ ალუმინის ჰიდროქსიდს. შეადგინეთ ნეიტრალიზაციის რეაქციის ტოლობა და გამოთვალეთ, რა მოცულობის კუჭის წვენს გაანეიტრალებს ორი ტაბლეტი ანტაციდი.
62. რამდენ მოლ იონს წარმოქმნის დისოციაციის დროს შემდეგი ელექტროლიტების 1 მოლი?
ა) HNO_3 ; ბ) FeCl_3 ; გ) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$; დ) $\text{Ca}(\text{OH})_2$.
63. შეადგინეთ შემდეგ მარილთა დისოციაციის ტოლობები: BaCl_2 , Na_2CO_3 , $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$.
64. ფოსფორმჟავას 333 მლ ხსნარში ფოსფატ-იონის კონცენტრაციაა 0.01 მოლი/ლ. განსაზღვრეთ ამ იონის მასა ხსნარში.
65. გამოთვალეთ, რამდენი გრამი ნივთიერება გამოკრისტალდება KNO_3 -ის ხსნარიდან, თუ $50\text{ }^\circ\text{C}$ -ზე მომზადებულ 180 გ ნაჯერ ხსნარს $40\text{ }^\circ\text{C}$ -მდე გავაცივებთ. $50\text{ }^\circ\text{C}$ -ზე კალიუმის ნიტრატის ხსნადობაა 800 გ/ლ, ხოლო $40\text{ }^\circ\text{C}$ -ზე – 600 გ/ლ.
66. ისარგებლეთ ხსნადობის გრაფიკით (იხ. ნახ. 1.10 გვ. 15) და გამოთვალეთ, რა მასის ნივთიერება გამოკრისტალდება NH_4Cl -ის ხსნარიდან, თუ $70\text{ }^\circ\text{C}$ -ზე მომზადებულ 160 გ ნაჯერ ხსნარს $50\text{ }^\circ\text{C}$ -მდე გავაცივებთ.
67. შეურიეს კალციუმის ქლორიდის 100 გ 10%-იანი და 50 გ 25%-იანი ხსნარები. როგორია მარილის მასური წილი მიღებულ ხსნარში?
68. შაქრის 200 გ 20%-იან წყალხსნარს დაამატეს 40 გ შაქარი. როგორია მიღებულ ხსნარში ნივთიერების მასური წილი?
69. გამოთვალეთ NaNO_3 -ის მასური წილი მის ნაჯერ ხსნარში, თუ ნატრიუმის ნიტრატის ხსნადობა $30\text{ }^\circ\text{C}$ -ზე არის 960 გ/ლ.
70. შეურიეს ნატრიუმის ჰიდროქსიდის 200 გ 15%-იანი და 300 გ 30%-იანი ხსნარები. როგორია გახსნილი ნივთიერების მასური წილი მიღებულ ხსნარში?
71. კუჭის მომატებული მჟავიანობის დროს ექიმები სოდიან წყალს ურჩევენ. როგორ ანეიტრალებს სოდა მაღალ მჟავიანობას, როცა მის მოლეკულაში არ არის ჰიდროქსიდ-იონები? პასუხი დაასაბუთეთ რეაქციათა ტოლობებით.
72. ადრე ნაცრის წყალხსნარს სარეცხ საშუალებად იყენებდნენ. ნაცრის ძირითადი შემადგენელი ნივთიერებაა კალიუმის კარბონატი. მიუხედავად იმისა, რომ ეს ნივთიერება არ შეიცავს H^+ და OH^- იონებს, ხსნარი მაინც არ არის ნეიტრალური. ახსენით ეს ფაქტი, დაწერეთ რეაქციის ტოლობა და დაადგინეთ, რა ფერს მიიღებს ლაკმუსი ნაცრის ხსნარში.



საკვლევი ხსნარის კონცენტრაციის განსაზღვრა

მოცულობითი ანალიზი რაოდენობითი ანალიზის ერთ-ერთი უძველესი და პრაქტიკაში ფართოდ გამოყენებული მეთოდია. მეთოდს საფუძველად უდევს ქიმიური რეაქცია, სადაც საკვლევი ნივთიერების რაოდენობას (კონცენტრაციას) ადგენენ ცნობილი, ზუსტი კონცენტრაციის მქონე დახარჯული რეაგენტის ხსნარის (სტანდარტული ხსნარი) მოცულობის მიხედვით. მეთოდი მარტივი, სწრაფი, ზუსტი და ეკომონიურია. ამიტომ, მოცულობითი მეთოდი დღესაც აქტიურად გამოიყენება სამეცნიერო-კვლევით, დიაგნოსტიკურ, გარემოს კონტროლისა და კვების მრეწველობის ლაბორატორიებში.

ანალიზისთვის კონუსურ კოლბაში მოთავსებული უცნობი კონცენტრაციის საანალიზო ხსნარის 20 მლ-ს უმატებენ ინდიკატორს და ბიურეტიდან წვეთ-წვეთობით ამატებენ ცნობილი კონცენტრაციის ხსნარს. რეაქციის დამთავრების (ეკვივალენტობის წერტილის მიღწევის) შემდეგ აითვლიან დახარჯული ხსნარის მოცულობას და გამოითვლიან საკვლევი ნივთიერების რაოდენობას.



მოცულობითი მეთოდით ზუსტი შედეგების მისაღებად აუცილებელია რამდენიმე პირობის დაცვა:

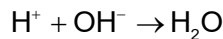
- ხსნარების მოცულობა უნდა გაიზომოს ძალიან ზუსტად. ამისათვის საჭიროა დაკალიბრებული, მზომი ჭურჭლის გამოყენება.
- ზუსტად უნდა დადგინდეს ეკვივალენტობის წერტილი, რისთვისაც ხშირად იყენებენ ინდიკატორებს. თუმცა ეკვივალენტობის წერტილის დადგენა შესაძლებელია ინდიკატორის გარეშეც (მაგ., თუ რეაქტივი შეფერილია, ხოლო რეაქციის პროდუქტი უფეროა). ასევე ეკვივალენტობის წერტილის დასადგენად შესაძლებელია რომელიმე ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლის კონტროლი (ელექტროგამტარობა, ჟანგვა-აღდგენის პოტენციალი, pH და სხვ.)

თემა 1: ელექტროლიტური დისოციაცია და ხსნარები

- გამოყენებული რეაგენტის ხსნარის (სტანდარტული სამუშაო ხსნარის) კონცენტრაცია ზუსტად უნდა იყოს დადგენილი.

ნეიტრალიზაციის მეთოდი

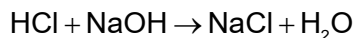
ნეიტრალიზაციის მეთოდი მოცულობითი ანალიზის მეთოდია, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელია მჟავა და ფუძე ბუნების ნივთიერებების სწრაფი და ზუსტი განსაზღვრა. მეთოდის საფუძველია ნეიტრალიზაციის რეაქცია:



სტანდარტულ ხსნარებად გამოყენებულია ცნობილი კონცენტრაციის მჟავას ან ტუტის ხსნარები. ძლიერი მჟავა (ან ტუტის) გატიტრისას ძლიერი ტუტით (ან მჟავათი), ეკვივალენტობის წერტილში ხსნარის pH უნდა იყოს 7-ის ტოლი.

თქვენი ამოცანაა უცნობი კონცენტრაციის მარილმჟავა გატიტროთ ნატრიუმის ტუტის სტანდარტული ხსნარით.

მარილმჟავას გატიტრის დროს მიმდინარეობს შემდეგი ქიმიური რეაქცია:



ეკვივალენტობის წერტილში ხსნარის pH უნდა იყოს 7-ის ტოლი.

ექსპერიმენტისათვის დაგჭირდებათ

რეაქტივები:

- საანალიზო ნიმუში (უცნობი კონცენტრაციის მარილმჟავა ან უცნობი კონცენტრაციის ნატრიუმის ტუტე)
- სტანდარტული ხსნარები (ცნობილი კონცენტრაციის ნატრიუმის ტუტე ან ცნობილი კონცენტრაციის მარილმჟავა)
- ფენოლფთალეინის ხსნარი

ქიმიური ჭურჭელი და ხელსაწყოები:

- ბიურეტი
- საზომი კოლბა (100 მლ-იანი ან 500 მლ-იანი)
- ქიმიური ჭიქა (100 მლ-იანი)
- პიპეტი (10 მლ-იანი)
- კონუსური (ერლენმეიერის) კოლბა (100 მლ-იანი)
- ჩამრეცხი გამოხდილი წყლით

გაცანით უსაფრთხოების წესებს (გვ. 176)

ცდის მსვლელობა:

1. ბიურეტი კარგად ჩარეცხეთ გამოხდილი წყლით და შემდეგ იმ ხსნარის მცირე მოცულობით, რომლითაც უნდა შეავსოთ ბიურეტი. ამ შემთხვევაში ნატრიუმის ტუტის ხსნარით. შეავსეთ ბიურეტი. დარწმუნდით, რომ ბიურეტის ჩამკეტთან არ არის ჰაერის ბუშტუკი.
2. 100 მლ-იან კონუსურ კოლბაში 10 მლ-იანი პიპეტის გამოყენებით გადაიტანეთ ზუსტად 10 მლ (0.01 ლ) საანალიზო ხსნარი.
3. დაამატეთ ხსნარს ინდიკატორ ფენოლფთალეინის 2-3 წვეთი. ხსნარი ფერს არ შეიცვლის.

თემა 1: ელექტროლიტური დისოციაცია და ხსნარები

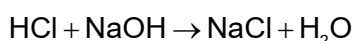
4. წვეთ-წვეთობით ამატეთ ბიურეტიდან ტუტის ხსნარი და თანაბრად ანჯღრით კოლბა. წვეთის დაცემის მომენტში მიიღება ვარდისფერი შეფერილობა და სწრაფად ქრება. როცა შეფერილობის გაქრობის პროცესი გახანგრძლივდება, შეანელეთ წვეთების დამატება. როცა ხსნარი მიიღებს ღია ვარდისფერ შეფერილობას, რომელიც აღარ გაუფერულდება, შეწყვიტეთ გატიტვრა.
5. ჩაინიშნეთ დახარჯული ხსნარის მოცულობა და გატიტვრა გაიმეორეთ სამჯერ. შედეგები შეიტანეთ ცხრილში და გამოთვალეთ მარილმჟავას კონცენტრაცია.

შენიშვნა: ანალოგიურად შეგიძლიათ გატიტროთ უცნობი კონცენტრაციის ტუტე ცნობილი კონცენტრაციის მარილმჟავას ხსნარით.

ცდის N	დახარჯული ტუტის მოცულობა (მლ)	დახარჯული ტუტის მოცულობის საშუალო მნიშვნელობა (მლ)
1		
2		
3		

რეაქციის ტოლობის საფუძველზე გამოთვალეთ მარილმჟავას მოლური კონცენტრაცია.

კონცენტრაციის გამოთვლის ნიმუში. ვთქვათ, უცნობი კონცენტრაციის 10 მლ მჟავას ხსნარის გატიტვრაზე დაიხარჯა 16.2 მლ 0.1 მოლ/ლ კონცენტრაციის ნატრიუმის ტუტის ხსნარი. რეაქციის ტოლობის მიხედვით:



1 მოლი მარილმჟავას განეიტრალებაზე იხარჯება 1 მოლი ნატრიუმის ტუტე. გამოვთვალოთ დახარჯული ნატრიუმის ტუტის მოლების რაოდენობა:

$$n = CV; \text{ შესაბამისად, } n(\text{NaOH}) = 0.1 \frac{\text{მოლი}}{\text{ლ}} \cdot \frac{16.2}{1000} \text{ ლ} = 0.00162 \text{ მოლი}$$

რეაქციის თანახმად, $n(\text{NaOH}) = n(\text{HCl})$, შესაბამისად, $n(\text{HCl}) = 0.00162$ მოლი

გამოვთვალოთ საკვლევ ხსნარში მარილმჟავას კონცენტრაცია:

$$C = \frac{n}{V}; \quad C(\text{HCl}) = \frac{0.00162 \text{ მოლი}}{0.01 \text{ ლ}} = 0.162 \text{ მოლი / ლ}$$

მიღებული შედეგების საფუძველზე იმსჯელეთ და უპასუხეთ შემდეგ კითხვებს:

- ა) გარდა ფენოლფთალეინისა, რომელი ინდიკატორის გამოყენება შეგვიძლია?
- ბ) რა პირობები უნდა დავიცვათ, რათა მივიღოთ ზუსტი პასუხი?
- გ) კიდევ რომელი ნივთიერების გამოყენება შეიძლება მარილმჟავას გასატიტრად?
- დ) რამ შეიძლება გამოიწვიოს ცდომილება მოცემული ექსპერიმენტის მიმდინარეობისას?

თემა 2.

ელექტროქიმია, ჟანგვა-აღდგენის რეაქციები



ამ თემის შესწავლის შემდეგ შეძლებთ უპასუხოდ კითხვებს:

- რა პრინციპით მუშაობს ელემენტი?
- რა განსხვავებაა ბატარეასა და აკუმულატორს შორის?
- როგორ დავფაროთ ერთი მეტალის ნაკეთობის ზედაპირი მეორე მეტალით?
- რატომ იცვლის გაჭრილი ხილი ფერს ჰაერზე დაყოვნებისას?

2.1

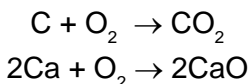
ჟანგვა-აღდგენის რეაქციები

ყოველდღიურ ცხოვრებაში ხშირად ვხვდებით ჟანგვის მაგალითებს. ალბათ, ხშირად შეგიძინებიათ დაჟანგული ლურსმანი, გაშავებული ვერცხლის ნაკეთობა, ან გაჭრილი ვაშლის ზედაპირზე წარმოქმნილი მუქი შეფერილობა (ნახ. 2.1) – ეს ყველაფერი ჟანგვის პროცესს უკავშირდება.

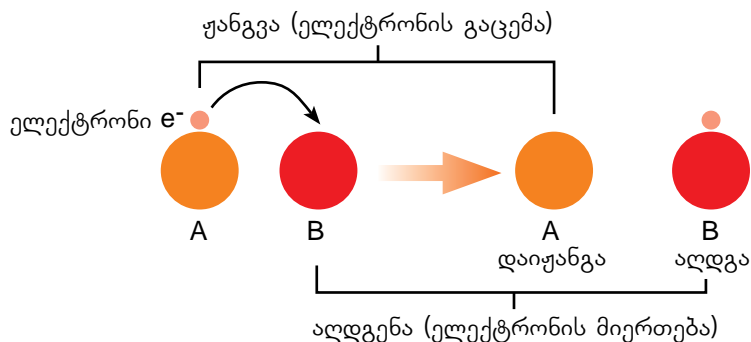


2.1. ჟანგვის შედეგები.

ჟანგვას ყოველთვის ახლავს საპირისპირო პროცესი – აღდგენა, ამიტომ ასეთ რეაქციებს ჟანგვა-აღდგენის რეაქციებს უწოდებენ. ჩვენთვის კარგად ცნობილი წვის რეაქციაც ჟანგვა-აღდგენის მაგალითია. ადრე ჟანგვას მიიჩნევდნენ, როგორც ჟანგბადის მიერთებას (ან წყალბადის დაკარგვას), ხოლო საპირისპირო პროცესს – ჟანგბადის დაკარგვას (ან წყალბადის მიერთებას) აღდგენას უწოდებდნენ. შესაბამისად, შეგვიძლია ვთქვათ, რომ ქვემოთ მოცემულ რეაქციებში ნახშირბადი და კალციუმი იჟანგება:



თუმცა მოგვიანებით აღმოაჩინეს, რომ ჟანგბადი ყოველთვის არ მონაწილეობს ჟანგვის პროცესში, ამიტომაც ძველი განმარტება შეიცვალა და ახლა ის ელექტრონების გაცემა-მიერთებაზეა დაფუძნებული. თანამედროვე განმარტების თანახმად, **ჟანგვა არის ელექტრონების გაცემის პროცესი, ხოლო აღდგენა – ელექტრონების მიერთების** (ნახ. 2.2).

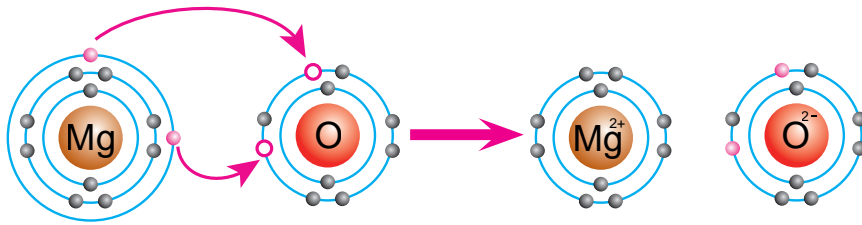


ნახ. 2.2. ჟანგვა-აღდგენის დროს ელექტრონების მიმოცვლის სქემა.

მაგალითად, განვიხილოთ მაგნიუმის მონაწილეობით მიმდინარე ორი რეაქცია.

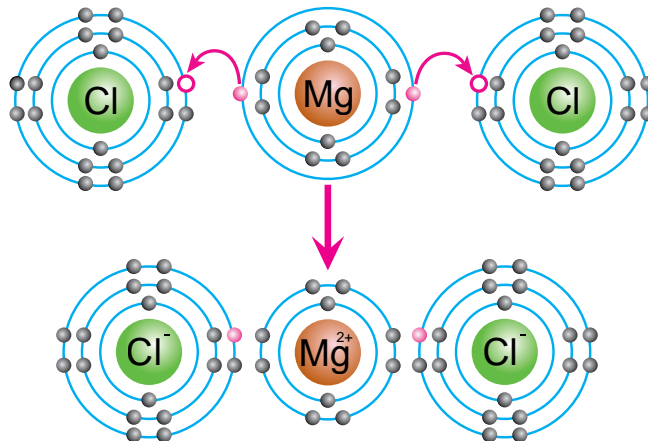


თემა 2. ელექტროქიმია, ჟანგვა-აღდგენის რეაქციები



ნახ 2.3. მაგნიუმის ოქსიდის წარმოქმნის სქემა.

ურთიერთქმედება ქლორთან: $\text{Mg} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{MgCl}_2$



ნახ 2.4. მაგნიუმის ქლორიდის წარმოქმნის სქემა.

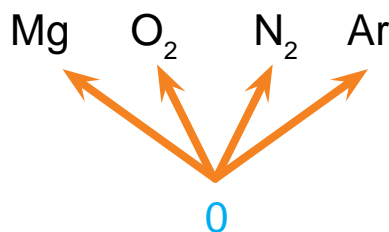
გავიხსენოთ იონური ბმის წარმოქმნის მექანიზმი: მეტალი გასცემს ელექტრონებს, ხოლო არამეტალი – იერთებს. ორივე რეაქციაში მაგნიუმი კარგავს ელექტრონებს, ის იჟანგება (ნახ. 2.3 და ნახ. 2.4).

ჟანგვა-აღდგენის რეაქციების უკეთ გასააზრებლად განვიხილოთ ჟანგვის რიცხვი.

იონურ ნაერთებში ჟანგვის რიცხვს განსაზღვრავს იონის მუხტი. ჟანგვის რიცხვს იონის მუხტის მსგავსად აღნიშნავენ არაბული ციფრებით, მხოლოდ იმ განსხვავებით, რომ ჟანგვის რიცხვში ჯერ იწერება ნიშანი და შემდეგ ციფრი, ხოლო მუხტის შემთხვევაში ჯერ ციფრს წერენ და შემდეგ – ნიშანს. რაც შეეხება კოვალენტურ ნაერთებს, ამ შემთხვევაში **ჟანგვის რიცხვი ეწოდება ელემენტის ატომის პირობით მუხტს მოლეკულაში იმ დაშვებით, რომ მოლეკულა მხოლოდ იონებისაგან შედგება.**

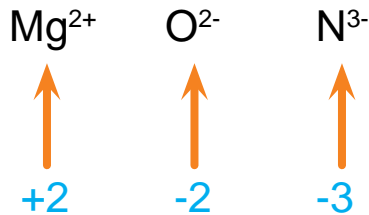
ჟანგვის რიცხვის განსაზღვრისთვის უნდა გავითვალისწინოთ რამდენიმე წესი:

1. მარტივ ნივთიერებებში ატომების ჟანგვის რიცხვი ნულის ტოლია:

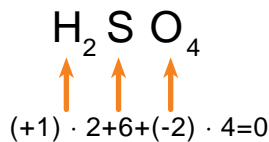


თემა 2. ელექტროქიმია, ჟანგვა-აღდგენის რეაქციები

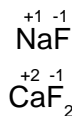
2. მარტივ (ერთატომიან) იონებში ატომის ჟანგვის რიცხვი იგივეა, რაც იონის მუხტი:



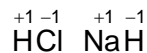
3. მოლეკულაში შემავალი ელემენტების ჟანგვის რიცხვების ალგებრული ჯამი ნულის ტოლია. მაგ., H_2SO_4 -ში ჟანგვის რიცხვების ჯამი არის 0:



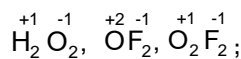
4. ფთორის, როგორც ყველაზე ელექტროუარყოფითი ელემენტის, ჟანგვის რიცხვი ყოველთვის -1 -ის ტოლია;



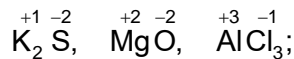
5. წყალბადის ჟანგვის რიცხვი არამეტალებთან $+1$ -ია, მეტალთა ჰიდრიდებში -1 ;



6. ჟანგბადის ჟანგვის რიცხვი ძირითადად ტოლია -2 -ის. გამონაკლისია:

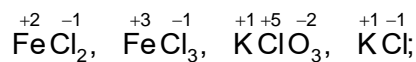


7. 1-ელი და მე-2 ჯგუფის მეტალებისა და ალუმინის ჟანგვის რიცხვი დადებითია და რიცხობრივად სავალენტო ელექტრონების რაოდენობის ტოლია.

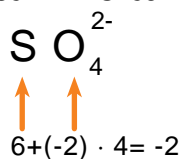


8. ნაერთებში მეტალების ჟანგვის რიცხვი დადებითია;

9. გარდამავალ მეტალებს, მეტალოიდებსა და არამეტალებს სხვადასხვა ნაერთში შესაძლოა ჟანგვის განსხვავებული რიცხვი ჰქონდეს.



10. რთულ იონში ელემენტების ჟანგვის რიცხვების ალგებრული ჯამი იონის მუხტის ტოლია, მაგალითად, SO_4^{2-} იონში ჟანგვის რიცხვების ჯამი უდრის -2 -ს.



ჟანგვის რიცხვი გამოისახება ნაწილაკის თავზე, ჯერ ნიშნით და შემდეგ – რიცხვით. ვნახოთ, თუ როგორ გამოითვლება ჟანგვის რიცხვი:

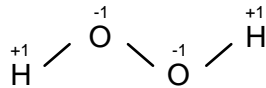
თემა 2. ელექტროქიმია, ჟანგვა-აღდგენის რეაქციები

მაგალითად, $\overset{+1}{\text{Na}}_2 \overset{x}{\text{S}} \overset{-2}{\text{O}}_4$ -ში გოგირდის ჟანგვის რიცხვის გამოსათვლელად ვადგენთ განტოლებას: $2 \cdot (+1) + x + 4 \cdot (-2) = 0$; $\Rightarrow 2 + x - 8 = 0$, საიდანაც $x = +6$.

ვიპოვოთ $\overset{+1}{\text{K}} \overset{x}{\text{Mn}} \overset{-2}{\text{O}}_4$ -ში მანგანუმის ჟანგვის რიცხვი: $1 + x - 8 = 0$; $\Rightarrow x = +7$.

$\overset{+1}{\text{K}} \overset{x}{\text{Cl}} \overset{-2}{\text{O}}_3$ -ში Cl-ის ჟანგვის რიცხვი: $1 + x - 6 = 0 \Rightarrow x = +5$.

ვალენტობა და ჟანგვის რიცხვი ერთი და იგივე არ არის. ზოგჯერ მათი რიცხვითი მნიშვნელობები არ ემთხვევა ერთმანეთს. მაგალითად, წყალბადის პეროქსიდში ჟანგბადის ვალენტობაა 2, ხოლო ჟანგვის რიცხვი - -1.



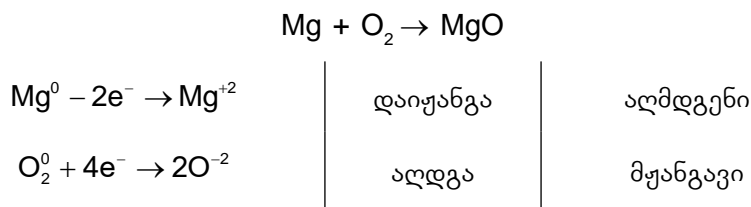
კითხვები და დავალებები:

1. შეიძლება თუ არა ჟანგვა მიმდინარეობდეს აღდგენის გარეშე? პასუხი ახსენით მაგალითის საფუძველზე.
2. განსაზღვრეთ მოცემულ ნაერთებში ელემენტთა ჟანგვის რიცხვები:
 HCl , HNO_3 , SO_3 , Cr_2O_3 , K_2SO_4 , CaCO_3 , KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, Na_2MnO_4 , Na_2CrO_4 .
3. დაადგინეთ აზოტის ჟანგვის რიცხვი მოცემულ ნაერთებში:
ა) NH_3 ; ბ) N_2 ; გ) NO_2 ; დ) N_2O .
4. დაადგინეთ ჟანგბადის ჟანგვის რიცხვი შემდეგ ნაერთებში:
ა) H_2O ; ბ) H_2O_2 ; გ) OF_2 ; დ) I_2O .
5. რას უდრის გოგირდის ჟანგვის რიცხვი შემდეგ ნაერთებში?
ა) გოგირდმჟავა;
ბ) გოგირდწყალბადი;
გ) გოგირდოვანი მჟავა.
6. დაადგინეთ ელემენტთა ჟანგვის რიცხვები ნაერთში, რომლის ფორმულაა NaHCO_3 .
7. როგორია ელემენტი X-ის ჟანგვის რიცხვი ოქსიდებში XO და X_2O_3 ?

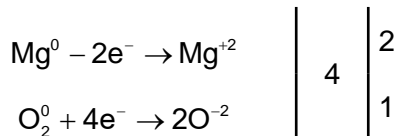
2.2

ჟანგვა-აღდგენის რეაქციის ტოლობის შედგენა

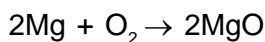
ჟანგვა-აღდგენის რეაქციის ტოლობის შედგენის ერთ-ერთი მეთოდია ელექტრონული ბალანსის მეთოდი, რომლის არსია რეაქციის დროს გაცემული და შეძენილი ელექტრონების რაოდენობის გათანაბრება. განვიხილოთ მაგალითი, მაგნიუმის წვის რეაქცია გაუთანაბრებელი სახით:



რადგან რეაქციაში რამდენ ელექტრონსაც გაცემს მაგნიუმი, იმდენივე უნდა მიიერთოს ჟანგბადმა, ამიტომ ელექტრონების რაოდენობა უნდა გავათანაბროთ უმცირესი საერთო ჯერადის პოვნით. შემდეგ უსჯ უნდა გავყოთ თითოეულ სქემაში მონაწილე ელექტრონების რიცხვზე:



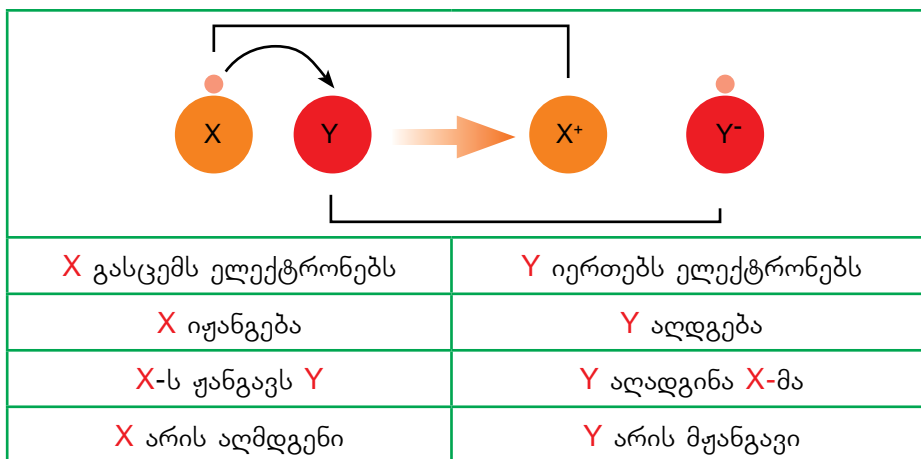
რიცხვი 2 დაენერება კოეფიციენტად როგორც მაგნიუმს, ასევე მაგნიუმის ოქსიდს. მივიღებთ:



მნიშვნელოვანია ყურადღება მივაქციოთ **ორატომიან მარტივ ნივთიერებებს, რომელთაც სქემაში ვწერთ არა ატომის, არამედ მოლეკულის სახით.**

ჟანგვა-აღდგენის პროცესი შეიძლება რამდენიმე სახით აღინეროს (ცხრილი 2.1).

ცხრილი 2.1. ჟანგვა-აღდგენის პროცესის აღწერა.

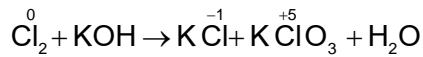


თემა 2. ელექტროქიმია, ჟანგვა-აღდგენის რეაქციები

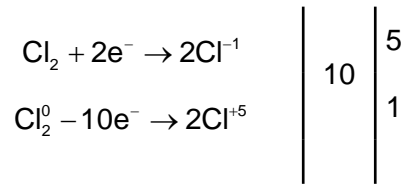
განვიხილოთ სხვა რეაქციებიც. მაგალითად, ქლორის ურთიერთქმედება კალიუმის ტუტის ცხელ ხსნართან. რეაქციის შედეგად მიიღება კალიუმის ქლორიდი, კალიუმის ქლორატი და წყალი. შევადგინოთ რეაქცია გაუთანაბრებელი სახით:



რეაქციაში იმ ელემენტის ატომებს, რომლებმაც შეიცვალეს ჟანგვის რიცხვი, დავანეროთ შესაბამისი ჟანგვის რიცხვები:



დავწეროთ აღდგენისა და ჟანგვის სქემები:



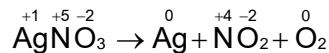
დავწეროთ შესაბამისი რიცხვები კოეფიციენტად რეაქციაში. მივიღებთ:



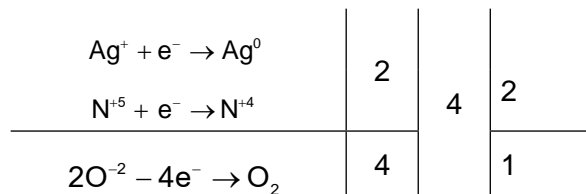
ზოგჯერ ორზე მეტი ელემენტი იცვლის ჟანგვის რიცხვს, ამ შემთხვევაში ელექტრონული ბალანსის შედგენისას უნდა გავითვალისწინოთ, რომ აღმდგენის მიერ გაცემული ელექტრონების რიცხვთა ჯამი უნდა უტოლდებოდეს მჟანგავის მიერ შეძენილი ელექტრონების რიცხვთა ჯამს. მაგალითად:



ამ რეაქციაში ჟანგვის რიცხვს იცვლის სამი ელემენტი, ვერცხლი, ჟანგბადი და აზოტი:



შევადგინოთ აღდგენისა და ჟანგვის სქემები.



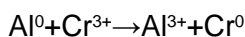
დავწეროთ შესაბამისი რიცხვები კოეფიციენტებად მოცემულ რეაქციაში. მივიღებთ:



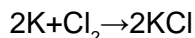


კითხვები და დავალებები:

1. რომელი ნაწილაკია აღმდგენი მოცემულ რეაქციაში?

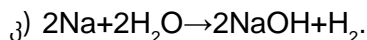
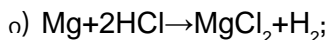
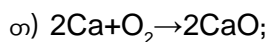
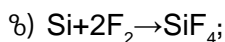
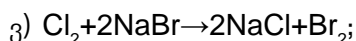
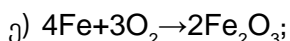
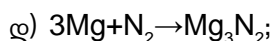
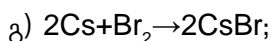
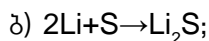
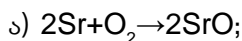


2. რომელი ნაწილაკია აღმდგენი მოცემულ რეაქციაში?

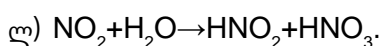
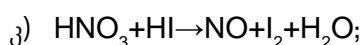
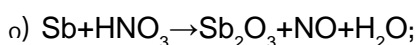
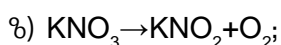
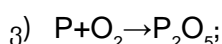
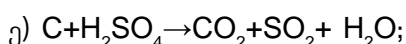
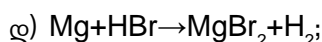
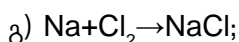
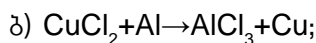
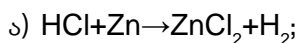


3. S^{2-} იონი დაიჟანგა S^0 -მდე. როგორ შეიცვალა ამ დროს პროტონების რიცხვი?

4. დაადგინეთ რომელი ელემენტი იჟანგება და რომელი – აღდგება, ასევე იპოვეთ მჟანგავი და აღმდგენი მოცემულ რეაქციებში:



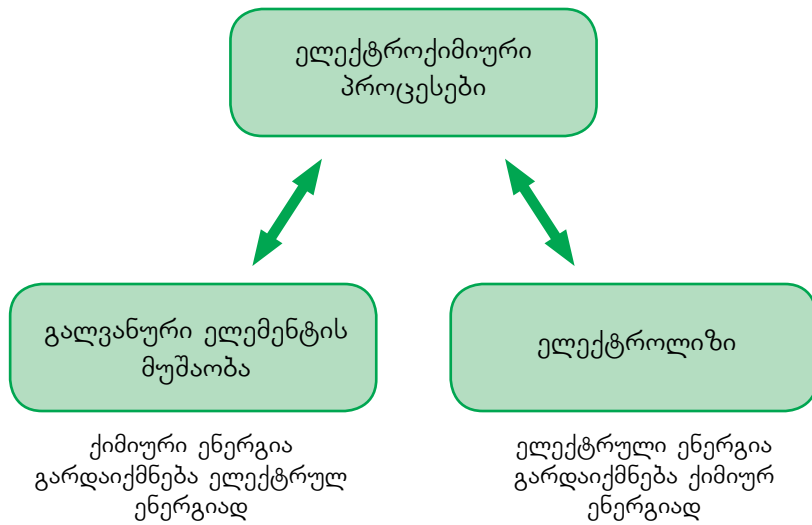
5. განსაზღვრეთ მჟანგავი და აღმდგენი, შეადგინეთ ელექტრონული ბალანსი და გაათანაბრეთ რეაქციათა ტოლობები:



2.3

გალვანური ელემენტი

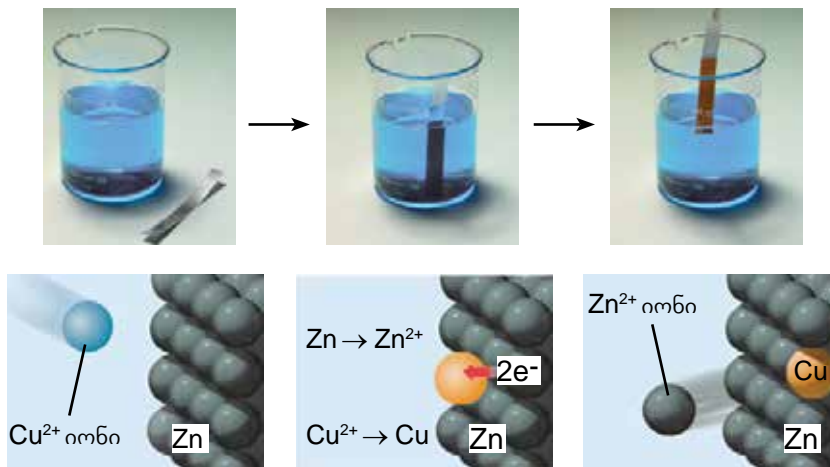
ნარმოიდგენიანთ სამყარო თანამედროვე ელექტრონული მოწყობილობების გარეშე? ტექნოლოგიურ პროგრესში განსაკუთრებული წვლილი მიუძღვის ელექტროქიმიას. **ელექტროქიმია შეისწავლის ურთიერთგარდაქმნას ქიმიურ და ელექტრულ ენერგიას შორის** (ნახ. 2.5). ეს პროცესები კი ეფუძნება ჟანგვა-აღდგენის რეაქციებს.



ნახ. 2.5 ელექტროქიმიური პროცესების კლასიფიკაცია.

განვიხილოთ თითოეული მათგანი ცალ-ცალკე და ვნახოთ, როგორ შეიძლება დავაკავშიროთ ჟანგვა-აღდგენის რეაქცია და ელექტრული დენი.

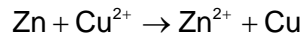
ჩვენთვის ცნობილია, რომ თუ თუთიის ფირფიტას ჩავუშვებთ სპილენძ(II)-ის სულფატის ხსნარში (ნახ. 2.6), თუთია, როგორც უფრო აქტიური მეტალი, გამოაძევეს სპილენძს მისი წყალხსნარიდან, გამოყოფილი სპილენძი დაილექება თუთიის ფირფიტაზე მონითალო ფერის ნივთიერების სახით.



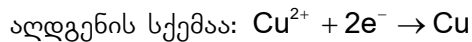
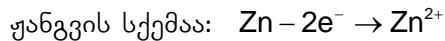
ნახ. 2.6. თუთია სპილენძს გამოაძევეს მისი მარილის ხსნარიდან.

თემა 2. ელექტროქიმია, ჟანგვა-აღდგენის რეაქციები

მიმდინარე პროცესის შეკვეცილი იონური ტოლობა ასე გამოისახება:

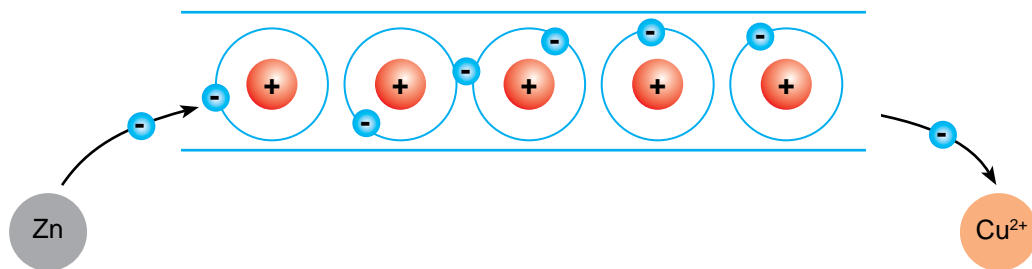


ხოლო შესაბამისი სქემებია:



ცხადია, ეს პროცესი ჟანგვა-აღდგენას წარმოადგენს, რაც გულისხმობს, რომ რეაქცია ელექტრონების მიმოცვლით მიმდინარეობს. როგორც ეს ზემოთ ნაჩვენებ ტოლობებში ჩანს, თუთიის ატომი გასცემს ელექტრონებს, ხოლო სპილენძის იონი – იერთებს.

ელექტრონს, ვიდრე Zn-დან Cu^{2+} -ზე გადავა, შუალედში თუ დახვდება გამტარი, მივიღებთ ელექტრულ დენს, რასაც აღძრავს ელექტრონების მიმართული მოძრაობა თუთიიდან სპილენძისკენ (ნახ. 2.7).



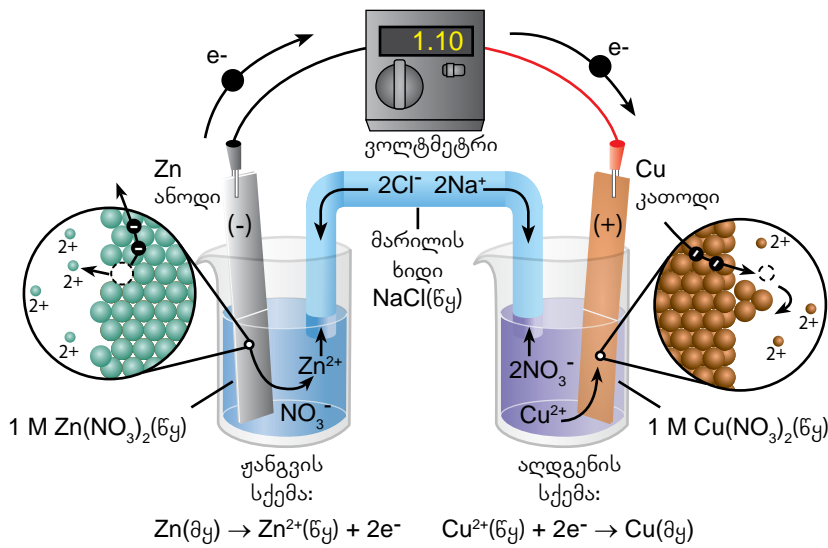
ნახ. 2.7. გამტარის გავლით ელექტრონის გადაცემისას აღძვრება ელექტრული დენი.

ამის მიღწევა შესაძლებელია ორი ნახევარელემენტის შექმნით. ერთ ნახევარელემენტს წარმოადგენს თუთიის სულფატის ხსნარში ჩაშვებული თუთიის ფირფიტა, ხოლო მეორეს – სპილენძ(II)-ის სულფატის ხსნარში ჩაშვებული სპილენძის ფირფიტა (ნახ. 2.8). **ელექტროლიტის ხსნარში ჩაშვებულ მეტალის ფირფიტას ელექტროდი ეწოდება.** დენის წყაროსთან მიერთებისას ერთ ელექტროდზე ყოველთვის მიმდინარეობს ჟანგვა და მას ანოდი ეწოდება, ხოლო მეორე ელექტროდზე – აღდგენა და მას კათოდი ეწოდება.

თუ მეტალის ფირფიტებს (ელექტროდებს) ერთმანეთს ელექტრული წრედით დავაკავშირებთ, ხოლო ხსნარებს – მარილის ხიდი (ძლიერი ელექტროლიტის ნაჯერი ხსნარი), ჟანგვა-აღდგენის პროცესი სპონტანურად, ანუ თავისთავად წარიმართება. თუთიის ატომები (ფირფიტის ზედაპირიდან) გასცემს ელექტრონებს, წარმოქმნილი თუთიის იონები კი გადადის ხსნარში. ამ დროს მიმდინარეობს ჟანგვა და თუთიის ფირფიტის მასა მცირდება (ნახ. 2.9). თუთიის ელექტროდი (ანოდი) იმუხტება უარყოფითად. მეორე ნახევარელემენტში წყალხსნარში არსებული სპილენძის იონები კი იერთებს ელექტრონებს და მიმდინარეობს აღდგენა. აღდგენილი სპილენძით იფარება სპილენძის ელექტროდი და მისი მასა იზრდება (ნახ. 2.9). ის კათოდს წარმოადგენს და დადებითადაა დამუხტული. უფრო აქტიური მეტალის მიერ გაცემული ელექტრონები იწყებს მიმართულ მოძრაობას უფრო პასიური მეტალისკენ (ანოდიდან კათოდისკენ) და წარმოიქმნება დენი. ვოლტმეტრი აჩვენებს ამ სისტემაში ძაბვის სიდიდეს.

მარილის ხიდის გარეშე სისტემაში შეიქმნება მუხტის დისბალანსი. კერძოდ, თუთიის ნიტრატის ხსნარში დაგროვდება ჭარბი დადებითი მუხტი, ხოლო სპილენძ(II)-ის ნიტრატის ხსნარში – უარყოფითი. მარილის ხიდიდან იონები აბალანსებს ჭარბ მუხტს თითოეულ ნახევარელემენტში, რაც წრედში დენის გავლის აუცილებელი პირობაა.

თემა 2. ელექტროქიმია, ჟანგვა-აღდგენის რეაქციები



ნახ. 2.8. ელექტრული დენის წარმოქმნა თუთიისა და სპილენძის ელექტროდებს შორის.



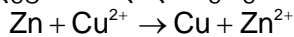
ნახ. 2.9. ელექტროდების მასის ცვლილება.

გალვანურ ელემენტში ელექტრონები მიემართება ანოდიდან კათოდისკენ, მაშასადამე, თუთიის ფირფიტა ასრულებს ანოდის როლს და ის უარყოფითადაა დამუხტული, ხოლო სპილენძის ფირფიტა ასრულებს კათოდის როლს და ის დადებითადაა დამუხტული.

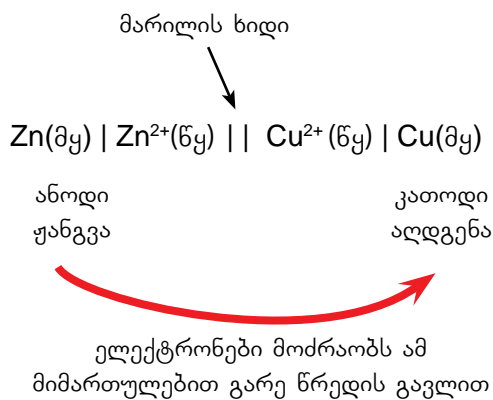
ანოდზე მიმდინარე პროცესის სქემა: $Zn - 2e^- \rightarrow Zn^{2+}$

კათოდზე: $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$

გაერთიანებული რეაქცია კი შემდეგნაირად დაინერება:



გალვანურ ელემენტში მიმდინარე ჟანგვა-აღდგენის რეაქცია შეიძლება სქემატურად ჩავწეროთ (ნახ. 2.10): ერთი ხაზი აღნიშნავს ფაზათა გაყოფას (მყარსა და ხსნარს შორის), ხოლო ორი ვერტიკალური ხაზი – მარილის ხიდს.



ნახ. 2.10. გალვანურ ელემენტში მიმდინარე რეაქციის სქემატური ჩანაწერი.

ნივთიერებები განსხვავდება ჟანგვისა და აღდგენის უნარით. ამ უნარის საზომი არის

თემა 2. ელექტროქიმია, ჟანგვა-აღდგენის რეაქციები

აღდგენის სტანდარტული პოტენციალი (გვ. 175).

გალვანური ელემენტის დაზვერვა დამოკიდებულია სისტემაში გამოყენებული ქიმიური ელემენტების აღდგენის უნარზე, რომელსაც ასახავს სტანდარტული ელექტროდული პოტენციალი, რომელთა მნიშვნელობებიც მოცემულია დანართში, გვ. 175-ზე. რაც უფრო მეტია განსხვავება სტანდარტულ ელექტროდულ პოტენციალებს შორის, შესაბამისად, მეტია სხვაობა მათ აქტიურობას შორის და მეტი დაზვერვა წარმოიქმნება, რომელიც ექსპერიმენტულად შეიძლება გაიზომოს ვოლტმეტრის საშუალებით (ნახ. 2.11).

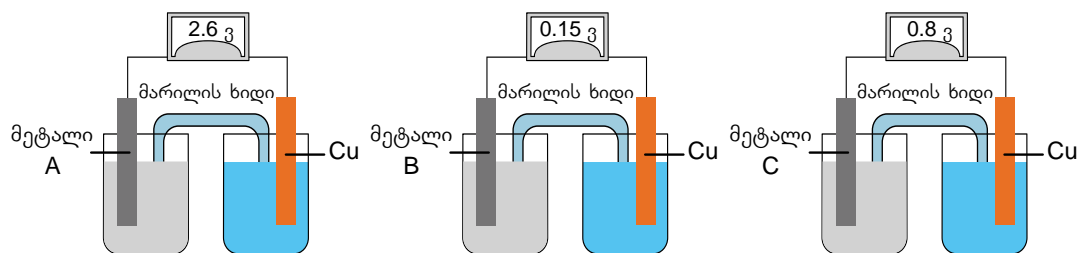


ნახ. 2.11. მოცემული გალვანურ ელემენტში წარმოქმნილი დაზვერვა 1.1 ვოლტია.



კითხვები და დავალებები:

1. მიწისქვეშა გაყვანილობა ხშირად დამზადებულია რკინისაგან. ტენიანი ნიადაგის გავლენით, იგი ადვილად განიცდის კოროზიას. ამის თავიდან ასაცილებლად მიმართავენ მიწების ელექტროქიმიურ დაცვას. კერძოდ, რკინის მიწებს გამტარით აერთებენ მაგნიუმის ნაჭერთან. შედეგად იქმნება ელექტროქიმიური წყვილი, რომელშიც მაგნიუმი ანოდის, ხოლო რკინა – კათოდის როლს ასრულებს.
 - ა) რომელი მეტალისგან რომელზე გადადის ელექტრონები ამ პროცესში?
 - ბ) როგორ იცავს ეს ქმედება რკინის მიწებს?
2. გაანალიზეთ ნახაზი და უპასუხეთ კითხვებს:



- ა) თქვენი აზრით, აქტიურია თუ არა უცნობი მეტალები (A, B, C) სპილენძთან შედარებით?
- ბ) დაალაგეთ ისინი აქტიურობის ზრდის მიხედვით;
- გ) მოცემულ სქემაზე ქიმიური რეაქცია იძლევა ელექტრულ დენს. კიდევ რა პროცესი იცით, სადაც ქიმიური რეაქციასა და ელექტრულ დენს შორის არის კავშირი? რა ძირითადი განსახვავებაა ამ პროცესებს შორის?

2.4

ენერჯის ქიმიური წყაროები

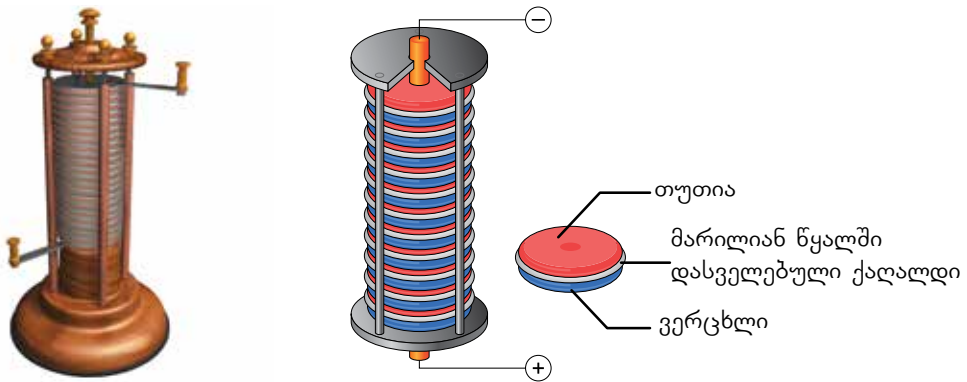
ბატარეა არის დენის პორტატული წყარო, რომელსაც უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ყოფა-ცხოვრებაში. ის წარმოადგენს ერთმანეთთან დაკავშირებულ ორ ან რამდენიმე გალვანურ ელემენტს.

იმის მიხედვით, თუ რამდენი ელემენტი და როგორაა დაკავშირებული ერთმანეთთან, ბატარეები განსხვავდება ძაბვით, დენის ძალით და ა. შ (ნახ. 2.12).



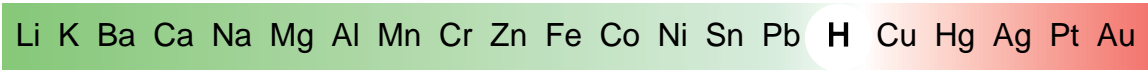
ნახ. 2.12. სხვადასხვა ბატარეა.

1800 წელს ა. ვოლტამ ლ. გალვანის მიერ ჩატარებული ექსპერიმენტის საფუძველზე შექმნა ელექტრული დენის პირველი ქიმიური წყარო. ვოლტამ სპილენძისა და ვერცხლის რამდენიმე ფირფიტა მონაცვლეობით განალაგა და ყოველ წყვილს შორის მოათავსა ნატრიუმის ქლორიდის ნაჯერ ხსნარში დასველებული მუყაოს ქაღალდი (ნახ. 2.13). როდესაც ის ზედა და ქვედა ფირფიტებს ერთდროულად შეეხო, იგრძნო, რომ დენმა დაარტყა. ასე შეიქმნა პირველი ელექტრული დენის ქიმიური წყარო, რომელსაც მეცნიერის პატივსაცემად ვოლტას სვეტი უწოდეს, ხოლო ძაბვის ერთეულს – ვოლტი. მან ასევე დაადგინა, რომ სხვადასხვა მეტალის გამოყენებით ძაბვის მნიშვნელობა შეიძლება გაიზარდოს.



ნახ. 2.13. ვოლტას სვეტი.

ელემენტში ელექტრულ დენს წარმოქმნის ანოდიდან კათოდის მიმართულებით მოძრავი ელექტრონები, ანოდისა და კათოდის როლს ასრულებს მეტალის ფირფიტები, რომლებიც მოთავსებულია ელექტროლიტის ხსნარში. წარმოქმნილი ძაბვა მით მეტია, რაც უფრო მეტად არის მეტალები დაშორებული ერთმანეთს მეტალთა ძაბვის ელექტროქიმიურ მწკრივში (ნახ 2.14).

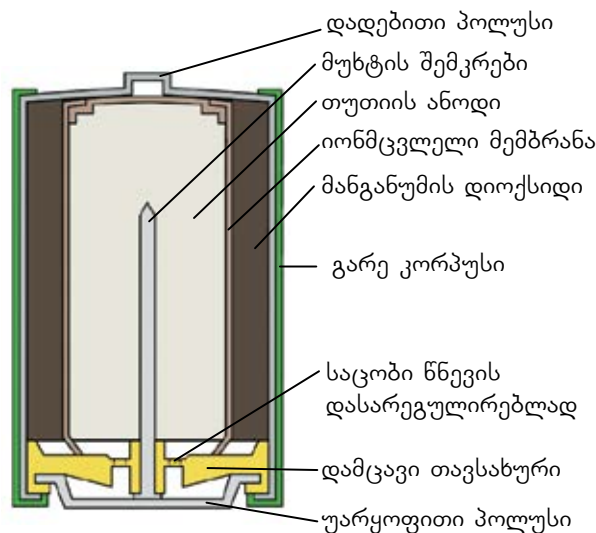


ნახ. 2.14. მეტალთა ძაბვის ელექტროქიმიური მწკრივი.

თემა 2. ელექტროქიმია, ჟანგვა-აღდგენის რეაქციები

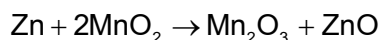
სხვადასხვა ტიპის ბატარეა ფართოდ გამოიყენება, მაგალითად, Li-Cu ბატარეები გამოიყენება საათებში, ელექტროსასწორებში, კალკულატორებსა და ისეთ მოწყობილობებში, რომლებიც დაბალ ძაბვაზე მუშაობს (მაჯის საათები, სათამაშოები, პულტები და სხვ.). მათში დენის წყაროს წარმოადგენს ტუტიანი გალვანური ელემენტი. ასეთი ელემენტების კლასიფიცირება რამდენიმე კრიტერიუმითაა შესაძლებელი: ხელახლა დამუხტვის შესაძლებლობით, შედგენილობით, ტევადობით და ა. შ.

პირველი ტუტიანი გალვანური ელემენტი 1949 წელს ლ. ურმა შექმნა. ამ ელემენტის მუშაობის პრინციპი დაფუძნებულია თუთიასა და მანგანუმის დიოქსიდს შორის მიმდინარე რეაქციაზე. ელემენტს ტუტიანი ეწოდება იმიტომ, რომ ელექტროლიტად მასში კალიუმის ჰიდროქსიდია გამოყენებული. ნახ. 2.15-ზე გამოსახულია ტუტიანი გალვანური ელემენტის კონსტრუქცია.



ნახ. 2.15. ტუტიანი ელემენტის სქემა.

თუთია-მანგანუმის ელემენტში მიმდინარეობს რეაქცია, რომელიც ჯამურად შიძლება ასე წარმოვიდგინოთ:

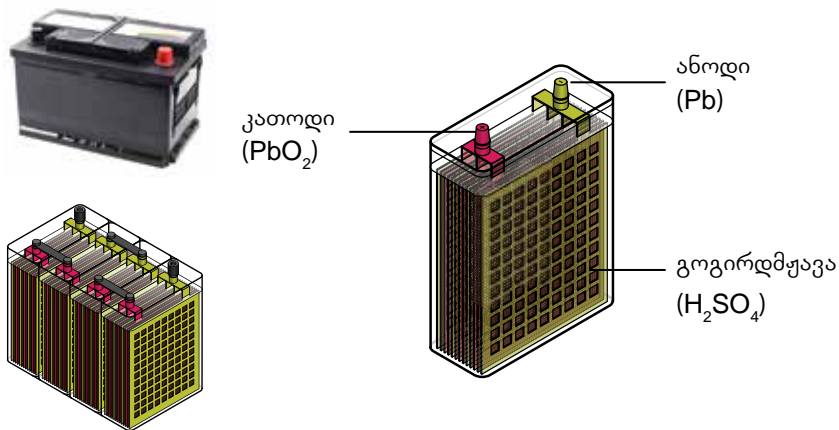


ელემენტები, რომლებიც არ იმუხტება, მხოლოდ პირდაპირ რეაქციაზე მუშაობს, ხოლო ელემენტები, რომლებიც იმუხტება, აკუმულატორებად იწოდება და მათი დამუხტვისას საპირისპირო პროცესი მიმდინარეობს.

განვიხილოთ ავტომობილის აკუმულატორის მუშაობის პრინციპი. ის ხშირად წარმოადგენს ბატარეას, რომელშიც მიმდევრობით შეერთებულია 6 მცირე აკუმულატორი. თითოეული მათგანი იძლევა 2.1-2.2 ვოლტ ძაბვას, ამიტომ ავტომობილის აკუმულატორის ძაბვა 12.6 – 13.2 ვოლტია.

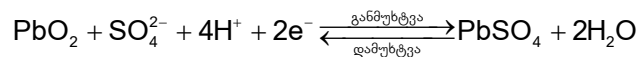
ასეთ აკუმულატორში ერთ ელექტროდს წარმოადგენს მეტალური ტყვია, მეორეს – ტყვიის დიოქსიდი (PbO_2). ელექტროლიტად გამოიყენება გოგირდმჟავას ხსნარი, რომლის სიმკვრივეა 1.23 -1.31 გ/სმ³ (ნახ. 2.16).

თემა 2. ელექტროქიმია, ჟანგვა-აღდგენის რეაქციები

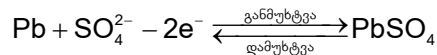


ნახ. 2.16. ავტომობილის აკუმულატორი.

აკუმულატორი მუშაობის პროცესში განიმუხტება. ამ დროს ქიმიური ენერგია გარდაიქმნება ელექტროენერგიად, ხოლო დამუხტვისას, პირიქით, ელექტროენერგია ქიმიურ ენერგიაში გადადის. განმუხტვისას კათოდზე აღდგება ტყვიის დიოქსიდი:



ხოლო ანოდზე – იჟანგება ტყვია:



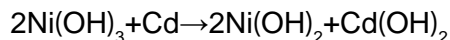
როდესაც აკუმულატორი დამუხტვის რეჟიმშია, ზემოთ მოყვანილი რეაქციები საპირისპირო მიმართულებით მიმდინარეობს.

ამრიგად, დენის ცალკეულ წყაროს წარმოადგენს ელემენტები, მათ გაერთიანებას – ბატარეა, ხოლო დენის წყაროს, რომელსაც შეუძლია დამუხტვა-განმუხტვის რეჟიმში იმუშაოს – აკუმულატორი.

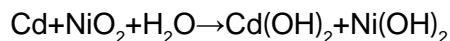


კითხვები და დავალებები:

1. რომელი ნაწილაკი იჟანგება ნიკელ-კადმიუმის ელემენტში, რომელშიც მიმდინარეობს რეაქცია?



2. ნიკელ-კადმიუმის ელემენტში ანოდი კადმიუმის ფირფიტაა, კათოდი კი – ნიკელის დიოქსიდი. ქვემოთ მოცემულია გაუთანაბრებელი რეაქცია, რომელიც მაშინ მიმდინარეობს, როცა ელემენტი იძლევა ელექტრულ დენს. როცა ელემენტი იმუხტება, ეს რეაქცია საპირისპირო მიმართულებით მიმდინარეობს:



დაადგინეთ, როგორ იცვლება მჟანგავი ელემენტის ჟანგვის რიცხვი რეაქციაში, რომელიც ელემენტის დამუხტვისას მიმდინარეობს.

3. თუთია-მანგანუმის ელემენტში მიმდინარე რეაქციაში მიუთითეთ, რომელი ელემენტი იჟანგება და რომელი – აღდგება?

2.5

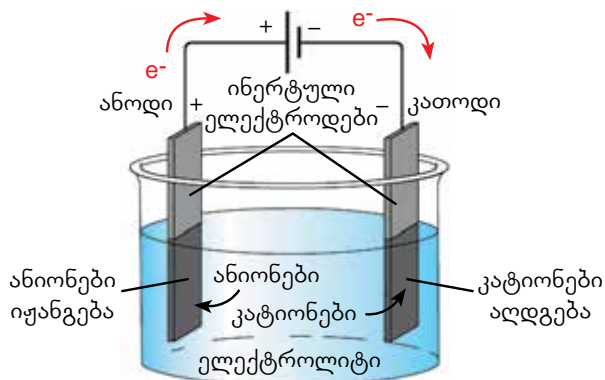
ელექტროლიზი

ელექტროქიმიის გამოყენების ერთ-ერთი სფეროა სხვადასხვა ნაკეთობის დაფარვა მეტალის თხელი ფენით. ამის მიზანი შეიძლება იყოს, მაგალითად, ნაკეთობის ვიზუალური მხარის, ცვეთისადმი მედეგობის და სხვა თვისებების გაუმჯობესება. როგორ შეიძლება ამის მიღწევა? ამ კითხვაზე პასუხის გასაცემად განვიხილოთ ელექტროლიზის პროცესი.

გალვანური ელემენტის მუშაობის განხილვისას ჩვენ გავეცანით, თუ როგორ წარმოიქმნება ელექტრული დენი. ახლა ვნახოთ, რა მოვლენები მიმდინარეობს ელექტროლიტის ხსნარში ჩაშვებულ კათოდსა და ანოდზე, როდესაც ხსნარში დენს გავატარებთ.

განსხვავებით გალვანური ელემენტისგან, ელექტროლიზის დროს ელექტრული ენერგია გარდაიქმნება ქიმიურ ენერგიად. „ელექტროლიზი“ ბერძნული სიტყვაა და ნიშნავს ელექტრული დენით დაშლას. ელექტროლიტები ნალღობში ან წყალხსნარში დისოცირებულია კატიონებად და ანიონებად, რომლებიც ქაოსურად მოძრაობს. ნალღობში თუ ჩავუშვებთ ელექტროდებს და გავატარებთ მუდმივ ელექტრულ დენს, მაშინ იონები დაიწყებს მონესრიგებულ მოძრაობას: კატიონები გადაადგილდება უარყოფითად დამუხტული ელექტროდისაკენ, ხოლო ანიონები – დადებითად დამუხტული ელექტროდისაკენ.

იონები ელექტროდებზე განიმუხტება: კატიონები იერთებს ელექტრონებს და აღდგება, ხოლო ანიონები გასცემს ელექტრონებს და იჟანგება. ჩვენთვის უკვე ცნობილია, რომ აღდგენა მიმდინარეობს კათოდზე, ხოლო ჟანგვა – ანოდზე, მაშასადამე, ელექტროლიზის დროს კათოდი უარყოფითადაა დამუხტული, ხოლო ანოდი – დადებითად (ნახ. 2.17).



ნახ. 2.17. ელექტროლიზის სქემა.

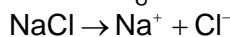
ელექტროლიტის ნალღობში ან წყალხსნარში ელექტრული დენის გატარებისას ელექტროდებზე მიმდინარე ჟანგვა-აღდგენის პროცესს ელექტროლიზი ეწოდება; ხოლო მონეობილობას, რომელშიც ელექტროლიზი მიმდინარეობს, ელექტროლიზერს (ნახ. 2.18) უწოდებენ.



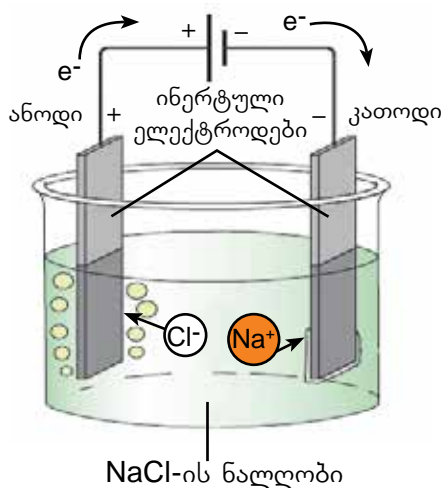
ნახ. 2.18. ელექტროლიზერი.

თემა 2. ელექტროქიმია, ჟანგვა-აღდგენის რეაქციები

განვიხილოთ ნალღობის ელექტროლიზი ნატრიუმის ქლორიდის მაგალითზე: სუფრის მარლის მაღალ ტემპერატურაზე გაცხელებით ნალღობი დისოცირდება ნატრიუმის კატიონისა და ქლორის ანიონის წარმოქმნით:



დენის გატარებისას ნატრიუმის კატიონი ელექტროდიდან (კათოდიდან) იერთებს ელექტრონებს და აღდგება, ქლორის ანიონი კი მიემართება დადებითად დამუხტული ელექტროდის – ანოდისკენ, გადასცემს თავის ჭარბ ელექტრონს და იჟანგება (ნახ. 2.19).

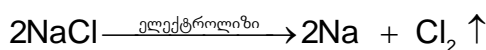


ნახ. 2.19. ნატრიუმის ქლორიდის ნალღობის ელექტროლიზი.

სქემატურად NaCl-ის ნალღობის ელექტროლიზი ასე შეიძლება გამოვსახოთ:

$\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$	
კათოდზე (-):	ანოდზე (+):
$\text{Na}^+ + e^- \rightarrow \text{Na}^0$	$2\text{Cl}^- - 2e^- \rightarrow \text{Cl}_2^0$
$2\text{NaCl} \xrightarrow{\text{ელექტროლიზი}} 2\text{Na} + \text{Cl}_2$	

NaCl-ის ნალღობის ელექტროლიზის ჯამური რეაქცია ასე ჩაინერება:



კითხვები და დავალებები:

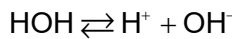
- შეადგინეთ შემდეგ ნივთიერებათა ნალღობის ელექტროლიზის რეაქციათა ტოლობები:
 - KI;
 - Na_2S ;
 - FeBr_2 .
- ალუმინი უფრო ძვირად ფასობდა, ვიდრე ოქრო და ვერცხლი მანამ, სანამ XIX საუკუნის ბოლოს არ აღმოაჩინეს ელექტროენერგია. მოიძიეთ ინფორმაცია და იმსჯელეთ, რა იყო ალუმინის სიძვირის მიზეზი.

2.6

წყალხსნარის ელექტროლიზი

ელექტროლიზის პროცესი წყალხსნარში განსხვავებულად მიმდინარეობს. ეს პროცესი მნიშვნელოვანი ქიმიური ნივთიერებების დიდი რაოდენობით წარმოების საშუალებას იძლევა. ასე ინარმოება, მაგალითად, ქლორი, წყალბადი, სპილენძი, ტუტეები და ა.შ.

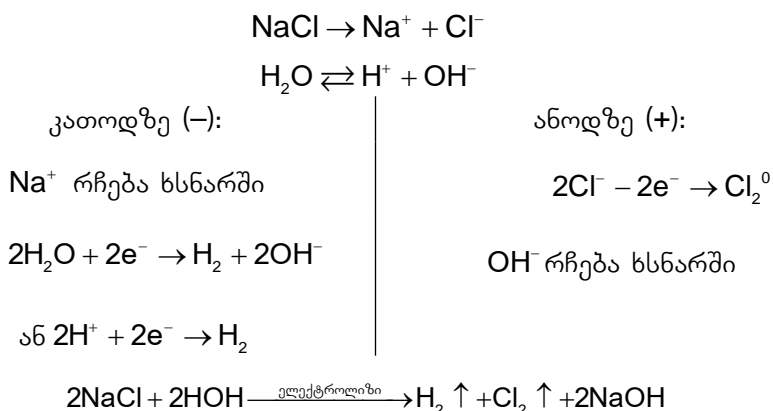
წყალხსნარში ელექტროლიზი უფრო რთულად მიმდინარეობს, ვიდრე ნალღობში. მიუხედავად იმისა, რომ წყალი არაელექტროლიტია, იგი უმნიშვნელოდ, მაგრამ მაინც დისოცირდება, ამიტომ ელექტროლიტის წყალხსნარში გარდა ელექტროლიტის იონებისა, არსებობს წყლის დისოციაციის შედეგად წარმოქმნილი იონებიც. მარტივად წყლის დისოციაცია შეიძლება ასე გამოვსახოთ:



ნალღობისგან განსხვავებით, ხსნარში დენის გატარებისას კათოდზე, მეტალის გარდა, თავს იყრის წყლის დისოციაციით წარმოქმნილი წყალბადის იონები, ხოლო ანოდზე – მჟავას ნაშთისა და ჰიდროქსიდის ანიონები. კათოდზე კატიონები განიმუხტება მეტალების ელექტროქიმიური მწკრივის გათვალისწინებით, კონკრეტულად, წყალბადსა და მწკრივში მის მარჯვნივ მდგომ მეტალის იონებს შორის განიმუხტება პასიური მეტალის იონი და წყალბადის იონი დარჩება ხსნარში. მწკრივში წყალბადის მარცხნივ მდგომი მეტალების შემთხვევაში განიმუხტება წყალბადის იონი, ხოლო მეტალის იონი დარჩება ხსნარში.

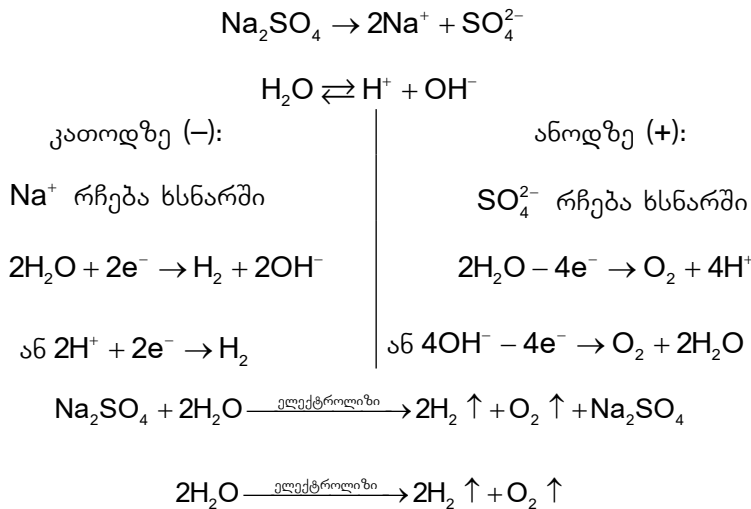
ანოდზე განიმუხტვისას უანგბადიანი მჟავას ნაშთის ანიონსა და ჰიდროქსიდის ანიონს შორის განიმუხტება ჰიდროქსიდის, ხოლო მჟავას ნაშთის ანიონი დარჩება ხსნარში. იმ შემთხვევაში, თუ ხსნარში არის უუანგბადო მჟავას ანიონი, მაშინ ანოდზე განიმუხტება უუანგბადო მჟავას ანიონი (F⁻ იონის გარდა) და ხსნარში დარჩება ჰიდროქსიდის ანიონები. განვიხილოთ რამდენიმე მაგალითი.

აქტიური მეტალისა და უუანგბადო მჟავას მარილის წყალხსნარის ელექტროლიზი. განვიხილოთ ნატრიუმის ქლორიდის წყალხსნარის ელექტროლიზი. კათოდზე, მეტალის გარდა, თავს იყრის წყლის დისოციაციით წარმოქმნილი წყალბადის იონები. ვინაიდან ნატრიუმი ძლიერ აქტიური მეტალია, მისი იონები დარჩება ხსნარში, კათოდზე წყლის მოლეკულები მიიღებს ელექტრონებს და წყალბადი აღდგება. ანოდზე დაიუანგბება ქლორიდ-იონი, რადგანაც ის უუანგბადო მჟავას ნაშთია, ხოლო ჰიდროქსიდ-იონი დარჩება ხსნარში. სქემატურად ეს პროცესები შეიძლება ასე გამოვსახოთ:



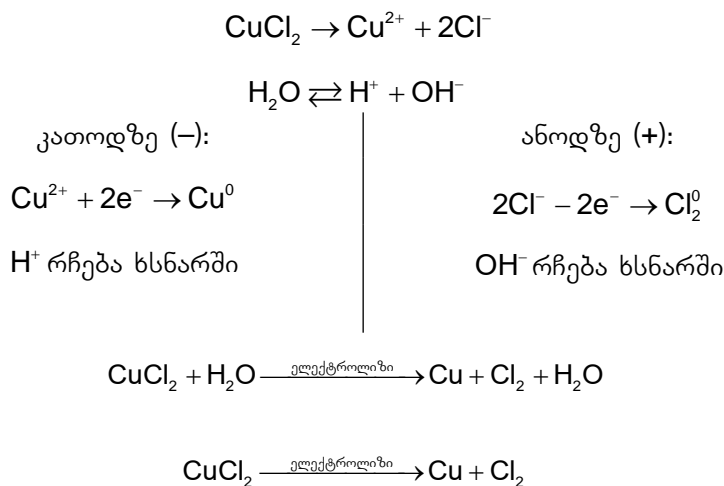
თემა 2. ელექტროქიმია, ჟანგვა-აღდგენის რეაქციები

აქტიური მეტალისა და ჟანგბადიანი მჟავას მარილის წყალხსნარის ელექტროლიზი:
 Na_2SO_4 -ის წყალხსნარის ელექტროლიზი:



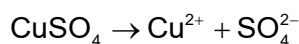
აქტიური მეტალისა და ჟანგბადიანი მჟავას მარილის წყალხსნარის ელექტროლიზის პროცესში მარილი არ იღებს მონაწილეობას და იშლება მხოლოდ წყალი. ამ დროს მარილი ზრდის მხოლოდ ხსნარის ელექტროგამტარობას.

პასიური მეტალისა და უჟანგბადო მჟავას მარილის წყალხსნარის ელექტროლიზი:
 CuCl_2 -ის წყალხსნარის ელექტროლიზი:

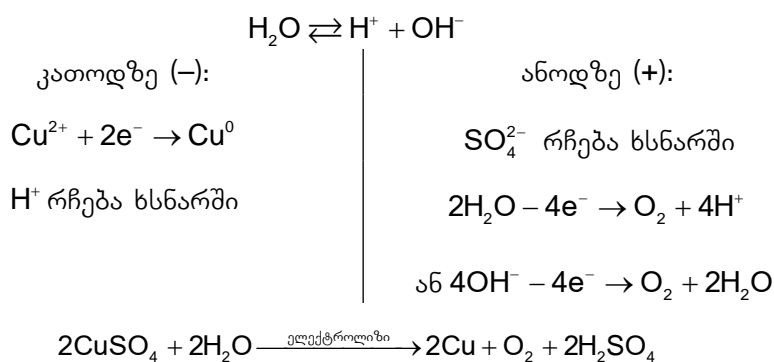


აღნიშნულ პროცესში წყალი არ იღებს მონაწილეობას და იშლება მხოლოდ მარილი.

პასიური მეტალისა და ჟანგბადიანი მჟავას მარილის წყალხსნარის ელექტროლიზი:
 CuSO_4 -ის წყალხსნარის ელექტროლიზი:



თემა 2. ელექტროქიმია, ჟანგვა-აღდგენის რეაქციები



განხილული მაგალითების ელექტროლიზი შეჯამებული სახით შეგიძლიათ იხილოთ 2.3 ცხრილში.

ცხრილი 2.3. ზოგიერთი მარილის ელექტროლიზის პროდუქტები.

ხსნარი ელექტროლიზამდე	პროდუქტი კათოდზე (-)	პროდუქტი ანოდზე (+)	ელექტროლიზერში დარჩება
ნატრიუმის ქლორიდი	წყალბადი	ქლორი	Na^+ , OH^-
ნატრიუმის სულფატი	წყალბადი	ჟანგბადი	Na^+ , SO_4^{2-}
სპილენძ(II)-ის ქლორიდი	სპილენძი	ქლორი	H^+ , OH^-
სპილენძ(II)-ის სულფატი	სპილენძი	ჟანგბადი	H^+ , SO_4^{2-}

შეჯამების სახით, ორი ელექტროქიმიური პროცესის – გალვანური ელემენტის მუშაობისა და ელექტროლიზის შედარება მოცემულია 2.4 ცხრილში.

ცხრილი 2.4. ელექტროქიმიური პროცესების შედარება.

გალვანური ელემენტის მუშაობა	ელექტროლიზი
ქიმიური ენერგია გარდაიქმნება ელექტრულ ენერგიად	ელექტრული ენერგია გარდაიქმნება ქიმიურ ენერგიად
სპონტანური პროცესია, ანუ თავისთავად მიმდინარე	არასპონტანური პროცესია, მის განსახორციელებლად ხსნარში ელექტრული დენის გატარებაა საჭირო



კითხვები და დავალებები:

1. რატომ შეიძლება განსხვავდებოდეს ერთი და იმავე იონური ნაერთის ნალღობისა და წყალხსნარის ელექტროლიზის პროდუქტები?
2. შეადგინეთ შემდეგ ნივთიერებათა წყალხსნარების ელექტროლიზის რეაქციათა ტოლობები:
 - ა) NaI ;
 - ბ) K_2SO_4 ;
 - გ) $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$
3. ატარებენ კალიუმის ბრომიდის წყალხსნარის ელექტროლიზს. ელექტროდებზე გამოიყო **A** და **B** ნივთიერებები. უპასუხეთ კითხვებს:
 - ა) რატომ ატარებს დენს ხსნარი?
 - ბ) რა ნივთიერებებია **A** და **B**?
 - გ) შეადგინეთ ამ ნივთიერებათა წარმოქმნის სქემები;
 - დ) რა ნივთიერება დარჩა ხსნარში?
 - ე) თუ მიღებულ ხსნარში ჩავანვეთებთ ლაკმუსს, რა ფერს შევნიშნავთ?
4. საჭიროა რკინის ნაკეთობის მოვერცხვლა.
 - ა) რა ნივთიერება შეიძლება გამოვიყენოთ ელექტროლიტად?
 - ბ) შეადგინეთ კათოდზე მიმდინარე პროცესის ამსახველი სქემა;
 - გ) რომელ ელექტროდზე მიმდინარეობს ჟანგვა?
5. ჩაატარეს ვერცხლის ნიტრატის ხსნარის ელექტროლიზი. რომელი აირი და რა მოცულობით გამოიყოფა ანოდზე, თუ კათოდზე 10.8 გ ვერცხლი წარმოიქმნა?
6. ჩაატარეს სპილენძის სულფატის 100 გ 32%-იანი ხსნარის ელექტროლიზი სპილენძის სრულ გამოყოფამდე. გამოთვალეთ მიღებულ ხსნარში გახსნილი ნივთიერების მასური წილი.
7. რკინის 50-გრამიანი ფირფიტა ჩაუშვეს სპილენძის სულფატის ხსნარში. სპილენძით დაფარული ფირფიტა ამოიღეს, გარეცხეს, გააშრეს და აწონეს. მისი მასა 50.8 გ აღმოჩნდა. რამდენი გრამი სპილენძი გამოიყო ფირფიტაზე?



განვლილი მასალის შეჯამება

დარწმუნდით, რომ იცით:

- ჟანგვა არის ელექტრონების გაცემის პროცესი, ხოლო აღდგენა – ელექტრონების მიერთების.
- ჟანგვის რიცხვი ეწოდება ელემენტის ატომის პირობით მუხტს მოლეკულაში, იმ დამ-ვებით, რომ მოლეკულა მხოლოდ იონებისაგან შედგება.
- ელემენტი, რომელიც გაცემს ელექტრონებს იჟანგება და აღმდგენია, ხოლო რომელიც იერთებს – აღდგება და მჟანგავია.
- ჟანგვა-აღდგენის რეაქციის დროს გაცემული ელექტრონების ჯამური რიცხვი მი-ერთებული ელექტრონების ჯამური რიცხვის ტოლია.
- ელექტროქიმიური პროცესები ეფუძნება ქიმიური ენერჯის გარდაქმნას ელექტრულ ენერჯიად და, პირიქით.
- გალვანური ელემენტის მუშაობისას ქიმიური ენერჯია გარდაიქმნება ელექტრულ ენ-ერჯიად.
- გალვანურ ელემენტში ელექტრონები მიემართება ანოდიდან კათოდისაკენ.
- ელექტროლიტის ნალღობში ან წყალხსნარში ელექტრული დენის გატარებისას ელექტროდებზე მიმდინარე ჟანგვა-აღდგენის პროცესს ელექტროლიზი ეწოდება.
- ელექტროლიზის დროს ელექტრული ენერჯია გარდაიქმნება ქიმიურ ენერჯიად.
- ელექტროლიზის დროს ელექტრონები მიემართება ანოდიდან კათოდისკენ.
- ელექტროლიზის პროცესში, წყალხსნარში აქტიური მეტალის კატიონების არსებობი-სას, კათოდზე აღდგება წყალბადი; ხოლო პასიური მეტალის კატიონების შემთხვევაში – პასიური მეტალი.
- ელექტროლიზის პროცესში, წყალხსნარში ჟანგბადიანი მჟავას ანიონების არსებობი-სას, ანოდზე გამოიყოფა ჟანგბადი; ხოლო უჟანგბადო მჟავას ანიონების შემთხვევაში - შესაბამისი მარტივი ნივთიერება.

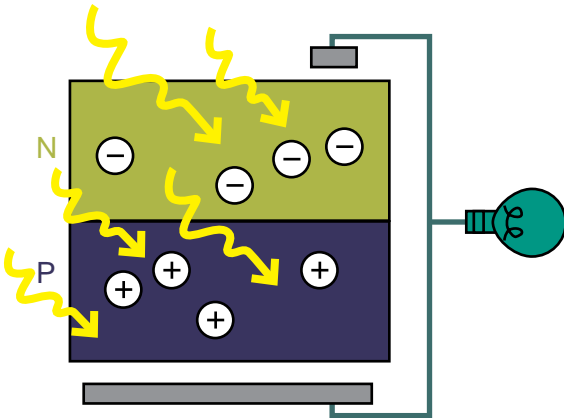
როგორ მუშაობს მზის ელემენტი?

დიდი ხნის განმავლობაში კაცობრიობა ცდილობდა მზის ენერჯიის მაქსიმალურად გამოყენებას, თუმცა პირველი ფოტოელექტრული ელემენტის გამოგონება ე. ბეკერელის სახელს უკავშირდება. 1939 წელს მან შექმლო მზის ენერჯიის პირდაპირ ელექტრულ ენერჯიად გარდაქმნა ფართო მასშტაბზე.

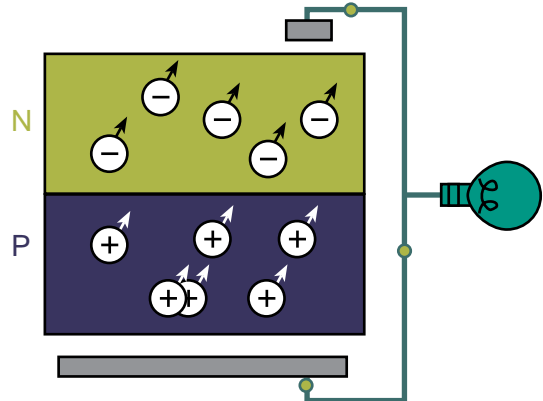
მას შემდეგ, მზის ენერჯიაზე მომუშავე ფოტოელემენტებმა დიდი გზა გაიარა. მზის პანელების გაიაფების გარდა, მწარმოებლები მუშაობენ ინოვაციებზე, მაგალითად, ულტრათხელი და გამჭვირვალე ფოტოელექტრული მინის შექმნაზე ფანჯრებისთვის.

მზის ელემენტის მუშაობის პრინციპი დაფუძნებულია P- და N-ტიპის ნახევარგამტარებზე. მზის სხივის ენერჯია რომ ელექტრულ ენერჯიად გარდაიქმნას, საჭიროა ის დაეცეს მონეობილობაზე, რომელიც ამ ორი ტიპის ფენისაგან შედგება. ერთში ელექტრონების სიჭარბეა, მეორეში კი, პირიქით – დეფიციტი (ნახ. 1-1). თუ ამ ფენებს წრედში შევაერთებთ, ჭარბი ელექტრონები N-ტიპის ნახევარგამტარიდან წრედს გაივლის და საბოლოოდ გადავა P-ტიპის მასალაში, სადაც ელექტრონების დეფიციტი შეივსება (ნახ. 1-2). შემდგომი სხივის მოხვედრის შემდეგ ხელახლა დაირღვევა მასალაში ელექტრონული სიმკვრივის ბალანსი და პროცესი გამეორდება.

მზის ელემენტების მუშაობის პრინციპს დეტალურად ქვემოთ განვიხილავთ.



ნახ. 1-1

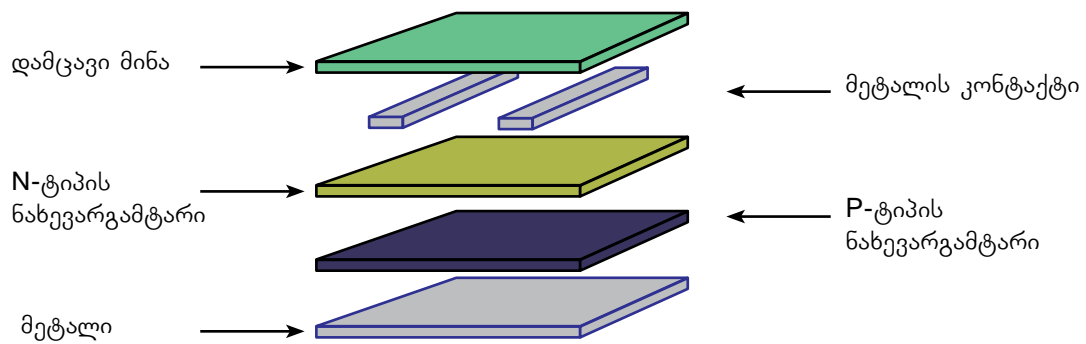


ნახ. 1-2

ნახ. 1. მზის ენერჯიის გარდაქმნა ელექტრულ ენერჯიად.

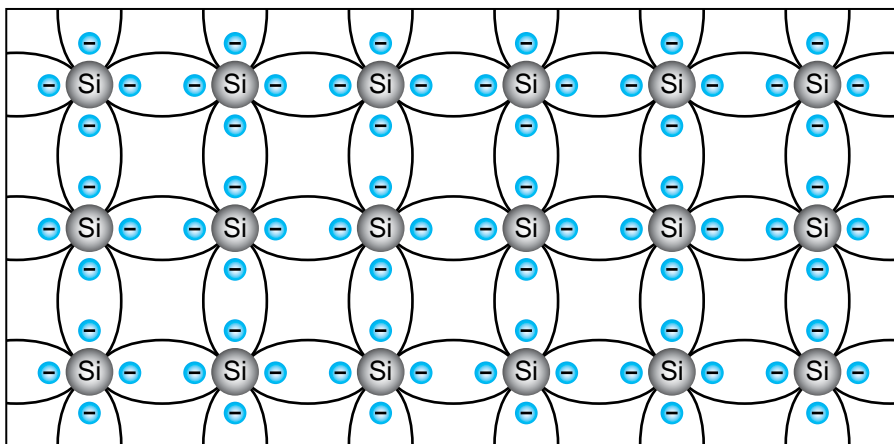
ნახ. 2-ზე მოცემულია მზის ელემენტის აგებულება.

თემა 2. ელექტროქიმია, ჟანგვა-აღდგენის რეაქციები



ნახ. 2. მზის ელემენტის კონსტრუქცია.

N- და P-ტიპის ნახევარგამტარები სხვადასხვა მასალისგან შეიძლება დამზადდეს, თუმცა ყველაზე ხშირად გამოიყენება სილიციუმი. წარმოვიდგინოთ სილიციუმის კრისტალი (ნახ. 3). სილიციუმის ატომს გარე შრეზე 4 ელექტრონი აქვს, რომელთა საშუალებითაც იგი მეზობელ ატომებთან ერთად სტაბილურ კრისტალურ სტრუქტურას ქმნის.

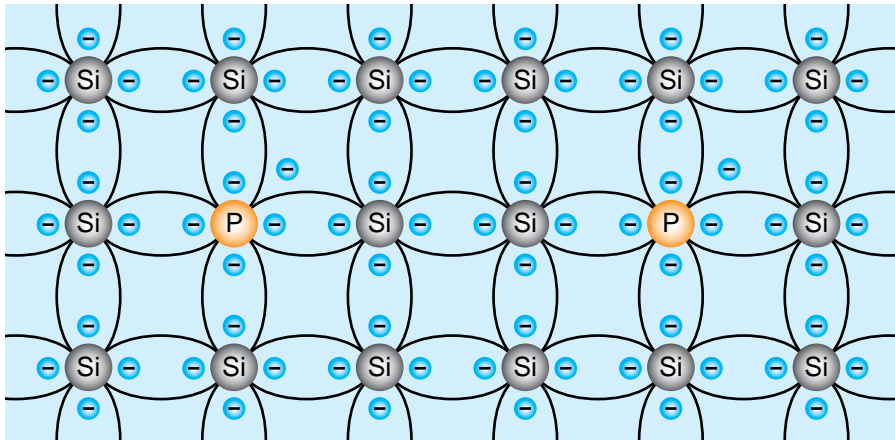


ნახ. 3. სილიციუმის თითოეული ატომის გარე შრის ოთხი ელექტრონი მეზობელ ატომებთან ბმას ამყარებს და ამით კრისტალურ სტრუქტურას წარმოქმნის. ნახაზი გამარტივებული სახითაა მოცემული.

რა მოხდება, თუ ამ მესერში სილიციუმის ზოგიერთ ატომს ფოსფორის ატომით ჩავანაცვლებთ?

ფოსფორს გარე შრეზე 5 ელექტრონი აქვს, რაც სილიციუმის გარე შრის ელექტრონების რაოდენობასთან შედარებით ერთით მეტია. ფოსფორის ატომი 5-დან 4 ელექტრონით მეზობელ სილიციუმის ატომებთან დაამყარებს კავშირებს, ხოლო დარჩენილი ერთი ელექტრონი ბმის წარმოქმნაში არ ჩაებმება. ნაცვლად ამისა, ამ ერთ ელექტრონს თავისუფლად შეეძლება მოძრაობა (ნახ. 4). ისეთ მასალას, რომელშიც ელექტრონებს, ბმის წარმოქმნის მაგივრად, მასალაში თავისუფლად მოძრაობა შეუძლია, N-ტიპის ნახევარგამტარს უწოდებენ.

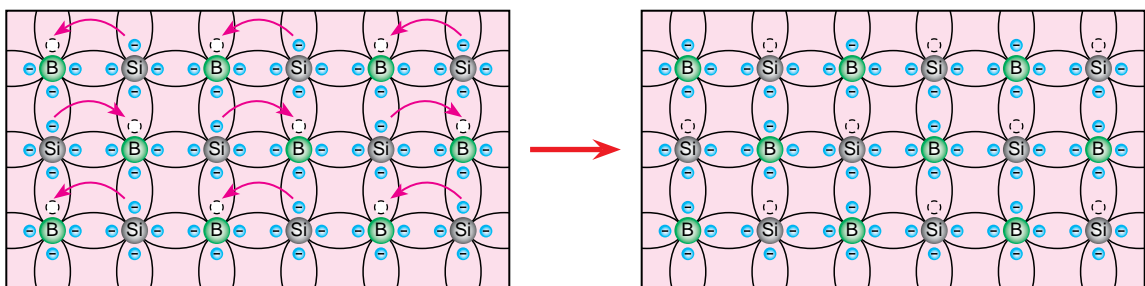
თემა 2. ელექტროქიმია, უანგვა-აღდგენის რეაქციები



ნახ. 4. N-ტიპის ნახევარგამტარი მიიღება სილიციუმის ზოგიერთი ატომის ფოსფორის ატომებით ჩანაცვლებით.

ახლა კი განვიხილოთ, რა მოხდება, თუ სილიციუმის კრისტალურ მესერში ზოგიერთ ატომს ბორის ატომებით ჩანაცვლებით.

ბორს გარე შრეზე აქვს 3 ელექტრონი. როდესაც ბორის ატომი სილიციუმის კრისტალურ მესერში მოხვდება, მეზობელ სამ სილიციუმის ატომთან წარმოქმნის ბმებს, მაგრამ მეოთხე სილიციუმის ატომთან დასაკავშირებელი ელექტრონი მას არ ექნება, რის გამოც ელექტრონისათვის ჩნდება ვაკანტური ადგილი, რასაც „ორმოს“ უწოდებენ (ნახ. 5) (სქემაზე აღნიშნავენ ცარიელი წრით (O) ან პლუს (+) ნიშნით, რადგან იგი ელექტრონის ნაკლებობას ასახავს). კრისტალური მესრის ელექტრონებს ამ ორმოების დაკავება და ორმოებიდან გასვლა შეუძლია, მაგრამ გავითვალისწინოთ, რომ ელექტრონი, რომელმაც ორმო დაიკავა, სხვა ატომისგანაა წამოსული, რაც იმას ნიშნავს, რომ ამ სხვა ატომში გაჩნდება ორმო. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, ორმოებს გადაადგილება შეუძლია. მასალას, რომელიც ელექტრონების ვაკანტური ადგილებს, ე. ი. ორმოებს, შეიცავს, P-ტიპის ნახევარგამტარს უწოდებენ.



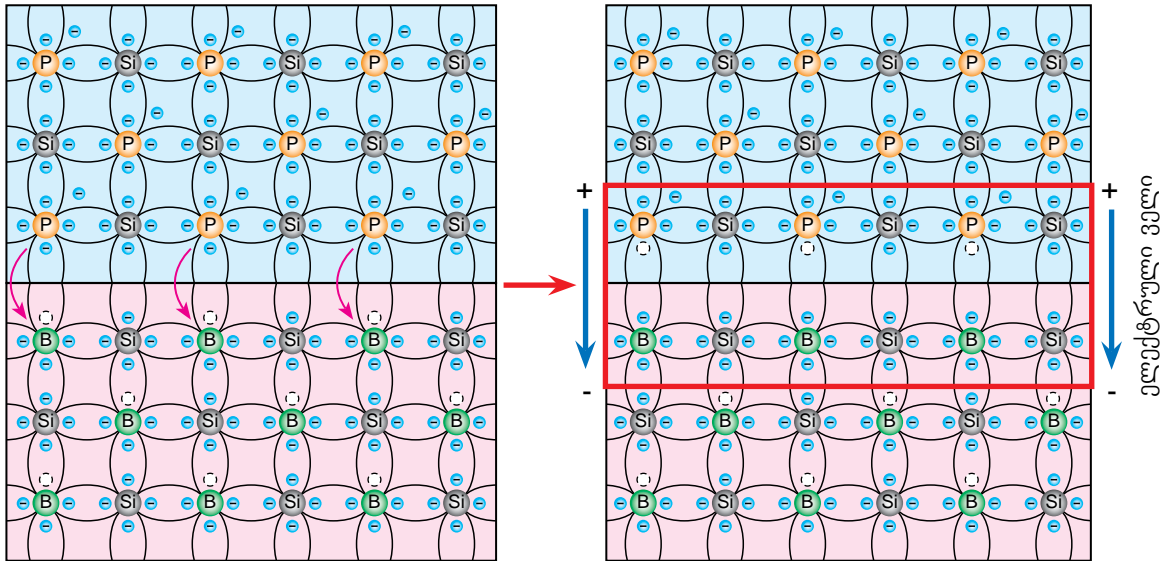
ნახ. 5. P-ტიპის ნახევარგამტარში ორმოების გადაადგილება.

ახალი მასალის მიღების მიზნით კრისტალურ მესერში მინარევის შეტანას, რომელსაც სავალენტო ელექტრონების განსხვავებული რაოდენობა აქვს, „დოპირებას“ უწოდებენ.

მზის ელემენტი მიიღება P- და N-ტიპის ნახევარგამტარული ფენების შეერთებით (ნახ. 6). როგორც აღვნიშნეთ, N-ტიპის ფენაში ელექტრონების სიჭარბეა, ხოლო P-ტიპის ფენაში – ორმოების (ანუ ვაკანტური ადგილების, სადაც ელექტრონის ნაკლებობაა). ამ ორი ფენის შეხების ადგილზე ელექტრონები N-ტიპის ნახევარგამტარიდან გადადის P-ტიპის ნახევარგამტარში და ავსებს ორმოებს. ეს შეერთების ადგილზე ქმნის ფენას,

თემა 2. ელექტროქიმია, ჟანგვა-აღდგენის რეაქციები

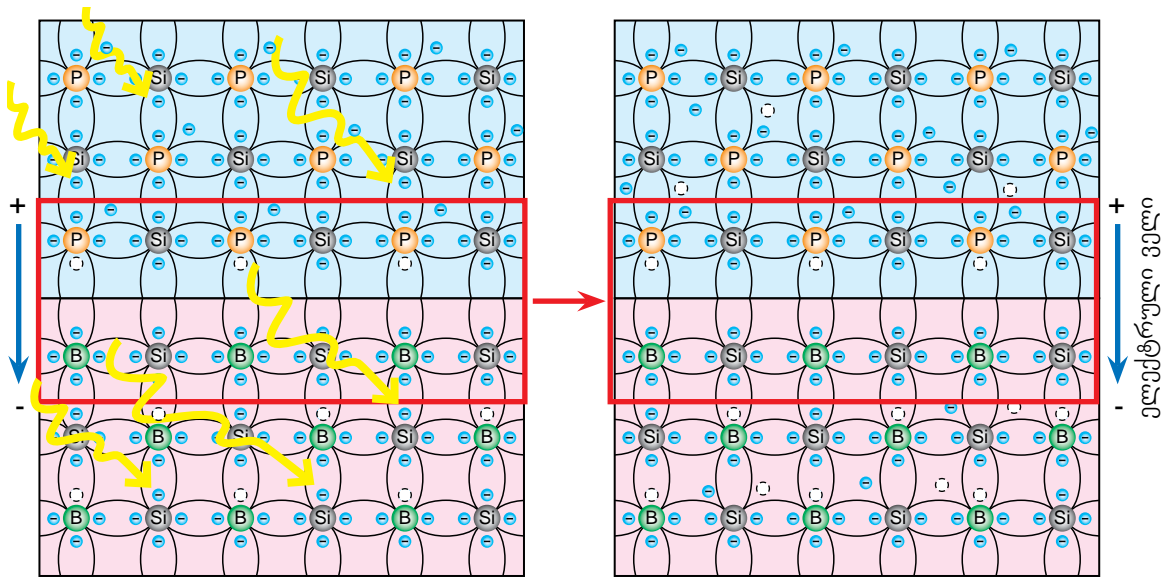
რომელშიც ელექტრონები ორმოებს ავსებს (ნახ. 6). მასში წარმოქმნება ელექტრული ველი, რომელიც მიმართულია P-ტიპის ნახევარგამტარიდან N-ტიპისკენ.



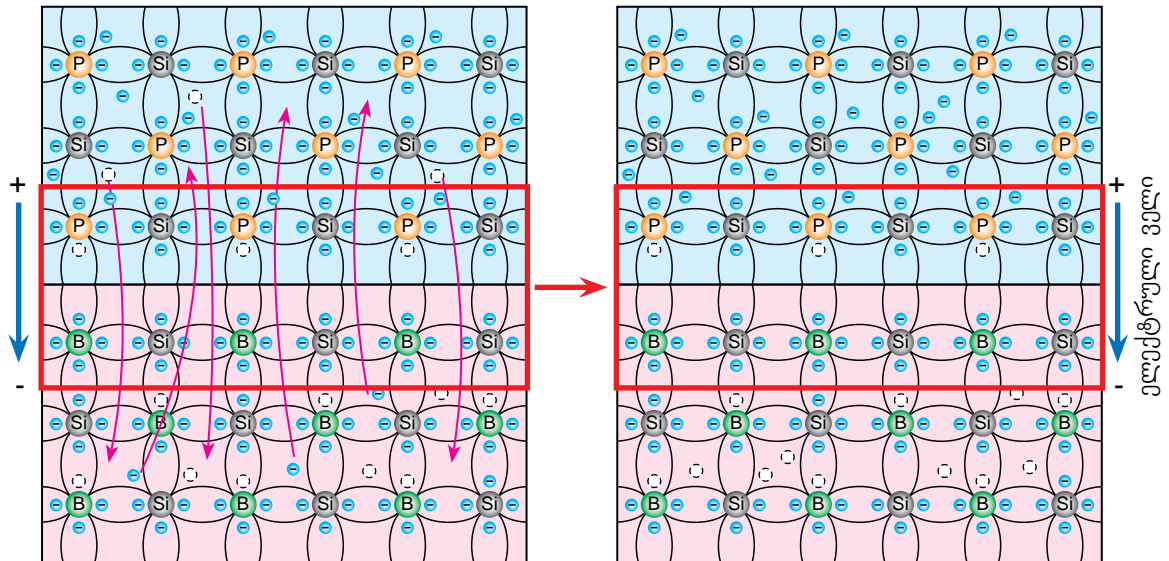
ნახ. 6. მზის ელემენტის სქემა, სადაც ნაჩვენებია N- და P-ტიპის ფენები და მათ შორის წარმოქმნილი ზონა.

როდესაც მზის სხივები დაეცემა მზის ელემენტს, მასალაში არსებული ზოგიერთ ელექტრონი, რომლებიც ბმის წარმოქმნაში მონაწილეობს, აღიზნება და გარკვეულ მომენტში, ბმის წარმოქმნის მაგივრად, თავისუფლად გადაადგილება. ელექტრონის ბმისგან მოწყვეტა, ცხადია, გულისხმობს ამ ადგილზე ორმოს შექმნასაც (ნახ. 7-1). რადგან შეერთების ადგილზე შექმნილია ელექტრული ველი, აღნიშნული ელექტრონები მიიზიდება N-ტიპის ნახევარგამტარის მიერ, ხოლო ორმოები – P-ტიპის გამტარის მიერ (ნახ. 7-2). შედეგად მივიღებთ შემდეგ სურათს, რომ N-ტიპის ნახევარგამტარში დაგროვდა ჭარბი ელექტრონი, ხოლო P-ტიპის ნახევარგამტარში ჭარბი ორმო (ელექტრონის ვაკანტური ადგილები) (ნახ. 7.1). საკმარისია ეს ორი ნახევარგამტარი მავთულით შევაერთოთ ერთმანეთთან, მასში აღიძვრება ელექტრული დენი (ნახ. 7.2).

თემა 2. ელექტროქიმია, ჟანგვა-აღდგენის რეაქციები



ნახ. 7-1.



ნახ. 7-2.

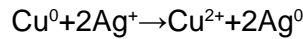


შემაჯამებელი სავარჯიშოები

1. განსაზღვრეთ მოცემულ ნივთიერებებში ელემენტთა ჟანგვის რიცხვები:



2. რომელი ნაწილაკია მჟანგავი მოცემულ რეაქციაში?



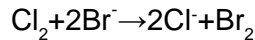
3. დაადგინეთ ელემენტთა ჟანგვის რიცხვები ნაერთში, რომლის ფორმულაა Na_2HPO_4 .

4. რომელი ნაწილაკი კარგავს ელექტრონს რეაქციაში $\text{Mg}^0 + 2\text{Ag}^+ \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2\text{Ag}^0$?

5. რა ცვლილებას განიცდის Sn^{2+} იონი $\text{Sn}^{2+} \rightarrow \text{Sn}^{4+}$ პროცესის დროს?

6. რა იცვლება ყოველთვის ჟანგვა-აღდგენის რეაქციების დროს?

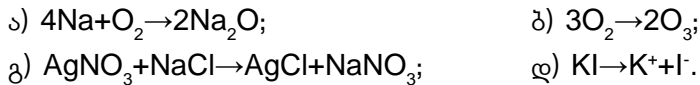
7. შეადგინეთ ჟანგვის პროცესის ამსახველი სქემა მოცემული რეაქციისთვის:



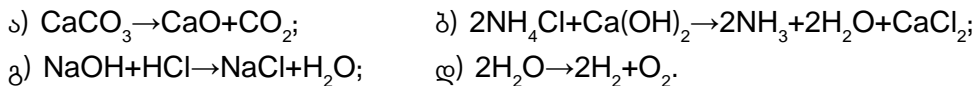
8. ჩამოთვლილთაგან რომელია აღდგენის სქემა და რომელი – ჟანგვის?



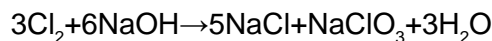
9. დაადგინეთ, ჩამოთვლილთაგან რომელია ჟანგვა-აღდგენითი პროცესი:



10. დაადგინეთ, ჩამოთვლილთაგან რომელია ჟანგვა-აღდგენითი რეაქცია:



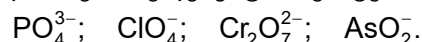
11. რას წარმოადგენს Cl_2 მოცემულ რეაქციაში ჟანგვა-აღდგენის თვალსაზრისით?



12. რეაქციაში $\text{AgNO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{AgCl} + \text{HNO}_3$ მიმდინარეობს:

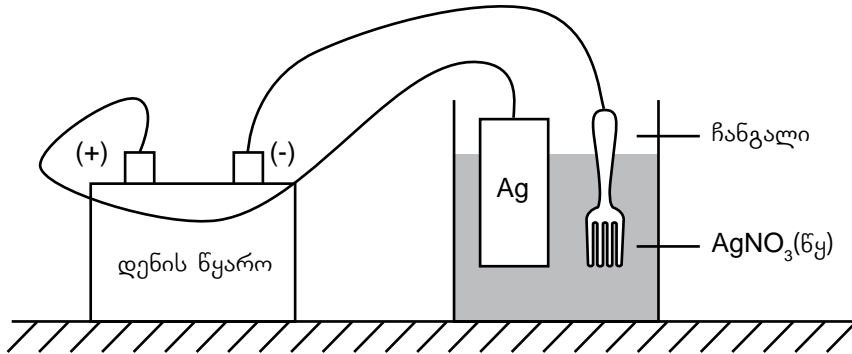
- ა) ელექტრონების მხოლოდ გაცემა;
 ბ) ელექტრონების მხოლოდ შექენა;
 გ) ელექტრონების გაცემაც და შექენაც;
 დ) ელექტრონების არც გაცემა და არც შექენა.

13. განსაზღვრეთ მოცემულ იონებში ელემენტთა ჟანგვის რიცხვები:

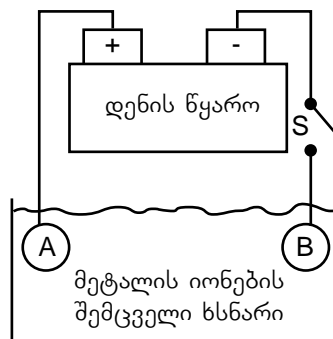


თემა 2. ელექტროქიმია, ჟანგვა-აღდგენის რეაქციები

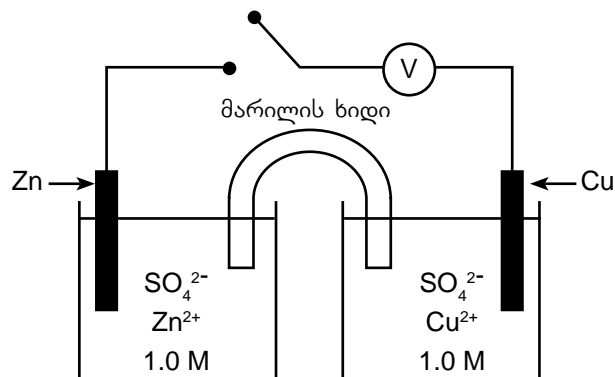
14. ჩანგალს ფარავენ ვერცხლით, რა პროცესი მიმდინარეობს ამ დროს ჩანგალზე – ჟანგვა თუ აღდგენა?



15. დიაგრამაზე ნაჩვენებია ხელსაწყო, რომელშიც ნაკეთობა უნდა მოაოქროვონ. რომელ წერტილში უნდა მივაერთოთ ნაკეთობა?



- ა) A წერტილში, რადგან ის ანოდა; ბ) A წერტილში, რადგან ის კათოდა;
 გ) B წერტილში, რადგან ის ანოდა; დ) B წერტილში, რადგან ის კათოდა.
16. მოცემულია გალვანური ელემენტის სქემა:

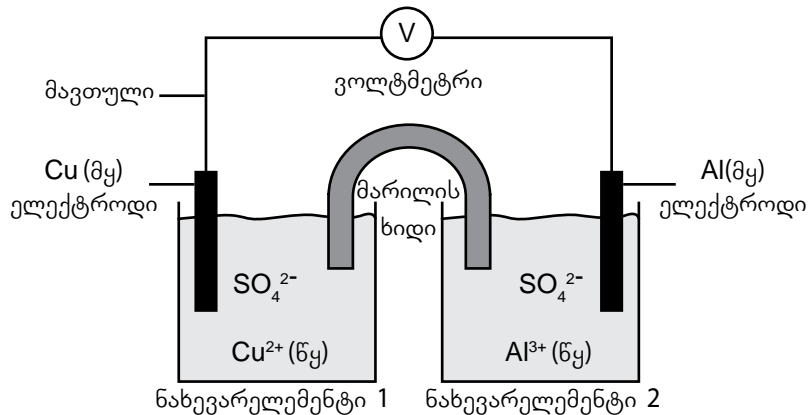


რომელი ნაწილაკი აღდგება კათოდზე?

- ა) Zn^0 ; ბ) Zn^{2+} ; გ) Cu^{2+} ; დ) Cu^0 .

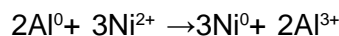
თემა 2. ელექტროქიმია, ჟანგვა-აღდგენის რეაქციები

17. მოცემულია გალვანური ელემენტის სქემა:



- ა) განსაზღვრეთ წრედში ელექტრონების მიმართულება;
- ბ) როგორ იცვლება ელექტროდების მასები?

18. მოცემულ რეაქციაში:



რამდენ მოლ ელექტრონს გასცემს 2 მოლი ალუმინი?

19. მოიყვანეთ მაგალითები, რაში ვიყენებთ გამტარებს ან იზოლატორებს ყოველ-დღიურ ცხოვრებაში.
20. მიმდინარეობს ტყვიის ბრომიდის ნალღობის ელექტროლიზი:
 - ა) რა შეინიშნება ანოდზე?
 - ბ) რა ნივთიერებები წარმოიქმნება ელექტროდებზე?
21. მოსწავლე ატრებს ექსპერიმენტს – ამონებს ექვსი ნივთიერების (A- F) წყალხს-ნარების ელექტროგამტარობას და შედეგები შეაქვს ცხრილში:

ნივთიერება	ამპერმეტრის ჩვენება, ამპერი	კათოდზე გამოყოფილი ნივთიერება	ანოდზე გამოყოფილი ნივთიერება
A	0.8	სპილენძი	ქლორი
B	1.0	წყალბადი	ქლორი
C	0.0	–	–
D	0.8	სპილენძი	ჟანგბადი
E	1.2	წყალბადი	ჟანგბადი
F	0.7	ვერცხლი	ჟანგბადი

უპასუხეთ კითხვებს:

- ა) ჩამოთვლილთაგან რომელი ნივთიერებაა არაელექტროლიტი?
- ბ) შეუსაბამეთ A-F ნივთიერებები ჩამოთვლილებს: ვერცხლ(I)-ის ნიტრატი,

თემა 2. ელექტროქიმია, ჟანგვა-აღდგენის რეაქციები

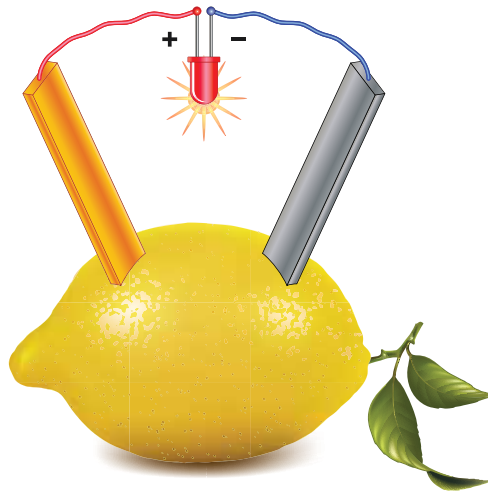
სპილენძ(II)-ის სულფატი, სპილენძ(II)-ის ქლორიდი, ნატრიუმის ჰიდროქსიდი, შაქარი, კონცენტრირებული მარილმჟავა.

22. ა) რომელ იონებს შეიცავს: 1) კალიუმის იოდიდი 2) ოქრო(III)-ის ქლორიდის წყალხსნარები?
ბ) რა მიმართულებით იწყებს იონები მოძრაობას, თუ თითოეული მარილის წყალხსნარში ჩავეშვებით ელექტროდებს და ჩავრთავთ დენს?
გ) შეადგინეთ ანოდსა და კათოდზე მიმდინარე პროცესების ამსახველი სქემები თითოეულ შემთხვევაში;
დ) რატომ გამოიყოფა ოქრო კათოდზე, ხოლო კალიუმი – არა?
ე) მოიყვანეთ ორი სხვა მარილის მაგალითი, რომელთა ელექტროლიზი მიმდინარებს ზემოთ აღნიშნული მარილების მსგავსად.
23. რატომ იყენებენ კალიუმის პერმანგანატსა (KMnO_4) და დიქრომატს ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ლაბორატორიაში აღმდგენი ნაერთების აღმოსაჩენად?
24. მიუთითეთ, რომელი ელემენტისგან რომელზე გადადის ელექტრონები ჩამოთვლილ რეაქციებში და განსაზღვრეთ, რომელი დაიჟანგა და რომელი – აღდგა:
- ა) $2\text{Ca} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CaO}$; ბ) $2\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2$;
გ) $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$; დ) $2\text{CuO} + \text{C} \rightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2$;
ე) $4\text{Fe} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3$; ვ) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$.
25. ჩამოთვლილთაგან რომელია ჟანგვა-აღდგენითი რეაქცია? დაადგინეთ მჟანგავი და აღმდგენი თითოეულ შემთხვევაში.
- ა) $2\text{Mg} + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{MgO} + \text{C}$; ბ) $\text{SiO}_2 + \text{C} \rightarrow \text{Si} + \text{CO}_2$; გ) $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$;
დ) $\text{Fe} + \text{CuO} \rightarrow \text{FeO} + \text{Cu}$; ე) $\text{C} + \text{PbO} \rightarrow \text{Pb} + \text{CO}$.
26. ხსნარში ორვალენტური რკინის შემცველობის დასადგენად ხშირად იყენებენ მჟანგავ აგენტს – კალიუმის პერმანგანატს. ანალიზი ეფუძნება რეაქციას, რომლის იონური ტოლობაა: $\text{MnO}_4^- + 5\text{Fe}^{2+} + 8\text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 5\text{Fe}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$;
- ა) დაადგინეთ მჟანგავი და აღმდგენი ელემენტები;
ბ) რა დანიშნულება აქვს წყალბად-იონებს რეაქციაში?
გ) როგორ უნდა შეინიშნოს რეაქციის დასრულება?
დ) შეადგინეთ ჟანგვისა და აღდგენის სქემები.



შეიძლება თუ არა, ლიმონმა მოგვცეს ელექტრული დენი?

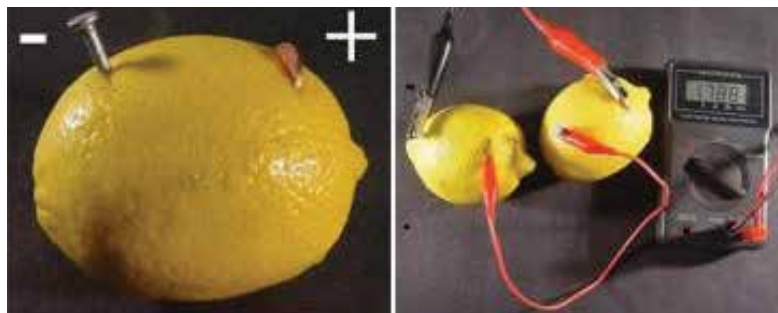
ყველა მეტალს გააჩნია გარკვეული სტანდარტული ელექტროდული პოტენციალი, რომელიც სხვადასხვა მეტალისთვის განსხვავებული სიდიდეა (იხ. დანართი გვ. 175). თუ ორ სხვადასხვა მეტალს ელექტროლიტის ხსნარში ჩავუშვებთ, მათზე წარმოიქმნება პოტენციალთა სხვაობა, რომლის დენის წყაროდ გამოყენება შეიძლება. ასეთ დენის წყაროს გალვანურ ელემენტს უწოდებენ. ლიმონი შეიძლება გამოვიყენოთ, როგორც ელექტროლიტიანი ხსნარის ჭურჭელი. თუ მასში ჩავარჭობთ სხვადასხვა მეტალის ფირფიტას და შევაერთებთ შუქდიოდურ ნათურას, ვნახავთ, რომ ის აინთება.



ექსპერიმენტისათვის დაგჭირდებათ რეაქტივები და მასალები:

- სპილენძის ფირფიტა
- ალუმინის ფირფიტა
- ელექტროსადენი
- ნათურა
- ლიმონი

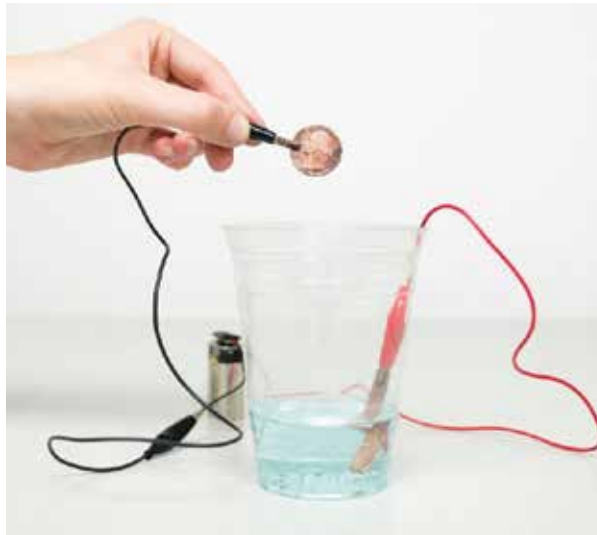
მეტი ძაბვის მისაღებად შეგვიძლია რამდენიმე ლიმონი მიმდევრობით დავუკავშიროთ ერთმანეთს ელექტროსადენის საშუალებით:





როგორ დავფაროთ მონეტა სხვა მეტალის ფენით?

როგორც ვიცით, ელექტროლიზის პროცესში კატიონები მოძრაობს ანოდიდან კათოდისაკენ. აქტიური მეტალების შემთხვევაში კათოდზე აღდგება წყალბადი, ხოლო პასიური მეტალების შემთხვევაში – მეტალი. ამ მეთოდით შესაძლებელია კათოდად გამოყენებული ნაკეთობის გალვანური მეტალებით დაფარვა.



ექსპერიმენტისათვის დაგჭირდებათ რეაქტივები:

- სპილენძის სულფატის წყალხსნარი
- სპილენძის ფირფიტა (ან მავთული)
- მეტალის მონეტა

ქიმიური ჭურჭელი და ხელსაწყოები:

- ელექტროლიზის აბაზანა
- შტატივი დამჭერით
- დენის გამმართველი, ან 9-ვოლტიანი ბატარეა
- ჩამრეცხი

ცდის მსვლელობა:

- მონეტა გარეცხეთ და ჩაამაგრეთ სპილენძის სულფატის აბაზანაში კათოდად, ისე, რომ მონეტა ხსნარით, მინიმუმ, ნახევრად დაიფაროს.
- ანოდად გამოიყენეთ სპილენძის ნაჭერი/მავთული და ჩართეთ დენის გამმართველი. პოტენციალთა სხვაობა ისე დაარეგულირეთ, რომ დენის ძალა 0.4 ამპერს არ აღემატებოდეს.
- დაახლოებით 10 წუთის შემდეგ მონეტა ამოაბრუნეთ და გაიმეორეთ იგივე. ოქმში ჩაინიშნეთ დენის ძალა და დენის გატარების დრო.

თემა 3. არაორგანული ნაერთების მნიშვნელოვანი წარმომადგენლები



? ამ თემის შესწავლის შემდეგ შეძლებთ უპასუხოთ კითხვებს:

- რატომ არის ზოგიერთი ელემენტი ბუნებაში გავრცელებული თავისუფალი, ზოგი კი – ნაერთის სახით?
- რა პრინციპით მუშაობს ზოგიერთი ცეცხლმაქრი?
- რატომ ღებავენ ხეების ძირებს თეთრად?
- რით განსხვავდება აზოტმჟავა სხვა მჟავებისგან?
- როგორ დავარბილოთ ხისტი წყალი?

მეტალური და მათი ნაერთები



3.1

მეტალები გარემოში და მათი მიღება

მეტალები მნიშვნელოვან რესურსს წარმოადგენს არაერთ ინდუსტრიულ პროცესში. მეტალები ძირითადად ნაერთების სახით გვხვდება და გარემოში მათი გავრცელების ფორმას მეტალის ქიმიური აქტიურობა განსაზღვრავს. ბუნებაში თავისუფალი სახით არსებობა შეუძლია მხოლოდ პასიურ მეტალს, რომელიც ელექტროქიმიური ძაბვის მწკრივში წყალბადის მარჯვნივ მდებარეობს. ასეთი მეტალები არ იჟანგება ჰაერის ჟანგბადით, არ რეაგირებს წყალთან და ბუნებრივ წყლებში არსებულ მჟავებთან, რის გამოც მეტალურ სახეს ინარჩუნებს. დანარჩენი მეტალები მხოლოდ ნაერთების (ძირითადად, ოქსიდებისა და მარილების) სახით გვხვდება, რაც გარემოში არსებულ ნივთიერებებთან მათი ურთიერთქმედების შედეგია. მაგალითად, S-ბლოკის მეტალები, რომლებიც მაღალი ქიმიური აქტიურობით გამოირჩევა, ბუნებაში მხოლოდ მარილების სახითაა, რადგან არა მხოლოდ ისინი, არამედ მათი ოქსიდებიც რეაგირებს წყალთან ჰიდროქსიდების წარმოქმნით. ისინი, თავის მხრივ, ქიმიურად აქტიურებია და გარემოში ადვილად გადადის მარილებში (ნახ. 3.1).



სილვინი (KCl)

ბარიტი (BaSO₄)

მაგნეზიტი (MgCO₃)

ნახ. 3.1. ყველა S ელემენტი ბუნებაში მარილის სახით გვხვდება.

სამრეწველო მასშტაბით მეტალთა მიღებას მეტალურგია ეწოდება. მეტალურგია მრავალ მეთოდს აერთიანებს. ყველა მათგანის საფუძველია მეტალის აღდგენა ბუნებაში არსებული მადნიდან. ამისათვის მეტალურგიაში ხშირად გამოიყენება ელექტროქიმიური (ელექტროლიზი) (ნახ. 3.2) და ქიმიური მეთოდები.

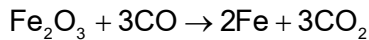


ნახ. 3.2. სპილენძის მიღება ელექტროლიზით.

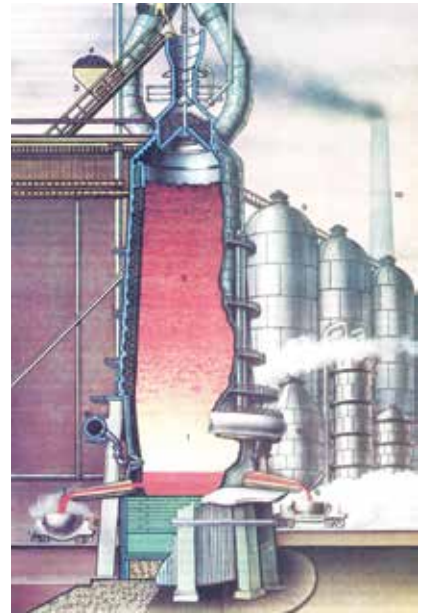
თემა 3. არაორგანული ნაერთების მნიშვნელოვანი წარმომადგენლები

მაღალი აქტიურობის მქონე მეტალები ძნელად აღდგება, ამიტომ ბუნებრივი მინერალებისგან ისინი სამრეწველო მასშტაბით მხოლოდ ნალღობის ელექტროლიზით მიიღება (იხ. პარაგრაფი 2.5).

მეტალები, რომლებიც შედარებით ნაკლებად აქტიურია და ბუნებაში ოქსიდების სახითაა, სხვადასხვა აღმდგენის გამოყენებით მიიღება. მაგალითად, რკინა ძირითადად მისი ოქსიდებიდან მიიღება:



ეს პროცესი მეტალურგიულ ქარხნებში ტარდება სპეციალურ ლუმელში – ბრძმედში (ნახ. 3.3), რომელიც საშუალებას იძლევა, პროცესი მაღალ ტემპერატურაზე წარიმართოს. ბრძმედული პროცესით შესაძლებელია რკინის მადნისგან გამოაღწონ რკინით მდიდარი შენადნობი – თუჯი, რომლისგანაც შემდგომში ფოლადსა და სუფთა რკინას იღებენ.



ნახ 3.3. ბრძმედი განივ ქრილში.



კითხვები და დავალებები:

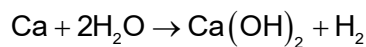
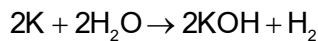
1. მოიძიეთ ინფორმაცია, რა ნაერთების სახითაა ბუნებაში:
 - ა) ნატრიუმი; ბ) კალციუმი; გ) ალუმინი; დ) რკინა.
2. მეტალური ვერცხლის სუფთა სახით მისაღებად ვერცხლი აღადგინეს მისი წყალში ხსნადი მარილისგან, რისთვისაც გამოიყენეს თუთიის ფხვნილი. შეადგინეთ შესაბამისი რეაქციის ტოლობა და გამოთვალეთ, რა მასის თუთია დაიხარჯება 1 კგ ვერცხლის მისაღებად.
3. დაწერეთ რკინა(II,III)-ის ოქსიდისგან (Fe_3O_4) რკინის აღდგენის რეაქციათა ტოლობები შემდეგი აღმდგენების გამოყენებით:
 - ა) ნახშირბადი;
 - ბ) ნახშირბად(II)-ის ოქსიდი;
 - გ) წყალბადი.
4. მოიძიეთ ინფორმაცია:
 - ა) რომელი ქიმიური რეაქციები მიმდინარეობს ბრძმედში რკინის მადნისგან თუჯის გამოდნობის პროცესში;
 - ბ) რა განსხვავებაა თუჯსა და ფოლადს შორის ქიმიური შედგენილობისა და ფიზიკური თვისებების მიხედვით.
5. მეტალური ვოლფრამი, რომელიც ნათურების ვარვარების ძაფების დასამზადებლად გამოიყენება, ვოლფრამ(VI)-ის ოქსიდზე წყალბადის მოქმედებით მიიღება. დაადგინეთ, რა მოცულობის (ნ. პ.) წყალბადია საჭირო 1 ტ ვოლფრამის მისაღებად.

3.2

მეტალთა საერთო ქიმიური თვისებები

3.2.1. წყალთან ურთიერთქმედება

მეტალები ქიმიური აქტიურობით ერთმანეთისაგან გამოირჩევა, რაც სხვადასხვა ნივთიერებასთან მათი ურთიერთქმედებისას მჟღავნდება. ერთი-ერთი ყველაზე თვალსაჩინოა მეტალების წყალთან ურთიერთქმედება. s-ბლოკის ელემენტები ლითიუმი (Li), ნატრიუმი (Na), კალიუმი (K), რუბიდიუმი (Rb), ცეზიუმი (Cs), კალციუმი (Ca), ბარიუმი (Ba) და სტრონციუმი (Sr) წყალთან ოთახის ტემპერატურაზე ურთიერთქმედებს, წყალბადს გამოაძევენ და ტუტეებს წარმოქმნიან (ნახ. 3.4):



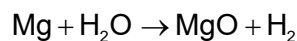
Li

Na

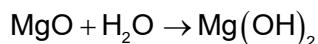
K

ნახ. 3.4. ტუტე მეტალები წყალთან აქტიურად ურთიერთქმედებს.

მაგნიუმი (Mg), სხვა s ელემენტებისაგან განსხვავებით, წყალთან მხოლოდ მაღალ ტემპერატურაზე (100 °C) ურთიერთქმედებს:



მიღებული ოქსიდი შემდგომ ძალიან ნელა შედის რეაქციაში წყალთან და უხსნადი ჰიდროქსიდის სახით გამოილეეება:



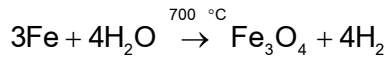
ბერილიუმი (Be) კი არც ცხელ წყალთან შედის რეაქციაში.

შეიძლება ითქვას, რომ p-, d- და f-ბლოკებში შემავალი მეტალები წყალთან არ ურთიერთქმედებს, თუმცა ამას გარკვეული დაზუსტება სჭირდება. მაგალითად, ალუმინის ზედაპირი, ჩვეულებრივ, ოქსიდის (Al₂O₃) თხელი აფსკით არის დაფარული და ამ მდგომარეობაში წყალთან არ ურთიერთქმედებს. თუ ალუმინს ვერცხლისწყალში მექანიკურად მოვაცილებთ ოქსიდის ფენას, მაშინ ალუმინს ზედაპირზე გადაეკვრება ვერცხლისწყალი და მიიღება ამაღლებიერი ალუმინი, რომელიც ძალიან აქტიურად შედის რეაქციაში წყალთან და გამოყოფს წყალბადს:

თემა 3. არაორგანული ნაერთების მნიშვნელოვანი წარმომადგენლები

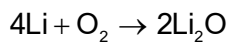


რკინა წყალთან წყალბადის გამოყოფით მხოლოდ იმ შემთხვევაში რეაგირებს, თუ 700 °C-მდე გავარვარებულ რკინაზე წყლის ორთქლით ვიმოქმედებთ:

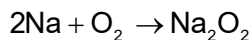


3.2.2. ჟანგბადთან ურთიერთქმედება

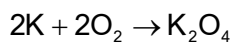
ჟანგბადთან ურთიერთქმედების რეაქციაც მეტალის აქტივობაზეა დამოკიდებული. **ჟანგბადის არეში ყველა მეტალი იწვის, ოქროსა და პლატინის გარდა.** ჟანგბადში ტუტე მეტალები განსხვავებული პროდუქტების წარმოქმნით იწვის. მაგალითად, ლითიუმის წვისას ოქსიდი მიიღება:



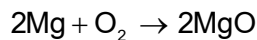
უფრო აქტიური მეტალის, ნატრიუმის წვისას – პეროქსიდი:



ხოლო კიდევ უფრო მეტად აქტიური კალიუმი სუპეროქსიდს წარმოქმნის:



მეორე ჯგუფის წარმომადგენლები ტუტე მეტალებზე ნაკლებად აქტიურებია, ამიტომ მათი წვისას ოქსიდები წარმოიქმნება (ნახ. 3.5):

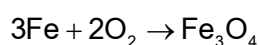


ნახ. 3.5. მაგნიუმი იწვის კაშკაშა ალით.



ნახ. 3.6. ნაპერწკლების წარმოქმნა რკინის წვაზე მიუთითებს.

ნაკლებად აქტიური მეტალების ჟანგბადთან ურთიერთქმედება მხოლოდ მაღალ ტემპერატურაზე მიმდინარეობს. ასეთია, მაგალითად, რკინის წვა:



ეს რეაქცია შეიძლება ვიხილოთ, როდესაც რკინის საგანს სპეციალური ხელსაწყოთი ქრიან (ნახ. 3.6). ძლიერი ხახუნის გამო რკინის მცირე ნაწილაკები ძალიან ცხელდება და ჰაერთან შეხებისას ნაპერწკლების წარმოქმნით იწვის. მიღებული პროდუქტია

თემა 3. არაორგანული ნაერთების მნიშვნელოვანი წარმომადგენლები

რკინა(II,III)-ის ოქსიდი – Fe_3O_4 , რომელსაც „რკინის ხენჯსაც“ უწოდებენ. ამ ოქსიდში შემავალი რკინის ატომებიდან ერთის ჟანგვის რიცხვია +2, ხოლო დანარჩენი ორის – +3.

ჟანგბადის არეში წვის დროს მიღებულ ალს სხვადასხვა მეტალის შემთხვევაში განსხვავებული ფერი აქვს. მაგალითად, ლითიუმის წვისას ალი წითელია, ნატრიუმის შემთხვევაში – ყვითელი, კალიუმის წვისას ალი იისფერია და ა. შ. (ნახ. 3.7).



Li



Na



K



ნახ. 3.7. სხვადასხვა მეტალი ალს განსხვავებულ შეფერილობას ანიჭებს.

უნდა აღინიშნოს, რომ ასეთივე ფერის ალი მიიღება, თუ მასში სუფთა მეტალის ნაცვლად ამ მეტალის მარილს შევიტანთ, მაგალითად, ალი ყვითლად იფერება, თუ მასში ნატრიუმის ქლორიდის ხსნარში დასველებულ წკირს შევიტანთ (ნახ. 3.8).

ზოგადად, ელემენტების მიერ ალის შეფერვის სპეციფიკური უნარი ფართოდ გამოიყენება ქიმიურ ანალიზში. ანალიზისათვის საკვლევი ნაერთის მცირე რაოდენობა პლატინის ან ნიქრომის მავთულისაგან დამზადებული მარყუჟის საშუალებით შეაქვთ გაზის სანათურის ალის უფერო ნაწილში. თუ ამ დროს ხელსაწყოს – ფოტომეტრის (ნახ. 3.9) საშუალებით გავზომავთ ალის შეფერვის ინტენსივობას, მაშინ შესაძლებელი გახდება ნიმუშში ელემენტის რაოდენობრივი შემცველობის დადგენა. ანალიზის ამ მეთოდს **ალური ფოტომეტრია** ეწოდება.



ნახ. 3.8. ნატრიუმის ქლორიდის ხსნარში დასველებულ წკირს თუ შევიტანთ ალში, ის კაშკაშა ყვითელ ფერს მიიღებს.

თემა 3. არაორგანული ნაერთების მნიშვნელოვანი წარმომადგენლები



ნახ. 3.9. ალური ფოტომეტრი.

ალის შეფერვის უნარით ძირითადად მეტალები გამოირჩევა, თითოეულის შეფერილობა მოცემულია 3.1 ცხრილში.

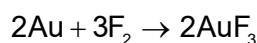
ცხრილი 3.1. ელემენტთა შეფერილობა ალში შეტანისას.

ელემენტი	ალის შეფერილობა	ელემენტი	ალის შეფერილობა
Li	წითელი	Ca	წითელი (აგურისფერი)
B	მწვანე	Sr	წითელი
Na	ყვითელი	Cu	მწვანე
K	იისფერი	Ba	მოყვითალო-მწვანე
Rb	მუქი წითელი (მენამული)	Cs	ცისფერი

ამ მეთოდის საშუალებით აღმოაჩინეს რამდენიმე მეტალი. მაგალითად, რუბიდიუმი, რომლის ნაერთებიც ალს სხვა მეტალებისაგან განსხვავებულ ფერს – მუქ წითელს (მენამულს, ლალისფერს) ანიჭებდა. რუბიდიუმის სახელწოდება სწორედ ამ ფერის ლათინური სახელიდან – rubidius – მომდინარეობს.

3.2.3. რეაქცია ჰალოგენებთან

მეტალები ჰალოგენებთან ინტენსიურად ურთიერთქმედებს. ფთორის არეში ინვის ყველა მეტალი, მათ შორის, ოქროც:

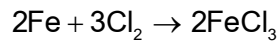


ასევე ინტენსიურად მიმდინარეობს მეტალთა წვა ქლორის არეშიც. მაგალითად, ქლორის არეში რკინის წვით მიიღება რკინა(III)-ის ქლორიდი:

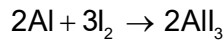


ნახ. 3.10. ალუმინი იოდთან ურთიერთქმედებს დიდი რაოდენობით სითბოსა და სინათლის გამოყოფით.

თემა 3. არაორგანული ნაერთების მნიშვნელოვანი წარმომადგენლები

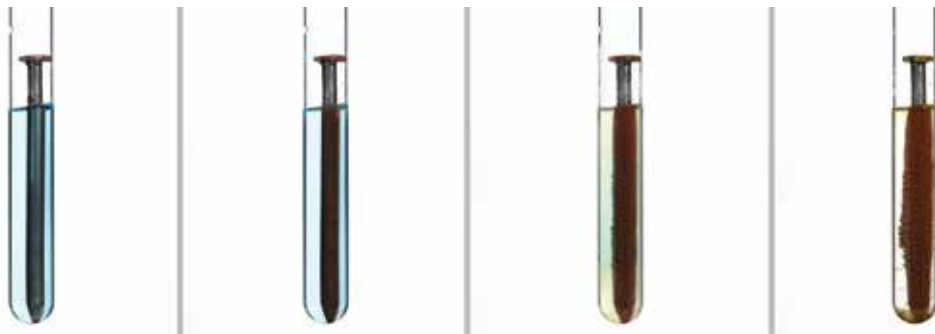
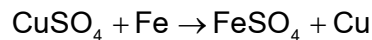


ინტენსიურად მიმდინარეობს მეტალთა ურთიერთქმედება ბრომთან და იოდთანაც. ამის მაგალითია რეაქცია ალუმინსა და იოდს შორის, რომლის დროსაც დიდი რაოდენობით სითბო და სინათლე გამოიყოფა (ნახ. 3.10):



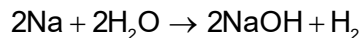
3.2.4. ურთიერთქმედება მარილთა წყალხსნარებთან

მეტალთა ქიმიური აქტიურობის შედარებისას მნიშვნელოვანია მათი განლაგება მეტალთა ელექტროქიმიური აქტიურობის მწკრივში. როგორც ამ მწკრივის გაცნობისას ვნახეთ, უფრო აქტიური მეტალი ნაკლებად აქტიურს მარილის ხსნარიდან აძევებს, მაგალითად, რკინა სპილენძ(II)-ის სულფატის წყალხსნარიდან სპილენძს გამოყოფს (ნახ 3.11):

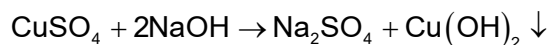


ნახ. 3.11. სპილენძ(II)-ის სულფატის ხსნარში ჩაშვებულ რკინის ლურსმანზე შეინიშნება მეტალური სპილენძის გამოყოფა.

მაგრამ შეუძლებელია ჩავატაროთ ასეთი რეაქცია იმ მეტალთა მონაწილეობით, რომლებიც წყალთან ენერგიულად ურთიერთქმედებს. მაგალითად, თუ მოვინდომებთ, რომ სპილენძ(II)-ის სულფატის წყალხსნარიდან სპილენძი ნატრიუმით გამოვაძევოთ, ნატრიუმი წყალთან შევა რეაქციაში და ტუტეს წარმოქმნის:



ხოლო მიღებული ტუტე უხსნად სპილენძ(II)-ის ჰიდროქსიდს გამოლექავს და, შესაბამისად, მეტალურ სპილენძს ვერ მივიღებთ:





კითხვები და დავალებები:

1. როგორ იცვლება პერიოდსა და ჯგუფში მეტალების ქიმიური აქტიურობა და რატომ?
2. რატომ უშლის ხელს მაღალი ქიმიური აქტიურობა ბუნებაში მეტალების თავისუფალი სახით არსებობას?
3. რატომაა მაგნიუმი ნაკლებად აქტიური, ვიდრე ნატრიუმი და კალციუმი?
4. შეადარეთ ერთმანეთს რკინის ურთიერთქმედება ქლორთან და მარილმჟავასთან და უპასუხეთ კითხვებს:
 - ა) თითოეულ რეაქციაში, რომელი ელემენტია მჟანგავი და რომელი – აღმდგენი?
 - ბ) რომელ შემთხვევაში იჟანგება რკინა უფრო მეტად?
 - გ) რა დასკვნის გაკეთების საშუალებას იძლევა მჟანგავთა თვისებების შედარება?
5. მეტალთა მოცემული მწკრივის მიხედვით უპასუხეთ კითხვებს:

Ag, Cu, Pb, Fe, Zn, Mg, Ca, Na

(ნაკლებად აქტიური) → (ძლიერ აქტიური)

- ა) რომელი მათგანი ინახება ნავთში? ახსენით მიზეზი;
 - ბ) რომელი მათგანი იხსნება ცივ წყალში?
 - გ) რომელი მათგანი ურთიერთქმედებს ჟანგბადთან ჩვეულებრივ პირობებში და რომელი – გახურებით?
 - დ) ურთიერთქმედებს თუ არა ისინი ქლორთან? სადაც შესაძლებელია, შეადგინეთ რეაქციათა ტოლობები.
6. მაგნიუმის ფხვნილი ჩაყარეს სპილენძ(II)-ის სულფატის ხსნარში. ჭურჭლის ფსკერზე შეინიშნა მონითალო ფერის სპილენძის წარმოქმნა.
- ა) შეადგინეთ მიმდინარე რეაქციის ტოლობა;
 - ბ) შეადგინეთ ჟანგვისა და აღდგენის სქემები;
 - გ) დაასახელეთ რეაქციის ტიპი სტექიომეტრიის მიხედვით;
 - დ) რატომ აძევებს მაგნიუმი სპილენძს?
 - ე) შეადგინეთ რეაქციის სრული და შეკვეცილი იონური ტოლობები;
 - ვ) შეარჩიეთ ნივთიერებათა სხვა წყვილი, რომელიც მსგავს შედეგს იძლევა.

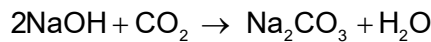
3.3

მეტალთა ოქსიდები და ჰიდროქსიდები

გამოყენების თვალსაზრისით, მეტალთა ნაერთებიდან ყველაზე მნიშვნელოვანი მათი ოქსიდები, ჰიდროქსიდები და მარილებია.

ჰიდროქსიდებიდან, პირველ რიგში, ნატრიუმისა და კალიუმის ტუტეები უნდა გამოვარჩიოთ.

ნატრიუმისა და კალიუმის ჰიდროქსიდები, რომლებიც მწვავე ნატრიუმისა და მწვავე კალიუმის სახელწოდებითაცაა ცნობილი, თეთრი ფერის მყარი ნივთიერებებია. ისინი ხშირად გრანულების სახითაა (ნახ. 3.12). ტუტეები ჰიგროსკოპული ნაერთებია – ენერგიულად შთანთქავს წყალს. გარდა ამისა, ჰაერიდან იკავშირებს ნახშირორჟანგს და კარბონატს წარმოქმნის:



ამიტომ ტუტე ჰერმეტიკულად თავდახურულ ჭურჭელში ინახება.



ნახ. 3.12. ნატრიუმის ჰიდროქსიდის გრანულები.

NaOH და KOH კარგად იხსნება წყალში, გახსნისას გამოიყოფა სითბო. ისინი ძლიერი ელექტროლიტებია, რომლებიც მთლიანად დისოცირდება წყალხსნარში:



ტუტეები რეაქციაში შედის მჟავებთან, მჟავა ოქსიდებსა და მარილებთან.

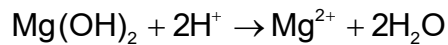
ტუტეები, პირველ რიგში, საპნისა და გამრეცხი საშუალებების წარმოებაში გამოიყენება. ტუტის მოქმედებით ცხიმი ჰიდროლიზდება, რის შედეგადაც წყალში ხსნადი ნაერთები მიიღება, რაც რეცხვის ეფექტს მნიშვნელოვნად ზრდის. ამიტომ სარეცხი საშუალებების უმეტესობას აქვს ტუტე არე (ნახ. 3.13). სხვადასხვა შედგენილობის ტუტეთა ხსნარებს იყენებენ საწარმოებში მიღების, ბოთლების, სხვადასხვა რეზერვუარის გასარეცხად, საკანალიზაციო სისტემების გასანმენდად და ა. შ.



ნახ. 3.13. დასველებულ საპონზე მოთავსებული უნივერსალური ინდიკატორის ქალაღი მწვანედ შეიფერა, რაც გვიჩვენებს, რომ საპონში ტუტე არეა.

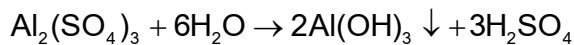
თემა 3. არაორგანული ნაერთების მნიშვნელოვანი წარმომადგენლები

ტუტის, როგორც მყარი, ასევე ხსნარის სახით, გამოყენებისას გარკვეული სიფრთხილის დაცვაა საჭირო, რადგან მას შეუძლია გამოიწვიოს კანის სერიოზული დამწვრობა. ტუტე არე აზიანებს ლორწოვან გარსს. ამიტომ, მიუხედავად იმისა, რომ ტუტე მჟავას ანეიტრალებს, დაუშვებელია მისი გამოყენება ანტაციდად, ანუ კუჭის მჟავიანობის შესამცირებლად. ამ მიზნით იყენებენ სხვა ნაერთებს, მაგალითად, ალუმინისა და მაგნიუმის ჰიდროქსიდებს. ისინი წყალში უხსნადია, რის გამოც ჰიდროქსიდ-ანიონებს არ წარმოქმნის და, შესაბამისად, საყლაპავისა და კუჭის ლორწოვანი გარსის გაღიზიანებას არ იწვევს. მაღალი მჟავიანობის დროს კუჭის წვენში მომატებულია H^+ -იონთა კონცენტრაცია. ანტაციდად გამოყენებული ჰიდროქსიდი ამ იონებს ანეიტრალებს, რის შედეგადაც მჟავიანობა მცირდება. იონური სახით რეაქცია შემდეგნაირად გამოისახება:



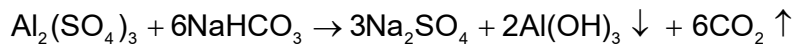
როგორც ვხედავთ, ხსნარში მჟავური წყალბად-იონების ადგილს მაგნიუმის იონები იკავებს, რის გამოც მჟავიანობა მცირდება.

ალუმინის ჰიდროქსიდი, გარდა ანტაციდად გამოყენებისა, ფართოდ გამოიყენება პრაქტიკაში წყლის გასუფთავებისას. როდესაც წყალი დიდი რაოდენობით შეტივწარებულ მინარევებს შეიცავს, რომელთა გაფილტვრაც რთული და ხანგრძლივი პროცესია, წყალს უმატებენ ალუმინის სულფატს, რომელიც ჰიდროლიზდება და წარმოქმნის ალუმინის ჰიდროქსიდს:

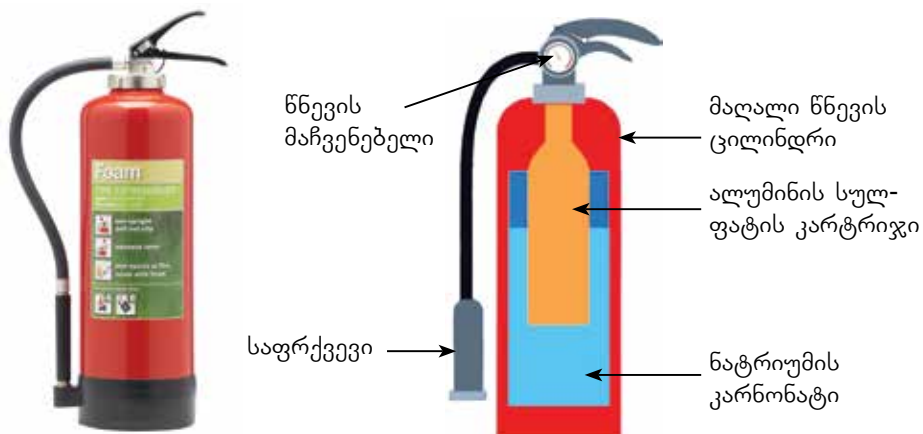


$Al(OH)_3$ ლაბისებური ნალექის სახით გამოიყოფა, რომელიც წარიტაცებს ნაწილაკებს და წყალი სუფთავდება.

ალუმინის ჰიდროქსიდი შედის ცეცხლის ჩასაქრობად გამოყენებულ ქაფებშიც (ნახ. 3.14). ცეცხლმაქრი ალუმინის სულფატისა და ნატრიუმის ჰიდროკარბონატის ხსნარებია. როდესაც ცეცხლმაქრი სამუშაო მდგომარეობაში გადაჰყავთ, ეს ხსნარები ერთმანეთს ერევა და წარიმართება რეაქცია:



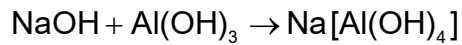
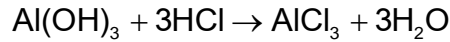
როგორც ვხედავთ, ერთდროულად წარმოიქმნება ნალექიც და აირიც, რაც აქაფებას იწვევს. ქაფში არსებული ნახშირორჟანგი აქრობს ალს, ხოლო ალუმინის ჰიდროქსიდის სუსპენზია ცეცხლის კერას აქრობს და ხელს უშლის ალის გავრცელებას.



ნახ. 3.14. ქაფიანი ცეცხლმაქრი.

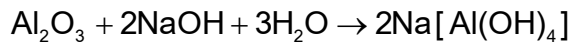
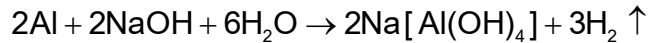
თემა 3. არაორგანული ნაერთების მნიშვნელოვანი წარმომადგენლები

ალუმინის ჰიდროქსიდი, როგორც ვიცით, ამფოტერული ბუნებისაა, რაც იმას ნიშნავს, რომ ის რეაქციაში შედის როგორც მჟავებთან, ისე ტუტეებთან:



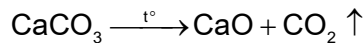
ამ უკანასკნელ შემთხვევაში მიიღება წყალში ხსნადი კომპლექსი – ნატრიუმის ტეტრაჰიდროქსოალუმინატი.

ზოგადად, უნდა გვახსოვდეს, რომ ალუმინი ამფოტერობას ამჟღავნებს არა მხოლოდ ჰიდროქსიდის, არამედ მეტალისა და ოქსიდის სახითაც:

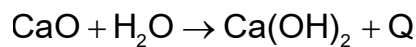


ამიტომ არ შეიძლება ალუმინის ნაკეთობების ხანგრძლივი კონტაქტი ტუტე ხსნარებთან, მაგალითად, ალუმინის ქვაბის გარეცხვა ისეთი სარეცხი საშუალებით, რომელიც ძლიერ ტუტეს შეიცავს.

მეტალთა ოქსიდებიდან ერთ-ერთი, რომელიც ყველაზე ფართოდ გამოიყენება, კალციუმის ოქსიდია. იგი მიიღება კირქვის გახურებით 900 °C-ზე:

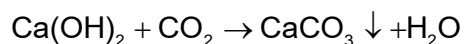


კალციუმის ოქსიდს „ჩაუმქრალი კირი“ ეწოდება. იგი თეთრი ფერის ფხვნილია. წყალში იხსნება, გახსნისას გამოიყოფა სითბო და გარდაიქმნება ჰიდროქსიდად – „ჩამქრალ კირად“. პროცესი შიშინით მიმდინარეობს და ცეცხლის ჩაქრობას გვაგონებს (სწორედ აქედან წარმოდგება მისი ტექნიკური სახელწოდებაც):



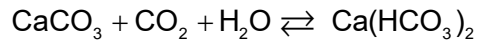
ნახ. 3.15. კირიან წყალში ნახშირორჟანგის ხანგრძლივი გატარებისას ხსნარი ჯერ იმღვრევა, შემდეგ კი კვლავ გამჭვირვალე ხდება.

კალციუმის ჰიდროქსიდი (Ca(OH)_2) თეთრი ფერის ფხვნილია. წყალში მცირედ იხსნება: 25 °C-ზე 1 ლ წყალში იხსნება 1.55 გ ჰიდროქსიდი. Ca(OH)_2 -ის წყალხსნარს კირიანი წყალი ეწოდება, ხოლო სუსპენზიას – კირის რძე. კირიანი წყალი ძლიერი ტუტეა ჰიდროქსიდის სრული დისოციაციის გამო. კირიან წყალში ნახშირორჟანგის გატარება იწვევს ხსნარის ამღვრევას:



ჭარბი რაოდენობით CO_2 -ის გატარებისას ნალექი იხსნება და ხსნარი ისევ გამჭვირვალე ხდება, წყალში კარგად ხსნადი კალციუმის ჰიდროკარბონატის წარმოქმნის გამო (ნახ.3.15):

თემა 3. არაორგანული ნაერთების მნიშვნელოვანი წარმომადგენლები



ბუნებაში ეს რეაქცია შექცევადია. კალციუმის ჰიდროკარბონატი წარმოიქმნება წვიმის წყლის გავლით ნიადაგის კარბონატულ ფენაში და იხსნება მინისქვეშა წყლებში. ასეთი წყლების ნიადაგიდან გაჟონვის დროს, ჰიდროკარბონატი იშლება და ისევ წარმოიქმნება კალციუმის კარბონატი სტალაქტიტებისა და სტალაგმიტების სახით (ნახ. 3.16):

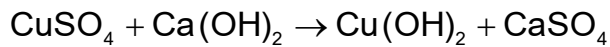


ნახ. 3.16. სტალაქტიტები და სტალაგმიტები სათაფლიის მღვიმეში, ქუთაისში.



ზღვის წყალში არსებულ კალციუმის იონებს ითვისებს ცოცხალი ორგანიზმები და შემდგომ გამოჰყოფს მათ უხსნად მარილებს ნიჟარების რიფების სახით.

კალციუმის ჰიდროქსიდის გამოყენების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი სფეროა სოფლის მეურნეობა, კერძოდ, მისი საშუალებით მზადდება ისეთი ფართოდ გამოყენებული ფუნგიციდი (სოკოს საწინააღმდეგო საშუალება), როგორც ე. წ. „ბორდოს ხსნარი“ (ნახ 3.17). ამისათვის ერთმანეთს ურევენ შაბიამნის წყალხსნარსა და კირიან წყალს:



როგორც რეაქციის ტოლობიდან ჩანს, მიიღება უხსნადი სპილენძ(II)-ის ჰიდროქსიდი და მცირედ ხსნადი კალციუმის სულფატი. ამის შედეგად მიიღება სუსპენზია, რომელსაც აგრონომები მცენარეებს ფოთლებსა და ღეროებზე ასხურებენ (ნახ. 3.17). როცა სუსპენზია შეუმრება, ფოთლის ზედაპირზე წარმოიქმნება კალციუმის სულფატის აფსკი, რომელიც იცავს მცენარეს სოკოვანი დაავადებისაგან და, ამასთან, დიდხანს არ ჩამოირეცხება.



ნახ. 3.17. ბორდოს ხსნარი კარგი ფუნგიციდია.

თემა 3. არაორგანული ნაერთების მნიშვნელოვანი წარმომადგენლები

კალციუმის ჰიდროქსიდი მცენარეთა დაცვაში პირდაპირ კირიანი წყლის სახითაც გამოიყენება. მისი საშუალებით ხე-მცენარეების ძირებს ათეთრებენ, რაც მნიშვნელოვნად ამცირებს ხეებზე მავნე მწერების აცოცების საშუალებას (ნახ. 3.18).



ნახ. 3.18. მავნებლებისგან დაცვის მიზნით ხეების ძირებს კირიანი წყლით ათეთრებენ.



კითხვები და დავალებები:

1. აჩვენეთ ნატრიუმის ტუტის ურთიერთქმედება მჟავა ოქსიდებთან, მჟავებსა და მარილებთან (ნაერთთა თითოეული კლასისათვის დანერეთ, მინიმუმ, 2 რეაქცია).
2. მაგნიუმის მაგალითის მსგავსად, შეადგინეთ ალუმინის ჰიდროქსიდის კუჭში არსებულ მარილმჟავასთან რეაქციის შეკვეცილი იონური ტოლობა.
3. რატომაა რეკომენდებული ჭურჭლის რეცხვისას რეზინის ხელთათმანების გამოყენება?
4. შეადგინეთ ნატრიუმის ტუტის თუთიასთან ურთიერთქმედების რეაქციის ტოლობა.

3.4

მარილები

ნატრიუმის მარილებიდან ყველაზე მნიშვნელოვანია ნატრიუმის კარბონატი (Na_2CO_3), იგივე სოდა. იგი გამოიყენება საპნისა და მინის წარმოებაში, ყოფა-ცხოვრებაში სარეცხ საშუალებად.

NaHCO_3 ნატრიუმის ჰიდროკარბონატი (ან ბიკარბონატი) – სასმელი სოდა – გამოყენებულია კვების მრეწველობასა და მედიცინაში. მის რეაქციას ძმართან ძალიან ხშირად იყენებენ სხვადასხვა სახეობის ცომის გასაფუებლად (ნახ. 3.19).



3.19. გასაფუებლად ცომს სოდასა და ძმარს უმატებენ.

NaNO_3 – ნატრიუმის ნიტრატი, ანუ ჩილეს გვარჯილა – გამოიყენება აზოტის ნაერთების მისაღებად, ასევე სასუქად.

KNO_3 – კალიუმის ნიტრატი, ანუ ინდოეთის გვარჯილა – გამოყენებულია მინერალურ სასუქად.

K_2CO_3 – კალიუმის კარბონატი, ანუ პოტაში – გამოყენებულია მინერალურ სასუქად, ქიმიური მინის წარმოებაში, საპნის მისაღებად და სხვ.

KI – კალიუმის იოდიდი – გამოიყენება მედიცინაში, ასევე კვების მრეწველობაში, როგორც იოდიზებული სუფრის მარილის დანამატი და სხვ.

კალიუმი აუცილებელია მცენარის ზრდა-განვითარებისთვის, ამიტომ მისი მარილები გამოყენებულია მინერალურ სასუქებად.

ორგანიზმში ნატრიუმის იონები, კალიუმის იონებთან ერთად, ახორციელებს ნერვული იმპულსების გადატანას. ნატრიუმის იონი ორგანიზმში ხელს უწყობს წყლის დაგროვებას, ხოლო კალიუმის იონი – წყლის გამოყოფას. Na^+ შედის სისხლის პლაზმაში, K^+ კი იმყოფება უჯრედში. მათი თანაფარდობა არეგულირებს წყლის რაოდენობას სისხლის პლაზმაში. ადამიანის ორგანიზმი შეიცავს დაახლოებით 175 გ კალიუმის იონს და 70 გ ნატრიუმის იონს. სისხლში შედის 9 გ/ლ NaCl . ასეთი კონცენტრაციის NaCl -ის ხსნარს ფიზიოლოგიური ხსნარი ეწოდება (ნახ. 3.20). იგი გამოიყენება მედიცინაში სისხლის პლაზმის შესაცვლელად. ადამიანისათვის კალიუმის სადღეღამისო ნორმა შეადგენს 2-5 გ-ს, ნატრიუმისა კი დაახლოებით 10-30 გ-ს. ასევე ფართო გამოყენება აქვს NaCl -

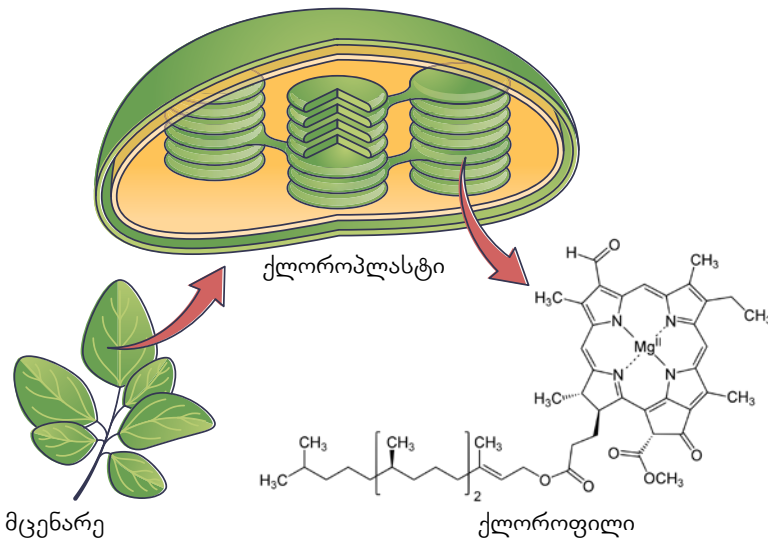
თემა 3. არაორგანული ნაერთების მნიშვნელოვანი წარმომადგენლები

ის 10%-იან ხსნარს, ე. წ. „ჰიპერტონულ“ ხსნარს, რომელიც გამოიყენება ჭრილობების დასამუშავებლად. მისი ანტიმიკრობული თვისებები დამყარებულია ოსმოსისა და დიფუზიის პრინციპზე. კერძოდ, ამ ხსნარში მიკრობები კარგავს წყალს, რის გამოც მათი აქტიურობა მკვეთრად მცირდება.



ნახ. 3.20. ფიზიოლოგიური ხსნარი.

მე-2 ჯგუფის მეტალებიდან ბიოლოგიაში დიდი მნიშვნელობა აქვს მაგნიუმსა და კალციუმს. მაგნიუმი შედის ქლოროფილის შედგენილობაში (ნახ. 3.21), რომლის საშუალებითაც მიმდინარეობს ფოტოსინთეზი – ჟანგბადისა და ნახშირწყლების წარმოქმნა წყლისა და ნახშირორჟანგისაგან.



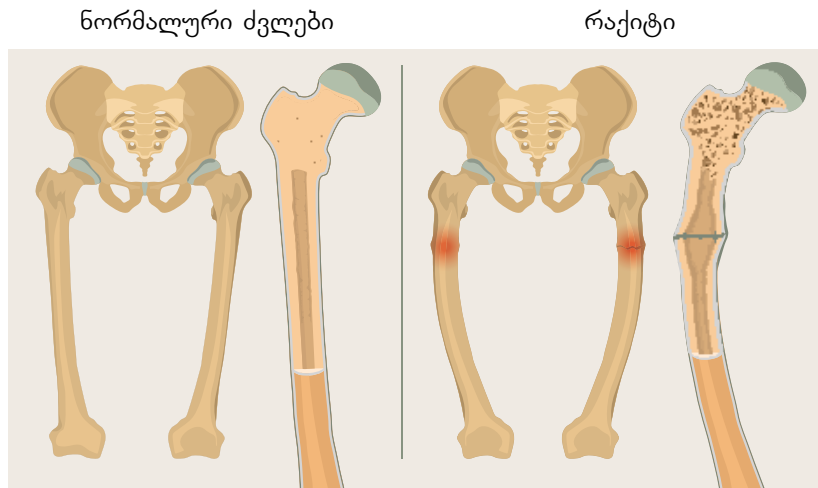
ნახ. 3.21. ქლოროფილის მოლეკულა.

მაგნიუმი შედის ორგანიზმში (დაახლოებით 25 გ) და ძირითადად თავმოყრილია ძვლებში. მაგნიუმის იონები ორგანიზმში აუცილებელია ნერვული სისტემის ნორმალური ფუნქციონირებისათვისაც.

კალციუმის იონები (Ca^{2+}) ორგანიზმში დიდი რაოდენობითაა. ის შედის ძვლებსა და კბილებში კალციუმის ფოსფატისა ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) და კალციუმის ფთორიდის (CaF_2) სახით. ამიტომ კალციუმის შემცველი საკვების მიღება განსაკუთრებით საჭიროა მოზარდები-

თემა 3. არაორგანული ნაერთების მნიშვნელოვანი წარმომადგენლები

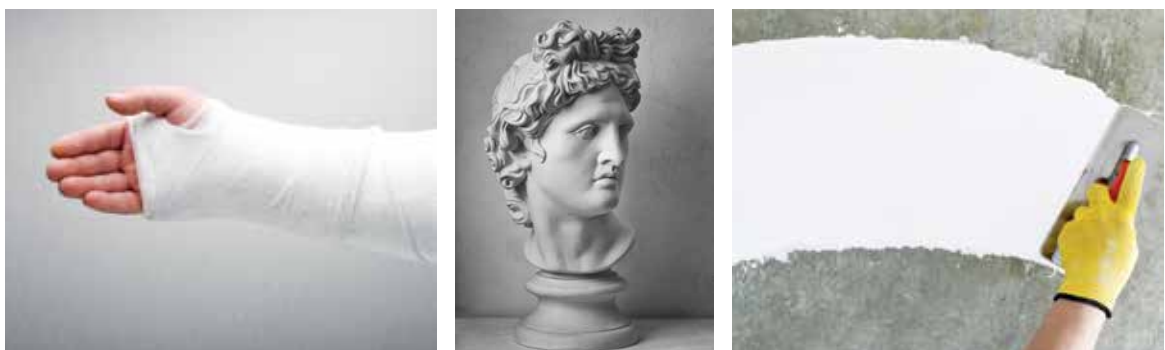
სათვის. სადღეღამისო მოთხოვნილება კალციუმის იონზე 1 გ-ია. საშუალოდ ადამიანის ორგანიზმში შედის 1 კგ ელემენტი კალციუმი. გარდა ძვლებისა, ის საჭიროა სისხლის შედედებისა და ნერვული სისტემის ნორმალური მუშაობისთვის. კალციუმი შეითვისება რძის პროდუქტებისგან D ვიტამინის მეშვეობით. კალციუმის ნაკლებობა ორგანიზმში იწვევს დაავადებას, რომელსაც რაქიტი ეწოდება (ნახ. 3.22).



ნახ. 3.22. რაქიტი გამოწვეულია D ვიტამინის ნაკლებობით, რაც, თავის მხრივ, იწვევს კალციუმის ცვლის დარღვევას და ძვლების სიმყიფეს, რაც ადრეულ ასაკში მათ დეფორმაციას იწვევს.

კალციუმის მარილებიდან ყველაზე მნიშვნელოვანია კარბონატი, რომელსაც იყენებენ მშენებლობაში, მეტალურგიაში, ცემენტის წარმოებაში, ჩაუმქრალი კირისა და CO_2 -ის მისაღებად, კბილის ფხვნილის დასამზადებლად, ქალაქის წარმოებაში, ე. წ. „ცარცის ქალაქის“ დასამზადებლად და ა. შ.

კალციუმის სხვა მარილებიდან ბუნებაში გავრცელებულია სულფატი მინერალ თაბაშირის სახით – $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. თაბაშირი თეთრი ფერის ფხვნილია, წყალში მცირედ ხსნადი (2 გ/ლ). გახურებისას კარგავს წყალს და გარდაიქმნება ალუბასტრად, რომელიც გამოყენებულია მედიცინაში, არქიტექტურაში, მშენებლობაში და ა. შ (ნახ. 3.23).



ნახ. 3.23. თაბაშირის გამოყენების სფეროები.

კალციუმისა და ალუმინის ნაერთების გამოყენების მნიშვნელოვანი სფეროა ცემენტის წარმოება. ცემენტი წარმოადგენს კალციუმის სილიკატისა და ალუმინატის ნარევს და

თემა 3. არაორგანული ნაერთების მნიშვნელოვანი წარმომადგენლები

ბუნებრივი მინერალების გამოწვევით მიიღება.

ცემენტს ურევენ ქვიშას და ამატებენ წყალს, რის შემდეგაც იწყება ცემენტის შეკვრა და ხელოვნური ქვის – ბეტონის წარმოქმნა (ნახ. 3.24).



ა)



ბ)

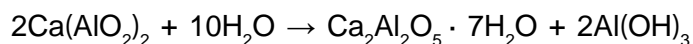
3.24. (ა) ცემენტის ქარხანა; (ბ) ხელოვნური ქვა – ბეტონი.

საქართველოში, კერძოდ კასპში, ადგილობრივი ნედლეულის გამოყენებით ცემენტი აქტიურად ინარმოება მე-20 საუკუნის პირველი ნახევრიდან.



კითხვები და დავალებები:

1. გაიხსენეთ და შეადგინეთ ფოტოსინთეზის რეაქციის ტოლობა.
2. შეადგინეთ სოდასა და ძმარს შორის მიმდინარე რეაქციის ტოლობა.
3. პარაგრაფში მოცემული ინფორმაციის საფუძველზე უპასუხეთ კითხვებს:
 - ა) რამდენი მოლ კალიუმისა და ნატრიუმის იონს შეიცავს ადამიანის ორგანიზმი?
 - ბ) რამდენი მოლ მაგნიუმისა და კალციუმის იონს შეიცავს ადამიანის ორგანიზმი?
 - გ) რა მასის კალიუმის ქლორიდი შეიცავს იმდენივე კალიუმის იონს, რამდენიცაა სადღელამისო ნორმა?
 - დ) რა მასის ნატრიუმის ქლორიდი შეიცავს იმდენივე ნატრიუმის იონს, რამდენიცაა სადღელამისო ნორმა?
 - ე) რამდენი მოლი კალციუმის ფოსფატი შეიცავს იმდენივე კალციუმის იონს, რამდენიცაა სადღელამისო ნორმა?
4. ცემენტის ერთ-ერთი შემადგენელი ნაწილია კალციუმის ალუმინატი. ამგვარი ცემენტის შეკვრის პროცესი გამოიხატება განტოლებით:



რამდენი ლ წყალია საჭირო 100 კგ კალციუმის ალუმინატის შემცველი ამგვარი ცემენტის შესაკვრელად?

3.5

წყლის სიხისტე

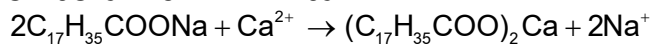
ალბათ, შეგიმჩნევიათ მინადული ჩაიდნის კედლებზე. რა არის მისი წარმოქმნის მიზეზი?

ბუნებრივი წყალი მეტ-ნაკლები რაოდენობით შეიცავს კალციუმისა და მაგნიუმის მარილებს. თუ ბუნებრივ წყალში Mg^{2+} და Ca^{2+} -იონების შემცველობა დიდია, მაშინ წყალი ხისტია, თუ აღნიშნული იონები წყალში ძალიან მცირე რაოდენობითაა, მაშინ – რბილი. რბილია: წვიმის წყალი, წყაროს წყალი და სხვ.

Mg^{2+} და Ca^{2+} -ის იონების საერთო რაოდენობის მიხედვით წყალი შეიძლება იყოს რბილი, ხისტი და ძალიან ხისტი.

რბილ წყალში იონების შემცველობა 2 მმოლი/ლ-ზე ნაკლებია, ხისტ წყალში საშუალოდ 2-10 მმოლი/ლ-ს შეადგენს და ძალიან ხისტ წყალში 10 მმოლი/ლ-ზე მეტია. ყველაზე ხისტია ოკეანის წყალი (65 მმოლი/ლ).

ხისტი წყლის გამოყენება ტექნიკური მიზნებისთვის (ცენტრალური გათბობისათვის) და გასარეცხად მიზანშეწონილი არ არის, რადგან ცენტრალური გათბობის მილებში $CaCO_3$ -ის გამოლექვის შედეგად სისტემა მალე გამოდის მწყობრიდან, ხოლო რეცხვის დროს კალციუმისა და მაგნიუმის იონები რეაქციაში შედის საპონთან (ძირითადი ნივთიერება – $C_{17}H_{35}COONa$) და წარმოქმნის წყალში უხსნად კალციუმისა და მაგნიუმის მარილს, რომელთაც რეცხვის უნარი არ აქვს (ნახ. 3.25):



ნახ. 3.25. სარეცხი მანქანის ნაწილზე მაგნიუმისა და კალციუმის მარილების ნალექი.

ბუნებრივ წყალში Ca^{2+} და Mg^{2+} იონების არსებობის გამო საპნის გარკვეული რაოდენობა იხარჯება წყლის „დარბილებაზე“ და მხოლოდ ამის შემდეგ იწყებს თავისი ფუნქციის შესრულებას. ხისტი წყლის დასარბილებლად ტექნიკაში მიმართავენ მის დამუშავებას სხვადასხვა მეთოდით, რაც წყალში Ca^{2+} და Mg^{2+} იონების კონცენტრაციას ამცირებს და წყალს „არბილებს“.

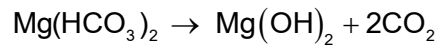
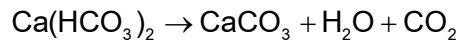
არჩევნ სამი სახის სიხისტეს: კარბონატულს, არაკარბონატულს და საერთოს.

კარბონატული სიხისტე გამოწვეულია წყალში კალციუმისა და მაგნიუმის ჰიდროკარბონატების ($Ca(HCO_3)_2$ და $Mg(HCO_3)_2$) არსებობით, არაკარბონატული სიხისტე კი გამოწვეულია კალციუმისა და მაგნიუმის ქლორიდებითა და სულფატებით. სიხისტე საერ-

თემა 3. არაორგანული ნაერთების მნიშვნელოვანი წარმომადგენლები

თოა, თუ წყალში არის როგორც კარბონატული, ისე არაკარბონატული სიხისტის გამომწვევი მარილები.

კარბონატული სიხისტის აცილება შესაძლებელია წყლის ადუღებით, დუღილის პროცესში ჰიდროკარბონატები იშლება და გამოყოფილი CaCO_3 ილექება ჭურჭლის კედლებზე მინადულის სახით (ნახ. 3.26):

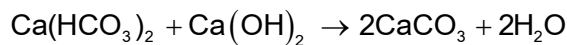


ნახ. 3.26. მინადული ჩაიდნის კედლებზე.

ამიტომ კარბონატულ სიხისტეს დროებითი სიხისტეც ეწოდება. არაკარბონატული სიხისტის აცილება წყლის ადუღებით ვერ ხერხდება, რადგან ქლორიდები და სულფატები გაცხელებით არ ილექება, ამიტომ არაკარბონატულ სიხისტეს მუდმივ სიხისტესაც ეწოდებენ.

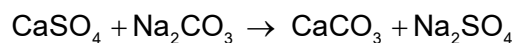
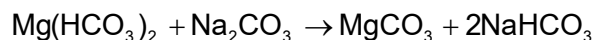
ხისტი წყლის დასარბილებლად ტექნიკაში მიმართავენ წყლის დამუშავებას:

1) კალციუმის ტუტით, რომელიც დროებით სიხისტეს აცილებს

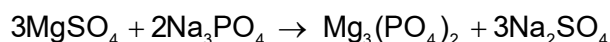
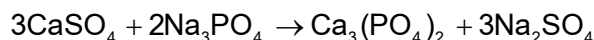


ეს მეთოდი უფრო ეკონომიურია, ვიდრე წყლის ადუღება.

2) სარცხი სოდის საშუალებით, რომელიც წყალს აცლის როგორც დროებით, ისე მუდმივ სიხისტეს:

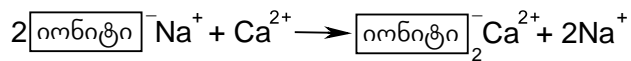


3) ნატრიუმის ფოსფატის საშუალებით, რომელიც სოდაზე უფრო ეფექტურია იმის გამო, რომ გამოლეკილი კალციუმისა და მაგნიუმის ფოსფატები უფრო ნაკლებად ხსნადია, ვიდრე კარბონატები:



დღეისათვის წყალს არბილებენ იონიტების საშუალებით. იონიტი წარმოადგენს მაღალ-მოლეკულურ, მყარ ორგანულ ნივთიერებას, რომლის ჩონჩხი შეიცავს ფიქსირებულ ანიონებს და მასთან დაკავშირებულ მოძრავ კატიონებს, რომლებიც მიმოიცივლება წყალში:

თემა 3. არაორგანული ნაერთების მნიშვნელოვანი წარმომადგენლები



იონიტი ხისტ წყალში არსებული კალციუმისა და მაგნიუმის იონებს ბოჭავს და ხსნარში მათ ნაცვლად გადადის Na^+ იონები, რის შედეგადაც წყალი „რბილდება“ (ნახ. 3.27).



ნახ. 3.27. წყლის დამარბილებელი მოწყობილობა, რომელშიც მოთავსებულია იონიტი.



კითხვები და დავალებები:

1. რომელ ქიმიურ ნივთიერებებს იყენებენ საოჯახო პირობებში ჭურჭლის მინაფულის მოსაშორებლად? პასუხი დაასაბუთეთ.
2. შეადარეთ ერთმანეთს წყლის დარბილების მეთოდები, მიმოიხილეთ თითოეულის დადებითი და უარყოფითი მხარეები. რომელი მათგანია ყველაზე ეფექტური? პასუხი დაასაბუთეთ.
3. რომელი ნივთიერებით შეიძლება სოდის ჩანაცვლება წყლის დარბილების პროცესში? პასუხი დაასაბუთეთ.
4. 3.27 ნახაზის მიხედვით აღწერეთ წყლის დარბილების პროცესი.

3.6

მძიმე მეტალები და გარემოს დაბინძურება

მეტალები, სხვადასხვა ნაერთის სახით, ხშირად ხდება გარემოს ქიმიური დაბინძურების წყარო. ასეთ მეტალებს წარმოადგენს ძირითადად ე. წ. „მძიმე მეტალები“, რომლებსაც მიეკუთვნება 50 მაე-ზე მეტი ატომური მასის მქონე მეტალები, მაგალითად, ტყვია, ვერცხლისწყალი, კადმიუმი, ქრომი, კალა, სპილენძი, რკინა, თუთია და სხვ. მძიმე მეტალებს მიაკუთვნებენ დარიშხანს და სელენსაც მიუხედავად იმისა, რომ ეს ელემენტები მეტალოიდებს წარმოადგენს.

მძიმე მეტალთა ნაერთები გარემოსათვის განსაკუთრებული ხიფათის შემცველია, რადგან მათი უმეტესობა მაღალი ტოქსიკურობით ხასიათდება. უნდა აღინიშნოს, რომ ამ მეტალების დიდი ნაწილი ასევე წარმოადგენს მიკროელემენტებს, ანუ ისეთ ელემენტებს, რომლებიც ძალიან მცირე რაოდენობით აუცილებელია ორგანიზმისათვის. მიკროელემენტები შედის იმ ფერმენტთა შედგენილობაში, რომლებიც მრავალი ბიოლოგიური პროცესის წარმმართველია. ამიტომ ყოველი მძიმე მეტალისათვის შემოღებულია **ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაცია (ზდკ), რომელიც გვიჩვენებს, რა შემცველობით შეიძლება იყოს მძიმე მეტალი გარემოს ობიექტებში (ნიადაგში, წყალსა და ჰაერში), რომ ის უსაფრთხოდ ჩაითვალოს.**

გარემოში მძიმე მეტალი შეიძლება მოხვდეს როგორც ბუნებრივად, ასევე ადამიანის მოქმედებით, ანუ ანთროპოგენურად.

გარემოში მოხვედრილი მძიმე მეტალთა ნაერთები სხვადასხვა გზით ხვდება ცოცხალ ორგანიზმებში და დასაშვებზე უფრო მაღალი კონცენტრაციის შემთხვევაში მავნე ზემოქმედებას ახდენს მათზე.

ადამიანის ორგანიზმზე მძიმე მეტალებისა და მათი ნაერთების ტოქსიკური ზემოქმედება ორი ძირითადი გზით ხორციელდება:

- 1) მძიმე მეტალის იონს უნარი აქვს, დაუკავშირდეს ორგანიზმში არსებულ მნიშვნელოვან ნივთიერებებს, მაგალითად, ფერმენტებს, ნუკლეინის მჟავებს და დაარღვიოს მათი სასიცოცხლო ფუნქციები.
- 2) მძიმე მეტალის კატიონს შეუძლია ჩაანაცვლოს ორგანიზმისთვის საჭირო მეტალი, მაგალითად, Pb^{2+} იონი ჩაენაცვლება Zn^{2+} იონს, რომელიც სასიცოცხლო მნიშვნელობის მქონე ფერმენტის შემადგენელი კომპონენტია, რის შედეგადაც ეს ფერმენტი მწყობრიდან გამოვა.

გავეცნოთ ზოგიერთ მძიმე მეტალს, რომლებიც გარემოს პრობლემურ დამაბინძურებლებს მიეკუთვნება.



ნახ. 3.30. დარიშხანი და მისი შემცველი ნაერთები მაღალი ტოქსიკურობით გამოირჩევა.

თემა 3. არაორგანული ნაერთების მნიშვნელოვანი წარმომადგენლები

დარიშხანი (As). დარიშხანი (ნახ. 3.30) ყველაზე ტოქსიკურია იმ ელემენტებს შორის, რომლებსაც ადამიანი თავისი მოღვაწეობის სხვადასხვა სფეროში იყენებს. გარემოში დარიშხანის მოხვედრა სხვადასხვა გზითაა შესაძლებელი. ესენია: დარიშხანის მოპოვება-გადამუშავების სამთამადნო სამუშაოები, სპილენძის, ტყვიისა და თუთიის გამოდნობა, ქვანახშირის წვა და ა. შ. მაღალი სისუფთავის დარიშხანი აუცილებელი კომპონენტია მზის ბატარეებში, შუქდიოდებში, ლაზერებში, ინტეგრალურ სქემებში, ნახევარგამტარებში და ა. შ. გარდა ამისა, დარიშხან(III)-ის ოქსიდი (As_2O_3) და მარილები, რომლებიც დარიშხანს არსენიტ- (AsO_2^-) და არსენატ- (AsO_3^{3-}) იონების სახით შეიცავს, სხვადასხვა პესტიციდის სახით გამოიყენება. გარემოში სხვადასხვა გზით მოხვედრილი დარიშხანის ნაერთები აღწევს მცენარეებში და ამ გზით ხვდება კვებით ჯაჭვში.

დარიშხანი და მისი ნაერთები ძლიერი კანცეროგენებია. ისინი იწვევს კანის, ღვიძლის, ნაწლავების, შარდის ბუშტისა და ფილტვების სიმსივნეს. განსაკუთრებით ხშირია კანის კიბოთი იმ ადამიანების დაავადება, რომლებსაც უშუალო კონტაქტი აქვთ დარიშხანის შემცველ ნაერთებთან.

საქართველოსათვის დარიშხანით გარემოს დაბინძურების პრობლემა მეტად აქტუალურია, ვინაიდან არსებობს მისი საბადო, რომლის აქტიური ექსპლუატაცია მიმდინარეობდა საბჭოთა პერიოდში. ამჟამად როგორც საბადო, ისე გამამდიდრებელი ქარხანა ფაქტობრივად აღარ ფუნქციონირებს, ამიტომ წარმოების ნარჩენების გავრცელების საფრთხის თავიდან ასაცილებლად აუცილებელია სათანადო მონიტორინგის განხორციელება და კონსერვაციული სამუშაოების ჩატარება.

ტყვია (Pb). ტყვია წარმოებაში ერთ-ერთი ყველაზე ფართოდ გამოყენებული მძიმე მეტალია. მეტალური ტყვია და მისი ნაერთები (ოქსიდები, ჰოლოგენიდები, კარბონატები, ქრომატი, სულფატი და სხვ.) გამოიყენება: აკუმულატორების (ნახ. 3.31), რეზინის, მინის, მინანქრის, ემალის, სარჩილავის წარმოებაში; მანქანათმშენებლობაში, პოლიგრაფიაში, საღებავების (ტყვიის თეთრა, სხვადასხვა პიგმენტი) დასამზადებლად, ლაქ-საღებავების მდგრადობის გასაზრდელად და სხვ. მეტალური ტყვია გამოიყენება γ -გამოსხივებისაგან დასაცავად. ტყვიის ორგანული ნაერთი – ტეტრაეთილტყვია ბენზინის ანტიდეტონატორული დანამატია.



ნახ. 3.31. ტყვიით დაბინძურების ძირითად წყაროს აკუმულატორები წარმოადგენს.

ადამიანისათვის ტყვია ზომიერად ტოქსიკურია. მის მიერ გამოწვეულია ქრონიკული მონამვლა – „სატურნიზმი“.

საქართველოში ტყვიით დაბინძურების ერთ-ერთი წყარო იყო სეტყვის საწინააღმდეგო სისტემა, რომელში ტყვია(II)-ის იოდირი გამოიყენებოდა. ის ტემპერატურისა და მზის სინათლის მოქმედებით იშლება და მეტალური ტყვიის სახით აზიანებს გარემოს.

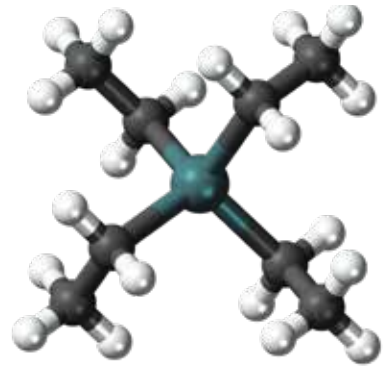
გავიხსენოთ, რომ ძალიან დიდი ხნის განმავლობაში ტყვიით გარემოს დაბინძურების ძირითად მიზეზს ტეტრაეთილტყვია (ნახ. 3.32) წარმოადგენდა, რომელსაც ბენზინის ხარისხის გაზრდის მიზნით იყენებდნენ.

თემა 3. არაორგანული ნაერთების მნიშვნელოვანი წარმომადგენლები

შიდაწვის ძრავაში ტეტრაეთილტყვიის წვისას წარმოიქმნება მეტალური ტყვია და/ან ტყვია(II)-ის ოქსიდი. ორივე მათგანი ილექება ძრავის დეტალებზე და აზიანებს მათ.

ტყვიის შემცველი ბენზინის გამოყენებით გარემოს დაბინძურებამ ისეთ გლობალურ მასშტაბებს მიაღწია, რომ XXI საუკუნის დასაწყისიდან მისი აკრძალვა დაიწყო და სადღეისოდ უმრავლეს ქვეყანაში, მათ შორის, საქართველოშიც აღარ გამოიყენება.

ვერცხლისწყალი (Hg) ვერცხლისწყალი ტოქსიკურია როგორც მარტივი ნივთიერების (ნახ. 3.33), ასევე ნაერთების სახითაც. მისი გავრცელების ანთროპოგენურ წყაროებს მიეკუთვნება: ქლორის ელექტროქიმიური წარმოება; ვერცხლისწყლის შემცველი პესტიციდების, ფარმაცევტული პრეპარატების, გემების საღებავების, ორგანული სინთეზის კატალიზატორების, ხელსაწყოების და ა. შ. დამზადება და გამოყენება.



ნახ. 3.32. ტეტრაეთილტყვიის მოლეკულის სტრუქტურა.



ნახ. 3.33. ვერცხლისწყალი.

ვერცხლისწყალი უპირატესად წყლების დაბინძურებას იწვევს. თავდაპირველად ეს მძიმე მეტალი წყალში Hg^{2+} -ის სახით გადადის, ხოლო შემდეგ მიკროორგანიზმების მოქმედებით ძალზე ტოქსიკურ ვერცხლისწყლის ორგანულ ნაერთებს წარმოქმნის, რომლებიც ადვილად აღწევს წყლის ბინადარ ორგანიზმებში (პლანქტონში, წყალმცენარეებში, მოლუსკებში, თევზებში და სხვ.), საიდანაც კვებით ჯაჭვში ერთვება. ასეთი ფორმით ვერცხლისწყალი განსაკუთრებით საშიშია ადამიანისა და ცხოველებისათვის, რადგან იგი სწრაფად ხვდება სისხლში, გადადის ტვინში და აზიანებს მას, რაც გაშეშებით, ორიენტაციის დაკარგვით, მხედველობის გაუარესებით და სხვა სიმპტომებით გამოიხატება.

კადმიუმი (Cd). კადმიუმი (ნახ. 3.34) გამოიყენება ნიკელ-კადმიუმიანი აკუმულატორების, ავტომობილების რადიატორების, ატომური რეაქტორების მარეგულირებელი ღეროების, სხვადასხვა შენადნობის, სასუქების, პესტიციდების, საწვავის დანამატების წარმოებაში. გარდა ამისა, კადმიუმის ნაერთებს სხვადასხვა პოლიმერული ნაკეთობის დამზადებისას იყენებენ. კადმიუმის ბევრი არაორგანული ნაერთი თერმომედეგი პიგმენტია და გამოიყენება რეზინის ნაკეთობებისა და ტყავის შესაღებად, ფერადი მინის, ემალისა და მინანქრის დასამზადებლად, ლაქებისა და პოლიგრაფიული საღებავების წარმოებაში და ა. შ.

თემა 3. არაორგანული ნაერთების მნიშვნელოვანი წარმომადგენლები

გარემოში კადმიუმის მოხვედრის ბევრი გზა არსებობს. ესენია: თუჯის, ფოლადისა და სხვა შენადნობების წარმოება, ნაგვის წვა, დიზელის საწვავით მომუშავე ტრანსპორტის გამონაბოლქვი, თამბაქოს კვამლი, კადმიუმმემცველი სასუქების გამოყენება და ა. შ.

ადამიანის ორგანიზმში კადმიუმი უპირატესად კვებითი ჯაჭვებით ხვდება. კადმიუმის ძირითადი ტოქსიკურობა იმაში გამოიხატება, რომ Cd^{2+} იონების ჭარბი რაოდენობით დაგროვება ორგანიზმში კალციუმის დეფიციტს იწვევს.

უნდა აღინიშნოს, რომ კადმიუმის მაღალი ტოქსიკურობის გამო სასტიკად აკრძალულია საბავშვო სათამაშოების შესაღებად კადმიუმის შემცველი საღებავების (ნახ. 3.35) გამოყენება, ასევე იზღუდება სხვადასხვა სფეროში მეტალური კადმიუმისა და მისი ნაერთების გამოყენება, მკაცრი კონტროლია დაწესებული კადმიუმის შემცველი ნარჩენების მართვაზეც.

კვებით ჯაჭვში მძიმე მეტალთა მოხვედრის ერთ-ერთი გზაა მათი იონების შეწოვა მცენარეთა მიერ. მცენარეთა უმეტესობისათვის ეს პროცესი ნელა მიმდინარეობს. როგორც წესი, ასეთი მცენარეებისათვის მძიმე მეტალები ტოქსიკურად მოქმედებს. მაგრამ არსებობს განსაკუთრებული მცენარეები – ჰიპერაკუმულატორები, რომლებსაც დიდი რაოდენობით მძიმე მეტალების შეთვისება და მათი შებოჭვა შეუძლია. ასეთი მცენარეები გამოიყენება ფიტორემედიაციაში – ტექნოლოგიაში, რომელიც ქიმიურად დაბინძურებული გარემოს გასასუფთავებლად გამოიყენება. ფიტორემედიაციული ტექნოლოგიები ეკოლოგიურად ყველაზე მეგობრულია, რადგან ისინი მცენარეთა ბუნებრივ უნარზეა დაფუძნებული.



ნახ. 3.34. კადმიუმი.



ნახ. 3.35. კადმიუმის შემცველი ყვითელი პიგმენტი.



კითხვები და დავალებები:

1. მოიყვანეთ გარემოს დაბინძურების ბუნებრივი და ანთროპოგენური ფაქტორების მაგალითები.
2. რატომ არ შეიძლება გატეხილი თერმომეტრის მოთავსება საყოფაცხოვრებო ნარჩენებში?
3. მოიძიეთ ინფორმაცია ფიტორემედიაციული ტექნოლოგიების შესახებ.

არამეტალები და მათი ნაერთები



3.7

**არამეტალთა წყალბადნაერთების
ზოგადი დახასიათება და გამოყენება**

3.7.1. ფუძე და მჟავა თვისებები

არამეტალთა წყალბადნაერთები აქროლადი ნივთიერებებია. ისინი წყალხსნარებში შეიძლება ამჟღავნებდეს მჟავა, ფუძე ან ნეიტრალურ თვისებებს, რაც პერიოდულობის ცხრილში არამეტალის მდებარეობაზეა დამოკიდებული.

გავიხსენოთ, რომ უჟანგბადო მჟავათა სიძლიერე პერიოდულობის ცხრილში მარცხნიდან მარჯვნივ, ასევე ზევიდან ქვევით იზრდება. ზოგადად, მჟავა თვისებებს მე-16 (VIA) და მე-17 (VIIA) ჯგუფების ელემენტთა წყალბადნაერთები ამჟღავნებს, მათგან ყველაზე ძლიერ მჟავებს ჰალოგენთა წყალბადნაერთები წარმოადგენს.

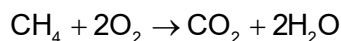
ფუძე თვისებებს რაც შეეხება, ასეთი უნარით მხოლოდ ამიაკი (NH_3) გამოირჩევა, რადგან მას დონორული თვისებების მქონე თავისუფალი ელექტრონული წყვილი აქვს, რომელსაც წყალბად-იონის დაკავშირება შეუძლია. მე-15 (VA) ჯგუფის სხვა ელემენტებს აზოტთან შედარებით ბევრად დაბალი ელექტროუარყოფითობა აქვს. ამიტომ მათი წყალბადნაერთების პოლარობა მცირეა, შემცირებულია წყალბადის კაციონის მიერთების უნარი და, შესაბამისად, შესუსტებულია ფუძე თვისებებიც. მაგალითად, ფუძე თვისებები ფოსფინს (PH_3) ძალიან სუსტად აქვს გამოხატული, ხოლო არსინსა (AsH_3) და სტიბინს (SbH_3) – საერთოდ არ გააჩნია.

მე-14 (IVA) ჯგუფის არამეტალთა წყალბადნაერთები წყალში პრაქტიკულად უხსნადი ნაერთებია, შესაბამისად, ისინი ფუძე და მჟავა თვისებებს არ ამჟღავნებს.

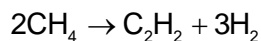
არამეტალთა წყალბადნაერთები გამოყენების თვალსაზრისით მნიშვნელოვან ნაერთებს წარმოადგენს. მათ შორის, შეიძლება გამოვარჩიოთ მეთანი, ამიაკი, წყალი, გოგირდწყალბადი და ქლორწყალბადი.

3.7.2. მეთანი (CH_4)

მეთანი უფერო და უსუნო აირია, რომელიც წყალში არ იხსნება. ის ბუნებრივი აირის მთავარი შემადგენელი ნაწილია. დიდი ხანია, რაც ადამიანი მისი წვით მიღებულ ენერგიას ყოველდღიურად იყენებს:



რეაქცია ძლიერ ეგზოთერმულია: 1 მოლი მეთანის დაწვისას 890 კჯ სითბო გამოიყოფა. მეთანი ძირითადი საწვავია სამზარეულოს ქურების, გათბობის ქვაბების, თბოელექტროსადგურებისა და ზოგიერთი შიგანვის ძრავებისათვის. გარდა ამისა, მეთანი გამოიყენება ისეთი მნიშვნელოვანი ნაერთის მისაღებად, როგორიცაა აცეტილენი:



ასევე, მეთანისა და წყლის ორთქლის კატალიზური გარდაქმნით მიიღება CO-სა და წყალბადის ნარევი, რომელიც ნედლეულია ალკანებისა და სპირტების წარმოებაში.

3.7.3. ამიაკი (NH_3)

ამიაკი უფერო, მკვეთრი სუნის მქონე, წყალში კარგად ხსნადი ($20\text{ }^\circ\text{C}$ -სა და 1 ატმ. წნევაზე 1 ლ წყალში დაახლოებით 720 ლ ამიაკი იხსნება) აირია. ეს ნაერთი, ძირითადად, აზოტოვანი სასუქების წარმოებაში გამოიყენება, რომლებიც ამონიუმის მარილებს წარ-

თემა 3. არაორგანული ნაერთების მნიშვნელოვანი წარმომადგენლები

მოადგენს, ამიაკი ნედლეულია ასევე აზოტმჟავას წარმოებაში (ნახ.3.36).

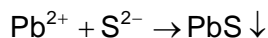


ნახ. 3.36. აზოტმჟავას წარმოება.

ამიაკის ჟანგბადთან ურთიერთქმედების პროდუქტები დამოკიდებულია რეაქციის პირობებზე. კატალიზატორის თანაობისას რეაქციის პროდუქტებია აზოტის მონოოქსიდი და წყალი, ხოლო კატალიზატორის გარეშე – აზოტი და წყალი.

3.7.4. გოგირდწყალბადი (H_2S)

გოგირდწყალბადი (H_2S) უფერო, უსიამოვნო (ლაცე კვერცხის) სუნის მქონე წყალში ხსნადი აირია. ის ტოქსიკურია – ჩასუნთქვისას უერთდება სისხლში არსებულ ცილას – ჰემოგლობინს, რომელიც რკინის იონებს შეიცავს და მათი საშუალებით ჟანგბადი გადააქვს. ამ რეაქციის შედეგად რკინის იონები იბლოკება და კარგავს ჟანგბადის მიერთების უნარს, რის გამოც ორგანიზმში ჟანგბადის მიწოდება იზღუდება. ამას შეიძლება ლეტალური შედეგიც მოჰყვეს – ადამიანი გაიგუდოს. ამიტომ გოგირდწყალბადთან მუშაობისას განსაკუთრებული სიფრთხილის დაცვაა საჭირო. ჰაერში მისი არსებობის შემოწმების ერთ-ერთი მეთოდია ტყვია(II)-ის ნიტრატში დასველებული ქალაღი, რომელიც H_2S -სთან შეხებისას შავდება, რადგან წარმოიქმნება შავი ფერის ტყვია(II)-ის სულფიდი:



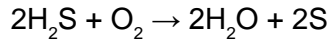
გოგირდწყალბადი გვხვდება ბუნებრივ თბილ წყლებში, მათ შორის, საქართველოშიც კერძოდ, თბილისის ზოგიერთ უბანში (ნახ. 3.37).



ნახ 3.37. გოგირდის აბანოები, აბანოთუბანი, თბილისი.

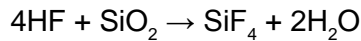
თემა 3. არაორგანული ნაერთების მნიშვნელოვანი წარმომადგენლები

ასეთი წყლები „გოგირდიანი წყლების“ სახელითაა ცნობილი და კანის დაავადებათა სამკურნალოდ გამოიყენება. ასეთი თვისებით გამოირჩევა „გოგირდიან წყალში“ შემავალი ელემენტური გოგირდი, რომელიც წყალში გახსნილი გოგირდწყალბადის ჰაერის ჟანგბადთან ურთიერთქმედების შედეგად წარმოიქმნება:



3.7.5. ჰალოგენების წყალბადნაერთები

ფთორწყალბადი (HF) უფერო, მკვეთრი სუნის მქონე, წყალში კარგად ხსნადი აირია, რომელიც მაღალი ტოქსიკურობით გამოირჩევა. ის სუსტი მჟავაა, რადგან ფთორწყალბადის მოლეკულებს შორის წყალბადური ბმებია, რაც მჟავას ელექტროლიტურ დისოციაციას აფერხებს. HF ცნობილია იმით, რომ ურთიერთქმედებს სილიციუმის დიოქსიდთან:



ამიტომ სილიციუმის დიოქსიდის შემცველი მასალა, მაგალითად მინა, ფთორწყალბად-მჟავაში „ლღვება“, რის გამოც HF-ის წყალხსნარს „მლღობ მჟავას“ უწოდებენ (ნახ. 3.38).

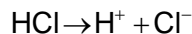


ნახ. 3.38. მინა ფთორწყალბადმჟავაში „ლღვება“.

ამ თვისების გამო მინის ჭურჭელში „მლღობი მჟავას“ ჩასხმა არ შეიძლება და მას პლასტმასის ჭურჭელში ინახავენ (ნახ. 3.39). HF გამოიყენება: მინის ნაკეთობებისთვის სიმქრქალის მისაცემად, ქანების ქიმიურ ანალიზში, მეტალის ზედაპირის გასაწმენდად, მეტალთა ნაკეთობებზე გრავიურების დასატანად და ა. შ.

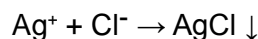
ქლორწყალბადი (HCl) უფერო, მკვეთრი სუნის მქონე, წყალში კარგად ხსნადი აირია. მისი წყალხსნარი ძლიერი მჟავაა და მას ქლორწყალბადმჟავას, ანუ მარილმჟავას უწოდებენ. მარილმჟავას ფართო გამოყენება აქვს – მეტალთა ზედაპირების წმენდა, მადნების გადამუშავება, სხვადასხვა ქიმიური სინთეზი და ა. შ. მარილმჟავა შედის კუჭის წვენის შედგენილობაში, სადაც ის საკვების მონელებაში მონაწილეობს.

მარილმჟავას კონცენტრირებული ხსნარი 37%-მდე HCl-ს შეიცავს. როგორც ძლიერი მჟავა, ადვილად დისოცირდება:



მარილმჟავას მარილები – ქლორიდები ფართოდ გამოიყენება. მაგალითად, NaCl კვების მრეწველობაში შეუცვლელი ნივთიერებაა, რადგან გამოიყენება, როგორც სუფრის მარილი და კონსერვანტი. გარდა ამისა, ნატრიუმის ქლორიდი ნედლეულია ქლორის, ქლორწყალბადისა და სხვა ნივთიერებათა წარმოებაში.

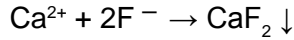
ქლორიდ-იონების აღმომჩენია Ag⁺ იონები, რომელთა ურთიერთქმედებისასაც თეთრი, ხაჭოსებრი ნალექი წარმოიქმნება (ნახ. 3.40):



ასევე უხსნად მარილებს წარმოადგენს ვერცხლ(II)-ის ბრომიდი და იოდიდი, ამიტომ ვერცხლ(II)-ის კატიონი ჰალოგენიდ-ანიონების აღმომჩენად ითვლება. თუმცა, უნდა

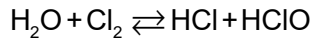
თემა 3. არაორგანული ნაერთების მნიშვნელოვანი წარმომადგენლები

აღინიშნოს, რომ ეს მეთოდი არ გამოდგება ფთორიდ-იონების შემთხვევაში, რადგან ვერცხლ(II)-ის ფთორიდი ხსნადი მარილია. ფთორიდ-იონების აღმომჩენად Ca^{2+} იონები გამოიყენება:

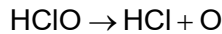


ბრომწყალბადი და იოდწყალბადი უფერო, უსუნო, წყალში კარგად ხსნადი ნაერთებია. მათი წყალხსნარები ძლიერი მჟავებია. ქლორწყალბადსა და ფთორწყალბადთან შედარებით HBr და HI ნაკლებად მდგრადი ნაერთებია. ისინი ძირითადად ორგანულ სინთეზში გამოიყენება.

ზოგჯერ გამოყენებას პოულობს ისეთი ჰალოგენშემცველი ნივთიერებებიც, რომლებიც არამდგრადია, ან მხოლოდ ხსნარის სახით არსებობს. ამის მაგალითია ქლორის წყალხსნარი, რომელსაც „ქლორიანი წყალი“ ეწოდება. წყალში გახსნისას ქლორი ნაწილობრივ რეაგირებს წყალთან და წარმოიქმნება ორი მჟავას – ქლორწყალბადმჟავასა და ქვექლოროვანი მჟავას (HClO) ნარევი:



ეს რეაქცია შექცევადია, მაგრამ წონასწორობა მარჯვნივ იხრება, რადგან HClO არამდგრადია და თანდათანობით იშლება:

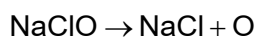


ამ დროს გამოიყოფა ატომური ჟანგბადი, ამიტომ „ქლორიანი წყალი“ ძლიერი მჟანგავია. მას შეუძლია დაჟანგოს ზოგიერთი საღებავი, რის გამოც მათეთრებელ საშუალებად გამოიყენება. გარდა ამისა, ატომური ჟანგბადი სპობს ბაქტერიებს. ამ თვისებაზეა დამყარებული ქლორის გამოყენება წყლის სადეზინფექციოდ.

მათეთრებელ და სადეზინფექციო საშუალებად იყენებენ ე. წ. „ჟაველის წყალსაც“, რომელიც ტუტის ცივ ხსნარში ქლორის გატარებით მიიღება:



ქვექლოროვანი მჟავას ნატრიუმთან მარილი – ნატრიუმის ჰიპოქლორიტი (NaClO) ასევე ადვილად იშლება ატომური ჟანგბადის გამოყოფით:



ნახ. 3.39. ფთორწყალბადმჟავას პლასტმასის ჭურჭელში ინახავენ.



ნახ. 3.40. მარილმჟავასა და ვერცხლ(II)-ის ნიტრატის ხსნარების შერევის შედეგად ხაჭოსებრი თეთრი ნალექი მიიღება.

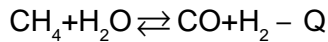


კითხვები და დავალებები:

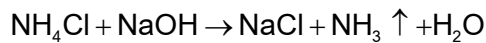
1. დანერეთ ვერცხლ(II)-ის ბრომიდისა და იოდიდის წარმოქმნის შეკვეცილი იონური ტოლობები.
2. მოიძიეთ ინფორმაცია შემდეგი მარილების გამოყენების შესახებ:
 - ა) KCl , ბ) CaCl_2 , გ) KBr , დ) KI .
3. ვერცხლის ჰალოგენიდები სინათლეზე იშლება მეტალური ვერცხლის გამოყოფით. მოიძიეთ ინფორმაცია პრაქტიკაში ამ რეაქციის გამოყენების შესახებ.

თემა 3. არაორგანული ნაერთების მნიშვნელოვანი წარმომადგენლები

- კალიუმის ტუტის ცხელ ხსნარში ქლორის გატარებით მიიღება KCl და $KClO_3$. შეადგინეთ რეაქციის ტოლობა და გაათანაბრეთ ელექტრონული ბალანსის მეთოდით.
- ბრომი და იოდი წყალთან ქლორის მსგავსად ურთიერთქმედებს. დაწერეთ ამ რეაქციათა ტოლობები.
- მოცემულია მეთანის კატალიზური გარდაქმნის რეაქცია გაუთანაბრებელი სახით:

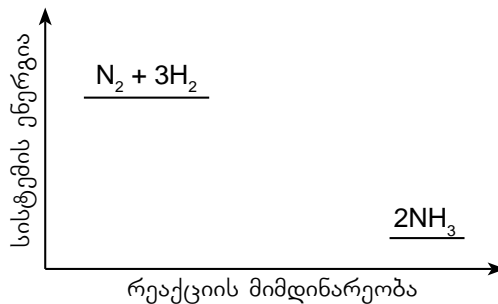


- წარმოადგინეთ რეაქცია გათანაბრებული სახით;
 - რა ქმედებებით შეიძლება გადავანაცვლოთ წონასწორობა ისე, რომ პროდუქტის გამოსავლიანობა გაიზარდოს?
- ამიაკის მიღების ლაბორატორიულ მეთოდად ამონიუმის მარილებზე ტუტის მოქმედება გამოიყენება:



შეადგინეთ ამ რეაქციის შეკვეცილი იონური ტოლობა.

- გაანალიზეთ მოცემული ენერგეტიკული დიაგრამა და უპასუხეთ კითხვებს:



- დაასახელეთ რეაქციის ტიპი კლასიფიკაციის ყველა შესაძლო ნიშნის მიხედვით;
 - რატომ არ იყენებენ ძალიან მაღალ ტემპერატურას ამიაკის წარმოებაში?
 - როგორ უნდა შეიცვალოს წნევა და ტემპერატურა, რომ პროდუქტის გამოსავლიანობა იყოს მაქსიმალური?
- როგორ იცვლება არამეტალთა წყალბადნაერთების მჟავური სიძლიერე პერიოდებსა და ჯგუფებში?
 - პარაგრაფში მოცემული ინფორმაციის საფუძველზე შეადგინეთ ამიაკის ჟანგბადთან ურთიერთქმედების რეაქციების ტოლობები კატალიზატორით და მის გარეშე. რეაქციები გაათანაბრეთ ელექტრონული ბალანსის მეთოდით, მიუთითეთ თითოეულ შემთხვევაში მჟანგავი და აღმდგენი.

3.8

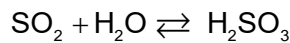
გოგირდის ოქსიდები და მჟავები

გავრცელებისა და გამოყენების თვალსაზრისით არამეტალთა მნიშვნელოვან ნაერთებს წარმოადგენს გოგირდის, აზოტის, ფოსფორისა და ნახშირბადისა ოქსიდები; გოგირდის, აზოტისა და ფოსფორის მჟავები და მათი მარილები.

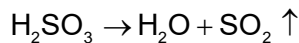
3.8.1. გოგირდის ოქსიდები

გოგირდი უანგბადთან წარმოქმნის ორ ოქსიდს: დიოქსიდსა (SO_2) და ტრიოქსიდს SO_3 , რომლებიც მჟავა ოქსიდებია.

გოგირდის დიოქსიდი (SO_2) უფერო, მკვეთრი სუნის მქონე, ჰაერზე მძიმე, მახრჩობელა აირია. წყალში კარგად ხსნადია – ნ. პ.-ში 1 მოცულობა წყალში იხსნება 40 მოცულობა SO_2 . ამ დროს დიოქსიდის ნაწილი წყალს უერთდება და გოგირდოვან მჟავას წარმოქმნის:

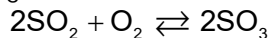


გოგირდის დიოქსიდის წყალთან ურთიერთქმედება შექცევადი პროცესია და წონასწორობა ძირითადად გადაწეულია მარცხნივ. ამიტომ H_2SO_3 მხოლოდ წყალხსნარში არსებობს, ის არამდგრადია და ადვილად იშლება:



გოგირდის დიოქსიდი ანტისეპტიკია – ბაქტერიებს სპობს. ამის გამო მას იყენებენ ღვინის შესანახი ჭურჭლის კასრებისა და ქვევრების სადეზინფექციოდ, ხილისა და ბოსტნეულის დასაკონსერვებლად და ა. შ. გარდა ამისა, SO_2 გამოიყენება გოგირდმჟავას წარმოებაში, საფეიქრო მრეწველობაში, როგორც მათეთრებელი, რადგანაც იგი საღებავებთან უფერო ნაერთს წარმოქმნის (ნახ. 3.41).

გოგირდის დიოქსიდი მაღალ ტემპერატურაზე ($450^{\circ}C$) და კატალიზატორის თანაობისას გოგირდის ტრიოქსიდს წარმოქმნის (ნახ. 3.42):



გარგრის ჩირი დამუშავების გარეშე



გოგირდის დიოქსიდით დამუშავებული გარგრის ჩირი

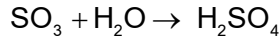
ნახ. 3.41. გოგირდის დიოქსიდი კარგი კონსერვანტია – პროდუქტს როგორც გაფუჭების, ასევე ფერის შეცვლისგანაც იცავს.



ნახ. 3.42. გოგირდის ტრიოქსიდის მიღება გოგირდმჟავას წარმოების ერთ-ერთი საფეხურია და ის სპეციალურ დანადგარში მიმდინარეობს, რომელსაც „კონტაქტურ აპარატსაც“ უწოდებენ.

თემა 3. არაორგანული ნაერთების მნიშვნელოვანი წარმომადგენლები

გოგირდის ტრიოქსიდი (SO₃) ადვილად მოძრავი უფერო სითხეა. მისი დუღილის ტემპერატურაა 45°C, ხოლო ღვობის – 17°C. იგი ხარბად იერთებს წყალს დიდი რაოდენობის სითბოს გამოყოფით და წარმოქმნის გოგირდმჟავას:



SO₃ მჟავა ოქსიდის ყველა თვისებას ამჟღავნებს. ის ძირითადად გოგირდმჟავას წარმოებასა და ქიმიურ მრეწველობაში გამოიყენება.

3.8.2. გოგირდმჟავა (H₂SO₄)

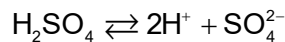
კონცენტრირებული გოგირდმჟავა წარმოადგენს უფერო, ბლანტ, მძიმე სითხეს. ის წყალს ხარბად შთანთქამს და ამ დროს დიდი რაოდენობით სითბო გამოიყოფა, ამიტომ გოგირდმჟავას წყალში განზავებისას დიდი სიფრთხილეა საჭირო.

გვახსოვდეს: არ შეიძლება კონცენტრირებულ გოგირდმჟავაზე წყლის დასხმა! წყალი მომენტალურად ადუღდება და გააშხეფებს გოგირდმჟავას წვეთებს, რომელთა კანზე მოხვედრა იწვევს დამწვრობას და ხანგრძლივად შეუხორცებელ წყლულებს. განზავებისას გოგირდმჟავა წვრილი ჭავლით ფრთხილად უნდა ჩაისხას წყლიან ჭურჭელში, რომლის კედლები ონკანის წყლით უნდა ცივდებოდეს. ამასთან, საჭიროა განუწყვეტელი მორევა (ნახ. 3.43).



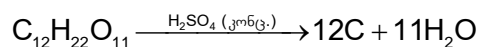
ნახ. 3.43. კონცენტრირებული მჟავას განზავებისას მჟავა უნდა დაემატოს წყალს და არავითარ შემთხვევაში – პირიქით.

განზავებული გოგირდმჟავა ძლიერ ორფუძიან მჟავას წარმოადგენს. ის, პრაქტიკულად, სრულად დისოცირდება:



გოგირდმჟავა ტიპური ძლიერი მჟავაა. განზავებული H₂SO₄ რეაქციაში შედის აქტიურ მეტალებთან, მეტალთა ოქსიდებთან, ჰიდროქსიდებთან და მრავალ მარილთან.

კონცენტრირებული გოგირდმჟავას თვისებები განსხვავდება განზავებული მჟავას თვისებებისაგან. კონცენტრირებული გოგირდმჟავა ძლიერი წყალწამრთმევი და ძლიერი მჟანგავია. მას შეუძლია ორგანული ნაერთების დანახშირება, მაგალითად, შაქარზე გოგირდმჟავას თუ დავანვეთებთ, შაქარი გაშავდება, რადგან მისი მოლეკულები წყალს დაკარგავს და მათ ნაცვლად ნახშირბადი დარჩება (ნახ. 3.44):

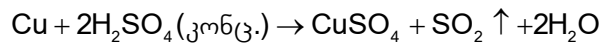


თემა 3. არაორგანული ნაერთების მნიშვნელოვანი წარმომადგენლები

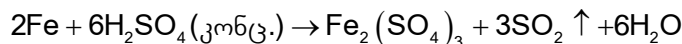


ნახ. 3.44. გოგირდმჟავასა და შაქრის ურთიერთქმედება.

კონცენტრირებული გოგირდმჟავას მჟანგავი თვისება სპილენძთან მის ურთიერთქმედებაშიც მჟღავნდება:

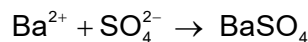


კონცენტრირებული H_2SO_4 ჩვეულებრივ პირობებში არ ურთიერთქმედებს რკინასთან, ალუმინთან და ზოგიერთ სხვა მეტალთან, რაც საშუალებას იძლევა, რომ რკინის ცისტერნებით ტრანსპორტირდეს. ამ დროს მეტალის ზედაპირს გადაეკვრება ფენა, რომელთანაც კონცენტრირებული გოგირდმჟავა არ მოქმედებს. რკინასთან კონცენტრირებული გოგირდმჟავა მხოლოდ მაღალ ტემპერატურაზე შედის რეაქციაში:



3.8.3. გოგირდმჟავას მარილები

გოგირდმჟავას მარილებიდან (სულფატებიდან) მხოლოდ ზოგიერთია ხსნადი. მაგალითად, პრაქტიკულად უხსნადია BaSO_4 . ამიტომ სულფატ-იონების აღმომჩენია ბარიუმის კატიონები. მათი ურთიერთქმედებით სულფატ-იონებთან გამოიყოფა მჟავებში უხსნადი თეთრი ფერის კრისტალური ნალექი (ნახ. 3.45):



გოგირდმჟავას დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს, ის მრავალ სამრეწველო პროცესში გამოიყენება, მაგალითად, მჟავების, სასუქების, სხვადასხვა მარილის წარმოებაში. გოგირდმჟავას კატალიზურ თვისებებს ხშირად იყენებენ ორგანული ნაერთების სინთეზში; 25%-იანი გოგირდმჟავა ავტომანქანების აკუმულატორების ელექტროლიტია და ა. შ. ფართოდ გამოიყენება სულფატებიც, მაგალითად:

ნატრიუმის სულფატი გამოიყენება მედიცინაში, სოდისა და მინის წარმოებაში;

$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – თაბაშირი. გამოიყენება მედიცინაში, სამშენებლო საქმეში, ხელოვნებასა და ყოფა-ცხოვრებაში.



ნახ. 3.45. ბარიუმის სულფატის ნალექის წარმოქმნა.

თემა 3. არაორგანული ნაერთების მნიშვნელოვანი წარმომადგენლები

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ – შაბიამანი, რომელიც, „ბორდოს ხსნარის“ სახით, ერთ-ერთ ყველაზე უვნებელ პესტიციდად ითვლება.

BaSO_4 – ბარიტი გამოიყენება მედიცინაში, რენტგენოგრაფიაში კონტრასტულ მასად (ნახ. 3.46).



ნახ. 3.46. მუცლის ღრუს რენტგენოგრამა, რომელშიც თეთრი ფერით ჩანს, თუ როგორ განაწილდა ბარიუმის სულფატი ნაწლავებში.



კითხვები და დავალებები:

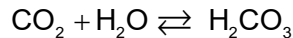
- შეადგინეთ ნატრიუმის სულფიტის გოგირდმჟავასთან ურთიერთქმედების სრული და შეკვეცილი იონური ტოლობები.
- რამდენჯერ მძიმეა გოგირდის დიოქსიდი ჰაერზე?
- შეადგინეთ გოგირდის ტრიოქსიდის ურთიერთქმედების რეაქციები:
 - რკინა(III)-ის ოქსიდთან;
 - კალიუმის ტუტესთან.
- დანერეთ რეაქციათა ტოლობები, რომლებიც განზავებული გოგირდმჟავას თვისებებს ასახავს, კერძოდ, მისი ურთიერთქმედება მეტალებთან, ფუძე ოქსიდებთან, ფუძეებთან.
- მოცემულია მეტალებთან გოგირდმჟავას ურთიერთქმედების ორი შემთხვევა:
 - $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4$ (განზ.) $\rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2$
 - $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4$ (კონც.) $\rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$რომელი ელემენტია მჟანგავი თითოეულ რეაქციაში? რა დასკვნის გაკეთება შეიძლება ამ რეაქციების მიხედვით გოგირდმჟავას მჟანგავი თვისებების შესახებ?
- ნატრიუმის სულფატს მრავალმხრივი გამოყენება აქვს. მოიძიეთ ინფორმაცია მისი გამოყენების შესახებ.

3.9

ნახშირბადის ოქსიდები და მჟავები

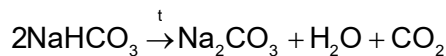
3.9.1. ნახშირორჟანგი (CO₂) და მისგან წარმოქმნილი ნაერთები

ნახშირორჟანგი, ანუ ნახშირბად(IV)-ის ოქსიდი, ანუ ნახშირბადის დიოქსიდი უფერო, უსუნო, ჰაერზე მძიმე აირია, რომელიც წყალში კარგად იხსნება. ამ დროს იგი წარმოქმნის ნახშირმჟავას, რომელიც არამდგრადია და ადვილად იშლება, ამიტომ ნახშირორჟანგის წყალთან ურთიერთქმედების რეაქცია შექცევადია:

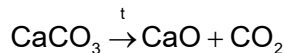


ნახშირმჟავას წარმოქმნის გამო გაზიან წყალს მომჟავო გემო აქვს და სასიამოვნო დასალევია. გარდა ამისა, ნახშირორჟანგი კარგი კონსერვანტია – მის არეში მიკროორგანიზმების დიდი ნაწილი ვერ მრავლდება და მას საკვებისა და სხვადასხვა სასმელის შესანახად იყენებენ.

ნახშირმჟავა, როგორც სხვა ორფუძიანი მჟავები, ორი რიგის მარილებს – ჰიდროკარბონატებსა და კარბონატებს წარმოქმნის. ჰიდროკარბონატები წყალში ხსნადია. კარბონატებიდან კი წყალში იხსნება 1-ელი ჯგუფის მეტალთა მარილები. ყველა ჰიდროკარბონატი გაცხელებით კარბონატად გარდაიქმნება:



ხოლო კარბონატები, გარდა 1-ლი ჯგუფის მეტალების კარბონატებისა, გახურებით ფუძე ოქსიდებად და ნახშირბადის დიოქსიდად იშლება:



ნახშირორჟანგს სუბლიმაციის უნარი აქვს. ის გამოიყენება ცეცხლმაქრებში, განსაკუთრებით მაშინ, როდესაც ცეცხლის ჩასაქრობად წყლის გამოყენება არ შეიძლება; მაგალითად, როდესაც ხანძრის მიზეზი გაუმართავი ელექტროგაყვანილობაა, ან იწვის წყალზე უფრო მსუბუქი სითხე, მაგალითად, ბენზინი ან ნავთობი.

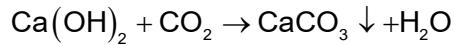
საწარმოო მიზნებისათვის ნახშირორჟანგის მიღება სანჯავის დაწვით ან კარბონატების დაშლით შეიძლება, თუმცა სასმელის გაზირებისათვის იყენებენ ნახშირორჟანგს, რომელიც ბუნებრივ საბადოებში მოიპოვება, ან ბუნებრივი პროცესებით, მაგალითად, ალკოჰოლური სასმელის დადუღებისას წარმოიქმნება (ნახ. 3.47).



ნახ. 3.47. ღვინის დადუღება.

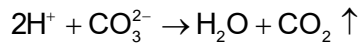
თემა 3. არაორგანული ნაერთების მნიშვნელოვანი წარმომადგენლები

ნახშირორჟანგის აღმოჩენა შეიძლება ალის ჩაქრობით – ანუ იმ თვისების გამოყენებით, რომ CO_2 წვას ხელს უშლის. ასევე, მისი აღმოჩენა შესაძლებელია კირიან წყალში გატარებით, რადგან კალციუმის კარბონატის წარმოქმნის გამო ხსნარი იმღვრება:

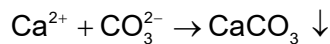


ნახშირმჟავას მარილები – კარბონატები ფართოდ გამოიყენება მრავალ სფეროში. მათი აღმოჩენა 2 გზითაა შესაძლებელი:

1) კარბონატებზე მჟავას მოქმედებით, როდესაც გამოიყოფა ნახშირბად(IV)-ის ოქსიდი – აირი, რომელიც წვას ხელს უშლის:



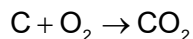
2) კარბონატის შემცველ ხსნარზე კალციუმის კატიონების მოქმედებით. ამ დროს მიიღება თეთრი ნალექი, რომელიც მჟავაში ხსნადია:



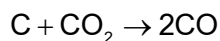
3.9.2. ნახშირბად(II)-ის ოქსიდი (CO)

ნახშირბად(II)-ის ოქსიდი, ანუ ნახშირბადის მონოოქსიდი, ანუ „მხუთავი აირი“ უფრო, უსუნო, უგემო აირია. CO-ს ჰემოგლობინთან დაკავშირება 200-300-ჯერ უფრო მარტივად შეუძლია, ვიდრე ჟანგბადს, ამიტომ CO-ს ჩასუნთქვისას სისხლი სწრაფად კარგავს ჟანგბადის გადატანის უნარს, რაც საბოლოოდ ადამიანის დაღუპვის მიზეზი ხდება. სწორედ ამიტომ ნახშირბად(II)-ის ოქსიდს „მხუთავ აირსაც“ უწოდებენ.

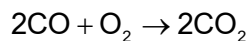
ნახშირბად(II)-ის ოქსიდი ნახშირბადის შემცველი საწვავის არასრული წვისას მიიღება. როგორც ვიცით, როდესაც ნახშირბადი იწვის, ნახშირორჟანგი წარმოიქმნება:



თუ მიღებული CO_2 წვის კერას დროულად არ სცილდება, მაგალითად, ღუმელის ცუდი განოვის გამო, მაშინ ის ზღუდავს საწვავთან ჟანგბადის შეხებას და თვითონ შედის რეაქციაში გავარვარებულ ნახშირთან:



ჟანგბადში CO ცისფერი ალით იწვის და ნახშირორჟანგს წარმოქმნის:



ამიტომ ნახშირბადის შემცველი საწვავის ცისფერი ალით წვა სრულ წვაზე მიუთითებს (ნახ. 3.48).

თემა 3. არაორგანული ნაერთების მნიშვნელოვანი წარმომადგენლები



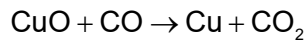
ნახშირბადის შემცველი საწვავის არასრული წვა



ნახშირბადის შემცველი საწვავის სრული წვა

ნახ. 3.48. ბუნებრივი აირის წვისას ლურჯი ფერის ალი მიგვანიშნებს სრულ, ხოლო ყვითელი – არასრულ წვაზე.

CO კარგი აღმდგენია და ხშირად გამოიყენება მეტალთა მისაღებად:



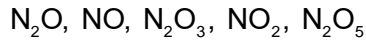
კითხვები და დავალებები:

1. კალციუმის კარბონატიდან ნახშირორჟანგი ორი განსხვავებული გზით შეიძლება მივიღოთ. შეადგინეთ შესაბამისი რეაქციების ტოლობები.
2. რამდენჯერ მიძიმა ნახშირორჟანგი ჰაერზე?
3. შეადგინეთ ნატრიუმის კარბონატისა და ჰიდროკარბონატის წარმოქმნის რეაქციათა ტოლობები.
4. კალიუმის ტუტის 100 გ ხსნარში ნახშირბადის დიოქსიდის გატარების შედეგად მიიღეს ხსნარი, რომელიც 10 გ კალიუმის ჰიდროკარბონატსა და 2.76 გ კალიუმის კარბონატს შეიცავს. დაადგინეთ საწყის ხსნარში ტუტის მასური წილი.

3.10

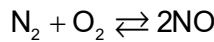
აზოტის ოქსიდები და მჟავები

აზოტი ხუთივე ჟანგვის რიცხვის შესაბამის ოქსიდს წარმოქმნის:

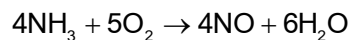


მათგან განსაკუთრებული პრაქტიკული მნიშვნელობა აზოტ(II)-ისა და აზოტ(IV)-ის ოქსიდებს გააჩნია, რადგან ისინი აზოტმჟავას წარმოებაში გამოიყენება და ამასთან, გარემოს პრობლემური დამაბინძურებლებია.

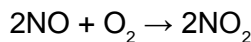
აზოტ(II)-ის ოქსიდი აზოტის ჟანგბადთან უშუალო ურთიერთქმედებით მიიღება, რაც მხოლოდ განსაკუთრებულ პირობებში, ძალიან მაღალ ტემპერატურაზე ხდება (მაგალითად, ელქეის დროს, ელექტრული განმუხტვისას):



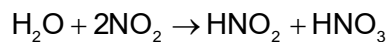
ამიტომ რეაქცია ძლიერ ენდოთერმულია. NO წარმოიქმნება ასევე ამიაკის კატალიზური ჟანგვისას, რაც ამიაკიდან აზოტმჟავას მიღების საწარმოო მეთოდში გამოიყენება:



NO უფერო და უსუნო, წყალში უხსნადი აირია, რომელიც ძლიერ ტოქსიკურია. ის მარილარწარმომქმნელ, ანუ ნეიტრალურ ოქსიდს წარმოადგენს. ჰაერზე ადვილად იერთებს ჟანგბადს და აზოტის დიოქსიდს წარმოქმნის:

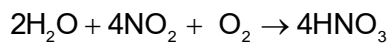


NO₂ – აზოტის დიოქსიდი ანუ აზოტ(IV)-ის ოქსიდი მკვეთრი სუნის მქონე მურა ფერის აირია. დამახასიათებელი ფერის გამო „მელიის კუდსაც“ უწოდებენ. ძლიერ ტოქსიკურია. წყალში გახსნისას მასთან რეაგირებს და წარმოქმნის ორ მჟავას – აზოტოვან მჟავასა და აზოტმჟავას:

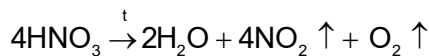


ასევე ხდება ტუტეებთან ურთიერთქმედების დროსაც – მიიღება ორივე მჟავას შესაბამისი მარილები – ნიტრიტი და ნიტრატი.

აზოტოვანი მჟავა (HNO₂) არამდგრადი მჟავაა, ჰაერის ჟანგბადით ადვილად იჟანგება და აზოტმჟავას წარმოქმნის. ეს თვისება გამოიყენება აზოტმჟავას წარმოების ბოლო ეტაპზე, როდესაც აზოტის დიოქსიდს წყალში ჟანგბადთან ერთად ატარებენ:



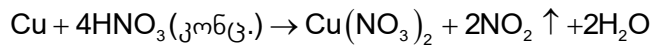
აზოტმჟავა (HNO₃) უფერო, მბოლავი სითხეა. სინათლეზე და ტემპერატურის მოქმედებით ის ადვილად იშლება აზოტის დიოქსიდის გამოყოფით, რომელიც ხსნარს მოყვითალო ან წითელ ფერს აძლევს (ნახ. 3.49).



ნახ. 3.49. აზოტმჟავა, რომელიც ნაწილობრივ დაშლილია.

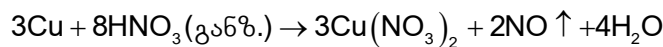
თემა 3. არაორგანული ნაერთების მნიშვნელოვანი წარმომადგენლები

HNO_3 ძლიერი მჟავა და ძლიერი მჟანგავია. სხვა მჟავებისაგან იმით გამოირჩევა, რომ მეტალებთან მისი ურთიერთქმედებისას წყალბადი არ გამოიყოფა. მას შეუძლია რეაქციაში შევიდეს როგორც აქტიურ, ასევე პასიურ მეტალებთან. ამ დროს სხვადასხვა პროდუქტი მიიღება, რაც აზოტმჟავას კონცენტრაციაზე, ტემპერატურასა და მეტალის აქტიურობაზეა დამოკიდებული. როგორც წესი, რაც უფრო განზავებულია მჟავა, მით უფრო მეტად აღდგება აზოტი. მაგალითად, სპილენძთან კონცენტრირებული აზოტმჟავას ურთიერთქმედებისას NO_2 გამოიყოფა (ნახ. 3.50):



ნახ. 3.50. სპილენძის მონეტის ურთიერთქმედება აზოტმჟავასთან.

ხოლო განზავებული მჟავას შემთხვევაში NO მიიღება:

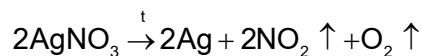


უნდა აღინიშნოს, რომ განზავებული აზოტმჟავა არამეტალებთან ანალოგიურად მოქმედებს.

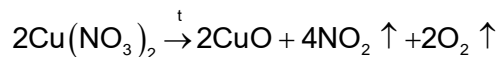
თავისებურებით გამოირჩევა აზოტმჟავას მარილებიც. ყველა ნიტრატი წყალში ხსნადია. ისინი გახურებისას იშლება და ამ დროს პროდუქტების წარმოქმნა მეტალის აქტიურობაზეა დამოკიდებული, მაგალითად, აქტიური მეტალების ნიტრატები ნიტრიტისა და ჟანგბადის გამოყოფით იშლება:



პასიურ მეტალთა ნიტრატები (სპილენძის გარდა) დაშლისას მეტალი, აზოტის დიოქსიდი და ჟანგბადი გამოიყოფა:



ხოლო საშუალო აქტივობის მეტალთა და სპილენძ(II)-ის ნიტრატის დაშლისას მეტალის ოქსიდი, NO_2 და ჟანგბადი გამოიყოფა:



აზოტმჟავა და მისი მარილები ძირითადად მინერალური სასუქების წარმოებაში გამოიყენება.



კითხვები და დავალებები:

- შეადგინეთ აზოტმჟავას ურთიერთქმედების რეაქციათა ტოლობები:
 - ფუძე ოქსიდთან;
 - ფუძესთან;
 - მარილთან.
- შეადგინეთ რეაქციათა ტოლობები, რომლებიც მიმდინარეობს:
 - აზოტის დიოქსიდსა და კალიუმის ტუტეს შორის;
 - აზოტოვან მჟავასა და ჰაერის ჟანგბადს შორის.
- განზავებული აზოტმჟავას მაგნიუმთან ურთიერთქმედებისას წარმოიქმნება მაგნიუმისა და ამონიუმის ნიტრატები და გამოიყოფა წყალი. შეადგინეთ ამ რეაქციის ტოლობა, გაათანაბრეთ ელექტრონული ბალანსის გამოყენებით.
- ფოსფორთან კონცენტრირებული აზოტმჟავას ურთიერთქმედებით მიიღება ფოსფორმჟავა და გამოიყოფა NO_2 , ხოლო განზავებული აზოტმჟავას შემთხვევაში – ფოსფორმჟავა და NO . შეადგინეთ ორივე რეაქციის ტოლობა, გაათანაბრეთ ელექტრონული ბალანსის გამოყენებით.
- განიხილეთ ტექსტში მოცემული რეაქციები, რომლებიც ნიტრატების დაშლას ასახავს, და თითოეულში მიუთითეთ, რომელი ელემენტია მჟანგავი და რომელი – აღმდგენი.
- აზოტმჟავას 0.2 M ხსნარის რამდენი მლ იქნება საჭირო ნატრიუმის ჰიდროქსიდის 80 მლ 0.6 M ხსნარის გასანიტრალეზად?
- გამოთვალეთ 6.4 გ სპილენძის კონცენტრირებულ აზოტმჟავასთან ურთიერთქმედებისას გამოყოფილი აირის მოცულობა (ნ. პ.).
- მოცემული სქემის მიხედვით შეასრულეთ გარდაქმნები:



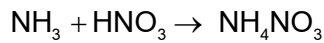
3.11

მინერალური სასუქები

მცენარის ზრდა-განვითარებისათვის საჭიროა თითქმის ყველა ელემენტი, მაგრამ მეტ-ნაკლები რაოდენობით. მცენარეს დიდი რაოდენობით სჭირდება ე. წ. „მაკროელემენტები“: კალიუმი, აზოტი და ფოსფორი. დანარჩენი ელემენტები საჭიროა ძალიან მცირე რაოდენობით, ამიტომ მათ მიკროელემენტებს უწოდებენ. სასუქებს, რომლებიც მხოლოდ ერთ მკვებავ ელემენტს შეიცავს, ეწოდება მარტივი, ხოლო სასუქებს, რომლებიც ერთზე მეტ მკვებავ ელემენტს შეიცავს – კომპლექსური.

აზოტიანი სასუქებია შარდოვანა, ნიტრატები და ამონიუმის მარილები. აზოტიანი სასუქების ხარისხი განისაზღვრება მარილში ელემენტ აზოტის მასური წილის მიხედვით.

სასუქებიდან აზოტს ყველაზე მეტი მასური წილით შეიცავს ამონიუმის ნიტრატი, ანუ ამონიუმის გვარჯილა NH_4NO_3 , ამიტომ მას ყველაზე ფართოდ იყენებენ. ამონიუმის გვარჯილას იღებენ აზოტმჟავაზე ამიაკის მოქმედებით:



საერთოდ, ამონიუმის ყველა მარილი აზოტიანი სასუქია, მაგრამ მისი ქლორიდი NH_4Cl ნაკლებად არის გამოყენებული, რადგან ის ზოგიერთ მცენარეზე (კარტოფილი, ვაზი, თამბაქო) ცუდად მოქმედებს. ძვირფასი აზოტიანი ორგანული სასუქია შარდოვანა ანუ კარბამიდი $(NH_2)_2CO$. ამონიუმის ნიტრატის გარდა, ფართოდ იყენებენ კალიუმის გვარჯილას KNO_3 , რომელიც კომპლექსურ სასუქს წარმოადგენს, რადგან შეიცავს ორ ელემენტს – კალიუმსა და აზოტს.

კალიუმის სასუქია კალიუმის ყველა მარილი, განსაკუთრებით კი ნიტრატი, ფოსფატი, სულფატი. ქლორიდების გამოყენებას, საერთოდ, ერიდებიან. კალიუმის სასუქია ნაცარიც, რომელიც შეიცავს K_2CO_3 -სა და მიკროელემენტებს (ნახ. 3.51).



ნახ. 3.51. ნაცარს სასუქად იყენებენ.

ფოსფორიან სასუქებად ფოსფორმჟავას წყალში ხსნადი მარილები ითვლება. საუკეთესო კომპლექსური სასუქია ამოფოსი – ამონიუმის დიჰიდროფოსფატისა და ამონიუმის ჰიდროფოსფატის ნარევი, რომელიც შეიცავს ორ ელემენტს – აზოტსა და ფოსფორს. ამოფოსზე კალიუმის სასუქების, მაგალითად, KCl -ის დამატებით იღებენ კომბინირებულ სასუქს – ამოფოსკას, რომელიც მცენარისათვის საჭირო სამივე მაკროელემენტს (N, K, P) შეიცავს.



კითხვები და დავალებები:

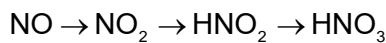
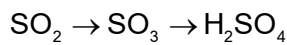
1. მოიძიეთ ინფორმაცია, თუ რა როლი აქვს კალიუმს, აზოტსა და ფოსფორს მცენარის ზრდა-განვითარებაში.
2. რომელი სასუქი უფრო მეტ აზოტს შეიცავს, კარბამიდი თუ ამონიუმის გვარჯილა? პასუხი დაასაბუთეთ შესაბამისი გამოთვლებით.
3. მოიძიეთ ინფორმაცია სასუქების არასწორ გამოყენებასთან დაკავშირებული პრობლემების შესახებ.
4. მინდვრის კულტურების გამოსაკვებად 1 ჰექტარზე საჭიროა 65 კგ ამონიუმის გვარჯილა.
 - ა) რა მასის აზოტმჟავას 20%-იანი ხსნარია საჭირო მის მისაღებად?
 - ბ) რა მასის კარბამიდი ჩაანაცვლებს ამ მასის ამონიუმის გვარჯილას?

3.12

**არამეტალთა ოქსიდები, როგორც
გარემოს დამაბინძურებლები**

3.12.1. გოგირდისა და აზოტის ოქსიდები

არამეტალთა ზოგიერთი ოქსიდი გარემოს პრობლემურ დამაბინძურებელს წარმოადგენს. მაგალითად, SO_2 , გარდა იმისა, რომ ის პირდაპირ ტოქსიკურ ზემოქმედებას ახდენს ორგანიზმზე, აზოტის ოქსიდებთან (NO და NO_2) ერთად ატმოსფეროში მთელ რიგ ქიმიურ გარდაქმნებს განიცდის, რასაც თან „მჟავა წვიმების“ წარმოქმნა ახლავს (ნახ. 3.52):



ნახ. 3.52. მჟავა წვიმების შედეგები.

ეს რეაქციები ინიცირდება ულტრაიისფერი სხივებით და ჰაერის ჟანგბადის ან ოზონის მონაწილეობით მიმდინარეობს.

გამოანგარიშებულია, რომ მჟავა წვიმების 60-70% გოგირდის დიოქსიდით არის გამოწვეული. SO_2 და მჟავა ნალექები იწვევს მეტალის ნაკეთობათა კოროზიას და ორგანული მასალების – ტყავის, ქალაღის, ქსოვილების, რეზინისა და საღებავების დაშლას.

SO_2 -ის ბუნებრივ წყაროებს, პირველ რიგში, მიეკუთვნება: ვულკანები, ტყის ხანძრები, გოგირდის შემცველი ნაერთების მიკრობიოლოგიური გარდაქმნები და სხვ. ანთროპოგენულ წყაროს ძირითადად გოგირდშემცველი საწვავის წვა წარმოადგენს. გარემოსათვის განსაკუთრებით საშიშია რეზინის ნაკეთობების, მაგალითად, ძველი საბურავების დაწვა, რადგან ამ დროს დიდი რაოდენობით SO_2 -ის გარდა, მური და მსუთავი აირიც გამოიყოფა (ნახ. 3.53).



ნახ. 3.53. საბურავების დაწვა გარემოს დიდ ზიანს აყენებს.

ანთროპოგენური წარმოშობის აზოტის ოქსიდებია NO და NO_2 , რომლებიც ძირითა-

თემა 3. არაორგანული ნაერთების მნიშვნელოვანი წარმომადგენლები

დად სათბობის წვის დროს, $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ზე უფრო მაღალ ტემპერატურაზე წარმოიქმნება. გარემოში მათი გამოყოფის ძირითადი წყაროა ბენზინზე მომუშავე საავტომობილო ტრანსპორტი. საავტომობილო ძრავების მწარმოებლები ცდილობენ, ძრავაში შეიქმნას სანავის სრული წვის პირობები, რის შედეგადაც იზრდება წვის ტემპერატურა და მნიშვნელოვნად იმატებს ძრავის სიმძლავრე. მაგრამ გარემოსათვის ეს ეფექტი დადებითი არაა: მართალია, გამონაბოლქვში CO -ს შემცველობა მცირდება, მაგრამ ამ ტემპერატურაზე წარმოიქმნება აზოტის ოქსიდები და კანცეროგენული ბუნების პოლიციკლური არომატული ნახშირწყალბადები. ამ პრობლემის გადასაჭრელად თანამედროვე ავტომობილებში სპეციალური კატალიზატორები გამოიყენება, რომლებიც გამონაბოლქვში როგორც CO -ს, ასევე აზოტის ოქსიდების შესამცირებლად განკუთვნილი.

აზოტის მონოოქსიდი უსუნოა, არ აღიზიანებს სასუნთქ გზებს და ამიტომ მას ადამიანი ვერ შეიგრძნობს. მაგრამ ჩასუნთქვისას NO ჰემოგლობინს უკავშირდება და მას ჟანგბადთან დაკავშირების უნარს უკარგავს, რაც შეიძლება გაგუდვის მიზეზი გახდეს.

NO ჰაერთან შეხებისას NO_2 -ში გადადის. მიღებული აზოტის დიოქსიდი განსაკუთრებით ძლიერად აღიზიანებს ლორწოვან გარსს. ორგანიზმში, ტენიან ზედაპირებთან კონტაქტის შედეგად, აზოტის დიოქსიდისაგან წარმოიქმნება აზოტოვანი მჟავა და აზოტმჟავა, რომლებიც აზიანებს ფილტვებს, რის შედეგადაც სისხლიდან სითხე ფილტვის ღრუში გადადის და ჩასუნთქულ ჰაერთან შერევისას ქაფდება, რაც ფილტვსა და ჰაერს შორის აირცვლას აბრკოლებს. ყოველივე ეს მნიშვნელოვნად ზღუდავს სუნთქვას. ორგანიზმზე ასეთი ზემოქმედების გამო აზოტის ოქსიდები სერიოზულ საფრთხეს წარმოადგენს ადამიანის ჯანმრთელობისათვის მაშინაც კი, როდესაც ჰაერში მათი შემცველობა დასაშვებ ზღვარზე დაბალია.

მჟავა წვიმების სახით აზოტის ოქსიდები იწვევს მცენარის უჯრედებში მჟავიანობის ზრდას, რაც სერიოზულ ზიანს აყენებს მათ. აზოტის დიოქსიდის მცენარესთან უშუალო კონტაქტის შედეგად ფოთლები (ან წიწვები) ყვითლდება ან მენამულ ფერს იღებს (ნახ. 3.54).



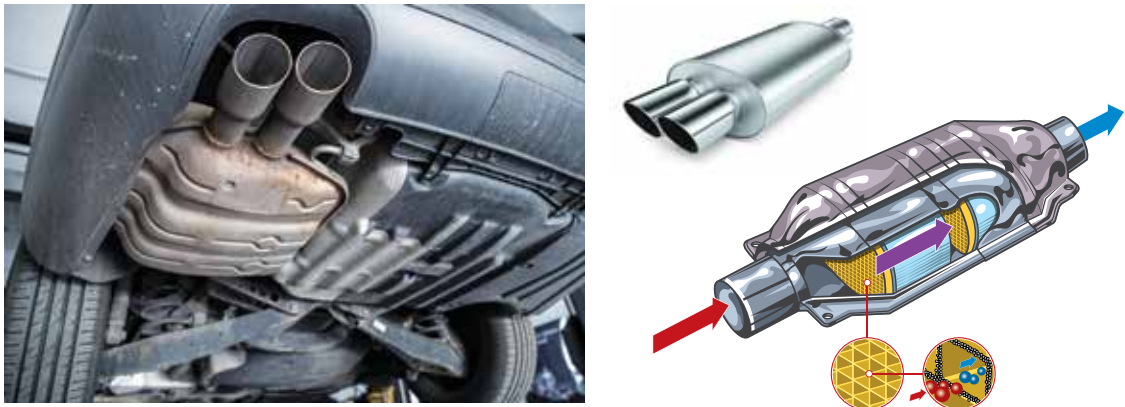
ნახ. 3.54. მჟავა წვიმების შედეგად ფოთლებზე შეინიშნება მენამული ფერის ლაქები.

3.12.2. ნახშირბადის ოქსიდები

ნახშირბად(II)-ის ოქსიდი (CO), ანუ „მხუთავი აირი“, რომელიც ნახშირბადშემცველი ნაერთების არასრული წვის დროს წარმოიქმნება, ერთ-ერთი ყველაზე ტოქსიკური აირადი დამაბინძურებელია. ნახშირბად(II)-ის ოქსიდის ბუნებრივი ემისიის წყაროებია ვულკანების მოქმედება და ატმოსფეროში მეთანის ფოტოქიმიური ჟანგვა. CO -ს ანთროპოგენური წარმოქმნა, უპირველეს ყოვლისა, სანავის წვასთანაა დაკავშირებული. ამ მხრივ ავტომობილი ერთ-ერთ პირველ ადგილზეა. შიდაწვის ძრავებში სანავის წვისათვის ოპ-

თემა 3. არაორგანული ნაერთების მნიშვნელოვანი წარმომადგენლები

ტიმალური პირობები მხოლოდ გარკვეულ სამუშაო რეჟიმში მიიღწევა, როდესაც ძრავის სიმძლავრე დაახლოებით 75%-ით გამოიყენება. CO-ს გამოყოფა ამ დროს მინიმალურია. ყველა დანარჩენ შემთხვევებში კი, განსაკუთრებით ძრავის დაქოქვისას და „უქმ“ რეჟიმში მისი მუშაობისას, CO-ს შემცველობა გამონაბოლქვში განსაკუთრებით მაღალია. ნახშირბადის მონოოქსიდის გარემოში გამოყოფისაგან თავის ასაცილებლად მონინავე ავტომწარმოებელი კომპანიები ავტომობილის მაცურში ამონტაჟებენ სპეციალურ კატალიზატორებს, რომლებიც სანვავის ბოლომდე, CO₂-მდე დაჟანგვას უწყობს ხელს (ნახ. 3.55).



ნახ. 3.55. ავტომობილის კატალიზური გარდამქმნელი, რომელშიც სპეციალური კატალიზატორია მოთავსებული.

ავტომობილების გარდა, CO შეიძლება გამოიყოფოდეს ნებისმიერ სანვავზე მომუშავე საყოფაცხოვრებო გამათბობლების მოქმედებისასაც, თუ რაიმე მიზეზით მათში სანვავის სრული წვა არ მიმდინარეობს. ამისი ხშირი მიზეზია წვის კამერის არასაკმარისი ვენტილაცია, როდესაც წვის პროდუქტები წვის კერიდან ცუდად გაიწოვება.

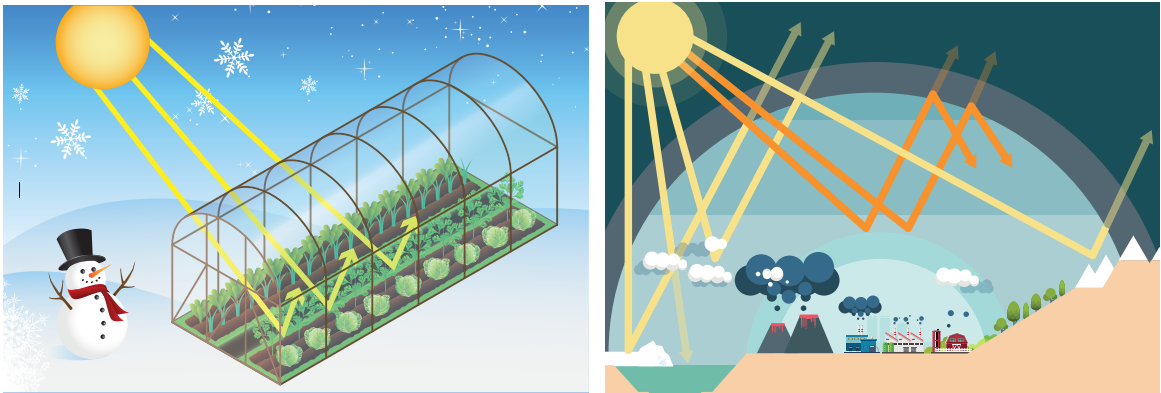
ნახშირბადის დიოქსიდი (CO₂), ანუ ნახშირორჟანგი, ნორმალურ ბუნებრივ პირობებში ატმოსფეროს მოცულობის დაახლოებით 0.03%-ს შეადგენს. ატმოსფერული CO₂ ნიად-აგთან, წყალთან და ცოცხალ ორგანიზმებთან (განსაკუთრებით, მცენარეებთან) მუდმივ ცვლაშია, რაც ნახშირორჟანგის ბუნებრივ წრებრუნვას ქმნის. ნახშირბადის დიოქსიდის ბუნებრივი ემისიის წყარო მრავალგვარია – ვულკანების ამოფრქვევა, სუნთქვის პროცესი, ორგანული ნაერთების მიკრობიოლოგიური დაშლა, ტყის მასივების ხანძრები. ამას ემატება დიდი მოცულობის „ანთროპოგენური CO₂“, რომელიც სხვადასხვა სახის სათბობის წვის დროს გამოიყოფა. ცხადია, ასეთი მასშტაბური ემისია ატმოსფეროში კატასტროფული რაოდენობის CO₂-ის დაგროვებას გამოიწვევდა, რომ არ მიმდინარეობდეს მისი უწყვეტი ბუნებრივი ფიქსაცია, რომელიც ძირითადად ფოტოსინთეზით, ოკეანის წყალში გახსნით, ტუტემინა მეტალების ოქსიდებთან შეერთებით და ზოგიერთი სხვა პროცესის საშუალებით ხორციელდება.

ნახშირბადის დიოქსიდის გამოყოფისა და შებოჭვის პროცესებს შორის დედამიწაზე დინამიკური წონასწორული მდგომარეობაა დამყარებული, რომელიც მატერიკებისა და ოკეანისათვის ერთნაირადაა დამახასიათებელი. ამ წონასწორობის დარღვევა, ცხადია, დიდ საფრთხეს შეუქმნის პლანეტაზე სიცოცხლის არსებობას. ამ მხრივ უაღრესად დიდ ეკოლოგიურ პრობლემებს ქმნის, ერთი მხრივ, CO₂-ის ემისიის ზრდა სანვავის შეუზღუდავი რაოდენობით წვის შედეგად, მეორე მხრივ კი CO₂-ის ფიქსაციის შეფერხება

თემა 3. არაორგანული ნაერთების მნიშვნელოვანი წარმომადგენლები

მცენარეული საფარის შემცირების გამო, რაც თან სდევს ურბანიზაციას, ტყეების ჩეხვას და ა. შ.

ნახშირორჟანგის კონცენტრაციის მატება პლანეტის გლობალურ ეკოლოგიურ პრობლემას – ე. წ. „სათბურის ეფექტს“ ქმნის. ამ ეფექტის არსი შემდეგში მდგომარეობს: მზის სხივების სითბური ენერგიის ნაწილი დედამიწას ათბობს, ნაწილი კი ინფრანითელი სხივების სახით დედამიწის ზედაპირიდან აირეკლება და ვარსკვლავთშორის სივრცეში ბრუნდება. ამით პლანეტაზე ნორმალური სითბური ბალანსი მყარდება. ატმოსფეროში ზოგიერთი აირი, მათ შორის, ნახშირორჟანგი, ამ ინფრანითელ სხივებს შთანთქავს, რის გამოც არეკლილი სითბოს ნაწილი ტროპოსფეროში რჩება და კოსმოსში აღარ ბრუნდება (ნახ. 3.56) ჰაერში ნახშირბადის დიოქსიდის კონცენტრაციის კრიტიკულ დონემდე გაზრდისას სითბოს შეკავების პროცესმა შეიძლება ისეთი მასშტაბი მიიღოს, რომ პლანეტის სითბური ბალანსი დაირღვეს და დედამიწა მართლაც სათბურს დაემსგავსოს. ყოველივე ამას კი გლობალური დათბობის გამონწვევა და დედამიწისათვის აუნაზღაურებელი ზარალის მიყენება შეუძლია.



ნახ. 3.56. სათბური და სათბურის ეფექტი.



კითხვები და დავალებები:

1. მოიძიეთ ინფორმაცია, თუ რა გზებს მიმართავენ გარემოს დაბინძურების შესამცირებლად? განიხილეთ თითოეული დამაბინძურებლის შემთხვევა ცალ-ცალკე.
2. ახსენით ტყის გაჩეხვით გამოწვეული უარყოფითი ზეგავლენა გარემოზე.
3. რატომაა აუცილებელი, რომ ავტომობილის კატალიზური გარდამქმნელი გამართულად მუშაობდეს?
4. ბოლო წლებში ზოგიერთი ტბისა და წყალსატევის pH-ის მნიშვნელოვანი კლება შეინიშნება. ივარაუდეთ გამომწვევი მიზეზები და იმსჯელეთ, როგორ შეიძლება ამ პრობლემის მოგვარება.



განვლილი მასალის შეჯამება

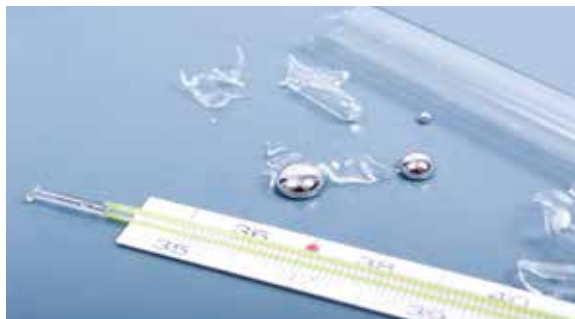
დარწმუნდით, რომ იცით:

- S-ბლოკის ელემენტები ბუნებაში მხოლოდ ნაერთების სახითაა გავრცელებული.
- სამრეწველო მასშტაბით მეტალებს იღებენ მათი მადნის გადამუშავებით.
- წყალთან აქტიურად ურთიერთქმედებს 1-ელი და მე-2 ჯგუფის მეტალები, გარდა მაგნიუმის და ბერილიუმისა.
- ჟანგბადის არეში ყველა მეტალი იწვის, ოქროსა და პლატინის გარდა.
- წვისას ელემენტები ალს განსხვავებულ შეფერილობას ანიჭებს, რასაც ეფუძნება ქიმიური ანალიზის მეთოდი – ალური ფოტომეტრია.
- აქტიური მეტალი მასზე ნაკლებად აქტიურ მეტალს აძევებს მარილის წყალხსნარიდან.
- მაგნიუმისა და კალციუმის იონების შემცველობა განაპირობებს წყლის სიხისტეს.
- არსებობს სამი სხვადასხვა სახის სიხისტე: კარბონატული, არაკარბონატული და საერთო. კარბონატულ სიხისტეს განაპირობებს მაგნიუმისა და კალციუმის ჰიდროკარბონატები, არაკარბონატულს – სულფატები და ქლორიდები, ხოლო საერთოს – ორივე.
- კარბონატულ სიხისტეს დროებითი სიხისტე ეწოდება და მისი მოშორება შესაძლებელია წყლის ადუღებით ან კალციუმის ტუტით.
- არაკარბონატულ სიხისტეს მუდმივი სიხისტე ეწოდება და მისი მოშორება შესაძლებელია: სარეცხი სოდის, ნატრიუმის ფოსფატის ან იონიტების საშუალებით.
- გარემოს მძიმე მეტალებით დაბინძურება შეიძლება იყოს ბუნებრივი ან ანთროპოგენული ფაქტორებით.
- მძიმე მეტალები ადამიანის ორგანიზმში უკავშირდება მნიშვნელოვან ნაერთებს და არღვევს მათ ფუნქციებს ან ანაცვლებს სხვა მეტალებს ფერმენტების შედგენილობაში.
- კონცენტრირებული გოგირდმჟავა ძლიერი მჟანგავი და წყალნამრთმევეა. განზავებისას გოგირდმჟავა აუცილებლად უნდა ჩაისხას წყალში, მუდმივი მორევის პირობებში, და არა, პირიქით!
- კონცენტრირებული აზოტმჟავა ძლიერი მჟანგავია; სხვა მჟავებისგან განსხვავებით, აზოტმჟავას მეტალებთან ურთიერთქმედებისას არ გამოიყოფა წყალბადი.
- სასუქები შეიცავს მცენარეების ზრდა-განვითარებისათვის აუცილებელ მიკროელემენტებს – ნატრიუმს, კალიუმსა და ფოსფორს.
- გოგირდისა და აზოტის ოქსიდები ჰაერში არსებულ წყლის ორთქლთან ურთიერთქმედებით წარმოქმნის მჟავა წვიმებს.
- ნახშირბადის დიოქსიდის კონცენტრაციის ზრდა იწვევს სათბურის ეფექტს.



როგორ მოვიქცეთ, თუ თერმომეტრი გაგვიტყდა?

ვერცხლისწყალი შეიძლება დაიღვაროს სხვადასხვა ხელსაწყოს (თერმომეტრის, მანომეტრის და სხვ.) გატეხვის ან დაზიანებისას (ნახ. 1), ამიტომ აუცილებელია ვიცოდეთ, როგორ მოვიქცეთ მსგავს შემთხვევაში. ვერცხლისწყალი ადვილად ორთქლდება, განსაკუთრებით 18°C -ზე უფრო მაღალ ტემპერატურაზე. მისი ორთქლი ძალიან ტოქსიკურია, განსაკუთრებით ნერვული სისტემისათვის. ინტოქსიკაცია გამოიხატება პირის ღრუში „მეტალის გემოს“ შეგრძნებით, თავის ტკივილით, გულისრევით, მადის დაქვეითებით, სხეულის ტემპერატურის მომატებით და სხვ.



ნახ. 1. სამედიცინო თერმომეტრის გატეხვა ვერცხლისწყლის დაღვრის ერთ-ერთი ყველაზე ხშირი მიზეზია.

ჰაერში ვერცხლისწყლის ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაცია (ზდკ) 0.3 მგ/მ^3 -ის ტოლია. ოთახში სტანდარტული სამედიცინო თერმომეტრის გატეხვისას, რომელშიც დაახლოებით 2 გ ვერცხლისწყალია, ჰაერში მისი კონცენტრაცია რამდენიმე წუთის შემდეგ $4\text{-}5 \text{ მგ/მ}^3$ ხდება, ანუ ზდკ-ს $15\text{-}16$ -ჯერ აღემატება.

ვერცხლისწყლის წვეთები ძლიერ მოძრავია და ამიტომ მათი შეგროვება ძნელია. განსაკუთრებით საშიშია მცირე ზომის წვეთები, რომლებიც თვალით უხილავია და შეიძლება დაგროვდეს იატაკის ნაპრალებში, კედელსა და იატაკს შორის ღრიჭობებსა და მსგავს ადგილებში (ნახ. 2), საიდანაც თანდათანობით აორთქლდება და ჰაერის მუდმივი მონამვლის წყაროდ იქცევა.

როგორ შევავროვოთ დაღვრილი ვერცხლისწყალი და როგორ გავაუვნებლოთ მისი დაღვრის ადგილი? ეს კითხვა აქტუალურია არა მხოლოდ ლაბორატორიის, არამედ სახლის პირობებშიც!

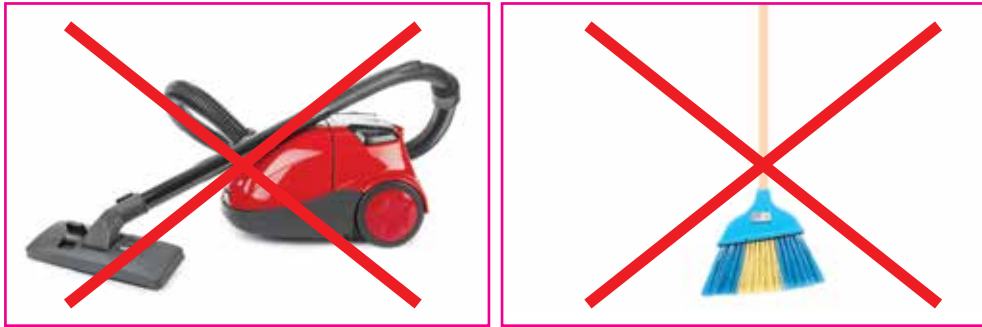
პირველ რიგში, უნდა ვიცოდეთ, რომ **მტვერსასრუტით ვერცხლისწყლის შეგროვება დაუშვებელია!** ჰაერთან ერთად შეწოვილი ვერცხლისწყლის ნაწილი უწვრილეს წვეთებად დაიშლება, მტვერსასრუტის ძრავის ტემპერატურის გავლენით აორთქლდება, მისგან გამომავალ ჰაერს ნაკადს გამოჰყვება და მთელს ოთახში ისე გაიბნევა, რომ ვერც შევნიშნავთ. გარდა ამისა, მისი ნაწილი დაეფინება მტვერსასრუტის ძრავის ნაწი-



ნახ. 2. ვერცხლისწყლის მცირე ზომის წვეთები ადვილად გროვდება მიუდგომელ ადგილებში.

თემა 3. არაორგანული ნაერთების მნიშვნელოვანი წარმომადგენლები

ლებს, დააზიანებს მათ, შემდეგ კი დროთა განმავლობაში აორთქლდება და მტვერსასრუტის ჩართვისას ჰაერში გაიფრქვევა (ნახ. 3).



ნახ. 3. კატეგორიულად აკრძალულია ვერცხლისწყლის შეგროვება მტვერსასრუტით ან ცოცხით!

ასევე დაუშვებელია ცოცხით ან ჯვარისით ვერცხლისწყლის შეგროვება, რადგან ცოცხთან შეხებისას მსხვილი წვეთები იშლება და უამრავი წვრილი, ძნელად შესაგროვებელი წვეთი წარმოიქმნება (ნახ. 3).

პირველი, რაც ვერცხლისწყლის დაღვრის შემთხვევაში უნდა მოვიმოქმედოთ, ოთახიდან ადამიანებისა და ცხოველების გაყვანაა. ამის შემდეგ, თუ გარეთ ძალიან არ ცხელა, უნდა გავალოთ ფანჯარა, თუმცა ისიც უნდა გავითვალისწინოთ, რომ არ შეეკმნათ ორპირი ქარი, რაც ვერცხლისწყლის წვეთების გაბნევას და მისი ორთქლის მთელს შენობაში გავრცელებას გამოიწვევს.

დაღვრილი ვერცხლისწყლის შეგროვების პროცედურის დაწყების წინ უნდა მოვიმარაგოთ ყველა საჭირო მასალა. ესენია:

1. ერთჯერადი ნიღაბი
2. სოდიანი წყალი
3. დოლბანდი
4. რეზინის ხელთათმანები
5. „ბახილები“ ან შესაბამისი ზომის პოლიეთილენის პაკეტები
6. ქალაღდის ფურცლები
7. ბამბა ან მცირე ზომის სახატავი ფუნჯი, ასევე სასურველია პლასტმასის ერთჯერადი შპრიცი, წებვადი ლენტი (ე. წ. „სკოტჩი“)
8. სანმენდი ტილოები
9. კალიუმის პერმანგანატის 5%-იანი ხსნარი (ან რკინა(III)-ის ქლორიდის 5%-იანი ხსნარი)
10. გოგირდის ფხვნილი (ან ალუმინის მავთული, რომლის ერთი ბოლო ჩაშვებულია ტუტის 5-10%-იან ხსნარში, ან სასმელი სოდის ნაჯერ ხსნარში, რომელიც 5-10 ნთ-ით წამოღულებულია)
11. პლასტმასის ბოთლი ან ქილა (შეიძლება მინისაც), რომელშიც ჩასხმულია 3/4-მდე წყალი, და რომელსაც მჭიდროდ ერგება სახურავი
12. კონტეინერები და პოლიეთილენის პაკეტები.

პროცედურის დაწყების წინ უნდა გავიკეთოთ ერთჯერადი ნიღაბი, რომელშიც ჩაფენილია სოდიან წყალში დასველებული დოლბანდი. ისიც უნდა ვიცოდეთ, რომ ასეთი ნიღაბი საშუაში ორთქლის მხოლოდ მცირე ნაწილს აკავებს, ამიტომ დასუფთავების პროცესში უნდა ვეცადოთ, რომ ღრმად არ ვისუნთქოთ, ასევე საჭიროა,

თემა 3. არაორგანული ნაერთების მნიშვნელოვანი წარმომადგენლები

პერიოდულად გავიდეთ სუფთა ჰაერზე. ხელზე უნდა მოვირგოთ ხელთათმანები, ხოლო ფეხზე „ბახილები“ ან პოლიეთილენის პაკეტები უნდა ამოვიცვათ, რათა მეტალის წვეთები ფეხსაცმლის ძირს არ მიეკრას. მხოლოდ ამის შემდეგ უნდა დავინწყოთ ვერცხლისწყლის წვეთების შეგროვების პროცედურა.

თავდაპირველად უნდა შევავროვოთ შედარებით მსხვილი წვეთები – ამისათვის ვიღებთ ქალაღდის ფურცელს, და მასზე, როგორც აქანდაზზე, ავაგორებთ ვერცხლისწყლის წვეთებს. ამ დროს „ცოცხის“ ფუნქცია შეიძლება შეასრულოს მცირე ზომის სახატავმა ფუნჯმა, კალიუმის პერმანგანატის ან რკინა(III)-ის ქლორიდის 5%-იან ხსნარში დასველებულმა ბამბამ, ან თუნდაც ქალაღდის სხვა ფურცელმა (ნახ. 4). ასევე ვერცხლისწყლის წვეთების შესაგროვებლად შეიძლება გამოვიყენოთ პლასტმასის ერთჯერადი შპრიცი ნემსის გარეშე (ნახ. 5) ან ნებვადი ლენტი. შეგროვებული წვეთები უნდა მოვათავსოთ პლასტმასის ქილაში ან ბოთლში, რომელშიც ჩასხმულია 3/4-მდე წყალი (წყლის ფენა ვერცხლისწყალს აორთქლებისაგან დაცავს – ნახ. 7).



ნახ. 4. წვეთების შეგროვება ქალაღდის ორი ფურცლის საშუალებით.



ნახ. 5. წვეთების შეგროვება შპრიცით.

მაგრამ უნდა გვახსოვდეს, რომ ამ დროს რჩება უწვრილესი წვეთებიც, რომელთა მექანიკურად შეგროვება ძალიან ძნელია. მათ შესაგროვებლად რამდენიმე ეფექტური საშუალება არსებობს:

- **გოგირდის ფხვნილი.** გოგირდი ადვილად შედის რეაქციაში ვერცხლისწყალთან და წარმოქმნის სულფიდს, რომელიც ადვილად არ იშლება. ამიტომ იმ ადგილს, სადაც შესაძლებელია იყოს ვერცხლისწყლის წვეთები, უნდა მოვაყაროთ გოგირდის ფხვნილი (ამისათვის ყველაზე ეფექტურია ე. წ. „კოლოიდური გოგირდი“, რომლის პრეპარატიც სოფლის მეურნეობაში გამოიყენება) და შემდეგ მოვაგროვოთ დაყრილი ფხვნილი მშრალი ბამბით, ნაჭრით ან რაიმე მსგავსი საშუალებით (ნახ. 6). შეგროვებული მასის წყალში მოთავსება არაა საჭირო. ის უნდა მოვათავსოთ კონტეინერში და გავუკეთოთ შესაბამისი წარწერა.



ნახ. 6. ვერცხლისწყლის შეგროვება გოგირდის ფხვნილით.

თემა 3. არაორგანული ნაერთების მნიშვნელოვანი წარმომადგენლები

- **ალუმინის მავთული.** ვერცხლისწყალი ადვილად წარმოქმნის ე. წ. ამალგამას მეტალებთან, მათ შორის, ალუმინთან. ოღონდ ამისათვის საჭიროა, წინასწარ გავააქტიუროთ ალუმინი – მისი ზედაპირიდან მოვაცილოთ ოქსიდის ფენა. ეს ძნელი არაა – თუ ალუმინის მავთულს 5-10%-იან ტუტის ხსნარში რამდენიმე წუთით მოვათავსებთ, შევნიშნავთ, რომ ზედაპირიდან დაიწყება ბუშტუკების გამოყოფა. ეს ნიშნავს, რომ ალუმინის ზედაპირი ოქსიდისაგან გათავისუფლდა და მზადაა გამოყენებისათვის. საკმარისია, ასეთი მავთული ვერცხლისწყლის უწვრილეს წვეთებს შეეხოს – ის მაგნიტივით მიიკრავს მათ (ნახ. 7).



ნახ. 7. ვერცხლისწყლის წვეთების შეგრძობა ალუმინის მავთულით.

უკეთესია, თუ ალუმინის მავთულს გავაბრტყელებთ – ამით მისი ზედაპირის ფართობი გაიზრდება და შემცირდება პროცესის ხანგრძლივობა. თუ ტუტის ხსნარი არ მოგვეპოვება, მისი შეცვლა შესაძლებელია სასმელი სოდის ნაჯერი ხსნარით, რომელიც გამოყენებამდე 5-10 წთ-ით უნდა წამოვადულოთ. გამოყენების შემდეგ ამალგამირებული ალუმინის მავთული უნდა მოვათავსოთ წყლიან ქილაში, ოღონდ მას მჭიდროდ არ უნდა დავახუროთ თავი, რადგან ამალგამირებული ალუმინი რეაქციაში შედის წყალთან და გამოიყოფა წყალბადი. როდესაც ბუშტუკების გამოყოფა შეწყდება, ალუმინი მთლიანად გაიხსნება და ჭურჭლის ფსკერზე დარჩება ვერცხლისწყლის წვეთები. მხოლოდ ამის შემდეგ შეიძლება ჭურჭელზე სახურავის დაფარება.

საბოლოოდ, ფართი, რომელზეც ვერცხლისწყალი დაიდვარა, უნდა მოინმინდოს კალიუმის პერმანგანატის ან რკინა(III)-ის ქლორიდის ხსნარით, შემდეგ წყლით და ბოლოს მშრალი ნაჭრით. ამის შემდეგ ოთახი რამდენიმე საათის განმავლობაში უნდა განიავდეს. ამ დროს უკვე ორპირი განიავებაა საჭირო. რასაკვირველია, სასურველია, რომ ოთახში შეხვიდეთ მხოლოდ მას შემდეგ, როცა შესაბამისი სამსახური შეამონმებს ჰაერში ვერცხლისწყლის ორთქლის კონცენტრაციას და მას უხიფათოდ ჩათვლის. ეს განსაკუთრებით იმ შემთხვევაშია საჭირო, თუ ჩვენ მიერ ჩატარებული პროცედურები უშუალოდ ვერცხლისწყლის დაღვრის შემდეგ არ განხორციელდა.

უნდა გვახსოვდეს: არ შეიძლება ვერცხლისწყლის შესაგროვებლად გამოყენებული მასალის (ქალაღდი, შპრიცი, ბამბა, ნაჭერი, გოგირდიანი მასა და სხვ.) მოთავსება საყოფაცხოვრებო ნაგავში! ეს ყველაფერი უნდა საგულდაგულოდ შევფუთოთ პოლიეთილენის პაკეტებში და მოვათავსოთ თავდახურულ კონტეინერში. გამოყენებული მასალა, ისევე როგორც წყლიანი ჭურჭელი, რომელშიც შეგროვებული ვერცხლისწყალია, უნდა შევინახოთ გრილ, კარგად განიავებად ადგილზე (მაგალითად, აივანზე) და რაც შეიძლება მალე ჩავაბაროთ შესაბამის სამსახურს.



შემაჯამებელი სავარჯიშოები

1. ცხრილში მოცემულია ტუტე მეტალების ზოგიერთი მახასიათებელი:

ელემენტი	პროტონების რიცხვი	დუღილის ტემპერატურა	ლღობის ტემპერატურა	ქიმიური აქტიურობა
ლითიუმი	3	180	1330	
ნატრიუმი	11	98	890	
კალიუმი	19	64	760	
რუბიდიუმი	37	?	?	
ცეზიუმი	55	29	690	

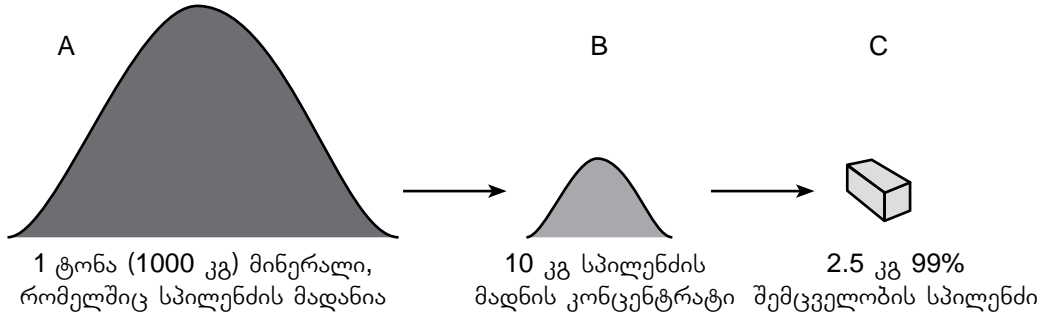
- ა) როგორ იცვლება ტუტე მეტალთა ლღობისა და დუღილის ტემპერატურები ჯგუფში ზევდან ქვევით?
 - ბ) მიახლოებით ივარაუდეთ რუბიდიუმის გამოტოვებული მონაცემები.
 - გ) რამდენი ელექტრონი, ელექტრონული შრე და სავალენტო ელექტრონია რუბიდიუმის ატომში?
2. სპილენძ(II)-ის ჰიდროქსიდის ღია ცისფერ ფხვნილს თუ გავახურებთ, ფხვნილი გამავდება და ორთქლი გამოიყოფა.
- ა) შეადგინეთ მითითებული რეაქციის ტოლობა;
 - ბ) მიუთითეთ რეაქციის ნიშნები;
 - გ) დაასახელეთ რეაქციის ტიპი.
3. ცხრილში მოცემულია ინფორმაცია სამი მნიშვნელოვანი მეტალის, მათი გავრცელებული მადნების ძირითადი ნივთიერებისა და მიღების გზების შესახებ:

მეტალი	მადნის ძირითადი ნივთიერება	მიღების გზა
რკინა	Fe_2O_3	ნახშირბადით აღდგენა
ალუმინი	Al_2O_3	ელექტროლიზი
ნატრიუმი	$NaCl$	ელექტროლიზი

- ა) თითოეულ შემთხვევაში დაასახელეთ მადნის ძირითადი ნივთიერება.
- ბ) ნაერთთა რომელ კლასს მიეკუთვნება თითოეული მათგანი?
- გ) დაალაგეთ ეს მეტალები ქიმიური აქტიურობის შემცირების მიხედვით;
- დ) რა გზით მიიღებენ ჩამოთვლილთაგან ყველაზე პასიურს და რატომ არ გამოდგება ეს გზა აქტიურების მისაღებად?
- ე) მოიყვანეთ განსხვავებული მეტალების თითო მაგალითი, რომელიც ცხრილში მითითებული გზით შეიძლება მიიღოს.

თემა 3. არაორგანული ნაერთების მნიშვნელოვანი წარმომადგენლები

4. სქემაზე ნაჩვენებია დაბალი ხარისხის მადნიდან სპილენძის გამოყოფის სქემა. მადანი ძირითადად შეიცავს სპილენძ(II)-ის სულფიდს. მცირე მინარევების სახით კი ვერცხლს, ოქროს, კადმიუმსა და რკინას.



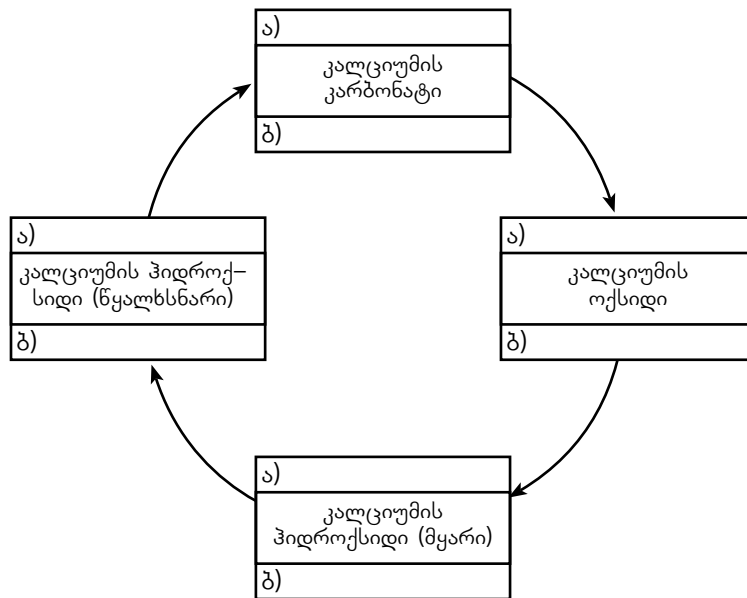
- რას უწოდებენ მადანს?
 - როდისაა მადანი დაბალი ხარისხის?
 - რას უდრის სპილენძის მასური წილი B ეტაპზე?
 - რატომ შეიძლება იყოს მომგებიანი სპილენძის გამოყოფა დაბალი ხარისხის მადნიდან?
 - რომელი ქიმიური რეაქციით შეიძლება გამოვყოთ სპილენძი მოცემული მადნიდან?
 - რა ეკოლოგიური პრობლემა შეიძლება მოჰყვეს სპილენძის მიღების ამ პროცესს?
 - რამდენი კილოგრამი სპილენძ(II)-ის სულფიდია 1 ტ მადანში?
5. მეტალებიდან დედამინის ქერქში ყველაზე მაღალი შემცველობით არის ალუმინი, შემდეგ კი – რკინა. ცხრილში მოცემულია ინფორმაცია რკინისა და ალუმინის მათი მადნებიდან მიღების შესახებ.

	რკინა	ალუმინი
გავრცელებული მადანი	ჰემატიტი	ბოქსიტი
მადნის ძირითადი ნივთიერება	Fe_2O_3	Al_2O_3
მიღების გზა	CO-თი აღდგენა	ელექტროლიზი
ბრძმედის მაქსიმალური ტემპერატურა, °C	1900	1000
როგორ გამოეყოფა მეტალის სარეაქციო ნარევის	ლღვება და გროვდება ბრძმედის ფსკერზე	ლღვება და გროვდება ბრძმედის ფსკერზე
თანაპროდუქტები	გოგირდისა და ნახშირბადის დიოქსიდები, წილა	ნახშირბადის დიოქსიდი

- თითოეულ შემთხვევაში განსაზღვრეთ მეტალები იჟანგება თუ – აღდგება?
- შეადგინეთ მადნიდან მეტალის მიღების ორივე რეაქცია;
- ალუმინი ბევრად ძვირია, ვიდრე რკინა, მიუხედავად იმისა, რომ ალუმინი უფრო გავრცელებული მეტალია. ივარაუდეთ მიზეზი;

თემა 3. არაორგანული ნაერთების მნიშვნელოვანი წარმომადგენლები

- ე) ფოლადი და ალუმინი ექვემდებარება მეორად გადამუშავებას. რატომ არის ეს ძალიან მნიშვნელოვანი?
- ვ) მოიყვანეთ მსგავსი გზით მეტალის მიღების კიდევ ერთი მაგალითი;
- ზ) რა ეკოლოგიური პრობლემა შეიძლება გამოიწვიოს წარმოების ამ პროცესებმა?
6. ახსენით ნახშირბადის წრებრუნვა ბუნებაში. რა როლი აქვს ნახშირორჟანგს პროცესებში: სუნთქვა, წვა და ფოტოსინთეზი?
7. გადახაზეთ მოცემული დიაგრამა და შეავსეთ: ა) ნივთიერებათა ტექნიკური სახელები; ბ) ნივთიერებათა ქიმიური ფორმულები.



აღწერეთ, როგორ გადადის ეს ნივთიერებები ერთმანეთში. შეადგინეთ რეაქციათა ტოლობები.

8. განზავებულ გოგირდმჟავას ამატებენ სინჯარებს, რომლებშიც მოთავსებულია ნივთიერებები: სპილენძ(II)-ის ოქსიდი, კალციუმის ჰიდროქსიდი, მაგნიუმი, ნატრიუმის კარბონატი.
- ა) რომელ მათგანში შეინიშნება აირის გამოყოფა?
- ბ) რომელ მათგანში შეიფერება ხსნარი?
- გ) რომელ მათგანში წარიმართება ნეიტრალიზაციის რეაქცია?
- დ) დაასახელეთ ყველა მარილი, რომლებიც ამ ექსპერიმენტის მსვლელობისას წარმოიქმნება.
- ე) შეადგინეთ რეაქციათა ტოლობები.
9. რამდენი მოლი ფოსფორმჟავა შეიცავს იმდენივე მოლეკულას, რამდენიც არის 9.8 გ გოგირდმჟავაში?
10. რამდენი გრამი სპილენძი გამოიყოფა 30-გრამიან რკინის ფირფიტაზე, რომელიც ჩაშვებულია შაბიამნის ხსნარში, თუ ფირფიტის მასა რეაქციის შედეგად 2.4 გ-ით გაიზარდა?

თემა 3. არაორგანული ნაერთების მნიშვნელოვანი წარმომადგენლები

11. 30 მლ ნახშირბად (II) ოქსიდისა და 20 მლ ჟანგბადის ნარევი ააფეთქეს. რომელი აირი და რა მოცულობით დარჩება რეაქციაში შეუსვლელი? ჩათვალეთ, რომ მოცულობები გაზომილია ერთნაირ ფიზიკურ პირობებში.
12. წყალბადისა და ჟანგბადის 30 მლ ნარევის აფეთქების შემდეგ, რეაქციაში შეუსვლელი დარჩა 4.8 მლ ჟანგბადი. იპოვეთ წყალბადისა და ჟანგბადის მოცულობითი წილები (%) საწყის ნარევაში. ჩათვალეთ, რომ მოცულობები გაზომილია ერთნაირ ფიზიკურ პირობებში.
13. 3.5 გ ორვალენტური მეტალის მჟავასთან ურთიერთქმედებით მიიღება 1.4 ლ წყალბადი (ნ. პ.). დაასახელეთ ეს მეტალი.
14. სპილენძისა და კონცენტრირებული გოგირდმჟავას ურთიერთქმედების შედეგად გამოიყო 5.6 ლ (ნ. პ.) გოგირდის დიოქსიდი. გამოთვალეთ რეაქციაში შესული სპილენძისა და გამოყოფილი მარილის მასები.
15. ალუმინისა და სპილენძის 40 გ ნარევს დაამატეს ნატრიუმის ჰიდროქსიდის შემცველი ხსნარი, რის შედეგადაც გამოიყო 6.72 ლ წყალბადი. გამოთვალეთ საწყის ნარევაში შემავალი მეტალების მასური წილები (%).
16. მოცემულია ალუმინის, მაგნიუმისა და სპილენძის ნარევი. განსაზღვრეთ ნარევის პროცენტული შედგენილობა თუ ცნობილია, რომ ამ ნარევის 2.5 გრამზე ნატრიუმის ტუტის დამატებისას გამოიყოფა 1.12 ლ წყალბადი, ხოლო 2.5 გ ამავე ნარევის მარილმჟავათი დამუშავებისას კი 2.24 ლ წყალბადი.
17. სპილენძისა და ალუმინის 0.5 გ შენაღობი დაამუშავეს ქარბი ტუტის ხსნარით. მიღებული ნაშთი გარეცხეს და გახსნეს კონცენტრირებულ აზოტმჟავაში. ხსნარი ამოაშრეს და მიღებული ნაშთი გაახურეს. დარჩენილი მყარი ნაშთის მასა აღმოჩნდა 0.2 გ. გამოთვალეთ სპილენძისა და ალუმინის მასური წილები საწყის ნარევაში.
18. 15.04 გ სპილენძის ნიტრატის ნაწილობრივი თერმული დაშლით წარმოიქმნა 8.56 გ მყარი ნაშთი. განსაზღვრეთ რეაქციის გამოსავლიანობა და მიღებული ნაშთის შედგენილობა.
19. კალციუმის კარბონატისა და კალციუმის ოქსიდის 1.6 გ ნარევი გაახურეს და წარმოიქმნა 1.16 გ კალციუმის ოქსიდი. გამოთვალეთ საწყის ნარევაში კომპონენტების მასური წილები.
20. რამდენ გრამ ფოსფორს შეიცავს 50 გ ძვალი, თუ მასში ფოსფორი მხოლოდ კალციუმის ფოსფატის სახითაა, რომლის მასური წილიც ძვალში 62%-ს შეადგენს?
21. რა მოცულობის წყალი უნდა დაემატოს აზოტმჟავას 100 მლ 53%-იან ხსნარს ($\rho = 1.325$ გ/მლ) 15%-იანი ხსნარის დასამზადებლად?
22. 120 მლ აზოტის მონოქსიდისა და აზოტის დიოქსიდის ნარევი შეურიეს 100 მლ ჟანგბადს. რეაქციის დასრულების შემდეგ აირთა ნარევაში აღმოჩნდა 60 მლ ჟანგბადი. განსაზღვრეთ საწყის ნარევაში აირთა პროცენტული შემცველობა.
23. რკინის, რკინა(II)-ის ოქსიდისა და რკინა(III)-ის ოქსიდის 20 გ ნარევი დაამუშავეს მარილმჟავათი, რის შედეგადაც გამოიყო 2.24 ლ (ნ. პ.) აირი. იმავე 20 გ ნარევის წყალბადით აღდგენით გამოიყო 4.23 გ წყალი. განსაზღვრეთ ნარევის შედგენილობა.



საერთო შემაჯამებელი სავარჯიშოები

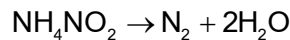
დავალბა 1. ამონიუმის მარილები

1.1. ამონიუმის ნიტრატი გამოიყენება სოფლის მეურნეობასა და აზოტის ოქსიდების წარმოებაში. ამონიუმის ნიტრატი გაცხელებით იშლება და წარმოქმნის წყალსა და აზოტ(I)-ის ოქსიდს, რომელიც ცნობილია „მამხიარულებელი აირის“ სახელით და გამოიყენება ანესთეზიისათვის.

დანერეთ ამონიუმის ნიტრატის დაშლის რეაქციის ტოლობა.

1.2. შეადგინეთ ამონიუმის ნიტრატის მიღების რეაქცია ამიაკისა და მჟავას ურთიერთქმედებით. გამოთვალეთ მიღებული პროდუქტის მასა, თუ რეაქციაში სრულად შევიდა 2.24 ლ (ნ. პ.) ამიაკი.

1.3. ამონიუმის ნიტრიტი არამდგრადია და ადვილად იშლება:



ა) გამოთვალეთ რა მოცულობის (ნ. პ.) აზოტი გამოიყოფა 25 მლ 0.5 მოლი/ლ კონცენტრაციის ამონიუმის ნიტრიტის ხსნარის გაცხელებისას.

ბ) დაასახელეთ მოცემულ რეაქციაში მჟანგავი და აღმდგენი.

1.4. ამონიუმის კარბონატი არის თეთრი ფერის მყარი ნივთიერება. გამოიყენება „ნიშადურის სპირტის“ დასამზადებლად, საკონდიტრო წარმოებაში, ცეცხლმაქრებში, ქსოვილების შესაღებად და სხვ.

გაცხელებით ამონიუმის კარბონატი ადვილად იშლება:



რა გზით აღმოაჩინეთ რეაქციის შედეგად გამოყოფილ ამიაკსა და ნახშირორჟანგს?

1.5. ამონიუმის კარბონატი წყალში ხსნადია, ხოლო თუთიის კარბონატი – წყალში უხსნადი. ამ ინფორმაციის გამოყენებით აღწერეთ, როგორ მიიღებთ ამონიუმის კარბონატიდან სუფთა თუთიის კარბონატს მშრალი სახით. შეადგინეთ შესაბამისი რეაქციის ტოლობა.

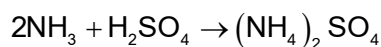
1.6. ჭარბი ამონიუმის კარბონატის ურთიერთქმედებით ფოსფორმჟავასთან მიიღება ამონიუმის ფოსფატი, რომელიც გამოიყენება სასუქად.

შეადგინეთ აღწერილი რეაქციის ტოლობა.

1.7. გამოთვალეთ აზოტისა და ფოსფორის მასური წილი ამონიუმის ფოსფატში.

1.8. ნიადაგში ამონიუმის ფოსფატის შეტანის შემდეგ კალციუმის ჰიდროქსიდის ხსნარის (კირიანი წყლის) დამატება იწვევს აზოტის დაკარგვას. ახსენით ეს ფაქტი და პასუხი დაასაბუთეთ შესაბამისი რეაქციის ტოლობით.

1.9. ამონიუმის სულფატი გამოიყენება პურის ცხობის პროცესში. მისი მიღება შეიძლება ამიაკის ურთიერთქმედებით გოგირდმჟავასთან:



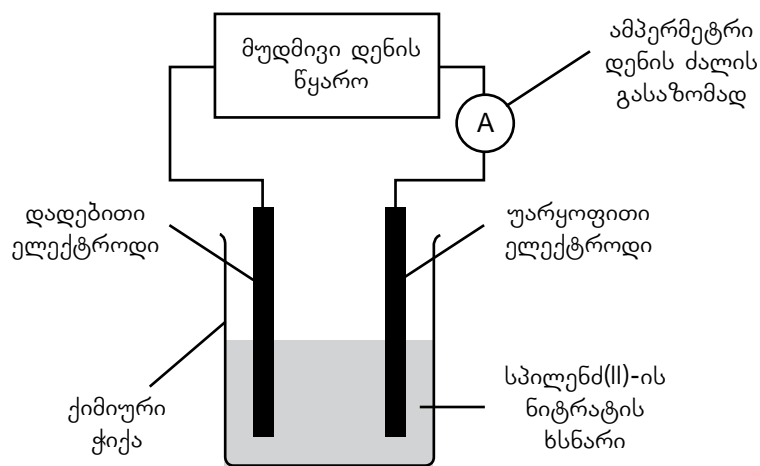
20 მლ ამიაკის შემცველი ხსნარი გატიტრეს 0.15 მოლი/ლ გოგირდმჟავას ხსნარით. სრულ ნეიტრალიზაციაზე დაიხარჯა 10.5 მლ გოგირდმჟავა. გამოთვალეთ ამიაკის კონცენტრაცია მის წყალხსნარში.

დავალემა 2. სპილენძი და მისი ნაერთები

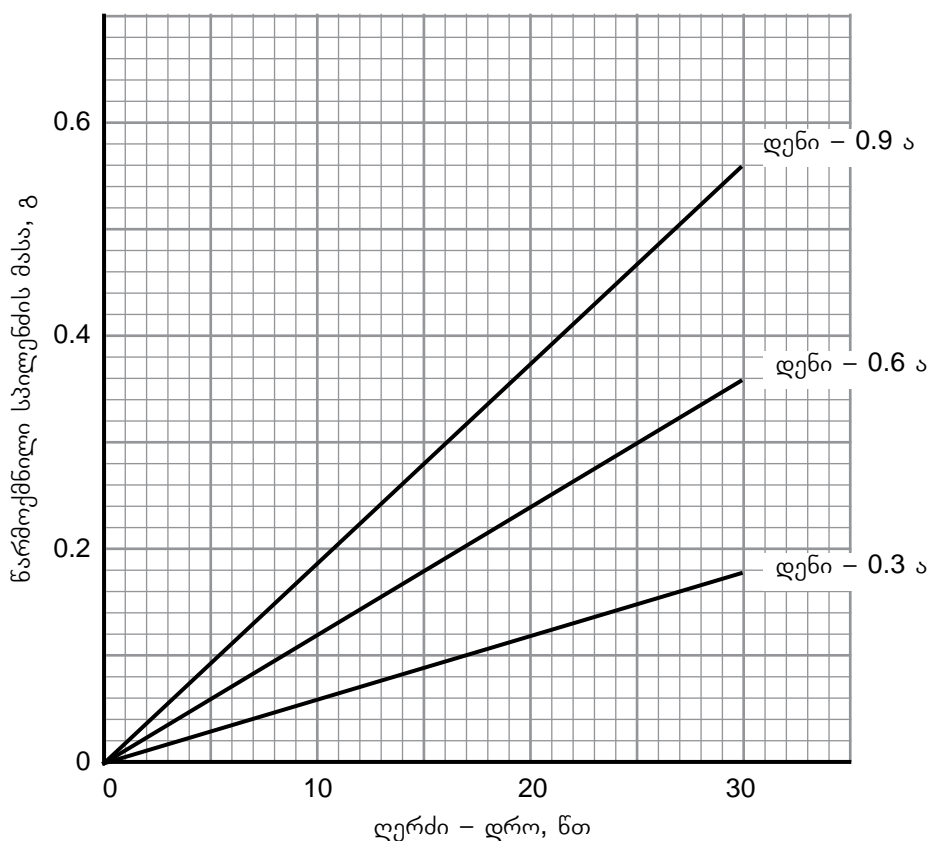
სპილენძი და მისი ნაერთები აქტიურად გამოიყენება ყოველდღიურ ცხოვრებაში. სპილენძის შემცველი ერთ-ერთი ფართოდ გავრცელებული მინერალია ქალკოპირიტი – CuFeS_2 .

- 2.1. გამოთვალეთ რამდენი სპილენძის მიღება შეიძლება 20 ტონა ქალკოპირიტის გადამუშავების შედეგად, თუ ცნობილია, რომ ეს მადანი 5% მინარევს შეიცავს.
- 2.2. ქალკოპირიტის ჰაერზე გახურების შედეგად მიიღება სპილენძ(II)-ისა და რკინა(III)-ის ოქსიდები და გამოიყოფა მკვეთრი სუნის მქონე გოგირდის დიოქსიდი. შეადგინეთ შესაბამისი რეაქციის ტოლობა.
- 2.3. სპილენძ(II)-ის ოქსიდიდან სპილენძის მიღება შეიძლება ალდგენით, წყალბადის ან ნახშირბადის გამოყენებით. შეადგინეთ ამ რეაქციათა ტოლობები.
- 2.4. ალდგენით მიღებული სპილენძი ჩვეულებრივ შეიცავს მინარევებს. სუფთა სპილენძის მისაღებად იყენებენ ელექტროლიზს.

მოსწავლეებმა სპილენძის მისაღებად ჩაატარეს სპილენძ(II)-ის ნიტრატის წყალხსნარის ელექტროლიზი ინერტული ელექტროდების გამოყენებით. ნახაზზე ნაჩვენებია მოწყობილობის სქემა:



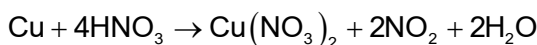
- ა) სპილენძ(II)-ის ნიტრატის წყალხსნარის ელექტროლიზის დროს კათოდზე გამოიყოფა სპილენძი. დაასახელეთ ანოდზე გამოყოფილი პროდუქტი.
- ბ) დაწერეთ სპილენძ(II)-ის ნიტრატის წყალხსნარის ელექტროლიზის შეჯამებული რეაქციის ტოლობა.
- გ) მოსწავლეებმა შეისწავლეს მუდმივი დენის სხვადასხვა მნიშვნელობისთვის კათოდზე გამოყოფილი სპილენძის მასის დამოკიდებულება ხსნარში დენის გატარების დროზე. მიღებული შედეგების საფუძველზე ააგეს მრუდები.



გაანალიზეთ გრაფიკი და ახსენით, როგორ არის დამოკიდებული გამოყოფილი სპილენძის მასა: 1) დენის გატარების დროზე; 2) დენის ძალაზე.

დ) გამოთვალეთ სპილენძის ატომთა რიცხვი, რომელიც გამოიყო კათოდზე 20 წთ-ის განმავლობაში 0.6 ამპერი დენის გატარებისას.

2.5. სპილენძი ურთიერთქმედებს კონცენტრირებულ აზოტმჟავასთან. ამ დროს მიმდინარეობს რეაქცია:

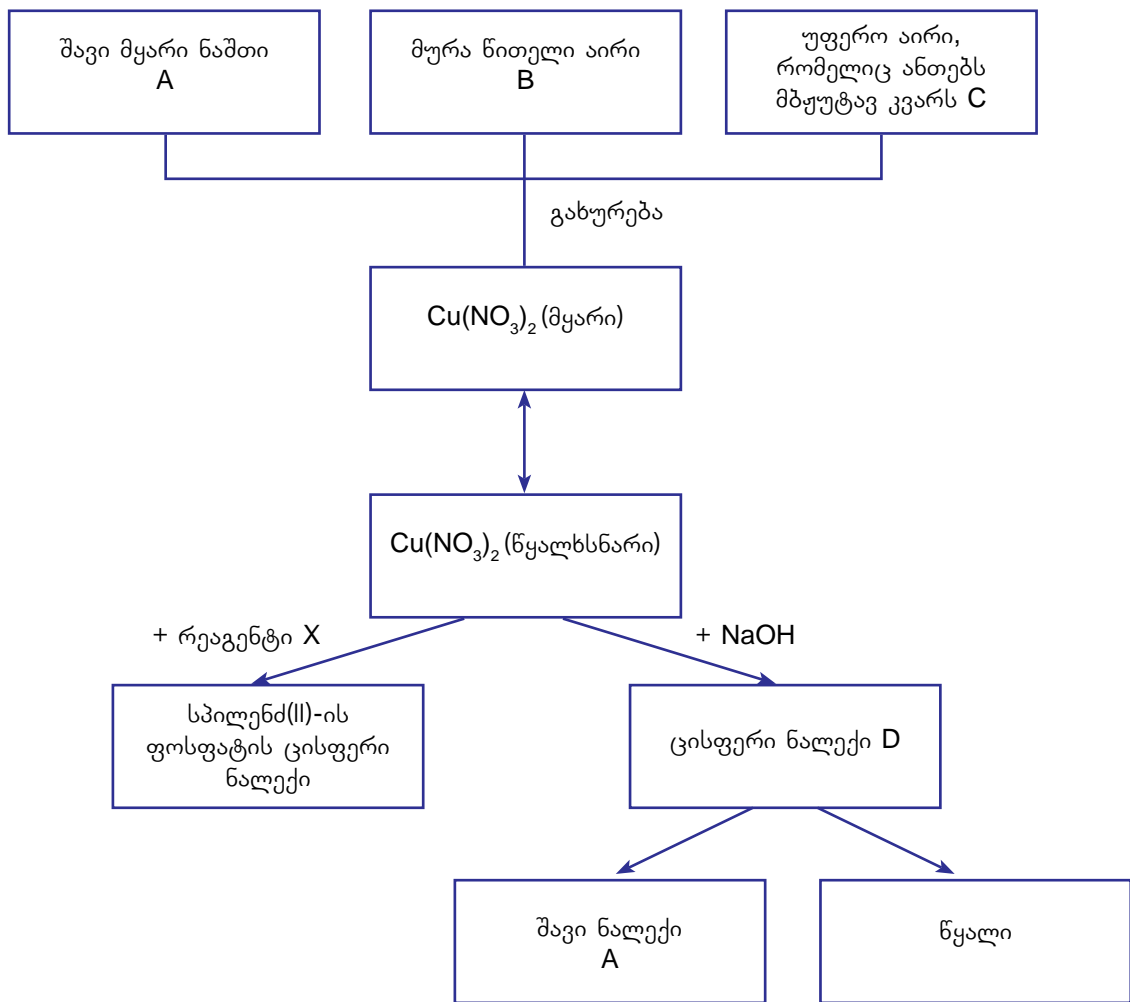


ა) განსაზღვრეთ ამ რეაქციაში აღმდგენი და მჟანგავი ელემენტები.

ბ) რომელი გარეგნული ნიშნები ახლავს თან რეაქციის მიმდინარეობას?

გ) ჭარბი რაოდენობით სპილენძი დაამატეს 25 მლ 10 მოლი/ლ კონცენტრაციის აზოტმჟავას ხსნარს. გამოთვალეთ გამოყოფილი აზოტის დიოქსიდის მოცულობა (ნ. პ.).

დ) ქვემოთ მოცემულ სქემაზე წარმოდგენილია სპილენძ(II)-ის ნიტრატის გარდაქმნის სხვადასხვა რეაქციაში.



- i) დაწერეთ A, B, C და D ნივთიერებების ფორმულები.
- ii) შეადგინეთ სპილენძ(II)-ის ნიტრატის დაშლის რეაქციის ტოლობა
- iii) დაასახელეთ რეაგენტი X და შეადგინეთ მისი სპილენძ(II)-ის ფოსფატთან რეაქციის შეკვეცილი იონური ტოლობა.

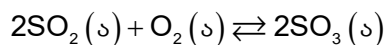
დავალეზა 3. გოგირდმჟავა და სულფატები

3.1 გოგირდმჟავა ერთ-ერთი ყველაზე ძლიერი მჟავაა და მრავალმხრივ გამოიყენება მრეწველობაში.

- ა) რას ნიშნავს ძლიერი მჟავა?
- ბ) დაწერეთ წყალხსნარში გოგირდმჟავას დისოციაციის ტოლობა.

3.2. მრეწველობაში გოგირდმჟავა მიიღება კონტაქტური მეთოდით, რამდენიმესაფეხურიანი გარდაქმნით. ერთ-ერთ საფეხურზე გოგირდის შემცველი მადნის გადამუშავე-

ბით მიღებულ გოგირდის დიოქსიდს ჟანგავენ ჟანგბადით და მიიღება გოგირდის ტრიოქსიდი:



ა) როგორ გავლენას მოახდენს წნევის ცვლილება გოგირდის ტრიოქსიდის წარმოქმნაზე?

ბ) ამ პროცესში კატალიზატორად იყენებენ ვანადიუმ(V)-ის ოქსიდს. ახსენით კატალიზატორის მოქმედების პრინციპი.

3.3. განზავებული გოგირდმჟავა გამოიყენება სულფატების მისაღებად.

მოსწავლემ მიიღო თუთიის სულფატი თუთიის კარბონატიდან.

საფეხური 1) 20 მლ 0.4 მოლი/ლ კონცენტრაციის გოგირდმჟავას ხსნარს დაამატა ჭარბი თუთიის კარბონატი რეაქციის დასრულებამდე.

საფეხური 2) მიღებული ნარევი გაფილტრა.

საფეხური 3) ფილტრატი ფრთხილად ააორთქლა თუთიის სულფატის ჰეპტაჰიდრატის კრისტალების წარმოქმნამდე.

ა) როგორ შეამჩნევთ, რომ პირველ საფეხურზე ჩატარებული რეაქცია დასრულდა?

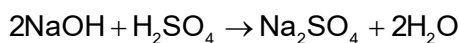
ბ) რატომ ემატება თუთიის კარბონატი ჭარბად?

გ) დაწერეთ მიმდინარე რეაქციის ტოლობა და გამოთვალეთ მიღებული თუთიის სულფატის კრისტალჰიდრატის მასა.

დ) კიდევ რომელი ნივთიერების გამოყენება შეიძლება განზავებული გოგირდმჟავადან თუთიის სულფატის მისაღებად?

3.4. გოგირდმჟავას კონცენტრაციის განსაზღვრის მიზნით მოსწავლემ ჩაატარა ანალიზი გატიტრის მეთოდის გამოყენებით. კონუსურ კოლბაში მოათავსა 20.0 მლ გოგირდმჟავას უცნობი კონცენტრაციის ხსნარი (საკვლევი ხსნარი) და დაამატა რამდენიმე წვეთი ფენოლფთალიინი.

ბიურეტი შეავსო 0.2 მოლი/ლ კონცენტრაციის ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარით და გატიტრა საკვლევი ხსნარი. ეკვივალენტობის წერტილის მისაღწევად დაიხარჯა 25.0 მლ ნატრიუმის ტუტის ხსნარი. ამ დროს მიმდინარეობს რეაქცია:



მოცემული ინფორმაციის საფუძველზე უპასუხეთ ქვემოთ მოცემულ კითხვებს:

ა) როგორ იცვლება ინდიკატორის ფერი ზემოთ აღწერილ პროცესში.

ბ) განსაზღვრეთ გოგირდმჟავას კონცენტრაცია შემდეგი ეტაპების მიხედვით:

i. გამოთვალეთ ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარში გახსნილი ნივთიერების მოლუბის რიცხვი.

ii. რეაქციის ტოლობის მიხედვით განსაზღვრეთ დახარჯული გოგირდმჟავას მოლუბის რიცხვი.

iii. გამოთვალეთ გოგირდმჟავას კონცენტრაცია და პასუხი გამოსახეთ მოცემულ ერთეულებში – მოლი/ლ და გ/ლ.

3.5. ბარიუმის სულფატი არის წყალსა და მჟავაში უხსნადი მარილი, რომელსაც იყენებენ კუჭ-ნაწლავის რენტგენოგრაფიულ ანალიზში.

ამ მარილის მიღება შეიძლება ჭარბ ბარიუმის ქლორიდზე განზავებული გოგირდმჟავას მოქმედების შედეგად.

ა) დაწერეთ ამ დროს მიმდინარე რეაქციის მოლეკულური და შეკვცვილი იონური ტოლობები.

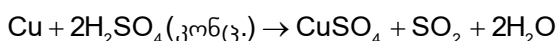
ბ) როგორ გამოყოფთ მიღებული ნარევიდან მშრალ, სუფთა ბარიუმის სულფატს? აღწერეთ პროცესი თანამიმდევრულად.

გ) ბარიუმის სულფატის მისაღებად გამოიყენეს 20.0 მლ 0.5 მოლი/ლ კონცენტრაციის გოგირდმჟავა. მაქსიმუმ, რა მასის ბარიუმის სულფატის მიღებაა შესაძლებელი ამ ექსპერიმენტის შედეგად?

დ) მოსწავლეებმა ჩაატარეს ზემოთ აღწერილი ექსპერიმენტი და მიღებული ბარიუმის სულფატის მასა აღმოჩნდა 1.92 გ. გამოთვალეთ რეაქციის პროცენტული გამოსავლიანობა.

ე) რატომ მიიღეს მოსწავლეებმა უფრო მცირე რაოდენობის ნალექი, თეორიულთან შედარებით? დაასახელეთ ორი მიზეზი.

3.6. კონცენტრირებული გოგირდმჟავა რეაგირებს სპილენძთან ქვემოთ მოცემული რეაქციის მიხედვით:



ა) დაასახელეთ მჟანგავი და აღმდგენი მოცემულ რეაქციაში.

ბ) 25 მლ 12 მოლი/ლ კონცენტრაციის ცხელ გოგირდმჟავას ჭარბად დაამატეს სპილენძი. გამოთვალეთ გამოყოფილი გოგირდის დიოქსიდის მოცულობა (ნ. პ.).

გ) რეაქციის შედეგად მიღებულ ხსნარს წვეთ-წვეთობით დაამატეს ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარი. დაწერეთ ამ დროს მიმდინარე რეაქციის ტოლობა. რა გარეგანი ცვლილება შეინიშნება ამ რეაქციის მიმდინარეობის დროს?

3.7. შაბიამნის კრისტალების მისაღებად მოსწავლემ ჩაატარა ექსპერიმენტი. სპილენძ(II)-ის ოქსიდს დაამატა გოგირდმჟავა და მიღებული ხსნარი ფრთხილად ამოაშრო. ამ დროს წარმოიქმნა სპილენძ(II)-ის სულფატის პენტაჰიდრატი (შაბიამანი).

ა) შეადგინეთ სპილენძ(II)-ის ოქსიდის გოგირდმჟავასთან რეაქციის ტოლობა.

ბ) დაწერეთ სპილენძ(II)-ის სულფატის პენტაჰიდრატის ფორმულა.

გ) რა მასის შაბიამანი წარმოიქმნა, თუ 8 გ სპილენძ(II)-ის ოქსიდი გაიხსნა ჭარბ გოგირდმჟავაში.

დ) სპილენძ(II)-ის სულფატი იონური ნაერთია. რატომ არ ატარებს დენს ეს ნაერთი მყარ მდგომარეობაში და ატარებს წყალხსნარში?

ე) სპილენძ(II)-ის სულფატის წყალხსნარის ელექტროლიზის დროს კათოდზე გამოი-

ყოფა სპილენძი, ხოლო ანოდზე შეინიშნება აირის გამოყოფა.

შეადგინეთ კათოდსა და ანოდზე მიმდინარე პროცესების ამსახველი სქემები და ელექტროლიზის შეჯამებული ტოლობა.

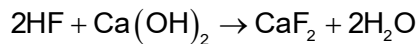
ვ) ელექტროლიზის შედეგად მიღებულ ხსნარში მეთილნარინჯის ჩანვეთებისას მიიღება წითელი ფერი. ახსენით ამის მიზეზი.

დავალბა 4. ჰალოგენები და მათი ნაერთები

4.1. ფთორი ძალიან აქტიური ელემენტია და ენერგიულად ურთიერთქმედებს წყალთან. ამ დროს მიიღება ფთორწყალბადი და ჟანგბადის ნაერთი ფთორთან, რომელშიც ჟანგბადის ჟანგვის რიცხვია +2. შეადგინეთ აღწერილი რეაქციის ტოლობა.

4.2. ფთორწყალბადი წყალში ხსნადი ნაერთია და წარმოქმნის ფთორწყალბადმჟავას, რომელიც სუსტი ელექტროლიტია. დაწერეთ ფთორწყალბადმჟავას დისოციაციის ტოლობა.

4.3. ფთორწყალბადმჟავა რეაგირებს კალციუმის ჰიდროქსიდთან წყალში უხსნადი კალციუმის ფთორიდის წარმოქმნით, რომელიც გამოიყენება ალუმინის წარმოებაში, მუხრუჭების ზედაპირების დაფარვისას და სხვ.



ა) დაწერეთ ამ რეაქციის იონური ტოლობა.

ბ) რა მინიმალური მოცულობის კალციუმის ჰიდროქსიდის 0.150 მოლი/ლ კონცენტრაციის ხსნარია საჭირო, რომ 0.2 გ HF სრულად შევიდეს რეაქციაში? რა მასის ნალექი გამოიყოფა ამ დროს?

4.4. ფთორწყალბადმჟავას „მლღობ მჟავას“ უწოდებენ, რადგან რეაქციაში შედის მინასთან, რომელიც შეიცავს სილიციუმის დიოქსიდს. დაწერეთ სილიციუმის დიოქსიდსა და ფთორწყალბადმჟავას შორის მიმდინარე რეაქციის ტოლობა, რომლის დროსაც წარმოიქმნება სილიციუმის ტეტრაფთორიდი და წყალი.

4.5. ქლორი ძლიერ მომწამლავი, აგრესიული აირია. ის ძლიერი მჟანგავია. უფრო აქტიურია, ვიდრე ბრომი და იოდი. მაგალითად, ის აძვეებს იოდს იოდიდებიდან.

ა) დაწერეთ ქლორსა და კალიუმის იოდიდს შორის მიმდინარე რეაქციის ტოლობა და დაასახელეთ მჟანგავი და აღმდგენი.

ბ) რა გარეგნული ცვლილება შეინიშნება ამ რეაქციის მიმდინარეობის დროს?

გ) ქლორი რეაქციაში შედის მეტალურ რკინასთან და რკინა(III)-ის ქლორიდს წარმოქმნის. შეადგინეთ რეაქციის ტოლობა.

დ) დაასახელეთ ორი გზა, რომლითაც შესაძლებელი იქნება ამ რეაქციის სიჩქარის გაზრდა.

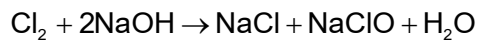
4.6. კალციუმის ქლორიდის წყალხსნარი გამოიყენება მედიცინაში კალციუმის ნაკლებობის და კალიუმის სიჭარბის საწინააღმდეგოდ.

ა) დაასახელეთ ბმის ტიპი კალციუმის ქლორიდში.

ბ) შეადგინეთ კალციუმის ქლორიდის ნაღობის ელექტროლიზის დროს კათოდსა და ანოდზე მიმდინარე როცესების სქემები.

გ) დაწერეთ იმ ნივთიერებათა ფორმულები, რომლებიც მიიღება კალციუმის ქლორიდის წყალხსნარის ელექტროლიზის დროს.

4.7. ქლორი რეაგირებს ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ცივ ხსნართან შემდეგი რეაქციის მიხედვით:



ამ დროს მიღებული ნატრიუმის ჰიპოქლორიტი გამოიყენება, როგორც მათეთრებელი და სადეზინფეციო საშუალება ბაქტერიების, ვირუსებისა და სოკოების წინააღმდეგ.

134.4 მლ (ნ. პ.) ქლორი გაატარეს 100 მლ 0.250 მოლი/ლ კოცენტრაციის ნატრიუმის ტუტის ხსნარში.

ა) გამოთვალეთ თითოეული რეაგენტის რაოდენობა მოლებში.

ბ) განსაზღვრეთ, რომელი რეაგენტი იყო ჭარბი და რამდენი დარჩა რეაქციაში შეუსვლელი.

გ) გამოთვალეთ მიღებული ნატრიუმის ჰიპოქლორიტის მასა.

4.8. მრეწველობაში ქლორი მიიღება ნატრიუმის ქლორიდის წყალხსნარის ელექტროლიზით.

ა) დაწერეთ ამ დროს მიმდინარე რეაქციის შეჯამებული ტოლობა.

ბ) გამოთვალეთ, რა მოცულობის (ნ. პ.) ქლორი მიიღება 200 გ 5.85 %-იანი ხსნარის ელექტროლიზის შედეგად. ჩათვალეთ, რომ რეაქცია მიმდინარეობს 100%-იანი გამოსავლიანობით.

4.9. ა) ქლორი რეაგირებს ნატრიუმის ბრომიდის ხსნართან. ამ დროს გამოიყოფა ბრომი და ხსნარი იცვლის ფერს.

შეადგინეთ აღწერილი რეაქციის ტოლობა და ივარაუდეთ, რა ფერს მიიღებს ხსნარი.

ბ) კალიუმის ბრომიდი გამოიყენება მედიცინაში ეპილეფსიური მოვლენების სამკურნალოდ. რა მასის კალიუმის ბრომიდი უნდა მიიღოს დღეში ადამიანმა, თუ მას ესაჭიროება 16 მგ ბრომიდ-იონი ყოველდღიურად?

4.10. იოდი ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი ელემენტია, რომელიც განაპირობებს ადამიანის ფარისებრი ჯირკვლის ნორმალურ ფუნქციონირებას. იოდს ვერ გამოიმუშავენ ადამიანის ორგანიზმი და მისი მიღება შეიძლება საკვები პროდუქტებიდან, იოდიზებული სუფრის მარილიდან და, საჭიროების შემთხვევაში, მედიკამენტური დანამატებიდან. მოზარდისთვის ყოველდღიური დოზა არის 150 მკგ.

ა) გამოთვალეთ რამდენი მიკროგრამი კალიუმის იოდიდის მიღებაა საჭირო იოდის დღიური დოზის შესავსებად.

იოდიზებულ სუფრის მარილში იოდი შეიძლება იყოს ორი სახით, კალიუმის იოდიდის (KI) ან კალიუმის იოდატის (KIO₃). მარილში იოდის შემცველობა უნდა იყოს საშუალოდ 40 მკგ/გ.

ბ) გამოთვალეთ, რა მასის კალიუმის იოდიდს უნდა შეიცავდეს 100 გ სუფრის მარილი, რომ მასში იოდის კონცენტრაცია იყოს 40 მკგ/გ.

გ) გამოთვალეთ, რა მასის კალიუმის იოდატს უნდა შეიცავდეს 100 გ სუფრის მარილი, რომ მასში იოდის კონცენტრაცია იყოს 40 მკგ/გ.

დავალება 5. რკინა და მისი ნაერთები

რკინა არის ერთ-ერთი უძველესი მეტალი, რომელსაც ადამიანი ბევრ სფეროში მოიხმარს. გარდა ამისა, რკინა წარმოადგენს უმნიშვნელოვანეს მიკროელემენტს, რომელიც საჭიროა ჩვენი ორგანიზმის ნორმალური ფუნქციონირებისთვის.

5.1. ფოლადისა და თუჯის წარმოებისთვის რკინის მიღება ხდება ბრძმედში. სანყის ნედლეულად შეიძლება გამოყენებული იყოს რკინის შემცველი მადნები, რომლებიც ძირითადად ოქსიდების სახით გვხვდება.

ერთ-ერთ წარმოებაში რკინის მისაღებად გამოიყენეს რკინა(III)-ის ოქსიდი და კოქსი (ნახშირბადი). ამ დროს მიმდინარე პროცესები შეიძლება შემდეგნაირად აღვწეროთ:

- პირველ ეტაპზე კოქსის (ნახშირბადის) წვით ჰაერზე მიიღეს ნახშირორჟანგი.
- მეორე ეტაპზე ნახშირორჟანგი კოქსთან ურთიერთქმედებით ალადგინეს ნახშირბადის მონოოქსიდამდე.
- მესამე ეტაპზე ნახშირბადის მონოოქსიდის გამოყენებით ალადგინეს რკინა მისი ოქსიდიდან.

ა) დაწერეთ თითოეულ ეტაპზე მიმდინარე რეაქციათა ტოლობები.

ბ) რკინის კიდევ ერთი წყარო არის მაგნეტიტი – Fe_3O_4 (რკინა(II, III)-ის ოქსიდი). რა მასის რკინა მიიღება თითოეულ შემთხვევაში, თუ გადასამუშავებლად აიღეს 1 ტონა რკინა(III)-ის ოქსიდი და 1 ტონა რკინის ხენჯი? ჩათვალეთ, რომ რეაქციები წარიმართა 100%-იანი გამოსავლიანობით.

გ) რკინა ადვილად იჟანგება ნესტიან გარემოში და განიცდის კოროზიას. დაასახელეთ ორი საშუალება, რომლითაც შეიძლება რკინის კოროზიის თავიდან აცილება.

5.2. რკინადეფიციტური ანემია არის პათოლოგიური მდგომარეობა, რომლის დროსაც სისხლში ჰემოგლობინის რაოდენობის შემცირების გამო ორგანოებსა და ქსოვილებს საჭირო რაოდენობის ჟანგბადი ვერ მიეწოდება, რაც ნეგატიურად აისახება მთლიანად ადამიანის ორგანიზმის ფუნქციონირებაზე.

ანემიის თავიდან ასაცილებლად მნიშვნელოვანია რკინით მდიდარი საკვები, რომელიც მოიცავს როგორც ცხოველურ, ისე მცენარეულ პროდუქტებს. აღსანიშნავია, რომ ადამიანის ორგანიზმი ცხოველური პროდუქტებისგან უფრო მეტ რკინას ითვისებს.

საჭიროების შემთხვევაში შესაძლებელია სამკურნალოდ მედიკამენტური საშუალებების მიღება, რომლებშიც რკინა შეიძლება იყოს სულფატის ან ჰიდროქსიდის სახით. მოზარდებში რკინის დღიური ნორმა საშუალოდ არის 12 მგ.

რკინადეფიციტური ანემიის ერთ-ერთი სამკურნალო პრეპარატი წარმოადგენს სუს-

პენზიას, რომელიც შეიცავს რკინას, რკინა(III)-ის ჰიდროქსიდის სახით. ცნობილია, რომ რკინის შემცველობა არის 50 მგ/მლ. გამოთვალეთ, რა მასის რკინა(III)-ის ჰიდროქსიდი იქნება ამ პრეპარატის 1 მლ-ში.

5.3. რკინა განსხვავებულად რეაგირებს განზავებულ და კონცენტრირებულ გოგირდმჟავასთან.

ა) რკინა განზავებულ გოგირდმჟავასთან შედის ჩანაცვლების რეაქციაში რკინა(II)-ის მარილის წარმოქმნით. დაწერეთ შესაბამისი რეაქციის ტოლობა.

ბ) ცივი კონცენტრირებული გოგირდმჟავა რკინას აპასიურებს, შესაბამისად, მისი გადატანა შესაძლებელია რკინის ცისტერნებით. ცხელი კონცენტრირებული გოგირდმჟავა რეაგირებს რკინასთან, რკინა(III)-ის სულფატის, გოგირდის დიოქსიდისა და წყლის წარმოქმნით. დაწერეთ რეაქცია და გაათანაბრეთ ელექტრონული ბალანსის გამოყენებით.

5.4. რკინა აქტიური მეტალია და აძევებს მასზე პასიურ მეტალებს მარილთა წყალხსნარებიდან.

5-გრამიანი რკინის ლურსმანი ჩაუშვეს ხსნარში, რომელიც შეიცავდა 0.01 მოლ სპილენძ(II)-ის სულფატს. რეაქციის დასრულების შემდეგ ლურსმანი ამოიღეს, წყლით გარეცხეს, გააშრეს და აწონეს. რა მასა ექნება ლურსმანს?

დავლება 6. მძიმე მეტალები

6.1. თუთია

სფალერიტი არის თუთიის სულფიდის შემცველი მინერალი, რომელიც თუთიის ერთ-ერთ მთავარ წყაროს წარმოადგენს.

ა) რა მასის თუთიის მიღება შეიძლება 1 ტონა სფალერიტის დამუშავების შედეგად, თუ მასში თუთიის სულფიდის შემცველობა არის 80%?

ბ) დაწერეთ თუთიის სულფიდის ჰაერზე გამოწვის რეაქციის ტოლობა.

გ) თუთია მნიშვნელოვანი მიკროელემენტია იმუნური სისტემის ფუნქციონირებისა და მეტაბოლური პროცესების სწორად მიმდინარეობისთვის. ზრდასრული ადამიანისთვის თუთიის ყოველდღიური დოზაა საშუალოდ 10 მგ. თუთიის სულფატის შემცველ დანამატებს დაავადება „აკნეს“ სამკურნალოდ იყენებენ. რა მასის თუთიის სულფატი შეიცავს 10 მგ თუთიას?

დ) თუთია გამოიყენება გალვანოსტეგიაში რკინის ნაკეთობების დასაფარად, მათი კოროზიისგან დაცვის მიზნით. როგორ იცავს გალვანოსტეგია რკინას დაჟანგვისგან?

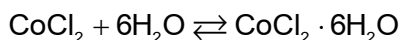
6.2 კობალტი

კობალტი მნიშვნელოვანი მიკროელემენტია, რომელიც შედის B_{12} ვიტამინის (კობალამინი) შედგენილობაში. ამ ვიტამინის ნაკლებობის შემთხვევაში ინიშნება პრეპარატი ჰიდროქსიკობალამინი, რომლის მოლეკულური ფორმულაც არის $C_{62}H_{89}CoN_{13}O_{15}P$.

ა) რა მასის ჰიდროქსიკობალამინი შეიცავს 1000 მგ კობალტს?

ბ) კობალტის ერთ-ერთი ნაერთია მისი შერეული ოქსიდი Co_3O_4 – კობალტ(II, III)-ის ოქსიდი. ამ ოქსიდის წყალბადთან ურთიერთქმედებით მიიღება კობალტი. დაწერეთ რეაქციის ტოლობა.

გ) კობალტ(II)-ის ქლორიდი გამოიყენება ჰაერში ტენიანობის აღმოსაჩენად. კობალტ(II)-ის ქლორიდი იერთებს წყალს და მიიღება კრისტალჰიდრატი, რომელსაც უწყლო მარილისგან განსხვავებული ფერი აქვს:



მოიძიეთ ინფორმაცია, თუ როგორ იცვლება ფერი ამ პროცესში. გამოთვალეთ, რამდენი გრამი კობალტ(II)-ის ქლორიდია საჭირო 100 გ წყლის დასაკავშირებლად.

6.3 ტყვია

ტყვია წარმოებაში ერთ-ერთი ყველაზე ფართოდ გამოყენებული მძიმე მეტალია. ორგანიზმებისათვის ტოქსიკური ელემენტია.

ა) ტყვიის მიღება შეიძლება ტყვია(II)-ის ბრომიდის ნალღობის ელექტროლიზით.

დაასახელეთ ამ პროცესის მიმდინარეობის დროს კათოდსა და ანოდზე გამოყოფილი ნივთიერებები.

ბ) ტყვია(III)-ის ნიტრატის ურთიერთქმედებით კალიუმის იოდიდთან მიიღება ყვითელი ფერის ნალექი. დაწერეთ ამ რეაქციის მოლეკულური და შეკვეცილი იონური ტოლობები.

6.4. ვერცხლი

ვერცხლი გამოიყენება საიუველირო საქმეში. გარდა ამისა, მას აქვს მსუბუქი ბაქტერიციდული თვისებები.

ა) ვერცხლის ერთ-ერთი ყველაზე ფართოდ გამოყენებული ნაერთია ვერცხლ(I)-ის ნიტრატი, რომელიც მიიღება ვერცხლზე კონცენტრირებული აზოტმჟავას მოქმედებით. ამ დროს ასევე გამოიყოფა მურა ფერის აირი. დაწერეთ მიმდინარე რეაქციის ტოლობა და გაათანაბრეთ ელექტრონული ბალანსის გამოყენებით.

ბ) ვერცხლ(I)-ის ნიტრატში ჩაუშვებს თუთიის ფირფიტა. რა ცვლილება შეინიშნება ამ დროს? შეადგინეთ შესაბამისი რეაქციის ტოლობა.

გ) ვერცხლის ქლორიდი წყალში უხსნადია. დაწერეთ მისი მიღების რეაქცია ორი მარილის ურთიერთქმედებით.

დ) ვერცხლის ბრომიდი სინათლეზე იშლება მარტივი ნივთიერებების წარმოქმნით. შეადგინეთ რეაქციის ტოლობა. მოიძიეთ ინფორმაცია ამ რეაქციის გამოყენების შესახებ.

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

ქიმიაში ხშირად გამოყენებული ერთეულები

პრეფიქსი	პიკო (პ)	ნანო (ნ)	მიკრო (მკ)	მილი (მ)	სანტი (ს)	დეცი (დ)	კილო (კ)
მნიშვნელობა	10^{-12}	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:

$$1 \text{ მ} = 10^{12} \text{ პმ} = 10^9 \text{ ნმ} = 10^6 \text{ მკმ} = 10^3 \text{ მმ} = 10^2 \text{ სმ} = 10^{-3} \text{ კმ}$$

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

მჟავებიდან წყალბადს აძევებს

მჟავებიდან წყალბადს
ვერ აძევებს

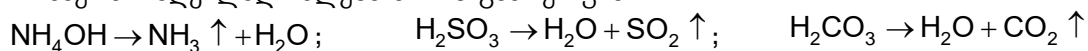
ელემენტთა ფარდობითი ელექტროუარყოფითობების ცხრილი

1 H 2.2																
3 Li 1.0	4 Be 1.6											5 B 2.0	6 C 2.6	7 N 3.0	8 O 3.4	9 F 4.0
11 Na 0.9	12 Mg 1.3											13 Al 1.6	14 Si 1.9	15 P 2.2	16 S 2.6	17 Cl 3.2
19 K 0.8	20 Ca 1.0	21 Sc 1.4	22 Ti 1.5	23 V 1.6	24 Cr 1.7	25 Mn 1.6	26 Fe 1.8	27 Co 1.9	28 Ni 1.9	29 Cu 1.9	30 Zn 1.7	31 Ga 1.8	32 Ge 2.0	33 As 2.2	34 Se 2.6	35 Br 3.0
37 Rb 0.8	38 Sr 1.0	39 Y 1.2	40 Zr 1.3	41 Nb 1.6	42 Mo 2.2	43 Tc 2.1	44 Ru 2.2	45 Rh 2.3	46 Pd 2.2	47 Ag 1.9	48 Cd 1.7	49 In 1.8	50 Sn 2.0	51 Sb 2.1	52 Te 2.1	53 I 2.7
55 Cs 0.8	56 Ba 0.9	57 La* 1.1	72 Hf 1.3	73 Ta 1.5	74 W 1.7	75 Re 1.9	76 Os 2.2	77 Ir 2.2	78 Pt 2.2	79 Au 2.4	80 Hg 1.9	81 Tl 1.8	82 Pb 1.8	83 Bi 1.9	84 Po 2.0	85 At 2.2
87 Fr 0.7	88 Ra 0.9	89 Ac** 1.1														

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.

ზოგიერთი ელემენტის აღდგენის სტანდარტული პოტენციალის ცხრილი

აღდგენის რეაქცია	სტანდარტული ელექტროდული პოტენციალი, ვ
$\text{Au}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Au}$	+1.69
$\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$	+0.80
$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$	+0.34
$\text{Fe}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}$	-0.04
$\text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb}$	-0.13
$\text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ni}$	-0.26
$\text{Cd}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cd}$	-0.40
$\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}$	-0.45
$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}$	-0.76
$\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}$	-1.66
$\text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mg}$	-2.36
$\text{Na}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Na}$	-2.71
$\text{Ca}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ca}$	-2.87
$\text{K}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{K}$	-2.93
$\text{Li}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Li}$	-3.05



უსაფრთხოების წესები სასკოლო საბუნებისმეტყველო ლაბორატორიაში მუშაობის პროცესში



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



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




არასოდეს იმუშაოთ ლაბორატორიაში უფროსის თანდასწრების გარეშე.



ნებისმიერი შემთხვევის შესახებ დაუყოვნებლივ შეატყობინეთ მასწავლებელს.



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



გაცხელების დროს არასოდეს მიმართოთ სინჯარის პირი თქვენკენ ან სხვისკენ.




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




დაუშვებელია ლაბორატორიაში სირბილი და თამაში.




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




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




ნებისმიერ ელექტრულ ხელსაწყოთან მუშაობის შემთხვევაში ხელები უნდა გქონდეთ მშრალი.



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



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



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

ქიმიური ელემენტების პერიოდული ტიპის ცხრილი (გრძელი)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VII B	VIII B	VIIIB	IX	X	XI B	XII B	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>1 H წყალბადი 1.008</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>2 He ჰელიუმი 4.003</p> </div> </div>																		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>3 Li ლითონი 6.94</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>4 Be ბერილიუმი 9.01</p> </div> </div>																		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>5 B ბორი 10.81</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>6 C ნახშირბადი 12.01</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>7 N აზოტი 14.00</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>8 O ოქსიგენი 15.99</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>9 F ფორი 18.99</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>10 Ne ნეონი 20.18</p> </div> </div>																		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>11 Na ნატრიუმი 22.99</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>12 Mg მაგნიუმი 24.30</p> </div> </div>																		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>13 Al ალუმინი 26.98</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>14 Si სილიციუმი 28.08</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>15 P ფოსფორი 30.97</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>16 S სერენი 32.06</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>17 Cl ქლორი 35.45</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>18 Ar არგონი 39.95</p> </div> </div>																		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>19 K პოტაშიუმი 39.10</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>20 Ca კალციუმი 40.08</p> </div> </div>																		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>21 Sc სკანდიუმი 44.96</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>22 Ti ტიტანიუმი 47.87</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>23 V ვანადიუმი 50.94</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>24 Cr კრომიუმი 52.00</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>25 Mn მანგანუმი 54.94</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>26 Fe ჰაემი 55.85</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>27 Co კობალტი 58.93</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>28 Ni ნიკელი 58.69</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>29 Cu საინდო 63.55</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>30 Zn ცინკი 65.38</p> </div> </div>																		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>31 Ga გალიუმი 69.72</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>32 Ge გერმანიუმი 72.63</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>33 As არსენი 74.92</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>34 Se სელენი 78.97</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>35 Br ბრომი 79.90</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>36 Kr კრიპტონი 83.80</p> </div> </div>																		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>37 Rb რუბიდიუმი 85.48</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>38 Sr სტრონციუმი 87.62</p> </div> </div>																		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>39 Y იტრიუმი 88.91</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>40 Zr ცირონიუმი 91.22</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>41 Nb ნიობიუმი 92.91</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>42 Mo მოლიბდენი 95.95</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>43 Tc ტექნიციუმი 97.91</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>44 Ru რუთენიუმი 101.07</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>45 Rh რინიუმი 102.91</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>46 Pd პალადიუმი 106.42</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>47 Ag აგონი 107.87</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>48 Cd კადმიუმი 112.41</p> </div> </div>																		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>49 In ინდიუმი 114.82</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>50 Sn სნობიუმი 118.71</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>51 Sb ანტიმონი 121.76</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>52 Te ტელური 127.60</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>53 I იოდი 126.90</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>54 Xe ქსენონი 131.29</p> </div> </div>																		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>55 Cs ცეზიუმი 132.91</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>56 Ba ბარიუმი 137.33</p> </div> </div>																		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>57 La ლაანთანი 138.91</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>58 Ce ცერონი 140.12</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>59 Pr პრომიტიუმი 140.91</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>60 Nd ნეოდიმიუმი 144.24</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>61 Pm პრომიტიუმი 144.91</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>62 Sm სამარიუმი 150.36</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>63 Eu ევროპიუმი 151.96</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>64 Gd გადოლიუმი 157.25</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>65 Tb თერბიუმი 158.93</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>66 Dy დიზმიუმი 162.50</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>67 Ho ჰოლიუმი 164.93</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>68 Er ერიუმი 167.26</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>69 Tm თოლმიუმი 168.93</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>70 Yb იბერიუმი 173.05</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>71 Lu ლუთეციუმი 175.00</p> </div> </div>																		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>72 Hf ჰაფნიუმი 178.49</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>73 Ta ტანგსტანი 180.95</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>74 W ვოლფრამი 183.84</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>75 Re რენიუმი 186.21</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>76 Os ოსმიუმი 190.23</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>77 Ir ირიდიუმი 192.22</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>78 Pt პლატინა 195.08</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>79 Au აურუმი 196.97</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>80 Hg მერკური 200.59</p> </div> </div>																		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>81 Tl თალიუმი 204.38</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>82 Pb პლუმბი 207.2</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>83 Bi ბისმუტი 208.98</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>84 Po პოლონიუმი 209.99</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>85 At ასტატი 209.99</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>86 Rn რადონი 222.02</p> </div> </div>																		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>87 Fr ფრანციუმი 223.02</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>88 Ra რადიუმი 226.03</p> </div> </div>																		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>89 Ac აქტინიუმი 227.03</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>90 Th თორიუმი 232.04</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>91 Pa პროტაქტინიუმი 231.04</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>92 U ურანი 238.03</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>93 Np ნეპტუნიუმი 237.05</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>94 Pu პლუტონიუმი 244.06</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>95 Am ამერიციუმი 243.06</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>96 Cm კურციუმი 247.07</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>97 Bk ბერკლიუმი 247.07</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>98 Cf კალიფორნიუმი 251.08</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>99 Es ეისენსტაინი 252.08</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>100 Fm ფერმიუმი 257.10</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>101 Md მიხეილენი 258.10</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>102 No ნობელიუმი 259.10</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>103 Lr ლორენსიუმი 262</p> </div> </div>																		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>104 Rf რადიოაქტიური 261.10</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>105 Db დუბნიუმი 262.10</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>106 Sg სიბირიუმი 263.10</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>107 Bh ბორიუმი 264.10</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>108 Hs ჰასიუმი 265.10</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>109 Mt მიტანიუმი 266.10</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>110 Ds დავანსონი 267.10</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>111 Rg რენდელსი 268.10</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>112 Cn კოპერნიციუმი 269.10</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>113 Nh ნიჰონიუმი 270.10</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>114 Fl ფლორიდუმი 270.10</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>115 Mc მოსკოვიუმი 270.10</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>116 Lv ლუვენიუმი 270.10</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>117 Ts ტენესიუმი 270.10</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>118 Og ოგანესონი 270.10</p> </div> </div>																		

ქიმიური ელემენტების პერიოდული ცხრილი (მოკლე)

პერიოდი	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
ჯგუფი	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	VIII	VIII	IX	X	XI	XII	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
1	H 1.01																					
2	Li 6.94	Be 9.01																				
3	Na 22.99	Mg 24.31																				
4	K 39.10	Ca 40.08	Sc	Ti 47.88	V 50.94	Cr 52.00	Mn 54.94	Fe 55.85	Co 58.93	Ni 58.70												
5	Rb 85.47	Sr 87.62	Y 88.91	Zr 91.22	Nb 92.91	Mo 95.94	Tc	Ru 101.1	Rh 102.9	Pd 106.40												
6	Cs 132.91	Ba 137.33	La* 138.91	Hf 178.49	Ta 180.95	W 183.85	Re 187.21	Os 190.20	Ir 192.22	Pt 195.09												
7	Ra 226																					
8																						
9																						
10																						
11																						

* ლანთანოიდები

58	Ce	59	Pr	60	Nd	61	Pm	62	Sm	63	Eu	64	Gd	65	Tb	66	Dy	67	Ho	68	Er	69	Tm	70	Yb	71	Lu
140.12	140.91	144.24	144.91	147.07	150.40	151.96	157.25	158.93	162.50	164.93	167.26	168.93	171.03	173.05	174.97	176.03	177.05	178.06	179.06	179.95	180.95	181.94	182.94	183.85	184.85	185.85	186.85

** აქტინოიდები

90	Th	91	Pa	92	U	93	Np	94	Pu	95	Am	96	Cm	97	Bk	98	Cf	99	Es	100	Fm	101	Md	102	No	103	Lr
232.04	231.04	231.04	238.03	238.03	238.03	237.05	244.1	244.1	244.1	244.1	244.1	244.1	244.1	244.1	244.1	244.1	244.1	244.1	244.1	244.1	244.1	244.1	244.1	244.1	244.1	244.1	

გამოსათვლელი დავალებების პასუხები

1.5

1.2. 40.8 გ; 39.2 გ. 1.3. ა) 110 გ; ბ) 27.5 გ.

1.6

1. ა) 58 გ; ბ) 6.9 %. 2. 20 %. 3. 12 %. 4. 6 M. 5. 2.1 M. 6. 18 გ. 7. 0.58 ლ. 8. 0.75 ლ. 9. 200 გ. 10. 240 გ. 11. 120 მლ.

1.8

4. ა) 90 %; ბ) 30 %; გ) 5 %.

1.9

2. ა) 3 მოლი; ბ) 4 მოლი; გ) 2 მოლი. 6. ა) 0.5 მოლი; ბ) 0.25 მოლი; გ) 0.5 მოლი.

1.12

3. 10^{-3} M. 5. ა) 10^{-9} ; ბ) 10^{-2} ; გ) 10^{-6} ; დ) 10^{-11} .

1.13

2. 10. 3. ა) 10^{-3} ; ბ) 10^{-8} . 4. ა) 2; ბ) 12; გ) 7. 5. ა) 10^{-3} , 10^{-11} ; ბ) 10^{-11} , 10^{-3} ; გ) 10^{-6} , 10^{-8} ; დ) 10^{-8} , 10^{-6} ; ე) 10^{-9} , 10^{-5} . 6. ბ) 10^{-4} , 10^{-6} ; გ) 10^{-10} , 10^{-8} . 7. 2.

1-ელი თავის შემაჯამებელი სავარჯიშოები

3. ა) 17 გ. 4. 78 გ. 5. 50 გ/ლ. 6. 0.00006 გ. 7. 3:5. 8. ა) 16.67 %; ბ) 5 %; გ) 10 %. 9. 1.47 M. 10. 79.875 მლ. 11. 2000 გ. 12. ა) 0.5 M; ბ) 0.0355 M; გ) 0.25 M. 13. ა) 120 გ; ბ) 59.6 გ; გ) 5.475 გ. 14. ა) 1.5 ლ; ბ) 10 ლ; გ) 0.625 ლ. 15. ა) 2 M; ბ) 2 M; გ) 3 მგ/ლ. 16. ა) 80 მლ; ბ) 100 მლ; გ) 10 მლ. 17. ა) 12.5 მლ; ბ) 0.833 მლ; გ) 1.875 მლ. 23. 2-ჯერ. 25. 0.1703. 26. 26.25 გ. 27. 37.5 მლ. 28. 1500 გ. 30. 2.82 M. 31. ა) 0.35; ბ) 165.3 მლ; გ) 0.0067 M; დ) 423.5 გ/ლ. 32. 0.375 M. 33. ა) 1597.5 გ; ბ) 6.75 გ; გ) 17.9775 გ. 34. ა) 0.1784 ლ; ბ) 0.5946 ლ; გ) 0.0796 ლ. 35. ა) 0.1 M; ბ) 0.45 M; გ) 1.8 M. 36. ა) 50 მლ; ბ) 125 მლ; გ) 250 მლ. 37. 50 გ; 200 გ; 100 გ. 38. 300 მლ. 39. ა) 0.116; ბ) 2.39 M; გ) 0.398 M. 40. 0.02326; 0.3428 M. 42. ა) 0.157; ბ) 121.74 მლ; გ) 4.518 M. 43. 0.2043 ლ. 44. 11.5875 გ. 52. 0.18 M. 53. 0.8 M. 54. 0.03 M. 55. 40 მლ. 61. ა) 10^{-2} , 10^{-12} ; ბ) 1.5 ლ. 62. ა) 2 მოლი; ბ) 4 მოლი; გ) 5 მოლი; დ) 3 მოლი. 64. 316.35 მგ. 65. 12.5 გ. 66. 10.35 გ. 67. 0.15. 68. 0.333. 69. 0.4898. 70. 0.24.

2.6

5. 0.56 ლ. 6. 23 %. 7. 6.4 გ.

მე-2 თავის შემაჯამებელი სავარჯიშოები

18. 6 მოლი.

3.1

2. 301 გ. 5. 365 მ³.

3.4

3. ა) 4.5 მოლი, 3 მოლი; ბ) 1.04 მოლი, 25 მოლი; გ) 3.73-9.7 გ; დ) 25.16-76.05 გ;

ე) 0.008 მოლი. 4. 56.96 ლ.

3.8

2. 2.2-ჯერ.

3.9

2. 1.5-ჯერ. 4. 7.84 %.

3.10

6. 240 მლ. 7. 4.48 ლ.

3.11

4. ა) 255.9 კგ; ბ) 25.8 კგ.

მე-3 თავის შემაჯამებელი სავარჯიშოები

4. გ) 2.475 კგ, 24.75 %; ზ) 3.71 კგ. 9. 0.1 მოლი. 10. 19.2 გ. 11. 5 მლ. 12. 56 %; 44 %.
14. 16 გ; 40 გ. 15. 13.5 %; 86.5 %. 16. 35.6 %; 48 %; 16.4 %. 17. 32 %; 68 %. 18. 74 %.
19. 62.5 %; 37.5 %. 20. 6.2 გ. 21. 335.6 მლ. 22. 66 %; 34 %. 23. 5.6 გ; 7.2 გ; 7.2 გ.

საერთო შემაჯამებელი სავარჯიშოები

1.2. 8 გ. 1.3. ა) 0.28 ლ. 1.7. 28.2 %; 20.8 %. 1.9. 0.1575 მოლი/ლ. 2.1. 6.592 ტ. 2.4. დ)
2.25·10²¹. 2.5. გ) 2.8 ლ. 3.3. გ) 2.296 გ. 3.4. i) 0.005 მოლი; ii) 0.0025 მოლი; iii) 0.125
მოლი/ლ, 12.25 გ/ლ. 3.5. გ) 2.33 გ; დ) 82.4 %. 3.6. ბ) 3.36 ლ. 3.7. გ) 25 გ. 4.3. ბ) 33 მლ.
4.7. ა) 0.006 მოლი, 0.025 მოლი; ბ) 0.013 მოლი; გ) 0.447 გ. 4.8. ბ) 22.4 ლ. 4.9. ბ) 23.8
მგ. 4.10. ა) 196 მკგ; ბ) 5.23 მგ; გ) 6.74 მგ. 5.1. ბ) 700 კგ, 724 კგ. 5.2. 95.54 მგ. 5.4. 5.08
გ. 6.1. ა) 536.25 კგ; გ) 24.8 მგ. 6.2. ა) 23 გ; გ) 120.9 გ.

გამოყენებული რესურსები:

1. <https://el.ge>
2. <https://iupac.org>
3. <https://www.cas.org>
4. <https://www.britannica.com>
5. <https://chem.libretexts.org>
6. <https://www.acs.org>
7. ვ. პაპუნიძე, გ. ხატისაშვილი, თ. სადუნიშვილი. მცენარე ჯანმრთელი გარემოსათვის. ბათუმი, "აჭარა", 2006

სურათები:

<https://www.shutterstock.com/>

