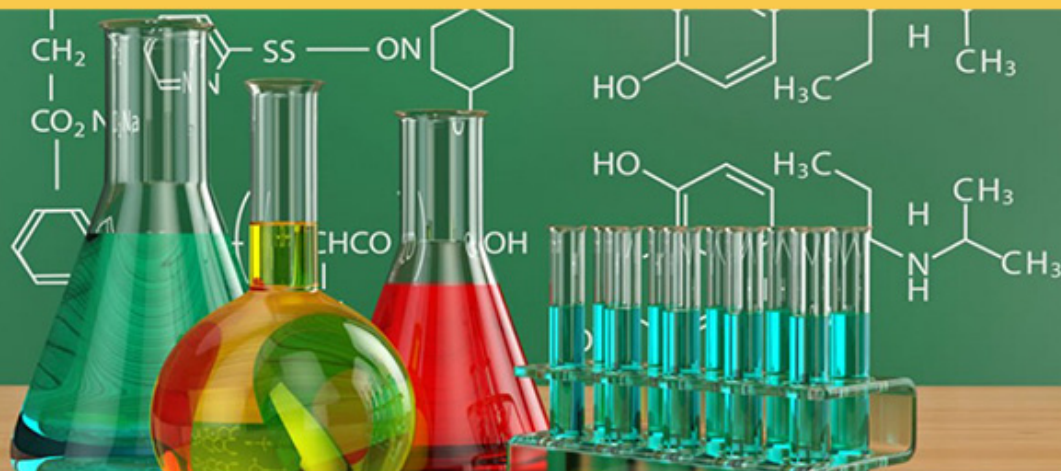


მაია რუსია ქრისტინე ბიორბაძე მიხეილ გვარდნითელი

ქიმიის საფუძვლები



თბილისის
უნივერსიტეტის
განმცემლობა

ქიმიის საფუძვლები

*განა რუსია,
ქრისტიანე გიორგაძე,
მიხეილ გვერდნიძე*

ქიმიის საფუძვლები



თბილისის
უნივერსიტეტის
გამომცემლობა

ქიმიის საფუძვლების მოკლე კონსპექტი განკუთვნილია სახელმძღვანელოდ ზუსტი და საბუნებისმეტყველო ფაკულტეტის ბაკალავრიატის I კურსის სტუდენტებისათვის. მასში წარმოდგენილია ქიმიის საწყისები, რომელთა შესწავლის საფუძველზე სტუდენტი შეძლებს გაეცნოს ქიმიის სპეცკურსებს: ზოგადი ქიმია, არაორგანული ქიმია, ორგანული ქიმია, ფიზიკური ქიმია, ანალიზური ქიმია. წიგნი წარმოადგენს ქიმიის სკოლის კურსში შესწავლილი მასალის გამეორების და გარკვეული გაღრმავების მცდელობას.

რედაქტორი
რეცენზენტი

პროფ. ნ. ლ ე კ ი შ ვ ი ლ ი
პროფ. რ. კ უ ბ ლ ა შ ვ ი ლ ი

ავტორები მადლობას უხდიან ბატონ ბ ა ჩ ა ნ ა ფ ი ჩ ხ ა ი ა ს
წიგნზე მუშაობისას გაწეული დახმარებისათვის

© თბილისის უნივერსიტეტის გამომცემლობა, 2010

ISBN 978-9941-13-162-2

შ ი ნ ა ა რ ს ი

1.	ზოგადი ქიმია -----	7
1.1.	ქიმიის საგანი -----	7
1.2.	ქიმიის ძირითადი ცნებები -----	7
1.3.	სტექიომეტრიის ძირითადი კანონები -----	12
1.4.	არაორგანული ნაერთების ძირითადი კლასები	13
1.5.	ქიმიური რეაქციები და მათი მიმდინარეობის საკვანძო საკითხები -----	23
1.6.	ატომის აღნაგობა -----	30
1.7.	ქიმიური ბმები -----	38
1.8.	ჟანგვა-აღდგენითი რეაქციები -----	44
1.9.	ხსნარები -----	50
1.10.	ელექტროლიტური დისოციაციის თეორია -----	51
1.11.	რეაქციის იონური და შეკვეცილი იონური განტოლებები -----	53
2.	ქიმიური ელემენტები და მათი ნაერთები -----	55
2.1.	წყალბადი -----	55
2.2.	ქლორი -----	58
2.3.	ჟანგბადი -----	61
2.4.	გოგირდი -----	63
2.5.	აზოტი -----	67
2.6.	ნატრიუმი -----	71
2.7.	ალუმინი -----	73
2.8.	კალციუმი -----	75

3.	ორგანული ნაერთები -----	77
3.1.	ალკანები -----	79
3.2.	ალკენები -----	81
3.3.	ალკინები -----	84
3.4.	არენები -----	86
3.5.	ალკანოლები -----	88
3.6.	ალკანალები -----	90
3.7.	ალკანმჟავები -----	92
	ლიტერატურა -----	95

1. ზოგადი ქიმია

1.1. ქიმიის საგანი

ქიმია მეცნიერებაა, რომელიც შეისწავლის ნივთიერებებს, მათ გარდაქმნებს და ამ გარდაქმნების თანმხლებ მოვლენებს.

არსებობს რამოდენიმე შეხედულება ტერმინის – „ქიმია“ წარმომავლობის შესახებ:

1. „ქიუმი“ – ნიშნავს როგორც ძველ ეგვიპტეს, ასევე შავმიწა ნიადაგს (ნილოსის ადიდების შემდეგ ნიადაგი შავი შლამით იფარებოდა);
2. „ქიმ“ – ძველჩინურად ნიშნავს ოქროს;
3. „ქიმეფრის“ – შერევა – ძველბერძნულად.

1860 წ. მარსელენ ბერთლომ განაცხადა: „ქიმია თავად ქმნის თავის კვლევის ობიექტს“. მართლაც, დღეისათვის არსებული 13 მილიონამდე ნაერთიდან, დაახლოებით 90% ლაბორატორიებშია მიღებული. დღესდღეობით არსებობს ქიმიის დაახლოებით 120 განხრა, მათ შორის ისეთი უახლესი, როგორიცაა: მათემატიკური ქიმია, კომპიუტერული ქიმია, ლაზერული ქიმია და ა.შ. მათ შორის ძირითადია: ზოგადი, არაორგანული, ორგანული, ანალიზური და ფიზიკური ქიმია.

1.2. ქიმიის ძირითადი ცნებები

ზოგჯერ მოლეკულას ელემენტის სიმბოლოთი აღვნიშნავთ: ფოსფორი აღინიშნება P-სიმბოლოთი (ასე აღინიშნება თეთრი ფოსფორი – P₄ და ალოტროპული პოლიმერული მოდი-

ფიკაცია (– P_n). ზემოაღნიშნული ეხება აგრეთვე იონურ კრისტალურ ნაერთებს: არ არსებობს KCl, Na₂SO₄, მყარ მდგომარეობაში ისინი ერთიანი კრისტალებია, ხსნარებში – სოლვატირებული იონები.

ცხრილი 1

ზოგიერთი მნიშვნელოვანი ქიმიური ელემენტის რიგობრივი ნომერი, ფარდობითი ატომური მასა, ვალენტობა

ელემენტი	Z	Ar	Val	ელემენტი	Z	Ar	Val
H	1	1	1	Si	14	28	4
Cl	17	35,5	1,3,5,7	Na	11	23	1
O	8	16	2	K	19	39	1
S	16	32	2,4,6	Ca	20	40	2
N	7	14	2,3,4,5	Al	13	27	3
P	15	31	3,5	Fe	26	56	2,3
C	6	12	4				

ნივთიერების აგრეგატული მდგომარეობა

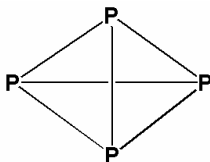
დედამიწის პირობებში ნივთიერება არსებობს ოთხ აგრეგატულ მდგომარეობაში: აირადი, თხევადი, მყარი და პლაზმური. სამყაროში არსებობს განსაკუთრებული ზემდგომარეობა – ნეიტრონული მდგომარეობა, რომელიც რეალიზდება ნეიტრონულ ვარსკვლავებში. ეს ვარსკვლავები 25-30 კმ-ის დიამეტრის სფეროებია, მაგრამ მათი მასა მზის მასაზე მეტია. ამ ნივთიერების 1 სმ³ იწონის 15 მილიარდ ტონას.

ელემენტის უნარს, ბუნებაში იარსებოს რამდენიმე მარტივი ნივთიერების სახით, **ალოტროპია** ეწოდება.

არსებობს O-ს ორი ალოტროპული მოდიფიკაცია: O₂ – ჟანგბადი და O₃ – ოზონი.

C-ის ალოტროპული მოდიფიკაციებია: ალმასი, გრაფიტი, კარბინი, გრაფინი და ფულერენი.

P-ს ბევრი (11) ალოტროპული მოდიფიკაცია აქვს: მათ შორის მნიშვნელოვანია: თეთრი, წითელი და შავი (პოლიმერული) ფოსფორი.



P₄ თეთრი ფოსფორი (ტეტრაედრული მოლეკულა)

არსებობს კალას ორი ალოტროპული მოდიფიკაცია – თეთრი და რუხი. თეთრ კალას მეტალების მირჩილვისათვის იყენებენ, რუხი კალა კი რბილი, ფხვიერი ნივთიერებაა. მკაცრი ზამთრის პირობებში, ძალიან დაბალ ტემპერატურაზე, თეთრი კალა თავისთავად გარდაიქმნება რუხ კალად. ეს გახდა 1912 წელს სამხრეთ პოლუსზე ინგლისელი მოგზაურის სკოტის ექსპედიციის დაღუპვის მიზეზი. თხევადი სანჯავი, რომელიც ექსპედიციამ თან წაიღო, კალით მირჩილულ ჭურჭელში იყო ჩასხმული. ძლიერი ყინვის გავლენით თეთრი კალა რუხ კალად გარდაიქმნა, ჭურჭელი დაიშალა და სანჯავი დაიღვარა.

რიცხვს, რომელიც გვიჩვენებს თუ რამდენჯერ მეტია მოცემული ელემენტის ატომის საშუალო მასა ნახშირბადის ¹²C იზოტოპის ატომის მასის 1/12 ნაწილზე, **ფარდობითი ატომური მასა (Ar)** ეწოდება. ამ ერთეულს ზოგჯერ დალტონს უწოდებენ.

რიცხვს, რომელიც გვიჩვენებს თუ რამდენჯერ მეტია მოცემული ნივთიერების მოლეკულის საშუალო მასა ნახშირბადის ¹²C იზოტოპის ატომის მასის 1/12 ნაწილზე, **ფარდობითი მოლეკულური მასა (Mr)** ეწოდება.

მასური წილი ω : H₂SO₄,

$$Mr(H_2SO_4) = 98 = 1 \cdot 2(H) + 32(S) + 4 \cdot 16(O)$$

$$\omega(H) = 2/98; \omega(S) = 32/98; \omega(O) = 64/98$$

მოლი SI სისტემის ერთ-ერთი ძირითადი ერთეულია. მოლი არის ნივთიერების ის რაოდენობა, რომელიც შეიცავს მოცემული ნივთიერების იმდენსავე სტრუქტურულ ნაწილაკს, რამდენი ატომიცაა 0.012 კგ ^{12}C იზოტოპში. ამ რიცხვს **ავოგადროს რიცხვი ეწოდება** – N_A

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$$

ერთნაირი ატომგულის მუხტის მქონე ატომებს **ქიმიური ელემენტი** ეწოდება.

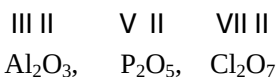
ერთი სახის ქიმიური ელემენტისაგან შემდგარ ნივთიერებას **მარტივი ნივთიერება** ეწოდება; ორი და მეტი ელემენტისაგან შემდგარს – **რთული ნივთიერება**.

მოლეკულის შედგენილობას, ჩანერილს ელემენტების სიმბოლოებით და ინდექსებით **ქიმიური ფორმულა** ეწოდება. ქიმიური ფორმულებით ჩანერილ ქიმიურ რეაქციას კი **ქიმიური ტოლობა**.

ელემენტის ატომის უნარს შეიერთოს მეორე ელემენტის ატომების გარკვეული რიცხვი **ვალენტობა** ეწოდება.

ელემენტის ვალენტობის მიხედვით ქიმიური ფორმულის შედგენა

$A_Y B_X$ – ბინარული ნაერთი



**ელემენტის ვალენტობის განსაზღვრა
ფორმულის მიხედვით**

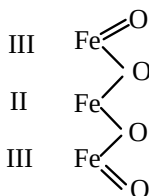
$$A_Y B_X \quad V_A = \frac{V_B \cdot X}{Y}; \quad V_B = \frac{V_A \cdot Y}{X};$$

$$N_2O_5 \quad V_N = \frac{2 \cdot 5}{2} = 5$$

არის გამონაკლისი შემთხვევებიც, მაგ.:

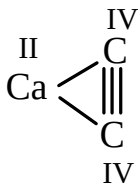
$$Fe_3O_4 \quad V_{Fe} = \frac{8}{3} = 2\frac{2}{3}, \text{ რაც არარეალურია.}$$

სინამდვილეში, $Fe_3O_4 = FeO \cdot Fe_2O_3$



ე. ი. რკინის ორი ატომი სამვალენტიანია, ერთი – ორვალენტიანი.

CaC_2 -ში ფორმულის მიხედვით ან Ca არის 8 ვალენტიანი, ან C – ერთვალენტიანი. სინამდვილეში Ca ორვალენტიანია და C – ოთხვალენტიანი. ნახშირბადატომებს შორის დამყარებულია სამმაგი ბმა:

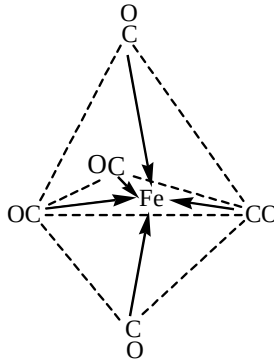


ე. ი. ზოგჯერ საჭიროა გრაფიკული ფორმულის დანერა, რომელიც წარმოაჩენს ატომთა შეერთების მიმდევრობას მოლეკულაში და, აქედან გამომდინარე, ელემენტების ვალენტობას.

სტრუქტურული ფორმულები

სტრუქტურული ფორმულა გადმოსცემს მოლეკულის რეალურ გეომეტრიას (სივრცულ აღნაგობას).

$\text{Fe}(\text{CO})_5$ – რკინის პენტაკარბონილი წარმოადგენს ბიპირამიდას:



1.3. სტექიომეტრიის ძირითადი კანონები

მასის მუდმივობის კანონი (ლომონოსოვი, ლავუაზიე)

ქიმიურ რეაქციაში მონაწილე ნივთიერებათა მასა, რეაქციის შედეგად წარმოქმნილ ნივთიერებათა მასის ტოლია.

შედგენილობის მუდმივობის კანონი (პრუსტი)

მოლეკულური სტრუქტურის მქონე ნაერთების შედგენილობა მუდმივია, მათი მილეების ხერხისგან დამოუკიდებლად.

მუდმივი შედგენილობის ნივთიერებებს **დალტონიდები** ეწოდებათ. ცვლადი შედგენილობის ნაერთებს კი **ბერთოლიდები** ($\text{TiO}_{0,7}$, $\text{TiO}_{1,3}$).

ავოგადროს კანონი

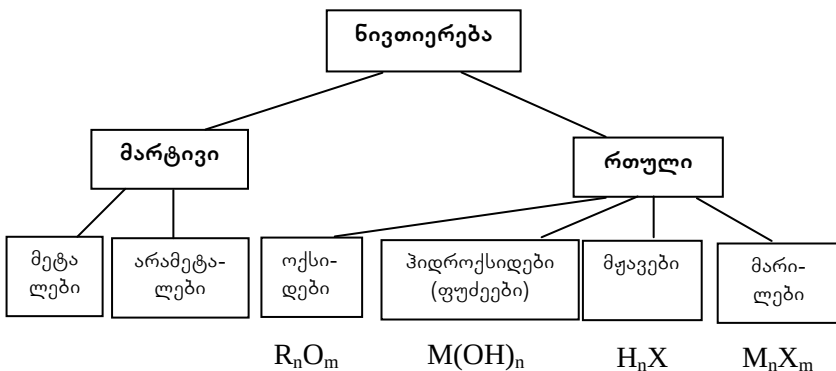
სხვადასხვა აირის ტოლი მოცულობები ერთნაირ ფიზიკურ პირობებში (ტემპერატურა, წნევა) მოლეკულათა თანაბარ რიცხვს შეიცავს.

შედეგები

1) ნებისმიერი აირის ერთი მოლი ერთნაირ ფიზიკურ პირობებში იკავებს ერთსა და იმავე მოცულობას. თუ პირობები ნორმალურია (273 K და 101,3 კპა წნევა), ეს მოცულობა დაახლოებით 22,4 ლ-ის ტოლია.

2) აირად მდგომარეობაში მყოფი ნივთიერებების მოლური მასა წყალბადის მიმართ მისი სიმკვრივის გაორკეცებული სიდიდის ტოლია.

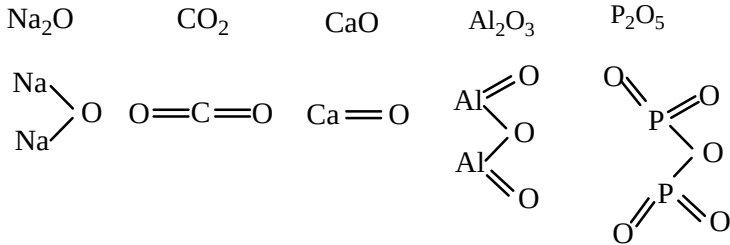
1.4. არაორგანული ნაერთების ძირითადი კლასები



ოქსიდები

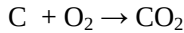
ორი ელემენტის (ბინარულ) ნაერთს, რომელთაგან ერთ-ერთი ჟანგბადია **ოქსიდი** ეწოდება.

ოქსიდების გრაფიკული ფორმულები

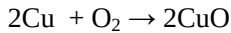


მიღება

1) მარტივი ნივთიერების ურთიერთქმედებით ჟანგბადთან

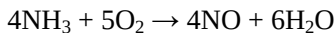
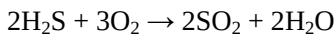
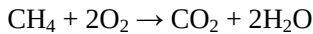


არამეტალი მჟავა ოქსიდი

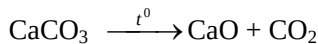


მეტალი ფუძე ოქსიდი

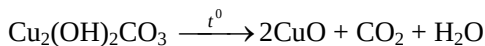
2) რთული ნივთიერების ურთიერთქმედებით ჟანგბადთან



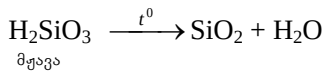
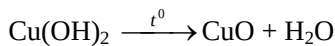
3) ზოგიერთი რთული ნივთიერების დაშლით



მარილი



ფუძე მარილი



ფუძე ოქსიდები

ოქსიდს, რომელიც ურთიერთქმედებს მჟავასთან მარილის და წყლის წარმოქმნით, **ფუძე ოქსიდი** ეწოდება.

თვისებები

- 1) $\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
 $\text{FeO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 2) $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$
 $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH}$
- 3) $\text{MgO} + \text{SO}_3 \rightarrow \text{MgSO}_4$
 $\text{CaO} + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{CaSiO}_3$

მჟავა ოქსიდები

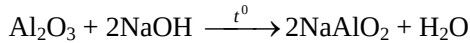
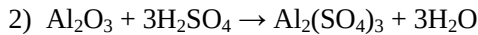
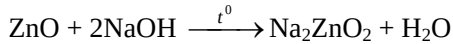
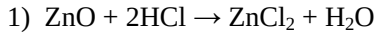
ოქსიდს, რომელიც ურთიერთქმედებს ტუტესთან, მარილისა და წყლის წარმოქმნით, **მჟავა ოქსიდი** ეწოდება.

თვისებები

- 1) $\text{CO}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 $\text{SO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaSO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- 2) $\text{CO}_2 + \text{CaO} \rightarrow \text{CaCO}_3$
 $\text{Na}_2\text{O} + \text{SO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4$
- 3) $\text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_3\text{PO}_4$
 $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$

ამფოტერული ოქსიდები

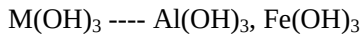
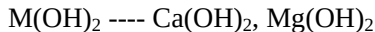
ოქსიდებს, რომლებიც ავლენენ როგორც ფუძე, ისე მჟავა ოქსიდების თვისებებს, **ამფოტერული** ოქსიდები ეწოდებათ (ამფოტერული ოქსიდებია: ZnO , Al_2O_3 , Cr_2O_3 და სხვ.).



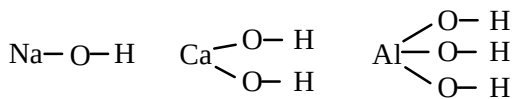
ჰიდროქსიდები (ფუძეები)

რთულ ნივთიერებას, რომელიც შედგება მეტალის ატომისა და ჰიდროქსილის ერთი ან რამოდენიმე ჯგუფისაგან **ფუძე** ეწოდება.

$\text{M}(\text{OH})_n$, n ნატურალური რიცხვია და ტოლია მეტალის ვალენტობის.



გრაფიკული ფორმულები



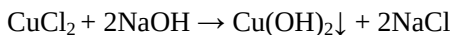
ჰიდროქსიდები იყოფა ორ ჯგუფად: წყალში ხსნადი (ტუტეები) და წყალში უხსნადი (ფუძეები).

მიღება

ტუტეების:

- 1) $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2$
 $\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + \text{H}_2$
- 2) $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH}$
 $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$
- 3) $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{ელექტროლიზი}} 2\text{NaOH} + \text{H}_2 + \text{Cl}_2$

ფუძეების:



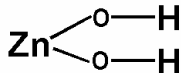
თვისებები

- 1) $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
 $\text{Cu(OH)}_2 + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu(NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- 2) $2\text{NaOH} + \text{FeCl}_2 \rightarrow \text{Fe(OH)}_2\downarrow + 2\text{NaCl}$
 $2\text{KOH} + \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{Cu(OH)}_2\downarrow + 2\text{KCl}$
- 3) $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 $\text{Ca(OH)}_2 + \text{SO}_2 \rightarrow \text{CaSO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- 4) $\text{Cu(OH)}_2 \xrightarrow{t^0} \text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$
 $\text{Fe(OH)}_2 \xrightarrow{t^0} \text{FeO} + \text{H}_2\text{O}$

ამფოტერული ჰიდროქსიდებია: Zn(OH)_2 , Al(OH)_3 , Cr(OH)_3
და სხვ.

- 1) $\text{Zn(OH)}_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
 $\text{Zn(OH)}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Zn(OH)}_4]$
ნატრიუმის ტეტრაჰიდროქსოცინკატი
- 2) $\text{Al(OH)}_3 + 3\text{HCl} \rightarrow \text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
 $\text{Al(OH)}_3 + 3\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_3[\text{Al(OH)}_6]$
ნატრიუმის ჰექსაჰიდროქსოალუმინატი

ამფოტერულ ჰიდროქსიდებში, მაგ. $\text{Zn}(\text{OH})_2$ -ში $\text{Zn}-\text{O}$ და $\text{O}-\text{H}$ ბმები დაახლოებით ერთნაირი სიმტკიცისაა:



ფუძეების მოქმედება ინდიკატორებთან

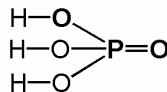
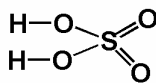
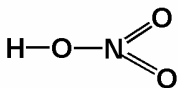
ფუძეები იისფერ ლაკმუსს ალურჯებენ;
 უფერო ფენოლფტალეინს – ყოლოსფრად ფერავენ;
 მეთილნარინჯს – აყვითლებენ.

მჟავები

რთულ ნივთიერებას, რომელიც შედგება მეტალის ატომით ჩანაცვლების უნარის მქონე ერთი ან რამოდენიმე წყალბად-ატომისაგან და მჟავური ნაშთისაგან **მჟავა** ეწოდება.

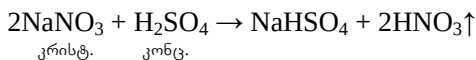
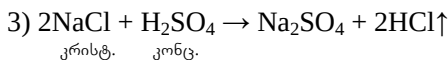
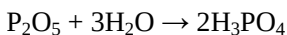
შედგენილობის მიხედვით მჟავები იყოფა ჟანგბადიან (HNO_3 , H_2SO_4) და უჟანგბადო (HCl , H_2S) მჟავებად.

გრაფიკული ფორმულები

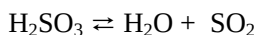
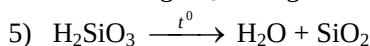
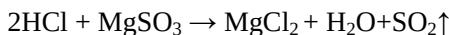
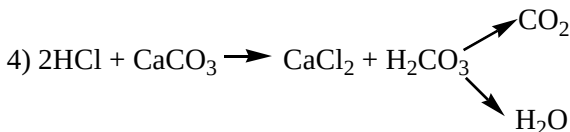
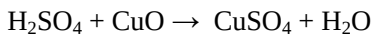
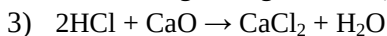
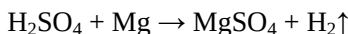
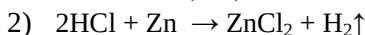
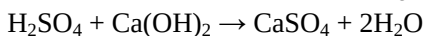


მიღება

- 1) $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl}$
 $\text{H}_2 + \text{S} \rightarrow \text{H}_2\text{S}$
- 2) $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3$



თვისებები



მჟავების მოქმედება ინდიკატორებთან

იისფერი ლაკმუსი – წითლად იფერება; მეთილწარმო – ვარდისფრად; ფენოლფტალეინი – ფერს არ იცვლის.

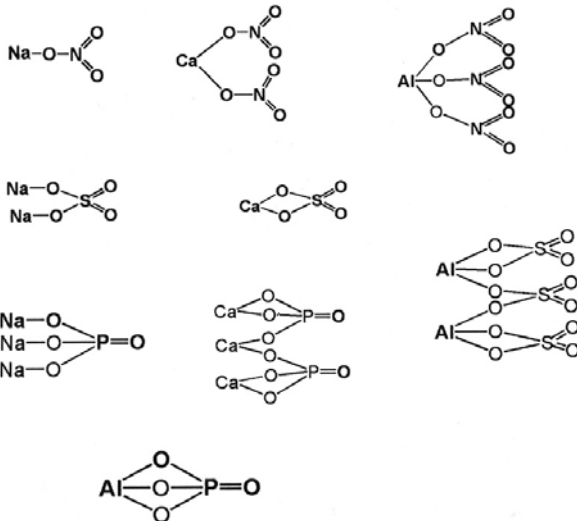
მარილები

როგორც ნივთიერებას, რომელიც შედგება მეტალის ატომებისა და მჟავური ნაშთებისაგან მარილი ეწოდება (ეს არის საშუალო ანუ სრული მარილის განმარტება). გარდა ამისა არსებობს: მჟავა მარილი (NaHCO_3), ფუძე მარილი $\text{Mg}(\text{OH})\text{Cl}$ და სხვ.

ძირითადი მჟავები და მათი მარილები

HF	ფთორწყალბადმჟავა	NaF	ფთორიდი
HCl	ქლორწყალბადმჟავა (მარილმჟავა)	NaCl	ქლორიდი
HBr	ბრომწყალბადმჟავა	NaBr	ბრომიდი
HI	იოდწყალბადმჟავა	NaI	იოდიდი
H ₂ S	გოგირდწყალბადმჟავა	Na ₂ S	სულფიდი
H ₂ SO ₃	გოგირდოვანი მჟავა	Na ₂ SO ₃	სულფიტი
H ₂ SO ₄	გოგირდმჟავა	Na ₂ SO ₄	სულფატი
HNO ₂	აზოტოვანი მჟავა	NaNO ₂	ნიტრიტი
HNO ₃	აზოტმჟავა	NaNO ₃	ნიტრატი
H ₂ CO ₃	ნახშირმჟავა	Na ₂ CO ₃	კარბონატი
H ₂ SiO ₃	სილიციუმმჟავა	Na ₂ SiO ₃	სილიკატი
H ₃ PO ₄	ფოსფორმჟავა	Na ₃ PO ₄	ფოსფატი

გრაფიკული ფორმულები:



მარილების ფორმულების შედგენა

I. მჟავა ერთფუძიანია – HX (HCl, HNO₃)

$\begin{array}{c} \text{I} \quad \text{I} \\ \text{M} \text{X} \end{array}$	NaCl	NaNO ₃
$\begin{array}{c} \text{II} \quad \text{I} \\ \text{M} \text{X}_2 \end{array}$	CaCl ₂	Ca(NO ₃) ₂
$\begin{array}{c} \text{III} \quad \text{I} \\ \text{M} \text{X}_3 \end{array}$	AlCl ₃	Al(NO ₃) ₃

II. მჟავა ორფუძიანია – H₂X (H₂S, H₂SO₄)

$\begin{array}{c} \text{I} \quad \text{II} \\ \text{M}_2 \text{X} \end{array}$	Na ₂ S	Na ₂ SO ₄
$\begin{array}{c} \text{II} \quad \text{II} \\ \text{M} \text{X} \end{array}$	CaS	CaSO ₄
$\begin{array}{c} \text{III} \quad \text{II} \\ \text{M}_2 \text{X}_3 \end{array}$	Al ₂ S ₃	Al ₂ (SO ₄) ₃

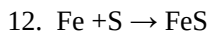
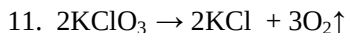
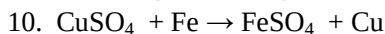
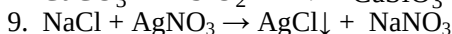
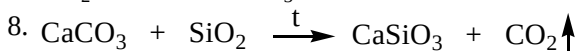
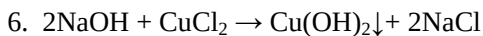
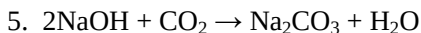
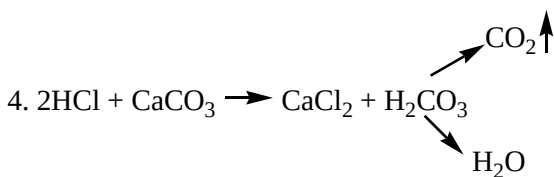
III. მჟავა სამფუძიანია – H₃X (H₃PO₄)

$\begin{array}{c} \text{I} \quad \text{III} \\ \text{M}_3 \text{X} \end{array}$	Na ₃ PO ₄
$\begin{array}{c} \text{II} \quad \text{III} \\ \text{M}_3 \text{X}_2 \end{array}$	Ca ₃ (PO ₄) ₂
$\begin{array}{c} \text{III} \quad \text{III} \\ \text{M} \text{X} \end{array}$	AlPO ₄

ამრიგად, MX აღნაგობა მარილს იმ შემთხვევაში აქვს, თუ მეტალისა და მჟავური ნაშთის ვალენტობები ერთნაირია.

მარილების მიღების მეთოდები

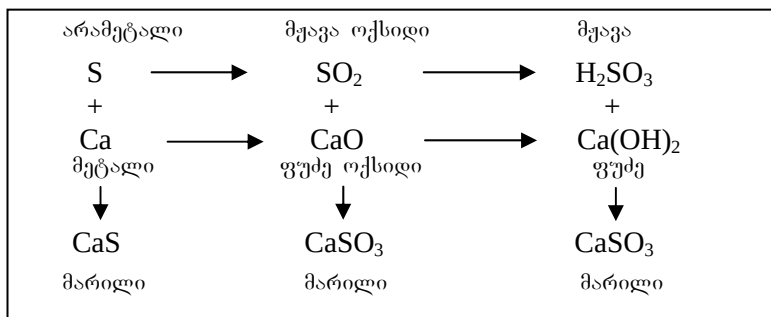
1. $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
2. $2\text{HCl} + \text{CuO} \rightarrow \text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
3. $2\text{HCl} + \text{Zn} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$



მარილების ქიმიური თვისებები

4,6,8,9,10 და 11 რეაქციები წარმოადგენენ მარილების ქიმიურ თვისებებს.

გენეტიკური კავშირი რთულ ნივთიერებათა კლასებს შორის



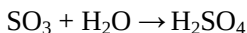
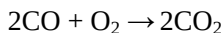
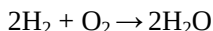
1.5. ქიმიური რეაქციები და მათი მიმდინარეობის საკვანძო საკითხები

მოვლენებს, რომელთა მიმდინარეობის დროსაც იცვლება ნივთიერების ფორმა ან მისი აგრეგატული მდგომარეობა (მინის გატეხვა, წყლის აორთქლება ან გაყინვა) **ფიზიკური მოვლენები** ეწოდება.

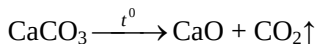
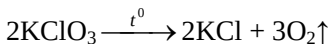
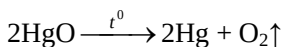
მოვლენებს, რომელთა დროს ადგილი აქვს ერთი ნივთიერების სხვა ნივთიერებად გარდაქმნას, **ქიმიური მოვლენები** ანუ ქიმიური რეაქციები ეწოდება.

არაორგანულ ქიმიაში რეაქციები იყოფა ოთხ ძირითად ტიპად: შეერთების, დაშლის, ჩანაცვლების და მიმოცვლის რეაქციები.

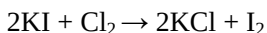
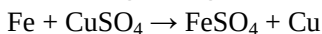
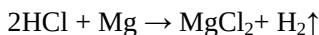
შეერთების ეწოდება რეაქციებს, როდესაც ორი ან მეტი ნივთიერებისაგან მიიღება ერთი ახალი ნივთიერება:



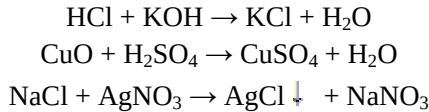
დაშლის ეწოდება რეაქციებს, როდესაც ერთი ნივთიერებისაგან მიიღება ორი ან მეტი ახალი ნივთიერება:



ჩანაცვლების ეწოდება რეაქციებს, რომელთა დროს მარტივი ნივთიერების ატომები ჩაანაცვლებენ ატომებს რთული ნივთიერების შემადგენლობაში:



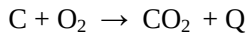
მიმოცვლის ეწოდება რეაქციებს, რომელთა დროს ორი რთული ნივთიერება მიმოიცვლება შემადგენელი ნაწილებით:



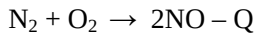
რეაქციის სითბური ეფექტი

რეაქციის შედეგად შთანთქმულ ან გამოყოფილ სითბოს რაოდენობას რეაქციის სითბური ეფექტი ეწოდება. იგი იზომება კჯ/მოლ-ში. ქიმიურ განტოლებებს, სადაც მოყვანილია რეაქციის სითბური ეფექტის რიცხობრივი მნიშვნელობები, **თერმოქიმიური განტოლებები** ეწოდება.

რეაქციებს, რომლის შედეგად გამოიყოფა სითბო, **ეგზო-თერმული** რეაქციები ეწოდება:



რეაქციებს, რომლის შედეგად შთაინთქმება სითბო, **ენდო-თერმული** რეაქციები ეწოდება:



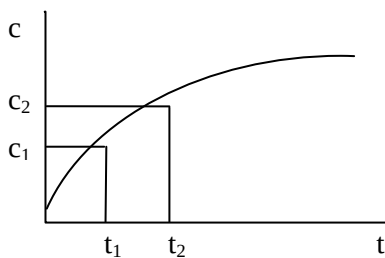
(რეაქციის სითბოს – Q-ს და რეაქციის ენთალპიას – ΔH -ს საპირისპირო ნიშნები გააჩნია, ე.ი. +Q შეესაბამება $-\Delta H$ -ს, -Q შეესაბამება $+\Delta H$ -ს).

ქიმიური რეაქციის სიჩქარე

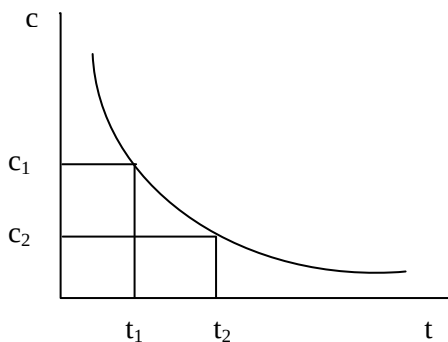
სიჩქარე განისაზღვრება, როგორც გარკვეული პარამეტრის ცვლილება დროში. თანაბარი მოძრაობის სიჩქარე ტოლია: $V=S/T$. ამ დროს იცვლება სხეულის მიერ გავლილი მანძილი. რეაქციის პროცესში იცვლება კომპონენტების კონცენტრაცია – რეაგენტების (რეაქციაში შესული ნივთიერებების) კონცენტრაცია მცირდება, რეაქციის პროდუქტების კონცენტრაცია იზრდება.

$$A \rightarrow B$$

$$V = \frac{C_2 - C_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta C}{\Delta t}$$



$$V = -\frac{C_2 - C_1}{t_2 - t_1} = -\frac{\Delta C}{\Delta t}$$



(„-“ ნიშანი იწერება იმიტომ, რომ $C_2 < C_1$, ხოლო უარყოფით სიჩქარეს ფიზიკური აზრი არა აქვს).

მყისიერი სიჩქარე ტოლია:

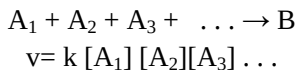
$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta C}{\Delta t} = \frac{dC}{dt}$$

რეაქციის სიჩქარე დამოკიდებულია: 1) რეაგენტების ბუნებაზე; 2) კონცენტრაციაზე; 3) ტემპერატურაზე; 4) კატალიზატორზე.

რეაგენტის ბუნება

ჰალოგენები უშუალოდ ჟანგბადთან არ მოქმედებენ. ჰალოგენების წყალბადთან მოქმედების სიჩქარე მცირდება რიგში: F_2, Cl_2, Br_2, I_2 .

კონცენტრაცია



k- რეაქციის სიჩქარის მუდმივაა.

მოქმედ მასათა კანონი: ქიმიური რეაქციის სიჩქარე მორეაგირე ნივთიერებათა კონცენტრაციების ნამრავლის პროპორციულია.

ტემპერატურა

ვანტ-ჰოფის პრინციპი: ტემპერატურის ყოველი 10 გრადუსით გაზრდისას რეაქციის სიჩქარე იზრდება 2-4- ჯერ.

γ-ტემპერატურული კოეფიციენტი ტოლია:

$$\gamma = \frac{K_{T+10}}{K_T} \quad 2 \leq \gamma \leq 4$$

უფრო უნივერსალურია არენიუსის განტოლება:

$$k = A \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right)$$

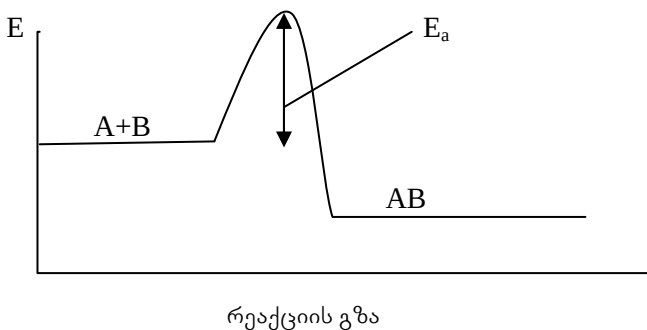
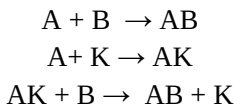
A – ექპონენტასწინა მამრავლია, E_a – აქტივაციის ენერგია.

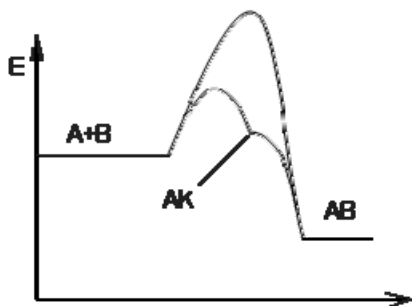
აქტივაციის ენერგია ის მინიმალური ენერგიაა, რომელიც უნდა გააჩნდეთ რეაგენტებს რათა მათი ურთიერთქმედება (შეჯახება) რეაქციით დასრულდეს.

კატალიზატორები

ნივთიერებებს, რომლებიც ცვლიან ქიმიური რეაქციის სიჩქარეს, თვითონ კი რეაქციის შედეგად უცვლელნი რჩებიან, კატალიზატორები ეწოდებათ. კატალიზატორებს, რომლებიც აჩქარებენ ქიმიურ რეაქციებს, დადებითი კატალიზატორები (ექსიბიტორები) ეწოდებათ, ხოლო კატალიზატორებს, რომლებიც ანელებენ ქიმიურ რეაქციებს – უარყოფითი კატალიზატორები (ინჰიბიტორები).

კატალიზის სქემა:





რეაქციის გზა (დადებითი კატალიზატორი)

დადებითი კატალიზატორები აქტივაციის ბარიერს (ენერგიას) ორ უფრო დაბალ ბარიერად შლიან.

ნივთიერებებს, რომლებიც თავად არ წარმოადგენენ რეაქციის კატალიზატორებს, მაგრამ მათი თანაობისას კატალიზატორების აქტიურობა იზრდება, **პრომოტორები** ეწოდებათ.

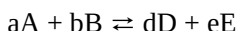
ნივთიერებებს, რომლებიც აქვეითებენ კატალიზატორების აქტიურობას, **კატალიზური შხამები** ეწოდებათ, პროცესს კი – **კატალიზატორის მონამვლა**.

შექცევადი რეაქციები. ქიმიური წონასწორობა

რეაქციები ორი ტიპისაა: შექცევადი და შეუქცევადი.

შეუქცევადი რეაქციები მიმდინარეობს ბოლომდე, მხოლოდ ერთი მიმართულებით.

შექცევადი რეაქციები ერთსა და იმავე პირობებში მიმდინარეობს როგორც პირდაპირი, ისევე შებრუნებული (საპირისპირო) მიმართულებით და გარკვეულ მომენტში მყარდება ქიმიური წონასწორობა:



$v_1 = k_1[A]^a[B]^b$ (პირდაპირი – მარცხნიდან მარჯვნივ);

$v_2 = k_2[D]^d[E]^e$ (შებრუნებული – მარჯვნიდან მარცხნივ).

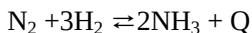
წონასწორობის მომენტში $v_1 = v_2$; $k_1 [A]^a [B]^b = k_2 [D]^d [E]^e$,

$$\text{საიდანაც } K = \frac{k_1}{k_2} = \frac{[D]^d [E]^e}{[A]^a [B]^b}.$$

K-ს **წონასწორობის მუდმივა** ეწოდება და ტოლია პირდაპირი და შებრუნებული რეაქციების სიჩქარეების მუდმივების ფარდობისა.

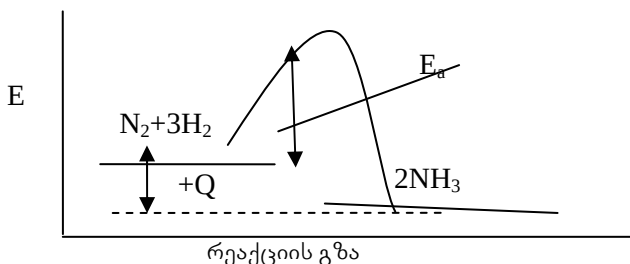
ქიმიური წონასწორობა დინამიკურია – მისი დამყარება იმას კი არ ნიშნავს, რომ სისტემაში მიმდინარე რეაქციები შეწყდა, არამედ იმას, რომ მიმდინარეობს ორი საპირისპირო რეაქცია ტოლი სიჩქარით, რის გამოც (წონასწორობის დამყარების შემდეგ) არც ერთი რეაქტანტის კონცენტრაცია აღარ იცვლება.

მოდრავი წონასწორობის პრინციპი (ლე-შატელიეს პრინციპი): თუ წონასწორობაში მყოფ სისტემაზე მოქმედებს რაიმე გარეშე ფაქტორი, რომელიც მას არღვევს, სისტემაში აღიძვრება ისეთი პროცესი, რომელიც ამ ფაქტორის მოქმედების საპირისპიროდ იქნება მიმართული (მოკლედ, სისტემა ცდილობს აღადგინოს დარღვეული წონასწორობა).



$$K = \frac{k_1}{k_2} = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2] \cdot [\text{H}_2]^3}.$$

ამიაკის გამოსავლის გაზრდისათვის ოპტიმალურია მაღალი წნევა (ოთხი მოცულობა გადადის ორში) და დაბალი ტემპერატურა (რეაქცია მარცხნიდან მარჯვნივ ეგზოთერმულია).



ამიაკის სინთეზის რეალურ ტექნოლოგიურ პროცესში წნევას მაღალს იყენებენ, მაგრამ ტემპერატურაც მაღალია საჭირო, რადგან E_a მაღალია და დაბალ ტემპერატურაზე პროცესი არ წარიმართება. ტემპერატურის მაქსიმალურად შესაძლო შემცირებისათვის იყენებენ სხვადასხვა კატალიზატორს.

1.6. ატომის აღნაგობა

პირველი მოსაზრებები ატომის აღნაგობაზე ეკუთვნის ფინიკიელ მოაზროვნეს მოხა სიდონელს (XII საუკუნე ჩვ. წ. აღ.-მდე). ატომისტური წარმოდგენების ელემენტებს ვხვდებით ძველ ინდოეთში, ვაიშემიკას სკოლის დამფუძნებლის, ფილოსოფოს კანადის მოძღვრებაშიც.

მხოლოდ ძველ საბერძნეთში, ფილოსოფოსების, ლევკიპოსისა და დემოკრიტეს მოძღვრებაში (VI-V საუკუნეები ჩვ. წ. აღ.-მდე), ატომისტურმა წარმოდგენებმა ჩამოიშორა მისტიკურ-რელიგიური ელფერი და შეიძინა მეცნიერული ჰიპოთეზის სახე.

მხოლოდ XIX საუკუნის 60-იან წლებში მოხერხდა ატომისტური ჰიპოთეზის ექსპერიმენტული დამტკიცება. ატომურ-მოლეკულური მოძღვრება მოიცავს შემდეგ ძირითად დებულებებს:

1. ნივთიერება შედგება მოლეკულებისაგან;
2. მოლეკულები შედგება ატომებისაგან;
3. ატომები და მოლეკულები მუდმივ ქაოსურ მოძრაობაშია;
4. ატომები ქიმიური რეაქციის დროს არ იშლებიან;
5. ქიმიური რეაქციის მიმდინარეობისას იშლებიან მოლეკულები, რომელთა შემადგენელი ატომებისაგან ახალი მოლეკულები წარმოიქმნება.

XIX საუკუნის ბოლოს მთელი რიგი ექსპერიმენტული აღმოჩენა (ელექტრონი, რენტგენის სხივები, რადიოაქტიურობა და სხვ.) ცალსახად მიაწინებდა ატომის რთულ აღნაგობაზე. დადგენილ იქნა, რომ ატომი შედგება დადებითი მუხტის მქონე

მძიმე ატომგულისაგან და მის გარშემო მოძრავი მსუბუქი ელექტრონებისაგან.

ატომის სტრუქტურის ფუნდამენტური შესწავლა შესაძლებელი გახდა მიკროსამყაროს მექანიკის – კვანტური მექანიკის საშუალებით. კვანტური მექანიკის ძირითადი განტოლებაა შრედინგერის განტოლება:

$$H\Psi = E\Psi$$

რომლის ამოხსნის შედეგად მიღებულ მათემატიკურ გამოსახულებებში ფიგურირებენ გარკვეული პარამეტრები ე. წ. **კვანტური რიცხვები**, რომლებიც განსაზღვრავენ ელექტრონის სხვადასხვა შესაძლო მდგომარეობას ატომში. კვანტური რიცხვები ახასიათებენ ელექტრონების ორბიტალებს – ე. წ. ატომურ ორბიტალებს.

ატომური ორბიტალი წარმოადგენს ელექტრონის მოძრაობის სამგანზომილებიან ტრაექტორიას – ატომგულის გარშემო სივრცის ნაწილს, სადაც ელექტრონის ყოფნის ალბათობა მაქსიმალურია.

არსებობს ოთხი კვანტური რიცხვი: n – მთავარი, l – თანაური, m – მაგნიტური და s – სპინური.

n – მთავარი კვანტური რიცხვი ახასიათებს ორბიტალის ენერგიას (ელექტრონის ენერგიას მოცემულ ორბიტალზე). იგი იღებს მნიშვნელობებს ნატურალურ რიცხვთა სიმრავლიდან:

$$K \ L \ M \ N \ O \ P \ Q$$

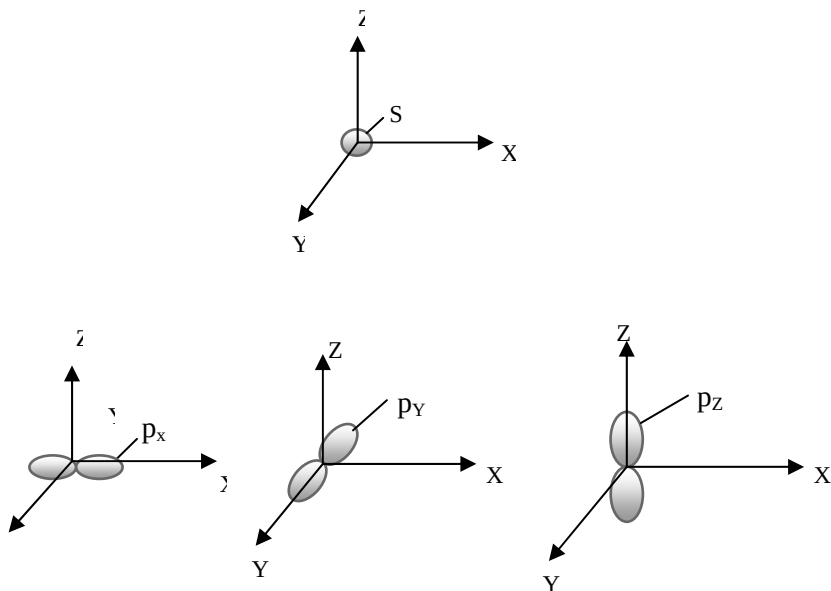
$$n = 1, \ 2, \ 3, \ 4, \ 5, \ 6, \ 7 \dots$$

l – თანაური (ორბიტალური) კვანტური რიცხვი ახასიათებს ორბიტალის ფორმას. იგი იღებს მნიშვნელობებს ნულიდან $(n-1)$ -მდე:

$$l = 0, \ 1, \ 2, \ 3, \ \dots, \ (n-1)$$

$$s \ p \ d \ f$$

s-ორბიტალი სფერულია, p-ორბიტალი – ჰანტელისებური (მოცულობითი რვიანის ფორმის), d- და f-ორბიტალებს შედარებით რთული აღნაგობა აქვთ.



m-მაგნიტური კვანტური რიცხვი ახასიათებს ორბიტალის ორიენტაციას სივრცეში. იგი იღებს მნიშვნელობებს $-l$ -დან $+l$ -მდე. მაგ.: $l = 2$; $m = -2, -1, 0, +1, +2$.

s-სპინური კვანტური რიცხვი ახასიათებს ელექტრონის მოძრაობის საკუთარ მომენტს (თვალსაჩინოებისათვის შეიძლება წარმოვიდგინოთ, რომ როგორც დედამიწა მოძრაობს მზის გარშემო და აგრეთვე საკუთარი ღერძის გარშემო, ელექტრონიც ანალოგიურადაა). იგი იღებს ორ მნიშვნელობას: $+1/2$ და $-1/2$.

ატომის ელექტრონული სტრუქტურის ასაგებად საჭიროა **პაულის აკრძალვის პრინციპის** გათვალისწინება: ატომში არ არსებობს ორი ისეთი ელექტრონი, რომელთაც ოთხივე კვანტური რიცხვი ერთნაირი აქვთ. ქვემოთ მოყვანილია კვანტური

რიცხვების ყველა შესაძლო კომბინაცია $n=1$ და $n=2$ შემთხვევისათვის:

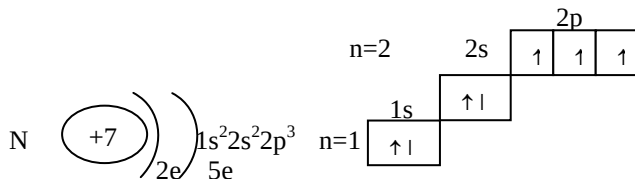
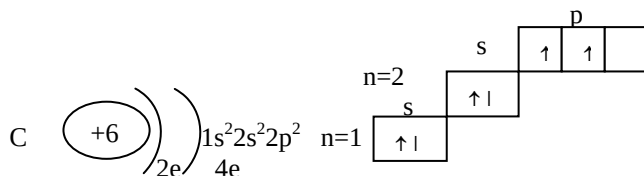
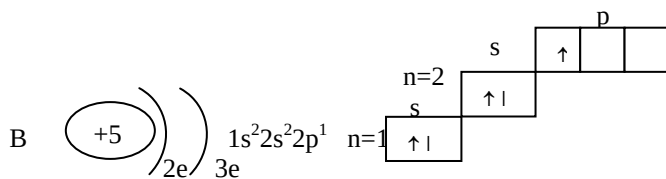
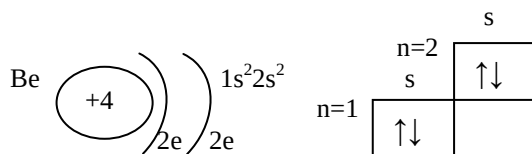
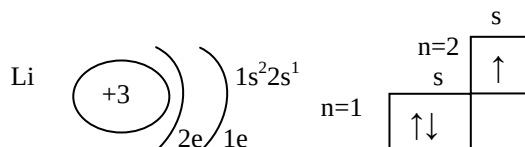
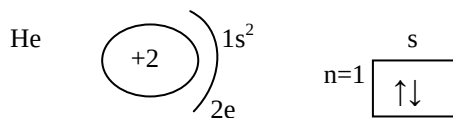
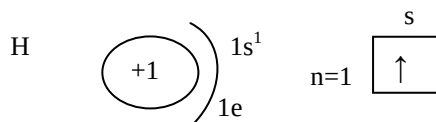
$n = 1$	$l = 0$	$m = 0$	$s = +\frac{1}{2}$	}	$1s^2$ (He)
$n = 1$	$l = 0$	$m = 0$	$s = -\frac{1}{2}$		
$n = 2$	$l = 0$	$m = 0$	$s = +\frac{1}{2}$	}	$2s^2 2p^6$ (Ne)
$n = 2$	$l = 0$	$m = 0$	$s = -\frac{1}{2}$		
$n = 2$	$l = 1$	$m = +1$	$s = +\frac{1}{2}$		
$n = 2$	$l = 1$	$m = +1$	$s = -\frac{1}{2}$		
$n = 2$	$l = 1$	$m = 0$	$s = +\frac{1}{2}$		
$n = 2$	$l = 1$	$m = 0$	$s = -\frac{1}{2}$		
$n = 2$	$l = 1$	$m = -1$	$s = +\frac{1}{2}$	}	
$n = 2$	$l = 1$	$m = -1$	$s = -\frac{1}{2}$		

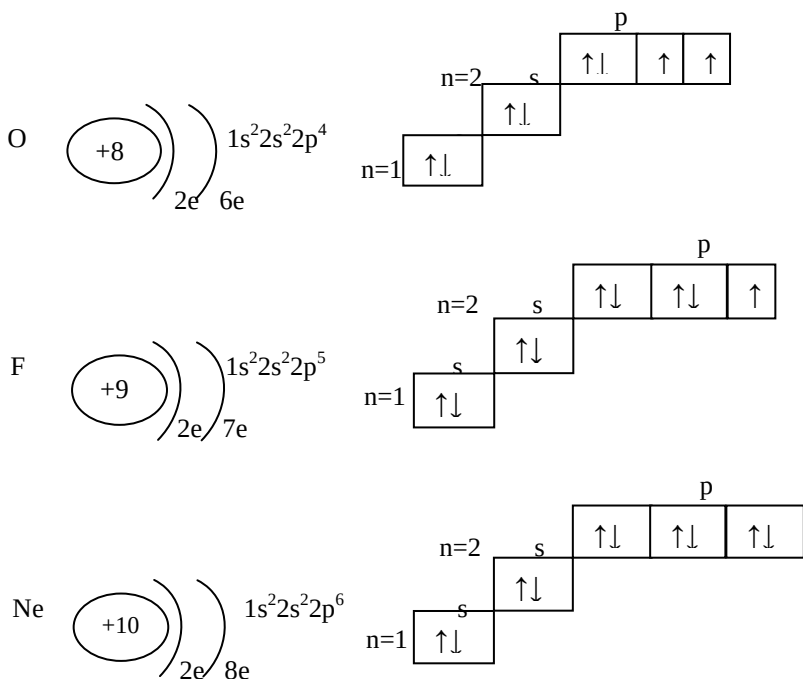
არსებობს ზოგადი ფორმულა, რომელიც ერთმანეთთან აკავშირებს მთავარი კვანტური რიცხვის (n) მნიშვნელობას და კვანტური რიცხვების ყველა შესაძლო კომბინაციას (N):

$$N=2n^2$$

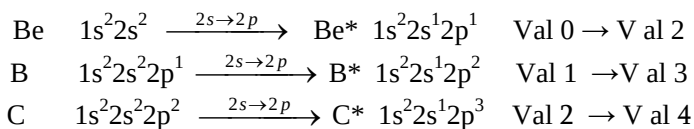
ქვემოთ მოყვანილია პერიოდული სისტემის პირველი და მეორე პერიოდის ელემენტების ელექტრონული სტრუქტურები. ელემენტის ელექტრონული სტრუქტურის შედგენისას გასათვალისწინებელია ორი მომენტი:

1. **მინიმალური ენერგიის პრინციპი**, რომლის მიხედვით ელექტრონები ჯერ ავსებენ უმდაბლესი ენერგიის მქონე ორბიტალებს, შემდეგ-მომდევნოებს. ქვემოთ მოყვანილია ორბიტალები მათი ენერგიის ზრდის მიხედვით: $1s < 2s < 2p < 3s < 3p \dots$
2. **ჰუნდის წესი**, რომლის მიხედვით ერთნაირი ენერგიის ორბიტალებზე ჯერ განლაგდება თითო-თითო ელექტრონი, ამის შემდეგ მოხდება მეორე ელექტრონის განლაგება საპირისპირო სპინით.

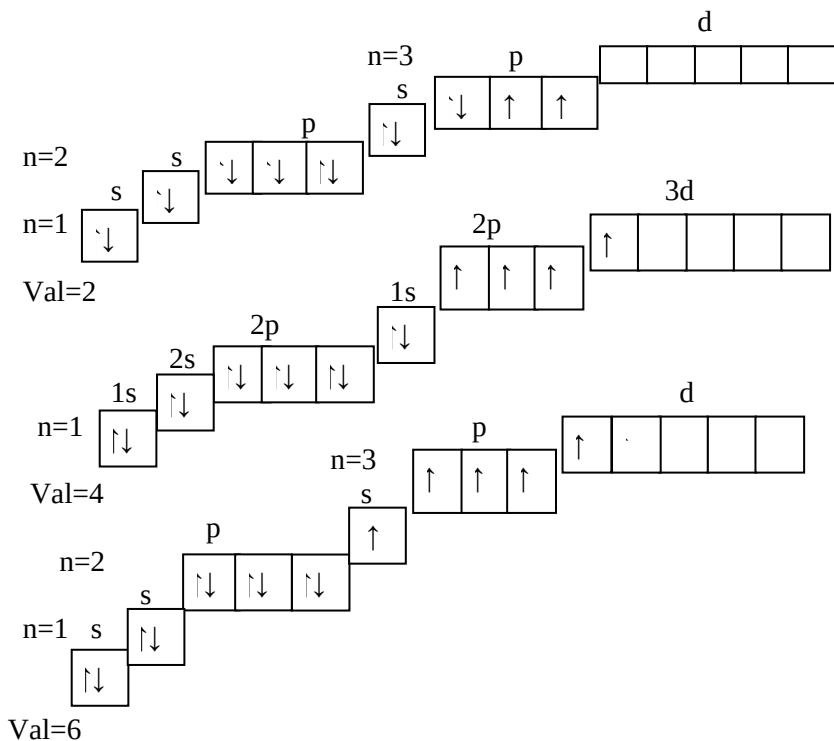




ვალენტობის სპინური თეორიის თანახმად, ელემენტის ვალენტობა მისი გაუწყვილებელი სპინების რიცხვის ტოლია. ამ თვალსაზრისით, He და Ne ნულვალენტიანია (ყველა სპინი გაწყვილებულია), H, Li და F – ერთვალენტიანია, N – სამვალენტიანია, O – ორვალენტიანი. მიღებული დასკვნა სრულიად ეთანხმება არსებულ ექსპერიმენტულ მონაცემებს. რაც შეეხება Be, B და C-ს, ამ შემთხვევაში ხდება $2s$ განწყვილებული ელექტრონებიდან ერთ-ერთის ვაკანტურ $2p$ -ზე გადასვლა და წარმოიქმნება ე. წ. ელემენტის სავალენტო (აღზნებული) კონფიგურაცია. რის გამოც, მათი ვალენტობებიც გაიზრდება და, შესაბამისად, 2-ის, 3-ის და 4-ის ტოლი გახდება, რაც ეთანხმება რეალობას:



მესამე პერიოდის ელემენტებს გააჩნიათ ვაკანტური 3d-ორბიტალები, რაც მათ საშუალებას აძლევთ უფრო მაღალი (მეორე პერიოდის ელემენტებთან შედარებით) ვალენტობა გამოავლინონ. ასე მაგალითად, გოგირდი გარდა ორის ტოლი ვალენტობისა, ავლენს ოთხ და ექვსვალენტობას:



ხაზგასმით უნდა აღინიშნოს, რომ ელექტრონების გადასვლის ხარჯზე ელემენტის ვალენტობის გაზრდა შეიძლება მხოლოდ მთავარი კვანტური რიცხვის (n -ის) შეცვლის გარეშე (ერთი და იგივე n -ის ფარგლებში).

ატომგულის აღნაგობა

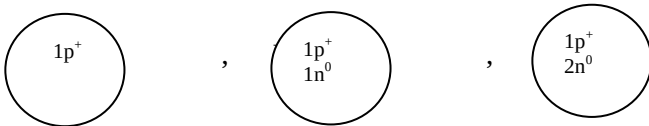
ატომგული შედგება პროტონებისა და ნეიტრონებისაგან. პროტონის მუხტია $+1$, ნეიტრონის მუხტი არ გააჩნია – იგი ელექტრონეიტრალური ნაწილაკია.

არსებობს ორი ფორმულა, რომლებიც ატომის სტრუქტურას აკავშირებს ელემენტის რიგობრივ ნომერთან (Z) და მასურ რიცხვთან (M). მასური რიცხვი ეწოდება ელემენტის ატომურ მასასთან ყველაზე ახლოს მდგომ მთელ რიცხვს და მისი დადგენა შეიძლება რიცხვის დამრგვალების კანონების გათვალისწინებით.

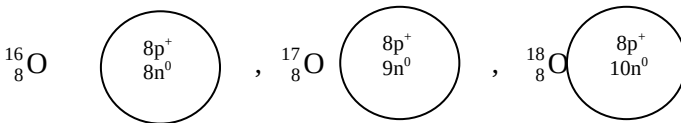
$$\begin{aligned}\sum p^+ &= \sum e^- = Z \\ \sum n^0 &= M - Z\end{aligned}$$

იზოტოპები ქიმიური ელემენტის სახესხვაობებია, რომელთაც ატომბირთვის ერთნაირი მუხტი აქვთ, მაგრამ მასებით განსხვავდებიან, რაც ატომბირთვებში ნეიტრონების რიცხვის განსხვავებით არის გამოწვეული.

წყალბადს გააჩნია სამი იზოტოპი: პროთიუმი ${}_1^1\text{H}$ (P), დეიტერიუმი ${}_1^2\text{H}$ (D) და ტრიტიუმი ${}_1^3\text{H}$ (T). ქვემოთ მოყვანილია ამ იზოტოპების ბირთვების შედგენილობა:



ჟანგბადს გააჩნია სამი იზოტოპი:



ბუნებაში არსებული ქიმიური ელემენტების უმეტესობა, სხვადასხვა იზოტოპის ნარევს წარმოადგენს. ცნობილია რამოდენიმე მონონუკლიდი – ბუნებაში ერთი იზოტოპის სახით არსებული ელემენტი – ^9Be , ^{19}F , ^{23}Na და სხვ.

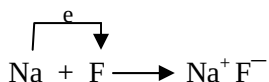
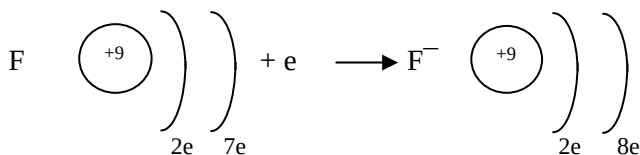
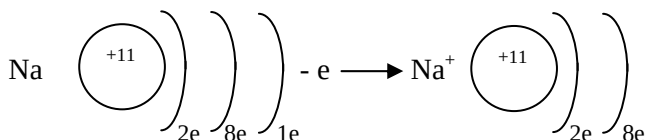
1.7. ქიმიური ბმები

არსებობს ქიმიური ბმის შემდეგი სახეები: იონური, კოვალენტური, წყალბადური და მეტალური.

იონური ბმა

იონებს შორის დამყარებულ ქიმიურ კავშირს იონური ბმა ეწოდება.

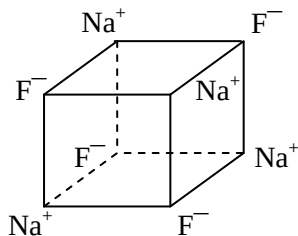
განვიხილოთ იონური ბმის წარმოქმნა NaF -ის შემთხვევაში:



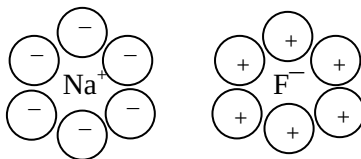
ეს სქემა ემყარება კოსელის მოსაზრებას, რომ ბმის წარმოქმნისას ატომები „ცდილობენ“ წარმოქმნან რვაელექტრონიანი

ბოლო შრე, რადგან ასეთი ელექტრონული კონფიგურაცია შედარებით სტაბილურია (ინერტული აირების ანალოგიურია).

იონური ნაერთები წარმოქმნიან იონურ კრისტალურ მესერს, რომლის კვანძებში განლაგებულია იონები:



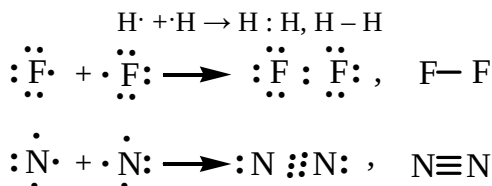
საზგასმით უნდა აღინიშნოს, რომ „იონური მოლეკულა“ (მაგ.: NaF) არ არსებობს. მყარ მდგომარეობაში გვაქვს ერთიანი „სუპერმოლეკულა“ – კრისტალი, ხსნარში კი – გამხსნელის მოლეკულებით სოლვატირებული (წყალხსნარის შემთხვევაში – ჰიდრატირებული) Na^+ და F^- -იონები:



მხოლოდ პლაზმის მდგომარეობაშია დაფიქსირებული NaF ინდივიდუალური სახით.

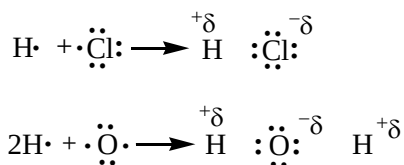
კოვალენტური ბმა

ელექტრონული წყვილების საშუალებით დამყარებულ ქიმიურ კავშირს კოვალენტური ბმა ეწოდება.

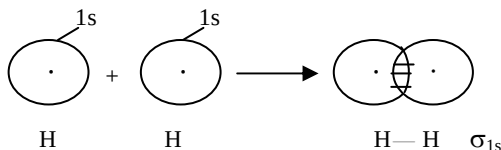


კოვალენტური ბმა ორი ქვეტიპისაა: არაპოლარული და პოლარული. ზემოთ მოყვანილი მაგალითები მიეკუთვნება არაპოლარულ ქიმიურ ბმას. ბმა არაპოლარულია, თუ მისი წარმომქმნელი ელემენტების ატომების ელექტროუარყოფითობა ერთნაირია (კერძო შემთხვევაა, ერთნაირი ატომებისაგან წარმოქმნილი მარტივი ნივთიერებები). **ელექტროუარყოფითობა** ეწოდება ელემენტის ატომის უნარს თავისკენ გადაწიოს ბმის წარმომქმნელი ელექტრონული წყვილი.

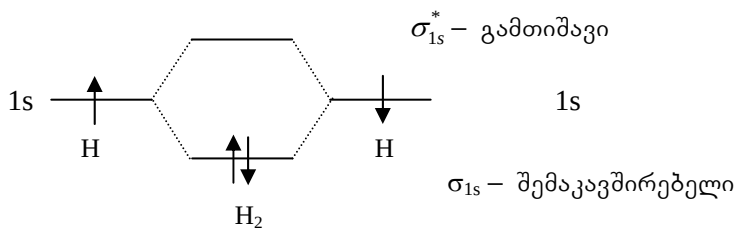
პოლარული კოვალენტური ბმის შემთხვევაში, ელექტრონული წყვილი გადანეულია უფრო ელექტროუარყოფითი ელემენტის ატომისაკენ:



ორბიტალური კონცეფციის პოზიციიდან, კოვალენტური ბმა წარმოიქმნება ატომური ორბიტალების გადაფარვის შედეგად:

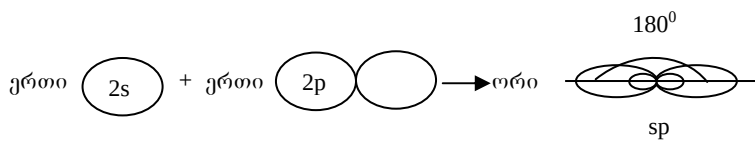
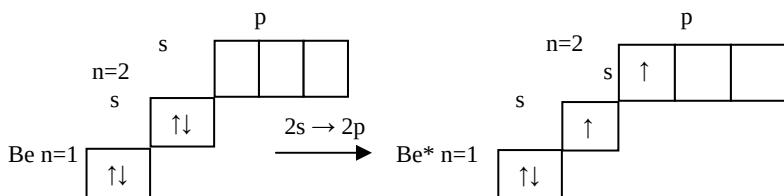


ატომური ორბიტალებიდან მოლეკულური ორბიტალების წარმოქმნის სქემა ასეთია:

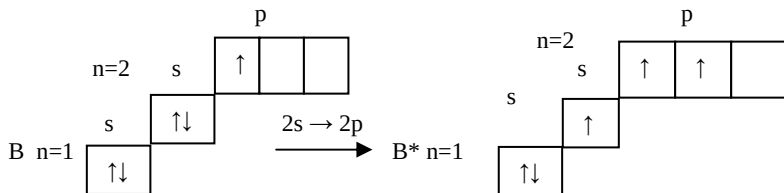


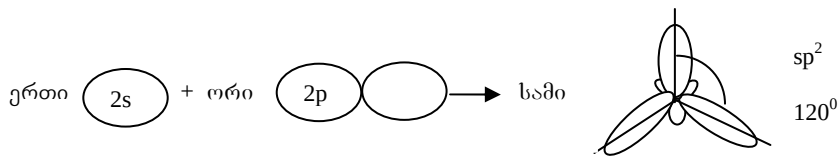
ჰიბრიდიზაცია

sp – წრფივი, დიაგონალური

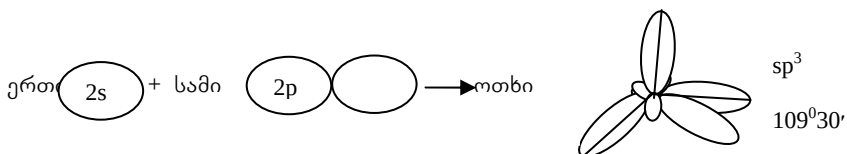
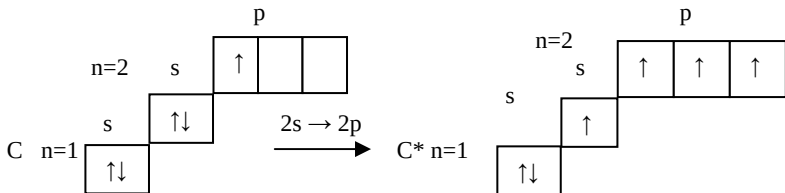


sp² – ტრიგონალური



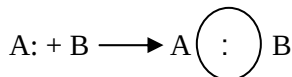


sp^3 – ტეტრაგონალური, ტეტრაედრული

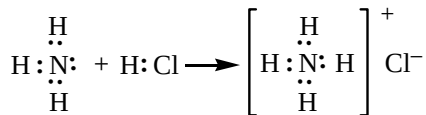


კოვალენტური ბმის წარმოქმნის დონორულ-აქცეპტორული მექანიზმი

არსებობს კოვალენტური ბმის წარმოქმნის განსხვავებული მექანიზმი, როდესაც ბმა წარმოიქმნება მხოლოდ ერთი ელემენტის ატომის თავისუფალი ელექტრონული წყვილის ხარჯზე:



A-ატომს ელექტრონული წყვილის დონორი ეწოდება, B-ატომს – აქცეპტორი.



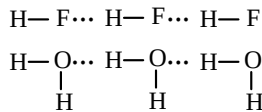
წარმოქმნილ ამონიუმის იონში ოთხივე N–H ბმა ეკვივალენტურია.

წყალბადური ბმა

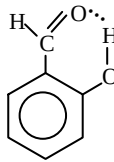
დონორულ-აქცეპტორული ტიპის სამცენტრიან სუსტ ქიმიურ კავშირს წყალბადსა და ძლიერი ელექტროუარყოფითი ელემენტების (F, O, N, Cl, S) ატომებს შორის წყალბადური ბმა ეწოდება.

წყალბადური ბმა ორი ტიპისაა:

მოლეკულათაშორისი

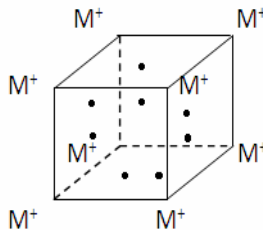


და შიდამოლეკულური



მეტალური ბმა

მეტალურ კრისტალურ მესერში, მეტალის კატიონებს შორის, თავისუფალი ელექტრონების საშუალებით დამყარებულ მრავალცენტრიან ქიმიურ კავშირს მეტალური ბმა ეწოდება:



ამ ბმის ბუნებითაა გამოწვეული მეტალის ისეთი თვისებები, როგორიცაა: ელექტროგამტარობა, სითბოგამტარობა, ბზინვარება და ა. შ.

კრისტალური მესრები

არსებობს ოთხი ტიპის კრისტალური მესერი: მეტალური, იონური, ატომური და მოლეკულური. შესაბამისად, მათ კვანძებში მოთავსებულია: მეტალები, იონები, ატომები, მოლეკულები.

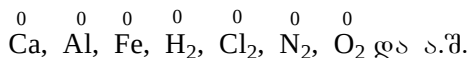
1.8. ჟანგვა-აღდგენითი რეაქციები

ჟანგვა-აღდგენითია რეაქციები, რომელთა მიმდინარეობაც დაკავშირებულია მათში მონაწილე ელემენტების დაჟანგულობის ხარისხების ცვლილებასთან.

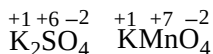
დაჟანგულობის ხარისხი (ჟანგვითი რიცხვი) წარმოადგენს მოლეკულაში ატომის პირობით მუხტს, რომელიც გამოთვლილია იმ დაშვებით, რომ მოლეკულა შედგება მხოლოდ იონებისაგან.

დაჟანგულობის ხარისხის განსაზღვრა

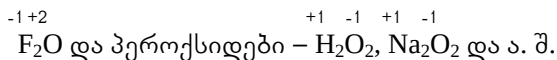
- 1) მარტივ ნივთიერებებში ელემენტის დაჟანგულობის ხარისხი ნულის ტოლია:



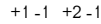
- 2) მეტალის დაჟანგულობის ხარისხი ყოველთვის დადებითია:



- 3) ჟანგბადის დაჟანგულობის ხარისხი ნაერთებში -2-ის ტოლია. გამონაკლისებია:



4) წყალბადის დაჟანგულობის ხარისხი ნაერთებში +1-ის ტოლია.



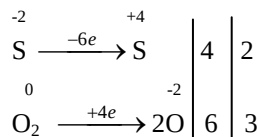
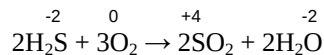
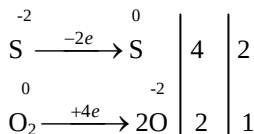
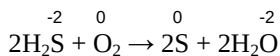
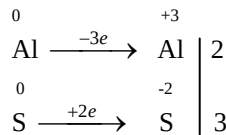
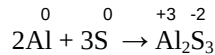
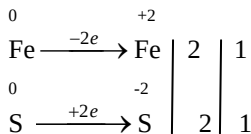
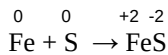
გამონაკლისია მეტალთა ჰიდრიდები – LiH, CaH₂ და ა. შ.

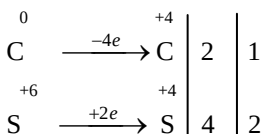
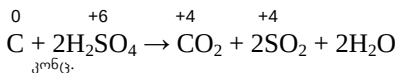
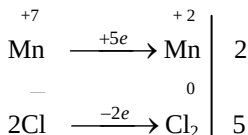
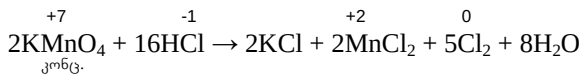
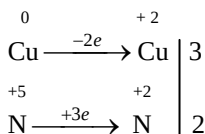
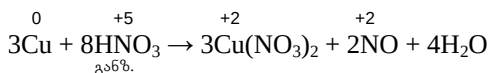
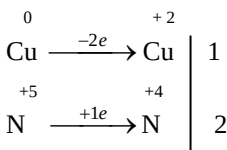
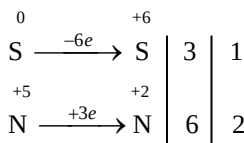
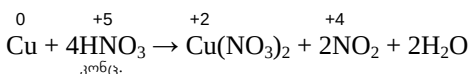
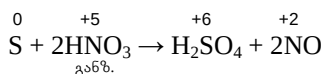
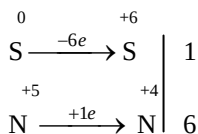
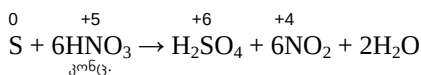
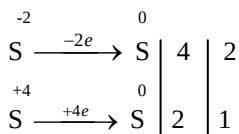
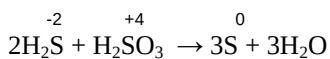
5) მოლეკულაში ატომთა დაჟანგულობის ხარისხების ალგებრული ჯამი ნულის ტოლია:

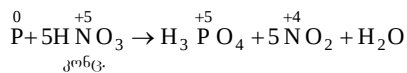
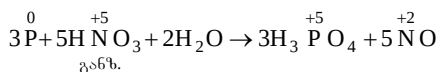
$$\sum \text{დ.ხ.} = 0 \quad \left| \begin{array}{cc} +1 & +5 & -2 & +1 & +7 & -2 \\ \text{HNO}_3 & & & \text{KMnO}_4 & & \end{array} \right|$$

დაჟანგვა ეწოდება ელექტრონების გაცემას, **აღდგენა** – ელექტრონების შეძენას. **მჟანგავია** სისტემა, რომელიც იძენს ელექტრონებს და აღდგება, **აღმდგენია** სისტემა, რომელიც გასცემს ელექტრონებს და იჟანგება.

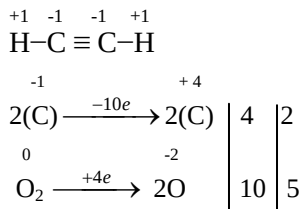
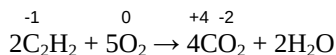
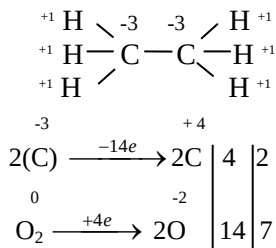
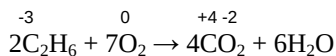
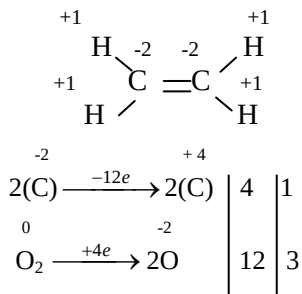
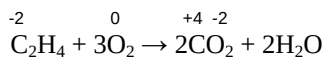
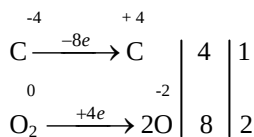
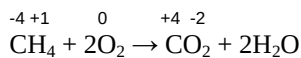
ელექტრონული ბალანსის მეთოდი

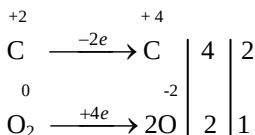
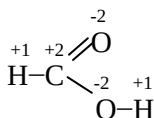
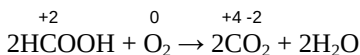
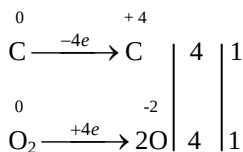
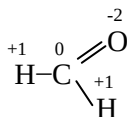
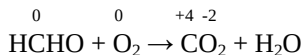
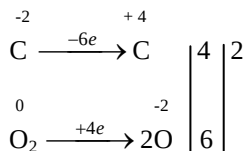
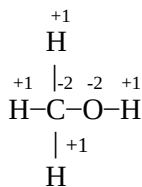
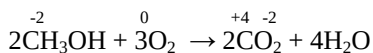




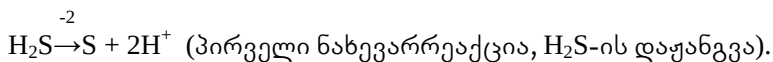
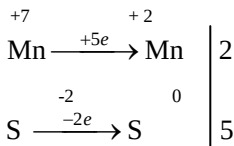
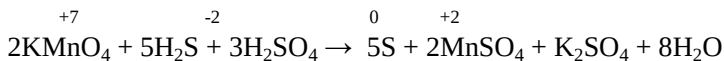


ორგანულ ნაერთებში

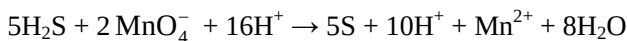
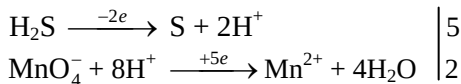




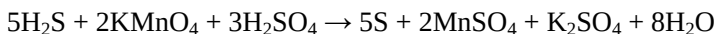
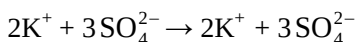
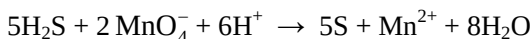
ნახევარრეაქციების (იონურ-ელექტრონული) მეთოდი



$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ \xrightarrow{+5e} \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$ (მეორე ნახევარრეაქცია, MnO_4^- -ის აღდგენა).

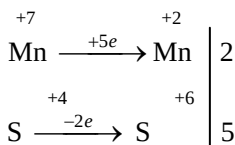
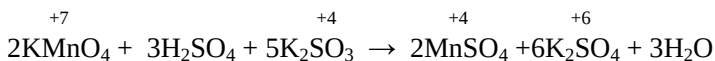


რეაქციის იონური განტოლება

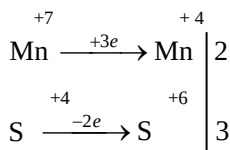
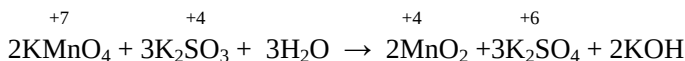


გარემოს (არის) მჟავურობის მიხედვით კალიუმის პერმანგანატი შეიძლება აღდგეს სხვადასხვა პროდუქტამდე.

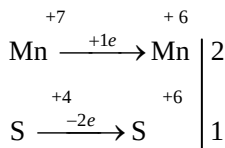
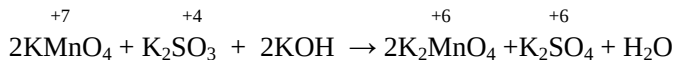
მჟავე არეში:



ნეიტრალურ არეში:

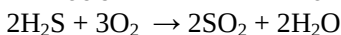


ტუტე არეში:

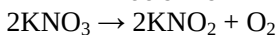


ჟანგვა-აღდგენითი რეაქციები იყოფა სამ ტიპად:

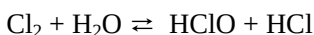
1) მოლეკულათაშორისი რეაქციები



2) შიდამოლეკულური რეაქციები



3) დისპროპორცირების რეაქციები



დაშლისა და შეერთების რეაქციები ჟანგვა-აღდგენითია თუ ერთ-ერთი რეაქტანტი მაინც არის მარტივი ნივთიერება. ჩანაცვლების რეაქციები ყოველთვის ჟანგვა-აღდგენითია.

1.9. ხსნარები

ცვლადი შედგენილობის მქონე ერთგვაროვან სისტემას, რომელიც შედგება გამხსნელის, გახსნილისა და მათი ურთიერთქმედების პროდუქტებისაგან ხსნარი ეწოდება.

გახსნილი ნივთიერების მასური წილი გამოითვლება ფორმულით:

$$\omega_{(\text{ნივთ.})} = \frac{m_{\text{ნივთ.}}}{m_{\text{ნივთ.}} + m_{\text{გამხსნ.}}} = \frac{m_{\text{ნივთ.}}}{m_{\text{ხსნარი}}}$$

თ-ს გამრავლებით 100-ზე მივიღებთ ხსნარის პროცენტულ კონცენტრაციას $\omega \cdot 100 = c \%$.

ხსნარის **მოლური კონცენტრაცია** ტოლია გახსნილი ნივთიერების მოლების რიცხვის ფარდობისა ხსნარის მოცულობასთან:

$$C = \frac{V_{\text{ნივთ.}}}{V_{\text{ხსნარო}}}$$

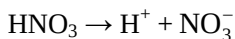
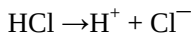
1.10. ელექტროლიტური დისოციაციის თეორია

თეორიას, რომელიც ელექტროლიტების განსაკუთრებულ თვისებებს წყალხსნარში ან ნალღობში მათი იონებად დაშლით ხსნის, ელექტროლიტული დისოციაციის თეორია ეწოდება.

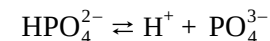
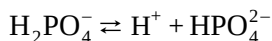
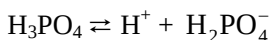
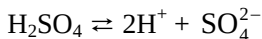
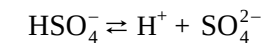
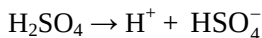
ნივთიერებებს, რომელიც წყალში გახსნილ ან გაღვლილ მდგომარეობაში ელექტრულ დენს ატარებენ, **ელექტროლიტები** ეწოდებათ.

ელექტროლიტებია: მჟავები, ჰიდროქსიდები, მარილები.

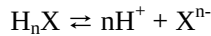
მჟავები ელექტროლიტებია, რომლებიც წყალხსნარებში დისოცირდება წყალბადის კატიონად და მჟავური ნაშთის ანიონად:



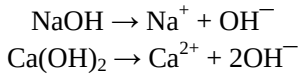
მრავალფუძიანი მჟავები დისოცირდება საფეხურებრივად:



ზოგადად, მჟავას დისოციაცია ასე შეიძლება ჩაინეროს:

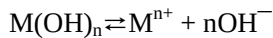


ჰიდროქსიდები ელექტროლიტებია, რომლებიც წყალ-ხსნარებში დისოცირდება ლითონის კატიონად და ჰიდროქსიდის ანიონად:

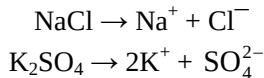


(ჰიდროქსიდების შემთხვევაში იწერება დისოციაციის მხოლოდ ჯამური ტოლობა).

ზოგადად, ჰიდროქსიდების დისოციაცია ასე შეიძლება ჩაინეროს:



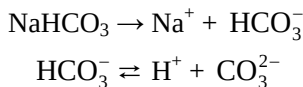
მარილები ელექტროლიტებია, რომლებიც წყალხსნარებში დისოცირდება ლითონის კატიონად და მჟავური ნაშთის ანიონად:



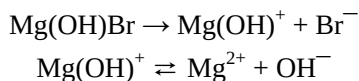
ზოგადად მარილების დისოციაცია ასე შეიძლება ჩაინეროს:



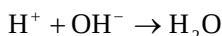
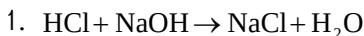
მჟავა და ფუძე მარილები საფეხურებრივ დისოციაციას განიცდიან:



და



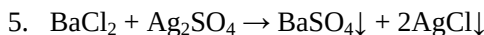
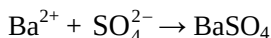
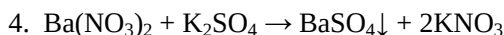
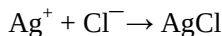
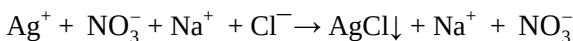
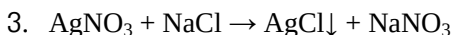
1.11. რეაქციის იონური და შეკვეცილი იონური განტოლებები



(ამ შეკვეცილი იონური განტოლებით გამოხატულია ნებისმიერი ნეიტრალიზაციის რეაქციის არსი).

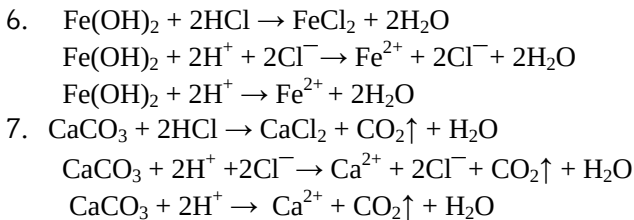


წყალხსნარებში მარილებს შორის მიმდინარე მიმოცვლის რეაქციების დანერისას, უნდა გავითვალისწინოთ, რომ ორივე რეაგენტი ხსნადი უნდა იყოს, ხოლო რეაქციის ერთ-ერთი პროდუქტი მაინც – უხსნადი. წინააღმდეგ შემთხვევაში რეაქცია არ წარიმართება ბოლომდე. ქლორიდებიდან უხსნადია ვერცხლის ქლორიდი – $\text{AgCl}\downarrow$, სულფატებიდან ბარიუმის სულფატი – $\text{BaSO}_4\downarrow$, ნიტრატები – ყველა ხსნადია, ტუტე მეტალების და ამონიუმის ყველა მარილი ხსნადია. (უნდა ვნახოთ ნაერთთა ხსნადობის ცხრილი).

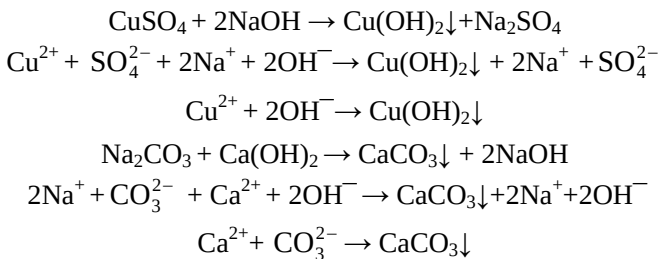


ამ შემთხვევაში, შეკვეცილი იონური ტოლობა ემთხვევა სრულს.

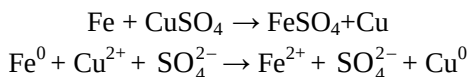
არსებობს ისეთი მიმოცვლის რეაქციები, რომელთა მონაწილე ამოსავალი ნივთიერებებიდან ერთ-ერთი უხსნადია:



რაც შეეხება რეაქციას მარილსა და ტუტეს შორის, მისი ბოლომდე მიმდინარეობისთვის მიღებული ნივთიერებებიდან (ფუძე და მარილი) ერთ-ერთი უნდა იყოს წყალში უხსნადი, ხოლო აღებული ფუძე და მარილი უნდა იყოს წყალში ხსნადი:

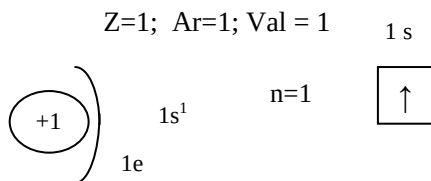


მარილსა და მეტალს შორის რეაქციის ბოლომდე მიმდინარეობისთვის აუცილებელია წყალში ხსნადი მარილის აღება, მეტალი უნდა იყოს უფრო აქტიური, ვიდრე მარილის შედგენილობაში შემავალი მეტალია და, ამავე დროს, წყალთან რეაქციაში არ უნდა შედიოდეს:



2. ქიმიური ელემენტები და მათი ნაერთები

2.1. წყალბადი



^1_1H (P) – პროთიუმი, ^2_1H (D) – დეიტერიუმი, ^3_1H (T) – ტრიტიუმი

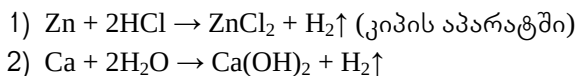
ბუნებაში

როგორც თავისუფალი (ატმოსფეროს ზედა ფენები), ისე ნაერთების (H_2O , ორგანული ნაერთები) სახით.

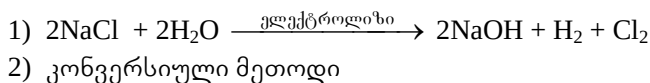
კოსმოსში ყველაზე გავრცელებული ელემენტია ($1/2$ კოსმოსური ნივთიერების პლაზმურ მდგომარეობაში არსებული წყალბადია).

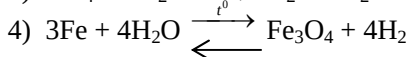
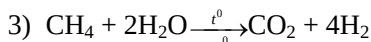
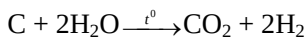
მიღება

ლაბორატორიული მეთოდი:



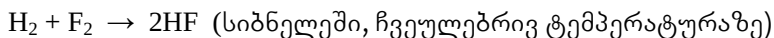
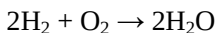
საწარმოო მეთოდი:



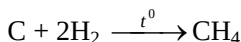
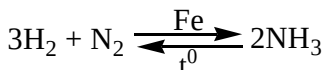
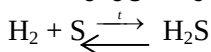
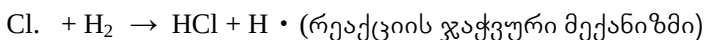
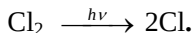


თვისებები

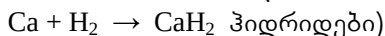
1) არამეტალებთან მოქმედება



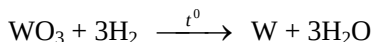
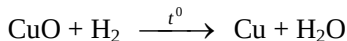
მექანიზმი



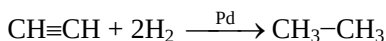
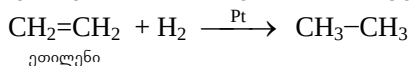
2) მეტალებთან მოქმედება:

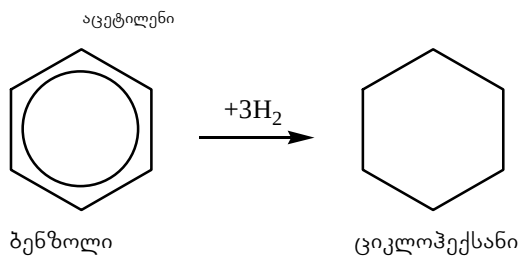


3) ოქსიდებიდან მეტალის აღდგენა:

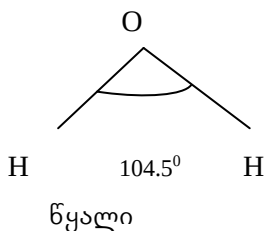


4) ორგანული ნაერთების ჰიდრირება (ჰიდროგენიზაცია)



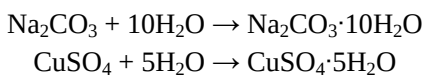


წყალი

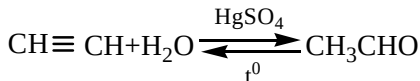
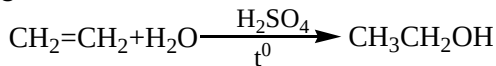


თვისებები

- 1) $2H_2O \xrightarrow{2000^\circ C} 2H_2 + O_2$
- 2) $2H_2O + 2Na \rightarrow 2NaOH + H_2\uparrow$
 $2H_2O + Ca \rightarrow Ca(OH)_2 + H_2\uparrow$
- 3) $H_2O + Na_2O \rightarrow 2NaOH$
 $H_2O + CaO \rightarrow Ca(OH)_2$
- 4) $SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$
- 5) $Cl_2 + H_2O \rightleftharpoons HCl + HClO$
- 6) კრისტალჰიდრატების წარმოქმნა

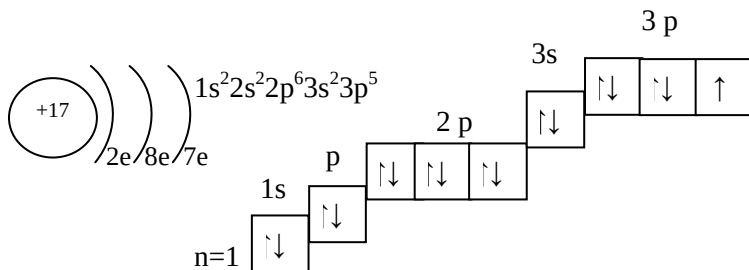


7) ჰიდრატაცია



2.2. ქლორი

$Z=17$; $\text{Ar} = 35,5$; $\text{Val} = 1,3,5,7$

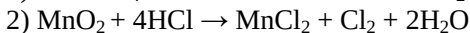


$^{35}_{17}\text{Cl}$, $^{37}_{17}\text{Cl}$

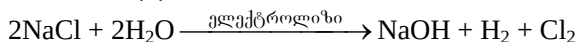
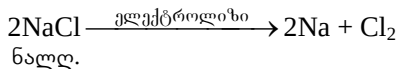
ბუნებაში გავრცელებულია მხოლოდ ნაერთების სახით.
 NaCl – ქვამარილი; KCl – სილვინი; $\text{NaCl}\cdot\text{KCl}$ – სილვინიტი.

მიღება

ლაბორატორიული (კონც. HCl –ზე ძლიერი მჟანგავები)

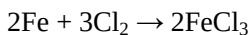
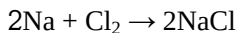


სამრეწველო

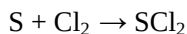
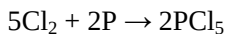
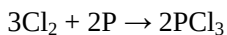
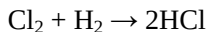


თვისებები

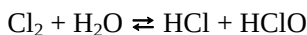
1) მეტალებთან მოქმედება



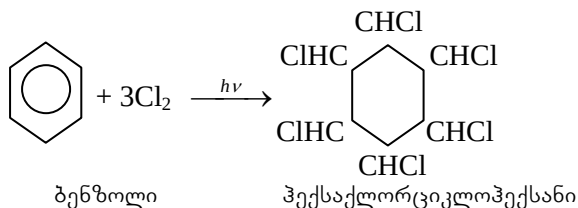
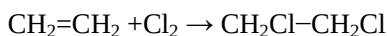
2) არამეტალებთან მოქმედება



3) წყალთან ურთიერთქმედება

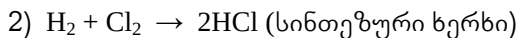
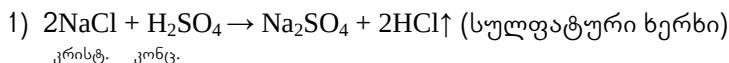


4) ორგანულ ნივთიერებებთან ურთიერთქმედება

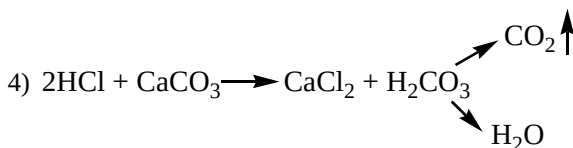
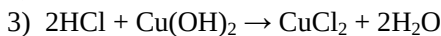
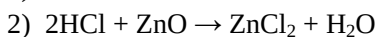
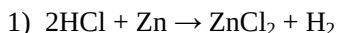


HCl – ქლორწყალბადი. მარილმჟავა

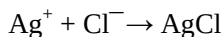
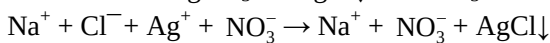
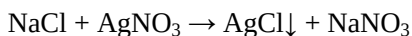
მიღება



თვისებები



მარილმჟავას და მისი მარილების (ქლორიდების) აღმომჩენი რეაქტივია AgNO_3 :



ქლორის ჟანგბადიანი მჟავები და მათი მარილები

HClO – ქვექლოროვანი მჟავა, KClO – ჰიპოქლორიტი.

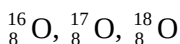
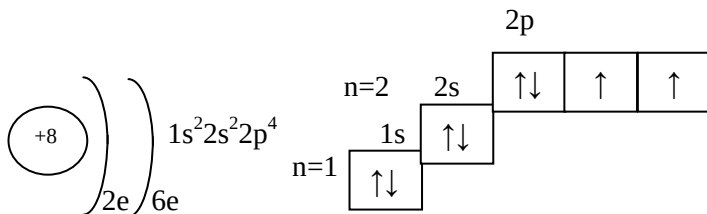
HClO_2 – ქლოროვანი მჟავა, KClO_2 – ქლორიტი.

HClO_3 – ქვექლორმჟავა, KClO_3 – ქლორატი.

HClO_4 – ქლორმჟავა, KClO_4 – პერქლორატი.

2.3. ჟანგბადი

$$Z=8; \text{ Ar}=16; \text{ Val} = 2$$

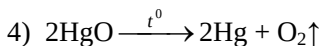
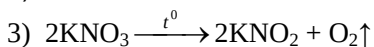
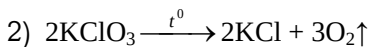
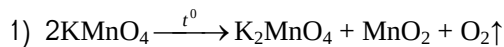


დედამიწაზე ყველაზე გავრცელებული ელემენტი. ჰაერში მასით 23%, მოცულობით 21 %.

ნაერთები: H_2O , ოქსიდები, მარილები, ორგანული ნაერთები.

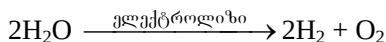
მიღება

ლაბორატორიული



წარმოებაში

1) წყლის ელექტროლიზი

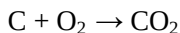
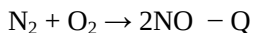
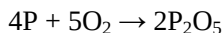
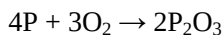
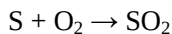
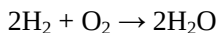


2) ჰაერის გათხევადება და ფრაქციული გამოხდა.

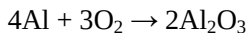
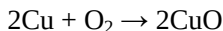
თვისებები

ყველა ელემენტთან წარმოქმნის ოქსიდს გარდა He, Ne, Ar. უშუალოდ არ ურთიერთქმედებს ჰალოგენებთან, ოქროსთან, პლატინის ოჯახის ელემენტებთან.

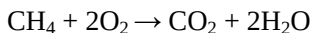
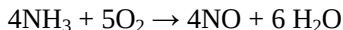
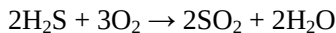
1) არამეტალებთან ურთიერთქმედება



2) მეთალებთან ურთიერთქმედება

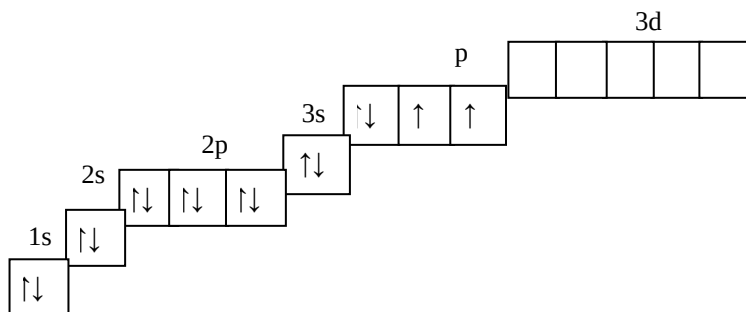
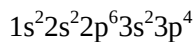
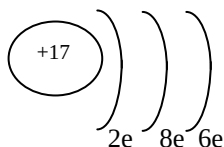


3) რთულ ნივთიერებებთან ურთიერთქმედება



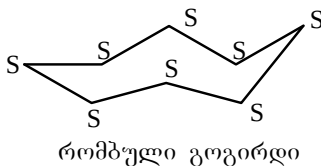
2.4. გოგირდი

$Z=16$; $Ar=32$; $Val = 2,4,6$



ბუნებაში გვხვდება როგორც თვითნაბადი (თავისუფალი), ისე ნაერთების სახით: FeS_2 – პირიტი, PbS – ტყვიის კრიალა, $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ – მირაბილიტი, $BaSO_4$ – ბარიტი და ა.შ.

ალოტროპიული სახესხვაობებია (S_8) რომბული, მონოკლინური და პლასტიკური (S_n) გოგირდი.

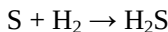
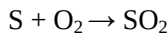


მიღება

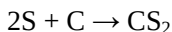
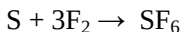
- 1) $FeS_2 \xrightarrow{t^0} FeS + S$
- 2) $2H_2S + SO_2 \rightarrow 3S + 2H_2O$
- 3) $SO_2 + C \rightarrow S + CO_2$

თვისებები

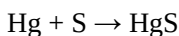
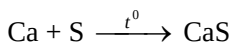
- 1) არამეტალებთან ურთიერთქმედება (არ ურთიერთქმედებს აზოტთან და იოდთან)



გაღლ.

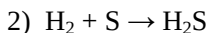
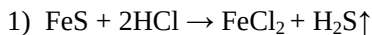


- 2) მეტალებთან ურთიერთქმედება



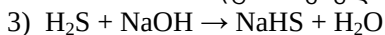
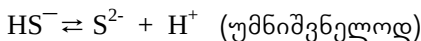
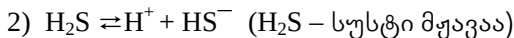
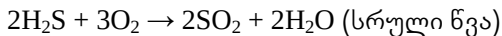
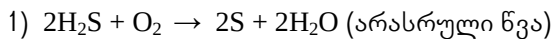
H₂S – გოგირდწყალბადი, გოგირდწყალბადმჟავა

მიღება



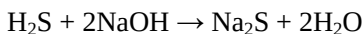
გაღლ.

თვისებები



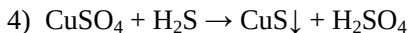
ნატრიუმის

ჰიდროსულფიდი

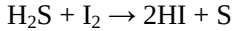
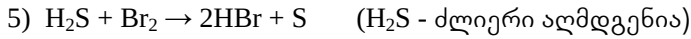
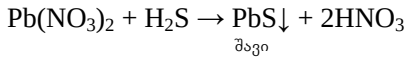


ნატრიუმის

სულფიდი

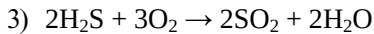
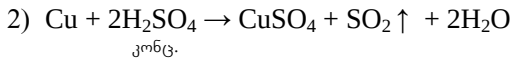
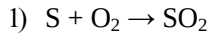


შავი

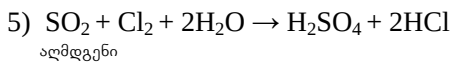
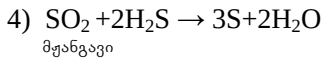
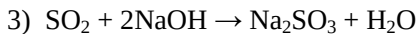
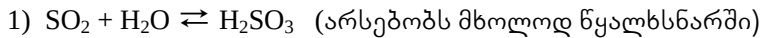


SO₂ (გოგირდის IV ოქსიდი)

მიღება

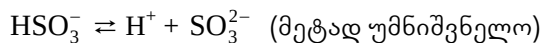
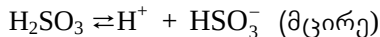


თვისებები

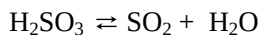


H₂SO₃ (გოგირდოვანი მჟავა)

1) დისოციაცია



2) არამდგრადია



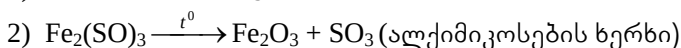
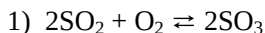
SO₃ (გოგირდის VI ოქსიდი)

აირად ფაზაში – SO₃ (წესიერი სამკუთხედი).

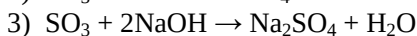
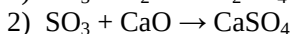
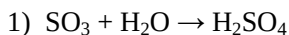
თხევად ფაზაში – (SO₃)₃ (ტრიმერი).

მყარ ფაზაში – (SO₃)_n (პოლიმერი).

მიღება

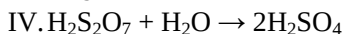
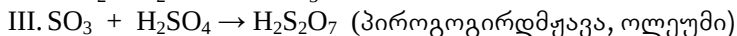
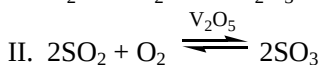
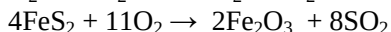
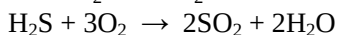
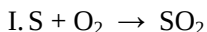


თვისებები



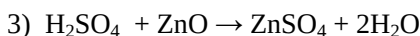
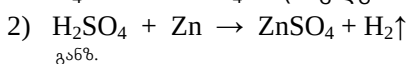
H₂SO₄ (გოგირდმჟავა)

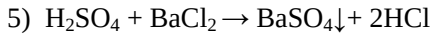
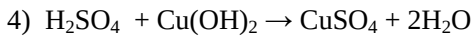
წარმოებაში მიიღება კონტაქტური ხერხით, რომელიც ოთხი სტადიისაგან შედგება:



თვისებები

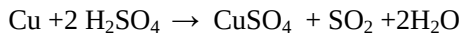
1) დისოციაცია





მუანგავია:

ჟანგავს მეტალებსა და არამეტალებს.

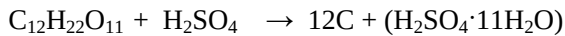


კონც.



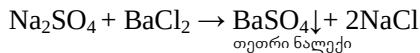
კონც.

გოგირდმჟავას წყალწამრთმევი თვისებები აქვს – მაგალითად, ახდენს ორგანული ნაერთების დეჰიდრატაციას:



საქაროზა(შაქარი)

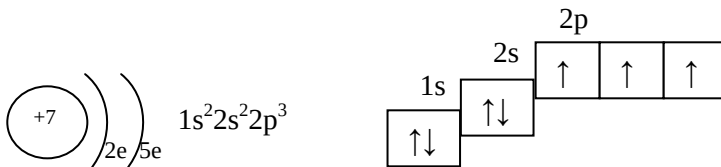
გოგირდმჟავას მარილების – სულფატების აღმომჩენი რეაქციაა BaCl_2 –თან მოქმედება:



თეთრი ნალექი

2.5. აზოტი

$Z=7$; $\text{Ar}=14$; $\text{Val} = 2, 3, 4$.

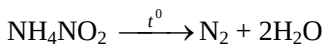


თავისუფალი სახით – N_2 , $\text{N}\equiv\text{N}$ (აზოტის მოლეკულაში ბმის ენერგიაა 942 კჯ/მოლი).

ბუნებაში

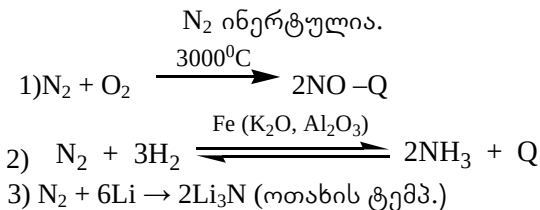
თავისუფალი სახით – ჰაერის 78% მოცულობით, 75,5% – მასით. გვარჯილები: NaNO_3 – ჩილეს გვარჯილა, KNO_3 – ინდოეთის გვარჯილა, ორგანული ნაერთები.

მიღება



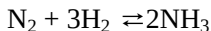
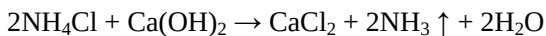
ტექნიკაში თხევადი ჰაერის ფრაქციული გამოხდით
(-196°C)

თვისებები

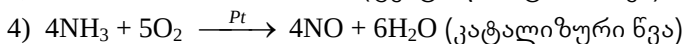
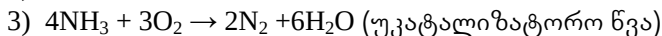
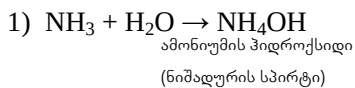


NH_3 - ამიაკი

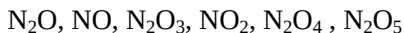
მიღება

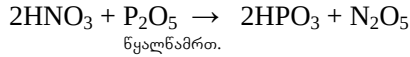
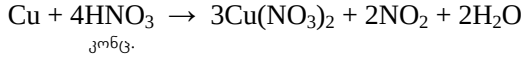
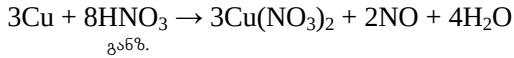
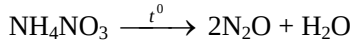
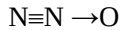


თვისებები



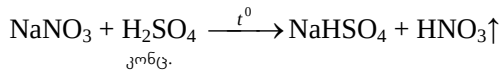
ოქსიდები



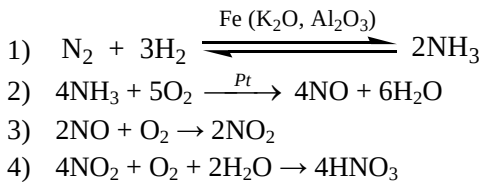


HNO₃-ა ზოტმჟავა

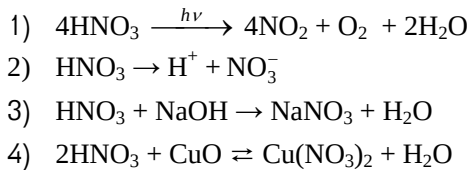
მიღება

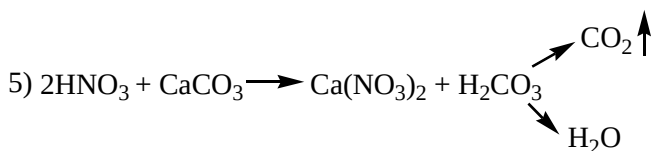


მრეწველობაში – კატალიზური მეთოდით



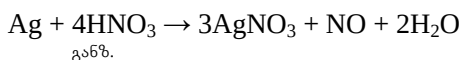
ოვისებები





აზოტმჟავაზე მეტალების მოქმედებით წყალბადის გამოყოფა არ ხდება. HNO_3 ძლიერი მჟანგავია და H_2 -ს ჟანგავს წყლამდე (თუმცა, არსებობს გამონაკლისიც – მანგანუმზე 12,5 % HNO_3 -ის მოქმედებით გამოიყოფა H_2 (86% H_2 , 13% NO და 1% N_2O)).

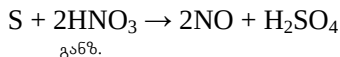
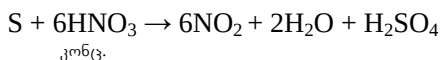
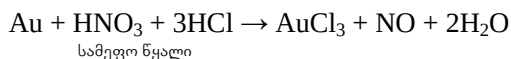
დამჟანგავი თვისებები



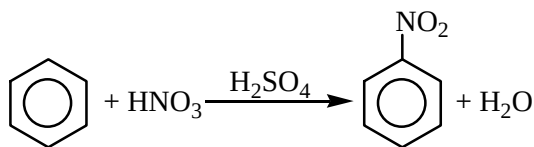
(ცივი კონცენტრირებული აზოტმჟავა არ რეაგირებს Al , Cr , Fe -თან მეტალის ოქსიდის დამცავი ფენის წარმოქმნის გამო, ცხელი გამოყოფს NO_2 -ს).

(Au და Pt აზოტმჟავასთან არ მოქმედებს).

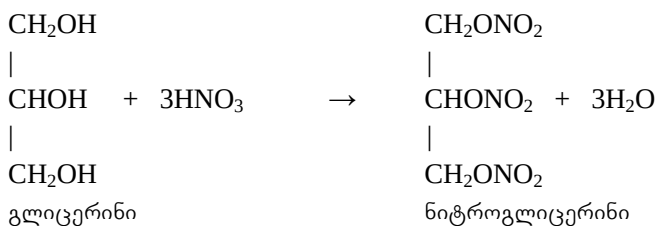
ოქრო მოქმედებს სამეფო წყალთან.



6) ორგანულ ნაერთებთან მოქმედება (ე. წ. ნიტრირების რეაქცია).



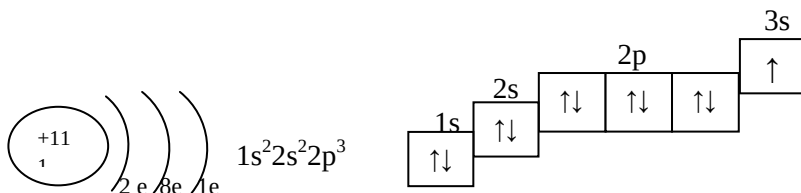
ნიტრობენზოლი



(გოგირდმჟავას და აზოტმჟავას ნარეკს მანიტრირებელი ნარევი ეწოდება).

2.6. ნატრიუმი

Z=11; Ar=23; Val = 1

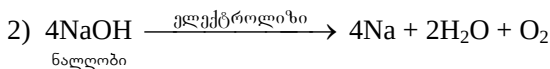
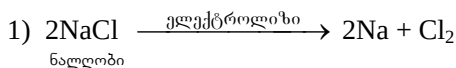


მონონუკლიდია $^{23}_{11}\text{Na}$ (ბუნებაში არსებობს ერთი სტაბილური იზოტოპის სახით).

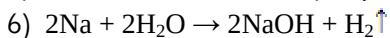
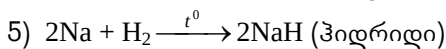
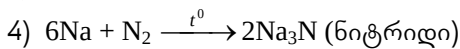
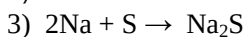
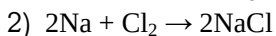
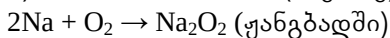
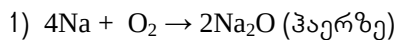
ბუნებაში მხოლოდ ნაერთების სახით არსებობს:

NaCl – ქვამარილი, $\text{NaCl} \cdot \text{KCl}$ – სილვინიტი, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ – მირაბილიტი და სხვ.

მიღება

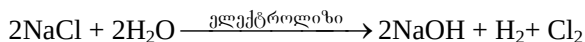


თვისებები

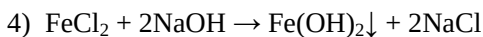
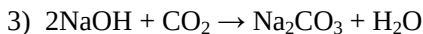
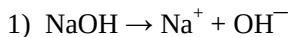


NaOH – ნატრიუმის ჰიდროქსიდი

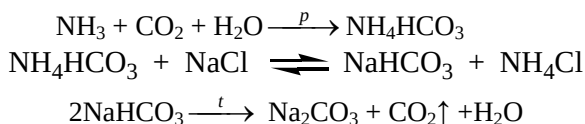
მიღება



თვისებები

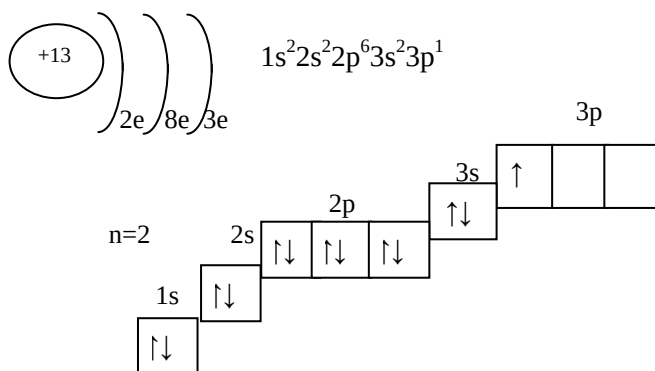


Na₂CO₃ - სოდის მიღების სოლვეის მეთოდი



2.7. ალუმინი – Al

Z=13; Ar=27; Val = 3

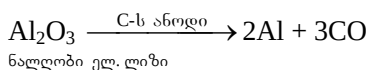


მონონუკლიდა ${}_{13}^{27}\text{Al}$.

ბუნებაში ყველაზე გავრცელებული ლითონია. ამასთანავე, მხოლოდ ნაერთების სახით:

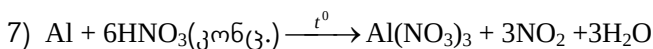
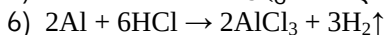
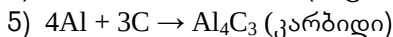
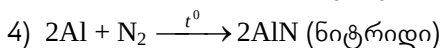
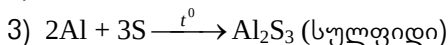
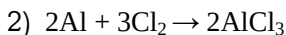
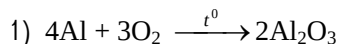
ბოქსიტები – $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, კორუნდი – Al_2O_3 (ლალი – ქრომის მინარევით, საფირონი – რკინის მინარევით), კრიოლიტი – Na_3AlF_6 .

მიღება



ლღობის ტემპერატურის შესამცირებლად Al_2O_3 -ს უმატებენ კრიოლიტის (მღღობ შპატს) Na_3AlF_6 .

თვისებები

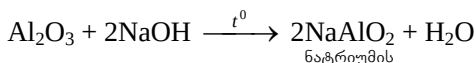
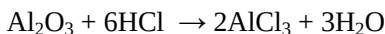


8) **ალუმინოთერმია** (ლითონების აღდგენა მათი ოქსიდებიდან ალუმინის საშუალებით)



ალუმინი გამოყენების მხრივ მეორე ადგილზეა რკინის შემდეგ.

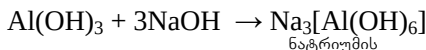
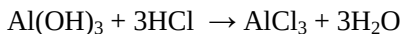
Al_2O_3 – ამფოტერული ოქსიდი



ნატრიუმის

მეტალუმინატი

$\text{Al}(\text{OH})_3$ – ამფოტერული ჰიდროქსიდი

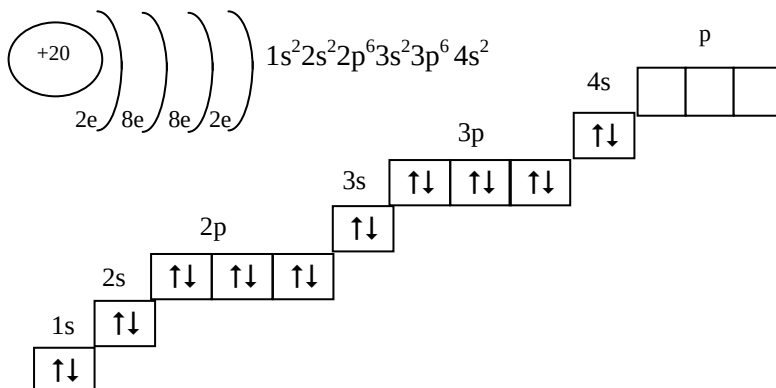


ნატრიუმის

ჰექსაჰიდროქსოალუმინატი

2.8. კალციუმი

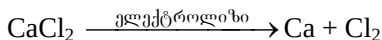
$Z=20$; $Ar=40$; $Val = 2$



ძირითადი იზოტოპია ${}^{40}_{20}\text{Ca}$, არსებობს კიდევ ხუთი იზოტოპი: ${}^{42}_{20}\text{Ca}$, ${}^{43}_{20}\text{Ca}$, ${}^{44}_{20}\text{Ca}$, ${}^{46}_{20}\text{Ca}$, ${}^{48}_{20}\text{Ca}$.

ბუნებაში – ნაერთების სახით, CaCO_3 – მინერალი კალციტი (კირქვა, ცარცი, მარმარილო), $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ – დოლომიტი, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – თაბაშირი და სხვ.

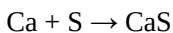
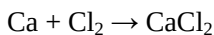
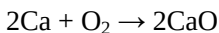
მიღება

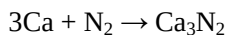


უმატებენ CaF_2 -ს ლღობის ტემპერატურის დასაწევად.

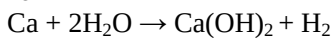
თვისებები

1. არამეტალებთან მოქმედება



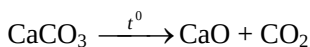


1) წყალთან მოქმედება

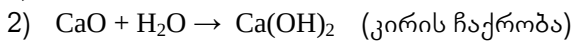
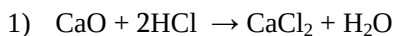


CaO – ჩაუმქრალი კირი

მიღება

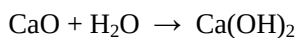


თვისებები

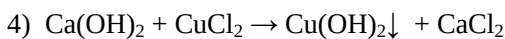
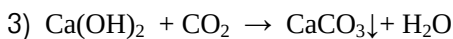
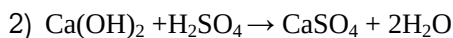
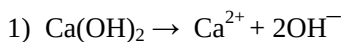


Ca(OH)₂ – ჩამქრალი კირი

მიღება



თვისებები

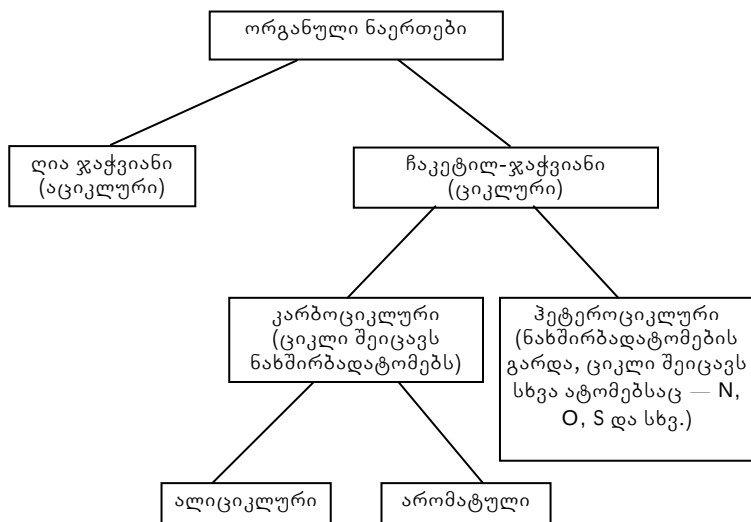


3. ორგანული ნაერთები

არსებობს ორგანული ქიმიის რამდენიმე განმარტება. კუკულეს და გმელინის მიხედვით, ორგანული ქიმია ელემენტ ნახშირბადის ქიმიაა. შორლემერის მიხედვით – ორგანული ქიმია ნახშირწყალბადებისა და მათი ნაერთების ქიმიაა.

1860 წელს ფრანგმა ქიმიკოსმა მარსელენ ბერთლომ განაცხადა: „ქიმიამ შექმნა თავისი კვლევის ობიექტები. ეს შემოქმედებითი უნარი ხელოვნების მსგავსია და ძირეულად განახვავებს ქიმიას სხვა საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებისაგან“. ეს მართლაც ასეა, 12 მილიონამდე არსებული ორგანული ნაერთებიდან, 90% ლაბორატორიაშია დასინთეზებული.

ორგანული ნაერთების კოლოსალური სიმრავლის შესწავლა შეუძლებელია გარკვეული კლასიფიკაციის გარეშე. არსებობს ორგანულ ნაერთთა შემდეგი ზოგადი კლასიფიკაცია:



გარდა აღნიშნული ზოგადი კლასიფიკაციისა, ორგანულ ქიმიაში უმნიშვნელოვანესია ჰომოლოგიური რიგების ცნება.

ჰომოლოგები ეწოდება ერთტიპურ ნაერთებს, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ერთი ან რამდენიმე CH_2 ჯგუფით, ე. ნ. **ჰომოლოგიური სხვაობით**. ჰომოლოგების ერთიანობას ნაერთთა **ჰომოლოგიური რიგი** ეწოდება. ქვემოთ მოყვანილია ორგანულ ნაერთთა ზოგიერთი უმნიშვნელოვანესი ჰომოლოგიური რიგის სახელწოდებები და მათი ზოგადი ფორმულები (ეს რიგები განხილულია ამ კურსში):

ალკანები – $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$
(ნაჯერი ნახშირწყალბადები)

ალკენები – C_nH_{2n}
(ეთილენის რიგის უჯერი ნახშირწყალბადები)

ალკინები – $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$
(აცეტილენის რიგის უჯერი ნახშირწყალბადები)
არენები – $\text{C}_n\text{H}_{2n-6}$
(ბენზოლის რიგის არომატული ნახშირწყალბადები)

ალკანოლები – $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$
(სპირტები)

ალკანალები – $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}-\text{C}\begin{matrix} \text{=O} \\ \text{H} \end{matrix}$
(ალდეჰიდები)

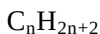
ალკანმჟავები – $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}-\text{C}\begin{matrix} \text{=O} \\ \text{OH} \end{matrix}$
(კარბონმჟავები)

ძალზე მნიშვნელოვანია **ფუნქციური ჯგუფების** ცნებაც. ფუნქციური ჯგუფი ეწოდება ატომთა ისეთ ერთიანობას, რომელიც განსაზღვრავს ორგანული ნაერთის რაობას და მისი ქიმიური თვისებების უმრავლესობას (ფაქტობრივად წარმოად-

გენს სარეაქციო ცენტრს). ყველაზე მნიშვნელოვანი ფუნქციური ჯგუფებია: $-\text{OH}$ (ჰიდროქსილის ჯგუფი), $-\text{CO}$ (კარბონილის ჯგუფი) და $-\text{COOH}$ (კარბოქსილის ჯგუფი).

3.1. ალკანები

(ნაჯერი ნახშირწყალბადები)

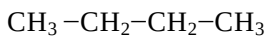


CH_4 – მეთანი	C_7H_{16} – ჰეპტანი
C_2H_6 – ეთანი	C_8H_{18} – ოქტანი
C_3H_8 – პროპანი	C_9H_{20} – ნონანი
C_4H_{10} – ბუტანი	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$ – დეკანი
C_5H_{12} – პენტანი	$\text{C}_{11}\text{H}_{24}$ – უნდეკანი
C_6H_{14} – ჰექსანი	$\text{C}_{12}\text{H}_{26}$ – დოდეკანი

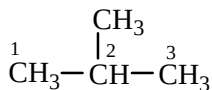
ალკანებში ნახშირბადი იმყოფება sp^3 -ჰიბრიდიზაციაში (ნახშირბადის I სავალენტო მდგომარეობა). ალკანები შეიცავენ მხოლოდ მარტივ (ერთმაგ) $\text{C}-\text{C}$ σ -ბმებს.

ალკანების მოლეკულებიდან ერთი ატომი წყალბადის ჩამოცილებით მიიღება რადიკალები (ალკილის რადიკალები). მეთანის რადიკალს მეთილი (CH_3) ეწოდება, ეთანის რადიკალს – ეთილი (C_2H_5) და ა. შ. რადიკალი აღინიშნება R-ით.

იზომერები ეწოდება ერთნაირი მოლეკულური ფორმულის მქონე ნივთიერებებს, რომლებსაც გააჩნიათ განსხვავებული აღნაგობა და აქედან გამომდინარე, განსხვავებული თვისებები. ალკანებში გვხვდება ჯაჭვის (ჩონჩხის) იზომერია. იზომერია იწყება ბუტანიდან, მას გააჩნია ორი იზომერი, პენტანს – 3, დეკანს – 75, ჰექტანს ($\text{C}_{100}\text{H}_{202}$) – $7 \cdot 10^{39}$ (ე. წ. კომბინატორული აფეთქება).



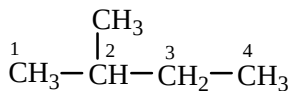
ნ. ბუტანი



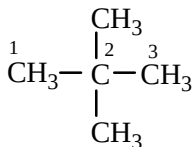
2-მეთილპროპანი,
იზობუტანი



ნ. პენტანი

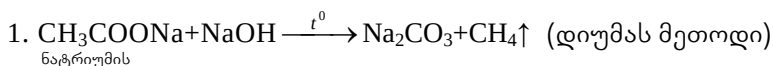


2-მეთილბუტანი,
იზობუტანი



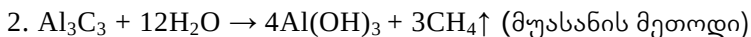
2,2-დიმეთილპროპანი,
ნეოპენტანი

მიღება



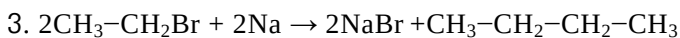
ნატრიუმის

აცეტატი



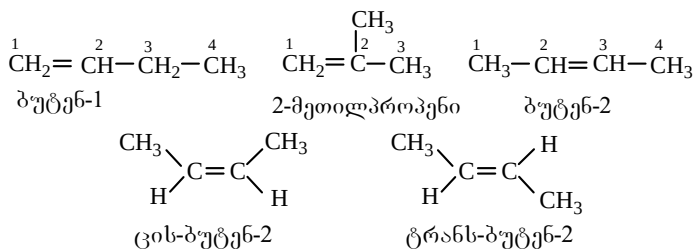
ალუმინის

კარბიდი



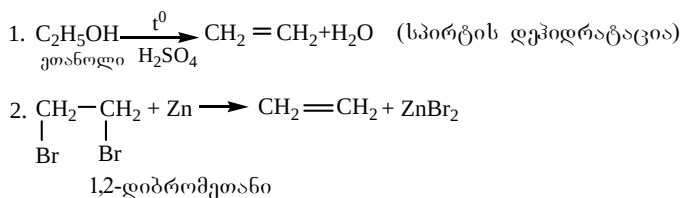
ეთილბრომილი

(ვიურცის მეთოდი)



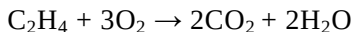
გეომეტრიული იზომერები

მიღება



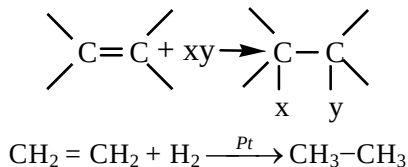
თვისებები

1) წვა

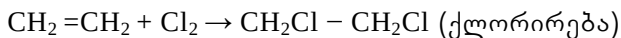


2) მიერთება

მიერთება მიმდინარეობს შემდეგი ზოგადი სქემით:



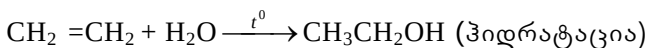
(ჰიდრირება ანუ ჰიდროგენიზაცია)



1,2-დიქლორეთანი

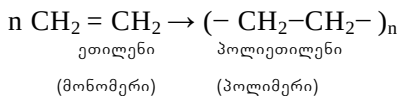


ქლორეთანი



3) პოლიმერიზაცია

რეაქციას, რომლის დროსაც **მონომერის** (მიკრომოლეკულის) რამდენიმე მოლეკულის შეერთებით მიიღება **პოლიმერის** ერთი მაკრომოლეკულა, **პოლიმერიზაცია** ეწოდება („პოლი“ ნიშნავს მრავალს). რიცხვს, რომელიც გვიჩვენებს, მონომერის რამდენი მოლეკულაა გაერთიანებული პოლიმერში, **პოლიმერიზაციის ხარისხი** (n) ეწოდება. ატომთა ჯგუფს, რომელიც პოლიმერის მაკრომოლეკულაში მეორდება, **სტრუქტურული ერთეული** (რგოლი) ეწოდება.



გამოყენება

ეთილენი გამოიყენება ეთილის სპირტისა და პოლიეთილენის მისაღებად, აგრეთვე მრავალრიცხოვან ორგანულ სინთეზებში.

3.3. ალკინები

(აცეტილენის რიგის უჯერი ნახშირწყალბადები)



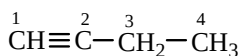
C_2H_2 აცეტილენი, ეთინი

C_3H_4 პროპინი

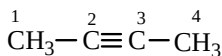
C_4H_6 ბუტინი

ალკინებში ნახშირბადი იმყოფება sp - ჰიბრიდიზაციაში (ნახშირბადის III სავალენტო მდგომარეობა). ალკინები შეიცავენ მარტივ $C-C$ ბმებს და ერთ სამმაგ $C\equiv C$ ბმას. სამმაგი ბმიდან ერთი σ -ბმაა და ორი π -ბმა.

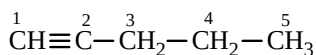
ალკინებში გვხვდება იზომერიის ორი ტიპი – ნახშირბადების ჯაჭვის და სამმაგი ბმის მდებარეობის იზომერია.



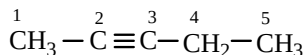
ბუტინ-1



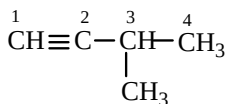
ბუტინ-2



პენტინ-1

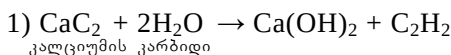


პენტინ-2

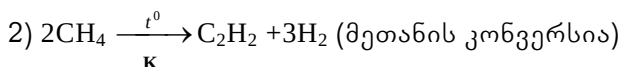


3-მეთილბუტინ-1

მიღება

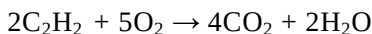


კალციუმის კარბიდი

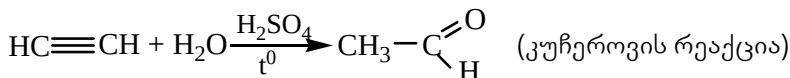
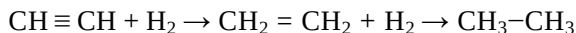
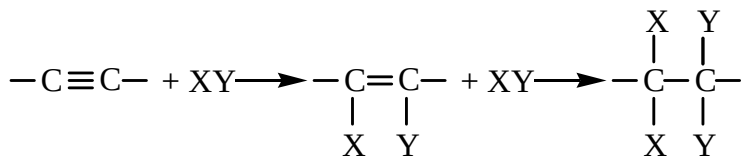


თვისებები

1) წვა

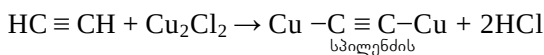


2) მიერთება მიმდინარეობს ორ სტადიად შემდეგი ზოგადი სქემით:

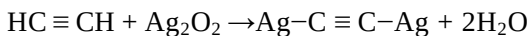


აცეტალდეჰიდი

3) ჩანაცვლება



აცეტილენიდი



ვერცხლის

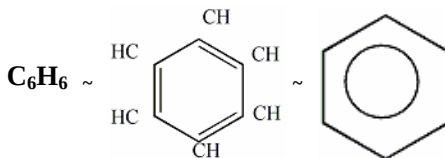
აცეტილენიდი

გამოყენება

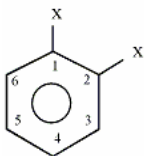
აცეტილენი ფართოდ გამოიყენება სამრეწველო ორგანულ სინთეზში (ძმარმჟავას, სინთეზური კაუჩუკის და სხვ.). აცეტილენის ბაზაზე დასინთეზებულია დაახლოებით 50 000 ორგანული ნივთიერება.

3.4. არენები

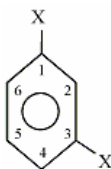
(ბენზოლის რიგის არომატული ნახშირწყალბადები)



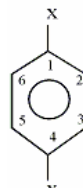
არენებში ძირითადია ჩანაცვლებული ჯგუფების ურთიერთმდებარეობის იზომერია. მაგალითად, ორი ჩანაცვლებული ჯგუფის შემთხვევაში არსებობს სამი იზომერი: ორთო-(1,2 -), მეტა - (1,3 -) და პარა - (1,4):



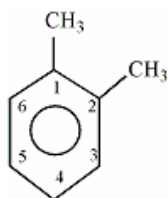
ორთო - (1,2-)



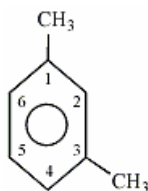
მეტა - (1,3)



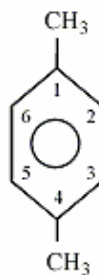
პარა - (1,4)



ო-ქსილოლი,
1,2-დიმეთილ-
ბენზოლი



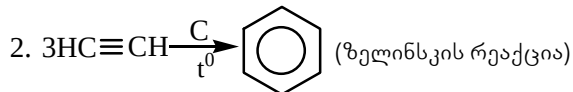
მ-ქსილოლი,
1,3-დიმეთილ-
ბენზოლი



პ-ქსილოლი,
1,4-დიმეთილ-
ბენზოლი

მიღება

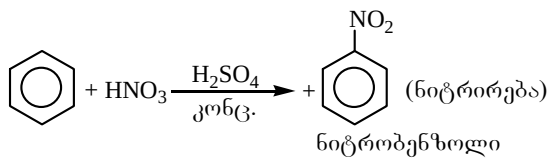
1. ქვანახშირის დაკოქსვისას:

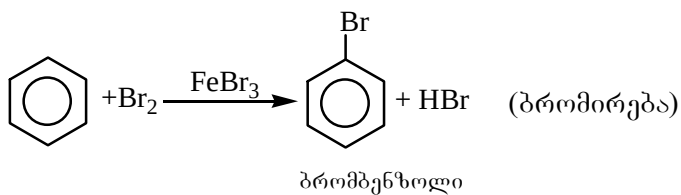


თვისებები

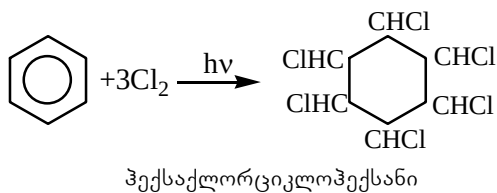
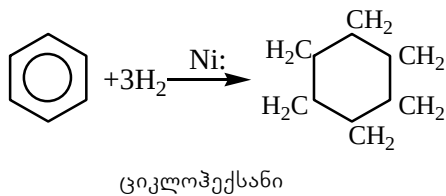
ბენზოლისათვის უფრო დამახასიათებელია ჩანაცვლების რეაქციები, თუმცა განსაკუთრებულ პირობებში ის შედის შეერთების რეაქციებშიც.

1) ჩანაცვლება



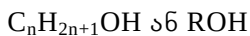


2) მიერთება



3.5. ალკანოლები

(ნაჯერი ერთატომიანი სპირტები)



სპირტების ატომურობა განისაზღვრება მათ მოლეკულაში ჰიდროქსილის ჯგუფის (OH) რიცხვის მიხედვით.

CH_3OH – მეთანოლი, მეთილის სპირტი, ხის სპირტი;

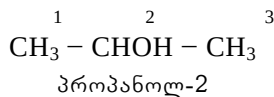
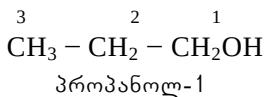
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ – ეთანოლი, ეთილის სპირტი, ღვინის სპირტი;

$\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ – პროპანოლი, პროპილის სპირტი;

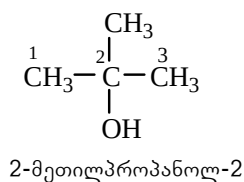
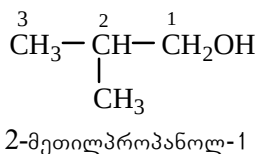
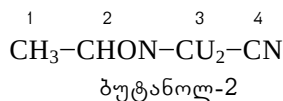
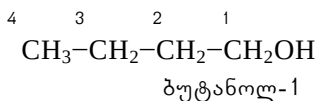
$\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ – ბუტანოლი, ბუტილის სპირტი.

ერთატომიან ნაჯერ სპირტებში გვხვდება იზომერიის ორი ტიპი: ნახშირბადების ჩონჩხის იზომერია და ჰიდროქსილის ჯგუფის მდებარეობის იზომერია. იზომერია იწყება პროპანოლიდან:

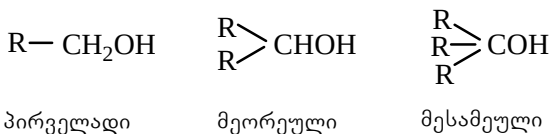
$\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$



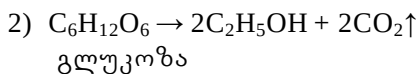
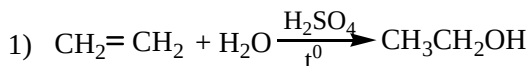
$\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$



არჩევენ: პირველად, მეორეულ და მესამეულ სპირტებს:

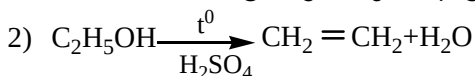
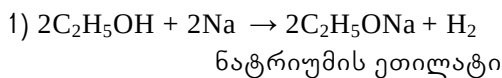


მიღება

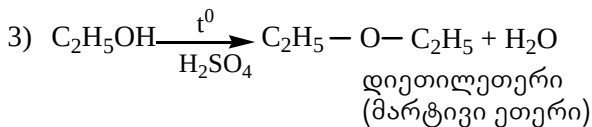


გლუკოზის ფერმენტული (სპირტული) დუღილი

თვისებები



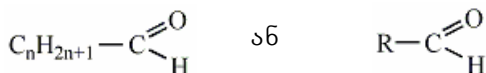
(შიდამოლეკულური დეჰიდრატაცია)



(სპირტის მოლეკულათშორისი დეჰიდრატაცია)

3.6. ალკანალები

(ალდეჰიდები)



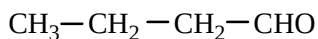
HCHO – მეთანალი, ფორმალდეჰიდი, ჭიანჭველას ალდეჰიდი.

CH_3CHO – ეთანალი, აცეტალდეჰიდი, ძმრის ალდეჰიდი.

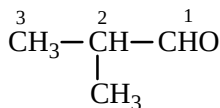
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$ – პროპანალი, პროპიონის ალდეჰიდი

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$ – ბუტანალი, ერბოს ალდეჰიდი.

ალდეჰიდებში გვხვდება ნახშირბადატომების ჩონჩხის იზომერია, იწყება ბუტანალიდან:

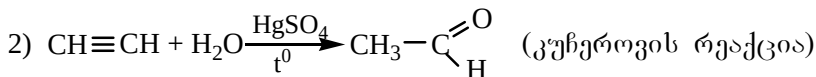
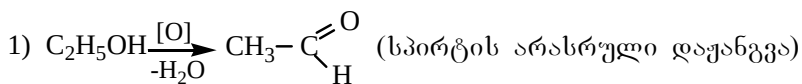


ბუტანალი,
ერბოს ალდეჰიდი



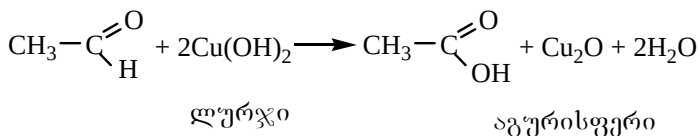
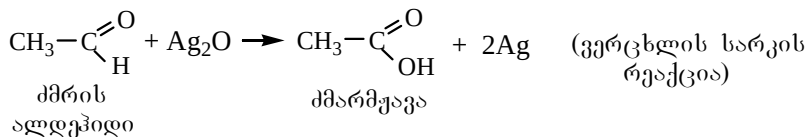
2-მეთილპროპანალი,
იზოერბოს ალდეჰიდი

მიღება



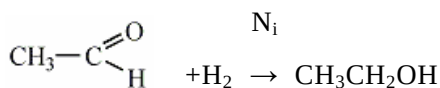
თვისებები

1) დაჟანგვა



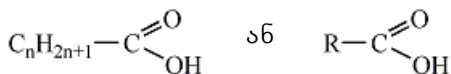
ორივე ეს რეაქცია აღდგენილების თვისებითი (აღმომჩენი) რეაქციებია.

2) აღდგენა



3.7. ალკანმჟავები

(ნაჯერი ერთფუძიანი კარბონმჟავები)



კარბონმჟავას ფუძიანობა განისაზღვრება მათ მოლეკულაში კარბოქსილის ჯგუფის (COOH-ის) რიცხვის მიხედვით.

HCOOH – მეთანმჟავა, ჭიანჭველმჟავა.

CH₃COOH – ეთანმჟავა, ძმარმჟავა.

CH₃CH₂COOH – პროპანმჟავა, პროპიონის მჟავა.

CH₃CH₂CH₂COOH – ბუტანმჟავა, ერბოს მჟავა.

კარბონმჟავებში გვხვდება ნახშირბადატომების ჩონჩხის იზომერია, იზომერია იწყება ბუტანმჟავადან.



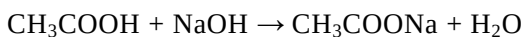
მიღება



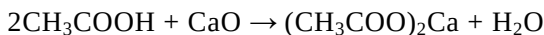
თვისებები



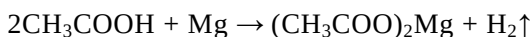
2) არაორგანული მჟავების ანალოგიური თვისებები:



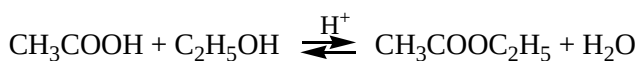
ნატრიუმის აცეტატი



კალციუმის აცეტატი



3) ეთერიფიკაცია



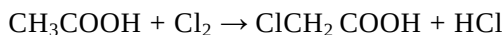
ძმარმჟავა ეთილის

ეთერი

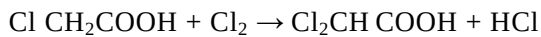
(რთული ეთერი)

(რეაქციას სპირტსა და მჟავებს შორის, რომლის შედეგად მიიღება რთული ეთერი (ესთერი) და წყალი, **ეთერიფიკაციის რეაქცია** ეწოდება).

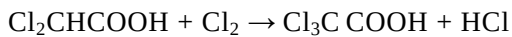
4) რადიკალში ჩანაცვლება (ქლორირება)



მონოქლორძმარმჟავა

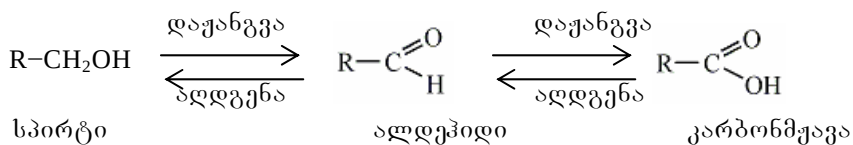


დიქლორმარმჟავა



ტრიქლორმარმჟავა

კავშირი სპირტებს, ალდეჰიდებს და კარბონმჟავებს შორის:



ლიტერატურა

1. საყმაწვილო ენციკლოპედია. ქიმია (ავტორ-შემდგენლები: მ. გვერდნითელი, გ. არეშიძე, თ. ნივნივაძე). თბილისი, „დილა“, 2006.
2. ო. მანჯგალაძე, გ. მახარაძე, მ. გვერდნითელი. ქიმია და ქიმიკოსები თვალის ერთი გადავლებით. თბილისი, თსუ გამომცემლობა, 1987.
3. მ. გვერდნითელი, ო. დევდარიანი. ქიმიური რეაქციების მიმდინარეობის საკვანძო საკითხები. თბილისი, თსუ გამომცემლობა, 1984.
4. მ. გვერდნითელი, ო. დევდარიანი. მოლეკულათა აღნაგობა და მათი გარდაქმნების კანონზომიერება. თბილისი, თსუ გამომცემლობა, 1991.
5. მ. გვერდნითელი, ჯ. კერესელიძე, დ. ტულუში. ქიმიური ბმები. თბილისი, თსუ გამომცემლობა, 1999.
6. Г. П. Хомченко. Пособие по химии для поступающих в вузы. Москва, «Химия», 1978.
7. T. H. Redmore. Fundamentals of Chemistry. New York, 1979.

მარილების, მჟავებისა და ფუძეების ხსნადობა წყალში

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
NO ₃ ⁻	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს
Cl ⁻	ხს	ხს	ხს	ხს	უ	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	მხ	ხს	ხს	ხს
S ²⁻	ხს	ხს	ხს	ხს	უ	–	–	–	უ	უ	უ	უ	უ	უ	–
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	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს	ხს

პირობითი აღნიშვნები: **ხს** – ხსნადი (1 გ-ზე მეტი 100 გ წყალში);

მხ – მცირედ ხსნადი (0,001 გ-დან 0,1 გ-მდე 100 გ წყალში);

უ – უხსნადი (0,001 გ-ზე ნაკლები 100 გ წყალში);

„–“ – იშლება წყლით ან არ არსებობს.

გამომცემლობის რედაქტორი

მ ა ი ა ე ჯ ი ბ ი ა

გარეკანის დიზაინი

თინათინ ჩირინაშვილი

კომპიუტერული უზრუნველყოფა

ეკა თეთრაშვილი

0128, თბილისი, ი. ჭავჭავაძის გამზირი 14

0128, Tbilisi, 14, Ilia Chavchavadze Ave.

Tel.: 25-14-32

www.press.tsu.ge

