

32. 1.  
P-5

**A.A. ABDURAXIMOV, A. JALILOV**

# **QURILISH KIMYOSI**

Toshkent – 2017

38.1  
P.5  
O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
OLIV VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

A.A. ABDURAXIMOV, A. JALILOV

# QURILISH KIMYOSI

*O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim  
vazirligi qurilish yo'nalishlari bo'yicha bakalavriat tayyorlash  
uchun o'quv qo'llanma sifatida tavsiya etgan*

«Sano-standart» nashriyoti  
Toshkent -- 2017

UO'K: 66:691(075.8)

KBK: 38.1

A5

A.A.Abduraximov, A.Jalilov.

**Qurilish kimyosi.** O'quv qo'llanma. – T.: «Sano-standart» nashriyoti, 2017-yil, 240 bet.

*Qurilish kimyosi o'quv qo'llanmasi qurilish materiallar ishlab chiqarish, muhandis qurilishi infrastrukturasi, bino va inshootlar qurilishi, gidrotexnik inshootlar, metrologiya va standartlashtirish, shahar qurilishi va texnologiyasi, qurilish materiallari kimyosi yo'nalishlari bo'yicha texnika fanlari bakalavrlarini tayyorlash uchun mo'ljallangan.*

*Mazkur o'quv qo'llanma oliy texnika o'quv yurtlarining qurilish yo'nalishlarida (ishlab chiqarish turlari bo'yicha) qurilish materiallar (mahsulot turlari bo'yicha) va turdosh yo'nalishlar bo'yicha bilim oladigan talabalarga mo'ljallangan bo'lib, unda qurilish kimyosi fanidan nazariy qonun-qoidalar, ma'ruzalarda beriladigan materiallarga oid savollar, testlar, masala-misollar va mustaqil o'rganish uchun ma'lumotlar keltirilgan.*

*O'quv qo'llanmada keltirilgan ma'lumotlardan oliy texnika o'quv yurtlarining talabalari va magistrantlar foydalanishlari mumkin.*

**Taqrizchilar:**

**K.f.d. SH. Qodirova**

**K.f.n. B.M. Abduraimov**

**Muharrirlar**

**Abduraximov A.A. Jalilov A.**

UO'K: 66:691(075.8)

KBK: 38.1

ISBN 978-9943-5001-7-4

© A.A.Abduraximov va boshqalar, 2017

© «Sano-standart» nashriyoti, 2017

## SO‘Z BOSHI

1. *Erkin va farovon demokratik O‘zbekiston davlatini birgallikda harpo etamiz. T. O‘zbekiston 2016-yil, 56-b.*

2. *Buyuk kelajagimizni mard va oliyjanob xalqimiz bilan birga quramiz. T. O‘zbekiston 2017-yil 488-b.*

3. *Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta‘minlash - yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. Sh.M. Mirziyoyev*

O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti farmoni bilan tasdiqlangan 2017–2021-yillarda O‘zbekistonni rivojlantirishning beshita ustuvor yo‘nalishi bo‘yicha Harakatlar strategiyasini amalga oshirishda oliy ta‘lim va fan sohasini rivojlantirish ko‘rsatib o‘tilgan. Jumladan, uzluksiz ta‘lim tizimini yana-da takomillashtirish yo‘lini davom ettirish, yuqori malakali kadrlar tayyorlash zamonaviy xorijiy mamlakatlarda chop etilgan qo‘llanmalarda kimyo fani va texnologiyasini chuqurlashtirilgan tarzda o‘rganish maqsadida o‘quv darsliklarni va o‘quv-uslubiy qo‘llanmalar yaratish lozimligi ko‘rsatib o‘tilgan. Shu bilan birga kadrlar tayyorlash milliy dasturida belgilangan Oliy ta‘lim muassasalarida raqobatbardosh yetuk mutaxassislar tayyorlab, ularni rivojlangan xorijiy mamlakatlar ijobiy tajribalarga asoslanib yangi innovatsion pedagogik texnologiyalar yaratib, talabalarga nazariy va amaliy bilim berish hozirgi kunda dolzarb masalalardan biri bo‘lib qoldi. Shu boisdan ham bugungi kunda bo‘ljak mutahasislarning ta‘lim-tarbiyasi mustaqil O‘zbekistonning davlat siyosatida ustuvor ahamiyat kasb etmoqda. Bu borada kimyo fani jamiyatning asosiy ishlab chiqarish kuchiga aylanib bormoqda.

Kimyo fani yutuqlaridan foydalanmasdan turib hozirgi zamon sanoatini va xalq xo‘jaligini taraqqiy ettirish, ekologik atrof muhitni himoya qilish muammolarini hal qilishni tasavvur qilish qiyin. Bu borada kimyo fani arxitektura va qurilishda materiallar ishlab chiqarishda katta o‘rin tutadi. Shu munosabat bilan Oliy ta‘lim muassasalarida kimyo fanini ishlab chiqarishning zamonaviy

yutuqlariga, uni o'rganish metodologiyasi asosida ilg'or axborot texnologiyalariga asoslanib bilim berishni amalga oshirish ahamiyat kasb etadi. Shu maqsadda kimyo fani bo'yicha xorijiy adabiyotlarda keltirilgan ma'lumotlardan foydalanib, darsliklar va o'quv qo'llanmalar yaratish maqsadiga muvofiqdir. Bu borada mazkur qo'llanmalar yaratish maqsadga muvofiqdir.

Bu borada mazkur o'quv qo'llanma O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi tomonidan tasdiqlangan dastur asosida oliy texnika o'quv yurtining turli yo'nalishlarida ta'lim olayotgan bakalavriyatlariga mo'ljallab yozilgan. Ushbu qo'llanmadan professor-o'qituvchilar magistrlar ham foydalanishlari mumkin.

**I-BOB**  
**KIRISH: KIMYONING ASOSIY QONUNLARI.**  
**ATOM TUZILISHI**

**Mavzu rejasi**

1. Kirish:
2. Kimyoning asosiy tushunchalari.
3. Noorganik birikmalarning asosiy sinflari.
4. Moddalar massasining saqlanish qonuni.
5. Karrali nisbatlar qonuni.
6. Tarkibning doimiylik qonuni.
7. Ekvivalentlar qonuni.
8. Avogadro qonuni.
9. Hajmiy nisbatlar qonuni.
10. Gaz qonunlari.
11. Atom, kvant nurlari va zarrachalarning to'liqin xususiyatlari to'g'risida tushunchalar.
12. Massa bilan energiya orasidagi bog'lanish qonuniyatlari.
13. Kvant mexanikasi va atomlarda elektronlarning taqsimlanish qoidalari.

Kimyo tabiatni o'rgatuvchi fanlardan biri bo'lib, jismlar, hodisalar, jarayonlar orasidagi bog'liqlikni ma'lum qonuniyatlarda asosida tushintirib beradi. Bizni o'rab turgan olam kishi ongiga bog'liq bo'lmagan holda mavjuddir. U xarakatdagi materiyaning turli ko'rinishlarini ifodalanishidan vujudga kelgan fandır.

Butun borliq materiyadan iborat bo'lib, atrofimizni o'rab turadi. Moddalar turli-tuman ko'rinishda dunyodagi cheksiz ko'p obyekt va sistemalar holida, har qanday xususiyat, aloqa, munosabat hamda harakatlarning asosi sifatida mavjud bo'ladi. Materiya tabiatda bevosita ko'z bilan ko'riladigan buyum yoki qismlargina emas, balki ilmiy-texnik taraqqiyotning o'sishi orqasida kelajakda aniqlanishi mumkin bo'lgan narsalarni ham o'z ichiga oladi. Atrofimizda roy beruvchi hodisa va jarayonlar materiyaning xarakat ko'rinishlaridir.

Materiya qator xususiyatlarga ega bo'lib, dunyoning moddiy birligi ham materiyaning ana shu xususiyatlarida o'z aksini topadi. Materiya xususiyatlari qatoriga uning hech kim tomonidan yaratilmaganligi, yo'qolinashligi, vaqtda abadiy mavjudligi hamda

fazoda cheksizligi, strukturalarining bitmas-tuganmasligi kabi kiradi. Materiya harakat shakli turli-tumandir. Jismlarni isitish va sovutish, turlanish, qorning erib suvga aylanishi, suvning muzga o'tishi, kimyoviy energiyaning elektr energiyasiga, ba'zi jarayonlarda ajraluvchi issiqlik energiyasining kimyoviy energiyaga aylanishi, kosmik hodisalar, biologik jarayonlar shular jumlasidandir. Bunday aylanish va o'zgarishlar materiya harakati turli shakllarining birligi va uzluksiz bog'liqligidan dalolat beradi. Harakatning bir shakli ikkinchi shakliga o'tishi tabiatning asosiy qonuni-materiya va uning harakati abadiyligi qonunidan kelib chiqadi.

Kimyo moddalar o'zgarishini o'rganadi. Mazkur sharoitda ma'lum fizik xossalarga ega bo'lgan materiyaning har bir ko'rinishi, masalan, suv, temir, tosh, qum, kislorod, azot va boshqalar kimyoda modda deyiladi. Alyuminiy kumushrang yengil metall bo'lib, zichligi 2,7 g/sm<sup>3</sup>, yoqlari markazlashgan kub panjarada kristallanadi, 658,6<sup>0</sup>Cda eriydi, 2447<sup>0</sup> C da qaynaydi.<sup>1</sup> Bularning hammasi alyuminiyning xarakterli fizik xususiyatlaridir.

Moddaning fazoda chegaralangan qismi **jism** deb ataladi. Bu moddaga nisbatan torroq mazmunda ishlatiluvchi tushuncha bo'lib, aniq bir narsani anglatadi. Alyuminiydan yasalgan qoshiq, pichoq, idish, samolyot detallari, sim yoki qurilish buyumlari jismga misol bo'la oladi. Modda iborasi jism tushunchasiga nisbatan umumiydir. Hozirgi vaqtda moddalar to'rt guruhga bo'linib o'rganiladi. Bular elementar zarrachalar, oddiy moddalar, murakkab moddalar (yoki kimyoviy birikmalar) hamda aralashmalar bo'lib, quyidagicha tushuntiriladi.

Elementar zarrachalarga elektron, proton, neytron, pozitron, neytrino, mezon va boshqalar kirib, bular soni 100 dan ortadi.<sup>2</sup> **Oddiy modda** kimyoviy elementning erkin holda mavjud bo'la oladigan turi bo'lib, bunday modda asosan bir elementdan tuzilgan bo'ladi. Ular soni besh yuztaga yaqindir.

**Murakkab moddalar** yoki kimyoviy birikmalar ma'lum nisbatlarda ikki yoki undan ortiq elementlarning o'zaro birikishi

---

<sup>1</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 355 p.

<sup>2</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 6 p.

natijasida vujudga keladi. Bunday moddalar keng tarqalganligi bilan karakterlanadi.

**Aralashmalar** ham tabiatda ko'p tarqalgan moddalardan hisoblanadi. Bular o'z xossalari bilan kimyoviy birikmalardan farqlanadi. Ba'zi aralashmalardagi mazkur modda miqdorini mikroskoplarda ham aniqlab bo'lmaydi. Aralashmalarga tog' jinslari, loyqa va mineral qazilma boyliklar misol bo'la oladi.

### **Kimyo tarixidan qisqacha ma'lumot**

Eramizdan 5–6 ming yil ilgari kishilar oltin, kumush, misni bilganlar, ularni keyinchalik rudalardan ajratib olib, bronza tayyorlashda foydalanganlar. 4,5 ming yil ilgari kishilar shisha tayyorlashni, sharob, sirka, dori-darmon teri oshlash, kulolchilikni bilganlar. 2 ming yil ilgari rudadan temir ajratib olishni o'rganganlar.

Kimyoning dastlabki asoslari Sharq mamlakatlari bo'lgan Xitoy, Hindiston va Misrda vujudga kelganligi haqida ma'lumotlar bor.

VIII-asrdan boshlab olimlar kimyo amaliyoti ustida izlanishlar olib bordilar. O'sha davrda mashhur bo'lgan arab olimlaridan Jobr ibn Xayyot, O'rta Osiyolik Farobiy, Abu Rayhon Beruniy, Muso Xorazmiy, Abu Ali ibn Sino va boshqalar kimyo sohasida dunyoga ma'lum va mashhurdir. Beruniyning 150 dan ortiq asari bo'lib, ko'pi minerallarga oiddir. XVII asrga kelib olim Robert Boyl murakkab moddalarning parchalanishidan hosil bo'lgan oddiy moddalarni **element** deb atadi va uning haqiqiy ma'nosini fanga kiritdi. Buyuk olim M.V.Lomonosov dastlab kimyoni "aralash jismda bo'ladigan o'zgarishlar" haqidagi fan sifatida ta'rifladi. Olim modda tuzilishining korpuskulyar nazariyasini yaratib, hozirgi zamon atom-molekulyar ta'limotiga asos yasadi. Bu bilan o'zining zamondoshlaridan ancha ilgari ketdi. M.V.Lomonosov o'zining laboratoriyasida ko'pgina tajribalar o'tkazib, natijada 1748-yili massa (og'irlik)ning saqlanish qonunini kashf qildi: **Reaksiyaga kirishayotgan moddalar massasi (og'irligi) reaksiya natijasida hosil bo'luvchi moddalar massasi (og'irligi)ga tengdir.** V.M.Lomonosov o'z qonunini yopiq ampulalarda metallarni kuydirib o'tkazgan tajribalarida isbotladi.

Oradan qirq yil o'tgach, massaning saqlanish qonunini fransuz olimi Lauaze o'z tajribalarida yana bir bor tasdiqladi. U kimyoviy reaksiyalarda moddalarning umumiy massasigina emas, balki o'zaro birikayotgan moddalar tarkibiga kiruvchi har bir element massasi ham



saqlanishini isbotladi. 1905-yili A.Eynshteyn jism massasi ( $m$ ) bilan uning energiyasi ( $E$ ) orasida quyidagi nisbat bilan ifodalanuvchi bog'lanish borligini ko'rsatdi:

$$E = mc^2$$

bu yerda  $s$  – nurning vakuumdagi tezligi, 2,997925.10580m.s-10(yoki taxminan 300 000 km.s). Bu Eynshteyn tenglamasi<sup>3</sup> nomi bilan ma'lum bo'lib, makroskopik jismlar va mikrozarachalar (elektron, proton va boshqalar)ga tegishlidir.

1861-yili A.M.Butlerov tomonidan tuzilish nazariyasining yaratilishi va 1869-yili D.I.Mendeleev tomonidan elementlar davriy sistemasining e'lon qilinishi kimyoning rivojlanishiga bebaho hissa bo'lib qo'shildi. Ushbu kashfiyotlar orqasida 40 dan ortiq yangi element topildi, ming-minglab yangi sintezlar amalga oshirildi, tabiat yaratmagan ajoyib xossalari birikmalar vujudga keltirildi. O'tda kuymaydigan polimerlar, hosilga hosil qo'shuvchi organik va mineral o'g'itlar, qishloq xo'jalik zararkunandalariga qarshi ishlatiluvchi o'nlab gerbitsidlar, dori-darmon, sintetik kiyim-kechak, suv ostida xizmat qiluvchi kabel-usimlar kimyo tufayli vujudga keldi.

40-yillardan boshlab Vatanimizda o'g'it sanoat asosi bo'lgan ammiakning millionlab tonnada ishlab chiqirilishi, ko'plab sement, qurilish materiallari, meditsina va qishloq xo'jaligi preparatlari yaratilishi hukumatimiz qabul qilgan qarorlar tufayli amalga oshirildi. Hozir kimyo sanoati ishlab chiqarayotgan mahsulotlardan foydalanmayotgan biror sohani ko'rsatish qiyin.

Kimyo fani va sanoatining katta odimlar bilan rivojlanayotganligini O'zbekistonning boshqa sohalarining rivojiga ham ijobiy ta'sir etmoqda. Qator yirik kimyo ishlab chiqarish birlashmalari, o'nlab zavodlar, sex va korxonalar, turli xil mahsulotlar ishlab chiqarmoqda. Bu korxonalarda ishlab chiqarilayotgan mahsulotlar chet ellarda ham ma'lum va mashhurdir. Respublikamizda joylashgan 5 ta kimyo yo'nalishidagi ilmiy-tadqiqot instituti, oliy o'quv yurtlaridagi fakultet, kafedra va tarmoq ilmiy tashkilotlarida kimyo muammolari hal qilinmoqda.

Mamlakatimizda kimyoni yanada rivojlantirish, uning yutuqlaridan samarali foydalanish vazifalarini qoydi. Kimyo

---

<sup>3</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 4 p.

korxonalari quvvatini yanada oshirish, mahsulot sifatini ko'tarish, oziq-ovqat mahsulotlarini ko'paytirishda kimyo yutuqlaridan amaliy foydalanish zarur vazifalardandir. Tabiiy gaz, ko'mir, neft, kondensat va boshqa xomashyolardan foydalanish samarasi yuqori ko'tariladi. Biotexnologiya rivojlantiriladi, chiqitsiz texnologiyaga keng yo'l ochilib, chorvachilik mahsulotlari mahsuldorligi, qishloq xo'jalik ekinlari hosildorligi va dasturxonimizni to'kin-sochin qiluvchi kimyoviy vositalarni ishlab chiqarishga ahamiyat kuchayadi. Qisqacha qilib aytganda kimyo yutuqlaridan xalq xo'jaligining barcha sohalarida borgan sari ko'p va samarali ravishda foydalaniladi.

### O'lchov va birliklar sistemasi

Miqdoriy o'lchovlar katta ahamiyatga ega ekanligini Lavuaze ko'rsatib o'tgandi. Hozirgi vaqtda o'lchovlarni miqdoriy topish maqsadida turli asboblardan foydalaniladi. Fanda qo'llaniladigan standartlar esa birliklarning metrik sistemasida ifodalanadi. Amaliyotda metrik sistema va undan kelib chiqadigan birliklardan foydalanish ko'zda tutiladi. Bular endi xalqaro miqyosda qabul qilingan.

"Xalqaro birliklar sistemasi" – SI (Sisteme Internationite – SI) fan va texnikaning barcha sohaları uchun fizik kattaliklarning ana shunday universal sistemasidir. Bu ma'lumotlar 1,2 va 3- jadvallarda keltirilgan.

1-jadval

SI sistemasi asosiy birliklari va ta'rifi

No	Kattalik nomi	Birlik belgisi	Ta'rifi
1.	Molyar massa	kg/mol	Miqdori 1 mol bo'lgan 1 kg   Moddaning mol massasi
2.	Molyar hajm	m <sup>3</sup> /mol	1 m <sup>3</sup> hajmni egallaydigan 1   mol moddaning mol hajmi
3.	Kimyoviy reaksiyaning issiqlik effekti	J	Turli kimyoviy reaksiyalar   Natijasida 1 J energiyaga ekvivalent miqdorida hosil bo'ladigan issiqlik effekti
4.	Molyar ichki energiya	J/mol	Ichki energiyasi 1 Jga teng bo'lgan 1 mol moddaning energiyasi
5.	Molyar entalpiya	J/mol	1 mol kimyoviy moddaning 1 J energiyaga ekvivalent entalpiyasi

6.	Kimyoviy potensial	J/mol	1 mol moddaning 1 J energiyaga ekvivalent kimyoviy potentsiali
7.	Kimyoviy moyillik	J/mol	Mol moddaning 1 J energiyaga ekvivalent miqdorda namoyon bo'ladigan kimyoviy moyilligi
8.	Aktivlanish energiyasi	J/mol	1 mol moddaning kimyoviy reaksiya prosessida 1 J energiyaga ekvivalent aktivlash energiyasi
9.	Molyar issiqlik sqlik sig'imi	J/mol.K	Issiqlik sig'imi 1 J/K bo'lgan   1 mol moddaning molyar issiqlik sig'imi.
10.	Molyar entropiya	J/mol.K	Entropiyasi 1 J/K issiqlik sig'imiga ekvivalent 1 mol moddaning molyar entropiyasi
11.	Massa konsentratsiya	kg/m <sup>3</sup>	1 m <sup>3</sup> hajmda massasi 1 kg modda bo'lgan eritma konsentratsiyasi
12.	Prosent konsentratsiya	%	100 g eritmada erigan kimyoviy moddaning grammlarda ifodalangan miqdori
13.	Molyal konsentratsiya	mol/l	1 l erituvchida 1 mol moddaning erishi natijasida hosil bo'lgan eritma
14.	Mol konsentratsiya	mol/kg	1 kg eritmada 1 mol moddaning erishi natijasida hosil bo'lgan eritma
15.	Normal konsentratsiya	Ekv/m <sup>3</sup>	1 m <sup>3</sup> hajmda 1 ekvivalent modda bo'lgan eritma konsentratsiyasi
16.	Osmotik bosim	Pa	Yarim o'tkazgichlardagi 1 Pa bosimga ekvivalent bo'lgan osmotik bosim
17.	Diffuziya koeffitsienti	m <sup>2</sup> /s	Konsentratsiya gradienti 1 m <sup>-4</sup> bo'lganda 1 s vaqt ichida 1 m <sup>2</sup> yuzadan o'tadigan zarrachaning diffuziya koeffitsienti
18.	Kimyoviy reaksiyaning tezligi	mol/m <sup>3</sup> .s	1 s vaqt ichida eritmadagi dastlabki molyar konsentratsiyasi 1 mol/m <sup>3</sup> ga o'zgaradigan monomolekulyar kimyoviy reaksiyaning o'rtacha tezligi
19.	Katalizatorning aktivligi	mol/kg.s	1 s vaqt ichida eritmadagi dastlabki molyar konsentratsiyasi mol/kg ga

			o'zgaradigan reaksiyaning tezligi
20.	Dipol momenti	Kl.m	Kuchlanganligi birga teng bo'lgan bir jinsli elektr maydonida mexanik moment hosil qila oladigan elektr kuchi
21.	Qutblanuvchanlik	Kl.m <sup>2</sup> /V	1 m <sup>2</sup> yuzaga ta'sir eta oladigan elektr kuchlanganlik
22.	Oksidlanish-qaytarilish potentsiali	V	1 mol moddaning oksidlanish reaksiyasiga kirishganda hosil bo'lgan kuchlanganlik
23.	Nurlanish intensivligi	Vt/m <sup>2</sup>	1 m <sup>2</sup> yuzaga quvvati 1 Vt bo'lgan nurlanish tushgandagi intensivlik
24.	Kvantlar oqimining zichligi	S <sup>-1</sup> .m <sup>-2</sup>	Oqimga tik bo'lgan 1 m <sup>2</sup> yuzadan 1 s vaqt ichida o'tadigan kvantlar soni
25.	Elementar elektr zaryad	Kl	e – elektronning elementar zaryadidan olingan karrali zaryad qiymati
26.	Bog'lanish energiyasi	J	Kimyoviy bog'lanishni uzishga sarf bo'lgan energiya
27.	Yarim yemirilish davri	S	Atom dastlabki miqdorining yarmisi yemiriladigan vaqt

2-jadval

## O'lchov sistemasi belgilari

Qo'shimcha	Belgilanishi	Son miqdori	Misollar
Mega	M	10 <sup>6</sup>	1 mega metr (Mm)=1·10 <sup>6</sup> m
Kilo	K	10 <sup>3</sup>	1 kilometr (km)=1·10 <sup>3</sup> m
Desi	D	10 <sup>-1</sup>	1 desimetr (Dm)=0,1 m
Santi	S	10 <sup>-2</sup>	1 santimetr (sm)=0,01 m
Milli	M	10 <sup>-3</sup>	1 millimetr (mm)=0,01 m
Mikro	MK	10 <sup>-6</sup>	1 mikrometr (mkm)=1·10 <sup>6</sup> m
Nano	N	10 <sup>-9</sup>	1 nanometr (nm)=1·10 <sup>9</sup> m
Piko	P	10 <sup>-12</sup>	1 pikometr (pm)=1·10 <sup>12</sup> m

### 3-jadvalda asosiy fizik-kimyoviy kattaliklar keltirilgan.

3-jadval

Ba'zi fizik-kimyoviy kattaliklar miqdori va belgisi

Kattalik nomi	Kattalik miqdori va belgisi
Massaning atom birligi	1 m.a.b.= $1,66057 \cdot 10^{-27}$ kg $6,022169 \cdot 10^{23}$ M.a.b. = 1 kg
Elektron zaryadi	$e=1,6022 \cdot 10^{-19}$ Kl.
Proton massasi	$m_p=1,67262 \cdot 10^{-24}$ g
Neytron massasi	$m_n=1,67495 \cdot 10^{-24}$ g
Elektron massasi	$5,48580 \cdot 10^{-4}$ m.a.b.= $9,1095Z \cdot 10^{-24}$ g
Molyar gaz doimiysi	$8,3144$ J/K mol= $0,08205$ l.atm/K.mol
Bolsman doimiysi	$1,38066 \cdot 10^{-23}$ J/K
Plank doimiysi	$6,6262 \cdot 10^{-34}$ J.S
Faradey doimiysi	$9,6485 \cdot 10^4$ Kk/mol
Vakuumda yorug'lik nur tezligi	$s=2,997925 \cdot 10^8$ m/s
Avogadro soni	$N_0=6,022045 \cdot 10^{23}$ mol <sup>-1</sup>
Pi soni (P)	$P=3,14159265$ 36

### Atom-molekulyar ta'limot

Atom-molekulyar ta'limot asoslarini M.V.Lomonosov kimyoga tatbiq etdi. U o'zining "Matematik kimyo elementlari" (1741-y.) nomli maqolasida modda tuzilishining korpuskulyar nazariyasini e'lon qildi. Bu nazariya kimyo fanining rivojlanishida muhim ahamiyatga ega. ("Korpuskulyar" so'zi hozirgi molekula terminiga mos keladi). Olim fikricha, barcha moddalar mayda zarrachalardan tarkib topgan bo'lib, fizik jihatdan bo'linmaydi va o'zaro tortishib turadi. Moddaning xossalari, xususan uning agregat holati shu zarralar xossasi bilan aniqlanadi, ya'ni moddalar xossalarining har xilligi zarrachalar xossalarining turlicha bo'lishicha va o'zaro bog'lanish usuliga bog'liq bo'ladi.

Atom-molekulyar nazariyasiga muvofiq barcha moddalar "korpuskula"lardan tuzilgan bo'lib, ular bir-biridan fazo oralig'i bilan ajralgan va to'xtovsiz harakatda bo'ladi: korpuskulalar ham o'z

navbatida "elementlar"dan (bizningcha atomlardan) tarkib topgan, aniq massa hamda o'lchamga ega, oddiy moddalarning korpuskulalari bir xil elementlardan, murakkab moddalarniki esa turli elementlardan tuzilgan. Korpuskulalar boshqa mexanik jismlar kabi harakatda bo'ladi. Jismlarning isish yoki sovish hodisalari korpuskulalarning harakati natijasida sodir bo'ladi, deb tushuntirildi. Moddaning o'zgarishi korpuskulalar harakati bilan tushuntirilar ekan, kimyoviy o'zgarishlar ham kimyoviy usullar bilan bir qatorda fizik va matematik usullar yordamida o'rganilishi kerakligi ta'kidlangan edi. Lomonosov ilgari surgan fikrlar yangi asbob va uskunalar yordamida keyinchalik o'tkazilgan aniq miqdoriy tajribalar va fan qo'lga kiritgan ilmiy dalillar asosida to'la isbotlandi. Lomonosovning metallarni qizdirish bo'yicha o'tkazilgan tajribalarini fransuz olimi Antuan Lavuaze 1773-yili takrorlaganligi va olingan ma'lumotlarning bir xilligi qiziqarli bo'ldi. Lavuaze idish ichida metall bilan reaksiyaga kirishayotgan gazning kislorod ekanligini aniqladi. Idishda reaksiyaga kirmay qolgan gaz azot deb atadi. Lavuazening yonish hodisasini aniqlab berishi kimyodagi ko'p hodisalarni to'g'ri tushunishga olib keldi. Avvalo bu flogiston nazarisiga katta zarba bo'ldi. Kuyindi va flogistondan iborat deb qaralgan metallar oddiy moddalar bo'lib chiqdi. Aksincha kuyindi yoki "erlar" esa murakkab birikmalar sifatida qaralishi kerak bo'lib qoldi. Shunda suv ham murakkab birikma (u vodorodning kislorod bilan birikmasi) ekanligi isbotlandi. Havoning kislorod bilan azotdan tashkil topganligi, azot yonishga yordam bermasligi amalda isbotlandi. Ilgari elementlar deb hisoblab kelingan suv, havo, kuyindilar murakkab moddalar yoki juda bo'lmaganda aralashmalar ekanligi aniqlandi. Haqiqiy elementlar metallar, kislorod, azot, vodorod, oltingugurt va boshqalar bo'lib chiqdi. Bular kimyoviy jihatdan bo'linmaydigan moddalardir.

A.Lavuaze M.V.Lomonosov ta'limotini to'ldirib, fanda katta ishlar qilishga qaramay, issiqlikni "og'irligi bo'lmagan" (hozirgi ibora bilan massasiz) element deb qaradi, uni "teplorod" deb atashgacha borib yetdi va elementlar ro'yxatiga kiritdi. Bu xato fikr edi, albatta.

Lomonosov ishlaridan yarim asr keyinroq ingliz olimi J.Dalton o'zining fizik-kimyoviy tadqiqotlar asosida modda tuzilishining atomistik ta'limotini yaratdi. Bu ta'limotga ko'ra moddalar nihoyatda mayda zarrachalar -- atomlardan tuzilgan, bular yanada kichikroq zarrachalarga bo'lina olmaydi: har qaysi kimyoviy element faqat o'ziga xos "oddiy" atomlardan tuzilgan bo'lib, bular o'zga element

atomlaridan farqlanadi, ya'ni har bir elementning atomi o'ziga xos massa va o'lchamga ega bo'ladi; kimyoviy reaksiya paytida turli elementlarning "oddiy" atomlari o'zaro aniq va o'zgarmas butun sonlar nisbatida birikib "murakkab" atomlarni hosil qiladi: har xil xossalarga ega bo'lgan atomlarga faqat o'zaro birika oladi, bir element atomlari sira ham o'zaro kimyoviy reaksiyaga kirishmaydi, ular faqat bir-biridan qochadi.

Dalton gazlarning parsial bosimi va karrali nisbatlar qonunini kashf etdi. U kimyoviy element tushunchasini aniq ta'rifladi: **"Kimyoviy element bir xil xossalalar bilan xarakterlanadigan atomlar turidir"**.

Dalton kimyoga "atom-massa" tushunchasini kiritdi, vodorodning atom massasini shartli ravishda birga teng deb qabul qilishni taklif qildi.

Dalton ta'limotida oddiy moddalarning molekulari bo'lishini inkor qilishdagi katta xatoga yo'l qo'yilgan edi. U bir elementning bir atomi ikkinchi elementning faqat bir atomi bilan birikadi, deb oyladi. bunday holda suv formulasini bitta kislorod va bitta vodorod (OH) dan, benzolni bitta uglerod va bitta vodorod (CH)dan tuzilgan deb, shunday formulalar ko'rinishida yozish kerak bo'lardi. Murakkabroq formulali sulfat va nitrat kislotalar, marmar tosh, minerallar, qand moddalari va seilyulozalarni yozish imkoniga ega bo'lmagan bo'lardik. Bu Daltonning ikkinchi katta xatosi va ta'limotidagi kamchiligi edi. Bu borada M.V.Lomonosov ta'limoti Dalton ta'limotidan ustunligi butun dunyoda tan olinganligini e'tirof etamiz.

### **Anorganik birikmalarning muhim sinflari va nomenklaturasi haqida ma'lumotlar**

**Kimyoviy element oddiy va murakkab moddalarning tarkibiy qismi bo'lib, har bir kimyoviy element yadro zaryadi bir xil atomlar majmuasidan iborat bo'ladi.** Hozirgi vaqtda 118 kimyoviy element ma'lum bo'lib, ulardan 89 tasi tabiatda uchraydi, qolganlari esa yadro reaksiyalari natijasida sun'iy ravishda olingan.<sup>4</sup>

D.I.Mendeleyevning ta'rificha: **"Kimyoviy element – oddiy va murakkab moddalar tarkibiga kiradigan va ma'lum atom massaga ega bo'lgan atomlar turidir"**.

---

<sup>4</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, i p.

Elementlar orasidagi o'zaro bog'liqlik davriy sistemada o'z aksini topgan. Elementning atom nomeri proton zaryadi birligida ifodalangan yadro zaryadiga, son jihatdan esa atom yadrosidagi protonlar soniga teng. Element yadrosidagi neytronlar soni protonlar sonidan farq qilishi mumkin. Masalan, vodorod izotopi tritiy ( $^3\text{H}$ ) da bir proton, ikki neytron va bir elektron bor.<sup>5</sup>

**Yadrosi aniq protonlar va neytronlar soniga ega atom nuklid deyiladi. Yadrodagi protonlar va neytronlarning umumiy soni massa soni deb yuritiladi.**

Kimyoviy elementning nisbiy atom massasi uning tabiatda tarqalishi hisobga olingan tabiiy izotoplari massalarining o'rtacha miqdoriga teng. U odatda massaning atom birligi (m.a.b.) da ifodalanadi. Buning uchun  $^{12}\text{C}$  atom nuklidi massasining  $1/12$  ulushi qabul qilingan. Massaning atom birligi taxminan  $1,66057 \cdot 10^{-27}$  kg ga teng.

Kimyoviy elementlarning tabiatda mustaqil mavjud bo'la oladigan shakli oddiy modda tushunchasiga mos keladi. Har bir kimyoviy element atomi o'z birikmalarida o'ziga xos oksidlanish darajalarini namoyon qiladi. Kimyoviy reaksiyalarda bu elementlar saqlanadi, bunda atomlarning tashqi qobiqlaridagi elektronlar qaytadan taqsimlangani holda atom yadrosi o'z holicha saqlanib qoladi.

**Elementlar metall va metallmaslarga bo'linib, ulardan 22 tasi metallmas element ( $\text{H}, \text{B}, \text{S}, \text{Si}, \text{N}, \text{P}, \text{As}, \text{O}, \text{S}, \text{Se}, \text{Te}$ , galogenlar va inert gazlar) bo'lib, qolganlari esa metallardir.**

Elektron sathlarga qarab elementlar "s", "p", "d", "f" bloklarga bo'linadi.<sup>6</sup>

Koinotda ham ko'pgina kimyoviy elementlar topilgan.

Dunyodagi ming-minglab moddalar ma'lum bo'lgan 107 kimyoviy elementdangina tashkil topganligini ko'rib hayron qolasan, kishi. Bu moddalarning hammasi ham o'ta zarur bo'lmasligi mumkin. Yer qa'ridan qazib olinuvchi foydali qazilmalar asosan besh element – kislorod, kremniy, alyuminiy, temir va kalsiydan tarkib topgan. Inson organizmining 90 foizi asosan uch element – kislorod, uglerod va

---

<sup>5</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 4 p.

<sup>6</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 10 p.



vodoroddan tashkil topgan, bu bilan bir qatorda 20 taga yaqin element tabiatda juda oz miqdorda uchraydi yoki laboratoriyalarda olingan, shuning uchun bunday elementlarni topish qiyin va noyobdir.

Tabiatda sof holda oltin, kumush, platina yombilari uchraydi. Uglerod, oltingugurt, simob va boshqa ba'zi elementlar ham nisbatan toza holda ham bo'ladi. Qolgan elementlar tabiatda asosan aralashmalar va minerallar tarkibida mavjud bo'ladi.

**Moddalarni tozalashning zamonaviy usullari haqida tushuncha.** Kimyogarlar ko'pincha aralashmalar bilan ish ko'radilar. Aralashmalardan toza moddani ajratib olishda filtrlash, haydash va xromatografik usullardan foydalaniladi.

**Mayda ko'p teshikli to'siq orqali suyuqliklardan qattiq zarrachalarni ajratib olish usuli filtrlash** deyiladi. Ichimlik suv qum va loyqadan ana shunday oddiy yo'l bilan tozalanadi. Eritmalardan moddalarni ajratib olishda eruvchanligi har xilligidan ham foydalaniladi. Masalan, 10 g osh tuzi va 10 g ichimlik soda aralashmasini bir-biridan ajratish uchun uni 70°C gacha isitilgan 100 ml suvda eritish va keyin temperaturani 0°gacha sovitish kerak. Temperatura pasaytirilganda osh tuzining erishi deyarli o'zgarmagan, holda tuz eritmada qoladi. Ichimlik soda past temperaturada kam eriganligi sababli 0°C atrofida eritmadan deyarli 9 g qattiq holda ajratiladi. Keyin eritma ichimlik sodani ajratish maqsadida filtrlanadi.

Qayta haydash (distillash) usuli moddalarning uchish xususiyati har xilligiga asoslangan. Dengiz suvidan ichimlik suvi olish maqsadida suv ma'lum vaqt ichida qaynatiladi. Suv bug'i boshqa idishga yig'iladi (kondensatlanadi). Tuz haydalayotgan idish tagida qoladi. Bug' kondensatlanishidan hosil bo'lgan suyuqlik **distillyat** deyiladi. Haydash usulida **fraksion kolonnalardan** ham foydalaniladi. Bu usul bir-biridan ajralishi qiyin yoki qaynash temperaturalari yaqinroq bo'lgan suyuqliklarni bir-biridan ajratish uchun qo'llaniladi. Neftni haydashda shunday kolonnalar ishlatiladi. Neft sifatiga qarab benzin 60–150°C atrofida, kerosin 150–250°C da, surkov moylari 250–350°C da ajratiladi. Dizel yoqilg'isi, mazut, vazelin va boshqa mahsulotlar ham ma'lum temperaturada haydalib, fraksiyalanadi. Qoldiq bo'lib smola (bitum) qoladi.

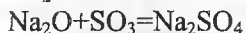
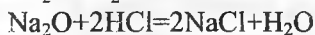
Hozirgi vaqtda turli aralashmalar (suyuqlikular aralashmalari, suyuqlik hamda gaz aralashmalari va hokazo) tarkibidagi moddalarni bir-biridan ajratishda xromatografik usuli keng qo'llanilmoqda. Bu usul

moddalarning qattiq holatdagi inert materiallarda adsorbsilanish xususiyatiga asoslangan. Inert material (sorbent) sifatida alyumosilikatlar, inzen g'ishti, pemza, chinni kukuni, qum va boshqalar ishlatiladi. Moddalarning adsorbsilanish tezligiga muvofiq olingan xromatogrammalar asosida qilingan hisoblar bo'yicha aralashmadagi u yoki bu moddaning miqdori aniqlanadi. Xromatografik analizning afzalligi shundaki, u sekund yoki minutlar ichida o'tkaziladi. Bu usuldan sanoat korxonalarida uzluksiz ravishda o'tkaziladigan analiz va nazorat maqsadlarida ham foydalaniladi. Xromatografik usul aralashmada qancha modda bo'lsa, hammasini aniqlashga imkon beradi. Aralashmadagi 20–30 moddani bir yo'la bir necha daqiqalarda aniqlashning xromatografik yo'li "ekspress – usul" deb ham yuritiladi. Shu bilan birga sanoatda kolonkali xromatografiya usuli va qog'ozdagi xromatografiya usuli va boshqa usullar ham qo'llaniladi.

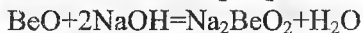
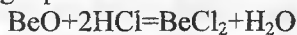
### Anorganik brikmalar quyidagi sinflarga bo'linadi:

1. Oksidlar. Oksidlar deb elementlarning kislorod bilan hosil qilgan birikmalariga aytiladi. Oksidlar o'z navbatida quyidagilarga bo'linadi.

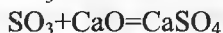
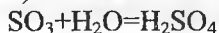
a) asosiy oksidlar –  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$



b) Amfoter oksidlar –  $\text{BeO}$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . Amfoter oksidlar muhitga qarab ham asosli ham kislotali xossalarini namayon qiladilar.



v) Kislotali oksidlar –  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$



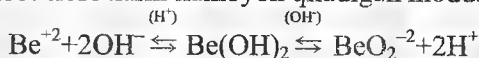
g) befarq oksidlar –  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{SiO}$ ,  $\text{CO}$ . Ushbu oksidlar oddiy sharoitlarda inert bo'lib, ma'lum sharoitlardagini kimyoviy xossalarini namayon qiladi.

2. Hidroksidlar. Hidroksidlar deb elementlarning gidroksid  $\text{OH}^-$  bilan hosil qilgan birikmalariga aytiladi. Hidroksidlar quyidagilarga bo'linadi.

a) Asosli gidroksidlar –  $\text{KOH}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$



b) Amfoter gidroksidlar – eritma muhitiga qarab ham kislotaga ham asos xossalarni namoyon qiladigan moddalardir.



v) Kislotali gidroksidlar –  $\text{S}(\text{OH})_6$ ,  $\text{N}(\text{OH})_5$ ,  $\text{Si}(\text{OH})_4$ ,  $\text{C}(\text{OH})_4$   
 $\text{S}(\text{OH})_6 \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$

3. Kislotalar. Kislotalar deb dissatsiyalanganda  $\text{H}^+$  hosil qiladigan birikmalarga aytiladi. Kislotalar tarkibiga va vodorodlar soniga qarab quyidagilarga bo'linadi.

a) kislorodsiz kislotalar –  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{HJ}$ ,  $\text{HBr}$

b) kislorodli kislotalar –  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$

Tarkibida bitta vodorod bo'lsa 1 negizli, 2 ta vodorod bo'lsa 2 negizli, 3 ta vodorod bo'lsa 3 negizli va hokazo bo'ladi.

4. Tuzlar – Tuzlar deb metallarning kislotaga qoldig'i bilan hosil qilgan murakkab birikmalariga aytiladi. Tuzlar o'z navbatida quyidagilarga bo'linadi.

a) o'rta yoki neytral tuzlar –  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{ZnCl}_2$

b) nordon tuzlar –  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{NaHS}$ ,  $\text{NaHSO}_4$ ,  $\text{KHCO}_3$

g) Asosli tuzlar –  $\text{ZnOHCl}$ ,  $(\text{MgOH})_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CaOHCl}$

d) Qo'shaloq tuzlar –  $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ ,  $2\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2$

e) Kompleks tuzlar –  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ,  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O}_4)]\text{SO}_4$

### Anorganik birikmalar nomenklaturasi

Kimyoviy birikmalarning benihoyat ko'pligi hozirgi vaqtda ularni ma'lum tartibda aniq nomlashni talab qiladi. Tabiiyki, bularning ma'lum bir qismi o'zining xususiy nomiga (masalan, suv, ammiak kabi) ega. Lekin ko'pgina birikmalarni nomlashda har bir moddani informativ yoki sistematik ravishda nomlashga imkon beradigan ma'lum qoidalarga amal qilinadi.

Dastlabki nomenklatura sistemasi anorganik va organik birikmalardagi tafovutni ko'rsatish asosida tuzilgan edi. Vaqt o'tishi bilan bunday nomenklatura talabga javob bera olmay qoldi. Anorganik moddalar ko'proq jonsiz tabiatga, organik moddalar esa jonli tabiatga hamohang ravishda nomlangani ham ma'lum. Anorganik moddalar nomenklaturasida bunday birikmalar shartli ravishda ikki qismga: "musbat" va "manfiy" larga bo'linadi. Ion birikmalarda musbat va manfiy zaryadli atomlar yoki atomlar guruhlar mavjudligi ma'lum.

Bularda ionlar kation va anion sifatida mavjud bo'ladi. Oddiy kationlarni ko'pincha metall elementlari hosil qiladi. Ular element nomi bilan ataladi. Masalan,  $\text{Na}^+$  – natriy ioni,  $\text{Ca}^{2+}$  – kalsiy ioni,  $\text{Fe}^{2+}$  – temir (P) ioni,  $\text{Fe}^{3+}$  – temir (III) ioni va hokazo. Oddiy anionlarga  $\text{F}^-$  fluorid-ion,  $\text{O}^{2-}$  – kislorod-ion,  $\text{S}^{2-}$  – sulfid-ion,  $\text{N}^{3-}$  - nitrid -ion va h.k.

Oksianionlarda kislorod kam bo'lganda ularning nomi – it, ko'p bo'lganda – at qo'shimchasi bilan tugaydi:  $\text{NO}_2^-$  – nitrat – ion;  $\text{SO}_3^{2-}$  – sulfit – ion;  $\text{NO}_3^-$  – nitrat – ion;  $\text{SO}_4^{2-}$  – sulfat – ion  $\text{CO}_3^{2-}$  karbonat – ion  $\text{PO}_4^{3-}$  – fosfat ion.<sup>7</sup>

Kislotalar uchun eski nomenklatura saqlanib qolgan. Bularni vodorod ioni (yoki bir necha shunday ionlar) va oddiy yoki kompleks aniondan tashkil topgan deb qaraladi. Agar kislotalar tarkibida oddiy anion saqlasa,uning nomi quyidagi misollarda keltirilgan singari bo'ladi:

$\text{Cl}^-$  anionidan  $\text{HCl}$  xlorid (vodorod xlorid) kislota va  $\text{S}^{2-}$  – anionidan esa  $\text{H}_2\text{S}$  – sulfid kislota (oltingugurt vodorod) hosil bo'ladi.

Muhim kislotalar nomi oksianionlar nomidan keltirib chiqariladi.

$\text{ClO}^-$  – gipoxlorit – ion,  $\text{HClO}$  – gipoxlorit kislota beradi.  $\text{HClO}_3$  – xlorat kislota va  $\text{HClO}_4$  – esa perxlorat kislota deb atalishi shundan kelib chiqqandir. Agar vodorod ioni bo'lsa, gidro so'zi qo'shib o'qiladi. Masalan:  $\text{NaHSO}_4$  – natriy gidrosulfat,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  natriy gidrofosfat,  $\text{NaH}_2\text{RO}_4$  – natriy digidrofosfat va hokazo. Agar birikmalar tarkibida kation bilan birga gidroksil ionlari mavjud bo'lsa, kationni nomlangandan so'ng “gidrokso” so'zi qo'shib o'qiladi: Masalan:  $\text{ZnOHCl}$  – rux gidroksoxlorid,  $\text{AlOH SO}_4$  alyuminiy gidroksosulfat va h.k.

### Kimyoning asosiy stexiometrik qonunlari

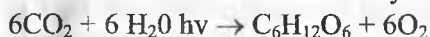
Stexiometriya kimyoning ma'lum bo'limlaridan hisoblanib, unda kimyoviy ta'sirga berilayotgan reagentlar massasi bilan hosil bo'layotgan mahsulotlar orasidagi miqdoriy nisbatlar o'rganiladi. Miqdoriy nisbatlar stexiometriyada mol deb ataluvchi tushuncha yordamida aniqlaniladi. Ushbu tushuncha xalqaro SI sistemasida modda miqdorini belgilovchi yettita birlik (metr, kilogramm, sekunda, amper, Kelvin va kandelaning biri hisoblanadi. **Uni quyidagicha ta'riflanadi: 0,012kg 512 °C atomiga mos keladigan struktura**

<sup>7</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong “Inorganic chemistry”, Oxford University Press, 2014, 35 p.

**elementlarini saqlovchi modda miqdori mol deyiladi.** Moddalar strukturasi tarkibida molekula, elementlar sifatida atomlar, ion, elektron va boshqa zarralar ekvivalent miqdorda mavjud bo'ladi. 0,012 kg ugleroddagi atomlar soni  $6,0225 \cdot 10^{23}$  ga tengdir. Boshqa har bir modda bir molida shuncha molekular mavjud bo'ladi. Uni Avagadro hisoblab chiqqan bo'lib, Avagadro doimiysi (soni) deb yuritiladi va quyidagicha ifodalanadi  $N_A = 6,0235 \cdot 10^{23}$  mol. **1 mol miqdoridagi modda massasi molyar massa deb yuritiladi.**

Uni g/mol yoki kg/mol larda o'lchanadi hamda M harfi bilan belgilanadi. Vodorod xlorid HCl ning molyar massasi  $M(\text{HCl}) = 36,5$  g/moldir.

Kimyoviy tenglamalarda xomashyo bilan reaksiya mahsulotlari miqdoriy nisbatlarini belgilovchi sonlar qoyiladiki, ularni odatda stexiometrik koeffitsientlar deb yuritiladi. Masalan, quyidagi ko'pchilikka ma'lum fotosintez<sup>8</sup> reaksiyasida:



1-mol shakar  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  hosil bo'lishida 6 mol karbonat angidridi bilan 6 mol suv sarflanadi.

Moddalar kimyoviy formulalarining o'ng tomonidagi kimyoviy elementlar timsol (simvol)lari ostida yoziluvchi sonlarni stexiometrik indekslar deyiladi. Bular birikmalardagi elementlar miqdorini belgilaydi. Masalan fosfor angidridi  $\text{P}_2\text{O}_5$  formulasida fosforning ikki atomiga 5 ta kislorod atomi to'g'ri kelayapti.

### **Moddalar massasining saqlanish qonuni**

Massaning saqlanish qonuni 1789-yili A.Lavuaze va 1748-yili M.V.Lomonosovlar tomonidan mustaqil ravishda ochilgan. Olimlar qonunni tajribalar yordamida tasdiqlab, uning amaliy ahamiyatini ko'rsatib berishdi. Dastlabki olingan mahsulotlar bilan reaksiya natijasida hosil bo'lgan reagentlar massasi o'zaro miqdoriy tengligi isbotlanadi. Natijada massaning saqlanish qonuni yaratiladi.

**Reaksiyagacha bo'lgan moddalar massasi reaksiyadan keyingi moddalar massasiga tengdir.**

Ushbu qonun darhaqiqatan ham hech bir narsa izsiz yo'qolmasligini isbotlaydi. Qo'lga yoki daryoga quyilayotgan oqava suvlar ularga qo'shib ketgach, yo'q bo'lib ketgandek tuyulsada, aslida

---

<sup>8</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 763 p.

unday bo'lmaydi. Tuzlar erib, ko'l yoki daryo suvi konsentratsiyasini o'zgartirib turadi, suvning umumiy miqdori esa ko'payib boradi. Yer qa'ridan temir rudalarini qazib olib, undan temirni ajratish, turli buyum yoki apparatlar yasash bilan sayyoramizda temir atomlarini kamaytirib qo'ymasligimiz aniq, albatta. Lekin temirni biz keyin foydalanishimiz qiyin yoki mumkin bo'lmagan shaklga tushirib qo'yishimiz mumkinligini yoddan chiqarmasligimiz zarur (masalan, tashlandiqlarga uloqtirib yuborilgan millionlab kir yuvish mashinalari yoki boshqa maishiy xizmat buyumlarini esga olaylik). To'g'ri tashlandiq temirni ham ishlatish mumkin. Ammo uni qayta ishlash uchun ko'p energiya sarflash kerak bo'ladi. Energiya zaxiralari (ko'mir, o'tin, gaz) ham cheklanganligini hisobga olganda tabiat boyliklariga ehtiyotkorona munosabatda bo'lishimizni hayot taqozo qiladi.

Kimyoviy reaksiyalarda yangi atomlar vujudga kelmaydi va parchalanmaydilar, ular o'rin almashinadi yoki qayta guruhlanadi. Ammo massa bilan energiyaning bog'liqligini sezgan A.Eynshteyn 1905-yili buni tenglamada ifodalaganini esga olaylik. Jism energiya chiqarganda uning massasi ozayishi yoki qabul qilganda bir yo'la massasi ortishi tajribalarda isbotlangandir. Ammo oddiy kimyoviy reaksiyalarda buni sezib olish mushkul, albatta. Yadro reaksiyalari (vodorod bombasi portlaganda)da energiya katta miqdorda o'zgaradiki, massaga ta'sir etmay qolmaydi, shu munosabat bilan massa va energiya saqlanish qonunining umumiy ko'rinishdagi ifodasi yuzga keldi.

Sistemadagi modda massasi bilan mana shu sistema tomonidan olingan yoki berilgan energiyaga ekvivalent bo'lgan massaning yig'indisi doimiydir.

### **Karrali nisbatlar qonuni**

Ushbu qonun J.Dalton tomonidan ta'riflangan bo'lib, ko'pgina elementlar bir-biri bilan birikkanida ushbu elementlar massalari orasida ma'lum nisbatda birikib turli kimyoviy moddalar hosil qilishi bilan xarakterlanishini ifodalaydi:

**Agar ikki element birikib bir necha kimyoviy birikma hosil qilsa, elementlardan birining mazkur birikmalardagi ikkinchi elementning bir xil massa miqdoriga to'g'ri keladigan massa miqdorlari o'zaro kichik butun sonlar nisbati kabi nisbatda bo'ladi. Dalton moddaning atom tuzilishi nazariyasi tarafdori edi, o'zi ochgan qonun ham mazkur nazariyaning tasdig'i bo'lib xizmat qildi.**

Ushbu qonunning xizmatini azot oksidlarida namoyon qilish mumkin (kislorod va azotning massalari nisbatida)<sup>9</sup>:

4-jadval

Azot oksidi	1 g azotga to'g'ri keladigan kislorod massasi va massalari nisbati	1 g azotga to'g'ri keladigan kislorod massalari, 0,5714ga nisbatan (N <sub>2</sub> O ga to'g'ri keladigan kattalik uchun)
N <sub>2</sub> O	(1·16) : (2·14) = 0,5714 7:4	1
NO	(1·16) : (1·14) = 1,1428 7:8	2
N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	(3·16) : (2·14) = 1,7143 7:12	3
N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	(4·16) : (2·14) = 2,2857 7:16	4
N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	(5·16) : (2·14) = 2,8571 7:20	5

### Tarkibning doimiylik qonuni

Bu qonun 1808-yili J.Prust tomonidan kiritildi va quyidagicha ta'riflandi:

**Har bir kimyoviy birikma o'zining olinish usulidan qat'iy nazar bir xil elementlardan tashkil topadi, ular massalari nisbati doimiy bo'lib, bularning atomlari nisbiy miqdori butun sonlar bilan ifodalanadi.**

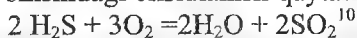
Karrali nisbatlar qonuni ham, tarkibning doimiylik qonuni ham molekula tuzilishiga ega bo'lgan gaz yoki suyuqlik holdagi birikmalar (masalan, SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>, NH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub>, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) uchungina qo'llanilishi mumkinligi bilan chegaralanib qoladi. Ana shunday birikmalar J.Dalton xotirasiga **daltonidlar** deb nom oldi. Bular bilan bir qatorda nostexiometrik moddalar hisoblanmish **bertollidlar** ham mavjud. Bertollidlar turli-tuman atomlari miqdoriy nisbatini kichik butun sonlar bilan ifodalab bo'lmaydigan o'zgaruvchan tarkibli kristallik fazalardir. Bertollidlar o'tkinchi metallarning binar birikmalari (gidridlar, oksidlar, sulfidlar, nitridlar va h.k.lar) orasida ko'proq uchraydi.

### Ekvivalentlar qonuni

Tarkibning doimiylik qonuni tasdiqlaganidek elementlar bir-biri bilan aniq miqdoriy nisbatlarda birikadi. Shu munosabat bilan kimyoga **evkivalent va ekvivalent massa** tushunchalari kiritiladi. Mazkur

<sup>9</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 421 p.

oksidlanish-qaytarilish reaksiyasida bitta vodorod kationiga yoki shu oksidlanish-qaytarilish reaksiyasida bitta elektronga ekvivalent (teng, baravar) bo'la oluvchi yoki shartli ravishda olingan modda zarrachasi **ekvivalent** sifatida qaraladi. Mazkur oksidlanish-qaytarilish reaksiyasida bitta vodorod kationi yoki shu oksidlanish-qaytarilish reaksiyasida bitta elektronga aniq modda zarrachasining qay qismiga ekvivalent bo'la olishini belgilovchi son **ekvivalentlik faktori** deyiladi va 1 ekv bilan belgilanadi. Ekvivalentlik faktorini mazkur reaksiyaning stexnometrik koeffitsientlari asosida hisoblab topiladi. Masalan, vodorod sulfidning yonishidagi oksidlanish-qaytarilish reaksiyasida:



oltingugurtning oksidlanish darajasi – 2 dan +4gacha o'zgaradi, H<sub>2</sub>S molekulasida 6 ta elektron yo'qotadi, ya'ni bitta elektronga H<sub>2</sub>S ning shartli zarrachasi ekvivalent bo'ladi, f ekv (H<sub>2</sub>S). Mazkur modda ekvivalenti qanday reaksiyaga kirishayotganligiga qarab turib turlicha bo'lishi mumkin. Ekvivalentlik faktori birga teng yoki undan kichik bo'lishi mumkin.

Ekvivalent miqdori mollarda o'lchanadi. 1 mol ekvivalent massasi, ya'ni ekvivalentning molyar massasi ekvivalentlik faktori bilan modda molyar massasi ko'paytmasiga teng bo'ladi. Masalan, vodorod sulfid yonishidagi oksidlanish-qaytarilish reaksiyasida vodorod sulfidning ekvivalent molyar massasi

$$M \frac{1}{6} \text{H}_2\text{S} = \text{fekv} (\text{H}_2\text{S}) \cdot M (\text{H}_2\text{S});$$

$$M \frac{1}{6} \text{H}_2\text{S} = \frac{1}{6} \cdot 34,06 = 5,68 \text{ g/molga teng bo'ladi.}$$

Ekvivalentning molyar massasi tushunchasidan foydalanib, ekvivalentlar qonunini quyidagicha ta'riflash mumkin:

**Reaksiyaga kirishayotgan moddalar massasi o'zaro ular ekvivalentlarining molyar massalariniki kabi bo'ladi.**

**Avogadro qonuni**

Bu qonun 1811-yili Avogadro tomonidan ochilgan bo'lib, quyidagicha ta'riflanadi:

**Bir xil temperatura va bosimda baravar hajmdagi turli gazlardagi molekullar soni bir xil bo'ladi.**

---

<sup>10</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 451 p.



Olim kimyoviy reaksiyalardagi gazlar hajmlari orasidagi oddiy nisbatni tekshirib, fanga molekular moddalarning kichik zarrachasidir degan tushunchani kiritdi. Bunda atom elementning mayda zarrachalaridir degan fikr saqlandi. Oddiy moddalar molekulari ham kamida bir necha atomdan tashkil topganligi Avagadro tomonidan uqdirib o'tildi.

Avagadro qonunidan quyidagi ikki xulosa kelib chiqdi:

1) Normal sharoitda (bosim 101,3 kPa = 1 atm va 0°C = 273<sup>0</sup>K temperaturada) har qanday gazning 1 moli 22,4 l hajmni egallaydi;

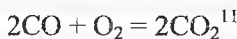
2) Ikki gazning bir xil bosim va temperaturadagi zichligi ular molyar massalariga to'g'ri proporsionaldir.

Avagadro qonuni gazlar molekularidagi atomlar soni haqida fikr yuritishga asos bo'ldi. Qator gazlar, shu jumladan vodorod, kislorod, xlor, azotning molekulari qo'sh atomliligi haqida mulohazalar bildirildi. Qonun elementlarning atom massalari va murakkab moddalarning molekulyar massalarini aniqlashda katta rol oynadi.

### Hajmiy nisbatlar qonuni

Ba'zi gazlarning (masalan vodorod, kislorod va boshqalarning) qo'sh atomliligi haqidagi mulohazalar J.L.Gey-Lyussak tomonidan 1808-yili ochilgan oddiy hajmlar nisbati haqidagi qonunda tasdiqlandi. Olimning reaksiyaga kirishayotgan va hosil bo'layotgan gazlar hajmlarini o'lchash borasida o'tkazgan ko'pgina tajribalari asosida kelib chiqqan qonun quyidagicha ta'riflandi:

**O'zgarmas bosim va temperaturada reaksiyaga kirishayotgan gazlar hamda reaksiya natijasida hosil bo'layotgan gazlar hajmlari o'zaro kichik butun sonlar nisbati kabi nisbatda bo'ladi.** Masalan, is gazining oksidlanish reaksiyasida:



hajmlar nisbati quyidagicha bo'ladi:

$$u(\text{CO}) : u(\text{O}_2) : u(\text{CO}_2) = 2:1:2$$

---

<sup>11</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 451 p.

Stexiometrik qonunlar atom-molekulyar ta'limot bilan chambarchas bog'liq bo'lib, kimyoning asosini tashkil qiladi. Stexiometrik hisoblar barcha reaksiyalarda olib boriladi.

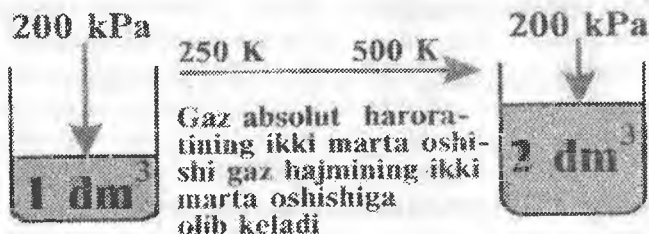
### Gaz qonunlari

#### Izobarik jarayon

**Asoschisi:** XIX asr birinchi yarmi fransiyalik olim Gey-Lyussak.

**Qoidasi:** O'zgarmas (doimiy) bosimda gazning hajm o'zgarishi temperatura o'zgarishiga to'g'ri proporsionaldir.

$$P = \text{const} \quad \frac{V}{T} = \text{const} \quad \text{ёки} \quad \frac{V_0}{T_0} = \frac{V}{T}$$

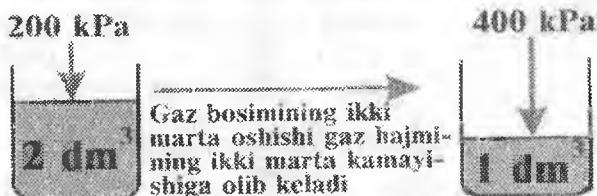


#### Izotermik jarayon

**Asoschisi:** XIX asr birinchi yarmi italiyalik olim Boyle – Mariott

**Qoidasi:** O'zgarmas (doimiy) temperaturada gazning hajm o'zgarishi bosim o'zgarishiga teskari proporsional.

$$T = \text{const} \quad P \cdot V = \text{const} \quad \text{ёки} \quad P_0 \cdot V_0 = P \cdot V$$

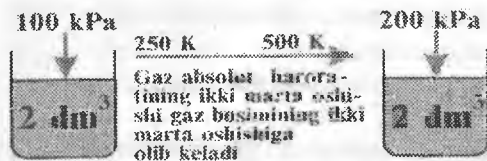


#### Izoxorik jarayon

**Asoschisi:** XIX asr birinchi yarmi Sharl.

**Qoidasi:** O'zgarmas (doimiy) hajmda gazning bosim o'zgarishi temperatura o'zgarishiga to'g'ri proporsional.

$$V = \text{const} \quad \frac{P}{T} = \text{const} \quad \text{ёки} \quad \frac{P_0}{T_0} = \frac{P}{T}$$



### Gazlarning birlashgan tenglamasi

**Qoidasi:** Agar gazlarning barcha parametrlari ( $R, V, T$ ) o'zgaruvchan bo'lsa, ularning o'zaro munosabati doimiy qiymatga ega. Normal sharoitda bu qiymat 8,31 ga teng va u universal gaz doimiysi deyiladi,  $R$  – bilan belgilanadi.

$$\frac{PV}{T} = \text{const} \quad \text{ёки} \quad \frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{PV}{T}; \quad \frac{P_0 V_0}{T_0} = R \quad (R = 8,31)$$

### Klapeyron tenglamasi

**Asoschisi:** XIX asr ikkinchi yarmi Klapeyron

$\frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{PV}{T}$  tenglamani chap tomonini  $R$  bilan almashtirsak, u

$PV = RT$  ko'rinishga o'tadi.  $n$  – mol gaz uchun esa,

$$PV = nRT \quad \text{ёки} \quad PV = \frac{m}{M_r} RT$$

### Gazlarning nisbiy zichligi

**Qoidasi:** Bir gaz massasining ikkinchi gaz massasiga nisbati, birinchi gazning ikkinchi gazga nisbatan zichligi deyiladi va  $D$  – yoki  $D$  – bilan belgilanadi.

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

### Atom tuzilishi nazariyalari

#### Atomlar

Tabiatda mavjud moddalar bir-biridan elementar zarrachalar-protonlar, neytronlar tarkibiga qarab farqlanadi. So'nggi yillarda katta quvvatga ega bo'lgan tezlatgichlar kashf etilishi va kosmik nurlar tarkibini analiz qilish natijasida 200 dan ortiq elementar zarrachalar

borligi aniqlandi. Shu sababli ko'pincha "elementar zarrachalar" tushunchasi o'rniga "fundamental zarrachalar" termini ishlatilmoqda.

**Kimyoviy elementning xossalarini saqlovchi eng kichik zarracha atom deyiladi.**

Moddaning xossalarini o'zida saqlaydigan, bir nechta atomdan tarkib topgan va mustaqil mavjud bo'la oladigan eng kichik zarrachasi molekula deb ataladi.

Atom – protonlar va neytronlardan tarkib topgan musbat zaryadlangan yadrodan va uning atrofida xarakterlanadigan asosan manfiy zaryadli elektronlardan iborat. Ko'pgina atomlar barqaror bo'lib, juda uzoq muddat o'z holatini saqlay oladi. Lekin ba'zi atomlar ma'lum vaqtdan keyin yadroda bo'ladigan o'zgarishlar tufayli boshqa atomlarga aylanib ketadi. Bunday atomlar **radioaktiv atomlar** deb ataladi. Atom elektroneytral bo'lib, yadro atrofidagi elektronlarning umumiy soni yadroning musbat zaryadiga teng. Agar atomdan bir yoki bir necha elektron chiqarib yuborilsa, **musbat zaryadli ion – kation**, atom elektron biriktirib olsa, **manfiy zaryadli ion – anion** hosil bo'ladi. Atomdagi elektronlar soni va musbat zaryadlangan yadro zaryadi ayni atomning kimyoviy reaksiyadagi rolini xarakterlaydi. Kimyoviy element – bir xil zaryadli yadroga ega bo'lgan atomlardir. Yadro zaryadi elementning kimyoviy elementlar davriy sistemasida joylashgan o'rnini belgilaydi; elementning davriy sistemadagi tartib nomeri uning atom yadrosining zaryadga teng.

### **Atom massasi va o'lchami**

Avogadro sonini bilgan holda har qanday atomning grammda ifodalangan massasini va o'lchamini topish mumkin. Atom massani Avogadro soniga bo'lish orqali topish mumkin:

$$m = A/N_A$$

U holda vodorod atomi uchun:

$$m_H = 1,008 / 6,023 \cdot 10^{23} = 1,674 \cdot 10^{-24} \text{ g}$$

Uran atomi uchun esa

$$m_u = 238 / 6,023 \cdot 10^{23} = 3,95 \cdot 10^{-23} \text{ ga teng bo'ladi.}$$

Qattiq holatdagi 1 mol oddiy modda egallagan hajmi Avogadro soniga bo'lib, bitta atomga to'g'ri keladigan hajmi (V) ni aniqlash mumkin. Qattiq holatdagi moddalarda atomlar bir-birlariga yaqin joylashganligi uchun o'lchashdagi qilinadigan xato kam bo'ladi. U

holda bitta atomga to'g'ri keladigan hajmni kub ildizdan chi- qarib, atom diametrini ham aniqlasa bo'ladi.

Bunday hisoblashni mis atomi misolida ko'raylik. Misning zichligi  $8,93 \text{ g/sm}^3$  bo'lgani uchun bir mol misning hajmi  $= 7,12 \text{ sm}^3$  ni tashkil qiladi. Bundan bir atomga to'g'ri keladigan hajmni topamiz:

$$V_{\text{cu}} = 7,12 / 6,023 \cdot 10^{23} = 1,182 \cdot 10^{-23} \text{ sm}^3$$

Mis atomning diametri esa

$d_{\text{cu}}^3 V_{\text{cu}} = 1,182 \cdot 10^{-23} = 2,28 \cdot 10^{-8} \text{ sm}$  ni tashkil qiladi va atom radiusi  $1,14 \cdot 10^{-8} \text{ sm}$  ga teng bo'ladi.

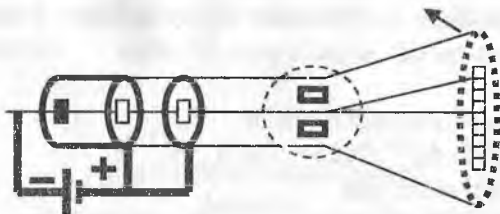
### Atomning tarkibiy qismlari

Yuqorida ko'rsatib o'tilganidek, kimyoviy elementlarning atomlari yadrodan va uning atrofida harakatlanadigan elektronlardan tarkib topgan. O'tgan asrning o'rtalarida zarrachalar oqimi hosil qilingandan keyingina elektronlarning xossasi o'rganilgan. Bunda birinchi navbatda elektron zaryadining uning massasiga nisbati o'lchangan. Bu miqdor elektronlar oqimining massasiga nisbatan o'lchangan. Bu miqdor elektronlar oqimining elektr va magnit maydon ta'siridan chetga chiqishini aniqlash orqali belgilangan. Bunday tajribani birinchi bo'lib, 1897-yili Tomson o'zi ishlab chiqqan asbobida o'tkazdi.

Tajriba natijalariga asosan  $e/m_e = 5,273 \cdot 10^{-17}$  elektrostatik birlik gramm (e.s.b/g)ga teng ekanligi aniqlangan.

Elektronlarning  $e/m$  miqdorini aniqlaydigan asbob sxemasi 1-rasmda keltirilgan.

Shkala



1.1.rasm Elektronlarning  $e/m$  miqdorini aniqlaydigan asbob sxemasi.

Elektron zaryadining miqdori yuqorida ko'rsatilgan usul bilan aniqlanadi. Elektron zaryadi  $e$  va  $e/r$  e ning miqdorini bilgan holda elektron massasini hisoblab topish mumkin, ya'ni

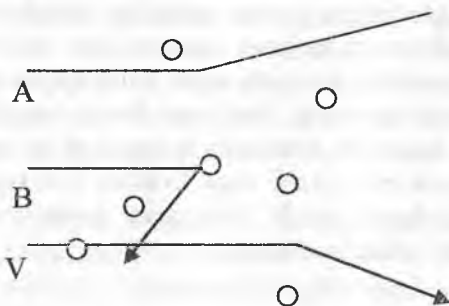
$$m_e = 0,91095 \cdot 10^{-27} \text{ g}$$

Elektron massasini belgilash uchun, uni yuqorida hisoblab topilgan vodorod atomi massasi bilan taqqoslab ko'ramiz:

$$m_e / m_H = (0,9108 \cdot 10^{-27}) / (1,674 \cdot 10^{-24}) = 1 / 1837$$

Demak, elektronning massasi eng yengil hisoblangan vodorod atomining massasidan 1837-marta kichik ekan. Shunday qilib, atomning butun massasi yadroga joylashganligiga ishonch hosil qilish mumkin. Yadroning o'lchami esa juda kichik. Agar atom o'lchami taxminan  $10^{-10}$  nm bo'lsa, u holda atom yadrosining radiusi taxminan  $10^{-14} - 10^{-15}$  nm bo'ladi. Zaryadlangan zarrachalarda yadro va elektronlar o'z atrofida elektr maydon hosil qiladi.<sup>12</sup>

Atomda yadro mavjudligini birinchi bo'lib 1909–1911-yillarda Rezerford aniqladi. Metall plastinkalar sirtiga  $\alpha$ -zarrachalar yog'dirib, ularning metalldan o'tish yo'llarini tekshirish natijasida qiziqarli natijalarni kuzatdi.



1.2.rasm  $\alpha$ -zarrachalarning atomdagi harakat yo'li

Yog'dirilgan  $\alpha$ -zarrachalarning ko'pchilik qismi metall plastinkadan to'ppa-to'g'ri o'tib ketaveradi, zarrachalarning juda oz qismi o'zining dastlabki yo'lidan ma'lum burchakka og'adi, lekin ba'zi zarrachalar (o'n mingtadan bittasi) dastlabki yo'lidan qarama-qarshi tomonga qaytadi. Bu hodisani faqat  $\alpha$ -zarrachalarning musbat

<sup>12</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 6 p.

zaryadlangan yadro bilan to'qnashishi natijasi deb tushuntirish mumkin.

Atom yadrosi ikki elementar zarrachalar – **proton** va **neytron**-lardan tuzilgan. Yadroning bunday tuzilishga ega ekanligini 1932-yili D.D.Ivanenko, E.N.Gapon va Geyzenberglar asoslab berganlar. Protonning massasi taxminan bir m.a.b ga, zaryadi + 1 ga tengdir.

Neytron elektroneytral bo'lib, uning massasi taxminan proton massasiga tengdir. Proton massasi elektron massasidan 1936,12-marta, neytronning massasi esa 1838,65-marta kattadir. Yadroning zaryadi yadrodagi protonlar soni bilan aniqlanadi. Yadrodagi protonlar soni Z va neytronlar soni N larning yig'indisi massa soni A ga teng bo'ladi.

$$A = Z + N$$

**Elementning yadro zaryadlari bir xil bo'lib, atom massalari bilan bir-biridan farq qiladigan atomlar shu elementning izotoplari deyiladi.** Ma'lum elementning izotoplari bir-birlaridan atom yadrosidagi neytronlar soni bilan farqlanadi.

### **Kvant nurlari haqida tushuncha**

M.Plank 1900-yilda qizdirilgan jismlar spektrlari energiyasining taqsimlanishini tushuntiradigan nazariyani yaratdi. Bu nazariyaga muvofiq energiya atomdan uzluksiz ravishda emas, balki mayda-mayda zarrachalar – kvantlar tarzida ajratiladi. Har qaysi kvantning qiymati shu nur to'liqlarining bir sekundda tebranish soniga bog'liq bo'ladi. Har qanday tebranma sistema energiyani faqat kvantlar holida yutadi yoki o'zidan kvantlar holida chiqaradi. Har qaysi kvant kattaligi quyidagi **Plank tenglamasi**<sup>13</sup> bilan hisoblanadi:

$$E = h\nu$$

bu yerda E – energiya kvanti,

h – Plank doimiysi, uning qiymati  $h=6,625 \cdot 10^{-27}$  erg. sek, yoki  $h=6,625 \cdot 10^{-34}$  Joul – sek.

$\nu$  – tebranish chastotasi, uni to'liqin uzunligi bilan xarakterlasak, u holda: bo'ladi.

$$\nu = \frac{c}{\lambda}$$

bu yerda  $c$  – yorug'lik tezligi,  $\lambda$  – to'liqin uzunligi.

---

<sup>13</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 8 p.

M.Plank nazariyasidan kelib chiqadigan xulosalar tajribasida topilgan natijalarga to'la muvofiq keldi. Yorug'lik kvantlarining haqiqatan mavjudligi boshqa xil tajribalarda ham isbotlangan. Plank tenglamasidan foydalanib spektrdagi har qaysi chiziqqa muvofiq keladigan yorug'lik energiyasining kvantini hisoblash mumkin.

### Zarrachalarning to'liqin xususiyatlari

Hozirgi zamon molekula va atom tuzilish nazariyasi **mikroobyekt** deb ataluvchi juda kichik massaga ega bo'lgan zarracha va elektronlar harakatini ifodalaydigan qonunlarga asoslanadi. Bu qonunlar asosan 1925–1926-yillarda yaratilgan bo'lib, **makroobyekt** deb ataluvchi oddiy ko'z va mikroskop orqali ko'rinadigan buyumlar harakati qonunlaridan keskin farq qiladi. Mikroobyektlar ikki xil – zarracha va to'liqin xossasini namoyon qiladi, ya'ni ular bir vaqtning o'zida korpuskulyar va to'liqin xossalarga ega bo'ladi.

**Nurning ikki xil tabiati.** O'tgan asrning birinchi yarmida nurning interferansiya va difraksiya xossalari tajribada o'rganilib, nur ko'ndalang elektromagit tebranishga ega ekanligi aniqlangan edi.

Ma'lum sharoitda interferesiya va difraksiyaning hosil bo'lishiga qarab har qanday nurni tavsiflash mumkin. XX asrga kelib nurnig oqimi natijasida vujudga kelgan zarrachalar harakati hodisasini – **nur kvantlari** yoki **foton** deb atala boshlandi. Nurning korpuskulyar xossasi esa asosan Kompton effekti va fotoeffekt hodisalarida namoyon bo'ladi.

1905-yili Eynshteyn nurni zarrachalar oqimi – **fotonlar** deb qarab, fotoeffekt hodisasini talqin qilish mumkinligini ko'rsatdi.

Fotonlar elektronlar bilan to'qnashishi natijasida Plank tenglamasi bilan aniqlangan energiya miqdoriga teng bo'ladi. Shu bilan birga to'liqinsimon nurlanish fotoeffekt hodisasini vujudga keltirmasligi ham aniqlandi. Bunday holda fotonlar energiyasi elektronlarni metalldan uzib chiqarish uchun yetarli bo'lmay qoladi.

Fotondan olgan energiyasini metall atomiga bermasdan uchib chiqayotgan elektronlar maksimal energiyaga ega bo'ladi. Bunday elektronlarning energiyasi – bir foton energiyadan metall atomidan elektronni chiqarish natijasida bajarilgan ish  $A$  ning ayirmasi bilan aniqlanadi. Demak,

$$(E_c)_{\text{maks}} = hy - A$$



Bu tenglama fotoeffekt uchun Eynshteyn qonuni deb atalib, tajriba natijalariga batamom mos keladi. Bu hodisani 1916-yili Milliken tajribada ko'rib chiqayotgan elektronning maksimal energiyasini o'lchashga muvaffaq bo'ldi:

$$V_e = m_e \cdot V^2 = (E_e)_{\text{maks}}$$

Bu yerda  $m_e$  – elektron massasi,  $e$  – elektron zaryadi,  $V$  – elektron tezligi,  $V_e$  – elektron maydoni kuchlanishi.

Eynshteyn qonuni asosida Plank doimiylikini topish mumkin. Buning uchun elektronning maksimal energiyasi ( $E_e$ ) maks. Bilan tushayotgan nur chastotasi orasidagi bog'lanishi aniqlash kerak.

Yuqorida keltirilgan tenglamalardan ko'rinib turibdiki, to'g'ri chiziqning og'ishi  $U - V$  koordinatasida nisbatga tengdir. Bu metod Plank doimiylikini aniqlashda eng keng qo'llanuvchi metodlardan biridir. Nurning korpuskulyar tabiatini – Kompton effektini tushuntirishdan oldin massa bilan energiya orasidagi bog'lanish qonunlarini ko'rib chiqamiz.

### **Massa bilan energiya orasidagi bog'lanish qonuniyatlari**

1903-yili Eynshteyn nisbiylik nazariyasiga asosan harakatdagi zarrachaning massasi tinch holatda turgan zarracha massasidan ortiq bo'lishini isbotlagan. Zarracha harakatining ortishi uning energiyasi va massaning ortishiga olib keladi. Eynshteyn zarrachaning massasi bilan energiyasi orasidagi bog'lanishni ilgari ko'rsatilganidek quyidagi tenglama bilan ifodaladi<sup>14</sup>:

$$E = m c^2$$

Bu tenglama massa bilan energiyaning o'zaro bog'lanish nazariyasini ifodalaydi. Holbuki, nisbiylik nazariyasi vujudga kelgunga qadar massa bilan energiya o'zaro bog'liq emas deb qarab kelingan edi. Bu tenglamani har qanday jarayon uchun massalar o'zgarishi  $\Delta m$  va energiya  $\Delta E$  orasidagi bog'lanishni ifodalagani uchun ham uni quyidagicha ko'rinishda yozish mumkin:

$$\Delta E = \Delta m c^2$$

Lekin bu tenglamaga asosan massa energiyaga aylanadi, deb hisoblash mumkin emas, bundan materiya energiyaga aylanadi degan ma'no kelib chiqqan bo'lur edi. Massa bilan energiya faqatgina

---

<sup>14</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 4 p.

materiyaning hosilalaridir. Massa materiyaning inertligini, energiya esa harakat o'ldamini belgilaydi. Plank va Eynshteyn tenglamalari nurning to'ldin uzunligi bilan foton massasi orasidagi munosabatni xarakterlab beradi. Foton tinch holatda massaga ega emas. Lekin u yorug'lik nuriga teng tezlikda harakatlanadi. (Agar foton statik massaga ega bo'lganda edi, uning massasi energiyasiga nisbatan cheksiz katta qiymatga ega bo'ldur edi.) Shuning uchun fotonning hamma massasi dinamik xususiyatga ega, ya'ni u doimo harakatda bo'ladi. Modomiki shunday ekan, foton energiyasini (2.26) tenglama bilan hisoblash mumkin. Ikkinchidan, Plank tenglamasiga muvofiq:

$$E = h\nu = hc/\lambda$$

Yuqorida tenglamalardan

$$m_0c^2 = hc/\lambda$$

ni hosil qilish mumkin. Undan

$$\lambda = h / m_0c$$

hosil bo'ladi. Tenglama foton impulsi  $m_0c$  bilan nurning to'ldin uzunligi orasidagi bog'lanishni ko'rsatadi. Bu holda tenglamani quyidagicha yozishimiz mumkin bo'ladi:  $\lambda = h / p$  bu yerda  $p$  – foton impulsi.

**Kompton effekti.** Fotonlar elektronlar bilan ta'sirlanishi natijasida o'zining bir qism energiyasini uzatadi. Natijada to'ldin uzunligi ortib, nurlanishning tarqalish yo'nalishi o'zgaradi, ya'ni sochilish sodir bo'ladi. Bu effektни 1927-yili Kompton (AQSH) ochgan. U turli moddalarni rentgen nurlari bilan nurlantirish natijasida sochilgan nurning to'ldin uzunligi birinchi holatdagidan katta bo'lganligini aniqlagan. Chunonchi, to'ldin uzunligining o'zgarishi moddalarning tabiatiga va nurning birinchi holatdagi to'ldin uzunligiga bog'liq bo'lmasdan, birinchi boshlang'ich nurlanish burchagi bilan sochilgan nurlanish yo'nalishi orasidagi burchakka bog'liqligini aniqlagan.

**De-Broyl to'ldinlari**<sup>15</sup>. Fotoeffekt va Kompton effektlari ko'zga ko'rinadigan yorug'lik va rentgen nurlanishlarining korpuskulyar tabiatga ega ekanligini ko'rsatdi. **Interferensiya va difraksiya jarayonlari** esa nurning to'ldin tabiatli ekanligini tasdiqladi. Ravshanki, fotonlar harakati ham korpuskulyar, ham to'ldin simon xususiyatga egadir.

<sup>15</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 8 p.

1924-yil de-Broyl fotonlar harakatining ikki yoqlama, ya'ni ham korpuskulyar, ham to'liqinsimon tabiatga ega ekanligi haqidagi fikrini har qanday zarracha harakati uchun ham qo'llash mumkin degan xulosaga keladi.

$$\lambda = h/mv$$

bu yerda  $m$  – zarrachalarning massasi,  $V$  – ularning tezligi.

Bu to'liqlar **De-Broyl to'liqlari** deb ataladi. De-Broylning bu xulosasi keyinchalik elektronlarga ham difraksiya prosessi xosligi ma'lum bo'lishi bilan tasdiqlandi. Elektronlar oqimi difraksion to'rdan o'tishi natijasida fotoplastinkada hosil bo'lgan difraksion tasvir (2.40) tenglama orqali hisoblangan to'liqin uzunligiga teng bo'lgan nurlanish natijasiga mos keldi. Difraksion to'r sifatida metallarning kristalidan foydalanildi, chunki bunday kristallarda atomlar difraksion to'g'ri to'r hosil qilib joylashgan. Bunday tajriba birinchi marta 1927-yili Devisson va Jermerlar tomonidan o'tkazilgan. Xuddi shunday elektronlar difraksiyasini Tomson va Tartakovskiylar ham kuzatishgan. Hozirgi vaqtda elektronlar difraksiyasidan moddalarning strukturasi o'rganishda keng foydalanilmoqda. Elektronlar difraksiyasini kuzatishda ishlatiladigan asbob-elektronograf deb ataladi. Bundan tashqari moddalarning struktura tuzilishini neytronlar difraksiyasi yordamida o'rganish ham mumkin. Vodorod molekulasini, geliy atomi va boshqa zarrachalarning elektron difraksiyalari shu usulda batafsil o'rganilgan. Bularning hammasi, zarrachalar harakati ikki yoqlama – korpuskulyar va to'liqin tabiatga ega ekanligini batamom tasdiqladi.

Shunday qilib, mikrozzarrachalarning taqsimlanish ehtimoli ham to'liqinsimon harakat qonunlari orqali ifodalanishi mumkin. Bunda mikrozzarrachalarning harakat traektoriyasi korpuskulyar va to'liqin tabiatga ega ekanligi namoyon bo'ladi. Ko'pgina hollarda De-Broyl to'liqlari – **to'liqin ehtimollari** deb ataladi.

De-Broyl tenglamasi o'zgarmas kinetik energiya va tezlikka ega bo'lgan mikrozzarrachalar oqimining difraksiyalanish natijalarini aytib berish uchun juda qulaydir, vaholanki, De-Broyl to'liqin uzunligi – o'zgarasdir. Biroq shuni ham hisobga olish kerakki, atom va molekularning potensial (kinetik) energiyalari zarrachalar orasidagi masofaga bog'liq bo'ladi. Shu sababli De-Broyl tenglamasini bunday holatda to'g'ridan-to'g'ri ishlatib bo'lmaydi. Demak, yuqorida keltirilgan holatlarni birmuncha umumlashtirish talab qilinadi.

## Kvant mexanikasi. Shredinger tenglamasi<sup>16</sup>

De-Broyl tenglamasi mikrozarachalar harakatining mexanikasini ochishga asos bo'ldi. 1925–1926-yillarda Geyzenberg va Shredinger – bir-biriga bog'liq bo'lmagan holda harakat mexanikasining ikki variantini taklif qildilar. Keyinchalik bu ikki variant ham to'g'ri deb topildi. Shredinger usuli hisoblashda juda qulay bo'lib qoldi. Shuning uchun atom va molekullarning tuzilish nazariyasi shu usulga asoClandi. Mikroobyektlar mexanikasi – kvant mexanikasi nomi bilan ataladi va Nyuton qonunlariga asoslanadi. Oddiy zarrachalarning harakati esa klassik mexanika deb ataldi.

Kvant mexanikada mikrozarachalarning harakatlanish qonunlari **Shredinger tenglamasi** asosida ifodalanadi. Klassik mexanikadagi Nyuton qonunlari kabi, bu tenglamani qandaydir umumiy holatga keltirib bo'lmaydi, balki uni ma'lum optik va mexanik tenglamalar oralig'idagi tenglama deb qaralishi mumkin.

Shredinger tenglamasi differensial tenglama bo'lib, atom – molekulyar ta'limotni o'rganishda qo'llaniladi. Chunonchi, bitta zaracha uchun Shredinger tenglamasi quyidagicha ifodalanadi:

$$-\frac{\hbar^2}{8\pi^2 m} \left( \frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{d^2\psi}{dy^2} + \frac{d^2\psi}{dz^2} \right) + U = E\psi$$

Bu yerda  $\hbar$  – Plank doimiyligi,  $m$  – zaracha massasi,  $U$  – potensial energiya,  $E$  – to'lqin energiyasi,  $x, y, z$  – koordinatalar.

Differensial to'lqin tenglamasida kvant mexanikasi tushuchasi umumiy tushunchalardan keskin farq qiladi. Kvant mexanikasi zarrachalarning traektoriyasi, koordinatalari va ma'lum bir holatdagi tezliklar tushunchasini ifodalamasdan, balki zarrachalari bo'la olish ehtimolini ko'rsatadi. Lekin kvant mexanikasida zarrachalarning impuls momenti, energiyasi va massa miqdorlari saqlanib qolgan. Shu sababli elektronning atomdagi yoki molekuladagi harakati tushunchasi kvant mexanikasidagi elektronning holati bilan izohlanadi.

---

<sup>16</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 8 p.

Kvant mexanikasidagi asosiy holatlardan biri **Geyzenberg tomonidan aniqlangan noaniqlik prinsipidir**. Bu prinsipga muvofiq bir vaqtning o'zida zarrachalarning holatini va uning impulsi  $R = mu$  ni bir-biriga nisbatan aniqlash mumkin emas. Agar zarrachalarning turgan o'rni (koordinatalari)ni qanchalik aniq o'lchansa, shunchalik uning impulsi noaniq yoki aksincha, qanchalik impuls aniq bo'lsa, shunchalik ularning joylashgan o'rni noaniq bo'ladi. U holda noaniqlik nisbatlari quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\Delta X \cdot \Delta R_x \cdot m \geq h \text{ yoki } \Delta X \cdot Y_x \geq h/m$$

Bu yerda:  $\Delta X$  – zarrachalarning noaniqlik holatlari (ya'ni kuzatilayotgan vaqtdagi  $X$  o'qidagi joylashgan o'rni),  $\Delta P_x$  va  $\Delta Y_x$  –  $X$  o'qi bo'yicha zarrachalarning tezligi va impulslari noaniqlik miqdorlari.

Atomdagi elektronlarning holatini quyidagicha belgilash qabul qilingan:

**Bosh kvant soni**  $n$  butun sonlar, ya'ni  $n = 1, 2, 3, 4, \dots$  bilan orbital kvant soni  $l$  – esa butun sonlar  $l = 0, 1, 2, 3, 4, 5, \dots$  va harflar  $s, p, d, f, g, h, \dots$  bilan belgilanadi.<sup>17</sup>

Dastlabki to'rtta harf atomlarning spektr seriyalariga mos keladi, ikkita oxirgi  $g$  va  $h$  harf  $f$  dan keyin keladigan alfavitdan olingan. Demak,  $1s$  deganda,  $n=1$  va  $l=0$  ga teng bo'lgandagi elektronni,  $2p$  deganda  $n=2$ ,  $l=3$  ga teng bo'lgan holatdagi elektronlar tushuniladi. Atomdagi elektronlar soni esa harflarning darajasida ko'rsatiladi. Masalan:  $2s^2$  ("ikki ES ikki" deb o'qiladi) atomda  $n=2$  va  $l=0$  bo'lganda 2 ta elektron borligini ko'rsatadi (1.5-jadval).

To'liq funksiyalarini grafik tasvirlash uchun turli usullar mavjud. Bulardan biri elektronlar zichligini **radial taqsimlanish chizig'i usulidir**.

Demak, to'rttala kvant sonlari  $n, l, m_l, m_s$  atomdagi elektronning harakatini to'liq tavsiflaydi. Elektronning harakatini bulardan boshqa xil birlikda ifodalab bo'lmaydi. Zero, vodorod atomidagi elektronning energiyasi  $n$  miqdori bilan belgilanadi-yu, boshqa kvant sonlariga bog'liq bo'lmaydi. Bundan bir xil energiyaga ega bo'lgan elektronlar turli holatlarda bo'lishi mumkin, degan xulosa kelib chiqadi. Bunday

<sup>17</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 9 p.

holatlardagi elektronlar “tug‘ma” elektronlar deb ataladi. Elektronlarning bunday tug‘ma holatlari tashqi elektr yoki magnit maydoni ta’sirida yo‘qotilishi mumkin. Bosh kvant soni  $n$  bir xil qiymatga,  $l, m_l$  va  $m_s$  turli qiymatga ega bo‘lgan holatdagi elektronlarga tashqi maydon ta’siri turlicha bo‘ladi. Natijada bunday holatdagi elektronlarning energiyasi har xil qiymatga ega bo‘lib qoladi. Buni magnit yoki elektr maydonlari ta’sirida spektr chiziqlarining nurlanishi bilan tushuntirish mumkin (Shtark va Zeeman effektlari).

Vodorod atomi uchun yuqorida aytilgan fikrlarni xuddi shunga o‘xshash bitta elektronli sistemalar  $-H_e^+, Li^+$  va ionlar uchun ham qo‘llash mumkin. Bunday holda elektron energiyasi quyidagicha yozilishi mumkin:

$$E = - (1/2) (m_e e^4 z^2 / n^2 h^2)$$

1.5-jadval

Turli holatdagi elektronlarning kvant sonlari

n	1	2	3
l	0	0,1	0,1,2
m	0	-1,0,+1	-2,-1,0,+1,+2
$m_s$	-1/2,+1/2	(-1/2,+1/2)3	(-1/2,+1/2)5
Orbitallar belgisi	1s	2s,2p <sub>z</sub> ,2p <sub>x</sub> ,2p <sub>y</sub>	3s,3p <sub>z</sub> ,3p <sub>x</sub> ,3p <sub>y</sub> , d <sub>s<sup>2</sup></sub> ,d <sub>xz</sub>
l-ma’lum qiymatga ega bo‘lganda maksimal elektronlar soni	2	6	10
n-ma’lum qiymatga ega bo‘lganda maksimal elektronlar soni	2	8	18

### Ko‘p elektronli atomlar

Vodorod atomidan boshqa ko‘p elektronli atomlardagi har qaysi elektronning holatini ham to‘rt kvant son  $n, l, m$  va  $m_s$  bilan belgilash mumkin. Bu sonlar vodorod atomidagi kvant sonlar qiymatlariga teng deb qabul qilinadi.

Ko‘p elektronli atomlarda elektron faqatgina yadro maydonidagina emas, balki boshqa elektronlararo maydonlarda ham harakatlanadi,

ya'ni  $n$  bir xil qiymatga,  $l$  esa turli qiymatlarga ega bo'lganligi sababli elektronlarning energiyalari ham turli qiymatga ega bo'lib qoladi. Shuning uchun ko'p elektronli atomlarda elektron energiyasi ikki kvant soni  $n$  va  $l$  bilan belgilanadi. Bunday holatda elektronning energiyasi  $n$  va  $l$  ortib borishi bilan ko'payadi.

Atomdagi elektronlar soni ortib borishidagi energiyaning o'zgarishi  $l$  ortib borishidagi energiyaga qaraganda birmuncha sezilarli bo'ladi. Natriy atomidan chiqarib yuborilgan elektronning kvant sonlari  $n=3, l=0$  ( $3s$ ) ga teng bo'lgan qavatdagi va  $n=3, l=1$  ( $3p$ ) ga teng bo'lgan qavatdagi energiyalarning ayirmasi  $2,1$  eV ga teng. Bu miqdor, kvant sonlari  $n=3, l=0$  ( $3s$ ) va  $n=4, l=0$  ( $4s$ ) ga teng bo'lgan qavatlardagi energiyalar ayirmasi miqdori ( $3,1$  eV) ga yaqinlashadi. Elektronlar soni ortib borgan sari atomlarda  $l$  o'zgarishi bilan energiya sezilarli ravishda o'zgaradi. Bu atomlarning tuzilishini turlicha bo'lishi bilan tushuntiriladi. Umuman, ko'p elektronli atomlarda energetik qavatlarining o'zgarishini quyidagicha yozish mumkin:  $n, -s, (n-1)d$  va  $(n-2)f$  qavatlari energiyalari jihatidan birbiridan kam farq qilib,  $n, p -$  qavatlariga nisbatan kichkina qiymatga ega bo'ladi.

Shunday qilib, energiyaning ortib borishi quyidagi energetik qavatlar tartibida xarakterlanadi:

$$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s \approx 3d < 4p < 5s \approx 4d < 5p < 6s \approx 5d < 4f < 6p^{18}$$

Ko'p elektronli atomlarda elektronlarning holatlari Pauli prinsipi asosidagi kvant mexanik qonunga javob beradi. Ushbu prinsipga muvofiq atom va molekulyar sistemada to'rttala kvant sonlar bir-biriga teng bo'lgan ikkita elektron bo'la olmaydi. Pauli prinsipi atomda bosh kvant soni  $n$  ma'lum qiymatga ega bo'lgan elektronlar sonini cheklab qo'yadi.

Agar  $n=1$  bo'lsa, u holda  $l=0$  va  $m_l=0$  ga ega bo'ladi. Shuning uchun  $n=1$  ga teng bo'lganda elektronlar bir-birlaridan spin kvant sonlari bilan farq qiladi. Shunday qilib, atomda bosh kvant soni  $n=1$  bo'lgan ikki elektron bo'lishi mumkin.

<sup>18</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 16 p.

	n	l	m	$m_s$
1. Birinchi elektron	10	0		+1/2
2. Ikkinchi elektron	10	0		-1/2

Shunga o'xshash  $n=2$  bo'lgan holatda kvant sonlari bir-biriga o'xshash bo'lmagan 8 elektron borligini kuzatishimiz mumkin:

1.6-jadval

N	L	m	$m_s$	n	l	M	$m_s$
2	0	0	1/2	2	1	0	+1/2
2	0	0	1/2	2	1	0	-1/2
2	1	1	+1/2	2	1	+1	+1/1
2	1	1	-1/2	2	1	+1	-1/2

Xuddi shu usul bilan bosh kvant soni  $n=2$  ga teng bo'lganda elektronlarning maksimal soni ko'pi bilan 18 ga,  $n=4$  bo'lganda Z2 ga teng ekanligini hisoblab topish mumkin. Umuman, bosh kvant son n qiymatga ega bo'lsa elektronlarning eng ko'p soni  $2n^2$  ga teng bo'ladi. Bosh kvant son n ning qiymati elektronlarning yadrogacha bo'lgan o'rtacha masofasini belgilaydi, shu sababli bir xil qiymatga ega bo'lgan elektronlar yig'indisi elektron qavat deb ataladi (elektron qavatlarni belgilash yuqorida ko'rsatib o'tilgan edi).

n qavatda orbital kvant soni, l ning qiymatlari 0 dan (n-1) ga qadar bo'lishi mumkin. Yuqorida ko'rsatilganidek, har qaysi qavatdagi maksimal elektronlar soni  $2n^2$  ga teng bo'lgani uchun, ya'ni birinchi qavatda ko'pi bilan 2 ta, ikkinchi qavatda 8 ta va hokazo elektron bo'ladi. Shunga muvofiq har qaysi qavatlardagi elektronlarning eng ko'p soni esa  $2(2l+1)$  ga teng bo'ladi. Agar s qavatchada bir-biriga qarama-qarshi spinga ega bo'lgan 2 ta elektron bo'lishi mumkin bo'lsa, r qavatchada elektronlar soni oltita bo'ladi. U holda elektronlar spinlari qanday taqsimlanadi, degan savol tug'iladi. Masalan: azot atomining elektron konfiguratsiyasi  $1s^2 2s^2 2p^3$  formulaga ega (ya'ni birinchi qavatda 2 ta ikkinchi qavatda 5 ta) bo'ladi. Bu formulaga asosan elektronlarni ikki xil variantda joylashtirish mumkin<sup>19</sup>:

Har qaysi yacheykalar ma'lum orbitalga mos keladi, ya'ni har qaysi orbitalda bir-biriga qarama-qarshi spinga ega bo'lgan ikki elektron joydanishi mumkin. Birinchi sxemada r elektronlar turli  $m_s$

<sup>19</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 18 p.



qiymatga, ikkinchi sxemada esa ikkita p elektronda  $m_s$  qiymati bir xil. Shunga o'xshash ko'pgina elementlarda elektronlarning joylanish variantlari ko'p sonni tashkil qiladi, ya'ni d qavatchalarda yacheykalar soni 5 ga teng bo'lgani uchun, d qavatchada 10 ta, f qavatchalar soni 7 ga teng bo'lgani uchun f qavatchada 14 ta elektron joylashishi mumkin.

Kvant mexanikasi va spektral analiz natijalari shuni ko'rsatadiki, kam energetik holatga ega bo'lgan atomlarda kvant yacheykalarining elektronlar bilan to'lib borishi quyidagicha sodir bo'ladi: kvant yacheykalarga elektronlar taqsimlanishida birinchi navbatda ular magnit kvant  $m_s$  soni turli qiymatlarga ega bo'lgan elektronlar bilan to'ladi, keyinchalik elektronlar ko'payib borishi natijasida yacheykalarda spini qarama qarshi bo'lgan elektronlar joylashadi. Energetik yacheykalarining elektronlar bilan to'lishida ularning spin kvant sonlar yig'indisi eng yuqori qiymatga ega bo'lishiga intiladi. Bu **Gund qoidasi** deb ataladi. Yacheykalarining elektronlar bilan to'lib borishi elementlarning fizik va kimyoviy xossalari davriy o'zgarishini vujudga keltiradi.

### Vodorod atomi tuzilishini kvant-mexanik nazariya asosida tushuntirish

Vodorod atomi juda sodda tuzilgan bo'lib, uning yadro maydonida bittagna elektron harakatlanadi. Bunday holatda Shredinger tenglamasiga muvofiq potensial energiya U funksiyasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$U = -e^2 / r$$

Yuqoridagi tenglamaning yechimi murakkab matematik masala bo'lgani sababli uni bu yerda ko'rib chiqish imkoni yo'q. Shuning uchun tenglama yechimining asosiy xossalari va fizik ma'nolarinigina belgilab chiqamiz. Bunday masaladagi elektron harakatini markazi atom yadrosiga mos keladigan qutblangan sistema koordinatalarida kuzatish birmuncha qulaydir. Agar, to'g'ri burchakli sistema koordinatalarida zarrachalarning holati x,y va z bilan berilsa, qutblangan sistemada vektor radius r (markazdan olingan masofa),  $\theta$  burchagi (kenglik burchagi) bilan belgilanadi. Bundan qutblangan koordinatalar to'g'ri burchakli koordinatalar bilan quyidagi nisbatda bog'langan:

$$X = r \sin\theta \cos\varphi$$

$$y = r \sin\theta \sin\varphi$$

$$z = r \cos\theta$$

u holda  $\theta$  – funksiyasini faqatgina bitta funksiyasi o'zgaradigan uch funksiya ko'paytmasi deb olish mumkin:

$$\varphi = (r, \theta, \varphi) = R(r)\theta(\theta)F(\varphi)$$

$R(r)$  to'liq funksiyasining **radial qismi**, ko'paytma esa uning **burchak qismi** deb ataladi.<sup>20</sup>

Uchinchi darajali ifodaning hosil bo'lishi, butun qiymatga ega bo'lgan masalani yechishda uchta miqdor hosil bo'lishiga, ya'ni, uchta kvant soni hosil bo'lishiga olib keladi va  $n, l, m_e$  harflar bilan belgilanadi. Bu miqdorlar to'liq funksiyasi tashkil qilgan radial va burchaksimon miqdorlarni ifodalaydi. Umumiy ko'rinishda vodorod atomi uchun Shredinger tenglamasini yechish natijalari quyidagicha ifodalanadi: Kvant sonlar  $n, l$  va  $m_e$  esa quyidagi qiymatlarga ega bo'ladi:

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

$$l = 0, 1, 2, 3, 4, \dots (n-1)$$

$$m_e = 0, 1, 2, 3, 4, \dots (-l \text{ dan } +l \text{ gacha})$$

Ushbu kvant sonlar faqat vodorod atomidagi elektron harakatinigina emas, balki boshqa har qanday atomlardagi elektronlar harakatini ham ifodalaydi.

Keyinchalik Bor – Zommerfeldlarning elektron ma'lum bir orbita boylab harakatlanishi nazariyalari kvant-mexanik nazariya bilan almashtirildi.<sup>21</sup> Bu nazariyaga muvofiq elektron atom hajmining har qaysi nuqtasida bo'lishi mumkin-u, lekin uing yadro atrofidagi fazoning hamma joyida bo'lish ehtimolligi birdek bo'lmaydi. Demak, orbita elektron harakatlanadigan oddiy yo'l emas, balki u elektronning bo'lib turish ehtimolligi eng yuqori bo'lgan fazoviy o'ridir. Yadro atrofidagi fazoda elektronning boylab turish ehtimolligini aks etdiradigan manzaranni quyuq va siyrak sohalarga ega bo'lgan elektron bulut deb tasavvur qilsak, uning shakli orbital nomi maxsus funksiyalar bilan tasvirlana oladi. Endilikda orbital termini orbita termini orbita termini o'rnida ishlatiladi va atomda elektronning harakati o'ziga xos ma'lum to'liq funksiyabilan belgilanadi.

---

<sup>20</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 12 p.

<sup>21</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 13 p.

1.7-jadvalda vodorod atomidagi ba'zi elektronlar holatlarining to'liq funksiyalari keltirilgan. Ularning miqdori atom birligida berilgan.

1.7 jadval

Vodorod atomi elektronlarning to'liq funksiyalari

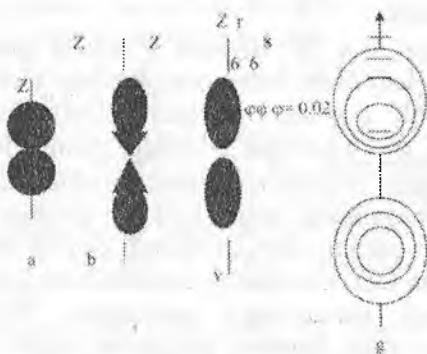
Orbitallar	Radial qismi	Burchak qismi
$1s$	$2e^{-r}$	$\frac{1}{2\sqrt{\pi}}$
$2s$	$-\frac{1}{2\sqrt{2}} * (2-r) * e^{-\frac{r}{2}}$	$\frac{1}{2\sqrt{\pi}}$
$2p_x$	$\frac{1}{2\sqrt{6}} * \kappa * y^{\frac{r}{2}}$	$\frac{3}{2\sqrt{\pi}} * \left(\frac{x}{r}\right)$
$2p_y$	$\frac{1}{2\sqrt{6}} * \kappa * y^{\frac{r}{2}}$	$\frac{\sqrt{3}}{2\pi} * \left(\frac{z}{r}\right)$
$2p_z$	$\frac{1}{2\sqrt{6}} * r * e^{-\frac{r}{2}}$	$\frac{\sqrt{3}}{2\sqrt{\pi}} * \left(\frac{y}{r}\right)$
$3d_{x^2-y^2}$	$\frac{4}{81 * \sqrt{30}} * r^2 * e^{-\frac{r}{3}}$	$\frac{\sqrt{15}}{4\sqrt{\pi}} * [(x^2 - y^2) / r^2]$
$3d_{x^2z}$	$\frac{4}{81 * \sqrt{30}} * r^2 * e^{-\frac{r}{3}}$	$\frac{\sqrt{30}}{2\sqrt{2\pi}} * \left(\frac{x * z}{r^2}\right)$
$3d_z^2$	$\frac{4}{81 * \sqrt{30}} * r^2 * e^{-\frac{r}{3}}$	$\frac{\sqrt{5}}{4\sqrt{\pi}} * [(3z^2 - r^2) / r^2]$
$3d_{yz}$	$\frac{4}{81 * \sqrt{30}} * r^2 * e^{-\frac{r}{3}}$	$\frac{\sqrt{30}}{2\sqrt{\pi}} * \left(\frac{yz}{r^2}\right)$
$3d_{xy}$	$\frac{4}{81 * \sqrt{30}} * r^2 * e^{-\frac{r}{3}}$	$\frac{\sqrt{15}}{4\sqrt{\pi}} * \left(\frac{yz}{r^2}\right)$

Bundan tashqari trigonometrik burchaklarning funksiyalari yozishni qisqartirish maqsadida  $r$  masofada va  $x, y, z$  koordinatalarda aniqlangan. Xuddi shunga o'xshash to'liq funksiyalari bilan bitta elektronli ionlarda ( $Ne^+, Li^{+2}$  va boshqalar) elektronlar harakatini ifodalash mumkin. Bunda bu ionlarning to'liq funksiyalarini  $Z^{3/2}$  ga ko'paytirib va  $r$  o'rniga  $z-r$  miqdorini qo'yish kifoya.

To‘lqin funksiyalarini grafik tasvirlash uchun turli usullar mavjud. Bulardan biri elektronlar zichligini radial taqsimlanish chizig‘i usuli bilan biz yuqorida tanishdik.

Elektron bulutlari shakli ma‘lum darajada to‘lqin funksiyalarining burchaklarini aniqlaydi<sup>22</sup>. Ularning shaklini tasvirlash uchun qutb diagrammalaridan foydalaniladi. Diagrammani tuzishda koordinata o‘qlarining boshlanish nuqtasidan ularning miqdorlariga mos bo‘lgan o‘lchamlar qo‘yib boriladi. So‘nggi o‘lcham bo‘lagi orbitalning shaklini ko‘rsatadi. Ko‘pgina hollarda qutblararo diagramma  $\theta(\theta)$ ,  $F(\varphi)$  qiymatlari orqali emas, balki ularning kvadratlari orqali belgilanadi, ularni yuqorida keltirilgan jadvaldagi formulalar bilan taqqoslash mumkin.

Bundan tashqari elektron bulutlarning shaklini ichida ko‘p qismni (m.95%ini) egallagan bulutlarni chegaralangan yuza orqali ham ko‘rsatish mumkin. Agar rasmda to‘lqin funksiyaning aniq miqdorini ko‘rsatish talab qilinsa, u holda  $\varphi$  yoki  $\varphi^2$  uchun nuqtalarni birlashtiruvchi kontur diagrammalardan foydalaniladi. 1.3-rasmda vodorod atomidagi  $2R_z$ -orbitalining turli tasvirlari ko‘rsatilgan.



1.3 rasm  $R_z$ -orbitalning tasviri

- a-  $\varphi$  ning qutblangan diagrammasi
- b-  $\varphi^2$  ning qutblangan diagrammasi
- v-  $\varphi^2$  ning chegaralangan yuzasi

<sup>22</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 19 p.

g-kontur diagramma

Shunga qaramay, ko'rsatilgan rasmlar turli shakllarga ega, ya'ni Rz- orbital o'ziga xos bir xil simmetrik shaklga ega. Orbital shakllari kimyoviy bog'lanish tasviri tabiatini tushuntirishda katta rol o'ynaydi. Keyinchalik shularga o'xshash orbital shakllaridan ko'p foydalanamiz.

## ATOMDAGI ELEKTRONLARNING KVANT SONLARI

Kvant sonlari faqatgina vodorod atomidagi elektrongina emas, balki har qanday elektronlar harakatining fazoviy yo'nalishini ham ifodalaydi. Kvant sonlari elementlarning xossalari va kimyoviy bog'lanish tabiatini o'rganishda katta rol o'ynaydi. Shu sababli ularning ma'nosini chuqur anglab olish, zarur bo'lganda ularni nazariy va amaliy maqsadlarda qo'llashni bilish talab etiladi.

Hozirgi vaqtda elektron holatini to'rtta kvant son bilan belgilash qabul qilingan bo'lib, bular bosh kvant soni "n", orbital kvant soni "l", magnit kvant soni "m<sub>l</sub>", spin kvant soni "m<sub>s</sub>" lardir.

Kvant sonlari n, l, m<sub>l</sub> va m<sub>s</sub> elektron bulutlarning geometrik shakllari bir-biridan farq qilishini hamda elektron harakatining fizik ma'nosini anglatadi.

Bosh kvant soni "n" qiymati 1 dan  $\infty$  gacha bo'lgan butun sonlarga teng bo'ladi. Bosh kvant son atomdagi elektron qavatini, yoki ma'lum energetik pog'ona yuzasini xarakterlaydi. **Kvant yuza chegarasi**<sup>23</sup> deb,  $\varphi = 0$  bo'lgan holatdagi geometrik nuqtaga aytiladi. Agar  $\varphi = 0$  bo'lsa,  $\varphi^2 = 0$  bo'ladi. Shuning uchun elektron bulutlarining zichligi kvant chegarasida nolga teng. Kvantlarga yadrodan cheksiz uzoqlikda yotgan yuzalar ham qo'shiladi, chunki bunday holatda ham har doim  $\varphi = 0$  bo'ladi. Qavatlarda elektron bulutlarining taqsimlanishi ma'lum umumiy qonuniyatga asoslangan. Mikrozarxalarning harakatini oddiy to'liqin harakati tenglamasi orqali ifodalash mumkin. Har qanday to'liqinda tebranish soni nolga teng bo'lgan nuqta bo'ladi. Agar tebranish jarayoni uch xil yo'nalishda sodir bo'lsa, ular birgalikda hosil qilgan nuqtalar qavat yuzasini tashkil qiladi. Atomlarda qavat yuzalari ikki xil ko'rinishda bo'ladi: 1) atom (yoki yadro) markazidan o'tadigan qavatning yuza sferasi yadro markaziga mos keladi; 2) atom (yadro) markazidan o'tmaydigan qavatning yuza sferasi esa tekis yoki

---

<sup>23</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 20 p.

konussimon shaklga ega bo'ladi. Qavatlarining sferik yuzaki bo'lishi to'liq funksiyaning radial qismini ko'rsatadi, ya'ni yadrodan ma'lum masofada  $\varphi = 0$  bo'ladi.

Orbital kvant soni "l" elektronning to'liq funksiyasi hosil qilgan qavat yuzalarining yadrodan o'tish sonini belgilaydi. Yuqorida qayd etilganidek qavat yuzalaridan bittasi har doim yadrodan cheksiz masofada joylashgan bo'ladi, ya'ni l ning qiymati 0 dan n-1 gacha o'zgaradi.

Shunday qilib "l" orbitallar (l-0) sferik (burchak to'liq fuksiyasi o'zgaras bo'lib, yadrodan o'tadigan qavat yuzalarga ega emas), r – orbitallar gantel, d- orbitallar to'rt parrakli shakllarga ega bo'ladi.

Yuqorida ko'rsatib o'tilganidek, kvant mexanikasi tushunchasiga asosan elektron atom yadrodan har qanday masofada bo'la olishi mumkin, lekin atomning turli nuqtalarida bo'la olish ehtimollari har xil bo'ladi. Elektron bulutlarning atomda taqsimlanishini bilgan holda yadrodan elektrongacha bo'lgan o'rtacha masofa –  $r^{o'rt}$  hisoblashimiz mumkin. Bu o'rtacha masofa  $r^{o'rt}$  orbital o'lchamini ifodalaydi. Shunga asoslanib,  $r^{o'rt}$  qiymati radial taqsimlanish funksiyasini integrallash yo'li bilan topiladi. r o'rta qiymati n va l miqdorlar orqali aniqlanadi. Vodorod atomidagi elektron va vodorodga o'xshash ionlar elektronlari uchun bu bog'lanish quyidagi nisbatda bo'ladi

$$r_{o'rt} = (d_o n^2 / E) \{ 1 + 1/z [ 1 - l(l+1)/n^2 ] \}$$

Bu yerda z – yadro zaryadi

$d_o$  – birinchi Bor orbitasining diametri.

Bu tenglamadan ko'rinib turibdiki,  $r_{o'rt}$  ning miqdori taxminan  $n^2$  ga proporsionaldir. Shuning uchun n miqdori orbital o'lchamini aniqlaydi, deb aytish mumkin. Vodorod atomidagi elektronning bo'la olish ehtimolining 1s,1p,3d,4f va h.k. holatlari Bor orbitallari radiuslariga mos keladi.

Vodorod atomidagi elektron energiyasi faqat n ning qiymatiga bog'liq bo'ladi. U holda Shredinger tenglamasining yechimi quyidagi nisbatni beradi<sup>24</sup>:

$$E = - (1/2)(m_e e^4 z^2 / n^2 h^2)$$

Bu tenglama Bor nazariyasiga mos keladi. Vodorod atomidagi elektronning asosiy xarakteristikasi – energiyasi "n" bilan belgilanganligi sababli uni bosh kvant soni deb yuritish qabul qilingan.

<sup>24</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 14 p.

Orbital kvant soni "l" elektron impulsining orbital momenti "M" ning miqdorini belgilaydi, ya'ni:

$$M = h \sqrt{l(l + 1)}$$

Bizga ma'lumki, impuls momenti vektor kattalikdir. Uning yo'nalishi me kvant soni bilan aniqlanadi va orbitallarning fazodagi joylanishini ifodalaydi. Vektor yo'nalishini uning ma'lum bir o'qqa nisbatan, masalan z o'qiga nisbatan proeksiyasi miqdori orqali topish mumkin. Impulsning orbital momenti proeksiyasini quyidagi nisbat bilan aniqlash mumkin:

$$M_z = h m_l$$

Bu kvant soni me magnit kvant soni deb ataladi. Chunki elektron orbitalning magnit momenti proeksiyasi shu songa bog'liq. Shredinger tenglamasi yechimida ko'rsatilgan n, l va m kvant sonlari vodorod atomidagi elektronning harakat traktoriyasini to'liq belgilab bera olmaydi. Atom spektrlarini kuzatish natijasida bu xarakteristikalardan tashqari to'rtinchi kvant sonini ham kiritish kerakligi ma'lum bo'lib qoldi. Chunki tajriba natijalariga asosan elektron to'rtinchi darajali ozodlikka ega, ya'ni oddiy so'z bilan aytganda u o'z o'qi atrofida aylanadi. Elektronlarning harakati "spin" bilan belgilanadi. Spin kvant soni elektron o'zining moment impulsiga ega ekanligini bildiradi. Bu tushuncha elektronning zaryadi va massasi kabi uning asosiy xossasi hisoblanadi. Tajriba natijalari elektron momentining proeksiyasi faqat ikkita qiymatga va teng ekanligini ko'rsatdi. Bu yerda musbat va manfiy ishoralari elektronning turli yo'nalishi bo'yicha aylanishini bildiradi. Ravshanki, spin kvant son  $m_s$  – faqat ikkita qiymatga va ega bo'ladi. Spin kvant sonlarini to'lqin funksiya orqali belgilash uchun unga ko'paytirgichlar kiritiladi.

Demak, to'rttala kvant sonlari  $n, m_l, m_s$  atomdagi elektronning harakatini to'liq tavsiflaydi. Elektronning harakatini bulardan boshqa xil birlikda ifodalab bo'lmaydi. Zero, vodorod atomidagi elektronning energiyasi n miqdori bilan belgilanadi-yu, boshqa kvant sonlariga bog'liq bo'lmaydi. Bundan bir xil energiyaga ega bo'lgan elektronlar turli holatlarda bo'lishi mumkin, degan xulosa kelib chiqadi. Bunday holatlardagi elektronlar "tug'ma" elektronlar deb ataladi. Elektronlarning bunday tug'ma holatlari tashqi elektr yoki magnit maydoni ta'sirida yo'qotilishi mumkin.

Bosh kvant soni  $n$  bir xil qiymatga,  $l, m_l$  va  $m_s$  turli qiymatga ega bo'lgan holatdagi elektronlarga tashqi maydon ta'siri turlicha bo'ladi. Natijada bunday holatdagi elektronlarning energiyasi har xil qiymatga ega bo'lib qoladi. Bumi magnit yoki elektr maydonlari ta'sirida spektr chiziqlarining nurlanishi bilan tushuntirish mumkin (Shtark va Zeeman effektlari).

Vodorod atomi uchun yuqorida aytilgan fikrlarni xuddi shunga o'xshash bitta elektronli sistemalar  $-H_c^+, L_i^+$  va ionlar uchun ham qo'llash mumkin. Bunday holda elektron energiyasi quyidagicha yozilishi mumkin:

$$E = -(1/2) (m_e e^4 z^2 / n^2 h^2)$$

### Atom spektrlarining hosil bo'lishi

Agar atomlarga tashqaridan hech qanday ta'sir bo'lmasa, u holda elektronlar eng kam energiyaga ega bo'lgan holatda bo'ladi. Bunday holatni atomning **normal holati** deb ataladi. Agar atomga tashqaridan biror bir turdagi energiya ta'sir etdirilsa (ya'ni atomlar bir birlari bilan to'qnashsa, kvant yorug'lik nuri yutdirilsa, issiqlik energiyasi berilsa, elektron yoki neytronlar bilan bombardimon qilinsa va hokazo) bir yoki bir necha elektronlar energiyasi yuqori bo'lgan qavatchalarga o'tadi. Atomning bunday holatini **qo'zg'algan holat** deb ataladi<sup>25</sup>. Atomlar qo'zg'olgan holatida juda qisqa vaqt ( $10^{-5}$  -  $10^{-8}$  sek) davomida mavjud bo'la oladi. So'ngra elektronlar energiyasi kam bo'lgan qavatchalarni egallaydi. Natijada elektronlar bir yacheykadan ikkinchi yacheykaga o'tishi bosqich bilan sodir bo'ladi. Energiyasi katta bo'lgan qavatdan energiyasi kichik bo'lgan qavatga elektron o'tishi natijasida atom o'zidan kvant nur chiqaradi. Bu nur Plank tenglamasiga muvofiq quyidagicha aniqlanadi:

$$E_2 - E_1 = h$$

Ushbu tenglama nurning spektr chiziqlari chastotasini ifodalaydi. Shunday qilib, har qaysi spektr chiziqlarining hosil bo'lishi elektronning bir energetik qavatmadan ikkinchi energetik qavatchaga o'tishiga mos keladi. Binobarin, elektronlarning katta qavatmadan kichik qavatchaga o'tishi natijasida atomlarning normal holatga aylanishi elementning spektrlari bilan xarakterlanadi.

<sup>25</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 18 p.



Elektronlarning ichki qavatlaridan tashqi qavatlariga o'tishi natijasida ko'rinadigan nurning to'liq uzunligidan kichik to'liq uzunlikka ega bo'lgan rentgen nurlari hosil bo'ladi. Bu ichki qavatlardagi elektronlarning yadro bilan mustahkam bog'langanligidan darak beradi. Keltirilgan tenglamaga muvofiq elektronlarning ko'chib o'tishi yuqori chastotali va kichik to'liq uzunligiga ega bo'lgan nurlanish hosil qiladi. Rentgen spektrlari kam chiziqlardan iborat. Ularning chastotalari elektronlar bir elementdan boshqa elementga o'tishi natijasida yadro zaryadlarining ortishi ma'lum qonuniyat asosida o'zgaradi.

Atomlarda tashqi elektronlarning ko'chishida energiya kam o'zgaradi va bu ko'zga ko'rinadigan ultrabinafsha spektrlar hosil bo'lishiga olib keladi.

Spektr chiziqlarini o'rganish elementlar atomlarining elektron tuzilishini, ya'ni kvant sonlar qiymatini va atomdagi elektronlar energiyasini aniqlashga imkon beradi (odatda atomlarning elektron tuzilishi deganda ularning oddiy holati tushuniladi).

Atomlarning elektron tuzilishini spektr chiziqlari orqali aniqlash birmuncha murakkab ish. Shuning uchun spektr chiziqlari ma'lum seriyalarga bo'linadi va kvant mexanikasi qoidasiga muvofiq, elektronlar ko'chib o'tishida hosil bo'lgan spektr chiziqlar kuzatiladi. Tinimsiz izlanishlar natijasida hozirgi vaqtda ko'pgina elementlarni elektron tuzilishlari aniqlangan. Elementlarning atomlari spektrlarini ma'lum bir sistemaga solishda D.I.Mendeleev davriy qonuni katta rol oynadi<sup>26</sup>.

Turli qavatlardagi chiziqlarning bir-birlari bilan tutashib ketganligi elektronlarning ko'chib o'tishini bildiradi. Hozirgi vaqtda atomlarning spektr chiziqlari asosida diagrammalar chizish qabul qilingan.

Ko'p elektronli atomlarda energetik qavatlarini va elektronlarning taqsimlanishini, xuddi vodorod atomidagiga o'xshash, nazariy kvant mexanikasi usuli bilan hisoblab chiqish mumkin. Bunda matematik jihatdan g'oyat katta qiyinchiliklarga duch kelinadi. Bunday hisoblashlarni ko'p zarrachalar uchun taklif qilingan Shredinger tenglamasi asosida echish mumkin bo'ladi:

$$\sum [(d^2 \varphi / dx^2 + d^2 \varphi / dy^2 + d^2 \varphi / dz^2) + 8 \pi^2 m / h^2]$$

---

<sup>26</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 20 p.

$$(e^2 z / r - U)\varphi] + 8 \pi^2 m / h^2 E_\varphi = 0$$

Bu yig'indi atomdagi hamma elektronlarga taalluqli (- k- elektronlardan yadrogacha bo'lgan masofa) dir.

Uk – elektronlarning bir-birlari bilan itarilish energiyalarini ifodalaydi. Uning qiymati  $k = 1$  dan  $k = N$  gacha teng bo'lgandagi  $e^2 / r$  yig'indiga teng bo'ladi. Shunday qilib, eng oddiy ko'p elektronli geliy atomi uchun ikkilamchi ko'paytma yig'indisi oltita energetik koeffitsientga ega bo'ladi. Hozirgacha bunday masalani yechishning aniq usuli taklif qilinmaganligi sababli taxminiy yechim usullaridan foydalaniladi. Bu tenglamani yechish juda katta mehnat talab qilganligi tufayli buning uchun hozirgi vaqtda elektron hisoblash mashinalariga murojaat qilinmoqda.

### **Ionlanish energiyasi va elektronra moyillik**

Kimyoviy jarayonlarda atomdagi elektronlarning orbitallarda qay darajada mustahkam joylashganligi katta rol o'ynaydi. Buning uchun, atomlarning ionlanish energiyasi tushunchasidan foydalaniladi. Normal holatda turgan atomlarda bitta elektronning ajralib chiqishi uchun sarf qilingan energiya miqdori ionlanish energiyasi deb ataladi. Bu tushuncha molekullarga ham taalluqlidir. Ionlanish energiyasi miqdorini aniqlashda ham atomdagi elektronlarning energetik qavatlarini aniqlashdagi kabi spektral ma'lumotlardan foydalaniladi. Qisqa to'liqlik spektrlar seriyasi asosiy holatdagi atomlardan elektronlar chiqib ketganda ajralib chiqqan energiyaga mos keladi, ya'ni atomdan elektronni chiqarib yuborish uchun shuncha energiya sarflash kerak bo'ladi. Shunday qilib, ionlanish energiyasini qisqa to'liqlik spektrlar chastotasidan Plank tenglamasi yordamida hisoblab topish mumkin. Bu energiya eng kichik energetik qavatni ifodalaydi. Ionlanish energiyasini boshqa usullar bilan ham, chunonchi, fotoionlanish va elektronlar bilan turtish usullari orqali aniqlash mumkin. Ionlanish energiyasi elektron voltlarda (eV) belgilanadi, bu energiya ko'pincha **ionlanish potentsiali** deb ham yuritiladi.

Vodorod atomining ionlanish energiyasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$I = 1/2 (m_e e^2 / h^2)$$

Ushbu formuladagi qiymatlarni o'rniga qo'yib hisoblash natijasida  $I = 13,60$  eV ega bo'lamiz. Ko'p elektronli atomlarda ionlanish energiyasi ham bir necha  $I^1, I^2, I^3 \dots$  qiymatlarga ega bo'ladi. Bu

energiyalar birinchi, ikkinchi, uchinchi va hokazo elektronlarning uzilish energiyasiga mos keladi. Hamma hollarda har doim  $I_1 < I_2 < I_3 < \dots$  bo'ladi. Chunki uzilib chiqayotgan elektronlar soni qancha ko'p bo'lsa, ionning musbat zaryadi ham shuncha ortadi, bu esa o'z navbatida shuncha elektronni o'ziga tortadi. Quyidagi jadvalda bazi atomlarning ionlanish energiyalari kiymati keltirilgan.

1.8-jadval

Bazi atomlarning ionlanish energiyalari.

Atom	Elektronlar				
	1	2	3	4	5
H	13,595				
He	24,581	54,403			
Li	5,390	75,619	122,419		
Be	9,320	18,206	153,850	217,657	
B	8,296	25,149	37,920	259,298	340,127
C	11,256	24,276	47,871	64,48	392,00
N	14,53	25,593	47,426	77,450	97,863
O	13,614	35,146	54,934	77,394	113,873
F	17,418	34,98	62,646	87,23	114,214
Ne	21,559	41,07	63,5	97,16	126,4
Na	5,138	47,29	71,65	98,88	138,60
Mg	7,644	15,031	80,12	109,29	141,23
Al	5,984	18,823	28,44	119,96	153,77
Si	8,149	16,34	33,46	45,13	166,73
P	10,484	19,72	30,156	51,354	65,007
S	10,357	23,4	35,0	47,29	72,5
Cl	13,01	23,80	39,90	53,5	67,80
K	4,339	31,81	46,0	60,90	82,6
Ca	6,111	11,868	51,21	67	84,39

Bu jadvaldan ishqoriy metallar eng kam ionlanish energiyasiga ega bo'ladi. Birinchi ionlanish potensialining qiymati elementda  $I_1$  dan  $I_2$  ga o'tganda tez o'zgaradi. Masalan, bor atomidagi 1,2,3 elektronlarga nisbatan 4 va 5 elektronlarni uzish uchun o'n barobar ko'p energiya sarf qilinadi. Bu hol elektronlarni qavatlarga bo'lishga imkon yaratdi.

$1s$  va  $2s$  elektronlarning yadro bilan bog'lanish energiyasini ortgan sari ko'payishi-ion radiusining kamayishi va zaryadining ortishi bilan tushuntiriladi. Umuman olganda har qanday atomning ionlanish

darajasini hosil qilish mumkin. Lekin ximiklarni faqat birinchi ionlanish energiyasi qiziqtiradi, chunki  $1 \text{ eV} = 9,664 \cdot 10^4 \text{ J/mol}$ ga ekvivalentdir. Shuning uchun kimyoviy jarayonlarning energetik effektlari birinchi ionlanish energiyalari bilan o'lanadi. Haqiqatan ham, energiya yutilish va ajralishi bilan boradigan kimyoviy jarayonlarda 1 mol moddaga o'nlab, yuzlab Joul energiya sarf bo'lgan yoki ajralib chiqqan bo'lur edi. Masalan, fluor atomidan yettita elektronni chiqarib yuborish uchun  $6,276 \cdot 10^4 \text{ J/m}$  energiya kerak bo'lgan bo'lur edi. Ravshanki, ionlanish energiyasi atomlarni xarakterlashda katta ahamiyatga ega. Uning qanchalik ahamiyatga ega ekanligini quyidagi misolda yaqqol tasdiqlash mumkin<sup>27</sup>.

1962-yili Bartlett  $\text{O}_2 \text{ Rt F}_6$  tartibli birikma sintez qildi. Nazariy tafsilotlar shuni ko'rsatadiki, bu birikma  $\text{O}_2^+$  va  $[\text{Pt F}_6]^-$  ionlardan tashkil topgan. Shundan so'ng Bartlett  $\text{O}_2$  va Xe molekulalarining ionlanish energiyalari miqdori jihatidan bir-biriga yaqinligiga (12,2 eV, 12,3 eV) e'tibor berdi va ksenon bilan xuddi shunday birikma olish mumkinligiga ishonch hosil qildi.

Haqiqatan ham u Xe bilan  $[\text{Pt F}_6]^-$  larni bir-biriga ta'sir ettirib, Xe Rt  $\text{F}_6$  birikmasini sintez qildi.

Bu izlanish kimyo fanida inert gazlar birikmalarini olishda katta ahamiyatga ega bo'ldi. Atomda elektronlarni yadro o'z maydonida ushlab turadi. Bu maydon atomga yaqinlashgan boshqa erkin elektronlarni ham tortishi mumkin. Lekin bu erkin elektron atomdagi elektronlarning itarilish kuchiga duch keladi. Nazariy va tajriba natijalari ko'pgina atomlarda qo'shimcha elektronlarning yadroga tortilish energiyasi atomdagi elektronlarning itarilish energiyasidan katta bo'lishini ko'rsatadi. Bunday atomlar o'zlariga tashqaridan bir elektron biriktirib olib, barqaror manfiy zaryadli ion hosil qiladi. Ajralib chiqqan energiya atomning elektronga moyilligi bilan aniqlanadi. Elektronga moyillik ham ionlanish energiyasi kabi elektron voltlarda o'lanadi.

Kvant-mexanik hisoblashlar ikki va undan ortiq elektronlarning atomga birikishi natijasida hosil bo'lgan itarilish energiyasi har doim tortilish energiyasidan katta ekanligini ko'rsatdi. Shu sababli atomning

---

<sup>27</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 23 p.

elektronga moyilligi ikki va undan ortiq elektronlar uchun manfiy qiymatga ega bo'ladi. Shuning uchun bir atomli ko'p zaryadli manfiy ionlar ( $O^{-2}$ ,  $S^{-2}$ ,  $N^{-3}$  va hokazo) erkin holatda mavjud bo'la olmaydi, ya'ni bunday ionlar molekulada ham, kristallarda ham mavjud emas. Ba'zi modda molekulalaridagi  $Sa^{2+}$ ,  $S^{2-}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $O^{2-}$  va hokazo ionlarni faqatgina shartli ravishda mavjud deb qarash mumkin. Elektronlarga moyillik hamma atomlar uchun ham ma'lum deb bo'lmaydi. Quyidagi jadvalda ba'zi atomlarning elektronga moyilligi qiymatlari keltirilgan:

1.9-jadval

Ba'zi element atomlarining elektronga moyilligi

Atom	E, eV	Atom	E, eV	Atom	E, eV	Atom	E, eV
H	0,754	O	1,27	Na	0,34	S	2,08
He	-0,22	N	0,21	Mg	-0,22	Cl	3,61
Li	0,59	C	1,47	Al	0,5	B	3,37
Be	0,38	F	3,45	Si	1,84	I	3,08
B	0,30	Ne	0,22	P	0,8	Se	2,02

Ushbu jadvaldan elektronga moyillik energiyasi galogenlarda eng yuqori qiymatga egaligi, ftordan yodga qarab elektronga moyillik oldin bir necha marta ortishi va keyin esa kamaya borishini ko'rinib turibdi.

### Mavzularning qisqacha mazmuni

Atomlar moddalarning asosiy struktura birligi bo'lib, ko'zga ko'rinmas mayda zarrachalar sifatida mavjud bo'ladilar va sharoit yaratilganda o'zga elementlar bilan birika oladilar. Atomlar **yadrodan** tashkil topadilar, bular o'z navbatida **proton** va **neytronlardan** hamda ular atrofida harakatlanuvchi elektronlarni o'z ichiga oladilar. Elementlarni ularning **atom nomeri** (yadrodagi protonlar soni) bilan klassifikasiyalash mumkin. **Atomning massa soni** uning yadrosidagi protonlar va neytronlar soni yig'indisidan tashkil topadi.

Atomlar bir-birlari bilan birikib molekulani hosil qiladilar. Bundan tashqari atomlar o'zlaridan elektron uzatib yoki ularni birliktirib olib ionlar deb ataluvchi zaryadlangan zarralarga aylana oladilar.

### Qaytarish uchun savollar

1. Kimyo fani rivojlanishiga hissa qo'shgan olimlar to'g'risida qanday ma'lumotlarni bilasiz?
2. Kimyo fanini o'rganishda qanday tushunchalar va o'lchov birliklari qo'llaniladi?
3. Noorganik birikmalar qanday sinflarga bo'linadi va nomenclaturasi haqida nimalarni bilasiz?
4. Qanday stexnometrik qonunlarni bilasiz?
5. Ekvivalentlar qonunini qanday tatbiq qilish mumkin?
6. Avagadro qonuni va undan qanday xulosalar kelib chiqadi?
7. Atom qanday tuzilgan?
8. Kvant nazariyasi nima?
9. Atomlarda xarakterlanayotgan elektronlarning energiyasini o'zgarishini qanday tushuntirish mumkin?
10. Atomlarda elektronlarning taqsimlanishini qaysi qoidalar bilan tushuntirish mumkin?



elementlar guruhlari aniqlana bordi. Elementlar va ularning birikmalari haqida to'plangan ma'lumotlar kimyogarlar oldiga barcha elementlarni sinflarga ajratish vazifasini qo'ydi. A.Lavuvze (1789-y), Bersellius (1812-y), Debereyner (1817-y), Gmelin (1843-y), Pettenkofer (1850-y), Dyuma (1850-y), Pettenkofer (1850-y), Dyuma (1850-y), De Shankurtua (1862-y), Nyulends (1863-y), Meyer (1869-y) va boshqa olimlar elementlarni sinflarga ajratishga urinib ko'rdilar. Ammo hech kim kimyoviy elementlar orasida mavjud bo'lgan o'zaro uzviy bog'lanish borligini aniq ko'rsata olmadi.

D.I.Mendeleyev o'zining ko'p yillik chuqur ilmiy izlanishlari-da elementlarning birikmalar hosil qilish xususiyatini, valentliklarini, birikmalarining shakli hamda xossalarini o'rgandi va ular orasidagi davriylikni kashf etdi. Tajriba natijalariga asoslanib, davriy qonunni yaratdi va uni quyidagicha ta'rifladi: **"Elementlarning xossalari, birikmalarining shakli va xossalari atom massalariga davriy ravishda bog'liqdir"**. Bu qonun o'sha davrda ma'lum bo'lgan barcha elementlarning atom massalari ortib borishi bilan ularning xossalari 7 ta, 17 ta va 31 ta elementdan keyin qaytarilishini izohlab berdi. Demak, elementlar va ular birikmalarining xossalari ma'lum qonuniyat asosida davriy o'zgaradi. Shunga asoslanib, elementlarni ma'lum tartibda joylashtirib, elementlar davriy sistemasini yaratdi.<sup>28</sup>

Atom tuzilishining mukammal o'rganilishi natijasida davriy qonunning mohiyati yaqqol namoyon bo'ldi, elementlarning xossalari davriy ravishda o'zgarishini talqin qilishga, ularning davriy sistemada joylanishi bilan kimyoviy xossalari orasida ma'lum bog'lanish borligini aniqlashga imkoniyat yaratildi. Davriy sistemada bir elementdan ikkinchi elementga o'tilgan sari atom yadrosining musbat zaryadi va elektron soni ortib boradi. Bu o'z navbatida kimyoviy elementlarning xossalarining o'zgarishiga olib keladi. Demak, elementning tartib nomeri shunchaki bir raqam bo'lmasdan, balki uning atom yadromining musbat zardini va elektronlar sonini bildiradi. Shunga ko'ra hozirgi vaqtda davriy qonun quyidagicha ta'riflanadi: **"Elementlarning xossalari, birikmalarining shakli va xossalari ularning atom yadrolari zaryadiga davriy ravishda bog'liqdir"**.

---

<sup>28</sup> D. Shriver, M. Weiler, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 20 p.



1913-yili ingliz olimi Mozli rentgen spektrlarini urganib, elementning tartib nomeri osha borganida (davriy jadvalga muvofiq) xar bir seriyaning chiziqlari qonuniyat asosida to'liq uzunligi kamayish tomoniga surilishini topdi. Quyidagi rasmda mishyakdan stronsiyagacha bo'lgan elementlarda K seriyaning  $\alpha$  va  $\beta$  – chiziqlarini surilishi ko'rsatilgan.

$\beta$   $\alpha$

As33				
Se34				
Br35				
Rb37				
Sr38				

Tartib soni bilan joylanishiga qarab elementlarning rentgen spektrlaridagi K- seriyasi chiziqlarining surilishi.

Rasmdan ko'rinadiki, birinchi uch element uchun surilish deyarli bir xildir. Brom ( N 35 ) dan rubidiy ( N 37 ) ga o'tilganda, bir element koldirib ketilganligi uchun surilish ikki barobar kattaligi kurinadi.

Rentgen nurlari to'liq uzunligi bilan tegishlicha elementlar tartib nomeri orasidagi nisbat Mozli konuni nomi bilan ma'lum va u quyidagicha ta'riflanadi: To'liq uzunligining teskari qiymatining kvadrat ildizi kattaligi elementlar tartib nomeriga chiziqli ravishda bog'lik bo'ladi.

Mozlining ushbu qonuniga asoslanib elementlarni oilalarga bo'lish imkoniyati paydo bo'ldi.

### Davriy sistemaning tuzilishi

Elementlar xossalarining davriy ravishda o'zgarishiga asoslanib elementlar sistemasi bir necha davrga bo'lindi. 1,2 va 3-davrlar faqat bir qatordan tuzilganligi uchun **kichik**, 4,5,6-davrlarni **katta**, 7-davrnı esa **tugallanmagan davr** deb atadi. Birinchi davrda 2 ta, ikkinchi va uchinchi davrlarda 8 tadan elementlar joylashgan. To'rtinchi va beshinchi davrlarga 18 tadan,oltinchi davrga Z2 ta element joylashgan, yettinchi davr esa hali tugallamagandir. Har qaysi davr (birinchi

davrdan boshqa) tipik metallardan (Li, Na, K, Rb, Cs,Fr) boshlanib, asl gazlar (Ne, Ar,Kr,Xe,Rn) bilan tugallanadi.<sup>29</sup>

Litiydan ftorga va natriydan xlorga qarab elementlarning metallik xossalari kamayib, metallmaslik xossalari esa ortib boradi. ACl gazlar esa davrlardagi tipik metallmaslar bilan tipik metallarni ajratuvchi chegaradir. Birinchi davrda faqat bitta vodoridni geliy keyingi davrdagi tipik elementlardan ajratib turadi. Demak, vodorod ham metall, ham metallmaslik xossalarga ega.

Katta davrlarda elementlarning xossalari kichik davrlardagiga qaraganda sust o'zgaradi. Shu sababli katta davrlar juft va toq qatorlarga bo'lingan, chunki katta davrlarda elementlarning xossalari qo'shaloq davriy o'zgaradi. Katta davrlarning juft qator elementlari faqat metallar bo'lib ularda metallik xossalari chapdan o'ngga o'tgan sayin sustlashadi, lekin toq qatorlarda esa, metallik xossalar yanada zaiflashib, metallmaslik xossalari ortib boradi. Ikki qatorli to'rtinchi va beshinchi davrlarda ikkinchi va uchinchi davrlardan farq qilib, oraliq o'nlik elementlarni o'z ichiga oladi, ya'ni to'rtinchi davrdagi ikkinchi element Sa dan keyin 10 ta element (Sc-Zn dekadasi) joylashgan bo'lib, keyin davrning 6 ta elementi (Ga – Kr) joylashgan. Beshinchi davr elementlari ham shu xilda joylashgan. Oltinchi davrdagi ikkinchi elementdan (Va) keyin oraliq dekada elementlari (La-Hg) joylashishi kerak edi. Lekin La elementi katagiga 14 element Ge-Lu, so'ngra qolgan asosiy olti element (Tl-Rn) joylashgan. Bu holni tugallanmagan yettinchi davr elementlarida ham ko'ramiz. Chunonchi, yettinchi davrdagi Ra elementidan keyin oraliq elementlarni As boshlab beradi, u turgan katakka yana 14 element joylashtirilgan. Bunga sabab, bu elementlarning xossalari zaryadlari ortib borishi bilan juda sust o'zgarishidir. Elementlarning davrlar boyicha bunday taqsimlanishi natijasida vertikal yo'nalishda bir-biriga o'xshash elementlar oilasi vujudga keldi. Bu elementlar oilasi guruhcha deb ataladi. Har qaysi guruh ikki guruhga bo'linadi. Tipik elementlardan tashkil topgan elementlarni asosiy guruhcha deb ataladi. Katta davrlarda joylashgan oraliq dekada elementlarini esa qo'shimcha guruhcha deb ataladi.

---

<sup>29</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 279 p.

(a)	1	2	13	14	15	16	17	18
2	Li 152	Be 113	B 85	C 77	N 96	O 79	F 74	Ne
3	Na 154	Mg 160	Al 143	Si 117	P 115	S 104	Cl 99	Ar
4	K 227	Ca 197	Ga 122	Ge 123	As 125	Se 117	Br 114	Kr
5	Rb 248	Sr 215	In 163	Sn 141	Sb 141	Te 143	I 163	Xe
6	Cs 285	Ba 217	Tl 170	Pb 175	Bi 185	Po 187	At	Rn

(b)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	Sc 161	Ti 146	V 238	Cr 125	Mn 137	Fe 124	Co 125	Ni 125	Cu 128	Zn 193
3	Y 178	Zr 189	Nb 143	Mo 128	Tc 135	Ru 139	Rh 194	Pd 138	Ag 144	Cd 149
4	La 187	Hf 156	Ta 143	W 157	Re 137	Os 134	Ir 138	Pt 132	Au 144	Hg 150

2.2 rasm. Elementlar atom radiuslarining davriy o'zgarishi

Asosiy guruhcha elementlari kimyoviy xossalari jihatidan qo'shimcha guruhcha elementlaridan farq qiladi. Bu farq guruhdan guruhga o'tgan sari o'zgarib turadi, ya'ni birinchi guruhda asosiy guruhcha bilan qo'shimcha guruhcha elementlari xossalarning farqi ancha sezilarlidir. Guruh nomeri ortib borishi bilan bu farq kamayadi. Lekin yettinchi guruhga borib farq juda kattalashadi. Masalan: birinchi guruhning qo'shimcha guruhcha elementlari Cu, Ag, Au passiv elementlar bo'lib, aktiv bo'lgan litiy guruhchasi elementlaridan kimyoviy xossalari jihatidan keskin farq qiladi, uchinchi guruhda esa, ya'ni asosiy guruhcha bo'lgan bor guruhchasi (V, Al, Ga, In, Tl) bilan qo'shimcha guruhcha bo'lgan skandiy guruhchasi bilan galogenlarning kimyoviy xossalari orasida keskin farq bor. **Lantanoidlar va aktinoidlar** o'z xossalari bilan bir-birlariga yaqin bo'lganligi uchun ular ikkilamchi qo'shimcha guruhga joylashtirilgan.

Har qaysi guruh nomeri o'sha guruhga kiruvchi elementlarning kislorodga nisbatan eng yuqori valentligini ko'rsatadi. Lekin mis

guruhchasida, VII va VIII guruh elementlarida bu qoidadan chetga chiqish kuzatiladi. Masalan, mis bir va ikki valentlik, oltin 3 valentlik VIII guruhning qo'shimcha guruhcha elementlaridan faqat osmiy va iridiy 8 valentlik namoyon qiladi, VII guruhda faqat fluor bir valentlik namoyon qiladi. Boshqa galogenlarning kislorodga nisbatan yuqori valentligi ettiga teng bo'ladi. Vodородga nisbatan valentlikni asosiy guruhcha elementlari namoyon qilib, bu valentlik guruh nomeriga teng bo'ladi. Elementlarning vodorodga nisbatan valentligi I guruhdan IV guruhgacha ortib boradi, IV. guruhdan VP ga qadar kamayib boradi, ularning kislorodga nisbatan valentligi esa ortib boradi. Har qaysi guruhda metallmaslarning kislorodga nisbatan valentligi bilan vodorodga nisbatan valent yig'indisi 8 ga teng bo'ladi. Har qaysi guruhda atom massa ortib borishi bilan elementlarning metallik xossalari kuchayib boradi. Bu o'zgarish asosiy guruhcha elementlarida yaqqol, qo'shimcha guruhcha elementlarida esa juda sust kuzatiladi.

Demak, elementlarning xossalari – nisbiy atom massasi, valentliklari, kislorodli birikmalari va gidroksidlarining asos, amfoter yoki kislotali xossaga ega bo'lishi va hokazolar davriy sistemada davr ichida ham, guruh ichida ham ma'lum qonuniyat asosida o'zgaradi. Bundan tashqari davriy sistemada elementlar xossalarining o'xshashligini uch yo'nalishda kuzatish mumkin:

1. Gorizontaal yo'nalishda: elementlar xossalarining davr bo'yicha o'zgarishida o'xshashlik kuzatiladi. Masalan, alyuminiy metali chap tarafda joylashgan magniy metaliga asosli xossalari bilan o'xshash bo'lsa, o'ng tarafda turgan kremniyga esa kislotali xossa namoyon qilishi bilan o'xshab ketadi.

2. Vertikal yo'nalishda: davriy sistemaning vertikal ravishda joylashgan elementlari guruh bo'yicha bir-biriga o'xshaydi.

3. Diagonal yo'nalishda: davriy sistemada diagonal boyicha joylashgan elementlar o'zaro o'xshashlik namoyon qiladi.

Masalan: alyuminiy davriy sistemada diagonal boyicha berilliy va germaniyga, kremniy esa bor va mishyakka xossalari bilan o'xshashdir va hokazo.

Shularga asoslanib davriy sistemadagi elementlarning fizik va kimyoviy xossalarini bilgan holda noma'lum element xossalarini

oldindan aytib borish mumkin. Hozirgi vaqtda ikki usul – D.I.Mendeleyev va solishtirib hisoblash usullari bilan aniqlanishi mumkin.

Mendeleyev usulida elementlarning xossalari uning atrofida joylashgan elementlarning fizik va kimyoviy xossalari arifmetik yig'indisidan olingan o'rtacha miqdor bilan aniqlanadi. Masalan, galliy, kremniy, mishyak va qalay nisbiy atom massalarining yig'indisi 4 ga bo'linsa, germaniyaning nisbiy atom massasi kelib chiqadi. Ya'ni: (bu son germaniyaning nisbiy atom massasi 75,6 ga yaqin keladi).<sup>30</sup>

Yoki selenning chap va o'ng tarafida turgan mishyak va brom Ashz va HBr tarkibli vodorodli birikmalarni hosil qiladi, tepasida va pastida joylashgan oltingugurt va tellur elementlarning  $H_2S, H_2Te$  vodorodli birikmalarining xossalarini, ya'ni suyuqlanish va qaynash temperaturalari, suvda eruvchanligi, qattiq va suyuq holatdagi zichliklari miqdorining o'rtacha arifmetik yig'indisini to'rtga bo'lib, selenning vodorodli birikmasi  $H_2Se$  ning yuqorida keltirilgan xossalarini aniqlash mumkin. Bu usul hozirgi paytda xossalari noma'lum bo'lgan moddalarni aniqlashda keng qo'llaniladi.

Solishtirib hisoblash usulini M.X.Karapetyans taklif qilgan bo'lib, bir-biriga qo'shni elementlarning turli xil birikmalarining fizik va kimyoviy konstantalarini taqqoslash orqali konstantasi noma'lum moddani aniqlash mumkin. To'rtinchi guruh elementlari S, Si, Pb ning oltingugurt bilan hosil qilgan  $CS_2, SiS_2$  va  $PbS_2$  birikmalarida, kislorod bilan hosil qilgan  $CO_2, SiO_2, GeO_2, SnO_2$  va  $PbO_2$  birikmalarida element bilan oltingugurt va element bilan kislorod atomlari orasidagi masofalar tortib nomerlari o'zgarishiga bog'liq holda bir-biridan farq qilishini ko'rish mumkin.

Atomlararo, ya'ni E-S va E – O masofalar qiymatlarining bog'liqligini ma'lum tartibda solishtirib, Ge-S va Sn – S atomlari orasidagi masofani aniqlashimiz mumkin.

Har qaysi element o'zining ma'lum bir xossasi bilan bir-biridan qisman bo'lsa-da farq qiladi. Bu farqlar anorganik kimyoning to'liq kursini o'rganish davomida ko'rsatib o'tiladi.

---

<sup>30</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 274 p.

## Atom tuzilishi va elementlarning davriy sistemasi

Element atomlarining elektron tuzilishi bilan ularning davriy sistemadagi o'rnini orasidagi bog'liqlikni ko'rib chiqamiz.

**Elektronlarning energetik pog'ona va orbitalar boylab joylanishini elementning elektron konfiguratsiyasi** deb ataladi. Atomda elektronlarni pog'onachalarga taqsimlashda quyidagi uch qoida nazarda tutiladi.<sup>31</sup>

1. Har qaysi elektron minimal energiyaga muvofiq keladigan holatni olishga intiladi (energetik afzallik qoidasi). Buni Klechkovskiy taklif qilgan quyidagi ikki qoida asosida tushuntirish mumkin.

t: a) atomlarda elektronlarning orbitalar boylab taqsimlanishida har ikki holat uchun  $n+1$  yig'indisi kichik bo'lsa, shu holatda energiya kichik qiymatga ega bo'ladi, natijada shu orbital elektronlar bilan to'ldiriladi ( $n$  – bosh kvant soni,  $l$  – orbital kvant sonlari); b) agar bu ikkala holat uchun  $(n+1)$  yig'indi qiymat jihatidan teng bo'lsa, u holda  $n$  – qiymati kichik bo'lgan orbital elektronlar bilan to'ldiriladi.

Bu qoidalarni quyidagicha tushuntirish mumkin:

n	1	2	3	4
l	0	0,1	0,1,2	0,1,2,3
n+1	1	2,3	3,1,2	4,5,6,7
Orbitalar	1s	2s 2p	3s 3p 3d	4s 4p 4d 4f...

Jadvaldagi yig'indi qiymatlariga asoslanib atomda elektronlarni quyidagi tartibda taqsimlash mumkin:

$$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 4d < 5p \dots$$

Demak, birinchi navbatda 1s orbital, keyin 2s orbital, keyin 2p, 3s va hokazo orbitalar elektronlar bilan to'lib boradi.

Elektronlarning joylanishi Pauli prinsipiga zid kelmasligi lozim. Bu prinsip quyidagicha ta'riflanadi. "Bir atomda to'rtinchi kvant sonining qiymati bir xil bo'lgan ikkita elektron bo'lishi mumkin emas". Agar bir atomda  $n, l$  va  $m$  kvant sonlarining qiymati bir-birinikiga teng ikkita elektron bo'lsa, ular to'rtinchi spin kvant soni  $m_s$  spinlari qarama-qarshi yo'nalishga ega bo'lishi bilan farq qiladi.

<sup>31</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 282 p.

3. Ayni pog'onachada turgan elektronlar mumkin qadar ko'proq orbitalarni band qilishga intiladi (Gund qoidasi). Masalan, d pog'onachadagi 5 ta elektronlar ko'rinishida



emas, balki Gund qoidasiga muvofiq



ko'rinishda har bir pog'onachaga bittadan joylashadi.

Elektronlarning Pauli prinsipi, Klechkovskiy va Gund qoidalariga muvofiq atomlardagi orbitalar bo'yicha to'lib borishga qarab, hamma elementlar to'rtta **s, p, d, f** oilaga bo'linadi<sup>32</sup>.

**s** – oilaga 1 va P guruhning asosiy guruhcha elementlari, shuningdek vodorod va geliy kiradi. Ya'ni, tashqi elektron qavatida bitta s' yoki 2 ta s<sup>2</sup> elektronlar bo'lgan elementlar **s-elementlar** deb ataladi.

**p** – oilaga III-VIII guruhlarning asosiy guruhcha elementlari kiradi. Demak, tashqi qavatining r-orbitalida 1 tadan 6 tagacha r elektronlari bo'lgan, ya'ni r<sup>1</sup> – r<sup>6</sup> bo'lgan elementlar **r-elementlar** deb ataladi.

**d** – oilaga davriy sistemadagi lantanoid va aktinoidlardan tashqari barcha qo'shimcha guruhcha elementlari, ya'ni tashqi qavatdan bitta oldingi energetik d orbitalida 1 tadan 10 tagacha **d- elektronlar** bo'lgan d<sup>1</sup>-d<sup>10</sup> elementlar kiradi.

**f** – oilani lantanoidlar va aktinoidlar tashkil qiladi, ular atomlarining tashqaridan 1 ta oldingi f orbitalida 1 tadan 14 tagacha **f- elektronlar**, ya'ni f<sup>1</sup>-f<sup>14</sup> elektronlar bo'ladi. Shularga asoslanib, davriy sistemasidagi elementlar atomlarida orbitalarning elektronlar bilan to'lib borish tartibini ko'rib chiqamiz.

Har qaysi qavatda joylanishi mumkin bo'lgan elektronlar soni  $N=2n^2$  formula bilan belgilanadi. Bu yerda n-qavat nomeri.

<sup>32</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 274 p.

1-qavatdagi elektronlarning eng ko'p soni  $N=2 \cdot 1^2=2$  ta, 2-qavatda  $T=2 \cdot 2^2=8$  ta, 3-qavatda  $N=2 \cdot 3^2=18$  va, 4-qavatda  $N=2 \cdot 4^2=32$  taga teng bo'ladi.

Elementlar atomlaridagi qavatlar soni davriy sistemadagi davrlar nomeriga, elektronlar soni esa tartib nomeriga teng bo'ladi.

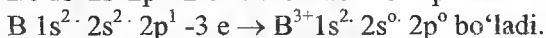
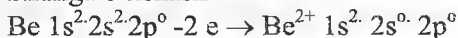
Birinchi element vodorodning tartib nomeri  $z=1$  ga, elektron konfiguratsiyasi  $1s^1$  ga, atom yadrosi  $+1$  ga teng. Shunga muvofiq vodorod atomi kimyoviy reaksiya natijasida o'zining bitta elektronini boshqa atomlarga berib, musbat ion hosil qiladi. Lekin birinchi qavatning elektron sig'imi 2 ga teng bo'lgani uchun ba'zi aktiv metallardan elektron olib  $N^-$ , ionini ham hosil qila oladi.  $NaH$ ,  $KH$ ,  $CaH_2$ ,  $AlH_3$  tarkibli gidridlar bunga misol bo'la oladi.

Ikkinchi element geliy, uning tartib nomeri  $z=2$  ga, yadrosining zaryadi ham  $+2$  ga teng. Uning elektron konfiguratsiyasi  $1s^2$  bo'lgani uchun sirtqi elektron qavati tugallangan. Shunga muvofiq geliy atomining inert ekanligi to'g'risida fikr yuritishimiz mumkin.

Uchinchi element litiy atomining elektron konfiguratsiyasi  $1s^2 2s^1 2p^0$  ko'rinishida yoziladi.<sup>33</sup> Litiy atomida geliyning tugallangan qavati saqlangan bo'lib, unda utcha elektronning ikkitasi joylashadi, uchinchi elektron esa ikkinchi qavatning s-orbitaliga joylashadi. Ikkinchi qavatda joylanishi mumkin bo'lgan elektronlarning eng ko'p soni 8 ga teng. Shu sababli, litiy atomi barqaror holatni olishi uchun tashqaridan yettita elektron birlashtirib olishi yoki bitta elektron berishi kerak. Lekin yettita elektron qabul qilishdan ko'ra bitta elektron berishda kam energiya sarflanadi. Bu holda uning ichki qavati sirtqi qavat bo'lib qoladi. Bu holda litiy atomi, litiy  $Li^+$  ioniga aylanadi, ya'ni



Shunga o'xshash

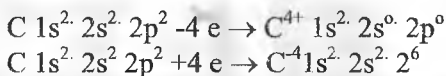


To'rtinchi element – uglerodning elektron konfiguratsiyasi  $1s^2 2s^2 2p^2$  dir. Lekin uglerod atomi barqarorlanishi uchun ikkinchi qavatdagi ikkita  $s^2$  va ikkita  $p^2$  elektronlarini berishi yoki o'zining elektronlar sonini sakkizga yetkazish uchun tashqaridan to'rtta elektron

<sup>33</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 276 p.

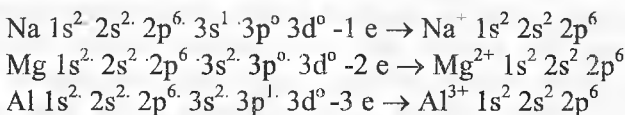


qabul qilishi mumkin. Shuning uchun uglerod atomi  $S^{+4}$  va  $S^{-4}$  ionlarini hosil qila oladi, ya'ni

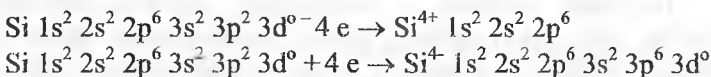


Ulardan keyin keladigan azot, kislorod, fluor elementlarining atomlari ikkinchi qavatida elektronlar soni bittadan ortib boradi. Nihoyat, ikkinchi davrning sakkizinchi elementi hisoblangan neon atomida r-elektronlar soni 6 taga yetadi, natijada sakkizta elektronga ega bo'lgan ikkinchi tugallangan qavat hosil bo'ladi. Neon atomining elektron konfiguratsiyasi  $1s^2 2s^2 2p^6$  shaklida ifodalanadi. Demak, bu elementlar kimyoviy reaksiya vaqtida o'ziga elektronlar qabul qilib tashqi qavatidagi elektronlar sonini sakkiztaga yetkazganda ularning elektron konfiguratsiyasi neonnikiga o'xshash holatni egallab barqarorlashadi.

Uchinchi davr elementi ham reaksiya vaqtida o'zining tashqi qavatidagi barcha elektronlarni bersa, uning atomi ham neon konfiguratsiyasini egallab barqarorlashadi.

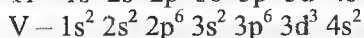
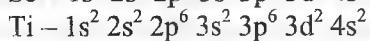
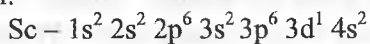


O'n to'rtinchi element kremniy atomi o'zining tashqi elektron qavatidagi to'rtta  $s^2 p^2$  elektronlarini berib, elektron konfiguratsiyasini neon atomi elektron konfiguratsiyasiga yoki to'rtta elektron birlashtirib argon elektron konfiguratsiyasiga aylantirib barqaror holatga ega bo'lishi mumkin:

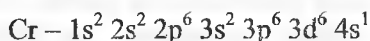


Forfor, oltingugurt, xlor elementlarida ham elektronlar qo'shila borib, elektron konfiguratsiyalari argon konfiguratsiyasiga erishadi. Lekin uchinchi davr tugasada, uchinchi qavat elektronlar bilan batamom to'lmaydi, 5 ta Zd-orbitallar bo'sh qoladi. Uchinchi davrda

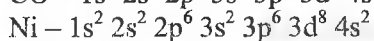
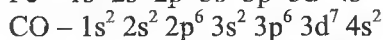
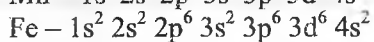
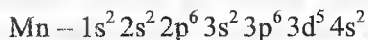
natriydan argonga o'tgan sari elementlarning atom radiuslari kichiklashib boradi. Shuning uchun elementlarning elektron qabul qilib olish xususiyati ortib, elektronga moyilligi kamayadi. Kaliy elementi to'rtinchi davrda joylashgan bo'lganligi uchun elektronlari to'rtta qavatga joylashgan, ya'ni birinchi qavatda  $s^2$  ikkinchi qavatda  $s^2p^6$ , uchinchi qavatda  $s^2p^6d^0$  va to'rtinchi qavatda  $s^1$  elektronlar mavjud. Kaliydan keyingi element kalsiyning tashqi elektron qavatida  $s^2$  elektron bor. Bu elementlarning elektron tuzilishi uchinchi davr elementlarinikiga o'xshashligi bundan ko'rinib turibdi. Lekin kalsiydan keyingi element skandiy atomida elektronlarning joylanishi kichik davr elementlaridagi joylanishidan farq qiladi. Ma'lumki, Klechkovskiy qoidasiga muvofiq Zd-orbitallar, 4r-orbitallarga qaraganda energetik afzallikka ega. Shuning uchun Zd-orbitallar elektronlar bilan to'lib boradi:



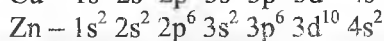
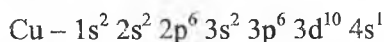
Lekin xrom elementida elektron energiyasining kamayishi sababli tashqi qavatda bir elektron qolib, Zd-orbital 5 ta elektronga ega bo'ladi, ya'ni



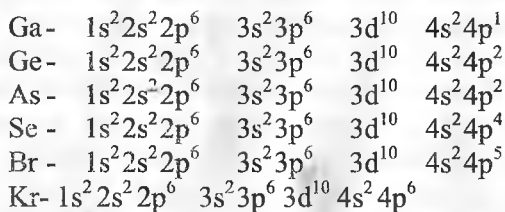
Marganes elementi 4s - orbitalida tashqi qavat yana 2 ta elektronga ega bo'ladi. Marganesdan keyingi temir, kobalt, nikel elementlaridan esa Z d- orbital elektronlar bilan to'lib boradi:



Mis elementida esa 4s- orbitaldagi bitta elektron 5d-orbitalga o'tib elektronlar soni 10 taga yetadi, mis tashqi qavatda bitta elektronga, rux elementi esa ikkita elektronga ega bo'ladi:



Galliydan kripton elementlariga o'tgan sari 4 p- orbitallar elektronlar bilan to'lib boradi:<sup>34</sup>



Kripton elementi bilan to'rtinchi davr tugaydi. Beshinchi, oltinchi va yettinchi davr elementlari atomlarining elektronlar bilan to'lishi ham shu tartibda boradi. Lekin lantanoidlarda 4f, aktinoidlarda esa 5f-orbitallar elektronlar bilan to'lib boradi. Bundan element atomlarida elektronlarning joylanishi bilan ularning kimyoviy xossalari orasida ma'lum bog'lanish mavjudligi ko'rinadi. Ravshanki, elementlar xossalari davriy ravishda o'zgarishi atomda elektronlarning ketma-ket joylanishi natijasidir.

### **Bobning qisqacha mazmuni**

Davriy jadval elementlar atom nomerlari orta borishi tartibida ularning o'xshash xossalari vertikal ustunlarda joylashtirilgan elementlar majmuasidir. Bir vertikal ustunga joylashgan elementlar davriy oilacha yoki guruhni tashkil etadilar. Elementlarning katta qismini tashkil etuvchi davriy jadvalning chap qismida joylashgan metallik elementlar bilan bir qatorda uning o'ng qismida nometall (metalmas) elementlar joy olgandir. Jadvalning hozirgi vaqtda to'rt yuzdan ortiq varianti, jumladan o'zbek olimlari taklif etgan variantlari ham ma'lumdur.

### **MASHQLAR**

1. Davriy jadvaldan marganes, xrom, oltinugurt, kremniy, brom, rux, kumush va platinani topib, ularning metall yoki metalmaslarga kirishini aniqlang.

---

<sup>34</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 276 p.

2. \_Quyida keltirilgan ikki juftlikdagi elementlar majmuasida qaysilarining fizikaviy va kimyoviy xossalari bir-biriga yaqinroq turadi? Javobingizni asoslang. a) Sa, P, Si, J, Sr, Ag, Ni; b) As, Br, Nb, Mo, Sb, N.

3. Quyidagi molekulyar formulalarga, ya'ni  $P_4H_{10}$ ,  $C_4H_8$ ,  $C_6H_{14}$ ,  $SiO_2$ ,  $Na_2B_4O_7$ ,  $C_4O_4H_2$  larga mos keluvchi empirik formulalarni yozing.

4. Nima uchun qator elementlar o'tkinchi metallar deyiladi? Ularga misollar keltiring.

5. Jadvaldagi "Oilaviy" elementlarni ko'rsating va mohiyatini tushuntirib bering.

### **Qaytarish uchun savollar**

1. Davriy sistemasini atom tuzilish nuqtai nazardan qanday tushuntirish mumkin?

2. Elementlarning qanday xossalari davriy o'zgaradi?

3. Elementlarning valentliklarini namoyon qilishini atom tuzilish nuqtai nazardan qanday tushuntirish mumkin?

### III BOB

## KIMYOVIY BOG‘LANISH. KIMYOVIY BOG‘LANISH TURLARI. MOLEKULANING TUZILISH

#### Mavzu rejasi

1. Molekula tuzilishi va kimyoviy bog‘lanish hosil bo‘lishiga ta‘sir etuvchi omillar.

2. Kimyoviy bog‘lanish turlari.

3. Kimyoviy bog‘lanish energiyasi va xossalari.

Atomlardan molekula hosil bo‘lishida ular orasida kimyoviy bog‘lar vujudga keladi. Kimyoviy bog‘ning hosil bo‘lishi energetik jihatdan qulaydir. Masalan, vodorod atomlaridan molekula hosil bo‘lishida 436 kJ/mol issiqlik ajralib chiqadi:



Kimyoviy bog‘lanishning uchta asosiy turi bor: *kovalent*, *ion* va *metall* bog‘lanish.

**Kovalent bog‘lanish** deb, elektron juftlar vositasida vujudga keladigan bog‘lanishga aytiladi. Kovalent bog‘lanish ikki xil: *qutbsiz* va *quibli* bo‘ladi.

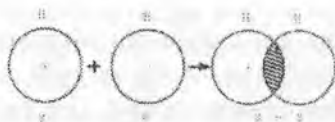
*Qutbsiz kovalent bog‘lanish* elektromanfiyligi bir xil bo‘lgan atomlar orasida vujudga keladi. Bunda kimyoviy bog‘ni hosil qiluvchi umumlashgan elektron jufti hech qaysi atom tomon siljmaydi, chunki ikkala atom elektronlarni bir xil kuch bilan tortadi. Oddiy modda atomlari orasidagi bog‘lanish qutbsiz kovalent bog‘lanishga misol bo‘la oladi. Masalan, vodorod molekulasini hosil bo‘lishini quyidagicha tasvirlash mumkin<sup>35</sup>:  $\text{H} \cdot + \cdot \text{H} \longrightarrow \text{H} : \text{H}$

Vodorod atomlarida bittadan juftlashmagan elektronlar bo‘lib, ular umumlashgan elektron juftini hosil qiladi.

Kimyoviy bog‘lanishni elektron bulutlarining qoplanishi sifatida tasvirlash mumkin. Vodorod atomida bitta s – elektron bo‘ladi. (1 s) elektron bulutining shakli sharsimon bo‘lganligidan kimyoviy bog‘ hosil bo‘lishini quyidagicha tasvirlash mumkin.

---

<sup>35</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong “Inorganic chemistry”, Oxford University Press, 2014, 40 p.



3.1-rasm. Vodorod molekulasining hosil bo'lish sxemasi.

Xlor atomlarining juftlashmagan elektronlari umumlashgan elektron juftini hosil qiladi. Har bir xlor atomida uning o'ziga tegishli bo'lgan bo'linmagan elektron juftlari bor. Xlor atomining juftlashmagan elektroni p – elektron bo'lib, elektron buluti gantelsimon shaklga ega. Elektron bulutlarining qoplanishini quyidagicha tasvirlash mumkin.

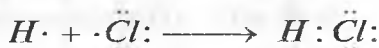


3.2-rasm. Xlor molekulasining hosil bo'lish sxemasi.

Qutbli kovalent bog'lanishda umumlashgan elektron jufti nisbiy elektromanfiyligi katta bo'lgan atom tomon siljigan bo'ladi. Qutbli kovalent bog'lanish elektromanfiyligi bir-biridan farq qiladigan element atomlari orasida vujudga keladi<sup>36</sup>. Masalan:

HCl, H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub> va hokazo.

HCl molekulasini hosil bo'lishini quyidagicha tasvirlash mumkin:



Umumlashgan elektron jufti xlor atomi tomon siljiydi chunki xlorning nisbiy elektromanfiyligi (2, 83) vodorodnikidan (2, 1) kattadir. Vodorod xloridning hosil bo'lishi (3.3- rasmda) elektron bulutlarining qoplanishi tariqasida ifodalangan:



3.3-rasm. Vodorod xlorid molekulasining hosil bo'lish sxemasi.

HCl molekulasida bog'ni hosil qiluvchi elektron bulutining xlor atomi tomon siljishi natijasida, molekulaning xlor tomoni qisman

<sup>36</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 41 p.

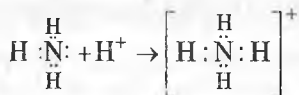
manfiy, vodorod tomoni esa qisman musbat zaryadlanib qoladi  $\overset{+}{\text{H}}:\overset{-}{\text{Cl}}$ . Natijada molekulada musbat va manfiy zaryadli qutblar vujudga keladi. Qutblangan molekular dipollar deyiladi. Dirollarda musbat va manfiy zaryad markazlari orasidagi masofa *dipol uzunligi* deyiladi. Molekulaning qanchalik qutblanganligi dipol momenti yordamida o'lanadi. *Dipol momenti* ( $\mu$ ) *dipol uzunligi* ( $l$ ) *ning elektron zaryadiga* ( $q$ ) *ko'paytmasiga teng*:  $\mu = l \cdot q$ .

Molekuladagi atomlar elektromanfiyliklari orasidagi farq qancha katta bo'lsa, dirol uzunligi ham shuncha katta bo'ladi, ya'ni molekula ko'proq qutblangan bo'ladi. Masalan:  $\text{HCl} - \text{HBr} - \text{HI}$  qatorda vodorod va galogenlar atomlarining elektromanfiyligi orasidagi farq kamayishi bilan, molekularning qutblanganligi ham kamayib boradi.

Kovalent bog'lanish bir atomning tayyor elektron jufti, ikkinchi atomning bo'sh orbitali hisobiga hosil bo'lishi mumkin. Misol tariqasida ammoniy ionining hosil bo'lishini ko'rib chiqamiz. Ammiak molekulasida azot atomining bo'linmagan elektron jufti bor Vodorod ionining esa bo'sh 1 ta orbitali bor<sup>37</sup>.



Ammoniy ioni hosil bo'lishida azot atomining bo'linmagan elektron jufti vodorod ionining bo'sh orbitaliga joylashadi:



Azot atomining bo'linmagan elektron jufti azot va vodorod atomlari uchun umumiy bo'lib qoladi, ya'ni to'rtinchi kovalent bog' vujudga keladi. Ammoniy ionida to'rttala kovalent bog' teng qiymatli bo'lib, musbat zaryad butun ionga tegishli bo'ladi. Bo'linmagan elektron juftini beradigan atom – *donor* deb, bo'sh orbitali bor atom esa – *akseptor* deb ataladi.

Bir atomning tayyor elektron jufti, ikkinchi atomning bo'sh orbitali hisobiga hosil bo'ladigan bog'lanish donor-akseptor bog'lanishi deyiladi. Donor-akseptor bog'lanishi kovalent bog'lanishning o'ziga xos usulidir.

<sup>37</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 38 p.

Kovalent bog‘lanishning o‘ziga xos xususiyatlari uning *uzunligi, energiyasi, to‘yinuvchanligi va yo‘nalganligi*dir.

Kimyoviy bog‘ning uzunligi deyilganda, shu bog‘ni hosil qiluvchi atom yadrolari orasidagi masofa (1) tushuniladi. Masalan,  $H_2$ ,  $Cl_2$  molekularida kimyoviy bog‘ning uzunligini quyidagicha tasvirlash mumkin (3.4- rasm)<sup>38</sup>.



**3.4-rasm.** Vodorod va xlor molekularida kimyoviy bog‘ning uzunligi.

Kimyoviy bog‘ni uzish uchun zarur bo‘lgan eng oz energiya miqdori bog‘lanish energiyasi deyiladi. Masalan,  $H_2$ ,  $Cl_2$ ,  $N_2$  molekularida kimyoviy bog‘ uzunliklari mos ravishda 0,074; 0,198 va 0,109 nanometr ga, bog‘lanish energiyalari esa 436, 242 va 946 kJ/mol ga teng. Kimyoviy bog‘ning uzunligi qisqarib, bog‘lanish energiyasi ortishi bilan uning mustahkamligi ortadi.

*Kovalent bog‘lanishning to‘yinuvchanligi* deganda kovalent bog‘ni hosil qiluvchi atomlarning faqat ma‘lum miqdorda bog‘lar hosil qila olish qobiliyati tushuniladi. Masalan, vodorod faqat bitta, kislorod ikkita, uglerod to‘rtta bog‘ hosil qila oladi.

*Kovalent bog‘ning yo‘nalganligi* deganda molekulaning fazoviy shakli hamda valent burchaklari ko‘zda tutiladi.

### Gibridlanish

Turli shakldagi elektron bulutlarining o‘zaro qo‘shilib, yangi elektron buluti hosil qilishi *gibridlanish* deyiladi. Gibrid orbitalning shakli nosimmetrik bo‘lib, elektron bulutining asosiy qismi yadroning bir tomonida joylashgan bo‘ladi (3.5- rasm).

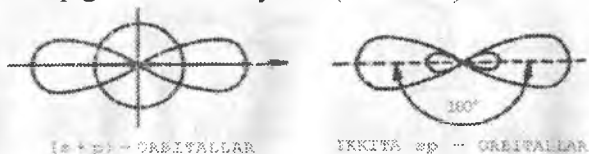


**3.5-rasm.** s, p va gibrid orbitallarning shakllari.

<sup>38</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong “Inorganic chemistry”, Oxford University Press, 2014, 39 p.



Gibrid orbitalar ishtirokidagi kimyoviy bog' puxtaroq bo'ladi. Gibrid orbitallarning soni gibridlanishda ishtirok etayotgan orbitalar soniga teng bo'ladi. Masalan,  $\text{BeCl}_2$  molekulasida hosil bo'lishida berilliy atomining bitta s va bitta p elektroni ishtirok etadi. Bu orbitallarning **sp** – **gibridlanishi** sodir bo'ladi<sup>39</sup>. Hosil bo'lgan ikkita gibrid orbitalar bir-biriga nisbatan  $180^\circ$  burchak ostida joylashadi. Bunday gibridlanishni sp gibridlanish deyiladi (3.6- rasm).



3.6-rasm. sp gibridlanish sxemasi.

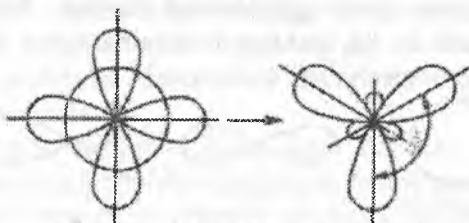
Berilliy (Be) atomining gibrid orbitalari ikkita xlor atomlarining p orbitalari bilan qoplanishi natijasida chiziqsimon shakldagi berilliy xlorid molekulasida hosil bo'ladi (3.7- rasm).



3.7-rasm.  $\text{BeCl}_2$  ning chiziqsimon molekulasida.

Bor xlorid molekulasida bor (B) atomi orbitalari  **$sp^2$  gibridlanish**ga uchraydi. Kimyoviy bog' hosil bo'lishida bor (B) atomining bitta s va ikkita p elektroni ishtirok etadi.

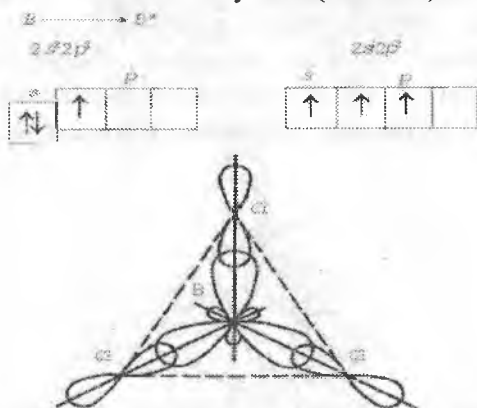
Hosil bo'lgan uchta gibrid orbitalar tekislikda bir-biriga nisbatan  $120^\circ$  burchak ostida joylashadi (3.8-rasm).



3.8-rasm.  $sp^2$  gibridlanish sxemasi.

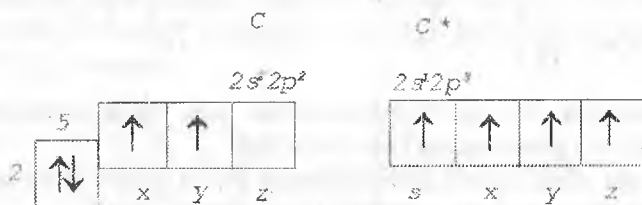
<sup>39</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 42 p.

$\text{BCl}_3$  molekulasida markazida Ba tomi joylashgan yassi tomoni teng uchburchak shaklida bo‘ladi. Valent burchaklari  $120^\circ$  bo‘lib, to‘rttala atomning hammasi bitta tekislikda yotadi (3.9-rasm).



3.9- rasm.  $\text{BCl}_3$  ning yassi uchburchaksimon molekulasini.

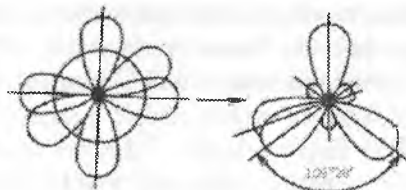
Metan molekulasining hosil bo‘lishida qo‘zg‘algan holatga o‘tgan uglerod atomining bitta s va uchta p elektronlari kimyoviy bog‘ hosil bo‘lishida qatnashadi.



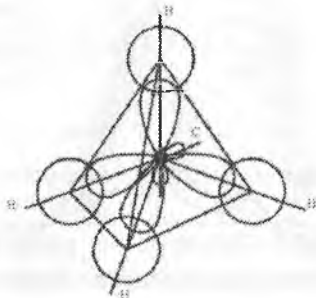
Uglerod atom orbitallari  $sp^3$  gibridlanishga uchraydi<sup>40</sup>. Bunda to‘rttala atom orbitallarining hammasi gibridlanishda ishtirok etadi (3.10-rasm).

$sp^3$  gibridlanishda valent burchaklar  $109^\circ 28'$  bo‘ladi. Uglerod atomining gibrid orbitallari vodorod atomining s- orbitallari bilan qoplanishi natijasida metan molekulasini hosil bo‘ladi. Molekula tetraedr shakliga ega bo‘lib, markazida uglerod atomi, uchlarida esa vodorod atomlari joylashadi (3.11- rasm).

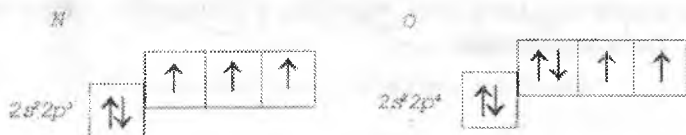
<sup>40</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong “Inorganic chemistry”, Oxford University Press, 2014, 42 p.



3.10-rasm.  $sp^3$  gibridlanish sxemasi.

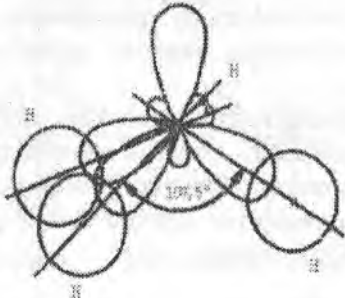


3.11-rasm. Metanning tetraedrsimon molekulasini.



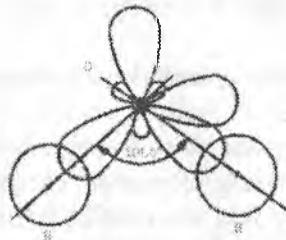
Ammiak va suv molekularida azot va kislorodning atom orbitallari  $sp^3$  gibridlangan holatda bo'ladi.

Azot atomi gibrid orbitallarining birida ikkita elektron, qolgan uchta bittadan elektron bo'ladi (3.12-rasm).



3.12-rasm. Ammiak molekulasidagi kimyoviy bog'lanishlarning tasviri

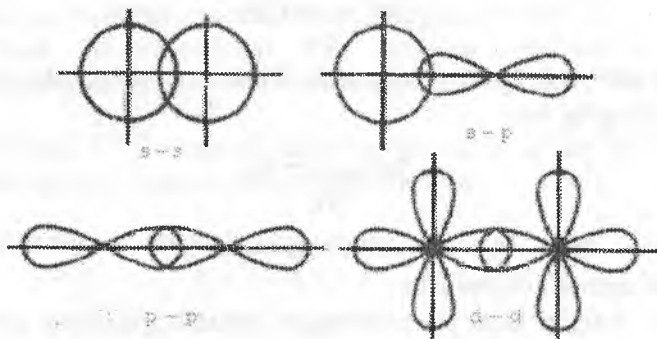
Ikki elektronli gibril orbital bilan bir elektronli gibril orbitallar orasidagi itarish kuchi, bir elektronli gibril orbitallarning o‘zaro itarish kuchidan kattaroq bo‘ladi. Bu ammiak molekulasidagi valent burchakning ( $107^\circ$ ,  $3'$ ) metannikaga ( $109^\circ 28'$ ) nisbatan kichik bo‘lishiga sabab bo‘ladi. Suv molekulasida esa kislorod atomi gibril orbitallarining ikkitasida ikkitadan elektron bor. Bu valent burchagining yanada kichrayishiga sabab bo‘ladi ( $104^\circ 5'$ ) (3.13- rasm).



3.13-rasm. Suv molekulasidagi kimyoviy bog‘lanishlar sxemasi.

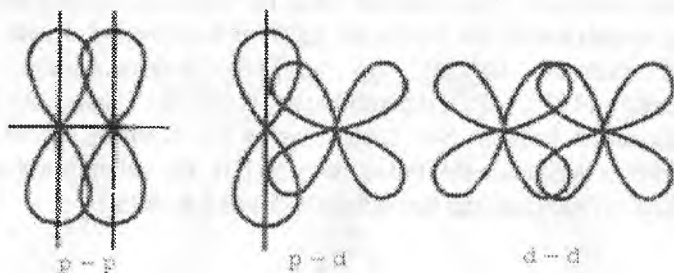
Elektron bulutlarining bir-birini qoplash shakliga qarab kovalent bog‘lanish sigma ( $\delta$ ), pi ( $\pi$ ) va delta ( $\Delta$ ) bog‘lanishlarga bo‘linadi.

Elektron bulutlarining qoplanish chegarasi atom markazlarini tutashiruvchi chiziqda yotsa, bunday bog‘lanish  $\delta$  - *bog‘lanish* deyiladi <sup>41</sup> (3.14-rasm).



3.14-rasm.  $\delta$  - bog‘lanish hosil bo‘lishining sxemasi.

<sup>41</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong “Inorganic chemistry”, Oxford University Press, 2014, 45 p.



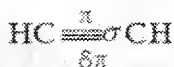
3.15-rasm.  $\pi$ -bog‘lanish hosil bo‘lishining sxemasi.

Oddiy bog‘larning hammasi  $\delta$ -bog‘lanish shaklida bo‘ladi.

Elektron bulutlarining qoplanish chegarasi atom markazlarini tutashtiruvchi chiziqning ikki yon tarafida yotsa, bunday bog‘lanishi  $\pi$  bog‘lanish deyiladi.  $\pi$ -bog‘lanishni faqat p va d elektron bulutlarigina hosil qiladi (3.15- rasm).

$\pi$ -bog‘lanish tarkibida qo‘sh yoki uchlamachi bog‘ tutgan molekullarda kuzatiladi. Karrali bog‘ning bittasi  $\pi$ -bog‘ bo‘lib, qolganlari  $\pi$ -bog‘ bo‘ladi. Masalan, etilen molekulasida uglerod atomlari o‘rtasida bitta  $\delta$  va bitta  $\pi$ -bog‘ bor:  $H_2C = CH_2$ .

Atsetilenda esa uglerod atomlari orasidagi bog‘ning bittasi  $\delta$ , ikkitasi  $\pi$ -bog‘dir<sup>42</sup>:



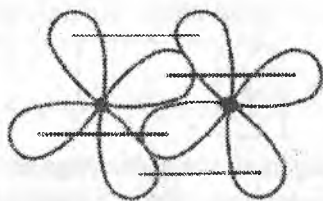
Xuddi shuningdek, azot molekulasida atomlar orasida bitta  $\sigma$  va ikkita  $\pi$  bog‘lar bor:



$\delta$ -bog‘ hosil bo‘lishida gibridlangan va gibridlanmagan orbitallar qatnashishi mumkin.

$\pi$ -bog‘ni faqat gibridlanmagan orbitallargina hosil qiladi.  $\Delta$ -bog‘lanish parallel tekislikda yotgan elektron bulutlarining to‘rtta joydan bir-birini qoplashi natijasida hosil bo‘ladi (3.16- rasm).

<sup>42,42</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 45 p.



3.16-rasm.  $\Delta$  - bog‘lanish hosil bo‘lishining sxemasi.

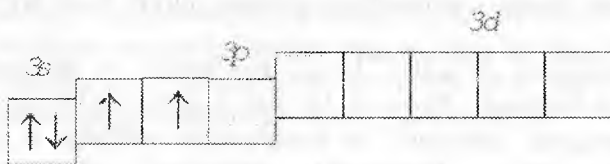
Kovalent bog‘lanish va molekular tuzilishini kvant mexanikasi asosida tushuntirishning ikki xil, valent bog‘lanish va molekulyar orbitallar usullari mavjud. Yuqorida kovalent bog‘lanishining hosil bo‘lishiga valent bog‘lanish usuli (VBU) nuqtai nazaridan qaraldi. VBU ning mohiyati quyidagicha:

1. Ikki atom orasida kovalent bog‘ hosil bo‘lishi uchun ularda juftlashmagan elektronlar bo‘lishi zarur. Bu elektronlar umumlashgan elektron juftini hosil qilishi natijasida kovalent bog‘ shakllanadi. Umumlashgan elektron jufti dastlab bir atomga tegishli bo‘lib (donor). ikkinchi atomning bo‘sh orbitali (akseptor) hisobiga ham kovalent bog‘lanish hosil bo‘ladi (donor-akseptor bog‘lanish).

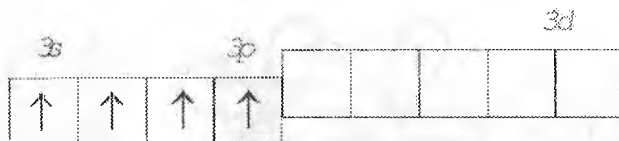
2. Kovalent bog‘lanishda elektron bulutlarining bir-birini qoplash darajasi qancha katta bo‘lsa, bog‘ shuncha mustahkam bo‘ladi. Kovalent bog‘lanish elektron bulutlarining qoplash darajasi katta bo‘ladigan yo‘nalishda (gibrid orbitallar) vujudga keladi.

**Misol:**  $\text{SiF}_4$  molekulasida,  $\text{SiF}_6^{2-}$  ionining hosil bo‘lish mexanizmini tushuntiring.  $\text{CF}_6^{2-}$  ionini hosil bo‘ladimi?

**Yechish:**  $^{28}\text{Si}$  atomining elektron formulasi  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$ . Valent orbitallarda elektronlarning taqsimlanishi:



Qo‘zg‘algan holatga o‘tganda uning elektron formulasi  $1s^2 2s^2 2p^6 3p^3$ . Valent orbitallarda elektronlarning taqsimlanishi:



To'rtta juftlashmagan elektroni hisobiga Si to'rtta fluor atomlarini biriktirib,  $\text{SiF}_4$  molekulasini hosil qiladi.  $\text{SiF}_4$  molekulasiga ikkita fluorid ioni  $\text{F}^-$  ( $1s^2 2s^2 2p^6$ ) birikishi mumkin. Kremniy atomining bo'sh orbitalariga fluorid ionining tayyor elektron juftlari joylashadi. Si atomi akseptor,  $\text{F}^-$  ioni donor bo'ladi:  $\text{SiF}_6^{2-}$

Kremniyga o'xshash uglerodning atomi ham to'rtta fluor atomini biriktirib,  $\text{CF}_4$  molekulasini hosil qiladi. Lekin uglerod atomining tashqi pog'onasida bo'sh orbitalar yo'qligi uchun  $\text{CF}_6^{2-}$  ioni hosil bo'lmaydi.

Valent bog'lanish usuli kislorodning paramagnit xossalarini, molekulyar vodorod  $\text{H}_2^+$  geliy  $\text{He}_2^+$  ionlari hosil bo'la olishligini va shunga o'xshash bir qancha hodisalarni izohlab bera olmadi.

Bu va bunga o'xshash hodisalarni izohlash uchun molekulyar orbitalar (MO) usuli ishlab chiqildi. MO usuli VBU ni inkor etmaydi, uni to'ldiradi.

Molekulyar orbitalar usulining mohiyati quyidagicha:

1. Molekula hosil bo'lganda elektronlar atom orbitalardan (AO) MO ga o'tadi. Har bir MO o'zining kvant sonlari bilan belgilanadi. MO ga nisbatan ham Pauli prinsipi, Xund qoidasini qo'llash o'rinlidir. MO larda juftlashmagan elektronlarning mavjudligi molekulaning paramagnit xossali (magnit maydoniga tortilish) bo'lishiga sabab bo'ladi. Juftlashmagan elektronlar bo'lmasa, molekula diamagnit xossaga ega bo'ladi (magnit maydoniga tortilmaydi).

2. Kimyoviy bog' hosil bo'lishining asosiy sharti elektronlarning AO lardan MO larga o'tganda ular energiyalarining kamayishi hisoblanadi. Bunda umumlashgan elektron juftlik hosil bo'lishi shart emas.

Molekulyar orbitalar ikkiga: bog'lovchi va bo'shashtiruvchi orbitalarga bo'linadi. Elektron AO dan bog'lovchi MO ga o'tganda uning energiyasi kamayadi, bo'shashtiruvchi orbitalga o'tganda esa energiyasi ortadi. Bog'lovchi orbitaldagi elektronlar soni bo'shashtiruvchi orbitaldagi elektronlar sonidan ko'p bo'lsa, kimyoviy bog' hosil bo'ladi. Atomlar orasidagi kimyoviy bog'lar sonini (N) topish uchun bog'lovchi orbitalardagi elektronlar sonidan ( $n_e$  bog'li)

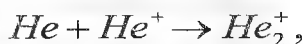
bo'shashtiruvchi orbitallardagi elektronlar sonini ( $n_e$  bo'sh) ayirib, ikkiga bo'lish kerak<sup>43</sup>:

$$N = \frac{n_{e \text{ bog' }}^* - n_{e \text{ bo'sh}}}{2}$$

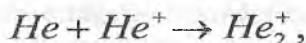
MO usulida kimyoviy bog'lar soni kasr son bo'lishi ham mumkin. Atomlar orasidagi kimyoviy bog'lar soni qancha ko'p bo'lsa, bog' uzunligi shuncha qisqa, bog'lanish energiyasi shuncha katta, ya'ni kimyoviy bog' shuncha mustahkam bo'ladi.

**Misol:** MO usuli bilan  $\text{He}_2^+$  molekulyar ionining hosil bo'lishi,  $\text{He}_2$  molekulasining hosil bo'la olmasligini izohlang.

**Yechish:**  $\text{He}_2^+$  molekulyar ion  $\text{He}$  atomiga  $\text{He}^+$  - ioni birikishi natijasida hosil bo'ladi:



$\text{He}$  atomning elektron formulasi  $1s^2$ , ioniniki esa  $1s^1$ ; s-orbitallar faqat bitta bog' hosil qilishda qatnashadi. Unga bitta  $\delta$  bog'lovchi va bitta  $\delta$  bo'shashtiruvchi orbital mos keladi. Elektronlar dastlab bog'lovchi orbitalga o'tadi, chunki bunda ularning energiyasi kamayadi (77- rasm) .  $\text{He}_2^+$  molekulyar ion hosil bo'lishini quyidagicha tasvirlash mumkin:



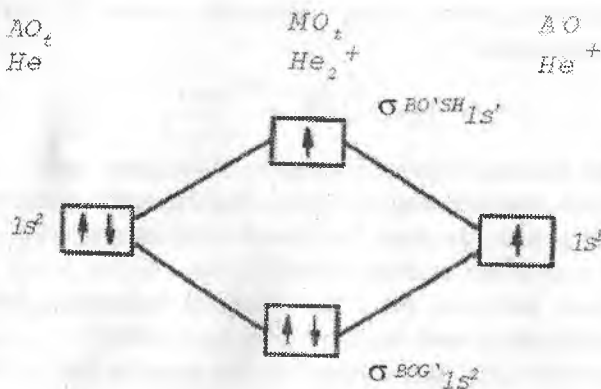
Bog'lovchi orbitalda ikkita elektron, bo'shashtiruvchi orbitalda esa bitta elektron joylashgan. Demak,  $\text{He}_2^+$  molekulyar ion barqaror bo'lib, bog'lar soni 0,5 ga teng,  $\text{He}_2^+$  molekulyar ionning elektron formulasi ( $\sigma^{\text{bog' }} 1s^2$ ) ( $\sigma^{\text{bo'sh}} 1s^1$ )<sup>44</sup>.

$\text{He}_2$  molekulasini hosil bo'lishi mumkin emas, chunki bu holda bog'lovchi va bo'shashtiruvchi orbitaldagi elektronlar soni o'zaro teng bo'ladi. Molekula energetik jihatdan beqaror. Bog'lar soni (0) ga teng bo'ladi. Ikkinchi davr elementlarida kimyoviy bog' hosil bo'lishida birinchi pog'onada joylashgan elektronlar qatnashmaydi.

<sup>43</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 50 p.

<sup>44</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 49 p.

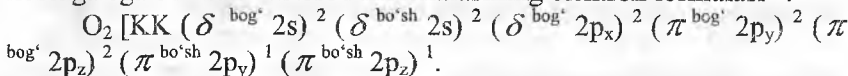




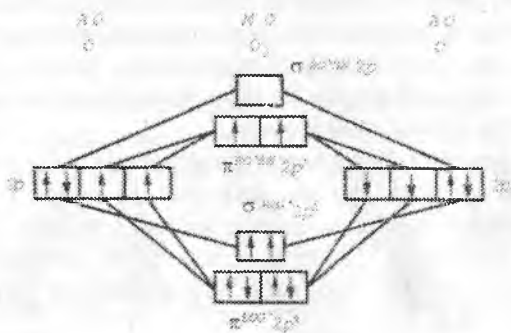
3.17-rasm.  $\text{He}_2^+$  molekulyar ioni hosil bo'lishining energetik sxemasi.

Molekulaning elektron formulasida ular K harfi bilan belgilanadi. Kislorod molekulasida hosil bo'lishida atomning tashqi pog'onasidagi  $2s^2 2p^4$  elektronlar ishtirok etadi. s pog'onadagi elektronlarning ikkitasi bog'lovchi orbitalga o'tsa, ikkitasi bo'shashtiruvchi orbitalga o'tadi. Demak, kislorod atomlarining 2s pog'onachasidagi elektronlari amalda kimyoviy bog' hosil bo'lishida ishtirok etmaydi. Kimyoviy bog' p pog'onacha elektronlari hisobiga hosil bo'ladi. p elektron bulutlari atomlar orasida uchta kimyoviy bog': bitta  $\delta$  va ikkita  $\pi$  bog' hosil qilishi mumkin. Shuning uchun MO larda ularga bitta  $\delta$  va ikkala  $\pi$  bog'lovchi va shuncha bo'shashtiruvchi orbitallar mos keladi. Elektronlar dastlab bog'lovchi orbitallarga o'tadi. Ortiqcha ikkita elektron bo'shashtiruvchi orbitallarga Xund qoidasiga binoan joylashadi (3.18- rasm).

Sxemadan ko'rinib turibdiki, kislorod molekulasida kimyoviy bog'lar soni 2 ga  $(6 - 2) : 2 = 2$  teng bo'lib, molekulada 2 ta juftlashmagan elektron bor. Shuning uchun kislorod paramagnit xossaga ega bo'ladi. Kislorod molekulasining elektron formulasi<sup>45</sup>:

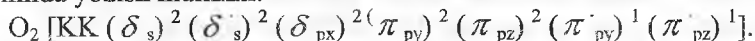


<sup>45</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 51 p.



3.18-rasm. Kislorod molekulasini hosil bo'lishining energetik sxemasi.

Kimyoviy bog' hosil bo'lishida faqat 2- pog'ona elektronlari qatnashayotganligini e'tiborga olib hamda bo'shashtiruvchi orbitalni yulduzcha bilan belgilab, molekulaning elektron formulasini ixchamroq ko'rishida yozish mumkin:



### ION BOG'LANISH

Ionlar orasida elektrostatik tortishuv tufayli vujudga keladigan bog'lanish ion bog'lanish deyiladi.<sup>46</sup> Ion bog'lanish elektromanfiyligi bir-biridan keskin farq qiladigan elementlar orasida vujudga keladi. Masalan, ishqoriy metallar va galogenlar orasida.

1,01 2,83

NaCl farqi 1,72 – ion bog'lanish;

2,1 2,83

HCl farqi 0,73 – qutbli kovalent bog'lanish;

2,1 2,1

H: H (H<sub>2</sub>) farqi 0 – qutbsiz kovalent bog'lanish.

Ion bog'lanish kovalent bog'lanishdan farq qilib, yo'nalishga va to'yinuvchanlikka ega emas. Ma'lum bir ion qarama-qarshi zaryadli ionni istalgan bir yo'nalishda tortadi.

Ion bog'lanishi to'yinuvchanlikka ega emas deganda ma'lum bir ionning bir vaqtning o'zida qarama-qarshi zaryadli ionlarning bir nechasiga tortilib tura olish xossasi tushuniladi. Masalan, NaCl

<sup>46</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 52 p.

kristallini olsak bitta  $\text{Na}^+$  ioni 6 ta xlor ionlari bilan, bitta  $\text{Cl}^-$  ioni esa 6 ta  $\text{Na}^+$  ioni bilan o'ralgan bo'lib, ular orasidagi tortishuv kuchlari teng qiymatlidir. Ion bog'lanishli birikmalarda barcha ionlar o'zaro chambarchas bog'lanib ketgan bo'ladi. Shuning uchun ion bog'lanishli birikmalar qattiq kristall moddalardir.

Qutbli kovalent bog'lanishli birikmalarda turli molekullarning qarama-qarshi qutblari orasida tortishuv kuchlari vujudga keladi. Ammo bu tortishuv kuchlari ionlar orasidagi tortishuv kuchlaridan bir necha marta kuchsizdir. Shuning uchun qutbli kovalent bog'lanishli birikmalar suyuq ( $\text{H}_2\text{O}$ ) yoki oson suyuqlanadigan gaz moddalaridir ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2$ ).

### METALL BOG'LANISHI

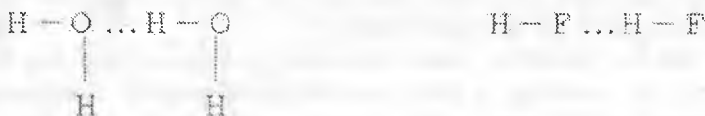
*Metallardagi kimyoviy bog'lanish metall bog'lanishidir*<sup>47</sup>. Metall atomlarining tashqi pog'onasida oz sondagi elektronlar bo'lib, bo'sh orbitallari ko'p bo'ladi. Tashqi pog'onadagi elektronlar barcha atomlar uchun umumlashgan holatga o'tib, hamma atomlarni o'zaro bog'lab turadi. Soddashtirilgan holda metallni umumlashgan elektronlar (elektron gazi) yordamida bir-biri bilan bog'langan zich kationlar to'plami deb faraz qilish mumkin. Umumlashgan elektronlar butun metall hajmi bo'ylab erkin harakatlana oladi.

Metallarning o'ziga xos xususiyatlari – bolg'alanuvchanlik, yuqori darajali elektr va issiqlik o'tkazuvchanligi, ularda metall bog'lanish mavjudligi bilan izohlanadi.

### VODOROD BOG'LANISH

*Vodorod bog'lanish – molekulasida vodorod atomi elektro-manfiyligi katta element (flor, kislorod, azot, xlor, oltingugurt) bilan bog'langan molekular orasida vujudga keladigan qo'shimcha bog'lanishdir.*

Vodorod bog'lanish kimyoviy bog'lanishga nisbatan 15–20-marta kuchsiz bo'lib, u uch nuqta yordamida ifodalanadi:



<sup>47</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 58 p.

Vodorod bog‘lanish hosil bo‘lishiga sabab, umumlashgan elektron juftining elektromanfiyligi katta element atomi tomon siljshi natijasida vodorodning musbat zaryadi ochilib qolishidir. Vodorodning musbat zaryadi qo‘shni molekulaning umumlashmagan elektron juftini o‘ziga tortadi. Natijada vodorod bog‘lanish yuzaga keladi. Elementning elektromanfiyligi qancha katta bo‘lsa, vodorod bog‘lanish shuncha kuchli bo‘ladi. Masalan, suv ( $H_2O$ ) va vodorod sulfid ( $H_2S$ ) molekularini solishtirsak, suv molekulari orasidagi vodorod bog‘lanish kuchli bo‘ladi. Chunki kislorodning elektromanfiyligi oltingugurtnikidan katta. Shu sababli suv oddiy sharoitda suyuq modda,  $H_2S$  esa gaz modda.

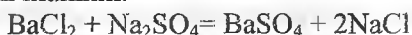
Yuqori molekulyar moddalarda vodorod bog‘lanish bitta molekula ichida ham vujudga kelishi mumkin. Masalan, oqsil molekulasida aminokislota qoldiqlari o‘zaro vodorod bog‘lanishi orqali bog‘langan.

### *Qaytarish uchun savollar*

1. Kovalent bog‘lanish nima?
2. Kovalent bog‘lanishining xossalarini aytib bering.
3. VBU da nima uchun uglerod, oltingugurt va xlor o‘zgaruvchan valentli, kislorod va fluor esa o‘zgarmas valentli ekanligini tushuntiring.
4. Valent orbitallarning gibridlanishi nima degani?
5. Quyidagi molekularning fazoviy konfiguratsiyalari shaklini ifodalang:  $BeH_2$ ,  $BF_3$ ,  $SiH_4$ ,  $PCl_5$ ,  $SF_6$ . Ularda valent orbitallarning gibridlanish turini ko‘rsating.
6. Qanday bog‘lar  $\delta$ ,  $\pi$  va  $\Delta$  bog‘lar deyiladi?  $\delta$  va  $\pi$  bog‘li molekularga misollar keltiring.
7. Kovalent bog‘lanish hosil bo‘lishini VBU vositasida izohlang.
8. MO usulining mohiyati nimada? Bog‘lovchi va bo‘shash-tiruvchi elektronlar deb qanday elektronlarga aytiladi?
9. MO usulida azot molekulasining hosil bo‘lish sxemasini chizing.
10. Ion bog‘lanish va uning xossalarini ta’riflang.
11. HF va HCl molekularining qaysi birlari orasida vodorod bog‘lanish kuchliroq? Nima uchun?
12. Metall bog‘lanish nima?

amaliy o'rtibor kimyoviy reaksiyalarning mohiyati va mexanizmini o'rganishga qaratildi, reaksiyalar kinetikasini mumkin qadar chuqur va to'la o'rganishga kirishildi. Umuman, kimyoviy reaksiyalarning tezligi haqidagi tushuncha kimyodagi eng muhim tushunchalardan bo'lib, moddalarning o'zgarishi va ularni sanoat miqyosida olishning iqtisodiy samaradorligi haqidagi tasavvurlar bilan bog'liqdir. Kimyoviy jarayonlarni boshqaruvchi eng muhim faktorlar (moddalar tabiatidan va etuvchilardan tashqari) to'rttadir: 1) harorat; 2) bosim; 3) reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasi; 4) katalizator; reaksiyaning aktivlanish energiyasi kimyoviy reaksiyalar tezligiga oid muammolarni hal qilishda X.R. Rustamov va uning shogirdlari bajargan ishlari muhim hissa bo'lib qo'shildi.

Barchareaksiyalar **gomogen va geterogen** reaksiyalarga bo'linadi<sup>49</sup>. Yuqorida reaksiyalar turli tezlik bilan boradi, deb aytgandik. Tez boruvchi reaksiyalarga elektrolitlar orasida bo'ladigan reaksiyalar kiradi. Misol tariqasida BaSO<sub>4</sub> cho'kmasi hosil bo'lish reaksiyasini ko'rish mumkin:

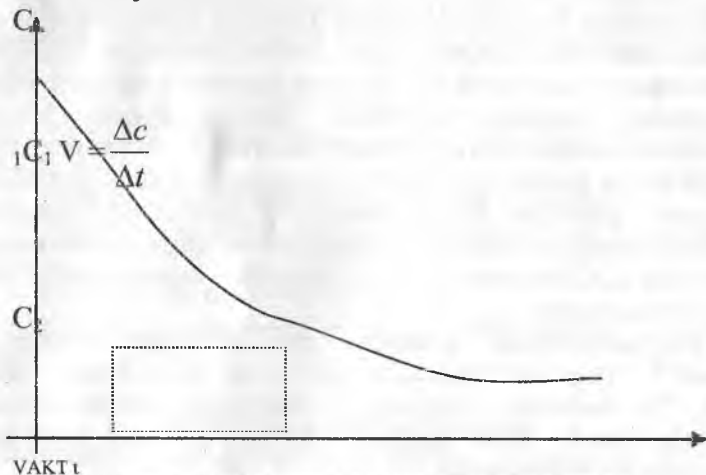


Ba'zi reaksiyalar esa, masalan, yer qa'rida boruvchi reaksiyalar minglab yillar davom etishi mumkin. **Reaksiya tezligi ma'lum vaqt ichida hajm yoki yuza birligida o'zaro ta'sir etuvchi moddalar miqdorining (konsentratsiyaning) o'zgarishidir.**

Reaksiya tezligini topishda reaksiyaga kirishayotgan moddalarni yoki reaksiya mahsulotlarini olishning ahamiyati yo'q. Odatda, qaysi moddaning miqdorini o'lchash qulay bo'lsa, reaksiya tezligi shu modda konsentratsiyasining o'zgarishi bilan o'lchanadi. Lekin reaksiyaga kirishayotgan moddalarning konsentratsiyalari vaqt o'tishi bilan kamayadi, mahsulotlarniki esa, aksincha, ortib boradi. Natijada turli vaqt ichida reaksiya tezligi turlicha boradi. Shuning uchun reaksiyaning "haqiqiy tezligi" va "o'rtacha tezligi" degan tushunchalar kiritiladi. Odatda konsentratsiya mollarda, vaqt esa sekundlar yoki minutlarda ifodalanadi. Masalan, reaksiyaga kirishayotgan moddalardan birining boshlang'ich konsentratsiyasi 2 mol/l bo'lib, reaksiya boshlangandan keyin 8 sekund o'tgach 1,2 mol/l bo'lib qolsa, reaksiyaning o'rtacha  $2 - 1,2 / 8 = 0,1$  tezligi mol/l sek ga teng bo'ladi. Quyidagi umumiy tenglama bilan boradigan reaksiyaning tezligini ko'rib chiqamiz:  $A + B = S + D$

<sup>49</sup> G. L. Miessler, P. J. Fischer, D. A. Tarr "Inorganic chemistry", Pearson Edu., 2014, 438 p.

A – modda sarflangan sari reaksiyaning tezligi 15-rasmda ko‘rsatilgan kabi kamaya boradi.

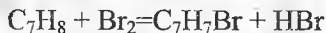


4.1-rasm. Reaksiyaga kirishayotgan moddalarning vaqt oralig‘ida o‘zgarishi.

Bunday reaksiyaning tezligi faqat muayyan vaqt oralig‘i uchun kelib chiqadi. Agar A moddaning konsentratsiyasi biror  $t_1$  vaqt da  $C_1$  kattalikka,  $t_2$  vaqtda esa  $C_2$  kattalikka teng bo‘lsa,  $\Delta t = t_1 - t_2$  vaqt birligida modda konsentratsiyasining o‘zgarishi  $\Delta C = C_2 - C_1$  bo‘ladi, bunda reaksiyaning o‘rtacha tezligi quyidagicha topiladi<sup>50</sup>:

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

Quyidagi reaksiya sifat o‘zgari bilan tushuntirish mumkin. Toluolga brom ta’sir ettirganda birinchi aralashma to‘q qo‘ng‘ir rang bo‘ladi, so‘ng vaqt o‘tishi bilan ocharib boradi. Rangsizlanishi benzil va bromid kislota hosil bo‘lishidan darak beradi.



Reaksiyaning tezligi doimo o‘zgarib turganligi uchun kimyoviy kinetikada faqat reaksiyaning haqiqiy tezligi "V" ko‘rib chiqiladi; haqiqiy tezlik deganda ma’lum vaqtda reaksiyaning ayni momentdagi tezligi tushuniladi. bunda ishoraga e’tibor berilmaydi. Moddalar o‘zaro ta’sir etishlari uchun ularning molekullari to‘qnashishi kerak. Vaqt

<sup>50</sup> G. L. Miessler, P. J. Fischer, D. A. Tarr "Inorganic chemistry", Pearson Edu., 2014, 439 p.

birligida to'qnashishlar soni molekularning harakat tezligiga bog'liq bo'ladi. Lekin har qanday to'qnashish ham yangi modda hosil bo'lishiga olib kelmaydi. O'zaro ta'sir faqat ma'lum energiya zaxirasiga ega bo'lgan molekular o'rtasida sodir bo'ladi. **Bunday molekular aktiv molekular deyiladi. Bir mol modda tarkibidagi barcha molekularni "aktiv" holatga keltirish uchun zarur bo'lgan energiyaga aktivlanish energiyasi ( $E_{\text{aktiv}}$ ) deyiladi.** U kkal/mol, kJ/mol bilan ifodalanadi. Shu kabi zarrachalarning to'qnashish soni hajm birligidagi molekularning soniga, ya'ni reaksiyaga kirishuvchi moddalarning konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi.

### **Reaksiya tezligining konsentratsiyaga bog'liqligi**

Kimyoviy reaksiyaning tezligi reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasiga bog'liq; konsentratsiya qancha katta bo'lsa, hajm birligida shuncha ko'p molekula bor bo'lib, ularning to'qnashuvi ortadi va reaksiya mahsulotiga aylanadi, natijada reaksiya shuncha tez boradi. Vaqt o'tishi bilan kimyoviy reaksiyaning tezligi kamayadi. Bunga sabab shuki, reaksiyaga kirishuvchi moddalarning konsentratsiyasi vaqt o'tishi bilan kamayishi molekularning bir-biri bilan to'qnashuv ehtimolini kamaytiradi. Reaksiya tezligining reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasiga bog'liqligini o'rganish **massalar ta'siri qonunining** kashf etilishiga (1867) sabab bo'ldi. Bu qonun Guldberg va Vaagetomonidan kashf etilgan bo'lib quyidagicha ifodalanadi: **"O'zgarmas haroratda kimyoviy reaksiyalarning tezligi reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyalarining ko'paytmasiga to'g'ri proporsionaldir"**. Agar reaksiya tenglamasida stexiometrik koeffitsientlar bo'lsa, ular hisobga olinadi va daraja ko'rsatgichida yoziladi:

Umumiy ko'rinishda yozilgan quyidagi reaksiya tenglamasi uchun  $nA + mB = pC + dD$  massalar ta'siri qonuniga asosan reaksiya tezligi quyidagicha ifodalaniladi<sup>51</sup>:  $V = K C_A^n + C_B^m$  yoki  $V = K [A]^n [B]^m$   $C_A$  va  $C_B$  lar – A va B moddalarning ayni vaqtdagi molyar konsentratsiyalari, mol/l;

$n$  va  $m$  lar reaksiyaga kirishayotgan moddalarning stexiometrik koeffitsientlari  $K$  – reaksiyaning tezlik konstantasi.

<sup>51</sup> G. L. Miessler, P. J. Fischer, D. A. Tarr "Inorganic chemistry", Pearson Edu., 2014, 440 p.





*Yechish.* Hajmning o'zgarishidan oldin  $\text{SO}_2$  va  $\text{O}_2$  larning bug' bosimlari tegishlicha  $P_{\text{SO}_2}$  va  $P_{\text{O}_2}$  ga teng bo'lsin. Bu holda:

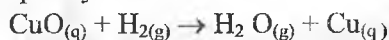
$V = K P^2 \text{SO}_2 P_{\text{O}_2}$  bo'ladi, hajmning ikki marta kichraytirilishi tezlik tenglamasida quyidagicha o'z ifodasini topadi:

$$V = K \cdot 2P_{\text{SO}_2}^2 \cdot 2P_{\text{O}_2} = K \cdot 8 P^2 \text{SO}_2 P_{\text{O}_2}$$

Demak, tezlik oldingiga nisbatan 8-marta oshar ekan.

Bir necha oraliq reaksiyalar orqali sodir bo'ladigan murakkab kimyoviy jarayonlarning tezligi mana shu eng sekin boradigan oraliq reaksiyalarning stexiometrik tenglamasi bilan aniqlanadi. Geterogen tizimdagi kimyoviy reaksiyalarda, ya'ni reaksiyalarda gaz, erigan moddalar bilan bir qatorda qattiq moddalar ham ishtirok etsa, u qattiq moddalar reaksiyaga chegara sirt – yuzasi bilan kirishadi. Qattiq modda qancha mayda bo'lsa, reaksiyaga kirishuvchi yuza shuncha katta va kimyoviy reaksiya tezligi ham shuncha yuqori bo'ladi. Shunga ko'ra, qattiq modda yuzasining katta yoki kichikligi tezlikka ta'sir etuvchi omillardan biri bo'lib hisoblanadi.

Massalar ta'siri qonunini quyidagi geterogen tizimdagi reaksiya uchun qo'llaylik:



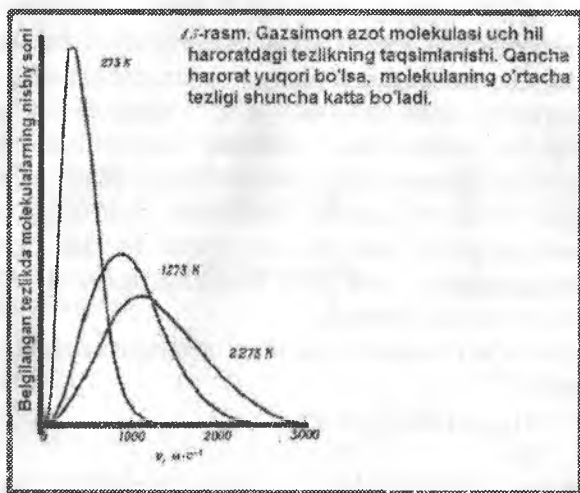
$$V = K \cdot P \text{H}_2$$

Yuqoridagi tenglamadan qo'rinib turibdiki, bu reaksiya tezligining ifodasiga qattiq moddalar kirmaydi, chunki, ularning konsentratsiyasi o'zgarmasdir, ya'ni bu reaksiyaning tezligi faqat vodorodning konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi.

## REAKSIYA TEZLIGIGA HARORATNING TA'SIRI

Atom va molekullarning qo'zg'algan holatlarida reaksiyaga kirishish xususiyati kuchayadi. Zarrachalarni qo'zg'atish uchun, masalan, temperaturani oshirish, bosimni ko'paytirish, reaksiyaga kirishayotgan moddalarga rentgen nurlari, ultra-binafsha nurlar,  $\gamma$ -nurlar ta'sir ettirish kerak. Harorat o'zgarganda reaksiya tezligining o'zgarishiga sabab, uning tezlik konstantasi "K" ning o'zgarishidir. Masalan, 0°S da reaksiyaning tezlik konstantasi 1 ga teng bo'lsa, 10°S da 2 ga teng bo'ladi, 20° S da 4 ga, 30° S da 8 ga, 40°S da 16 ga, 50°S da 32ga, 60°S da 64 ga, 70°S da 128ga, 80°S da 256 ga, 90°S da 512 ga, 100°S da esa

1024 ga teng bo‘ladi. Reaksiya tezligining haroratga bog‘liqligini Vant-Goff aniqladi va quyidagi qoidani e‘lon qildi: “**Harorat har 10 gradusga ko‘tarilganda reaksiyalar tezligi 2–4 marta ortadi**”. Faraz qilaylik, biror reaksiyaning tezligi har 10°S da 8-martayoki 100% ortsin. U holda agar 0°S da reaksiya tezligi 1 ga teng bo‘lsa, harorat 100°ortganda reaksiya tezligi 1000-marta ortadi.



Agar  $t_1^{\circ}\text{S}$  dagi tezlikni  $V_{t1}$  bilan,  $t_2^{\circ}\text{S}$  gradusdagi tezlikni  $V_{t2}$  bilan belgilasak, reaksiya tezligining temperatura bilan bog‘liqligi quyidagi matematik ifoda bilan ifodalanadi<sup>52</sup>:

$$V_{t2} = V_{t1} \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}}$$

Bu yerda  $\gamma$  – harorat 10°S ko‘tarilganda reaksiya tezligining necha marta ortishini ko‘rsatuvchi son, **u reaksiyaning harorat koeffitsienti** deb ataladi.

Vant-Goff qoidasiga binoan, gomogen reaksiyalar tezliklarining harorat koeffitsientlari 2–4 ga teng bo‘ladi. Ko‘pchilik reaksiyalarning harorat koeffitsientlari bir-biridan kam farq qiladi, ba‘zan farq qilgan hollar kam uchraydi. Yuqoridagi misollarda harorat arifmetik progressiya bo‘yicha ko‘paygan hollarda reaksiya tezligi geometrik progressiya bo‘yicha ortishini kuzatdik. 1889-yili Arrhenius tezlik

<sup>52</sup> G. L. Miessler, P. J. Fischer, D. A. Tarr “Inorganic chemistry”, Pearson Edu., 2014, 443 p.

konstrantasi bilan harorat o'rtasida bog'lanish borligini aniqlab, bu bog'lanishni quyidagi empirik formula bilan ifodaladi<sup>53</sup>:

$$lqK = CV/T$$

bu yerda K-reaksiyaning tezlik konstantasi, C va V-ayni reaksiya uchun xos konstantalar. T-absolyut harorat.

Faqat effektiv to'qnashuvlarga kimyoviy reaksiya sodir bo'lishiga olib keladi. **Effektiv to'qnashuv** deyilganda aktiv molekularning to'qnashuvi tushuniladi. **Aktivlanish energiyasiga ega bo'lgan molekula aktiv molekula deyiladi.** Reaksiyaning tezligi aktivlanish energiyasiga teskari proposionaldir. Bu nazariyaga asosan reaksiyaning tezligi, ikki xil xarakterlanadi: 1. Aktiv molekular sonini oshirish uchun harorat ko'tariladi. 2. Aktivlanish energiyasini kamaytirish yo'li bilan reaksiya tezligi o'zgartiriladi. Bunga muvofiq kimyoviy reaksiyaga – ayni reaksiyani amalga oshirish uchun yetarli energiyasi bo'lgan aktiv molekulargina kirishadi. Noaktiv molekularga kerakli qo'shimcha energiya berib, ularni aktiv molekularga aylantirish mumkin, bu jarayon aktivlanish deyiladi. Molekulani aktivlanish usullaridan biri yuqorida eslatib o'tilganidek temperaturani oshirish yo'lidir.

Harorat ko'tarilganda aktiv molekular soni geometrik progressiya bo'yicha ko'payadi, natijada reaksiya tezligi ortadi. **Reaksiyaga kirishuvchi moddalar molekularini aktiv molekularga aylantirish uchun berilishi lozim bo'lgan energiya aktivlanish energiyasi** deyiladi. Uning kattaligi tajriba yo'li bilan aniqlanadi va Ea harfi bilan belgilanadi. Odatda kJ/mol da ifodalanadi.

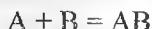
## KATALIZ JARAYONLARI

**Reaksiya tezligini o'zgartirib, reaksiya mahsulotlari tarkibiga kirmaydigan moddalar katalizatorlar** deyiladi. Ilgari aytilganidek, reaksiya tezligini oshirish yo'llaridan biri reaksiyaning aktivlanish energiyasini kamaytirishdir. Reaksiyalarning aktivlanish energiyasi katalizatorlar yordamida kamaytiriladi: ko'pchilik katalizatorlar reaksiyaning tezligini minglab marta oshirib yuboradi. Qaytar jarayonlarda katalizator to'g'ri va teskari reaksiyalar tezligini bir xil darajada o'zgartiradi. Demak, muvozanat konstantasi kattaligini o'zgartirmagani holda muvozanatning tez qaror topishiga imkon beradi. **Reaksiya tezligining katalizator ta'sirida o'zgarishi kataliz xodisasi**

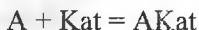
---

<sup>53</sup> G. L. Miessler, P. J. Fischer, D. A. Tarr "Inorganic chemistry", Pearson Edu., 2014, 443 p.

deyiladi. Kataliz ikki xil: **gomogen va getergen katalizga** bo'lindi. Agar katalizator hamda reaksiyaga kirishuvchi moddalar bir fazada bo'lsa, bu **gomogen kataliz** deyiladi. **Getergen katalizda**<sup>54</sup> reaksiyaga kirishuvchi moddalar va katalizator har xil fazada bo'ladi. Getergen katalizda katalizator, ko'pincha qattiq modda bo'ladi. Katalizatorning reaksiya tezligiga ta'sirining mohiyati shundani boratki, reaksiyaga kirishuvchi modda bilan katalizator orasida oraliq birikma hosil bo'ladi. Sekin boradigan reaksiya



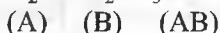
Reaksiyaga kirisha oladigan oraliq birikma AKat hosil qilishi natijasida tezlashadi



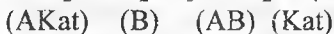
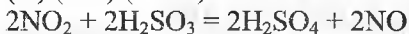
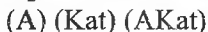
Oraliq birikma AKat dastlabki olingan ikkinchi modda B bilan reaksiyaga kirishib AB moddani hosil qiladi



Ko'rib o'tilgan sxemadan katalizatorning har bir zarrachasi reaksiyada juda ko'p marta qatnashishi mumkin ekanligi ma'lum bo'ldi. Gomogen katalizga sulfat kislotaning havodagi kislorod bilan oksidlanishi misol bo'la oladi:



Bu reaksiya juda sekin boradi. Lekin, azot (II)-oksid ishtirokida bu reaksiya quyidagi jarayonlar sodir bo'lishi natijasida ancha tez boradi:



Katalizator (Kat) rolini o'ynagan azot (II)-oksid o'zgarmay qolganligi tenglamadan ko'rinib turibdi.

Getergen katalizda o'zaro ta'sir etuvchi moddalar katalizator sirtida reaksiyaga kirishadi. Reaksiyaga kirishuvchi moddalar molekullari kataliz hodisasidan oldin, adsorbent sirtida alohida nuqtalarga adsorbsiyalanadi. Katalizatorning aktiv markazlari deb ataladigan bu nuqtalardan adsorbsiyalangan molekullar o'zgaradi, buning natijasida oxirgi mahsulot hosil bo'lishi tezlashadi

<sup>54</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 742 p.

Geterogen katalizga vodorod va kislorod bilan Pt katalizatori orqali oksidlanishi misol bo'la oladi:



(A) (B) (AB)



4.6-rasm. Katalizsiz va katalizli reaksiyalarda aktivlanish energiyasi o'zgarishi diagrammasi.



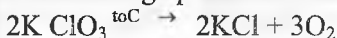
4.7-rasm. Kataliz reaksiyalarda atomlarning harakatlari.

Geterogen katalizni A.S.Sultonov, G'.X.Xo'jaev, A.Abduqodirov va boshqalar chuqur o'rganishib, bu sohada anchagina yangiliklar yaratdilar. Olimlar ishlamalari neftni qayta ishlash, ikkilamchi mahsulotlarni ishga solish va yuqori unumli katalizatorlardan foydalanishni ko'zda tutgandir.

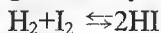
## KIMYOVIY MUVOZANAT

Ma'lum chegaralangan hajmdagi jismlar guruhi tizim deyiladi. Tizimni tashkil qiluvchi moddalar bir-biriga ta'sir etib turadi. Tizim gomogen, ya'ni bir jinsli (masalan, gazlar aralashmasi, gazlar yoki tuzlar eritmasi) va geterogen, ya'ni bir-biridan fizik va kimyoviy xossalari jihatdan farq qiladigan ajratish yuzasi bilan chegaralangan yoki bir necha qismdan tuzilgan bo'ladi. Suv bilan kerosin, simob bilan suv, suv bilan qattiq moddalar aralashmasi bunga misol bo'la oladi.

Gomogen tizim bir fazada, geterogen tizim esa ikki yoki undan ortiq fazalardan tuzilgan bo‘ladi. Kimyoviy reaksiyalarning ko‘pi oxirigacha boradi. Masalan, bertole tuzi qizdirilganda kaliy xlorid tuziga va kislorodga parchalanadi:



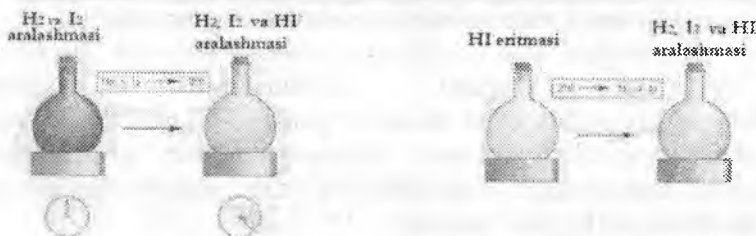
Lekin shu sharoitda kaliy xlorid tuz bilan kislorod birikib, qaytadan bertole tuzini hosil qilmaydi. Shuning uchun bunday reaksiyalar amaliy jihatdan qaytmas, boshqacha aytganda, **bir tomonlama boruvchi reaksiyalar** deb ataladi<sup>55</sup>. Vodorod bilan yod orasidagi bo‘ladigan reaksiya esa boshqacha xarakterga ega:



Shu sharoitning o‘zida vodorod yodid, dastlabki moddalarni hosil qilishi mumkin:



Shunday qilib, ayni haroratda bir-biriga qarama-qarshi bo‘lgan ikki reaksiya boradi. **Bir sharoitning o‘zida ikki tomonga bora oladigan jarayon qaytar, boshqacha qilib aytganda ikki tomonlama boradigan jarayon deyiladi.** Kimyoviy jarayonlarning qaytar ekanligini ko‘rsatish uchun, reaksiya tenglamasidagi tenglik belgisi o‘rniga qarama-qarshi yo‘nalgan ikkita strelka qoyiladi.



4.8-rasm.  $\text{H}_2 + \text{I}_2$  aralashmasi  $400^{\circ}\text{S}$  haroratda  $\text{HI}$ ga o‘tishi va aksincha.

Ayni sharoitning o‘zida qarama-qarshi yo‘nalishda ketadigan reaksiyalar odatda oxirigacha bormaydi.

Ko‘pchilik kimyoviy reaksiyalar qaytar bo‘lib, ular bir vaqtning o‘zida qarama-qarshi tomonga boradi, chunki bunda hosil bo‘lgan re-

<sup>55</sup> G. L. Miessler, P. J. Fischer, D. A. Tarr “Inorganic chemistry”, Pearson Edu., 2014, 446 p.

aksiya mahsulotlari o'zaro reaksiyaga kirishib yana qaytadan reaksiya uchun olingan moddalarni hosil qiladi. Qaytar reaksiyalar umumiy tarzda quyidagicha ifodalanishi mumkin:



Massalar ta'siri qonuniga ko'ra, to'g'ri (chapdan o'ngga boradigan) reaksiya tezligi A hamda B moddalarning konsentratsiyalari ko'paytmasiga to'g'ri proporsionaldir (moddalar konsentratsiyalari odatda molyar konsentratsiyada ifodalanadi). Shunday qilib to'g'ri reaksiyaning tezligi:

$$V_1 = K_1 C_A^a C_B^b \text{ formula bilan ifodalanadi.}$$

Bu yerda:  $V_1$  - to'g'ri reaksiyaning tezligi,  $K_1$  - to'g'ri reaksiyaning tezlik konstantasi,  $C_A^a$  - A moddaning konsentratsiyasi,  $C_B^b$  - B moddaning konsentratsiyasi. Teskari reaksiyaning tezligi esa o'z navbatida quyidagicha ifodalanadi<sup>56</sup>:

$$V_2 = K_2 C_S^c C_D^d \text{ bu yerda}$$

$K_2$  - teskari reaksiyaning tezlik konstantasi,  $V_2$  - teskari reaksiyaning tezligi,  $C_S^c$  - S moddaning konsentratsiyasi,  $C_D^d$  - D moddaning konsentratsiyasi.

Vaqt o'tishi bilan reaksiyaga kirishayotgan moddalarning konsentratsiyalari kamayishi natijasida to'g'ri reaksiyaning tezligi  $V_1$  kamayadi, teskari reaksiyaning tezligi  $V_2$  esa ortadi, chunki olingan moddalarning konsentratsiyalari kamayib, hosil bo'layotgan moddalarning konsentratsiyalari ortib boradi. Nihoyat, ma'lum bir vaqtdan keyin ularning tezligi o'zaro tenglashib qoladi ( $V_1=V_2$ ) va natijada kimyoviy muvozanat qaror topadi. To'g'ri reaksiya bilan teskari reaksiyalarning tezliklari o'zaro tenglashgan holat kimyoviy muvozanat deb ataladi. **Reaksiyada ishtirok etayotgan moddalarning muvozanat holatdagi konsentratsiyalari esa muvozanat konsentratsiyalari** deyiladi. Yuqorida qayd qilinganidek kimyoviy muvozanat vaqtida  $V_1=V_2$ , ya'ni

$$K_1 \cdot C_A^a \cdot C_B^b = K_2 \cdot C_S^c \cdot C_D^d \text{ bo'ladi.}$$

Ma'lum bir haroratda  $K_1$  va  $K_2$  o'zgarmas kattaliklar bo'lgani uchun ularning nisbati ham o'zgarmas kattalikdir G. L. Miessler, P. J. Fischer, D. A. Tarr "Inorganic chemistry", Pearson Edu., 2014, 449 p.:

$$\frac{K_1}{K_2} = K \text{ yoki } K_s = \frac{C_S^c \cdot C_D^d}{C_A^a \cdot C_B^b}$$

<sup>56</sup> G. L. Miessler, P. J. Fischer, D. A. Tarr "Inorganic chemistry", Pearson Edu., 2014, 447 p.

Bu yerda  $K_s$  – molyar konsentratsiya yordamida ifodalangan muvozanat konstantasi.  $K_s$  turli reaksiyalar uchun ma'lum qiymatga ega bo'lib faqat harorat o'zgarishi bilan o'zgaradi. Ma'lumki, doimiy haroratda moddaning bug' bosimi uning konsentratsiyasiga proporsional bo'ladi. Shuning uchun gaz muhitida boradigan reaksiyalarda konsentratsiya o'rni bug' bosimdan foydalaniladi. Bu holda muvozanat konstantasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$K_m = \frac{P_S^s \cdot P_D^d}{P_A^a \cdot P_B^b}$$

Bu yerda  $K_m$  – bug' bosimlar bilan ifodalangan muvozanat konstantasi.

$K_s$  va  $K_m$  o'rtasidagi munosabatni topish uchun Mendeleyev – Klapeyron tenglamasi  $PV = nRT$  dan foydalanib,  $P = n / v RT$  ni keltirib chiqaramiz.

$V$  konsentratsiyani ifodalagani uchun  $P = CRT$  deb yozish mumkin. Masalan,  $A$  modda uchun bosimni quyidagicha ifodalasak,

$$P_A = C_A \cdot RT$$

*Kimyoviy muvozanat holatiga quyidagi uchta qoida taalluqli bo'ladi:*

1. Agar tizim bir sharoitda kimyoviy muvozanat holatda bo'lsa, vaqt o'tishi bilan uning tarkibi o'zgar olmaydi.

2. Agar kimyoviy muvozanatda turgan tizim tashqi ta'sir or-qali muvozanat holatidan chiqarilsa, tashqi ta'sir yo'qotilganda tizim yana muvozanat holatiga qaytadi.

3. Qaytar reaksiya mahsulotlarini o'zaro reaksiyaga kiritish yo'li bilan yoki reaksiya uchun olingan moddalarni bir-biriga ta'sir ettirish yo'li bilan kimyoviy muvozanat holatiga erishish mumkin.

Kimyoviy muvozanatga konsentratsiya, bosim va haroratning ta'siri Le-Shatele prinsipi asosida tushuntiriladi. Le-Shatele prinsipi quyidagicha ta'riflanadi: «**Kimyoviy muvozanat holatidagi tizimga tashqaridan ta'sir etilib, uning biror sharoiti o'zgartirilsa, tizimda o'sha tashqi ta'sirni kamaytirishga intiladigan jarayon kuchayadi**».

Kimyoviy muvozanatga konsentratsiya, harorat va bosim ta'sirini Le-Shatele prinsipi asosida ko'rib chiqamiz.

### **Kimyoviy muvozanat holatiga haroratning ta'siri**

Le-Shatele prinsipiga muvofiq, kimyoviy muvozanatdagi tizimning harorati oshirilganda kimyoviy muvozanat harorat pasayadigan, ya'ni issiqlik yutiladigan reaksiya tomoniga siljiydi.

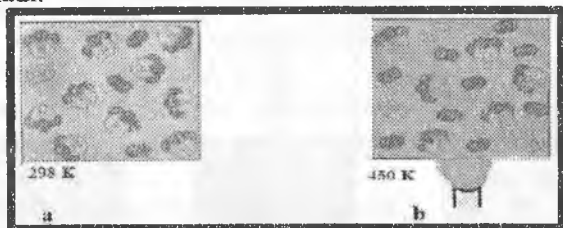


Aksincha, haroratning pasaytirilishi kimyoviy muvozanatni issiqlik ajralib chiqadigan reaksiya tomoniga siljitadi. Demak, temperaturaning ko'tarilishi endotermik reaksiyaning borishiga, pasayishi esa, ekzotermik reaksiyaning borishiga yordam beradi.

Masalan:  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3 + 19,6 \text{ kJ}$  tenglama bilan ifodalangan muvozanat tizimi olsak,  $\text{SO}_3$  ning hosil bo'lishi ekzotermik reaksiya bo'lganligi uchun Le-Shatele prinsipiga ko'ra, temperatura oshirilganda  $\text{O}_2$  ajraladi, ya'ni muvozanat o'ngdan chapga quyidagi yo'nalishda siljiydi:  $2\text{SO}_3 = 2\text{SO}_2 + \text{O}_2$

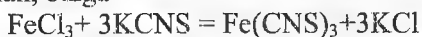
Aksincha, harorat pasaytirilganda  $\text{SO}_2$  bilan  $\text{O}_2$  birikib  $\text{SO}_3$  hosil qiladi, ya'ni muvozanat  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$  reaksiya tomonga siljiydi.

Ammiakning dissotsiyalanishi  $2\text{NH}_3 = \text{N}_2 + 3\text{H}_2$  endotermik reaksiya bo'lib, issiqlik yutilishi bilan boradi. Le-Shatele prinsipiga ko'ra, harorat oshishi dissotsiyalangan  $\text{NH}_3$  molekulasini issiqlik yutishiga qarshilik qiladi.



4.9-rasm. Kimyoviy muvozanatga haroratning ta'siri.

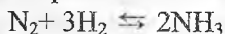
**Kimyoviy muvozanatga konsratsiyaning ta'siri.** Kimyoviy muvozanat holatidagi tizimda moddalardan birining konsratsiyasi oshirilsa, tizimda mumkin bo'lgan reaksiyalardan shunday reaksiya kuchayadiki, natijada konsratsiyasi oshirilganda moda sarf bo'ladi. Masalan, bizga



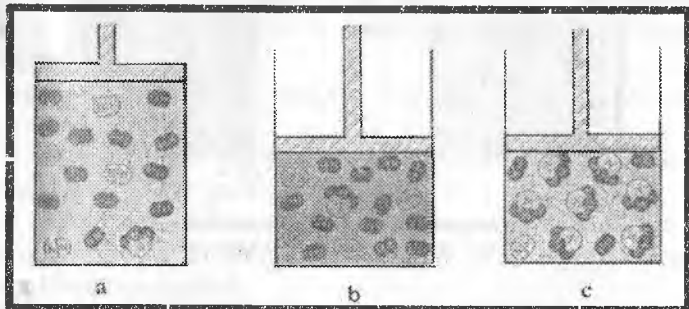
Tenglamasi bilan ifodalangan muvozanat tizim. Bu reaksiyada  $\text{FeCl}_3$  ning konsratsiyasi oshirilsa, muvozanat to'g'ri reaksiyaning tezligi ortadigan tomonga, ya'ni o'ng tomonga siljiydi.  $\text{KCl}$  ning konsratsiyasi oshirilsa, muvozanat teskari reaksiyaning tezligi ortadigan tomonga qarab, ya'ni chapga siljiydi.

**Kimyoviy muvozanat holatiga bosimning ta'siri.** Gazsimon moddalar ishtirok etadigan va hajm o'zgaradigan tizimlarda kimyoviy muvozanat bosim o'zgarishi bilan o'zgaradi. Le-Shatele prinsipiga muvofiq agar muvozanat holatda turgan tizimning bosimi oshirilsa, kimyoviy muvozanat bosimini kamaytiruvchi reaksiya tomonga

sildi: aksincha bosim kamaytirilsa, muvozanat bosimni oshiruvchi reaksiya tomonga sildi. Lekin shuni ham esda tutish kerakki, o'zgarmas haroratda va reaksiya olib borilayotgan berk idishda bosim o'zgarishi uchun molekularning umumiy soni kimyoviy reaksiya natijasida o'zgarishi lozim. Misol tariqasida  $N_2$  va  $H_2$  dan  $NH_3$  hosil bo'lish reaksiyasini ko'rib chiqamiz:



Reaksiya tenglamasidan bir molekula azot va uch molekula vodorod bilan birikib, ikki molekula ammiak hosil bo'lish ko'rinib turibdi. Masalan, shunday muvozanatda turgan tizimning bosimini oshirsak, muvozanat hajmi kamayishi bilan boradigan reaksiya tomonga siljiydi. Aksincha, bosim pasaytirilsa, muvozanat molekular soni ko'payadigan reaksiya tomoniga siljiydi. Kimyoviy kinetika ta'limotiga ko'ra kimyoviy muvozanat  $V_1 = V_2$  bo'lgandagina amalga oshadi.



4.10-rasm. Muvozanatga bosimning ta'siri:

*a – muvozanatning dastlabki holati; b – gaz siqilishdan bosim ortadi, to'qashishlar soni ko'payadi; c – ammiak molekulari hosil bo'lish hisobiga bosim pasayishiga olib keladi.*

### Qaytarish uchun savollar

1. Kimyoviy kinetika nima?
2. Geterogen va gomogen reaksiyalar deb qanday jarayonlarga aytiladi?
3. Kimyoviy reaksiyalar tezligi qanday omillarga bog'liq bo'ladi?
4. Katalitik jarayonlar qanday omillarga bog'liqligini misollarda tushuntiring.
5. Qanday reaksiyalar qaytar va qaytmaz reaksiyalar deb ataladi?
6. Kimyoviy muvozanat sodir bo'lishiga qanday omillar ta'sir etadi?

7. Kimyoviy muvozanatdagi tizimni qanday omillar ta'sirida siljitish mumkin?

8. Le-Shatele prinsipi va undan qanday xulosalar kelib chiqadi?

### TEST topshiriqlari

1. Temperatura koeffitsienti 2 bo'lgan reaksiyada temperatura  $30^{\circ}\text{S}$ ga kamaytirilganda reaksiya tezligi necha marta kamayadi?

A) 2 B) 4 C) 8 D) 16 E) 32

2. Temperatura koeffitsienti 3 bo'lgan reaksiyada temperaturani  $30^{\circ}\text{S}$  dan  $50^{\circ}\text{S}$ gacha ko'tarilganda reaksiya tezligi necha marta ortadi?

A) 2-marta ortadi B) 3-marta ortadi  
C) 9-marta ortadi D) 12-marta ortadi

3. Bosimning ortishi bilan muvozanatning chapga siljiydigan reaksiyalarni tanlang.

1)  $\text{N}_2 + \text{H}_2 = \text{NH}_3$ ; 2)  $\text{NO}_2 = \text{NO} + \text{O}_2$ ; 3)  $\text{N}_2\text{O}_4 = \text{NO}_2$ ;  
4)  $\text{N}_2 + \text{O}_2 = \text{NO}_2$ ; 5)  $\text{SO}_2 + \text{O}_2 = \text{SO}_3$ ; 6)  $\text{PCl}_5 = \text{PCl}_3 + \text{Cl}_2$ ;  
A) 1,5 B) 3,6 C) 4,5 D) 2,5 E) 2,3,6

4. Amiakning kislorod ishtirokida oksidlanish reaksiyasida kislorod konsentratsiyasi 3-marta oshirilsa, reaksiya tezligi qanday o'zgaradi?

A) 9-marta ortadi B) 27-marta ortadi  
C) 729-marta ortadi D) 54-marta ortadi E) 81-marta ortadi

### Kimyoviy muvozanat

Bir xil sharoitda ikki qarama-qarshi tomonga ham boradigan reaksiyalarga qaytar reaksiyalar deyiladi. To'g'ri reaksiya boshlang'ich moddalar molekulari o'zaro ta'sir etganda sodir bo'ladi.

Reaksiya mahsulotni molekulari o'zaro ta'sir etadigan reaksiyalar teskari reaksiyalar deyiladi. Qaytar jarayonlarda shunday holat yuz beradiki, u vaqtda to'g'ri reaksiyaning tezligi qaytar reaksiyaning tezligiga teng bo'ladi. Sistemaning bu holatiga kimyoviy muvozanat deyiladi. Masalan:  $\text{I}_2 + \text{H}_2 = 2\text{HI}$

$$v_{\text{to'g'ri}} = K_1[\text{I}_2][\text{H}_2]; v_{\text{tesk}} = K_2[\text{HI}]^2$$

Muvozanat qaror topganda:  $v_{\text{to'g'ri}} = v_{\text{tesk}}$ ,  $K_1[\text{I}_2][\text{H}_2] = K_2[\text{HI}]^2$

$$K_{\text{muv}} = K_1 / K_2 = [\text{HI}]^2 / ([\text{I}_2][\text{H}_2])$$

Bu yerda:  $K_{\text{muv}}$  – muvozanat konstantasi,  $K_1$  va  $K_2$  reaksiyaga kirish uchi moddalar konsentratsiyasiga bog'liq emas.

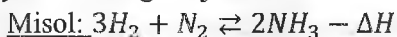
Lekin reaksiyalarning ikkalasi ham to'xtamasdan davom etadi, shuning uchun bu muvozanat dinamik muvozanat deyiladi.

Agar muvozanatdagi sistema sharoitining birortasi (bosim, konsentratsiya, harorat o'zgartirilsa muvozanat buzilishi kuzatiladi. Bunga muvozanatning siljishi deyiladi. Muvozanat siljishining qaysi tarafga yo'nalishini Le-Shatele prinsipiga asosan aniqlash mumkin.

"Agar kimyoviy muvozanat holatidagi sistemaning biror sharoitini (konsentratsiyasi, harorati, bosimi) o'zgartirilsa, u holda muvozanat, ro'y bergan o'zgarishni kamaytirish tomonga siljiydi".

Le-Shatele prinsipidan quyidagi xulosalar kelib chiqadi:

1. Gaz moddalar ishtiroq etayotgan sistemada bosimning ortishi, muvozanatning molekular soni kam bo'lgan gazlarning hosil bo'lish reaksiyasi tomonga siljitadi.



Yuqoridagi misolda bosim ortishi bilan muvozanat to'g'ri reaksiya tomoniga, ya'ni o'ngga ( $NH_3$ ) ammiak hosil bo'lish tomonga siljiydi.

2. Harorat oshirilsa, muvozanat endotermik jarayon tomonga siljiydi. Yuqoridagi misolda teskari reaksiya tomoniga, ya'ni chapga siljiydi.

3. Dastlabki moddalarning konsentratsiyasi ortsa, to'g'ri reaksiyaning tezligi oshadi va muvozanat o'ngga siljiydi. Bu esa, konsentratsiyasi o'zgargan moddalarning ko'proq sarf bo'lishiga va yangi muvozanatni qaror topishiga olib keladi.

Misol 1. Reaksiyaga kirishayotgan moddalarning konsentratsiyalari  $[A] = 0,4$  mol/l va  $[B] = 0,8$  mol/l bo'lganda  $2A + B =$  Reaksiyaning tezligi  $V = 0,0256$  mol/lsekga teng. Reaksiyaning tezlik konstantasini hisoblang.

Yechish. Massalar ta'siri qonuniga asosan reaksiyaning tezligi  $V = K[A][B]$  formula yordamida aniqlanadi. Bundan:

$$K = \frac{V}{[A]^2[B]} = \frac{0,0256}{[0,4]^2 \cdot [0,8]} = 0,0266 = 2,66 \cdot 10^{-2}$$

Misol 2. Amalga oshirilgan  $2HCl + O_2 \rightleftharpoons 2H_2O + Cl_2$  reaksiyaning muvozanat konstantasi  $K = 6$ . Reaksiyada qatnashgan xloridkislota, kislorod va hosil bo'lgan suvning konsentratsiyalari quyidagicha:  $[HCl] = 4$  mol/l,  $[O_2] = 1$  mol/l,  $[H_2O] = 2$  mol/l.

Xlarning konsentratsiyasi hisoblansin.

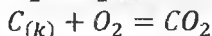
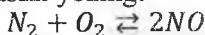
Yechish. Massalar ta'siri qonuniga asosan:

$$K = \frac{[H_2O]^2[Cl_2]}{[HCl]^2[O_2]} \quad \text{bu tenglikdan} \quad [Cl_2] = \frac{K[HCl]^2[O_2]}{[H_2O]^2} = \frac{6 \cdot 4^2 \cdot 1}{2^2} =$$

24 mol/l

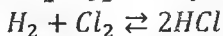
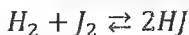
### Foydalanish uchun savollar

1. Kimyoviy reaksiyaning tezligi qanday omillarga bog'liq bo'ladi? Quyidagi tenglamalar bilan ifodalangan kimyoviy reaksiyalar tezligining matematik ifodasini yozing:



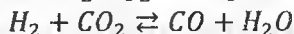
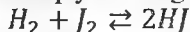
2. Reaksiya tezligining harorat koeffitsienti deb nimaga aytiladi? Harorat koeffitsienti 2 ga teng bo'lganda, haroratni 20°C dan 50°C ga ko'tarilganda reaksiya tezligi necha marta ortadi?

3. Quyidagi reaksiyalarning aktivlanish energiyasi tegishli ravishda 167 kJ/mol va - 138 kJ/mol ga teng. Bir xil haroratda qaysi reaksiya tez boradi?

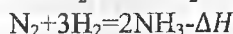


4. Azot bilan vodorod o'rtasidagi reaksiya muvozanatda bo'lib, quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:  $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$  [ $N_2$ ] = 0,01 mol/l, [ $H_2$ ] = 3,6 mol/l [ $NH_3$ ] = 0,4 mol/l ga teng. Vodorod va azotning dastlabki konsentratsiyasini va reaksiyaning muvozanat konstantasini topilsin.

5. Le-Shatele prinsipini ta'riflang. Quyidagi qayta reaksiyalar muvozanati bosim ortishi bilan qaysi tarafga siljiydi?



Ushbu reaksiyalarga haroratning pasayishi qanday ta'sir ko'rsatadi:



6. Quyidagi sistema to'g'ri reaksiyaning tezligini 4-marta oshirish uchun uglerod (II) oksid (CO) ning konsentratsiyasi o'zgartirish kerak?



## V BOB

### ERITMALAR. ERITMALARNING XOSSALARI. ERITMALARNI KONSENTRATSIYA ORQALI IFODALASH USULLARI

#### Mavzu rejasi

1. Eritmalar va ularni konsentratsiyalarini ifodalash usullari.
2. Eritmalar xosil bo'lishiga ta'sir etuvchi omillar.
3. Eritmalarning xossalari. Vant-Goff, Raulning birinchi va ikkinchi qonunlari.
4. Kislota va asos nazariyalari.

Eritmalar keng tarqalgan bo'lib, atrofimizni o'rab va bizga hayot bag'ishlab turgan havo, hammaga tanish bo'lgan latun, biologik suyuqliklar bo'lgan qon, limfa va boshqalar ularga misol bo'la oldi.

**Nisbiy miqdori keng ko'lamda o'zgara oluvchi ikki va undan ortiq komponent – tarkibiy qismlardan tashkil topgan qattiq yoki suyuq gomogen faza eritma deyiladi.**



● Erituvchi molekula

■ Erituvchi molekula yoki ion

### ERITMALARNING UMUMIY XOSSALARI. KONSENTRASIYANI IFODALASH USULLARI

Barcha eritmalar **erigan moddalar** va **erituvchidan** tashkil topgan bo'ladi, bunday muhitda moddalar molekula yoki ionlar sifatida bir tekis tarqaladi. Eritmalar tarkibining doimiy emasligi ularni mexanik aralashmalarga yaqinlashtiradi, ammo o'zining bir jinsliliği bilan ulardan farqlanadi.

Erigan modda bilan muvozanatda bo'lgan eritma to'yingan hisoblanadi. Bular kam tarqalganligi sababli u qadar amaliy ahamiyatga ega emas. Amaliyotda to'yinmagan eritmalar, ya'ni tarkibida erigan modda konsentratsiyasi kamroq bo'lgan eritmalar ko'p ishlatiladi.

**Eritma yoki erituvchining ma'lum hajmida erigan moddaning miqdori eritmaning konsentratsiyasi deyiladi.**

**Eritmada erigan modda konsentratsiyasi yuqori bo'lganda konsentrlangan, kam bo'lganda suyultirilgan eritma deb yuritiladi<sup>57</sup>.**

Konsentratsiyani ifodalashning bir necha miqdoriy usullari ma'lum.

**1. Massa ulushi ( $\omega$ ) – eruvchi modda massasi eritma massasiga nisbatiga aytiladi.**

$$\omega = \frac{m_{\text{erugan modda}}}{m_{\text{eritma}}} = \frac{a}{a+b}$$

$$m_{\text{eritma}} = m_{\text{erugan modda}} + m_{\text{erituvchi}} \text{ yoki } m_{\text{eritma}} = a+b$$

$$\text{Agar } m_{\text{eritma}} = \rho \cdot V_{\text{eritma}},$$

$$\text{unda } \omega = \frac{m_{\text{erugan modda}}}{\rho \cdot V_{\text{eritma}}}$$

Bu yerda,  $\rho$ - eritma zichligi ( $\text{g}/\text{sm}^3$ )

$V_{\text{eritma}}$  - eritma hajmi (l)

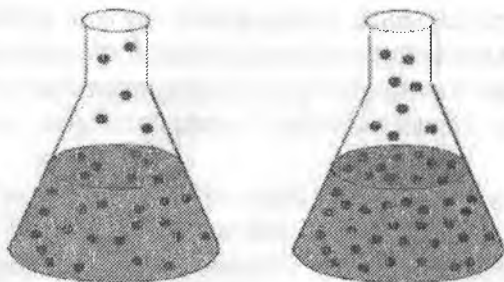
Massa ulushining eski ta'rif – **Foiz konsentratsiya** – bu eritmaning 100 birlik massasida erigan moddaning massalar soni (masalan, grammlar soni) bilan belgilanadi.

$$C\% = \frac{m_{\text{erugan modda}}}{m_{\text{eritma}}} \cdot 100\% = \frac{a}{a+b} \cdot 100\%.$$

Foiz konsentratsiya  $C\% = \text{erigan modda massasi} / 100$  eritmaning umumiy massasi

Misol: natriy xloridning 10 foizli eritmasi deyilganda shunday eritma tushuniladiki, uning 100 gramida 10 g NaCl va 90 g  $\text{H}_2\text{O}$  bo'ladi.

<sup>57</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J.ourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 105 p.



2. **Molyar konsentratsiya (molyarlik)** – 1l eritmada erigan modda mollari soni bilan belgilanadi.

Molyar konsentratsiyaning matematik ifodasi

$$C_m = \frac{n}{V_{eritma}} \text{ mol/l. bilan ifodalanadi.}$$

Bu yerda  $C_m$  – molyar konsentratsiya,  $n$  – modda miqdori (mollari soni),  $V_{eritma}$  – eritma hajmi (l).

$$\text{Agar } n = \frac{m}{M} \text{ unda } C_m = \frac{m \cdot 1000}{V_{eritma} \cdot M}$$

Bu yerda,  $M$  – modda molyar massasi.

Misol. Nitrat kislotaning 2 molyar eritmasi deyilganda har litrida ikki mol, ya'ni 126 g  $\text{NNO}_3$  bo'lgan eritma tushuniladi.

3. **Normal konsentratsiya** yoki normallik – eritmaning bir litrida erigan modda ekvivalentlar soni bilan topiladi ( $n$  harfi bilan belgilanadi).

$$C_n = \frac{m \cdot 1000}{V_{eritma} \cdot E}$$

Bu yerda,  $E$  – modda ekvivalent molyar massasi.

Misol. Nitrat kislotaning 2n eritmasi deyilganda har litrida ikki ekvivalent, ya'ni 126 g  $\text{NNO}_3$  bo'lgan eritma tushuniladi.

4. **Molyal konsentratsiya (molyarlik- $S_m$  harfi bilan belgilanadi)** – erituvchining 1000g dagi erigan moddaning mollar sonidir. Bu yo'l bilan aniqlangan konsentratsiya mol-massa konsentratsiyasi (molyallic) deyiladi.

$$C_{ml} = \frac{m \cdot 1000}{m_{erituvchi} \cdot M}$$

Misol: Nitrat kislotaning 2 n eritmasi deyilganda 1000g suvda 2 mol  $\text{NNO}_3$  eritilishidan hosil bo'lgan eritma tushuniladi.



5. Eritmada mavjud bo'lgan barcha moddalar mollari umumiy sonining mazkur modda mollar soniga nisbatan natijasida shu modda(komponent)ning mol qismi kelib chiqadi<sup>58</sup>. Bir modda ikkinchi moddada eriganda erigan modda mol qismi ( $N_2$ ) quyidagicha topiladi:

$$N_2 = \frac{n_2}{n_1 + n_2}$$

Bu yerda  $n_1$  va  $n_2$  – erituvchi va erigan moddalar mollar soni.

Konsentrasiyalari normallik bilan ifodalangan eritmalardan foydalanib, erigan moddalar qoldiqsiz reaksiyaga kirishuvlari uchun ular qanday hajmiy nisbatda aralashishlarini oldindan hisoblab topish mumkin bo'ladi.

Normalligi  $C_{N_1}$  bo'lgan A moddaning  $V_1$  litri normalligi  $C_{N_2}$  bo'lgan B moddaning  $V_2$  litri bilan reaksiyaga kirishdi, deylik. Bu A moddaning  $C_{N_1} \cdot V_1$  ekvivalenti va B moddaning  $C_{N_2} \cdot V_2$  ekvivalenti reaksiyaga kirishganligini bildiradi. Ammo moddalar ekvivalent miqdorlarda reaksiyaga kiradi, shuning uchun

$$C_{H_1} \cdot V_1 = C_{H_2} \cdot V_2$$

yoki  $V_1 : V_2 = C_{H_2} : C_{H_1}$  deb yoza olamiz.

Shunday qilib, reaksiyaga kirishayotgan moddalar eritmasining hajmi, ular normalliklariga teskari proporsionaldir.

Bundan reaksiyalar uchun zarur eritmalar hajmini aniqlash bilan bir qatorda aksincha, reaksiyaga sarflangan eritmalar hajmi bo'yicha ular konsentratsiyalarini ham topish imkoniyati tug'iladi.

## ERUVCHANLIK

**Moddaning u yoki bu erituvchida erish xususiyati eruvchanlik deyiladi**<sup>59</sup>. Mazkur sharoitda moddaning eruvchanlik o'lchovi uning to'yingan eritmasi konsentratsiyasi bilan belgilanadi. Ko'pincha, eruvchanlikni 100 erituvchi massa birligini mazkur sharoitda to'yintiruvchi suvsiz moddaning massa birligi soni bilan

<sup>58</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 106 p.

<sup>59</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 708 p.

belgilanadi va bu yo‘l bilan ifodalangan eruvchanlikni **eruvchanlik koefitsienti** deyiladi.

100 g suvdal g dan ortiq modda erisa – yaxshi eriydigan, 100g suvdal g dan 0,001 gacha modda erisa kam eriydigan, 0,001 g dan oz eriydigan moddalarga erimaydigan moddalar deyiladi.

Qattiq jismlarning erishi issiqlik yutilishi bilan boradi. Bunda energiyaning ko‘pgina qismi krisstall panjarani parchalashga sarflanadi. Bu energiya gidrat (solvatlar) hosil bo‘lishiday ajraladigan energiya bilan qoplanadi.

Le-Shatele prinsipini moddaning kristall holati va uning to‘yingan eritmasiga qo‘llab, modda energiya yutish bilan eriganda temperaturaning ko‘tarilishi uning erishini oshiradi, degan xulosa qilish mumkin. Aksincha, gidratlanish energiyasi eritma hosil bo‘lishi uchun yetarli bo‘lganda, ya‘ni erish energiya ajralishi bilan borsa, bunday holda temperatura ko‘tarilishi eruvchanlikni kamaytiradi. Bunday hodisa suvda ishqorlar, litiy, magniy va alyuminiyning ko‘pgina tuzlari eriganda ro‘y beradi.

**Suyuqliklarning bir-birida erishi chegaralangan holatdan chegaralanmagan holatga o‘tish temperaturasi eruvchanlikning kritik temperaturasi deyiladi.**

Agar ikki bir-biri bilan aralashmaydigan suyuqlikdan iborat sistemaga bularning har birida eriy oladigan uchinchi modda kiritilsa, unda erigan modda bu suyuqliklarda erishiga mos proporsionallikda tarqaladi. **Bundan tarqalish qonuni** kelib chiqadi, ya‘ni ikki aralashmaydigan erituvchida eriy oladigan modda o‘zgarmas temperaturada moddalar orasida shunday tarqaladiki, bu eritmalardagi uning konsentratsiyalari nisbatan umumiy erigan modda miqdoriga bog‘liq bo‘lmagan holda doimiy bo‘ladi<sup>60</sup>:

$$C_1/C_2 = K$$

Bu yerda  $C_1$  va  $C_2$  -erigan moddaning birinchi va ikkinchi erituvchidagi konsentratsiyalari;  $K$  – tarqalish koefitsienti.

Gazlarning suvda erishi ekzotermik jarayondir. Shu sababli gazlarning eruvchanligi temperatura ko‘tarilishi bilan pasayadi. Or-

---

<sup>60</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 708 p.

ganik erituvchilarda gazlar eriganda issiqlik yutilishi hollari uchraydi. Bunday hollarda temperatura ortishi bilan gazlar eruvchanligi ko'payadi.

Gaz suyuqliklarda erigan muvozanat vujudga keladi va bunda sistemaning hajmi birmuncha kamayadi. Demak, bosimning ko'tarilishi muvozanatni o'ngga tomon suradi, ya'ni gaz eruvchanligini oshiradi.

Gaz bosimi masalan, ikki baravar oshirilsa, uning molekulari konsentratsiyasi suyuqlik ustida shuncha marta ortadi, bunda gaz erishi ham tezlashadi. Muvozanat buziladi. Yangi bosimda muvozanat vujudga kelishi uchun erigan molekular konsentratsiyasi ham ikki baravar ortadi. Bunday hodisa Genri qonuni bilan tushuntiriladi.

Doimiy temperaturada suyuqlikning mazkur hajmida eriyotgan gaz massasi gazning parsial bosimiga to'g'ri proporsionaldir.

Genri qonuni quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$C = kR$$

bu yerda – S to'yingan eritmadagi gazning konsentratsiyasi; R-parsial bosim; k-proporsionallik koeffitsienti, uni **Genri konstantasi (yoki Genri koeffitsienti)** deb ataladi.

### **OSMOTIK BOSIM.**

Eritma gomogen sistemadan iborat bo'lib, erigan modda va erituvchi zarrachalari tartibsiz harakatda bo'ladi va eritmaning butun hajmi bo'yicha baravar tarqaladi.

Osmos hodisasi hayvon va o'simliklar hayotida muhim rol o'ynaydi. Osmos tufayli o'simlik poyasida yuqoriga suv ko'tariladi va hujayralarni ta'minlaydi.

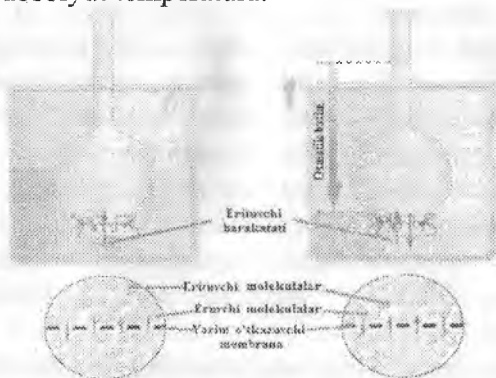
Turli eritmalarning osmotik bosimi o'rganilgan va uning kataligi eritma konsentratsiyasi bilan temperaturaga bog'liqligi aniqlangan. Bunday tajribalar osmotik bosim hosil bo'lishda erigan modda yoki erituvchi tabiatning roli yo'qligini tasdiqlagan.

**1886-yilda Vant-Goff** ucha yuqori konsentratsiyaga ega bo'lmagan elektrolitmaslar eritmalari uchun osmotik bosimning

konsentratsiya va temperaturaga bog‘liqligini quyidagi tenglama bilan ifodaladi<sup>61</sup>:

$$P_{osm} = 1000 CRT \text{ yoki } P_{osm} = \frac{1000 \cdot m \cdot RT}{V \cdot M}$$

bu yerda, P – osmotik bosim (Pa); C – uning molyar hajm konsentratsiyasi (mol/l), R – universal gaz doimiyligi, 8,314 (J/mol.K); T- absolyut temperatura.



Rasm. Chapdagi rasmda yarim o‘tkazgichli membranada erituvchi va eritma ajralganligini kuzatamiz; Erituvchi molekullari qo‘proq mebranadan o‘tganligi ko‘rsatilgan. O‘ng tomondagi rasmda membrananing hajmi oshgani namayon etilgan. Osmatik bosim hajmlar o‘zgarishi hisobiga vujudga keladi.

### ERITMANING BUG‘ BOSIMI. RAUL QONUNI

Mazkur temperaturada har bir suyuqlik ustidagi to‘yingan bug‘ bosimi doimiy birlikka ega bo‘ladi. Biror moddaning suyuqlikda erishi uning to‘yingan bug‘ bosimining kamayishiga olib kelishi tajribalardan ko‘rinadi. Shunday qilib, eritma ustida erituvchining to‘yingan bug‘ bosimi shu temperaturadagi toza eritmanikiga qaraganda doimo yuqori bo‘ladi.

1887-yili Raul to‘yingan bug‘ bosimiga doir qonunini e‘lon qiladi. Eritma ustidagi to‘yingan bug‘ bosimining nisbiy kamayishi erigan moddaning mol qismiga tengdir<sup>62</sup>.

<sup>61</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong “Inorganic chemistry”, Oxford University Press, 2014, 709 p.

Raul qonunining matematik ifodasi quyidagi tenglama orqali ifodalanadi:

$$\frac{P_0 - P}{P} = N_2$$

bu yerda,  $P_0$  – toza erituvchining to‘yingan bug‘ bosimi;  $P$  – eritmaning bug‘ bosimi;  $N_2$  – erigan modda mol qismi.

Raul eritmalar qaynashi va muzlashini o‘rganib, elektrolit-maslarning suyultirilgan eritmaları uchun qaynash temperaturasining oshuvi va muzlash temperaturasining kamayishi eritma konsentratsiyasiga proporsionalligini topdi:

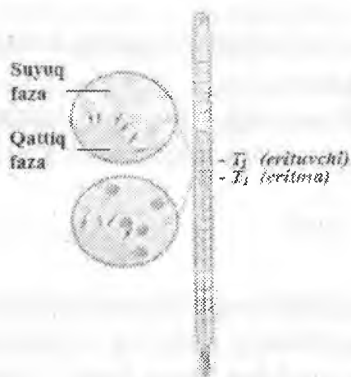
$$\Delta T_{\text{qaynash}} = E C_m = \frac{E \cdot 1000 \cdot m}{V \cdot M}$$

$$\Delta T_{\text{muzlash}} = k C_m = \frac{k \cdot 1000 \cdot m}{V \cdot M}$$

bu yerda  $C_m$  – mol-massa konsentratsiya (molyallik) a-erigan modda

massasi,  $V$  – erituvchining massasi,  $M$  – erigan moddaning mol

massasi.  $E$  – ebulioskopik (qaynash) va  $k$  – krioskopik (muzlash) doimiyligi, ular erituvchi tabiatiga bog‘liq bo‘lib, erigan modda tabiatiga bog‘liq bo‘lmaydi. Moddalarning molekulyar massasini aniqlashda eritmalar qaynash va muzlash temperaturalarini o‘lchashga mo‘ljallangan ebulioskopik va krioskopik usullardan foydalaniladi.



<sup>62</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 709 p.

## KISLOTA VA ASOS NAZARIYALARI

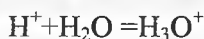
Hozirgi vaqtda kislota va asoslar haqida umumlashgan bir qancha nazariyalar ma'lum. Bulardan solvosistemalar nazariyasi, proton nazariyasi va elektron nazariyasi keng qo'llaniladi<sup>63</sup>. Bu nazariyalarning har biri turlicha negizlar asosida kelib chiqqan bo'lishiga qaramay, bir-biriga zid emas hamda kislota-asos birikmalarining o'ziga xos tomonlarini ochib beradi. Kislota va asos haqidagi nazariyalarning hozirgi ifodasini ishlab chiqishda boshqalar bilan bir qatorda O'zbekistonlik olim M.I.Usanovichning xizmati katta bo'ldi.

### 1. Solvosistemalar nazariyasi

Suv dissosilanganda:



vujudga kelgan  $\text{H}^+$  va  $\text{OH}^-$  ionlari boshqa ionlar kabi suvli eritmada gidratlanadi. Vodorod ionini suv molekulasini bilan osongina birikib, gidroksoniy ionini hosil qiladi.



Gidroksoniyning ba'zi birikmalaridan kristall holda ajratib olish mumkinligini aniqlangan.

Shunday qilib, suvning o'zi dissosilanganda ham gidroksoniy ionini vujudga kelishi quyidagi tenglamadan ko'rinib turibdi:



O'tkazilgan tajribalar aminlarning ko'pgina anorganik tuzlarni eritishi, ularning eritmalari ham tok o'tkazishini ko'rsatdiki, bu elektrolitik dissosilanishdan darak berdi. Elektrolitlarning suvdagi

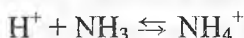
---

<sup>63</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 149 p.

eritmalarida va suyuq ammiakda o'tkazilgan reaksiyalar orasida yaqinlik borligi ko'rindi. Ammiakning o'zi ham oz bo'lsa-da dissosilanishi aniqlangan:



Vodorod ioni eritmada solvatlangan bo'lib, u erituvchining bir molekulasiga bilan tezgina reaksiyaga kirishadi:



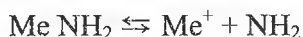
Natijada gidroksoniy ioniga o'xshash bo'lgan ammoniy ioni hosil bo'ladi. Ammiakning dissosilanishi ham suvniki kabi boradi:



$\text{NH}_2^-$  ioni  $\text{OH}^-$  ga o'xshash iondir.

Ammiak bilan o'tkazilgan ilmiy kuzatishlar metallarning amidlarini gidroksidlarga o'xshash birikmalar deb qarashga imkon berdi.

Bu o'xshashlik  $\text{OH}^-$  va  $\text{NH}_2^-$  ionlari hamda suv bilan ammiak molekularining izoelektronlik xususiyatlari bilan yanada ravshanlashadi. Bular orasidagi o'xshashlik ularning ko'pgina xossalari namoyon bo'ladi. Asoslarning suvdagi eritmaları kabi amidlarning ammiakli eritmaları dissosilanishi tufayli elektr tokini o'tkazadi.



Mana shu eritmalarda fenoltalein qizaradi, kislota qo'shilganda ular neytrallanadi. Amidlarning erishi gidroksidlarning erishiga mos keladi. Bundan suyuq ammiak muhitidagi metall amidlari  $\text{OH}^-$  guruhsiga ega bo'lmasligiga qaramay, o'zini kuchli asoslardek tutadi, degan xulosa kelib chiqadi.

Agar suyuq ammiakda ammoniy tuzi eritilib, unda tegishli kislota eritmasi hosil qilinsa va olingan ma'lumotlar taqqoslansa, bular bir xilligini, ya'ni har ikkala holda ham ammoniy tuzi eritmasi vujudga kelganligi kuzatiladi.

Franklin suyuq ammiakda eritilgan ammoniy tuzlari metallarning amidlari bilan kislotalar kabi reaksiyaga kirishuvini ko'rsatdi. Demak, suyuq ammiakdagi ammoniy tuzlari o'zini kislota kabi tutadi. Suyuq ammiakdagi neytrallanish reaksiyasi dissosilanmagan eritma molekularining hosil bo'lishiga olib keluvchi jarayondan iborat bo'ladi. Ko'rilgan qonuniyatlar kislota va asoslarning yangi solvosistemalar nazariyasida o'z aksini topdi.

Ushbu nazariyaga binoan eritmada erituvchi dissosilanganda musbat ionlar hosil qiluvchi birikma kislota deb qaraladi. Asos bo'lib eritmada erituvchining o'zi dissotsillanganda manfiy ionlar hosil qiluvchi birikmalar qabul qilinadi.

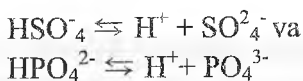
**2. Proton nazariyasi.** Brensted-Laurilar tomonidan taklif qilingan bu nazariyaga asosan proton bera oluvchi har qanday zarracha (molekula yoki ion) kislota bo'ladi. Protonni biriktirib oluvchi har qanday zarracha **asosdir**.

Proton nazariyasiga muvofiq kislotalar uch xilga bo'linadi:

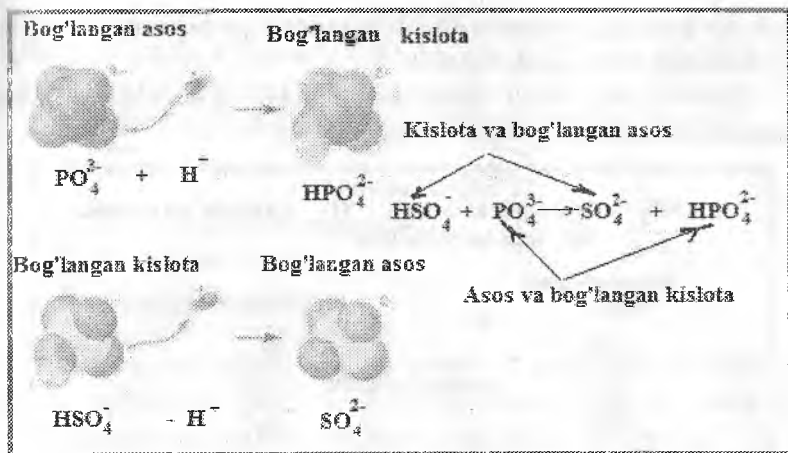
1) **neytralkislotalar**; bularga misol qilib xlorid kislota yoki sulfat kislotani ko'rsatish mumkin:



2) **anionkislotalar**; musbat va manfiy ionlardan iborat bo'ladi.







3) **kation kislotalar:** musbat ionlardan iborat bo'ladi.

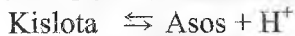


Kation kislotalarga ko'p valentli metallarning gidratlangan ionlari ham kiradi.

Kislotalarga ko'pgina komplekslar kiradiki, bularning ham proton berishga qodirligi ma'lum.

Asoslarni ham kislotalar kabi neytral (suv, aminobirikmalar) anionli ( $Cl^-$ ,  $OH^-$ ) va kationli ( $H_3O^+$ ,  $NH_4^+$ ) sinflarga ajratish mumkin.

Proton nazariyasiga muvofiq proton ajralishining har qanday reaksiyasi quyidagi sxema orqali ifodalanadi:

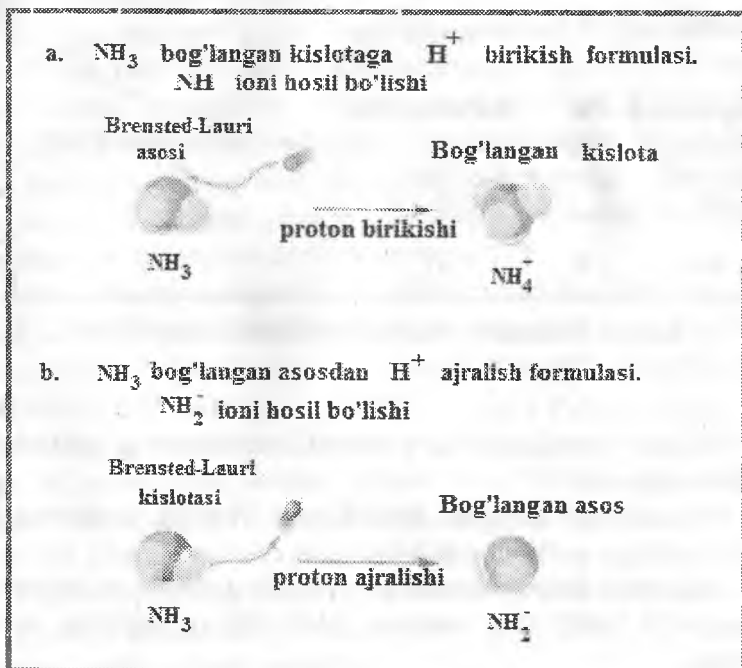


Bunday jarayonda ishtirok etuvchi asos va kislota mujassamlashgan bo'ladi. Masalan,  $HSO_4^-$  sulfat kislota  $H_2SO_4$  bilan mujassamlashgan asos,  $H_3O^+$  ioni esa asos bo'lgan  $H_2O$ ga mujassamlashgan kislotaadir.

Proton nazariyasida proton ajralishi bilan boradigan **erituvchining o'zi dissotsilanishi katta ahamiyatga egadir. Buning**

miqdoriy kattaligi avtoprotoliz konstantasi (avtoprotolizning ion ko'paytmasi) bilan xarakterlanadi<sup>64</sup>.

Erituvchining o'zi qanchalik kuchli dissosilansa, uning kislotaliligi shunchalik yuqori bo'ladi.



### Qaytarish uchun savollar

1. Eritma deb nimaga aytiladi?
2. Eritmalar konsentratsiyasi qanday ifodalanadi?
3. Eritmalar qanday xossalarga ega?
4. Vant-Goff va Raul qonunlarining mohiyatini tushuntiring?
5. Moddalarning mol massasini qanday usullar bilan aniqlash mumkin?
6. Kislota va asos nazariyalarini qanday tushuntirish mumkin?

<sup>64</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 150 p.

# VI BOB

## NOELEKTROLITLAR VA ELEKTROLITLAR. ELEKTROLITIK DISSOTSIATSIYA NAZARIYASI. SUVNING ION KO'PAYTMASI. TUZLARNING GIDROLIZI

### Mavzu rejasi

1. Solvosistemalar nazariyasi
2. Proton nazariyasi.
3. Elektron nazariyasi.
4. Gidroliz jarayonlari.

Hozirgi vaqtda kislota va asoslar haqida umumlashgan bir qancha nazariyalar ma'lum. Bulardan solvosistemalar nazariyasi, proton nazariyasi va elektron nazariyasi keng qo'llaniladi. Bu nazariyalarning har biri turlicha negizlar asosida kelib chiqqan bo'lishiga qaramay, bir-biriga zid emas hamda kislota-asos birikmalarining o'ziga xos tomonlarini ochib beradi

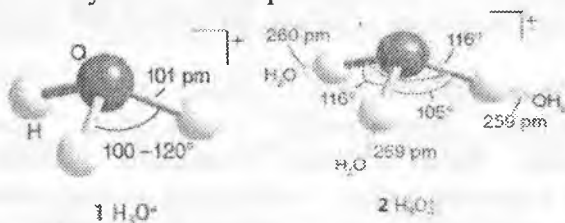
Kislota va asos haqidagi nazariyalarning hozirgi ifodasini ishlab chiqishda daniyalik fizik- ximik Yoxan Brensntd bilan bir qatorda inglis ximigi Tomos Lauri ning xizmati katta bo'ldi.<sup>65</sup>

### 1. Solvosistemalar nazariyasi

Suv dissosilanganda:



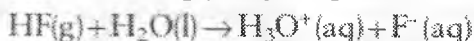
vujudga kelgan H<sup>+</sup> va OH<sup>-</sup> ionlari boshqa ionlar kabi suvli eritmada gidratlanadi. Vodorod ioni suv molekulasini bilan osongina birikib, gidroksoniy ionini hosil qiladi.



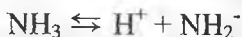
<sup>65</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rutke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 117 p.

Gidroksoniyni ba'zi birikmalaridan kristall holda ajratib olish mumkinligini aniqlangan.

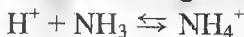
Shunday qilib, suvning o'zi dissosilanganda ham gidroksoniy ioni vujudga kelishi quyidagi tenglamadan ko'rinib turibdi<sup>66</sup>:



O'tkazilgan tajribalar aminlarning ko'pgina anorganik tuzlarni eritishi, ularning eritmalari ham tok o'tkazishini ko'rsatdiki, bu elektrolitik dissosilanishdan darak berdi. Elektrolitlarning suvdagi eritmalarida va suyuq ammiakda o'tkazilgan reaksiyalar orasida yaqinlik borligi ko'rindi. Ammiakning o'zi ham oz bo'lsa-da dissosilanishi aniqlangan:



Vodorod ioni eritmada solvatlangan bo'lib, u erituvchining bir molekulasiga bilan tezigina reaksiyaga kirishadi:



Natijada gidroksoniy ioniga o'xshash bo'lgan ammoniy ioni hosil bo'ladi. Ammiakning dissosilanishi ham suvnik kabi borpadi:



$\text{NH}_2^-$  ioni  $\text{OH}^-$  ga o'xshash iondir.

Ammiak bilan o'tkazilgan ilmiy kuzatishlar metallarning amidlarini gidroksidlarga o'xshash birikmalar deb qarashga imkon berdi.

Bu o'xshashlik  $\text{OH}^-$  va  $\text{NH}_2^-$  ionlari hamda suv bilan ammiak molekularining izoelektronlik xususiyatlari bilan yanada ravshanlashadi. Bular orasidagi o'xshashlik ularning ko'pgina xossalari namoyon bo'ladi. Asoslarning suvdagi eritmalar kabi amidlarning ammiakli eritmalarini dissosilanishi tufayli elektr tokini o'tkazadi.



---

<sup>66</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 118 p.

Mana shu eritmalarda fenolftalein qizaradi, kislota qo'shilganda ular neytrallanadi. Amidlarning erishi gidroksidlarning erishiga mos keladi. Bundan suyuq ammiak muhitidagi metall amidlari ON - guruhiga ega bo'lmashligiga qaramay, o'zini kuchli asoslardek tutadi, degan xulosa kelib chiqadi.

Agar suyuq ammiakda ammoniy tuzi eritilib, unda tegishli kislota eritmasi hosil qilinsa va olingan ma'lumotlar taqqoslansa, bular bir xilligini, ya'ni har ikkala holda ham ammoniy tuzi eritmasi vujudga kelganligi kuzatiladi.

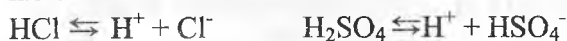
Franklin suyuq ammiakda eritilgan ammoniy tuzlari metallarning amidlari bilan kislotalar kabi reaksiyaga kirishuvini ko'rsatdi. Demak, suyuq ammiakdagi ammoniy tuzlari o'zini kislota kabi tutadi. Suyuq ammiakdagi neytrallanish reaksiyasi dissosilanmagan eritma molekulalarining hosil bo'lishiga olib keluvchi jarayondan iborat bo'ladi. Ko'rilgan qonuniyatlar kislota va asoslarning yangi solvosistemalar nazariyasida o'z aksini topdi.

Ushbu nazariyaga binoan eritmada erituvchi dissosilanganda musbat ionlar hosil qiluvchi birikma kislota deb qaraladi. Asos bo'lib eritmada erituvchining o'zi dissosillanganda manfiy ionlar hosil qiluvchi birikmalar qabul qilinadi.

**2. Proton nazariyasi.** Brensted-Laurilar tomonidan taklif qilingan bu nazariyaga asosan proton bera oluvchi har qanday zarracha (molekula yoki ion) **kislota** bo'ladi. Protonni biriktirib oluvchi har qanday zarracha **asosdir**.

Proton nazariyasiga muvofiq kislotalar uch xilga bo'linadi<sup>67</sup>:

1) **neytral kislotalar**: bularga misol qilib xlorid kislota yoki sulfat kislotani ko'rsatish mumkin:



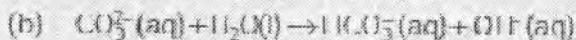
2) **anion kislotalar**: musbat va manfiy ionlardan iborat bo'ladi.



3) **kation kislotalar**: musbat ionlardan iborat bo'ladi.

---

<sup>67</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 118 p.

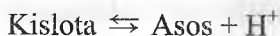


Kation kislotalarga ko'p valentli metallarning gidratlangan ionlari ham kiradi.

Kislotalarga ko'pgina komplekslar kiradiki, bularning ham proton berishga qodirligi ma'lum.

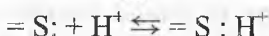
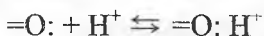
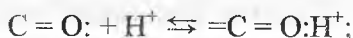
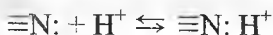
Asoslarni ham kislotalar kabi neytral (suv, amino-birikmalar) anionli ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{OH}^-$ ) va kationli ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ) sinflarga ajratish mumkin.

Proton nazariyasiga muvofiq proton ajralishining har qanday reaksiyasi quyidagi sxema orqali ifodalanadi:



Bunday jarayonda ishtirok etuvchi asos va kislota mujassamlashgan bo'ladi. Masalan,  $\text{HSO}_4^-$  sulfat kislota  $\text{H}_2\text{SO}_4$  bilan mujassamlashgan asos,  $\text{H}_3\text{O}^+$  ioni esa asos bo'lgan  $\text{H}_2\text{O}$ ga mujassamlashgan kislota.

Proton nazariyasi organik moddalardan bo'lgan aminlar, efir, keton va tioefirlarning asos xususiyatini tushuntirib beradi. Bunday birikmalar donor-akseptor bog'i bo'yicha protonni biriktirib, mujassamlashgan kislotalar bo'lgan **oniy** – **kationlar** hosil qiladi.



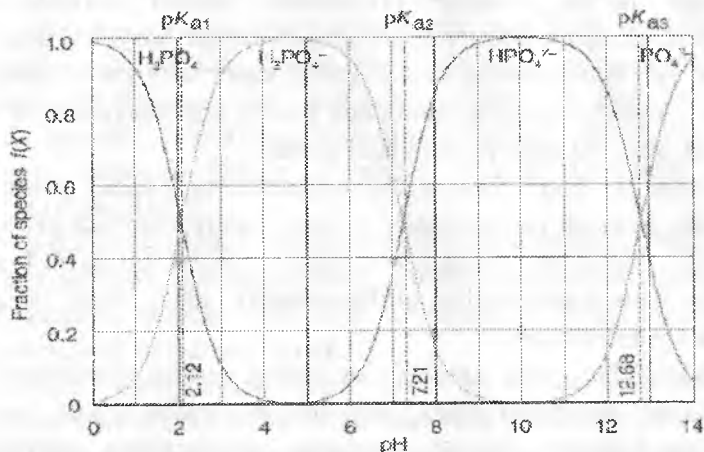
Proton nazariyasida proton ajralishi bilan boradigan **erituvchining o'zi dissosilanishi katta ahamiyatga egadir. Buning miqdoriy kattaligi avtoprotoliz konstantasi (avtoprotolizning ion ko'paytmasi)** bilan xarakterlanadi.

Erituvchining o'zi qanchalik kuchli dissosilansa, uning kislotalilik shunchalik yuqori bo'ladi.

Ko'p negizli kislotalarda kislota-asosli muvozanati quyidagi diagramma asosida taqsimlanadi. Masalan: uch negizli kislota

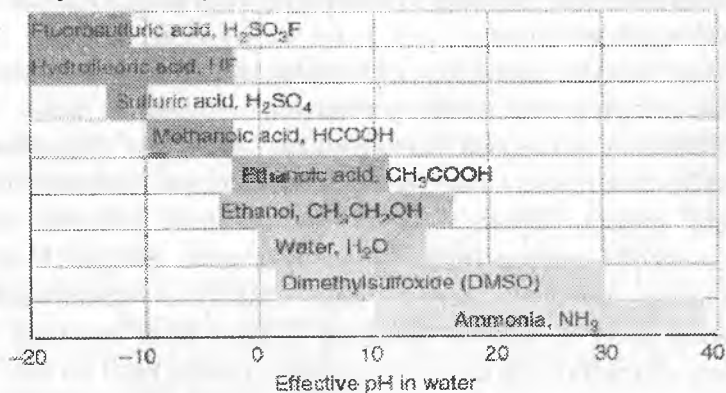
$H_3PO_4$  ionlar hosil qilishida uchta pratonni berib yuboradi  $H_2PO_4^-$ ,  $HPO_4^{2-}$  va  $PO_4^{3-}$

$$\alpha(H_3PO_4) = \frac{[H_3PO_4]}{[H_3PO_4] + [H_2PO_4^-] + [HPO_4^{2-}] + [PO_4^{3-}]}$$



Uch negizli ortofosfat kislotasining eritmasida hosil bo'lgan zarrachalarining taqsimlanish diagrammasi<sup>68</sup>.

Bryonsted bo'yicha kislotalilik xossasini o'zgarish qonuniyati



pH ning effektiv qiymati<sup>69</sup>

<sup>68</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 122 p.

Turli erituvchilarda kislota va asoslar kuchini taqsimlanish intervali. Har qaysi holat uchun interval kengligi erituvchi konstantasiga proportsional.

Erituvchining yana bir muhim xususiyati uning **protonga yaqinligi** bo‘lib, mazkur erituvchida proton solvatlanishida ajraluvchi energiya bilan belgilanadi. Protonga moyillik qanchalik ko‘p bo‘lsa, erituvchining asos xossalari shunchalik kuchli namoyon bo‘ladi. Protonga moyillik ammiakda kuchli, bundan keyingi o‘rinda gidrazin, suv, etil spirt va boshqalar turadi.

Osonlik bilan proton biriktiruvchi moddalar **protofillar** (ammiak, gidrazin va boshqalar) va oson uzatuvchilar esa **protogennlar** ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{HNO}_2$  va boshqalar) deyiladi. Protonni bir yo‘la ham birlashtirib, ham uzatuvchilar **amfiprotionlar** (suv, metil spirt va boshqalar) deb ataladi.

Kislotalar (yoki asoslar) kuchining farqini sezdirmaydigan erituvchilar **nivelirlovchilar** deyiladi. Kislotalar (yoki asoslar) kuchining farqini yuqori darajada sezdiradigan erituvchilar **differensiyalovchilar** deyiladi. Kislotalar uchun differensiyalovchi erituvchilar sifatida sirka kislota, etil spirt, aseton va shu kabi suvga qaraganda protonga moyilligi kamroq bo‘lgan organik erituvchilarni ko‘rsatib o‘tish mumkin.

Agar suvsiz sirka kislota kislotalar uchun differensiyalovchi erituvchi bo‘lsa, asoslar uchun nivelirlovchi erituvchi bo‘ladi.

**Elektron nazariyasi.** Bu nazariyani Lyuis taklif qilgan bo‘lib, asos sifatida kimyoviy bog‘ hosil bo‘lishi uchun elektron juftini beruvchi modda, kislota sifatida esa elektron juftlarini qabul qiluvchi modda-elektron **juftlari akseptori** qabul qilingan. Elektron nazariyasiga ko‘ra kislota – asos reaksiyasi donor-akseptor bog‘lanish hosil bo‘lishidan iboratdir. Kislota bilan asosning birlashtirishidan **adduktlar** deb ataluvchi tuzsimon modda hosil bo‘ladi.

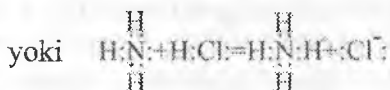
---

<sup>69</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 143 p.





asos      kislota



Elektron nazariya suvli eritmalarda boradigan neytrallanish, kompleks hosil bo'lish, amino birikmalarning ba'zi galogenidlar hamda angidridlarning suv bilan reaksiyalarini o'xshash jarayonlar sifatida qaraydi. Elektron juftlari donor bo'lgan moddalar **Lyuis asoslari**, elektron juftlari akseptor bo'lgan moddalar **Lyuis kislotalari** deyiladi<sup>70</sup>.

Lyuis asoslariga ba'zi aminobirikmalar (ammiak, alifatik va aromatik aminlar, galogenid-ionlar, piridin asoslari, xinolin asoslari va hokazolar), ketonlar yoki umumiy formulasi  $\text{X}_2\text{SO}$  bo'lgan (X-galogen atomi) birikmalar kiradi.

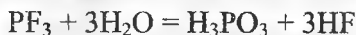
Lyuis kislotalariga misol qilib bir qator elementlarning galogenidlari ( $\text{BF}_3$ ,  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{SiCl}_4$  va boshqalar), kumush, xrom, platina kabi hamda boshqa ionlarni – kompleks hosil qiluvchilarni ko'rsatish mumkin. Bularning ba'zilari amaliy ahamiyatga egadir.

Kislota – asos nazariyasi doirasidagi reaksiyalar o'zining tez borishi, katalizator qo'llashni talab qilmasligi va mahsulot unumining 100% ga qadar yetishi bilan ajralib turadi. Bunday reaksiyalar kimyoviy analizda ko'p qo'llaniladi. Ayniqsa suvsiz titrlashda juda qo'l keladi. Kislota – asos nazariyasidan anorganik sintezda foydalanib, juda ko'plab yangi moddalar olingan. Ftorlash protsessidagi sintetik materiallar, biologik aktiv moddalar, meditsina uchun zarur preparatlar va boshqalar bunga misol bo'la oladi. Suyuq ammiakda olib boriluvchi bir qancha reaksiyalar ham kislota – asos reaksiyalaridan hisoblanadi. Boshqa yo'llar bilan olib bo'lmaydigan moddalar – kremniy tetramid, nitrolizamid, sulfamid va shu kabi boshqa muhim birikmalar shu yo'l bilan olinganligi kislota-asos nazariyasining faqat nazariy ahamiyatga ega bo'lib qolmay, uning ulkan amaliy istiqboli borligidan dalolat beradi.

<sup>70</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 132 p.

## GIDROLIZ JARAYONLARI

**Modda bilan suv orasida sodir bo'ladigan almashinuv reaksiyasiga gidroliz deyiladi.** Gidrolizning mazmuni suv ta'sirida parchalash (destruksiyalash) demakdir. Masalan, fosfor (III) florid suv bilan oson reaksiyaga kirishib, fosfit kislota va galogenvodorod hosil qiladi<sup>71</sup>:

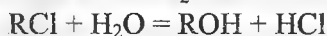
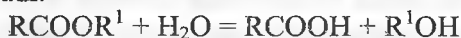


Turli xil sinflarga kiruvchi birikmalar gidrolizga uchraydi, Ayniqsa, tuzlar gidrolizi muhim ahamiyatga ega. Tuzlar gidrolizida kislota va asoslar hosil bo'ladi. gidroliz reaksiyasiga kuchsiz kislota bilan kuchsiz asosdan, kuchsiz kislota va kuchli asosdan yoki kuchsiz asos bilan kuchli kislotadan hosil bo'lgan tuzlar gidrolizga uchramaydi, neytrallanish bu holda quyida ifodalangan jarayon bilan belgilanadi:



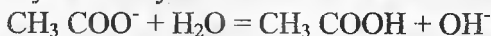
teskari reaksiya, ya'ni suv molekulasining ionlarga dissosilanishi juda kam darajada boradi. Gidrolizda erimaydigan yoki uchuvchan modda hosil bo'lishi, dastlabki moddaning oxirigacha parchalanganligini bildiradi. Tuzlar gidrolizi tufayli bufer eritmalar mavjud bo'ladi.

Organik birikmalar kislota yoki ishqorlar ishtirokida gidrolizlanadi:



Konkret misol tariqasida bir asosli kislota bilan bir valentli metallardan tashkil topgan tuz – natriy asetatni olaylik. Ushbu tuz kuchsiz kislota bilan kuchli asosdan tashkil topgan bo'lib, uning gidrolizi quyidagicha boradi:

$\text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O} = \text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH}$  yoki ion-molekulyar holda yozsak:

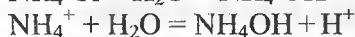
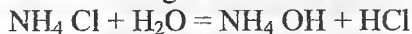


Tenglamadan ushbu misolda tuz anioni gidrolizga berilayotgani va reaksiya  $\text{ON}^-$  ionini ajralishi bilan borayotganligi ko'rinadi. Ammo suvning ion ko'paytmasi  $[\text{N}^+][\text{ON}^-]$  doimiy

<sup>71</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 145 p.

kattalik bo'lganligi sababli  $\text{ON}^-$  ionlarining ko'payib borishi vodorod ionlarining kamayishiga olib keladi. Bundan ravshanki, **kuchsiz kislota bilan kuchli ishqordan tashkil topgan tuzlar eritmasi ishqoriy muhitga ega bo'ladi.**

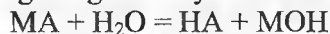
Shunga o'xshash holda kuchsiz asos bilan kuchli kislotadan tashkil topgan tuz kationi gidrolizga beriladi va natijada reaksiya vodorod ionlarining hosil bo'lishi bilan boradi<sup>72</sup>:



$\text{N}^+$  ionlarining yig'ilishi  $\text{ON}^-$  ionlari konsentratsiyasining kamayishiga olib keladi. Shunday qilib, **kuchsiz asos bilan kuchli kislotadan tashkil topgan tuzlar eritmasi kislotali muhitga ega bo'ladi.**

Yuqorida keltirilgan misollardan ko'rinib turibdiki, eritmada bo'lgan tuzning hammasi emas, balki ma'lum qismi gidrolizlanadi. Boshqacha qilib aytganda, eritmada tuz bilan u hosil qiladigan kislota va asos orasida muvozanat vujudga keladi. Gidrolizlanadigan moddaning qismi – gidroliz darajasi muvozanat konstantasiga hamda temperatura va tuz konsentratsiyasiga bog'liqdir.

Gidroliz tenglamasini umumiy holda yozamiz.  $\text{NA}$  – kislota,  $\text{MON}^-$  asos,  $\text{MA}$ -ular hosil qilgan tuz. Bunda gidroliz uchun quyidagi tenglamani yozamiz:



Bunda muvozanat konstantasi quyidagicha yoziladi:

$$K = \frac{[\text{HA}] \cdot [\text{MOH}]}{[\text{MA}] \cdot [\text{H}_2\text{O}]}$$

Suv konsentratsiyasi suyultirilgan eritmalarda amaliy jihatdan olganda doimiy kattalikka ega.  $K [\text{H}_2\text{O}] = K_2$  deb belgilab gidroliz konstantasi  $K$  ni topamiz:

$$K_2 = \frac{[\text{HA}] \cdot [\text{MOH}]}{[\text{MA}]}$$

Gidroliz konstantasi qiymati tegishli tuzning gidrolizga kirishish xususiyatini belgilaydi.

Kuchsiz kislota bilan kuchli asosdan tashkil topgan tuz uchun gidroliz konstantasi kislotaning dissosilanish konstantasi  $K_{\text{kiCl}}$  bilan quyidagicha bog'lanadi<sup>73</sup>:

---

<sup>72</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 147 p.

$$K_g = \frac{K_{H_2O}}{K_{kisl.}}$$

Ushbu tenglamadan  $K_{kiCl}$  qanchalik kichik bo'lsa,  $K_g$  shunchalik katta bo'lishi ko'rinib turibdi. Boshqacha so'z bilan aytganda **kislota qanchalik kuchsiz bo'lsa, uning tuzlari shunchalik yuqori darajada gidrolizlanadi.**

Kuchsiz asos bilan kuchli kislotadan tashkil topgan tuzlar uchun yuqoridagiga o'xshash holda gidroliz konstantasi asosning dissosilanish konstantasi  $K_{asos}$  bilan quyidagicha bog'lanadi.

$$K_g = \frac{K_{H_2O}}{K_{asos}}$$

Binobarin asos qanchalik kuchsiz bo'lsa, u hosil qilgan tuzlar shunchalik yuqori darajada gidrolizlanadi.

Kuchsiz kislota bilan kuchsiz asosdan tashkil topgan tuzlar uchun gidroliz konstantasi kislota hamda asoslarning dissosilanish konstantasi bilan quyidagicha bog'lanadi:

$$K_g = K_{H_2O} / K_{kisl.} \cdot K_{asos}$$

Gidroliz darajasi tuz tabiati, uning konsentratsiyasi va temperaturaga bog'liq bo'ladi.

Gidroliz sanoatda va hayotda muhim ahamiyatga ega: sanoatda spirtlar, fenollar, o'simlik moylari va hayvon yog'idan yuqori alifatik kislotalar olinadi. Murakkab efirlar, glikozid va amid bog'lari gidrolizi tirik organizmlar hayot faoliyatida muhim rol o'ynaydi.

### Qaytarish uchun savollar

1. Tuzlar gidrolizi qanday jarayonga kiradi? Eritma muhiti qanday aniqlanadi?
2. Gidroliz jarayonining sodir bo'lishiga qanday omillar ta'sir etadi?
3. Gidroliz darajasi va gidroliz konstantasini

---

<sup>73</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 148 p.

## VII BOB

# OKSIDLANISH-QAYTARILISH REAKSIYALARI. OKSIDLANISH-QAYTARILISH REAKSIYALARIGA MUHITNING TA'SIRI

### Mavzu rejasi

1. Oksidlanish darajasini aniqlash.
2. Oksidlanish-qaytarilish reaksiya turlari.
3. Oksidlanish-qaytarilish reaksiya tenglamalarini tuzish usullari.
4. Oksidlanish-qaytarilish jarayonining muhitga bog'liqligi.

Kimyo texnologiyasida elektr toki bilan bog'liq bo'lgan ko'pgina jarayonlar uchraydi. Elektrkimyo zavodlari, elektrkimyo kombinatlari va ishlab chiqarish birlashmalarida ana shunday jarayonlar amalga oshiriladi.

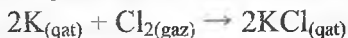
Elektr toki bilan bog'liq bo'lgan kimyoviy reaksiyalar orasidagi bog'lanishlarni elektrokimyo o'rganadi.

Elektrokimyoviy jarayon sanoatda, texnika va turmushda keng tarqalgan. Elektr batareyalar, akkumulyatorlar tayyorlash, metallarni elektr toki yordamida ajratib olish, metall qoplamalar olish uchun metallarni cho'ktirish, metallar korroziyasi kabi va boshqa qator elektrokimyoviy jarayonlar shular jumlasidandir. O'zbekistonda elektrokimyo jarayonlarini A.M.Murtazaev, F.Q.Qurbonov, S.Eshonxo'jaevlar o'rganishdi.

Elektr toki elektr zaryadlarining ko'chishi bilan bog'liqdir. Shu sababli elektrokimyoda elektronlarning bir moddadan ikkinchisiga o'tishi bilan bog'liq bo'lgan reaksiyalar o'rganiladi. Bunday reaksiyalar oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari deyiladi<sup>74</sup>.

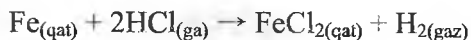
### OXSIDLANISH-QAYTARILISH REAKSIYALARI

Bir qator reaksiyalarda ishtirok etayotgan elementlarning valentliklari o'zgargani tajribalarda isbotlangan:



---

<sup>74</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 154 p.

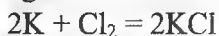


Kaliy va xlor atomlari o‘zaro birikib,  $\text{KCl} \rightarrow$  hosil bo‘lish reaksiyasi kaliy atomidan xlor atomiga elektron ko‘chish bilan boradi.

Ushbu reaksiyani ikki jarayonning amalga oshuvi deb qarash mumkin:



**Ushbu jarayonlarning har birini yarim reaksiya** deyiladi. Ana shu yarim reaksiyalar yig‘indisi, ya’ni neytral atomlardan ion holatdagi zarrachalarning hosil bo‘lishi to‘liq reaksiya hisoblanadi:



Shunday qilib, **elektron yo‘qotish bilan boradigan reaksiyalar oksidlanish, elektron qabul qilish bilan boradigan reaksiyalar esa qaytarilish reaksiyalari** deyiladi. Oksidlanishni oksidlanish darajasining oshuvi, qaytarilishni esa oksidlanish darajasining kamayishi bilan boradigan jarayon deb belgilasa bo‘ladi.

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida oksidlanishga sabab bo‘luvchi modda **oksidlovchi** deyiladi. Oksidlovchi elektronni biriktirib o‘zi **qaytariladi**. Shuningdek, qaytarilishni vujudga keltiruvchi modda qaytaruvchi deyiladi.

Reaksiyada vodorod xlorid -oksidlovchi, temir esa qaytaruvchidir. Reaksiyada qaytariluvchi modda doimo oksidlovchi, oksidlanuvchi modda esa qaytaruvchi hisoblanadi.

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalar ayni vaqtda birgalikda so‘dir bo‘ladi. Davriy jadvaldagi elementlarning oksidlovchilik va qaytaruvchilik xossalari ham davriy ravishda o‘zgarishi aniqlangan.

## OKSIDLANISH DARAJASI

Molekulalarda atomlarning oksidlanish darajasini aniqlashda ularning tuzilish formulasidan foydalanish mumkin. Ammo amalda bu yo‘l kam qo‘llaniladi. Oksidlanish darajasini aniqlashda quyidagi qoidalarga rioya qilish zarur.

1. Moddaning element holatidagi oksidlanish darajasi nolga teng. Na,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{P}_4$  da har bir atomning oksidlanish darajasi nolga

teng, chunki bog' hosil bo'lishiga ishtirok etayotgan elektronlar atomlar orasida baravar tarqaladi<sup>75</sup>.

2. Birikmalarda, ko'proq elektr manfiylikka ega elementlarning oksidlanish darajasi manfiy, kamroq elektrmanfiylikka ega bo'lganlarining oksidlanish darajasi musbat deb qabul qilinadi. Oksidlanish darajasining absolyut kattaligi element valentligiga yaqinroq bo'ladi yoki uning atomlarini hosil qiluvchi bog'lari orasida joylashgan elektron juftlari soniga teng bo'ladi.

3. Har bir molekula yoki molekulyar ionda barcha atomlarning manfiy va musbat oksidlanish darajalari yig'indisi molekulyar qismdagi umumiy zaryadga teng bo'lishi kerak. Elementlarning davriy jadvalidan ma'lum qonuniyat asosida ularning oksidlanish darajalarini bilib olish mumkin.

Pastdagi jadvalda ba'zi elementlarning reaksiyalarda ko'proq uchraydigan oksidlanish darajalari keltirilgan. Jadval ma'lumotlaridan ko'rinib turibdiki, elementlarda bitta, ikkita, uchta, to'rtta, besh va hatto oltita oksidlanish darajasi ham bo'lishi mumkin. Bu jihatdan azot, marganes, brom va boshqa elementlar diqqatga sazovor. Elementlarning yuqori va quyi oksidlanish darajasi atomning tartib nomeri bilan davriy ravishda bog'liq ekanligi ham yaqqol ko'rinib turibdi. Ishqoriy metallar birikmalarida oksidlanish darajalari +1 ga teng. Bu elementlar boshqa elementlar bilan birikib kimyoviy bog' hosil qilishida bitta elektron berib, musbat zaryadlangan ionga aylanadi. 2A guruh elementlari +2 oksidlanish holatida, 3A guruhdagi tabiatda ko'p uchraydigan alyuminiy doimo +3 ga teng bo'lgan oksidlanish darajasini namoyon qiladi.

Kuchli elektromanfiy element bo'lgan ftor doimo - 1 ga teng oksidlanish darajasiga ega bo'ladi. Kislorod asosan - 2 ga teng oksidlanish holatida uchraydi. Faqat peroksidlarda ushbu qoidadan chetga chiqiladi. Peroksid ionida va peroksidli birikmalarda kislorodning oksidlanish darajasi - 1 ga, ftor oksidida esa +2 oksidlanish darajasini namoyon qiladi.<sup>76</sup>

---

<sup>75</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 155 p.

<sup>76</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 156 p.

**Shunday qilib, biror birikma butunlay ionlarga aylangan deb faraz qilinganda uning tarkibidagi istalgan elementning shartii zaryadi ayni elementning oksidlanish darajasi deb qabul qilinadi.**

Oksidlanish darajasini aniqlashda kislorodning oksidlanish darajasi doimo  $-2$  ga, vodorodniki esa  $+1$  ga tengligidan foydalaniladi. Erkin elementlarning oksidlanish darajasi nolga teng bo'ladi.

Suvda vodorodning oksidlanish darajasi  $+1$ , kislorodniki  $-2$  dir. Osh tuzida natriyniki  $+1$ , xlorniki  $-1$  dir. Kaliy permanganat ( $\text{KMnO}_4$ ) da bo'lgan marganes atomining oksidlanish darajasini aniqlash uchun kislorodning oksidlanish darajasi  $-2$  ga tengligini hisobga olib, quyidagi tenglamadan foydalanish kerak.  $\text{K}^{+1} \text{Mn}^x \text{O}_4^{-2}$

$$1 + X + 4(-2) = 0$$

$$X = +7$$

$x$  – marganesning oksidlanish darajasi.

Kaliy permanganat  $\text{KMnO}_4$  da marganesning oksidlanish darajasi  $+7$  ga, sulfat  $\text{SO}_4^{2-}$  ionida oltingugurtning oksidlanish darajasi  $+6$  ga,  $\text{NO}_3^-$  ionida azotning oksidlanish darajasi  $+5$  ga teng. Metanda uglerodning oksidlanish darajasi  $-4$  ga, uglerod dioksid ( $\text{CO}_2$ )da  $+4$ , formaldegid ( $\text{CH}_2\text{O}$ ) da nolga, chumoli kislota ( $\text{HCOOH}$ ) da  $+2$  ga va etilenda esa  $-2$  ga tengdir. Buning boisi "oksidlanish darajasi" ning formal tushuncha ekanligidir. Bunda qutbli va kovalent birikmalar ham ionli birikmalar sifatida qaraladi, ya'ni u haqiqiy bog'lanishlarni ifodalamaydi. Shunday bo'lsa-da, bu tushuncha anchagina masalalarni hal qilishda qo'l keladi. Reaksiyaga kirishayotgan moddaning qaysi biri oksidlovchi, qaysi biri qaytaruvchi ekanligini bilib olishga yordam beradi.

## **OKSIDLANISH-QAYTARILISH REKSIYALARI TURLARI<sup>77</sup>**

Mazkur reaksiyalarning uch turi bo'lib, bular quyidagilar:

1) Molekulalararo (ionlararo) reaksiyalar;

---

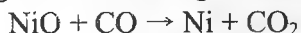
<sup>77</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 158 p.



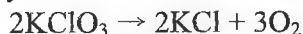
2) Molekula (ion) ning o'ziga sodir bo'ladigan oksidlanish-qaytarilish jarayonlari;

3) Oksidlovchilik va qaytaruvchilik vazifalarini mazkur atomning o'zi bajaradigan disproportsiyalanish reaksiyalari;

Birinchi turdagi reaksiyalarda oksidlovchi element bir modda tarkibida, qaytaruvchi element esa ikkinchi modda tarkibida bo'ladi. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari borayotganda har xil molekullardagi elementlarning oksidlanish darajasi o'zgaradi:

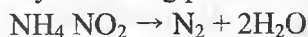


Bunda nikelning oksidlanish darajasi pasayadi, uglerodniki ortadi. Ikkinchi tur reaksiyalarda ayni bir molekula tarkibiga kiruvchi turli elementlarning oksidlanish darajasi o'zgaradi. Quyidagi reaksiyada:



Xlor ioni  $\text{Cl}^{+5}$  oksidlovchi, kislorod ioni qaytaruvchi bo'lib ishtirok etadi.

Uchinchi turga kiruvchi disproportsiyalanish reaksiyasiga misol qilib, laboratoriyada toza azot olishda qo'llaniladigan ammoniy nitratning parchalanishini ko'rish mumkin:



Bu yerda  $\text{NH}_4^+$  ioni oksidlanib,  $\text{NO}_2^-$  ioni esa azotga aylanib qaytariladi.

## VIII BOB

# ELEKTROKIMYOVIY JARAYONLAR. METALLARNING UMUMIY XOSSALARI. STANDART ELEKTROD POTENSIALI, METALLARNING KUCHLANISH QATORI. GALVANIK ELEMENTLAR. GALVANIK ELEMENTLARNI AMALDA QOLLANILISHI

### Mavzu rejasi

1. Metallar haqida umumiy ma'lumot
2. Metallarning fizik va kimyoviy xossalari
3. Metallar korroziyasi va undan himoyalash. Metallarning ishlatilishi.
4. Metallarning klassifikatsiyasi
5. Galvanik elementlar.
6. Metallarning korroziyalanishi.
7. Elektrod potentsiallar va akkumlyatorlar

Elementlar shartli ravishda «metallar» va «metallmaslar»ga ajratiladi<sup>78</sup>.

**Metallar** – davriy sistemada 22 ta metallmas bo'lsa, qolganlari metallardir. 12 tasi s – elementlar, 10 tasi p – elementlar, 28 tasi f – elementlar va qolganlari d – elementlar oilasiga kiradi. Metallar texnikada ikkita gruppaga ajratiladi. 1) Qora metallar – temir (marganets va xrom qo'shimcha) va uning qotishmalari (po'lat va cho'yan). 2) Rangli metallar – boshqa barcha metallar va ularning qotishmalari.

Metallar mexanik xossalari qarang quyidagicha sinflanadi:

- 1) Yengil metallar – Li Na K Rb Al Mg Ti Cs Be Ca
- 2) Og'ir metallar – Cu Pb Ni Zn Sn Sb Hg Ag
- 3) Nodir metallar – Au Ag Pt Pd Ir Ru Os
- 4) Tarqoq metallar – Ga In Tl Ge Re
- 5) Noyob metallar – Co Cd Mo W Sb Hg Bi
- 6) Siyrak yer metallar – La va lantanoidlar

---

<sup>78</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong “Inorganic chemistry”, Oxford University Press, 2014, 292 p.

## 7) Radioaktiv metallar – Ra Po Ac U Pu At va aktinoidlar.

7	8	9	10	11	12	Al
Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga
Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In
Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl
	Platinum metals			Coinage metals		

### METALLARNING TABIATDA UCHRASHI<sup>79</sup>

Metallarning asosiy qismi yer po'stlog'ida uchraydi. Deyarli barcha metallar birikma holatida uchraydi, ayrim metallar tabiatda erkin **"yombi"** holatda uchraydi. Masalan: nodir metallar – oltin, platina, kumush, mis, qalay, simob va h.k.

Metallar sanoatda toza (sof) holatda tabiiy birikmalardan ajratib olinadi. Metallarning sanoatda olinishi uchun yaroqli tabiiy xomashyosi **"ruda"** deyiladi. Rudalar toza bo'lmaydi, ularga bekorchi jinslar – qum, loy, ohaktosh va boshqalar aralashgan bo'ladi. Har qanday ruda ishlatilishidan oldin bekorchi jinslardan tozalanadi, ya'ni boyitiladi. Rudalarning boyitilgan shakli **"konsentrat"** deyiladi. Ruda tarkibida metallar oksid, sulfid, karbonat, sulfat, fosfat va h.k. ko'rinishlarda uchraydi. Masalan: qizil temirtosh –  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , qo'ng'ir temirtosh –  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , magnitli temirtosh –  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , temir kolchedani –  $\text{FeS}$ , pirit –  $\text{FeS}_2$ , alyuminiy rudasi (boksit) –  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , marganets rudasi (pirolyuzit) –  $\text{MnO}_2$ , qalay rudasi –  $\text{SnO}_2$ , vismut oxrasi –  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ , mis kolchedani –  $\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Fe}_2\text{S}_3$ , mis yaltirog'i –  $\text{Cu}_2\text{S}$ , kinovar –  $\text{HgS}$ , qo'rg'oshin yaltirog'i –  $\text{PbS}$ , rux aldhamasi –  $\text{ZnS}$ , karnallit –  $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,

<sup>79</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 280 p.

silvinit –  $KCl \cdot NaCl$ , toshtuz –  $NaCl$ , kainit –  $MgSO_4 \cdot KCl \cdot 3H_2O$ , gips –  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ , galmey –  $ZnCO_3$  va h.k.

The image shows a periodic table of elements with shaded regions indicating different types of elements. A legend identifies the shaded regions as follows:

- Lithophilic (shaded grey)
- Siderophilic (shaded white)
- Chalcophilic (shaded light grey)
- Aerophilic (shaded dark grey)

The elements are arranged in rows (1-7) and columns (1-18). The shaded regions correspond to the following elements:

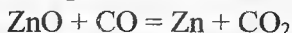
- Lithophilic:** Li, Be, Na, Mg, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Br, Kr, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd, In, Sn, Sb, Te, I, Xe, Cs, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Fr, Ra, Ac, Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, Lr.
- Siderophilic:** H, He, Al, Si, P, S, Cl, Ar, Ga, Ge, As, Se, Br, Kr, In, Sn, Sb, Te, I, Xe, Pb, Bi, Po, At, Rn.
- Chalcophilic:** Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Br, Kr, Ag, Cd, In, Sn, Sb, Te, I, Xe, Pt, Au, Hg, Tl, Pb, Bi, Po, At, Rn.
- Aerophilic:** Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Br, Kr, Rh, Pd, Ag, Cd, In, Sn, Sb, Te, I, Xe, Pt, Au, Hg, Tl, Pb, Bi, Po, At, Rn.

## METALLARNING OLINISH USULLARI

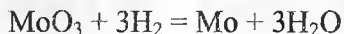
Rudadan metallarni toza holatda ajratib olishga metallarning olinishi deyiladi. Metallar rudadan turli usullarda ajratib olinadi. Bu usullar qaytarilish, termik parchalanish, almashinish, elektroliz jarayonlariga asoslangan. Sanoatda metallarning olinish usullarini o'rganadigan sohaga metallurgiya deyiladi. Metallar quyidagi usullarda ajratib olinadi.

1) Pirometallurgiya – metallarni oksid ko'rinishigacha kuydirib, qaytaruvchilar yordamida olish usullari.

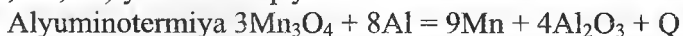
a) Karbotermiya usuli – metallarni oksididan uglerod, isgazi yordamida qaytarish.



b) Vodородotermiya usuli – metallarni oksididan vodorod yordamida qaytarish.



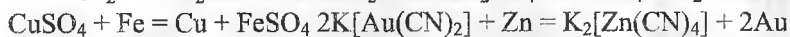
v) Metallotermiya – metallarni oksididan boshqa metallar (Si, Mg, Al, Na, Fe) yordamida qaytarish.



g) Termometriya – moddalarni parchalab toza metallar (Zr,Ni,Ge,Cr,Ti,V,Nb,Ta metallar olinadi) olish.



2) Gidrometallurgiya – metall rudalari kislotalar yordamida eritmaga o'tkaziladi va eritma tarkibidan qaytaruvchilar yordamida ajratib olinadi.



3) Elektrometallurgiya – metallarni ularning birikmalarini suvdagi eritmalaridan yoki suyuqlanmalaridan elektroliz yordamida ajratib olish.

## METALLARNING FIZIK XOSSALARI<sup>80</sup>

Simobdan tashqari barcha metallar o'ziga xos yaltiroq qattiq moddalardir. Metallarning fizik xossalari ularning optik, termik, mexanik, elektr va boshqa xossalari kiradi. *Metallarning optik xossasi* – yaltiroqligi va shaffof emasligi. Metallar yaxlit holda yaltiroq, kukun holda yaltiroq emas (alyuminiydan tashqari). Kumush, palladiy indiy eng ko'p yaltiroq, shuning uchun kumush va palladiy ko'zgu ishlab chiqarishda ishlatiladi. Ko'pchilik metallarning rangi oq rang bilan to'q kulrang orasida bo'ladi. Oltin va seziv sariq, vismut qizg'ish, mis to'qpushti rangda bo'ladi. Metallar alangaga tutilsa olov rangini o'zgartiradi. Masalan: natriy – sariq, kaliy – binafsha, stronsiy – qizil, kalsiy – qovoq ranga bo'laydi.

	Be												B	C	N	O	F	
101	201												108	120	140	160	180	200
102	Mg												Al	Si	P	S	Cl	
103	110												14	28	42	56	70	
1	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	31	32	33	34	35	36	
2	84	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400	420	440	
3	Sc	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	47	48	49	50	51	52	
4	88	148	188	228	268	308	348	388	428	468	508	548	588	628	668	708	748	
5	Sc	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	81	82	83	84	85	86	
6	102	172	212	252	292	332	372	412	452	492	532	572	612	652	692	732	772	

<sup>80</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 278 p.

**Metallarning elektr o'tkazuvchanligi** -- metallar orqali elektr toki o'tganda hech qanday kimyoviy o'zgarish sodir bo'lmaydi. Metallarning elektr o'tkazuvchanligi temperatura pasayishi bilan ortadi va "nol" gradusda ( $t^{\circ}\text{C} = 0^{\circ}\text{C}$ ) metall o'ta o'tkazuvchan bo'lib qoladi. Metallarda elektr o'tkazuvchanlik har xil.

Ag Cu Au Cr Al Mg Na Ir W Be Li Fe Hg Bi qatorda metallarning elektr o'tkazuvchanligi kamayib boradi.

Metallar suyuqlanish temperaturasiga qarab, 1) Oson suyuqlanuvchan (Cs Hg Rb Tl)  $T_{\text{suyuql}} = 800^{\circ}\text{S}$  dan past va 2) Qiyin suyuqlanuvchan (W Os Pt Cr)  $T_{\text{suyuql}} = 800^{\circ}\text{S}$  dan yuqori gruppalariga bo'linadi.

Metallar kristall tuzilishiga ko'ra:

1) Yoqlari markazlashgan kub panjarali – Pb Pd Pt Rh Al Ag Au Ca Cu Co Ge Ir Ni

2) Hajmiy markazlashgan kub panjarali – Ba Cr Cs Fe K Li Mo Rb Ta W V

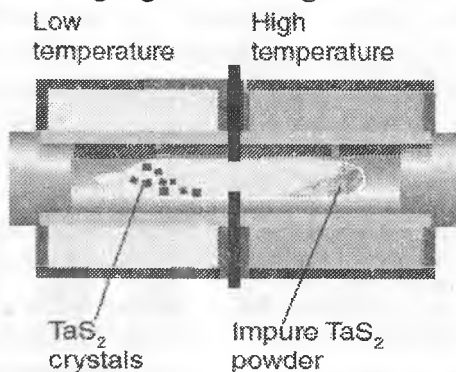
3) Geksagonal panjara – Be Cd Ge Co Hg Mg Os Ru Ti Zr sinflarga bo'lamiz.

Metallarning magnit xossalari:

Diamagnit – magnit maydonidan itariladigan metallar – Ag Cu Au Zn Cd Hg Zr

Paramagnit – magnit maydoniga tortiladigan metallar – Sc Y La Ti V Nb Ta Cr Mo W Mn Re Ru Rh Pd Os Ir Pt

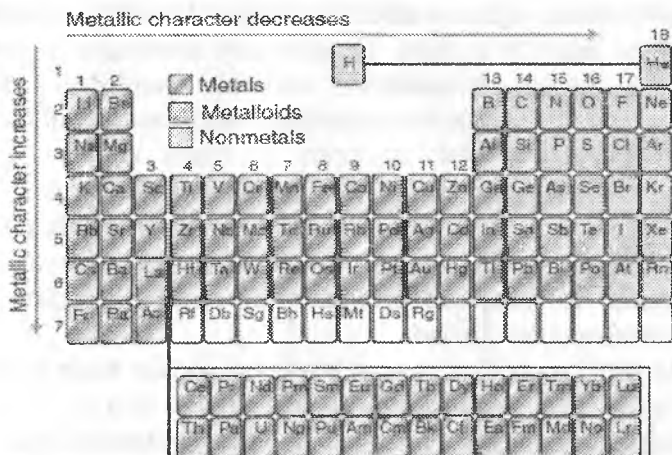
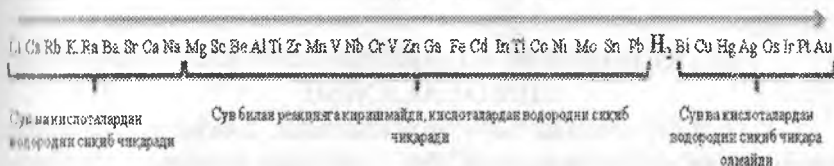
Ferromagnit – magnitga kuchli sezgir metallar – Fe Co Ni



## METALLARNING KIMYOVIY XOSSALARI

Metallarning deyarli barcha kimyoviy xossalari ularning aktivlik qatori (Beketovning metallarni aktivlik qatori) bilan bog'liq.

Metallarning aktivligini, metalli xossasini namoyish borada



Metallarni reaksiya qobiliyatiga qarab<sup>81</sup>:

1) Oddiy sharoitda suv bilan ham kislotalar ( $\text{HNO}_3$  dan tashqari) bilan ham reaksiyaga kirishib vodorodni siqib chiqaradigan metallar – Li Na K Ba Ca Mg (ishqoriy va ishqoriy-yer metallar (Be dan tashqari)).

2) Oddiy sharoitda suv bilan reaksiyaga kirishmaydi va kislotalar ( $\text{HNO}_3$  dan tashqari) bilan reaksiyaga kirishib vodorodni siqib chiqaradigan metallar – Fe Co Cr Mn Ni Zn Be W V Mo Ti va h.k.

3) Oddiy sharoitda suv bilan reaksiyaga kirishmaydi va kislotalar bilan reaksiyaga kirishib vodorodni siqib chiqara olmaydigan metallar – Bi Cu Hg Ag Os Ir.

<sup>81</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 281 p.

4) Oddiy sharoitda suv bilan ham kislotalar bilan ham reaksiyaga kirishmaydigan metallar – Pt va Au.

5) Asoslar bilan reaksiyaga kirishadigan metallar – Al Be Zn Sn Pb

## METALLARNING KORROZIYASI VA UN DAN HIMOYALANISH

Ko'pchilik metallar havo, suv, kislotalar, asoslar va tuzlarning eritmalari ta'sirida yemiriladi. Bu hodisaga korroziya deyiladi. Corrodere – lotincha yemirish so'zidan olingan. Korroziya kimyoviy hodisa bo'lib, ikki xil bo'ladi. 1) Kimyoviy korroziya – neytral muhitda gaz va suyuq moddalar ta'sirida yemirilish va 2) Elektrokimyoviy korroziya – elektrolitlar yoki metallarni bir-biri ta'sirida yemirilishi.

Metallarni korroziyadan saqlash usullari:

1) Metall sirtini boshqa metall bilan qoplash – metall aktivlik qatorida o'zidan chapdagi metall bilan qoplansa himoyalanadi. Masalan: temir rux bilan qoplansa anod qoplam, temir qalay bilan qoplansa katod qoplam deyiladi.

2) Metallni metall bo'lmagan boshqa moddalar bilan qoplash. Masalan: lak, bo'yoq, rezina, emal, vazelin, solidol va h.k.

3) Metallarga turli qo'shimchalar kiritish. Masalan: po'latga 0,2 – 0,5% mis qo'shilsa mustahkamligi 1,5 – 2-marta ortadi, 12% xrom bo'lgan po'lat zanglamaydigan po'lat deyiladi, tarkibida 18% xrom va 8% nikel bo'lgan po'lat hech qachon zanglamaydi.

4) Metall sirtini kimyoviy birikmalar bilan qoplash. Metallarni sirtini kimyoviy usulda oksid, fosfat, xromat pardalar bilan qoplash.

## METALLARNING ISHLATILISHI<sup>82</sup>

Metallar texnikada toza holda juda kam ishlatiladi. Ular asosan aralashma holida ishlatiladi. Ikki va undan ortiq metallar aralashmalari qotishma deyiladi. Jez (Latun) – mis va rux

---

<sup>82</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 278 p.



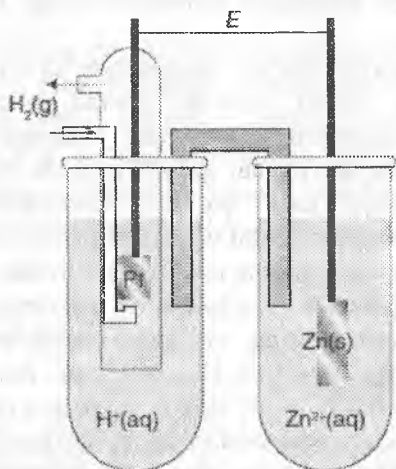
qotishmasi, bronza – mis va berilliy qotishmasi, po‘lat va cho‘yan – temir qotishmalari.

**Galvanik element** – kimyoviy energiyani elektr energiyasiga aylantirib beruvchi element (akkumulyatorlar, batareykalar).

**Fotoelement** – yorug‘lik energiyasini elektr energiyasiga aylantirib beruvchi element (indiy, germaniy, kremniy).

### Galvanik elementlar

**Galvanik elementlar.** Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida elektronlar bir atom yoki ionlardan boshqa atom yoki ionlarga o‘tadi. Bunda kimyoviy reaksiya energiyasi issiqlik energiyasiga aylanadi. Shunga o‘xshash oksidlanish-qaytarilish protsesslari galvanik elementlar deb ataladigan asboblardan ham sodir bo‘ladi. Bu asboblarda kimyoviy energiya elektr energiyasiga aylanadi. Galvanik elementlardagi oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida reaksiyaga kirishuvchi moddalar bir-biriga bevosita tegib turmaydi



hamda elektronlar oksidlovchi bilan qaytaruvchini tutashtirib turadigan metall o‘tkazgich yordamida o‘tadi. Galvanik elementlarning ta’sirlashuv mexanizmi metallarning kristall tuzilish xususiyati bilan chambarchas bog‘liq. Ma’lumki metallarning kristallik panjaralari tugunlarida ionlar bo‘ladi.

Metall suvga botirilganda sirtqi qavatidagi ionlar suvning qutbli molekullari ta'sirida metalldan uziladi, gidratlangan holatda suvli muhitga o'tadi. Buning natijasida metall yaqinidagi eritma musbat zaryadlanadi. Ionlarning suvga o'tishi natijasida metallda ortiqcha erkin elektronlar paydo bo'lib, metall manfiy zaryadlanib qoladi. Suvga o'tgan musbat zaryadli ionlar metallda manfiy zaryad vujudga kelganligi sababli qaytadan metallga tortiladi. Natijada vaqt birligida metalldan eritmaga o'tayotgan ionlar soni metallcha qaytayotgan ionlar soniga tenglashib tez orada muvozanat qaror topadi.

Metall + Suv  $\leftrightarrow$  Metallning gidratlangan ionlari + elektronlar  
eritmada metall kristalida

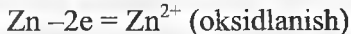
Metall bilan uni qurshab olgan suv muhiti orasida ma'lum darajada potentsiallar ayirmasi yuzaga keladi, bu potentsiallar ayirmasi metallning elektrod potentsiali deyiladi. Ionlarning eritmaga o'tish tezligi ularning qaytadan metallga o'tish tezligiga teng bo'ladi, ya'ni muvozanat holatiga to'g'ri keluvchi elektrod potentsiali muvozanat potentsiali deyiladi. Turli metallar suv botirilganda vujudga keladigan potentsiallarning qiymati turlicha bo'ladi.

Metall qancha aktiv bo'lsa, uni qurshab turuvchi suv muhitiga shuncha ko'p ion o'tadi, demak, metall plastinkada paydo bo'ladigan manfiy zaryadlarning qiymati shuncha yuqori bo'ladi. Biroq barcha hollarda muvozanat qaror topganda eritmadagi metall ionlar konsentratsiyasi kam bo'ladi. Elektronlarni metalldan yo'qotish yo'li bilan muvozanatni o'ngga siljitish mumkin. Galvanik elementlarda ana shunday sharoit vujudga keltiriladi.

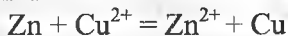
Mis ruxli galvanik elementning sxemasi ko'rsatilgan.  $ZnSO_4$  va  $CuSO_4$  eritmalariga solingan rux va mis galvanik elementning elektrodleri deyiladi. Har ikkala tuz eritmasi bir-biridan g'ovak to'siq II orqali ajratib qo'yilgan. Aktivroq metall-rux ionlari tuz eritmasiga o'tadi: shu sharoitda mis ionlari mis plastinka sirtiga adsorbilanadi. Har ikkala elektrod sim orqali tutashtirilsa elektronlar ruxdan misga o'tadi. Elektronlarning o'tishi natijasida har ikkala metall bilan ularni qurshab turuvchi eritma o'rtasidagi chegaralarda muvozanat buziladi. Rux elektrodan  $Zn^{2+}$  ionlarning yangi miqdorlari eritmaga o'tadi, ya'ni rux eriydi, oksidlanadi. Mis sulfat eritmasidagi  $Cu^{2+}$  ionlari mis elektrodga o'tadi va unga kelayotgan

elektronlarni biriktirib oladi, ya'ni qaytariladi: buning natijasida neytral mis atomlari hosil bo'ladi, ular mis elektrod sirtiga cho'kadi.

Oksidlanish protsessi borayotgan elektrod anod, qaytarilish protsessi borayotgan elektrod esa katod deyiladi. Hozir biz ko'rib chiqayotgan elementda anod-rux, katod-misdir. Elektrodlarda quyidagi protsesslar sodir bo'ladi.

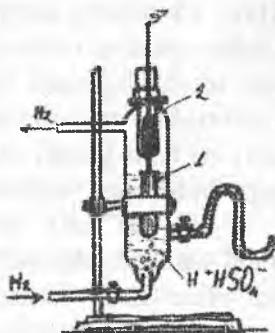
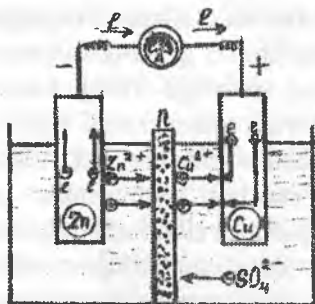


Galvanik elementdagi reaksiya umumiy qilib quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

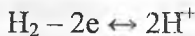


$\text{Zn}^{2+}$  ionlar hamma vaqt eritmaga  $\text{Cu}^{2+}$  ionlar esa aksincha eritmadan metall plastinkaga o'tib turishi sababli har qaysi elektrodlar atrofidagi eritmaning elektroneytralligi buziladi.  $\text{Cu}^{2+}$  ionlar zaryadsizlangan sari, idishning o'ng qismida ortiqcha  $\text{SO}_4^{2-}$  ionlar to'planadi. Buning oqibatida  $\text{SO}_4^{2-}$  ionlar g'ovak to'siq - II orqali (59-rasmga qarang) o'ngdan chapga o'tadi va elektr zanjir yopishib qoladi.

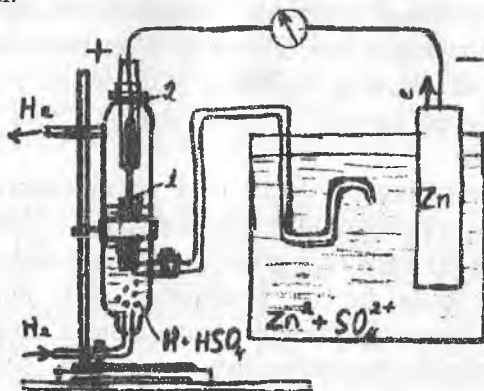
Elektr tokining paydo bo'lishi, ya'ni elektronlarning tashqi zanjir bo'ylab rux elektrodan mis elektrodga o'tishining sababi rux va misda vujudga keladigan potensiallar ayirmasidir. Ravshanki, bu farq qancha katta bo'lsa, boshqacha qilib aytganda, olingan metallarning kimyoviy faolligi o'zaro qancha farq qilsa, galvanik elementda oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi shuncha shiddatli boradi.



Metallarning kimyoviy faolligini taqqoslash uchun standart vodorod elektrodan foydalaniladi (60-rasm). U platina kukundan iborat qatlam bilan qoplangan va  $H_2SO_4$  ning 2N eritmasiga botirib qo'yilgan platina plastinkadan iborat. Bu eritmada vodorod ionlarining aktivligi 1000g suvda 1g ionga teng. Shu eritma orqali normal bosim ostida  $25^\circ C$  temperaturada gaz holdagi toza vodorod o'tkaziladi, u ko'p miqdorda platinaga adsorbilanadi. Elektrodda quyidagicha protsess boradi:



Vodorod ionlari vodorod elektrodan eritmaga o'tadi. Natijada vodorodga to'yingan platina plastinka bilan  $H_2SO_4$  eritmasi orasida potentsiallar ayirmasi vujudga keladi. U shartli ravishda nolga teng deb olinadi.



Biror metallning kimyoviy faolligiga miqdoriy xarakteristika berish uchun standart vodorod elektrod va o'z tuzi eritmasiga botirib qo'yilgan tekshirilayotgan metalldan iborat galvanik element tuzish kerak: eritmada metall ionlarining aktivligi 1000g suvda 1g-ion (61-rasm) bo'lishi lozim. Standart vodorod elektrod bilan o'z tuzi eritmasiga botirilgan (eritmada metall ionlarining aktivligi 1000g suvda 1g-ion bo'ladi) metall orasidagi potentsiallar ayirmasi metallning standart elektrod potentsiali deyiladi. Standart vodorod elektrod bilan  $Zn^{2+}$  ionlarining aktivligi 1000g suvda 1g-ion bo'lgan  $ZnSO_4$  eritmasiga botirilgan rux elektrodidan iborat galvanik elementda potentsiallar ayirmasi 0,76 v ga teng. Bu qiymat ruxning standart elektrod potentsiali bo'lib, quyidagicha ifodalanadi:

$$E^{\circ}\text{Zn}/\text{Zn}^{2+} = -0,76 \text{ v.}$$

Agar metall-standart vodorod elektrodi juftida metallda oksidlanish protsessi borsa standart elektrod potensial manfiy; agar metallda qaytarilish protsessi borayotgan bo'lsa, potensial musbat hisoblanadi. Shunday qilib, minus ishora ushbu metall vodorodga qaraganda oson oksidlanishi, metall ionlari esa vodorod ionlariga qaraganda qiyinroq qaytarilishini ko'rsatadi. Agar metall vodorodga nisbatan qiyinroq oksidlansa, metall ionlari esa vodorod ionlariga qaraganda osonroq qaytarilsa, elektrod potensialining qiymati plyus ishora bilan ko'rsatiladi.

12- jadval

Metallning standart elektrod potensialining algebraik qiymati qancha kichik bo'lsa, uning kimyoviy faolligi shuncha katta, qaytaruvchilik xususiyati shuncha kuchli bo'ladi. Metallar kimyoviy faolligiga ko'ra standart elektrod potenciallar qatori yoki boshqacha aytganda kuchlanishlar qatori deb ataluvchi (12-jadval) qatorga joylashtiriladi.

Elektrod potenciallar qatori metallarning kimyoviy xossalari o'ld quyidagicha xulosalar chiqarishga imkon beradi.

1. Har bir metall elektrod potenciallar qatorida o'zidan keyin turuvchi, ya'ni standart elektrod

potensialining algebraik qiymati katta bo'lgan har qanday boshqa metallni shu metall tuzining eritmasidan siqib chiqara oladi. Demak, har qanday metall standart elektrod potenciallar qatorida o'zidan keyin turuvchi boshqa barcha metallarning ionlariga nisbatan qaytaruvchidir.

Elektrod	Standart elektrod potentsiali
K / K <sup>+</sup>	-2,92
Ca / Ca <sup>2+</sup>	-2,87
Na / Na <sup>+</sup>	-2,71
Mg / Mg <sup>2+</sup>	-2,37
Be / Be <sup>2+</sup>	-1,85
Al / Al <sup>2+</sup>	-1,66
Ti / Ti <sup>2+</sup>	-1,63
Mn / Mn <sup>2+</sup>	-1,18
V / V <sup>2+</sup>	-1,18
Zn / Zn <sup>2+</sup>	-0,76
Cr / Cr <sup>2+</sup>	-0,74
Fe / Fe <sup>2+</sup>	-0,44
Cd / Cd <sup>2+</sup>	-0,4

2. Suyultirilgan kislotalardan vodorodni faqat standart elektrod potensiallari manfiy bo'lgan metallar ta'siridagina siqib chiqarish mumkin.

3. Metall standart elektrod potensialining algebraik qiymati bir vaqtning o'zida metall atomlarining qaytarilish xususiyatini hamda ionlarning oksidlanish xususiyatini ko'rsatadi. Standart elektrod potensialining algebraik qiymati qancha kichik bo'lsa, shu metallning qaytaruvchanlik xususiyati shuncha kuchli va aksincha uning ionining oksidlanish xususiyati shuncha past bo'ladi. Elektrod potensiallar qatorida pastdan yuqoriga chiqilgan sari metallar atomlarining qaytaruvchanlik xususiyati ortib boradi. Demak, jadvalda keltirilgan metallardan qaytarish xususiyati eng kuchlisi K metalidir. Metallar ionlarining oksidlash xususiyati aksincha, yuqoridan pastga tomon ortib boradi, ya'ni eng aktiv oksidlovchi-Au ioni  $\text{Au}^{3+}$  dir.

4. Galvanik elementda aktivroq metall ya'ni standart elektrod potensialining algebraik qiymati kichik bo'lgan metall anod vazifasini o'taydi. Metallarning standart elektrod potensialarini bilgan holda, galvanik elementning EYuK hisoblab topish mumkin. Buning uchun algebraik qiymati katta elektrod potensialidan algebraik qiymati kichik elektrod potensialini ayirib topish kerak. Masala, mis-rux galvanik elementning EYuKsini hisoblayotganda, misning standart elektrod potensialidan ( $E^\circ\text{Cu}/\text{Cu}^{2+} = 0,34 \text{ v}$ ) ruxning standart elektrod potensialini ( $E^\circ\text{Zn}/\text{Zn}^{2+} = -0,76 \text{ v}$ ) ayirish kerak:

$$\text{EYuK} = E^\circ\text{Cu}/\text{Cu}^{2+} - E^\circ\text{Zn}/\text{Zn}^{2+} = 0,34 - (-0,76) = 1,10 \text{ v.}$$

Metallar elektrod potensialining qiymati jihatidan bir-biridan qancha ko'p farq qilsa, shu metalldan tuzilgan galvanik elementning EYuK shuncha katta bo'ladi. Metall o'zining metall ionlari aktivligi 1000g suvda 1g-iondan ortiq yoki kam bo'lgan tuzi eritmasiga tushirilsa, metallning potensiali E standart potensialdan farq qiladi. bu holda uning qiymati quyidagi V.Nernst formulasidan hisoblab chiqariladi:

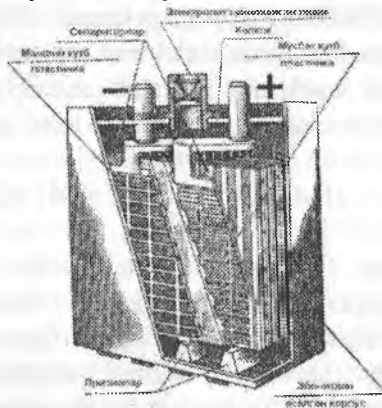
$$E = E^{\circ} + \frac{0,058}{n} \lg a$$

bunda,  $E^{\circ}$ -metallning standart elektrod potentsiali;  $n$ -metall ionining valentligi;  $a$ -eritmada metall ionlarining aktivligi.

Agar EYuKni juda aniq hisoblash zarur bo'lmasa, Nernst formulasidagi  $a$  ni  $C$  ga almashtirish mumkin, bunda  $C$ -eritmada metall ionlarining konsentratsiyasi (1000g suvda  $g$ -ion hisobida).

Galvanik elementlar xuddi elektr toki manbalari sifatida texnikada keng ko'lamda ishlatiladi. 1-galvanik elementni 1799-yilda italiyalik fizik A.Volt yaratgan. Sulfat kislotaning suyultirilgan eritmasiga botirilgan rux va mis elektrodlardan iborat. Buning sababi shuki, katod potentsiali kamayadi, demak, galvanik element potentsiallarining farqi ham kamayadi. Galvanik elementlarning ishlashi natijasida elektrodlar potentsiallarining o'zgarishi galvanik polyarizatsiya deyiladi. Galvanik elementlar polyarizatsiyasining kamayishi depolyarizatsiya, shu maqsadda ishlatiladigan moddalar esa depolyarizatorlar deyiladi. Depolyarizatorlar sifatida  $MnO_2$ ,  $O_2$ ,  $K_2Cr_2O_7$ ,  $Cu^{2+}$  ionlari va boshqa oksidlovchilar ishlatiladi. Mis-rux elementida (59-rasm).  $Cu^{2+}$  ionlari depolyarizatorlardir.

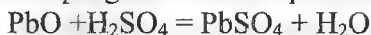
**Akkumlyatorlar.** Kerak bo'lganda elektr energiyasiga aylantiriladigan kimyoviy energiyani to'plash maqsadida ishlatiladigan asboblarni akkumlyatorlar deyiladi.



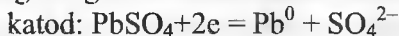
Har qanday teskari galvanik element akkumlyator vazifasini bajara oladi. Elektroliz yordamida elektr energiyasi kimyoviy

energiyaga aylantirilgandan keyin asbobdan galvanik element sifatida foydalanilsa shu energiyani qaytadan elektr energiyasiga aylantirish mumkin.

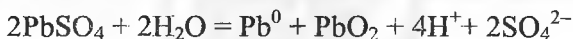
Quyidagi tipda tuzilgan akkumlyator amalda eng ko'p ishlatiladi, kislotali (qo'rg'oshin) va ishqorli (temir-nikelli, kadmiy-nikelli, kumush-ruxli) akkumlyatorlar. Qo'rg'oshinli akkumlyator qo'rg'oshin (II)-oksid PbO pastasi to'ldirilgan panjara shaklidagi qo'rg'oshin plastinkalardan tuzilgan. Plastinkalar H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ning zichligi 1,18–1,22 g/sm<sup>3</sup> bo'lgan 25–30 %li eritmasiga botirilgan bo'ladi. PbO ning H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> bilan o'zaro ta'siri natijasida plastinka sifatida qiyin eruvchan qo'rg'oshin sulfat qatlami hosil bo'ladi



Akkumlyator kimyoviy energiya to'plash uchun uni zaryadlash kerak. Buning uchun qo'rg'oshin plastinkaning biri doimiy elektr tokining manfiy qutbiga, ikkinchisi esa musbat qutbiga ulanadi. Elektroliz natijasida elektr energiyasi kimyoviy energiyaga aylanadi. Elektrodalarda sodir bo'ladigan protsesslarni quyidagi tenglamalar bilan ifodalash mumkin:



Tenglamadan ko'rinib turibdiki, manfiy elektrodda Pb<sup>2+</sup> ionlar 2 tadan elektron biriktirib olib, qo'rg'oshin atomiga aylanadi. Musbat elektrodda PbSO<sub>4</sub>, PbO<sub>2</sub> ga aylanadi. PbO<sub>2</sub> hosil bo'lishiga sabab shuki, Pb<sup>2+</sup> ionlari 2tadan elektron yo'qotib, Pb<sup>4+</sup> ionlariga aylanadi. Har ikkala tenglamani qo'shib akkumlyatorni zaryadlash protsessini ifodalovchi umumiy tenglamani hosil qilamiz.

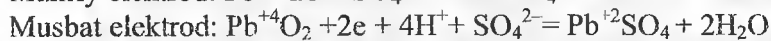
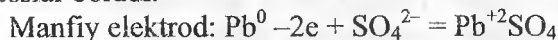


Akkumlyatorni zaryadlash natijasida 1ta elektrodda qaytaruvchi xossasiga ega bo'lgan metall holidagi rux, ikkinchi elektrodda esa oksidlovchi xossasiga ega bo'lgan qo'rg'oshin (IV)-oksid hosil bo'ladi (65-rasm). Demak, elektrodlar oksidlanish-qaytarilish xususiyatiga ko'ra har xil bo'lib qoladi va ular orasida potentsiallar ayirmasi vujudga keladi. Boshqacha qilib aytganda, akkumlyator zaryadlanganda galvanik element hosil bo'lib, unda



qo'rg'oshin manfiy elektrod,  $PbO_2$  esa musbat elektrod vazifasini o'tlaydi:  $(-) Pb [H_2SO_4] PbO_2 (+)$ .

Zaryadlangan akkumlyatorning elektrodlari o'tkazgich orqali tutashirilsa elektronlar manfiy elektroddan musbat elektrodba tomon harakatlanadi, ya'ni elektr toki paydo bo'ladi va kimyoviy energiya elektr energiyasiga aylanadi. Elektrodlarda quyidagi protsesslar boradi:

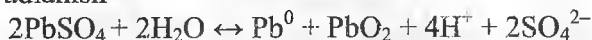


Agar ikkala tenglamani qo'shsak, akkumlyatorning zaryadsizlanish protsessini ifodalovchi umumiy tenglama kelib chiqadi:



Akkumlyatorni zaryadsizlashda uni zaryadlashdagiga teskari protsess borishini nazarda tutib, har ikkala protsessni 1ta tenglama bilan ifodalash mumkin:

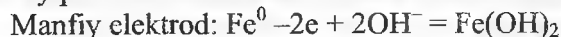
zaryadlanish



zaryadsizlanish

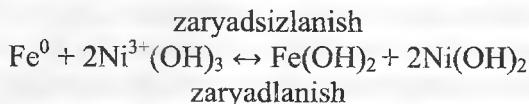
Qo'rg'oshin akkumlyator zaryadsizlanganda paydo bo'ladigan elektr tokining kuchlanishi 2 v dan yuqori.

Ishqoriy akkumlyatorlar. Temir-nikelli akkumlyatorlar katta amaliy ahamiyatga ega. Manfiy elektrod  $HgO$  va boshqalardan iborat maxsus qo'shimcha qo'shib presslangan kukun holdagi temirdan, musbat elektrod esa elektr o'tkazuvchanligini kuchaytirish uchun toza grafit qo'shilgan nikel gidroksid  $Ni(OH)_3$  dan iborat. Elektrolit o'yuvchi kaliyning zichligi  $1,21 \text{ g/sm}^3$  bo'lgan 23 %li eritmasidir. Temir-nikelli akkumlyatorni zaryadsizlashda quyidagi kimyoviy protsesslar sodir bo'ladi.

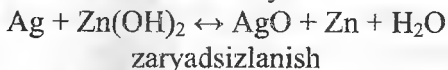


Temir atomlari 2 tadan elektron yo'qotib,  $Fe^{2+}$  ionlarga aylanadi va  $Fe^{2+}$  ionlar  $OH^-$  ionlar bilan birikib gidroksid  $Fe(OH)_2$  hosil qiladi.  $Ni(OH)_3$  ning  $Ni^{3+}$  ionlari 1 tadan elektron biriktirib  $Ni^{2+}$  ionlarga aylanadi va bu ionlar  $Ni(OH)_2$  tarkibiga kiradi; bu reaksiyada gidroksid ionlarining bir qismi erkin holda qoladi. Akkumlyator zaryadlashda teskari protsess boradi. Shuning uchun

temir-nikelli akkumlyatorni zaryadlashda va zaryadsizlantirishda elektrolarda sodir bo'ladigan reaksiyalarni quyidagi tenglamalar bilan ifodalash mumkin:



Temir-nikelli akkumlyator 1,35 v kuchlanishli elektr toki beradi. Keyingi vaqtlarda kumush-ruxli akkumlyator amalda keng ko'lamda ishlatila boshlandi. Bu akkumlyatorlarning bitta elektrodi metall holidagi kumushdan, 2chisi esa  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  dan tayyorlanadi. Zichligi  $1,4 \text{ g/sm}^3$  bo'lgan o'yuvchi kaliy elektrolit vazifasini o'taydi. Kumush-ruxli akkumlyatorni zaryadlashda va zaryadsizlantirishda sodir bo'ladigan kimyoviy reaksiyalarni quyidagi tenglama bilan ifodalash mumkin: zaryadlash

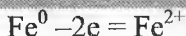
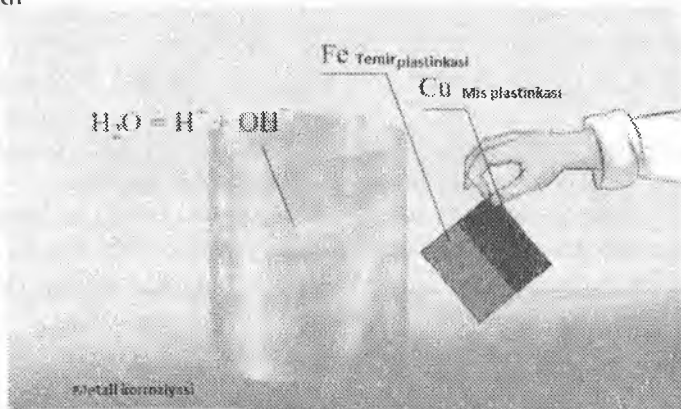


Bunday akkumlyatorda kuchlanish 1,85 v bo'ladi. Akkumlyatorlardan telefon va telegraf stansiyalari, radiustanovkalar, tiplovozlar, suv osti kemalari, elektrokalar va avtomobillarni ta'minlash hamda poyezdlarni yoritishda foydalaniladi.

**Metallarning korroziyalanishi.** Metallning tevarakatofidagi muhit bilan kimyoviy yoki elektrokimyoviy ta'siri natijasida yemirilishi korroziya deyiladi. Metallga quruq gazlar, masalan, kislorod, sulfat anhidrid, HCl,  $\text{H}_2\text{S}$  va boshqa gazlar ta'sir etganda u kimyoviy korroziyalanadi. Ko'pincha metallarning yemirilishiga elektrokimyoviy korroziya sabab bo'ladi, bunday korroziya metallarning nam havo yoki elektrolit eritmasi bilan o'zaro ta'siri natijasida sodir bo'ladi va bunda shu joyning o'zida elektr toki paydo bo'ladi.

Texnikada ishlatiladigan metallarga hamma vaqt boshqa metallar aralashgan bo'ladi. Shuning uchun metallar elektrolit eritmasiga tekkanda uzluksiz ishlaydigan galvanik element hosil bo'ladi, bunda aktivroq metal yemiriladi. Metall havoda ayniqsa ko'p korroziyalanadi. Masalan, nam havodagi temir bilan mis bir-biriga tegib turganda galvanik element vujudga keladi, bunda temir anod, mis esa katod vazifasini o'taydi. Bunday galvanik element

ishlaganda temir oksidlanadi, yemiriladi, chunki u o'zining elektronlarini to'xtovsiz ravishda misga berib, o'zi  $Fe^{2+}$  ionlarga aylanadi

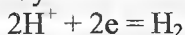


Katod sirtiga kelayotgan elektronlar elektrolit eritmasidagi kislorodni qaytaradi.  $O_2 + 2H_2O + 4e = 4OH^-$

$Fe^{2+}$  ionlar  $OH^-$  ionlar bilan birikib,  $Fe(OH)_2$  hosil qiladi,  $Fe(OH)_2$  havo kislorodi ta'sirida oksidlanib  $Fe(OH)_3$  ga aylanadi.

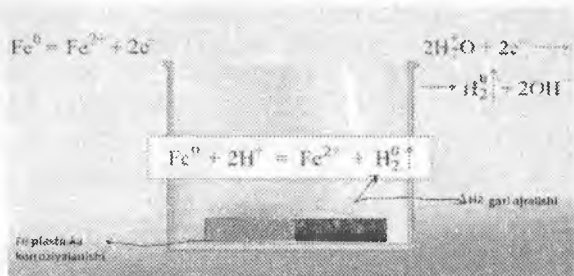


Kislorodning qaytarilishi bilan boradigan korroziya suvda, havoda va tuproqda sodir bo'ladi. Vodorod ionlari konsentratsiyasi birmuncha ko'p bo'lgan muhitda  $O_2$  molekulari emas balki  $H^+$  ionlari oksidlovchi rolini o'taydi:

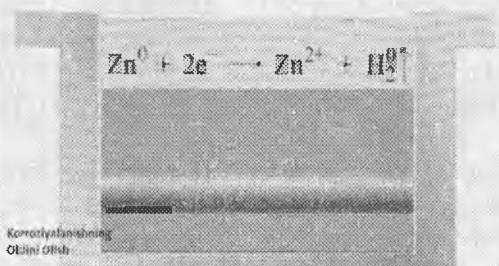


Oksidlanish-qaytarilish protsessi faqat bir-biriga tegib turadigan turli metallardagina emas, balki bir metallning har xil qismida ham sodir bo'ladi, po'latning korroziyalanishi bunga misol bo'la oladi. Po'lat asosan sementit deb ataladigan temir karbid  $Fe_3C$  bilan uglerod donachalari aralashgan temirning juda mayda kristallaridan iborat.

Po'lat elektrolitga tegib turganda uning sirtida ko'pgina mikrogalvanik elementlar hosil bo'ladi, ularda anod-temir, katod-sementit yoki ugleroddir. Bunday galvanik elementlar ishlaganda elektronlar Fe dan  $Fe_3C$  yoki C ga, so'ngra kislorodga yoki vodorod ionlariga o'tadi, temir atomlari esa ionlarga aylanadi. Natijada Fe yemiriladi.



Po'latning korroziyalanishi natijasida hosil bo'lgan zang eruvchan tarkibli modda  $n\text{FeO} \cdot m\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot p\text{H}_2\text{O}$  bo'lib, bunda  $n, m$  va  $p$  koeffitsientlar temperaturaga muhitning namligiga, kislorod ta'siriga hamda zang hosil bo'ladigan boshqa sharoitlarga bog'liq. Havoning namligi ortishi bilan korroziyalanish protsessi ancha tezlashadi.



Tuproqda korroziyalanish natijasida qoziqlar, gaz, suv va neft quvurlari hamda turli metallkonstrussiyalar yemiriladi. Tuproqda korroziyalanish tezligi tuproqda kislotaga va boshqa kuchli ta'sir qiluvchi moddalar borligiga bog'liq:

### Mashqlar

Misol.  $\text{ZnSO}_4$  ning 0,001 molyal eritmasiga botirilgan rux elektrodning potensialini aniqlang.

Nernst formulasiga binoan:  $E_{\text{Zn}/\text{Zn}^{2+}} = -0,76 + \frac{0,058}{2}$

$\lg 0,001 = -0,847$  v.

Demak, eritmadagi metall ionlarining konsentratsiyasi kamaytirilsa, ushbu metall elektrod potensialining algebraik qiymati

kamayadi. Ravshanki, eritmadagi metall ionlarining konsentratsiyasi oshirilsa elektrod potensialining algebraik qiymati ortadi. Nernst formulasidan foydalanib metall ionlarining konsentratsiyasi 1000g suvda 1g-ionsdan katta yoki kichik bo'lgan tuzlari eritmalariga botirilgan metallardan iborat galvanik elementning EYuKni hisoblab topish mumkin.

Misol.  $ZnSO_4$  ning 0,01 molyal eritmasiga botirilgan rux hunda  $AgNO_3$  eritmasining 2 molyal eritmasiga botirilgan kumushdan iborat galvanik elementning EYuKni hisoblab toping.

Yechish: Metallar ionlarining berilgan konsentratsiyalarida Zn va Ag ning elektrod potensiallari qanchaga teng bo'lishini aniqlaymiz:

$$E_{Zn/Zn^{2+}} = -0,76 + \frac{0,058}{2} \lg 10^{-2} = -0,818 \text{ v.}$$

$$E_{Ag/Ag^+} = -0,8 + \frac{0,058}{1} \lg 12 = -0,817 \text{ v.}$$

Endi EYuKni hisoblab topamiz:

$$E_{YuK} = E_{Ag/Ag^+} - E_{Zn/Zn^{2+}} = 0,817 - (-0,818) = 1,635 \text{ v.}$$

Galvanik elementlarni sxemalar tarzida tasvirlash qabul qilingan. Masalan, mis-rux elementning sxemasi: (-)  $Zn | ZnSO_4 || CuSO_4 | Cu$  (+) dan ko'rinib turibdiki, ionlari eritmaga o'tadigan rux elektrod manfiy qutblidir, mis ionlari qaytariladigan mis elektrod esa-musbat qutblidir. Sxemadagi bitta tik chiziq metall bilan uning tuzi eritmasi o'rtasidagi chegarani, ikkita tik chiziq esa har ikkala tuz eritmaları orasida chegarani ifodalaydi.

$$\Delta_r S^\ominus = \frac{\nu F [E_{cell}^\ominus(T_2) - E_{cell}^\ominus(T_1)]}{T_2 - T_1}$$

### Qaytarish uchun savollar

1. Galvanikelement nima?
2. Metallarning korroziyalanishi nima?
3. Galvanik elementning EYuK si nima?

## IX BOB

### ELEKTOROLIZ. ERITMA VA SUYUQLANMALARNING ELEKTROLIZI. FARADEY QONUNLARI.

#### Mavzu rejasi

1. Elektrolitlarning suyuqlanmalarning elektrolizi.
2. Elektrolitlar eritmasining elektrolizi.
3. Elektrodlarda boradigan jarayonlar.
4. Faradey qonunlari.

Elektrolit eritmasidan yoki suyuqlanmasidan doimiy elektr toki o'tganda elektrodlarda sodir bo'ladigan oksidlanish- qaytarilish jarayoniga – **elektroliz** deyiladi.

Elektroliz so'zi ma'nosi elektr toki yordamida parchalash degan manoni anglatadi.

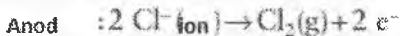
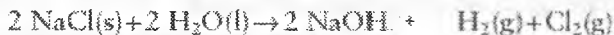
Elektrolizni amalga oshiruvchi maxsus idish, elektrolizyor yoki elektrolitik vanna deb nomlangan idish elektrolit eritmasi yoki suyuqlanmasi bilan to'ldiriladi. Unga tok o'tkazadigan plastinka (elektrodlar) tushuriladi.

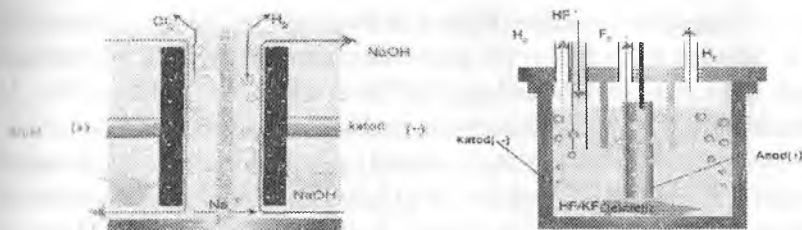
**Musbat** qutbga ulangan elektrodga – **anod** deyiladi.

**Manfiy** qutbga ulangan elektrodga – **katod** deyiladi.

Elektrolit elektrolizyorga solinganda avval tartibsiz (havotik) harakatda bo'ladi. Elektr toki o'tkazilgandan song zarrachalar tartibli harakatlanadi. Musbat ionlar manfiy zaryadlangan elektrod (katod) tomon, manfiy ionlar musbat zaryadlangan elektrod (anod) tomon harakatlanadi. Shunga qarab ionlar nomlanadi.

- Anionlar ( $A^{-n}$ ) – anodga tortiladigan ion.
- Kationlar ( $Me^{+n}$ ) – katodga tortiladigan ion.



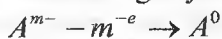


$$E^\ominus = +1.229 \text{ V}$$

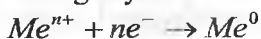


$$E^\ominus = +1.087 \text{ V}$$

Anodga kelgan anionlar elektronlarni beradi va neytral atomga yoki molekullarga aylanadi.



Katodga kelgan kationlar elektronlar olib, neytral atomga yoki molekullarga aylanadi.



*Elektronlarni berish – oksidlanish, qabul qilish jarayoni qaytarilish deb ataladi. Shuning uchun eritmadan yoki suyuqlanmadan elektr toki o'tadi.*

– Anodda anionlarning ( $A^{m-}$ ,  $OH^-$ ) yoki suv molekulasining oksidlanish jarayoni boradi.

– Katodda kationlarning ( $Me^{n+}$ ,  $H^+$ ) yoki suv molekulasining qaytarilish jarayoni sodir bo'ladi.

### **Elektrolitlarning suyuqlanmalarining elektrolizi.**

Agar yuqori temperaturada moddani qizdirsak modda suyuqlanadi. Moddalar suyuqlanganda ham elektr tokini o'tkazadi. Demak, suyuqlanmada ionlar mavjud shu ionlar tokini o'tkazadi va suyuqlanmalarining elektrolizi sodir bo'ladi. Suyuqlanmalarining elektrolizi oson sodir bo'ladi, lekin moddalarni suyuq holatga keltirish uchun katta miqdorda issiqlik kerak bo'ladi. Suyuqlanmaning elektrolizi elektrod materiallariga va ionlarning tabiatiga bog'liq emas.

Agar suyuqlanmada har xil elektrodlar ionlarning aralashmasi bo'lsa, u holda ularning elektrod potentsiallari ( $E$ ) bilan aniqlanadi.

– anodda anionlar ( $E_0$ ) ortib borishi tartibida oksidlanadilar ya'ni anodda birinchi bo'lib elektrod potentsiali eng kichik bo'lgan anion oksidlanadi. Masalan;  $E(\text{Cl})=-1.395 \text{ V}$ ,  $E(\text{J})=-0.536 \text{ V}$ , birinchi bo'lib xlor ioni, keyin esa yod ioni oksidlanadi.

– katodda kationlar elektrod potentsiallarini  $E_0$  kamayib borishi tartibida qaytariladilar ya'ni katodda birinchi bo'lib elektrod potentsiali eng katta bo'lgan kation qaytariladi. Masalan,  $E(\text{Ag}^+=\text{Ag})=0.79 \text{ V}$ ,  $E(\text{Cu}^{2+}=\text{Cu})=0.34 \text{ V}$ , birinchi bo'lib kumush ioni, keyin esa mis ioni qaytariladi.

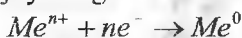
### Elektrolitlar eritmasining elektrolizi

Suyuqlanmalarining elektroliziga nisbatan eritmalarning elektrolizi murakkab jarayon. Bunga sabab suv molekulasining ishtirok etishi hamda elektrod materialiga, ionlar tabiatiga, elektroliz sharoitiga (temperaturaga, eritma konsentratsiyasi, pH – muhitga, to'k kuchi) ga bog'liq bo'ladi. Bular orasida anod materialining qanday materialdan tayyorlanganiga bog'liq bo'ladi.

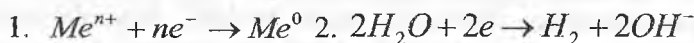
Ajralib chiqadigan moddalarni aniqlashda quyidagi qoidalarga amal qilinadi.

**Katoddagi jarayonlar** /metallning kuchlanishlar qatoriga bog'liq.

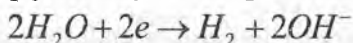
– Birinchi navbatda kuchlanishlar qatoridagi  $\text{H}_2$  dan o'ngda joylashgan kam aktiv metallar kationlari qatnashadi.



– O'rtacha aktivlikdagi metallarning kationlari, kuchlanishlar qatorida Al va  $\text{H}_2$  oralig'ida turadiganlar suv molekulasini bilan birgalikda qaytariladilar va katodda bir vaqtning o'zida ham metall ham vodorod chiqadi.



– Aktiv metallarning kationlari Li dan Al gacha (Al ham kiradi) suvli eritmalarining elektrolizida metall kationlari qaytarilmay uning o'rniga  $\text{H}_2\text{O}$  molekulasini qaytariladi.



– Kislotalarning eritmalari elektrolizida katodda  $\text{H}^+$  ionlari qaytariladi.  $2\text{H}^+ + e^- \rightarrow \text{H}^0$  H atomlari tezlik bilan birlashib  $\text{H}_2$  hosil qiladi.



– Agar eritmada har xil kation bo‘lsa, ularning E qiymati kamayishi tartibida qaytariladi.

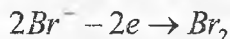
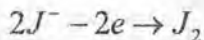
Dastlab kam aktiv metallarning kationlari qaytariladi. Keyin o‘rtacha aktivlikdagi metallarning kationlari suv molekulari bilan birgalikda qaytariladi. Eng oxiri suv molekulari qaytariladi (kislotali muhitda  $H^+$ ).

### Katod jarayonlari uchun jadval.

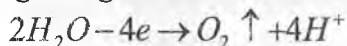
Aktiv metallarning kationlari.	O‘rtacha aktivlikdagi metallarning kationlari.	Kam aktiv metallarning kationlari.	Vodorod kationlari. $H^+$
$Li^+$ , $Cs^+$ , $Rb^+$ , $K^+$ , $Ba^{+2}$ , $Ca^{+2}$ , $Na^+$ , $Mg^{+2}$ , $Al^{+3}$ , $NH_4^+$ va boshqalarda. Metallarning o‘rniga suv molekulari qaytariladi. $2H_2O + 2e \rightarrow H_2 + 2OH^-$	$Mn^{+2}$ , $Zn^{+2}$ , $Cr^{+3}$ , $Fe^{+2}$ , $Co^{+2}$ , $Ni^{+2}$ , $Sn^{+2}$ , $Pb^{+2}$ va boshqalarda. Suv molekulari bilan birgalikda metall ionlari ham qaytariladi. 1. $Me^{n+} + ne^- \rightarrow Me^0$ 2. $2H_2O + 2e \rightarrow H_2 + 2OH^-$	$Cu^{+2}$ , $Hg^{+2}$ , $Ag^+$ , $Pt^{+2}$ , $Au^{+3}$ va boshqalarda. Faqat metall ionlarigina qaytariladi. $Me^{n+} + ne^- \rightarrow Me^0$	Faqat kislotalarning eritmalari elektrolizida qaytariladi. $2H^+ + 2e \rightarrow H_2^0$

**Anoddagi jarayonlar.** Bu jarayonda anod materialiga va anod tabiatiga bog‘liq. Anod ikki xil: **eriydigan** va **erimaydigan** bo‘ladi. Anod erimaydigan (inert) bo‘lsa, **ko‘mir**, **grafit**, **platina** yoki **oltingugurtdan** yasaladi. Bunda quyidagi jarayonlar sodir bo‘ladi.

– Birinchi navbatda kislordsiz kislota anioni oksidlanadi.



– Agar kislordli kislotaning anionlari ( $SO_4^{+2}$ ,  $NO_3^-$ ,  $CO_3^{+2}$ ,  $PO_4^{+3}$  ...) va F- suvli eritmalarining elektrolizida oksidlanmaydilar ularning o‘rniga suv molekulari oksidlanadi.



– Ishqor eritmalarining elektrolizida anodda  $\text{OH}^-$  ionlari oksidlanadi.  $4\text{OH}^- - 4e \rightarrow \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

– Agar eritmada har xil anionlar ishtirok etsa, ular  $\text{E}^0$  ortib borishlari tartibida oksidlanadilar. Dastlab kislorodsiz kislotalarning anionlari oksidlanadilar  $\text{J}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ , (F dan tashqari). Keyin esa suv molekulari oksidlanadilar (ishqoriy muhitda  $\text{OH}^-$  ionlari)

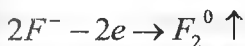
– Kislorodsiz kislotalarning anionlari  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  o‘zgarasdan qoladi.

Agar anod eruvchan (aktiv) Cu, Ag, Zn, Ni, Fe va boshqa metallardan (Pt, Au dan tashqari) tayorlangan bo‘lsa, anion tabiatiga bog‘liq bo‘lmagan holda hamma vaqt anod tayyorlangan metall atomlari oksidlanadi.  $\text{Me}^0 - ne^- \rightarrow \text{Me}^{+n}$  bunda hosil bo‘lgan  $\text{Me}^{+n}$  kationlari eritmaga o‘tadi. Anod massasi kamayadi. Shuning uchun bu anod eruvchan anod deyiladi. Eritmadagi ionlarning soni o‘zgarmaydi.

### Eritmalardagi anod jarayonlari.

<b>Erimaydigan anod (inert) jarayoni.</b>	
Kislorodsiz kislotalarning anionlari $\text{J}^-$ , $\text{Br}^-$ , $\text{S}^{2-}$ , $\text{Cl}^-$ Oksidlanadilar $\text{A}^{-m} - me \rightarrow \text{A}^0$	Kislorodli kislota anionlari $\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{NO}_3^-$ , $\text{CO}_3^{2-}$ , $\text{PO}_4^{3-}$ ... $\text{H}_2\text{O}$ molekulari oksidlanadi $2\text{H}_2\text{O} - 4e \rightarrow \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$
OH – anionlar Faqat ishqor eritmasining elektrolizida oksidlanadilar $4\text{OH}^- - 4e \rightarrow \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$	F- anionlari Uning o‘rniga $\text{H}_2\text{O}$ molekulari oksidlanadi $2\text{H}_2\text{O} - 4e \rightarrow \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$
<b>Eruvchan anod (aktiv) jarayoni.</b>	
Anionlar oksidlanmaydi. Metall anod atomlarining oksidlanishi boradi; $\text{Me}^0 - ne^- \rightarrow \text{Me}^{+n}$ . $\text{Me}^{+n}$ kationlari eritmaga o‘tadi. Anod massasi kamayadi.	

Biror bir kimyoviy oksidlovchi  $\text{F}^-$  anionini oksidlay olmaydi. Bu faqat fluoridlarning suyuqlanmalari elektrolizidan olinadi.



Anodda anionlar bergan elektronlar soni, katodda kationlar qubul qilgan elektronlar soniga teng bo'ladi.

Elektrolizda hamma miqdoriy hisoblar elektroliz sxemasi asosida tuzilgan molekulyar tenglama bo'yicha yoki Faradey qonuni tenglamasi bo'yicha hisoblanadi.

### Faradey qonuni.

*Faradeyning birinchi qonuni: Elektroliz jarayonida elektrodga ajralib chiqadigan moddaning massasi elektrolit eritmasi yoki suyuqlanmasidan o'tgan elektr toki miqdoriga to'g'ri proporsional bo'ladi:*

$$m = k \cdot Q = k \cdot I \cdot t$$

bu formulada Q – elektr miqdori (Kl), I – tok kuchi (A), t – vaqt (s yoki soat), k – ayni elementning elektrokimyoviy ekvivalenti (g/K)

*Faradeyning ikkinchi qonuni: Agar turli elektrolitlarning eritmasi yoki suyuqlanmasi orqali bir xil miqdorda elektr toki o'tkazilsa, elektrodlarda ajralib chiqadigan moddalarning massa miqdorlari o'sha moddaning kimyoviy ekvivalentlariga to'g'ri proporsional bo'ladi.*

$$K = \frac{1}{96500} \cdot E \text{ bunda } E - \text{ moddaning kimyoviy ekvivalenti (g)}$$

Faradeyning birinchi va ikkinchi qonunlarini birlashtirib quyidagi formulaga ega bo'lamiz.

$$m = \frac{E \cdot I \cdot t}{F} = \frac{E \cdot Q}{F} \text{ yoki } m = \frac{Ar \cdot I \cdot t}{nF} = \frac{Ar \cdot Q}{nF}$$

Bu yerda F – Faradey doimiysi vaqt sekunda olinsa qiymati – 96500 K, vaqt soatda olinsa qiymati – 26.8 A·s, Ar – elektrodga ajralib chiqqan elementning nisbiy atom massasi, n – elektrodlardagi jarayonda ishtirok etgan elektronlar soni.

Tok bo'yicha unum:  $h = \frac{m_1 \cdot 96500}{E \cdot I \cdot t} \cdot 100\%$  bunda  $m_1$  – amalda ajralib chiqqan modda miqdori (g), m – nazariy miqdor.

## Mavzuni o'rganishdan maqsad

Mavzu bilan tanishgan talaba quyidagilarni bilib olishi zarur bo'ladi:

1. Elektrolizning texnologiyada ahamiyati
2. Eritma elektrolizi va suyuqlanma elektrolizini bir-birdan ajrata olish.
3. Katod va anod haqida tushuncha
4. Katod va anoda boradigan jarayonlarni o'rganish.
5. Faradeyning birinchi va ikkinchi qonunidan kelib chiqadigan xulosalar

### Mashqlar

**1-misol.** mis (II) sulfat eritmasining elektroliz qilinganda 30 daqiqa davomida 6.4 g mis ajralib chiqdi. Bunda qancha tok kuchi bilan amalgam oshirilganini aniqlang?

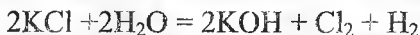
**Yechish:** Faradey qonuning formulasidan foydalangan holda to'k kuchini aniqlaymiz.

$$m = \frac{E \cdot I \cdot t}{F} \text{ dan } I \text{ ni topamiz. } I = \frac{m \cdot F}{E \cdot t} = \frac{6.4\text{g} \cdot 96500}{64/2 \cdot 1800\text{sek}} = 10.72 \text{ A}$$

**2-misol.** Kaliy xlorid eritmasining 10 A tok kuchi bilan elektroliz qilinganda 4 g vodorod ajralib chiqish uchun qancha vaqt elektroliz qilish kerak?

**Yechish:** KCl eritmasining elektrolizi quyidagi jarayon sodir bo'ladi.

A K



Faradey qonuni bo'yicha t ni aniqlaymiz.

$$m = \frac{E \cdot I \cdot t}{F} \text{ dan } t \text{ ni aniqlaymiz.}$$

$$t = \frac{m \cdot F}{E \cdot I} = \frac{4\text{g} \cdot 96500}{1 \cdot 10\text{A}} = 38600 \text{ sekund} = 1072 \text{ soat}$$

**3-misol.** 15% li 1 l sulfat kislotaning (zichligi 1.15 g/ml) eritmasining konsentratsiyasini 3-marta orttirish uchun 5 A tokni qancha vaqt davomida o'tkazish kerak?

**Yechish:** H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ning elektrolizida katodda H<sub>2</sub>, anodda O<sub>2</sub> ajralib chiqadi. Shuning uchun sulfat kislotaning massasi

o'zgarmaydi. Faqat suvning massasi kamayib sulfat kislotaning massa ulushi ortib boradi.



Sulfat kislotaning eritmasining massasini aniqlaymiz.

$$m_{eritma} = \rho \cdot v = 1000 \text{ ml} \cdot 1.15 \text{ g/ml} = 1150 \text{ g}$$

Shu eritmada qancha massa kislota borligini aniqlaymiz.

$$m_{kislota} = m_{eritma} \cdot W = 1150 \text{ g} \cdot 0.15 = 172.5 \text{ g } \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ bor.}$$

Konsentratsiyasini 3-marta oshirish degan bu massa ulushini 3-marta ko'payganidir.  $15\% \cdot 3 = 45\%$  ga yetkazishimiz kerak.

Sulfat kislotaning massasi o'zgarmagani uchun shu massa 45% ga teng bo'ladi.

Massa ulushning formulasidan massa yangi eritmaning massasini aniqlaymiz.

$$W_x = \frac{m_x}{m_{eritma}} \quad m_{eritma} = \frac{m_{kislota}}{W^2_{kislota}} = \frac{172.5 \text{ g}}{0.45} = 383.33 \text{ g eritma}$$

bo'lishi kerak. Boshlang'ich eritmada qolishi kerak bo'lgan eritmani ayirsak, elektroliz bo'lgan suvning massasi kelib chiqadi. Faradey qonuni bo'yicha shuncha suvni elektroliz qilish uchun qancha vaqt 5 A tokni o'tkazish kerakligini aniqlaymiz. Suvning ekvivalenti.  $E(\text{suv}) = 18/2 = 9 \text{ m.a.b}$  ga teng.

$$m = \frac{E \cdot I \cdot t}{F} \quad \text{dan} \quad t \quad \text{ni} \quad \text{aniqlaymiz.}$$

$$t = \frac{m \cdot F}{E \cdot I} = \frac{766.67 \text{ g} \cdot 96500}{9 \cdot 5 \text{ A}} = 1644074 \text{ ssekund} = 456.7 \text{ soat}$$

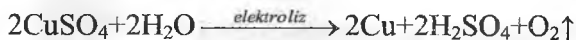
davomida tok o'tkazish kerak ekan.

**4-misol.** 310 g 14,9% li mis sulfat eritmasi elektroliz qilinganda anodda 1,86 l (n.sh.) gaz ajralgandan so'ng jarayon to'xtatildi. Mis sulfatning massa ulushi (%) da aniqlang?

**Yechish:** 1) Eritmadagi mis(II) sulfatning massasini aniqlaymiz;

$$m(\text{CuSO}_4) = 310 \times 14,9\% = 46,19 \text{ g}$$

2) Reaksiya tenglamasidan foydalanib, elektrolizga uchragan mis(II) sulfat massasini, undan esa ortib qolgan mis(II) sulfat massasini topamiz;

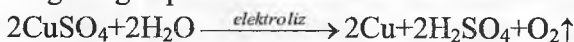


320 g 22,4 l

x g 1,86 l x = 26,57 g CuSO<sub>4</sub>

m(CuSO<sub>4</sub> ortib qolgan) = 46,19 - 26,57 = 19,62 g

3) Eritmada ortib qolgan mis(II) sulfat massa ulushini (%) aniqlaymiz. Buning uchun eritma massasini aniqlab olish zarur. Eritma massasi esa katodda hamda anodda hosil bo'lgan moddalar massalariga bog'liq bo'ladi.



126 g 22,4 l

x g 1,86 l x = 10,46 g Cu

$$m(\text{O}_2) = \frac{V(\text{O}_2)}{V_m} \times M_r(\text{O}_2) = \frac{1,86}{22,4} \times 32 = 2,657 \text{ g}$$

m(eritma) = 310 - 10,46 (Cu) - 2,66 (O<sub>2</sub>) = 296,88 g

$$\omega(\text{CuSO}_4) = \frac{m(\text{CuSO}_4)}{m(\text{eritma})} \times 100\% = \frac{19,62}{296,88} \times 100\% = 6,61\%$$

### Qaytarish uchun savollar

1. Elektroliz nima?
2. Eritma va suyuqlanma elektrolizlarning farqi nimada?
3. Katoda va anoda qanday jarayon boradi

## X BOB

# DAVRIY SISTEMANING II A GURUH ELEMENTLAR. OHAKTOSH, GIPS, VA BOSHQA TURLI BIRIKMALARINI QURILISH SOHASIDA ISHLATILISHI. SUV. SUVNING TUZILISHI, FIZIK-KIMYOVIY XOSSALARI. SUVNING QATTIQLIGI VA UNI YO‘QOTISH USULLARI

### Mavzu rejası

1. S-elementlarning elektron formulasi, tabiatda uchrashi, olinishi usullari.
2. Elementlarning fizik va kimyoviy xossalari, birikmalari, xalq xo‘jaligidagi ahamiyati.
3. Suvning qattiqligi va uni yo‘qotish usullari.

Ikkinchi guruh asosiy guruhchasi elementlariga ve, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra lar kiradi. Bu elementlarning tashqi elektron qavatlarida  $s^2$  elektronlari mavjud. Shuning uchun kimyoviy reaksiya paytida  $s^2$  elektronlarini berib, +2 ga teng oksidlanish darajasini namoyon qiladilar<sup>83</sup>.

Ularning qaytaruvchilik xossalari ishqoriy metallarnikiga qaraganda kuchsizroq ifodalangan. Ikkinchi guruh asosiy guruhchasi elementlarining ion radiuslari ishqoriy metallarning ion radiuslaridan kichik. Shuning uchun bu elementlarning gidroksidlari ishqoriy metallarning gidroksidlariga qaraganda kuchsizroq asos xossasini namoyon qiladi. Bu elementlarning gidroksidlarini asos xossalari guruh bo‘yicha ve dan ra ga tomon ortib boradi, chunki elementlarning ion radiuslari ortib boradi.  $Ve(oh)_2$  amfoter,  $Mg(oh)_2$  kuchsiz asos, lar kuchli asos xossasiga ega. Ve bilan mg bir guruhda yonma-yon joylashganiga qaramay, xossalari bir-biridan keskin farq qiladi: berilliy oksidi va gidroksidi amfoter xossaga, mg elementining oksidi va gidroksidi esa asos xossasiga ega. Bunga sabab shuki, ve ning ion radiusi mg ning ion radiusiga qaraganda ikki marta kichikligidir.

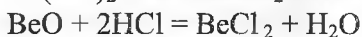
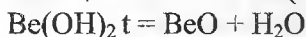
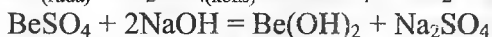
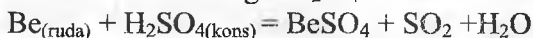
---

<sup>83</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong “Inorganic chemistry”, Oxford University Press, 2014, 336 p.

**Berilliy.** Berilliy ikkinchi guruh asosiy guruhchasiga joylashgan bo‘lib,  $1s^2 2s^2$  elektron konfiguratsiyasiga ega. Uning oksidlanish darajasi +2 ga teng. Berilliyi birinchi bo‘lib 1827-yilda velyor berilliy xloridni kaliy bilan qaytarib olishga muvaffaq bo‘lgan.

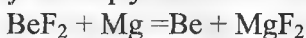
**Tabiatda uchrashi.** Berilliy tabiatda asosan berill  $Al_2O_3 \cdot 3BeO \cdot 6SiO_2$ , fenikit  $2BeO \cdot SiO_2$ , xrizoberill  $Al_2O_3 \cdot BeO$  minerallari nolida uchraydi.

**Olinishi.** 1. tarkibida berilliy bo‘lgan rudalar boyitiladi. Hosil qilingan konsentrat ohaktosh bilan aralashtirib kuydiriladi, so‘ngra bu qorishma konsentrlangan  $N_2SO_4$  bilan ishlanadi<sup>84</sup>;



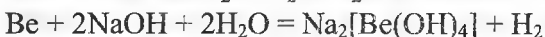
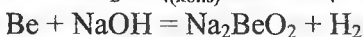
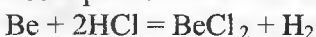
Hosil qilingan berilliy xlorid tuzini natriy xlorid bilan aralashtirib (suyuqlanish temperaturasini pasaytirish maqsadida) suyuqlantiriladi va elektroliz qilinadi. Katodda berilliy metall nolida qaytariladi.

2. berilliyning ftorli birikmasini induksion elektr pechlarda magniy bilan qaytarib metall holida olish mumkin:



Hosil bo‘lgan ve metalni  $1200^\circ$  da suyuqlantirib  $MgF_2$  shaklidan ajratiladi.

**Xossalari.** Berilliy geksagonal kristall tuzilishga ega bo‘lgan, kulrang kumushsimon yaltiroq metall. U suvda va navoda veo nolida yupqa parda bilan qoplanadi. Oddiy sharoitda xlorid, konsentrlangan sulfat kislotalar va ishqorlar bilan reaksiyaga kirishib, tuzlar hosil qiladi.



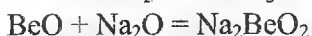
<sup>84</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 338 p.



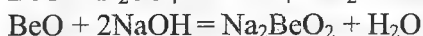
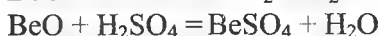
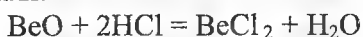
Berilliy konsentrlangan kislota ta'sirida passivlanadi, suyultirilgan  $\text{HNO}_3$  da yaxshi eriydi.

$4\text{Be} + 10 \text{HNO}_3 = 4\text{Be}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$  berilliy qizdirilganda N<sub>2</sub>,P,S va galogenlar bilan  $\text{Be}_3\text{N}_2, \text{Be}_3\text{P}_2, \text{Be}_2\text{C}, \text{BeC}_2$  tarkibli birikmalar hosil qiladi.

**Berilliy birikmalari**<sup>85</sup>. Berilliy oksid veo – amfoter xossasiga ega bo'lgan, yuqori temperaturada suyuqlanuvchi, suvda erimaydigan oq rangli kukun. Yuqori temperaturada suyuqlantirilganda kislotali va asosli oksidlar bilan reaksiyaga kirishib tuz hosil qiladi:



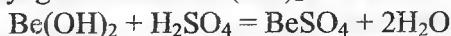
Berilliy oksidi qaynoq kislotalar va ishqorlar bilan reaksiyaga kirishadi:



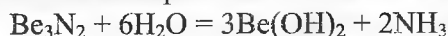
Berilliy oksidi o'tga va issiqlikka chidamli shisha va chinni materiallarni olishda, atom texnikasida, organik moddalarni sintez qilishda ishlatiladi. Berilliy gidroksid  $\text{Be}(\text{OH})_2$  amfoter xossaga ega bo'lgan, suvda erimaydigan oq rangli cho'kma. Kislota va asos xossasiga ega ekanligini quyidagi sxema bilan tushuntirish mumkin:



Shuning uchun  $\text{Be}(\text{OH})_2$  kislotalar va ishqorlar bilan reaksiyaga kirishadi:  $\text{Be}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} = \text{BeCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$



**Berilliy nitrid**  $\text{Be}_3\text{N}_2$  juda qattiq, yuqori temperaturada suyuqlanadigan rangsiz kristall modda, qizdirilganda suv va kislotalar ta'sirida parchalanadi:



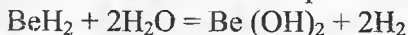
---

<sup>85</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 339 p.

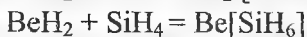
Berilliy gidrid  $\text{BeH}_2$  – kuchli qaytaruvchi xossaga ega bo‘lgan polimer modda. Uni  $\text{BeCl}_2$  ga efir eritmasida  $\text{LiH}$  ta’sir ettirib hosil qilish mumkin:



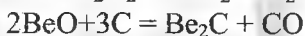
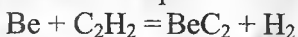
$\text{BeH}_2$  suv ta’sirida oson parchalanib vodorod ajralib chiqadi:



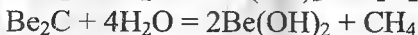
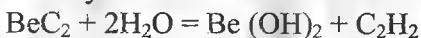
$\text{Vn}_2$  amfoter xossaga ega bo‘lgani uchun ishqoriy va kislotali gidridlar bilan birikib kompleks birikmalar hosil qiladi:



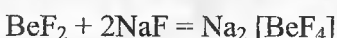
Berilliy karbidlar  $\text{BeC}_2$  va  $\text{Be}_2\text{C}$  – berilliy kukuniga yuqori temperaturada atsetilen yoki berilliy oksidiga cho‘g‘latilgan ko‘mir ta’sir ettirib hosil qilinadi:



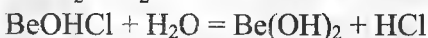
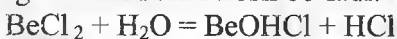
Berilliy karbidlar suv bilan shiddatli reaksiyaga kirishadi:



**Berilliy ftorid**  $\text{BeF}_2$ - suvda oson eriydigan, shishasimonbir necha modifikatsiyaga ega bo‘lgan modda, u ishqoriy metallarning ftoridlari bilan suvda yaxshi eriydigan kompleks birikmalar hosil qiladi:

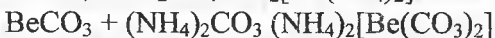
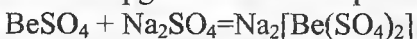


Berilliy xlorid  $\text{BeCl}_2$  suvda yaxshi gidrolizlanadigan rangsiz kristallgidrat moddalar hosil bo‘ladi:



Shunga ko‘ra berilliyning kislorodli tuzlari  $\text{Be}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{BeSO}_4$  mavjud.

Bular ko‘pgina tuzlar bilan qo‘shaloq birikmalar hosil qiladi:



Berilliy tuzlari mazasi shirin ta’mgaga ega bo‘lishiga qaramasdan zaharli moddalardir.

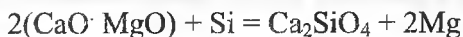
**Ishlatilishi.** Berilliy va uning birikmalari issiqlikka va o‘tga chidamli, shisha, keramik buyumlar olishda, sement sanoatida,

meditsinada, qishloq xo'jalik zararkunandalariga qarshi kurashishda, to'qimachilik va konditer sanoatida organik moddalarni sintez qilishda ishlatiladi.

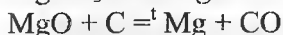
**Magniy.** Magniyning elektron konfiguratsiyasi  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$  dir. Toza holatda magniyni birinchi bo'lib 1829-yili a.byussi ajratib olgan. Tartib nomeri 12, atom massasi 24. Magniyning uchta barqaror izotopi ma'lum: Mg, Mg, Mg. Tabiatda magniy asosan silikatlar  $Mg_2SiO_3$ - olivin minerali holida, karbonatlar – dolomit  $Mg(CO_3)_2$  va magnezit  $MgCO_3$  minerallari nolida, xloridlar – kurnallit  $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$  minerali nolida uchraydi. Bundan tashqari dengiz suvlari tarkibida  $MgCl_2$  nolida uchraydi.<sup>86</sup>

**Olinishi.** 1. tuzlari  $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$  yoki  $MgCl_2$  ni suyuqlantirib elektroliz qilish usuli bilan olinadi. Bunda katodda Mg erkin holda, anodda esa  $Cl_2$  ajralib chiqadi.

2. **Metallotermik usul.** Bu usulda vakkum elektr pechlarida  $1200-1300^\circ C$  da qizdirilgan dolomitni kremniy bilan qaytarib olinadi:

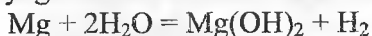


**Zuglerodotermik usul.** Bu usulda magniy birikmalari yuqori temperaturada qizdirilib oksidlarga aylantiriladi va cho'g'atilgan ko'mir bilan qaytariladi.

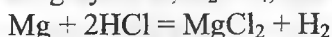


**Xossalari.** Magniy oq kumush rang, yaltiroq, asos xossasiga ega bo'lgan metall, zichligi  $1,74 \text{ g/sm}^3$ , suyuqlanish temperaturasi  $650^\circ s$ , qaynash temperaturasi  $1102^\circ s$ . Magniy navoda oksidlanib, xiralashadi, o'z birikmalarida hamma vaqt ikki valentli bo'ladi, koordinatsion soni 6 ga teng.

Magniy sovuq suv bilan juda sust, qaynoq suv bilan tezda reaksiyaga kirishadi:



Magniy HCl,  $H_2SO_4$ ,  $HNO_3$  kislotalarda yaxshi eriydi.



<sup>86</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 342 p.

Magniy ishqorlarda erimaydi. Magniy qizdirilganda ko'pgina metallar ta'sirida  $Mg_3Al_2$ ,  $Mg_3Cl_2$ ,  $Mg_2P$  tarkibli intermetall birikmalar hosil qiladi. Bundan tashqari magniy qizdirilganda ko'pgina metallmaslar bilan birikib,  $MgSi$ ,  $Mg_3P_2$ ,  $MgS$ ,  $MgCl_2$  tarkibli birikmalar hosil qiladi. Magniy vodorod bilan oddiy sharoitda birikmaydi. Faqat 200 atmosfera bosimida va 570°s da katalizatorlar ishtirokida birikadi. Magniyning vodorodli birikmasi asosan bilvosita usul bilan olinadi. Masalan:



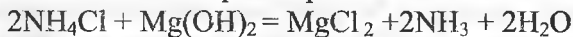
Magniy gidrid  $MgN_2$  kukun nolidagi kumush rang, qattiq modda, suv ta'sirida oson parchalanadi. Alyuminiy va berilliy gidridlariga qaraganda termik barqaror. Bundan tashqari magniyning gidrid-borat  $Mg[BH_4]_2$  va gidrid-alyuminat  $Mg[AlH_4]_2$  birikmalari nam ma'lum.

**Magniy oksid** <sup>87</sup>.  $MgO$  – yuqori temperaturada suyuqlanadigan, asos xossasiga ega bo'lgan oq tusli kristall modda. Texnikada asosan magniy karbonatni termik parchalanish natijasida olinadi:

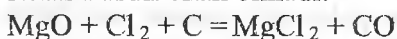


Magniy oksid qaynoq suvda juda oz eriydi, kislotalar bilan reaksiyaga kirishib tuz hosil qiladi:

**Magniy gidroksid**.  $Mg(OH)_2$  – suvda kam eriydigan, asos xossasiga ega bo'lgan kristall modda. Magniy gidroksid ammoniy tuzlaridan ammiakni siqib chiqara oladi.



Magniy xlorid  $MgCl_2$  oktaedrik tuzilishiga ega bo'lgan, ion bog'lanishli oq tusli kristall modda. Magniy oksidni ko'mir ishtirokida xlorldash usuli bilan olinadi:



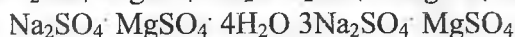
Magniy xlorid kristall gidrati  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  dengiz suvlarini quritish usuli bilan olinadi.

Magniy sulfat  $MgSO_4$  oq tusli kukun. Suv ta'sirida monogidrit  $MgSO_4 \cdot H_2O$  va heptagidrat  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  hosil qiladi. Magniy sulfat

---

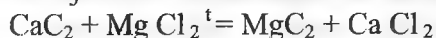
<sup>87</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 344 p.

ulh qoriy metallarning tuzlari bilan quyidagi qo'shaloq tuzlar hosil qiladi.

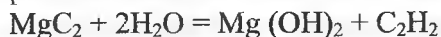


Magniy nitrat  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  suvda yaxshi eriydigan gignroskopik modda. Termik beqaror bo'lgani uchun qizdirganda  $\text{MgO}$  hosil qilib parchalanadi:  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} = \text{MgO} + \text{H}_2\text{O}_5 + 6\text{H}_2\text{O}$

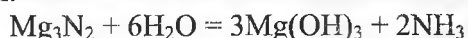
Magniy karbid  $\text{MgC}_2$  kalsiy karbidga magniy xlorid ta'sir ettirish natijasida hosil bo'ladi:



Magniy karbid suv ta'sirida shiddatli parchalanib atsetilen hosil qiladi.



Magniy nitrid  $\text{Mg}_3\text{N}_2$  magniyni azot atmosferasida qizdirish natijasida hosil qilinadi, suv ta'sirida ammiak hosil qilib parchalanadi:



Magniyni yuqorida keltirilgan birikmalaridan tashqari suvda yomon eriydigan tuzlari  $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{Mg}_3(\text{SO}_4)_2$ ,  $\text{MgCO}_3$ ,  $\text{MgF}_2$  ham bor.

**Ishlatilishi.** Magniy va uning birikmalar intermetall birikmalar hosil qilishda, raketa texnikasida, keramik, shisha va sement olishda, to'qimachilikda, achchiqtosh olishda ishlatiladi.

**Kalsiy guruhchasi elementlari.** Kalsiy guruhchasi elementlariga kalsiy sa, stronsiy sr, bariy va va radiy ra kiradi. Bu elementlarning tashqi elektron qavatlarida  $s^2$  elektronlar mavjud. Guruh bo'yicha elementlarning atom va ion radiuslari ortib boradi. Shuning uchun bu elementlarning aktivligi ham ortib boradi.

**Tabiatda uchrashi.** Yer qobig'ida kalsiyning oltita, stronsiyning to'rtta, bariyning yettita barqaror izotopi bor. Bulardan eng ko'p tarqalganlari Ca, Sr va Ba lardir. Radiy radioaktiv element bo'lgani uchun uning barqaror izotoplari yo'q. Lekin sun'iy ravishda hosil qilingan sakkizta radioaktiv izotoplari ma'lum.

Kalsiy yer qobig'ida eng ko'p tarqalgan elementlardan hisoblanadi. Tabiatda asosan silikatlar  $\text{CaSiO}_3$  va alyumosilikatlar  $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$  holida uchraydi. Bulardan tashqari kalsiy karbonat  $\text{CaCO}_3$ , angidrit  $\text{CaSO}_4$ , gips  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  flyuorit  $\text{CaF}_2$ , apatit  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})$  fosforit  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  lar holida uchraydi. Bariy va stronsiy asosan stronsit  $\text{SnCO}_3$ , viterit  $\text{BaCO}_3$ , selistin  $\text{SrSO}_4$  barit  $\text{BaSO}_4$  minerallari holida uchraydi. Radiy esa uran rudasi tarkibida qisman uchraydi.

**Olinishi.** Kalsiy, stronsiy, bariy metallarini, birinchi marta Xevi tomonidan elektroliz qilib olingan. Elektroliz qilishda ularning tuzlarini yuqori temperaturada suyuqlantiriladi. Katodda metallar ajralib chiqadi. Bu elementlar tuzlarini suyuqlantirishda ularni suyuqlanish temperaturalarini kamaytirish uchun ba'zi tuzlardan foydalaniladi.

Bundan tashqari kalsiy, stronsiy, bariy metallarini vakuumda alyumotermiya usuli bilan ham olish mumkin<sup>88</sup>:



Hozirgi paytda bu element karbidlarini yuqori temperaturada parchalab olish usuli ham ma'lum. Bunda elementlar bug' holida uchib chiqadi, uglerod esa qattiq grafit holida qoladi. Metall holidagi radiyni 1910-yilda Mariya Kyuri va Andre Debernu tomonidan ra  $\text{Cl}_2$  tuzi eritmasini elektroliz qilish usuli bilan olingan. Bunda simobdan yasalgan katod va platina bilan iridiy aralashmasidan tayyorlangan qotishmadan yasalgan anoddan foydalanilgan. Katoddagi simobni 700°sda vodorod oqimi bilan haydab, radiy toza holda ajratib olingan.

**Fizik xossalari.** Ikkinchi guruhning asosiy guruhchasi elementlari berilliyi istisno qilganda metallik xossalarga ega. Erkin holda kumush rang – oq yumshoq moddalar bo'lib, ishqoriy metallarga qaraganda qattiqroq, erish va qaynash temperaturasi ancha

<sup>88</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 347 p.

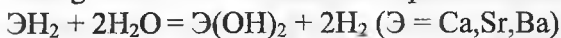
yuqoridir. Radiydan boshqa elementlar zichligi bo'yicha yengil metallarga kiradi. Berilliy o'z xossalari bilan alyuminiyga, magniy esa xossalari bilan toq guruhcha elementlari, ayniqsa ruxga yaqin turadi.

Kalsiy 850°s da eriydi, havoda oksid pardasi bilan qoplanadi, qizitilganda qizg'ish alanga berib yonadi. Bariy 710°C da eriydi, 1678°C da qaynaydi, zichligi 2,76 g/sm<sup>3</sup>. Stronsiyning erish temperaturasi 770° C, qaynash temperaturasi 1280°C, zichligi 2,62 g/sm<sup>3</sup>.

**Kimyoviy xossalari.** Bu metallar aktiv metallmaslar bilan odatdagi sharoitda birikadi. Azot, vodorod, uglerod, kremniy kabi metallmaslar bilan bir oz qizdirilganda reaksiyaga kirishadi. Bu reaksiyalar issiqlik ajralib chiqish bilan boradi. Bu metallar qizdirilganda ko'pgina metallar bilan birikib intermetall birikmalar hosil qiladi. Metallarning reaksiyaga kirishish xususiyati ca-sz-ba-ra qatorida ortib boradi. Bu elementlar sovuq suv bilan nam reaksiyaga kirishadi. Reaksiyaga kirishish xususiyati sa dan ra ga o'tgan sari ortib boradi. Bu elementlar kislotalar bilan shiddatli reaksiyaga kirishadi ishqorlar esa ta'sir etmaydi.

**Birikmalari.** Kalsiy guruhchasi elementlari kimyoviy bog'lanish hosil bo'lishida – orbitallar katta rol o'ynaydi. Shuning uchun bu elementlarning koordinatsion sonlari 6,8 ga teng bo'ladi.

Bu elementlarni ЭH<sub>2</sub> tarkibli gidridlari ma'lum. Bu gidridlar tashqi ko'rinishi va xossalari bilan ishqoriy metallarning gidridlariga o'xshash. Lekin ularni parchalanish temperaturalari birmuncha yuqori. Bu gidridlar suv ta'sirida oson parchalanadi.



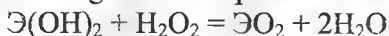
Oksidlari va gidroksidlari. Bu elementlar eo tarkibli oksidlar hosil qiladi. Elementlarning oksidlari ularning karbonatlarini termik parchalash usuli bilan hosil qilinadi.



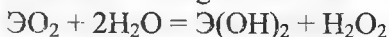
Elementlarning oksidlari yuqori temperaturada suyuqlanadigan moddalardir. Suyuqlanish temperaturalari CaO dan BaO ga tomon kamayib boradi. Bu oksidlar qizdirilganda suvda erib, Э(OH)<sub>2</sub> tarkibli asos xossasiga ega bo'lgan gidroksidlar hosil qiladi.

Bu gidroksidlarning suvda erishi  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  dan  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  ga qarab ortib boradi.

Kalsiy gurubchasi elementlari ham ishqoriy metallar kabi kislorod bilan oq rangli  $\text{eO}_2$  tarkibli peroksidlar, sariq rangli  $\text{EO}_4$  tarkibli qo'sh peroksidlar hosil qiladi. Bu birikmalar element gidroksidlariga vodorod peroksid ta'sir ettirish bilan hosil qilinadi:



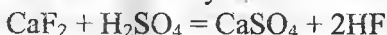
Ularning peroksidlari suv ta'sirida oson gidrolizlanadi va kislotalar bilan reaksiga kirishadi:



Bu elementlarning galogenidlaridan kalsiy fluorid  $\text{CaF}_2$  ni, kristall holatdagi kalsiy karbonatni fluorid kislota bilan neytrallab hosil qilinadi:



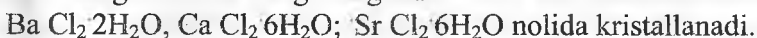
$\text{CaF}_2$  suvda qiyin eriydigan oson kolloid eritma hosil qiladigan kukun modda. Suluytirilgan kislotalarda erimaydi, lekin konsentrlangan kislotalarda eriydi.



Sr  $\text{f}_2$  va  $\text{baf}_2$  nam olinishi va xossalari bilan  $\text{CaF}_2$  ga o'xshashdir. Ularning xloridlari  $\text{ECl}_2$  tarkibiga ega. Bu birikmalar elementlarning karbonat birikmalariga xlorid kislota ta'sir ettirib hosil qilinadi.



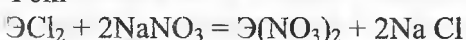
Elementlarning xloridlari kuchli kristallgidratlar bo'lgani sababli ularning eritmalari bug'latilganda



Bu elementlar  $\text{E}(\text{NO}_3)_2$  tarkibli nitratlar hosil qiladi. Ularning karbonatlariga nitrat kislota ta'sir ettirib yoki oddiy almashinish reaksiyasi natijasida nitratlari hosil qilinadi:<sup>89</sup>



Yoki



---

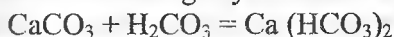
<sup>89</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 350 p.



Kalsiy karbonat  $\text{CaCO}_3$ , oq tusli suvda juda kam eriydigan, termik parchalanadigan modda. Tabiatda ohaktosh va marmar holida juda ko'p uchraydi. Kislotalarda va ammoniy tuzlarida oson parchalanadi:

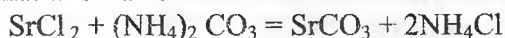


Ortiqcha olingan karbonat kislotada suvda yaxshi eriydigan biokarbonat birikmaga aylanadi.



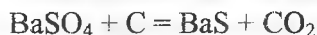
Stronsiy karbonat  $\text{SrCO}_3$  tabiatda rombik tuzilishga ega bo'lgan stronsianit minerali nolida uchraydi. Bu mineral texnikada asosan  $\text{SrSO}_4$  ni maxsus pechlarda suyuqlantirib, soda ta'sir ettirish yo'li bilan olinadi:  $\text{SrSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{SrCO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4$

Toza nolatdagi stronsiy  $\text{SrCO}_3$  tuzlari eritmalaridan ammoniy karbonat ta'sirida cho'ktirib olinadi:

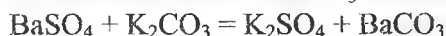


Bariy karbonat  $\text{BaCO}_3$  tabiatda asosan viterit minerali holida uchraydi. Texnikada  $\text{BaCO}_3$  ikki xil usulda olinadi:

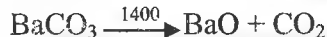
1.  $\text{BaSO}_4$  ga yuqori temperaturada cho'g'latilgan ko'mir ta'sir ettirib, hosil bo'lgan vas va  $\text{SO}_2$  ni suv ta'sirida kondensatlab hosil qilinadi:



2. Kukun holatdagi  $\text{BaSO}_4$  ga yuqori temperatura va bosimda kaliy karbonat ta'sir ettirib  $\text{BaCO}_3$  olinadi:



$\text{BaCO}_3$  termik barqaror bo'lib yuqori temperaturada parchalanadi:



bariy karbonat karbonat kislota ta'sirida suvda oson eriydi:



Kalsiy sulfat  $\text{CaSO}_4$  tabiatda suvsiz angidrit holida va suvli gips  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  holida uchraydi. Stronsiy sulfat  $\text{SrSO}_4$  esa gidratlanmagan bo'ladi.

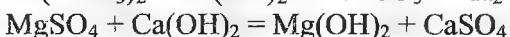
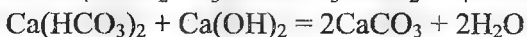
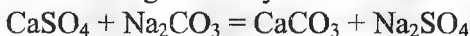
Tabiatda selistin minerali va og'ir shpat bariy sulfat  $\text{BaSO}_4$  holida uchraydi. Bu birikmalar suvda kam eriydigan moddalardir.

Tabiiy suvlarda kalsiy va magniy tuzlarining bo'lishi suv qattiqligini vujudga keltiradi. Bu esa tabiiy suvni texnikada ishlatishiga ko'pgina to'sqinlik qiladi. Tabiiy suvda asosan doimiy va muvaqqat qattiqliklar kuzatiladi. Tabiiy suv tarkibida kalsiy va magniy gidrokarbonat ionlar bo'lsa muvaqqat qattiqlik, sulfat va xlorid ionlari bo'lsa doimiy qattiqlikda vujudga keladi.

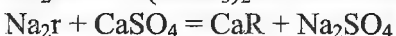
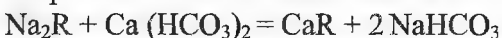
Tabiiy suvlarning qattiqligini ikki xil: fizik va kimyoviy usullar bilan yo'qotish mumkin. Tarkibida gidrokarbonatlar bo'lgan qattiqlikni suvni qaynatish yo'li bilan yo'qotiladi. Bunda gidrokarbonatlar erimaydigan karbonatlarga aylanib, cho'kmaga tushadi<sup>90</sup>:



Suvning qattiqligini kimyoviy usul bilan yo'qotishda tarkibida  $\text{CO}_3^{2-}$  va  $\text{OH}^-$  ionlari bo'lgan eritmalar bilan ishlanib, kalsiy va magniy qiyin eriydigan tuzlari holida cho'ktiriladi. Ko'pgina hollarda so'ndirilgan ohak yoki soda ishlatiladi:



Hozirgi davrda texnikada suvning qattiqligini yo'qotishda ion almashtirish usulidan foydalanilmoqda. Bu usul suv tarkibidagi ionlarni sun'iy olingan ko'p molekullari ionitlar bilan almashtirishga asoslangan. O'rin almashtirilayotgan ionlar tabiatiga qarab ionitlar kationit va anionitlarga bo'linadi. Alyumosilikatlar, masalan,  $\text{Na}_2[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]\text{N H}_2\text{O}$  kationitlarga misol bo'la oladi. Qattiq suv bilan alyumosilikatlar orasidagi ionlar almashinishini quyidagi sxema orqali ko'rsatish mumkin:



Bu yerda R-murakkab alyumoksilikat anioni, ya'ni  $([\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]\text{NH}_2\text{O})^{-2}$  dir.

**Ishlatilishi.** Bu elementlar va ularning birikmalari keramika, shisha, sement sanoatida, qurilish materiallari olishda, bo'yoqchilik-

<sup>90</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 348 p.

da, organik moddalarni sintez qilishda, katalizator tayyorlashda, metallurgiya va intermetall birikmalar olishda ishlatiladi. Kalsiy ko'pgina qiyin eriydigan metallarni qaytarishda muhim ahamiyatga ega. Bu yo'l bilan toriy, vanadiy, sirkoniy, berilliy, niobiy, uran va tantal kabi metallar qaytariladi. Kalsiydan mis, nikel. Bronza va maxsus po'lat tayyorlashda nam foydalaniladi. Stronsiy metallarni tozalashda xizmat qiladi. Misga qo'shilganda uning qattiqligi ortadi. Radiyni birikmalari nur qaytaruvchi bo'yoqlar tayyorlashda, medisinada, qishloq xo'jaligida va radon olishda ishlatiladi.

### **Qaytarish uchun savollar**

1. Ishqoriy yer metallarini tashqi elektron formulasi asosida qanday xossalari namoyon bo'ladi?
2. S- elementlari qanday usullari bilan olinadi?
3. S-elementlarning fizik va kimyoviy xossalarini va xalq xo'jaligidagi ahamiyatini tushuntiring.
4. Suvning qattiqligi qanday usullar bilan yo'qotiladi?

# XI BOB

## DAVRIY SISTEMANING IV GURUH ELEMENTLARI. UGLEROD, KREMNIYNI BIRIKMALARINI SEMENT, OYNA, TOMBOP MATERIALLAR VA BOSHQA QURILISH MATERIALLARI ISHLAB CHIQRISHDA ISHLATILISHI

### Mavzu rejasi

1. Uglerodning elektron formulasi, tabiatda uchrashi, olinishi, allotropiyasi.
2. Uglerodning fizik, kimyoviy xossalari.
3. Uglerodning asosi y birikmalari va ularning xalq xo'jaligidagi ahamiyati.
4. Uglerodning oltingugurtli, azotli birikmalari. Karbidlar.
5. Kremniy kimyosi. Qurilish materiallari
6. Germaniy guruhchasi elementlarining umumiy xarakteristika, elektron formulasi, tabiatda uchrashi.
7. Germaniy guruhchasi elementlarining olinish usullari, fizik va kimyoviy xossalari.
8. Germaniy guruhchasi elementlarining birikmalari va ularni xalq xo'jaligidagi ahamiyati.

Uglerodning ikkita barqaror izotopi  $^{12}\text{C}$  (99,892 %) va  $^{13}\text{C}$ (1,108) lar bor. Radioaktiv izotoplaridan biri muhim ahamiyatga ega (uning yarim yemirilish davri 5600-yil) bo'lib, izotop indikatori sifatida qo'llaniladi. Uglerod Quyoshda ham uchraydi. Uglerod va uning birikmalari tabiatda keng tarqalgan. Buning boisi shundaki, uglerod boshqa kimyoviy elementlardan farq qiladigan o'ziga xos xususiyatlarga ega<sup>91</sup>.

1. Uglerod ko'pgina elementlar bilan birika oladi. Uning ushbu xususiyati davriy sistemadagi o'rni, elektroneytralligi va kovalent bog' hosil qilishi bilan bog'liq.

2. Uglerod atomlari bir-biri bilan birikib, turli xildagi uglerod zanjirlari hosil qila oladi. To'g'ri zanjirli oddiy uglevodorodlar, tarmoqlangan yuqori molekulali birikmalar, bir halqali va ko'p halqali aromatik birikmalar shular jumlasidandir.

---

<sup>91</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 382 p.

3. Organik birikmalarning katta qismi faqat kimyoviy tuzilishi bilan farq qiladigan izomerlarga ega. Bu izomeriya hodisasi bilan bog'liqdir. Shuning uchun ham uglerod o'zining birikmalarining ko'pligi, tirik organizmlar olamida, shuningdek texnikada benihoya ahamiyatli bo'lgani uchun ham boshqa barcha elementlardan ajralib turadi.

Uglerod birikmalarisiz tabiatni, hayotimizni va borliqni tasavvur qilib bo'lmaydi. U hayotning asosi bo'lgan oqsillar, meva-sabzavot, o'simliklar, ko'mir, neft, gazlar, olamni o'rab turgan minglab xil boyliklar tarkibiga kiradi.

Hozirgi vaqtda bir necha million organik birikma ma'lum, bularning katta qismi sanoat miqyosida ishlab chiqarilmoqda. Bularga har yili million-milion tonna ishlab chiqarilayotgan polimerlar, spirtlar, oziq mahsulotlari, kislotalar, yog'lar, moylar, yoqilg'ilar misol bo'ladi. Ushbu mahsulotlarning asosiy qismi xalq xo'jaligi, meditsina, texnika va sanoat uchun zarur bo'lgan birikmalardir. Agar hali sintez qilib olinmagan, lekin olimlar fikrida yashayotgan izomer birikmalarni hisobga olsak, bu hali matematika faniga ham ma'lum bo'lmagan ulkan sonlarni hosil qilgan bo'lardi. Buni quyidagi misolda isbotlash mumkin: tarkibida yigirmata uglerodi bo'lgan eykozanning izomerlar soni 366 319 ga, 25 ta uglerodi bo'lgan uglevodorodning izomerlar soni 36 797 588 ga va 30 ta uglerodi bo'lgan birikmada izomerlar soni 4111846763 ga tengdir. Izomerlar soni shunday tez o'sib boradigan sharoitda tarkibida 100 ta uglerodi bo'lgan gektan nomli uglevodorodi bo'lgan gektan nomli uglevodorodni izomerlar soni qanday ulkan bo'lib ketishini ko'z oldimizga keltira olasizmi?

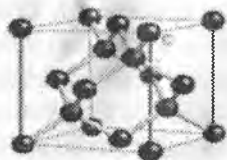
Uglerod davriy jadvalda to'rtta guruhga mansub element bo'lib, uni erkin holatda dastlab A.Lavuaze tekshirgan. Uglerod "*carbonium*" deb ataluvchi lotincha nomidan olingan bo'lib, "*carbo*" so'zi ko'mir demakdir.<sup>92</sup>

**Uglerod allotropiyasi.** Uglerod tabiatda bir necha xil ko'rinishda uchraydi. Buni ilmiy adabiyotda *uglerod allotropiyasi* deb yuritiladi.<sup>93</sup>

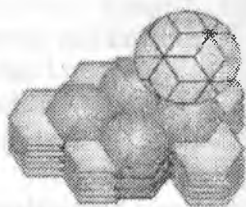
---

<sup>92</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 382 p.

<sup>93</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 382 p.



olmos  
 $sp^3$   
 $d = 154 \text{ pm}$



Grafit  
 $sp^2$   
 $d = 142 \text{ pm}$



Fulleren  $C_{60}$   
 $d(6,6) = 139 \text{ pm}$   
 $d(5,6) = 146 \text{ pm}$

### Uglerod allotropivasi

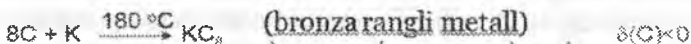
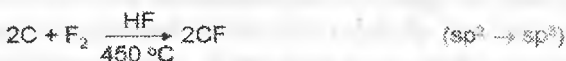
#### 1. Yonish reaktivasi



#### 2. Grafitni oksidlanishi

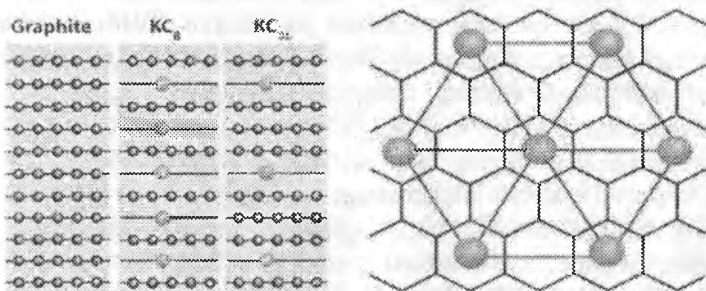


#### 3. Grafitni interkalilanishi



Grafit yassi qatlamsimon strukturaga ega, kimyoviy xossalari nuqtai nazaridan grafitda unchalik katta bo'lmagan ta'qiqlangan zonalar mavjud, shuning uchun ham uning qatlamlari orasiga joylashib, interkalatlar yoki qo'shimcha birikmalar hosil qiluvchi atomlar yoki ionlarga nisbatan u ham donor ham elektronlar akseptori sifatida namoyon bo'lishi mumkin. Masalan, K atomlari grafitni qaytarib, o'z elektronlarini  $\pi$ -sohaning bo'sh orbitalariga berib, hosil bo'lgan  $K^+$  ionlari grafitning qatlamlari orasiga joylashadi. Zonaga kiritilgan elektronlar, harakatchan bo'ladi. Grafit va ishqoriy metallarning bu

kabi interkalatlari yuqori elektr o'tkazuvchanlikka ega bo'ladi. Birikmalarning stexiometriyasi kaliyning miqdori va reaksiya sharoitiga bog'liq bo'ladi. Ishqoriy metall atomlari yoki ikkita qo'shni qatlamlar orasiga yoki ikki qatlamdan keyin, yoki yana ham siyrakroq joylashib, turli stexiometriyaga javob beruvchi qiziqali strukturalar hosil qiladi<sup>94</sup>.



Uglerod grafit, olmos, karbin va fullerene  $C_{60}$  va  $C_{70}$  sifatida uchraydi. Grafit tabiiy mineral bo'lib, ko'p narsalar ta'siriga berilmaydigan va juda yuqori issiqlikka chidaydigan mahsulotdir. Sun'iy grafit ham yaratilgan. Grafit – mineral bo'lib, grekcha, “grafo” – yozaman so'zidan kelib chiqqan. Grafit kimyoviy jihatdan juda pishiq bo'lib, unga qaynoq ishqor va kislotalar ta'sir etmaydi (tutovchi nitrat kislotasi bundan mustasno). U  $3700^{\circ}\text{C}$  da suyuqlikka aylanmagan holda bug'ga o'tadi. Uni suyuqlikka aylantirish uchun temperaturani  $3800\text{--}3900^{\circ}\text{C}$  gacha yetkazgan holda bosimni oshirish zarur bo'ladi.

Yer yuzida ishlab chiqarilayotgan grafitning 4 foizi qalam tayyorlash uchun ishlatilsa, qolgan qismi atom reaktorlarida, yonish kameralarida, sopollar tayyorlashda, sanoat va texnikada ishlatiladigan konuslar ishlab chiqarishda qo'llanilmoqda. Grafit tigellarda rangli metallar eritiladi. Grafitdan sun'iy olmos tayyorlanayapti. U elektrodlar, qattiq podshipniklar materiali sifatida ishlatiladi. Grafitdan konstruksion va yordami material sifatida foydalanilayotgan texnikaning sohalari ko'p.

<sup>94</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong “Inorganic chemistry”, Oxford University Press, 2014, 387 p.

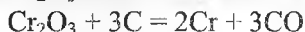
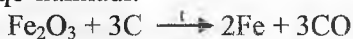
Olmos bilan grafit atomlarining kristall panjarada qanday joylashganligi bilan bir-biridan farq qiladi. Olmos kristalidagi har bir uglerod atomi o'zining atrofida bir xil masofada joylashgan boshqa to'rtta atom bilan kovalent bog' orqali bog'langan. Grafitning kristall panjarasi boshqacha tuzilgan.

Grafit kristallari olti zvenoli halqalarning bir-biriga tutashuvidan hosil bo'lgan atom qatlamlaridan tashkil topgan. Bu qatlamlar bir-biridan 0,335 nm ga teng masofada joylashgan bo'lib, harakatchan elektronlar vositasida bog'lanadi. Bunday bog' tufayli grafitda metallik xossalar mavjud. Grafitning tiniqmasligi, yaltiroqligi, yuqori elektr o'tkazuvchanligi shunga bog'liq. Alohida ajratib olingan qatlamda atomlar kuchli bog'langan, lekin qatlamlar orasidagi bog'lar kuchsiz bo'lib, kristall yupqa qatlamlarga oson ajratiladi. Moddalarning kimyoviy tarkibi bir xil bo'lib, kristall panjara tuzilishi har xil bo'lganda polimorfizm hodisasi vujudga keladi. Bunday moddalar polimorf modifikatsiyalar deyiladi. Shunday qilib, olmos bilan grafit (shu jumladan, karbin ham) uglerodning polimorf modifikatsiyalari hisoblanadi. Olmosning zichligi  $3,52 \text{ g/sm}^3$  ga teng bo'lib (tarkibida aralashma sifatida grafit va boshqalar bo'ladigan karborundniki  $3,0 \text{ g/sm}^3$  atrofida), grafitniki  $2,23 \text{ g/sm}^3$  ga teng. Grafit atom strukturasi "po'latligi" zichligini deyarli bir yarim marta kamaytirishga olib keladi, u Lonsdeylit meteoritlarda topilgan va sun'iy yo'l bilan olingan. Uning tuzilishi va xossalari o'rganilayapti.

Olmos barcha sohalarga kirib bormoqda. Endi u texnika va sanoatda o'zining munosib o'rnini egallagan desak yanglishmaymiz.

Aktivlangan ko'mir gazlarni yaxshi yutadi (adsorbsiyalaydi), uchuvchan suyuqliklarni havodan va gazlar aralashmalaridan yutib oladi, protivogazlarda qo'llaniladi (buni H.D.Zelinskiy taklif qilgan) va ko'pgina kimyoviy reaksiyalarda katalizatorlik rolini bajaradi. Ko'mir gazlar bilan bir qatorda suyuqliklarni ham yutish xususiyatiga ega.

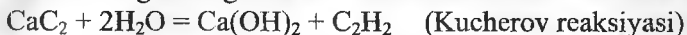
**Uglerodning kimyoviy xossalari.** Oddiy sharoitda uglerod (grafit, ko'mir, olmos) inert bo'lib, qizdirilganda xossasi o'zgaradi. Bunda ko'mir kislorod bilan osongina birikadi va qaytaruvchi bo'lib hisoblanadi. Rudalardan metallarni eritib ajratib olish metallar oksidlarini ko'mir bilan qaytarishga asoslangan bo'lib metallurgiyada keng qo'llaniladi:







Tuzsimon karbidlar ion va kovalent bog'lar oralig'idagi bog' tabiatiga ega bo'lib, bularning vakillariga  $\text{Be}_2\text{C}$ ,  $\text{MgC}_2$ ,  $\text{CaC}_2$ ,  $\text{BaC}_2$ ,  $\text{Al}_4\text{C}_3$  va boshqalar kiradi, ular suv bilan o'zaro ta'sirlashganda, gidroksidlar va tegishli uglevodorodlar hosil bo'ladi:



Ba'zi metallarning (ayniqsa misning) asetilen bilan hosil qilgan karbidlari tashqi ta'sir (zarba) natijasida tez parchalanadi. Bularga  $\text{Cu}_2\text{C}$ ,  $\text{Ag}_2\text{C}_2$ ,  $\text{Au}_2\text{C}_2$  va  $\text{Hg}_2\text{C}$  lar misol bo'ladi. Uran karbidiga suv ta'sir ettirilganda gaz va suyuq holdagi turli uglevodorodlar aralashmasi hosil bo'ladi.

Metalsimon karbidlarda uglerod atomlari zich joylashgan metall atomlari orasidagi oktaedrik bo'shliqlarda joylashadi. Bunday birikmalar o'ta qattiqligi va erish temperaturasining yuqorili bilan ajralib turadi. Masalan, niobiy karbid  $\text{NbC}$  3500<sup>o</sup>, gafniy karbid  $\text{HfC}$  3890<sup>o</sup> va tantal karbid  $\text{TaC}$  3900<sup>oC</sup> da suyuqlanadi. Bular qiyin suyuqlanadigan moddalardan bo'lib suv, kislotaga va zar suvi bilan ham reaksiyaga kirishmaydigan kimyoviy passiv birikmalar qatoriga kiradi. Elektr tokini metallar kabi yaxshi o'tkazadi.

d-qator elementlari karbidlarining tarkibi o'zgaruvchan (titan karbidida uglerod miqdori 0,6–1,0%, vanadiyda 0,58–1,0% atrofida) bo'ladi.

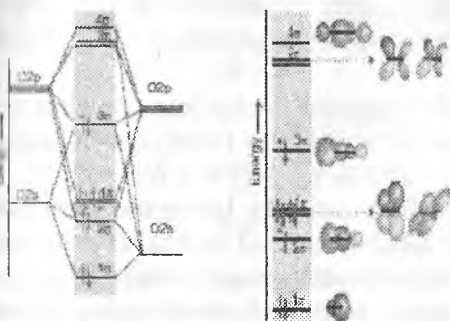
Kremniy karbid  $\text{SiC}$  va bor karbid  $\text{B}_4\text{C}_3$  lar kiradi. Bu kimyoviy toza birikmalardagi elementlararo bog'lanish haqiqiy kovalent bog'iga yaqin bo'ladi. Buning sababi, kremniy va borning davriy sistemada uglerodga yaqin joylashganligi hamda atomlar o'lchami va elektromanfiylik qiymati jihatdan yaqinligidir.

Metallar karbidlari mashinasozlikda, shisha qirgishda, metallurgiya, kimyo sanoati kabi va boshqa sohalarda qo'llaniladi.

**Uglerodning kislorodli birikmalari.** Uglerodning kislorodli birikmalaridan anchaginasi ma'lum bo'lib, bularga  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{C}_3\text{O}_2$ ,  $\text{C}_5\text{O}_2$ ,  $\text{C}_6\text{O}_9$  va siklik birikma (efir) lardan  $\text{C}_{12}\text{O}_{12}$  bilan  $(\text{C}_4\text{O}_3)_n$  lar kiradi. Bulardan uglerod monoksid –  $\text{CO}$  bilan dioksid –  $\text{CO}_2$  anorganik moddalar, qolganlari esa organik birikmalar qatoriga kiritiladi.

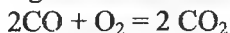
**Uglerod monoksid.**  $\text{CO}: 1\sigma^2 2\sigma^2 1\pi^4 3\sigma^2$

## Uglerod monooksidimolekulasini tuzilishi<sup>96</sup>

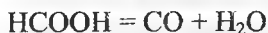


Rangsiz, suvda kam eruvchan hamda hidsiz gaz. Uni "is gazi" (ko'mir chala yonganda yoki organik birikmalar oksidlanganda hosil bo'ladi) deb ham yuritadilar. Uglerod monoksid juda zaharli gaz bo'lib, odam qonidagi gemoglobinni buzadi. Uning havodagi ruxsat etilgan konsentratsiyasi 0,02 mg/l ni tashkil etadi.

Uglerod monoksid yonib, dioksidga aylanadi.



Laboratoriyada CO ni chumoli kislotaga suvni tortib oluvchi reagentlar ta'sir ettirib olsa bo'ladi ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) :

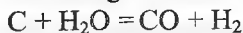


Sanoatda uglerod monoksid **generator gazi, suv gazi va aralash gaz** holda olinadi. Generator gazi havoda ko'mirni chala yondirib olinadi:  $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$



Generator gazida 25% uglerod monoksid, 70% azot, 4,0% uglerod dioksid. 0,3 % miqdorda metan, kislorod va vodorod bo'ladi.

Agar cho'g'langan ko'mirdan suv bug'i o'tkazilsa, uglerod monoksidning vodorod bilan aralashmasi hosil bo'ladi (texnikada bu aralashma suv gazi nomi bilan ma'lum):



Suv gazining tarkibi: CO-40,0%,  $\text{H}_2$ -50,0 %,  $\text{CO}_2$  -5,0%,  $\text{H}_2\text{O}$  - 4,0% va boshqalar.

Suv gazi olish reaksiyasi endotermik bo'lganligi sababli ko'mir soviydi. Ko'mirni cho'g'langan holda saqlab turish uchun generator

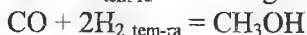
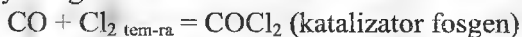
<sup>96</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 586 p.

gazi va suv gazi olish reaksiyalari bir vaqtning o'zida borilishi kerak:  $C + CO_2 = 2CO$

Bu reaksiyada muvozanat yuqori temperaturada ( $> 1000^\circ C$ ) o'ngga siljigan bo'ladi, pastda esa chap tomonga siljiydi ( $H^\circ = 172 \text{ kJ}$ ,  $S^\circ = 176 \text{ J/k}$ ).

Cho'g'langan ko'mirga bir vaqtning o'zida ham suv bug'i va havo berilganda aralash gaz hosil bo'ladi. Uning tarkibi quyidagichadir (o'rta hisobda):  $O_2 - 30,0\%$ ,  $H_2 - 15,0\%$ ,  $CO_2 - 5,0\%$ ,  $N_2 - 50,0\%$ .

**Uglerod monoksid** – kuchli qaytaruvchi. Uning molekulasidagi kimyoviy bog'lanish kuchliligi sababli, uglerod monoksid ishtirokida boradigan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari yuqori temperaturadagina tez boradi. Oksidlarni uglerod monoksid yordamida qatarish metallurgiyada katta ahamiyatga ega. Uglerod monoksid biriktirib olish reaksiyalariga kirishadi:



bosim metanol

**Metallar karbonillari.** Uglerod (II)-oksidning metallar bilan birikmalarining soni mingdan ortadi, hammasi zaharli moddalar hisoblanadi. Metalligand bog'lanishi mavjudligi sababli ular

$\pi$ -komplekslarga yaqin turadi. CO-ligandlar uglerod atomi orqali metallar bilan oksidlanish darajasi nol bo'lgan holatda kovalent bog'langan d-elementlari karbonillari yengil, suvda erimaydigan, qutblanmagan eritmalarda eriydigan, tez uchuvchan, kislota va ishqorlarga indfferent bo'lgan birikmalardir. Metallar karbonillarini yuqori bosim va  $100-200^\circ C$  da kukunsimon metallga uglerod monoksid ta'sir ettirib olinadi.

Quyida ba'zi metallarning karbonillaridan namunalar berildi:

Temir	Nikel	Kobalt	Xrom	Volfram
$Fe(CO)_4$	$Ni(CO)_4$	$Co(CO)_8$	$Cr(CO)_6$	$W(CO)_6$
$Fe(CO)_5$		$Co(CO)_{12}$		
$Fe(CO)_{12}$		$Co(CO)_{16}$		



Karbonillar diamagnitlardir. COning metall bilan bog'i juda mustahkamligi bu yerda donor-akseptor va dativ birikish borligi bilan tushuntiriladi. Shunga qaramay, karbonillar qizdirilganda metall va CO ga osongina parchalanadi. Nikel karbonili parchalanishi portlash bilan boradi.

Metallarning karbonillari kimyoviy reaksiyalarda CO guruhlarini boshqa ligandlar (to'yinmagan uglevodorodlar, forfinlar, forfitlar, aminlar, izonitrallar, NO va boshqalar)ga to'la yoki qisman almashadi. Galogenlar bilan reaksiyaga kirishadi, karbonilmetalat – aniongacha qaytariladi. Metallarning karbonillari, sanoatda gidroformillash, karboksillash, gidrogenlash va polimerlash kabi reaksiyalarda katalizator sifatida hamda turli metallorganik birikmalar sintezida xomashyo sifatida ishlatiladi.

**Uglerod dioksid** –  $\text{CO}_2$ .<sup>97</sup> Organik birikmalar oksidlanishi natijasida doimo hosil bo'lib turadi. Normal bosimda 100 l suvda 0°C- da 171 l, 10°C da 119 l va 20°C da 88 l  $\text{CO}_2$  eriydi. Bosim ortishi bilan uning suvda erishi ko'payadi.  $\text{CO}_2$  molekulari orasidagi kovalent bog' tabiati ular orasida donor-akseptor birikishini yo'qqa chiqaradi.  $\text{CO}_2$  molekulasidagi uglerod – kislorod bog'i orasidagi masofa (116 nm) chumoli aldegidnikiga qaraganda 6 nm ga kamroq- dir. Uch bog'ning mavjudligi struktura rezonansi bilan bog'liqdir:



<sup>97</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 394 p.



Qattiq holdagi uglerod dioksidi suyuqlanmasdan – 78°C da bug‘lanadi. U havodan bir yarim baravar og‘ir, havodagi 10% li miqdori nafas olishni to‘xtatganligi sababli hayot uchun xavfli hisoblanadi.

Sanoatda CO<sub>2</sub> ohaktoshni qizdirib olinadi:

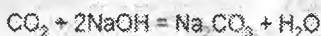


Laboratoriyada CO<sub>2</sub> Kipp apparatida quyidagi reaksiya bilan sintez qilinadi:



Uglerod dioksid soda, karbamid, karbonat kislota olishda, suv va meva sharbatlarini gazlashtirishda qo‘llaniladi. "Quruq muz" muzqaymoq tayyorlashda hamda oziq-ovqat mahsulotlarini saqlashda, sovitish zarur bo‘lgan ishlarda keng ko‘lamda ishlatiladi.

Uglerod dioksid suvda yomon eriydi.



$$pK_{a_1} = 3.9$$

$$pK_{a_2} = 10.3$$



Karbonat kislota – H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> suvli eritmadagina mavjud bo‘la oladi. Qizdirilganda uglerod dioksid uchib ketadi, H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>ning hosil bo‘lish suvozanati chapga suriladi va oxirida suv qoladi. U kuchsiz kislotalardan bo‘lib, K<sub>1</sub>=4,2·10<sup>-7</sup> va K = 4,8·10<sup>-11</sup> ga teng. CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> ioni yasi uchburchak tuzilishga ega (sp<sup>2</sup>-gibridlangan holat va delokallangan – bog‘), d(C-O) = 129 nm ga teng.

Ikki asosli karbonat kislota o‘rta va nordon tuzlar hosil qiladi. O‘rta tuzlar karbonatlar, nordonlari esa gidrokarbonatlar deyiladi. Karbonatlar odatda suvda kam eriydi. Natriy, kaliy, rubidiy va seziiy va ammoniy karbonatlar suvda yaxshi eriydi. Karbonatlar qizdirilganda

metall oksidi va  $\text{CO}_2$  hosil qilib parchalanadi. Elementning metallik xossasi kuchli namoyon bo'lishi bilan karbonat tuzlarining barqarorligi ham ortib boradi. Natriy karbonat parchalanmasdan suyuqlanadi, kalsiy karbonat  $825^\circ\text{C}$  da, kumush karbonat esa  $100^\circ\text{C}$  dayoq parchalanadi.

Ishqoriy metallar uchun nordon karbonat (gidrokarbonat)lar ma'lum. Sekin qizdirilganda ular oson parchalanadi. Gidrokarbonatlar  $\text{NaHCO}_3$  dan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ga o'tganda barqarorligi ortadi.

Karbonat kislota tuzlari uglerod dioksidga ishqor ta'sir etish orqali olinishi mumkin<sup>98</sup>:



Gidrokarbonatlar qizdirilganda karbonatlarga o'tishi mumkin:



Suvda erimaydigan karbonatlar tegishli tuzlarning bilan almashinish reaksiyalarida hosil qilinadi. Suvda eriydigan karbonatlar ta'sirida gidrolizlanadigan kationlar ( $\text{Be}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  va boshqalar) asos karbonatlarni, kuchli gidrolizlanadigan karbonatlar esa ( $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Ti}^{4+}$  va boshqalar) gidroksid qoldiqlarini beradi.

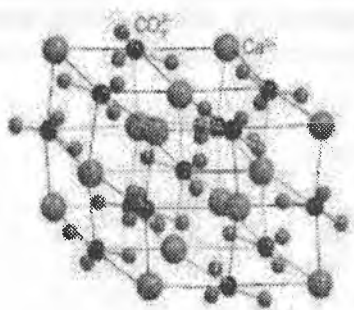


Figure 3.76\* The structure of  $\text{CaCO}_3$ .

Karbonat kislota tuzlaridan bo'lgan kalsiy karbonat  $\text{CaCO}_3$  tabiatda ohaktosh, bo'r va marmar sifatida keng tarqalgan. Magniy karbonat  $\text{MgCO}_3$  magnezit nomi bilan ma'lum bo'lgan mineraldir.

Mis gidroksokarbonat  $(\text{CuOH})_2 \text{CO}_3$  tabiatda uchraydigan mala-xit ineralidan iborat. Ba'zi karbonatlar, shu jumladan, temir shpati  $\text{FeCO}_3$  va galmey  $\text{ZnCO}_3$  lar qimmatli rudalardan hisoblanib, metall olishda ishlatiladi.

<sup>98</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 396 p.

Natriy karbonat  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  – soda nomi bilan yuritilib, bir necha turi ma'lum:

$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  – kristallgidrat

$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  – kristall-karbonat

$\text{Na}_2\text{CO}_3$  – kaltsinasiyalangan soda

$\text{NaHCO}_3$  – ichimlik soda

Mamlakatimizda soda Qo'ng'iroddagi zavodida ishlab chiqariladi. Kelajakda uning ishlab chiqarish quvvati oshiriladi, sodaning ishlatilish sohalari yanada kengaytiriladi. Eng ko'p ishlatiladigani kalsinatsilangan (kristallizatsiya suvi bo'lmagan) sodadir. Shisha, sovun, to'qimachilik, bo'yoqchilik, suvni yumshatish kabi va boshqa qator sohalarda qo'lanadi. Ichimlik sodadan meditsina, oziq-ovqat sanoati, farmasevtika va boshqa tarmoqlarda keng foydalaniladi.

Uglerodning galogenli birikmalari. Uglerod galogenlar bilan ko'pgina birikmalar hosil qiladi. Faqat fluor uglerod bilan to'g'ridan-to'g'ri birikib,  $\text{CF}_4$  – tetrafluor uglerodni hosil qiladi. Grafit bilan xlorning reaksiyasini past temperaturacha o'tkazish termodinamik jihatdan mumkin bo'lsa-da, amalda uglerod IV -xlorid  $\text{-CCl}_4$  hosil bo'lmaydi, lekin  $\text{CCl}_4$  ni metanga xlor ta'sir ettirib olinadi.

Uglerod galogenidlari

Kichik reaksiya qobiliyat.

Suv bilan ta'sirlashmaydi, unda erimaydi.

$\text{CCl}_4$  – Majorchi reagent



Aralash galogenidlar



Uglerod fluoridi -  $\text{C}_2\text{F}_2$

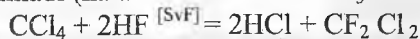


Freonlar. Uglerodning galogenli hosilalaridan  $\text{CF}_4$  bilan  $\text{CCl}_4$  amaliy ahamiyatga ega. Uglerod IV-florid  $\text{CF}_4$  gaz bo'lib,  $-128^\circ\text{C}$  da

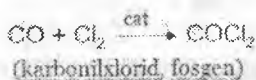


qaynaydi,  $-184^{\circ}\text{C}$  da qotadi. Juda inert modda bo'lib, o'zi va uning xlorli hosilalari freonlar nomi bilan ma'lum. Bular sovitish texnikasida qo'llaniladi.

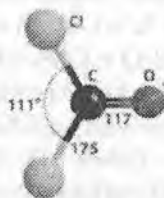
**Freon** – 12 deb ataluvchi diftordixlormetan  $-\text{CF}_2\text{Cl}_2$  sovitish mashinasining ishchi suyuqligi (xladoagent) hisoblanadi. Freonlar juda barqaror moddalar bo'lib gidrolizlanmaydi, shu sababli metallarni korroziyaga uchratmaydi. Ular insektofungitsidlardan aerozollar tayyorlashda erituvchi va ftorli hosilalar olishda oraliq modda sifatida qo'llaniladi. Keng tarqalgan freon-12 uglerod IV-xlorid  $\text{CCl}_4$  bilan  $\text{NG}'$  dan olinadi (katalizator sifatida  $\text{SvF}_5$  ishlatiladi):



**Fosgen**<sup>99</sup> –  $\text{COCl}_2$ . Karbonat kislotaning dixlorangidridi, qo'ng'ir gaz,  $-118^{\circ}\text{C}$  da qotadi,  $8,2^{\circ}\text{C}$  da qaynaydi.  $d = 1,420$ . Suvda yomon, organik erituvchilarda yaxshi eriydi. Uni uglerod oksid bilan xlordan aktivlangan ko'mir ishtirokida olinadi. Fosgen ba'zi eritmalar (masalan, dietilkarbonat), difenilmetan qatori bo'yoqlari, davolash preparatlari polikarbonatlar va boshqa moddalar olishda ishlatiladi. U o'ta zaharli modda. Birinchi jahon urushi yillarida (1914–1918) zaharlovchi modda sifatida qo'llanilgan. Protivogaz orqali undan saqlanish mumkin.



$sp^2$

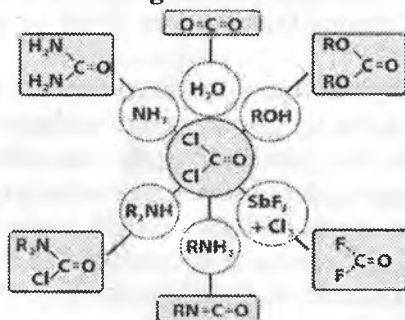


fosgen  $\text{COCl}_2$

	$\text{COF}_2$	$\text{COCl}_2$	$\text{COBr}_2$
$T_{\text{q}}, ^{\circ}\text{C}$	-114	-128	
$T_{\text{q}}, ^{\circ}\text{C}$	-83	8	65
$\Delta G^{\circ}_{298} \text{ kJ/mol}$	-619	-205	-111

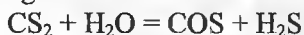
<sup>99</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 392 p.

## Fosgeni xossalari



**Uglerodning oltingugurtli birikmalari.** Uglerod disulfid –  $CS_2$ .  $111,9^\circ C$  da qotadigan suyuqlik,  $46,2^\circ C$  da qaynaydi. U suvda yomon, organik eritmalarda yaxshi eriydi,  $150^\circ C$  atrofida suv ta'sirida ajratib parchalanadi. Uni cho'g'langan pista ko'mirga oltingugurt ta'sir ettirib olinadi. Uglerod disulfid viskoza sanoatida sellyuloza ksantogenati olishda,  $C Cl_4$  sintezida va boshqa reaksiyalarda ishlatiladi. Undan qishloq xo'jaligi zararkunandalariga qarshi kurashda zaharli va o'ta xavfli bo'lgani sababli keng foydalanilmaydi.

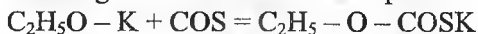
Uglerod sulfoksid –  $SOC$ . Bu birikma uglerod (II)-oksidni oltingugurt bilan yuqori temperaturada qizdirib yoki  $400^\circ C$  da uglerod disulfidga suv ta'sir ettirib olinadi:  $CO + S = COS$



Izotiosian kislotaga efiriga (xantal moyiga) sulfat kislotaga ishtirokida suv ta'sir ettirib olsa ham bo'ladi:



Uglerod sulfoksid rangsiz gaz, kuchsiz qo'llansa hidli bo'lib, asabga ta'sir etadi. Ishqorlarga yutdirilganda  $KO - SO - SK$  tuzilishga ega bo'lgan monotiokarbonat kislotaga tuzini beradi. Alkogolyator bilan shu kislotaning nordon tuzlarini hosil qiladi:



$SOC$  ba'zi sintezlarda hamda sifat reaksiyalarida ishlatiladi.

**Tiokarbonat kislotalar.** Bulardan monotiokarbonat kislotaga  $SC(OH)_2$ ,  $OC(SH)OH$ , ditiokarbonat kislotaga –  $SC(SH)OH$ ,  $OS(SH)_2$  va tritiokarbonat kislotaga –  $SC(SH)_2$  lar ma'lum. Erkin holda faqat  $H_2CS_3$  bor bo'lib, qizil suyuqlik,  $-30^\circ C$  da qotadi,  $H_2$  va  $CS_2$  lar hosil qilib parchalanadi. Barcha tiokarbonat kislotalarning barqaror tuzlari ma'lum bo'lib pestitsidlar, flotoreantlar, vulkanizatsiya tezlatkichlari sifatida

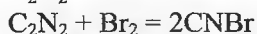
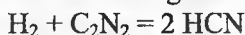
ishlatiladi. Tiomochevina, tiokarbamin kislotalar, tiosofgen, ditikarbamin kislotalar, tritiokarbonat kislotalar efirlari va tuzlari ham amaliy ahamiyatga ega.

**Uglerodning azotli birikmalari<sup>100</sup>.** Ditsian –  $C_2N_2$ . Elektr yoyi ta'sirida yuqori temperaturada uglerod to'g'ridan-to'g'ri azot bilan birikib ditsian hosil qiladi. Ditsian gaz, – 28°Cda qotadi, – 21°C da qaynaydi, zaharli tez alangalanadi, uning kislorod bilan aralashmasi yonganda temperatura 4500<sup>oC</sup> gacha ko'tariladi. Ditsian molekulasi chiziqli tuzilishga ega:  $:N = C - C = N:$

Unda atomlararo masofa  $d_{(c-c)} = 137$  nm,  $d_{(c-N)} = 113$  nm Ditsian qizdirilganda (500° C) polimerlanib qora-jigarrang tusli suyuqlanmaydigan paratsianga aylanadi:

Havosiz joyda paratsian 860°C gacha qizdirilganda yana ditsian-ga aylanadi. HCN ni kilorod, NO<sub>2</sub> yoki H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> bilan katalitik oksidlab paratsian olinadi. Uning oz miqdordagisi KSN ning suvdagi eritmasining mis (II) sulfat bilan o'zaro ta'siridan hosil qilinadi.

Paratsian kimyoviy xossalari jihatdan galogenlarga yaqin turadi. Shuning uchun ham u reaksiyaga juda oson kirishadigan moddalardan hisoblanadi. Bunda hosil bo'ladigan birikmalar o'z tarkibi bilan galogenlardan olinadigan moddalarnikiga o'xshab ketadi (uning tarkibida 2 ta uchbog' va azot atomlarida elektron juftlar bor):



Ditsian oksamid, etilendiamin, ishlab chiqarishda, metallarni - qirqishda va payvandlashda yoqilg'i sifatida ishlatiladi.

Ditsiandiamid  $HN = C(NH_2)$ , NHCN ditsian hosilalaridan hisoblanadi. U medamin sanoatida, ditsiandiamid- formaldegid smolalari tayyorlashda, barbiturat kislota va uning tuzlarini (fenobarbital va siklobarbital) olishda hamda epoksid smolalari qotirgichlari sifatida ishlatiladi.

1,4-ditsianbuten – 2 –  $NCH_2CH = CHCH_2CN$  ham ditsian hosilalaridan bo'lib, adipodinitril olishda ishlatiladi.

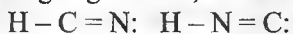
**Sianid kislota HCN.** Rangsiz, yengil, uchuvchan suyuqlik, 26,5°C da qaynaydi, achchiq bodom hidiga ega. Eng kuchli zaharli

---

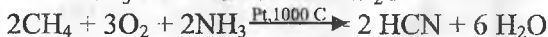
<sup>100</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 398 p.

moddalardan biri. Suvli eritmasida kuchsiz kislota xususiyatlarini namoyon qiladi ( $K=2,1 \cdot 10^{-9}$ ).

Suvsiz suyuq sianid kislota kuchli ionlovchi erituvchi bo'lib, unda erigan elektrolitlar ionlarga dissotsilanadi. Sianid kislota ikki xil ko'rinishga ega bo'lib, tautomer muvozanatda bo'ladi:

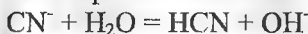


Sanoatda sianid kislota quyidagi katalitik reaksiyalar bilan olinadi:



Sianid kislota qishloq xo'jaligida, ba'zi sintezlarda va kompleks birikmalar olishda ishlatiladi.

HCN tuzlari **sianidlar** deyiladi<sup>101</sup>. Bulardan RCN, NaCN amaliy ahamiyatga ega. Ular suvda yaxshi eriydigan zaharli moddalardan hisoblanadi. Sanoatda metallarning amidlarini yuqori temperaturada ko'mir bilan qizdirib olinadi. Tuz sifatida suvda gidrolizlanadi:



Tuzlarning eritmaları ishqoriy reaksiyaga ega bo'lib sianid kislota hidiga ega bo'ladi.

KCN bilan NaCN kislorod ishtirokida oltin va kumushni eritishga qodirligi sababli bu metallarni rudalardan ajratib olishda qo'llaniladi. Bu tuzlar organik sintezlarda, galvanoplastika va galvanostegiyada ishlatiladi.

Tarkibida sian guruhi bor komplekslar ham anchagina uchraydi.  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ,  $\text{Fe}(\text{CN})_4 \cdot 4\text{KCN}$ ,  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  shular jumlasiga kiradi.

Rodanid kislota – HSCN – tiosianat kislota deb ham ataladi. U ikki izomer holda bo'ladi:



tiosianat

izotiosianat

kislota

kislota

U moysimon, uchuvchan o'tkir hidli suyuqlik, osongina parchalanadi. Rodanid kislota suvli eritmasi kuchli kislota bo'lib,  $K=0,14$ , shu sababli ishqoriy metallarning tuzlari bo'lgan rodanidlar gidrolizga uchramaydi. Rodanid kislota alkil hosilalari ma'lum, uning o'zi tiosianatlar olishda qo'llaniladi.

<sup>101</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 398 p.

Rodanid kislota tuzlari (rodanidlar) kristallar bo'lib, ko'plari suvda, spirt, efir va asetonda eriydi. Suvdagi critmalarida kislorod bilan sulfatlar va HCN gacha oksidlanadi, xlor va brom bilan birikib, siangalogenli hosilalar beradi. Temir bilan metallar rodanidlarigacha, rux bilan (NSI eritmasida) esa  $\text{CH}_3\text{NH}_2$  va  $\text{H}_2\text{S}$  gacha qaytariladi.

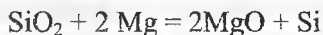
Rodanidlar metall sianidlari bilan oltinguguritning o'zaro ta'sirida olinadi. Metall sulfatlari yoki nitratlarining bariy va natriy tiosianatlariga almashtirilishi hamda metallar gidroksidlari yoki karbonatlari rodanid kislota bilan reaksiyaga kiritilganda ham rodanidlar hosil bo'ladi.

Rodanidlar gafniy bilan sirkoniy ekstraksiyasida reagent sifatida, temir va po'latni toblashda, gazlamalar ishlab chiqarishda, galvanotexnika, sovitish eritmalari tayyorlashda, fotografiyada, metallarnifotometrik usul bilan aniqlashda va shu kabi boshqa ishlarda keng qo'llaniladi.

## KREMNIY KIMYOSI

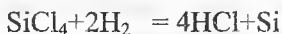
**Tabiatda tarqalishi, olinishi va fizik xossalari.** Kremniyning tabiatda 3 ta barqaror izotopi bor:  $^{28}\text{Si}$ ,  $^{29}\text{Si}$  va  $^{30}\text{Si}$ . Yer qa'rida massasi bo'yicha 27,6% ni tashkil etadi (kisloroddan keyin ikkinchi o'rinda turadi). Kremniy tabiatda  $\text{SiO}_2$  (kremniy dioksid, silikat anhidrid, qumtuproq) va silikat kislota tuzlari (silikatlar) sifatida uchraydi. Uning birikmalaridan alyumosilikat (dala shpati, slyuda, kaolin va boshqa) lar ayniqsa keng tarqalgan. Kremniy minerallar va tog' jinslari tarkibidagi bosh element hisoblanadi. O'simlik va hayvonlar organizmida ham uchraydi.

Kremniyning elektron konfiguratsiyasi  $\text{KL } 3s^2 3p^2$ . Dastlab J.L.Gey-Lyussak bilan L.J.Tenar tomonidan 1811 yili olingan. Erkin holdagi kremniy mayda oq qum (kremniy dioksid)ni magniy bilan qizdirib olinadi:



amorf kukun

Texnikada tetraxlorosilan -  $\text{SiCl}_4$  dan ajratib olinadi:



Kristall holdagi kremniy qo'ng'ir-kulrang bo'lib, smolasimon yaltiroqlikka ega. Uning kristall to'ri tomonlari markazlashgan kub shaklda olmosniki kabi bo'ladi.

Kremniy yarim o'tkazgich bo'lib, UK - spektrlarni o'tkazadi (qaytarish xususiyati 0,3 sindirish ko'rsatkichi 3.87). Undan fotoelement, kuchaytirgich va tok to'g'irlagichlar tayyorlanadi. Kremniy asosida tayyorlangan elementlarning 250°C gasha ishlay olishi undan foydalanish sohalarini kengaytiradi.

**Kimyoviy xossalari.** Kremniy suyuqlantirilgan metallarda eriydi, asta-sekin sovitilganda, oktaedrik panjara hosil qilib kristallanadi, oksidlanish darajasi -4, 0, +2 va +4. Past temperaturada u kimyoviy jihatdan inert hisoblanadi. Kislorod atmosferasida 400°S dan yuqorida oksidlanadi. Gaz holdagi vodorod fluorid bilan oddiy sharoitda, vodorod xlorid va vodorod bromidlar bilan esa 400 - 500°S da reaksiyaga kirishadi. Kremniy galogenlar, vodorod va uglerod bilan biriktib tegishlixa kremniy galogenidlar, silanlar va karbid (karborund) hosil qiladi. Oltingugurt va azot bilan (600-1000°S da) ham birikadi. Bor bilan SiB<sub>4</sub> va SiB<sub>6</sub> kabi birikmalari ma'lum.

Kremniy vodorod fluorid bilan nitrat kislotalar aralashmasida, ishqor va ko'pgina metallarning suyuqlantirilgan eritmalarida eriydi. Ishqorlar kremniy bilan reaksiyaga kirishib, vodorod va silikat kislotatuzlarini hosil qiladi:

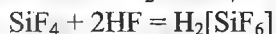
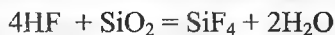


Kremniyning ko'pgina metallar bilan hosil qilgan silitsidlari Mg<sub>2</sub>Si, FeSi, Cr<sub>3</sub>Si va h.k.) qiyin eriydigan, elektr tokini o'tkazuvchi materiallardan hisoblanadi. Bular xossalari jihatdan intermetall birikmalarni eslatadi.

**Kvarsning tuzilishi va xossalari.** Kvars kristall holdagi kremniy dioksiddan iborat bo'lib, tabiatda uchraydi. Kvarsning tiniq, rangsiz kristallari olti qirrali piramidada joylashgan olti qirrali prizma shakliga ega bo'lib, tog' billuri deyiladi. Aralashmalar ta'sirida binafsha rangga bo'yalgan tog' billuri ametist, qo'ng'ir ranglisi tutunsimon topaz deb nom olgan. Kvars ko'rinishlaridan biri chaqmoq - toshdir. Mayda kristall holdagi agat va yashma ham keng tarqalgan. Kvars ko'pgina murakkab tog'jinslari (granit, gneys) tarkibiga kiradi. Oddiy qum kvarsning mayda qismchalaridir.

Kvars oddiy sharoitda suvda deyarli erimaydi, lekin bosim ostida qizdirilgan suvda 100°C dan yuqorida eriydi. Mana shu usuldan foydalanib, sun'iy kvarsning yirik monokristallari (30 sm va undan yuqori) o'stiriladi. Kvars kislotalarda erimaydi, bundan faqat vodorod

florid mustasnodir. Kvars bilan HF birikkanda quyidagicha reaksiya boradi:

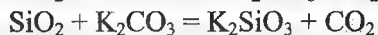
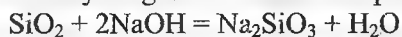


Kvars ishqorlar bilan reaksiyaga kirishib silikatlar hosil qiladi. Bunday moddalar kvars bilan metall oksidlarini aralastirib qizdirilganda ham hosil bo'ladi.

Kvars toza kremniy, kvars shisha, silikalsit abraziv materiallari, qimmatbaho toshlar tayyorlashda xomashyodir.

**Kvars shisha.** Kvars shisha ultrabinafsha nurlarni o'tkazadi, yuqori temperatura ta'siriga chidamli. Uning termik kengayish koeffitsienti juda kichik bo'lib, isitalganda yoki sovutilganda hajmi o'zgarmaydi. Kvars shishani 1500°C gasha qizdirib turib, sovuq suvga tushirilganda ham unga hech narsa qilmaydi. Vaholanki, oddiy shishadan yasalgan turli buyumlar sal qizib turganda suv tomchilaridan darz ketadi. Kvars shisha kimyo sanoatida, laboratoriya asboblari yasashda, o'tga va kuchli reagentlarga chidamli idishlar, truba va reaktorlar tayyorlashda qo'llaniladi. Meditsina, kino, ilmiy ishlar va boshqa qator sohalarda keng qo'llaniladigan simob lampalari ham kvars shishadan tayyorlanadi.

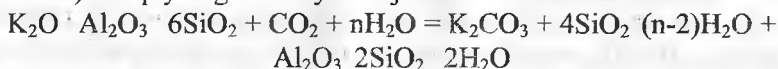
**Silikat kislotalar va ularning tuzlari.** Umumiy formulasi  $n\text{SiO}_2 \cdot m\text{H}_2\text{O}$  bo'lib, bu yerda  $n=1-2$ ,  $m=1-2$  ga teng. Erkin holda metasilikat kislota -  $\text{H}_2\text{SiO}_3$  ortosilikat kislota -  $\text{H}_4\text{SiO}_4$  va dimetasilikat kislota -  $\text{H}_2\text{SiO}_5$  ajratib olingan. Bular ikki negizli kuchsiz kislotalardan hisoblanadi. To'yingan suvli eritmalarida zollar hosil qiladi,  $RN > 5-6$  da bular gellarga aylanadi, quriganda silikagellar vujudga keladi. Yangi olingan gel suv, kislota va ishqorda ma'lum darajada eriydi. Silikat kislota suvda kolloid eritma hosil qiladi. Silikat kislota tarkibidagi suvning kamaya borishi uning suvda kislota va ishqorlarda eruvchanligini pasaytira boradi. U qizdirilganda suv bilan silikat angidridga ajratiladi. Silikat kislota silikatlariga HCl yoki ammoniy xlorid ta'sir ettirib olinadi. Kremniyning poligalogenli birikmalari ( $\text{SiCl}_4$ ) gidrolizlanganda ham silikat kislota hosil bo'ladi. Ishqoriy metallar silikatlari suvda eriydi. Bular eruvchan shishalar deyiladi. Eruvchan shishalar kremniy dioksid - kvarsni ishqoriy metallar karbonatlari yoki gidroksidlari bilan qizdirib olinadi:



**Molekulasida ikki va undan ortiq kremniy atomlari bo'lgan kislotalar polisilikat kislotalar** deyiladi. Bular oddiy silikat kislotalarning kondensatlanishidan hosil bo'ladi. Bunday kislotalar tuzlari polisilikatlar deb yuritiladi. Silikat va polisilikatlar tuzilishi rentgen nurlari orqali tekshirilganda kristall panjaralarida tetraedr shaklidagi  $\text{SiO}_4^{4-}$  anionlari bir-biri bilan kislorod atomlari orqali birikkanligini ko'rsatdi. Tetraedr markazida kremniy atomi joylashgan bo'lib, uning cho'qqilarida kislorod atomlari turadi. Kristall tuzilishiga qarab silikatlar olti sinfga bo'linadi (yakka-yakka ortosilikatlar, pirosilikatlar, siklik silikatlar, cheksiz zanjirlardan tashkil topgan piroksin va amfibollar hamda boshqalar).

Fazoviy to'rlardagi kremniy atomlari alyuminiy atomlariga almashinishi natijasida alyumosilikatlar hosil bo'ladi. Tabiiy silikatlarda kremniy bilan alyuminiy atomlari o'zaro kislorod bilan bog'lanadi. Alyumosilikatlarning muhim va ko'p tarqalgan vakillari dala shpatlaridir. Bular tarkibiga kremniy va alyuminiy oksidlari bilan bir qatorda kaliy, natriy yoki kalsiy oksidlari kiradi. Plastinkasimon tuzilishga ega bo'lgan Slyuda ham alyumosilikatlardan hisoblanadi. Uning tarkibi birmuncha murakkab bo'ladi.

Turli tuproqlar asosini kaolin tashkil qiladi. U oddiy dala shpati (ortoklaz)dan quyidagi reaksiya natijasida hosil bo'ladi:



Toza kaolin kam uchraydi. Oq rangli kaolin toza hisoblanadi va ozgina kvars - qum aralashmasiga ega bo'ladi. Toza kaolin chinni ishlab chiqarishda ishlatiladi.

**Sitallar.** Bir guruh olimlar sanoat miqyosida metallurgiya sanoati tashlandiqlari hisoblangan shlakdan ajoyib xossalarni o'zida mujassamlashtirgan yangi material - sitallni yaratdi. Qisman kristallangan shishasimon fazodan iborat sitall juda yuqori mexanik pishiqlik va kimyoviy chidamlilikka egadir. Texnikada sitallar pirokeram, devitrokeram nomi bilan ham ma'lum. Mikrokristallar kattaligi 1 mkm dan kichik bo'ladi.  $\text{Li}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$  asosida tayyorlangan sitallar optik tiniq bo'ladi.  $\text{MgO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$  asosidagi radiotiniqlikka,  $\text{Cs}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$  asosidagisi esa issiqlikka chidamli bo'lib, eritilgan metallarga nisbatan inert radiatsiya ta'siriga befarq bo'ladi.

Sitallardan truboprovodlar, kimyoviy reaktorlar, nasos detallari, fileralar, teleskoplar uchun astroko'zgular, elektroliz vannalari uchun

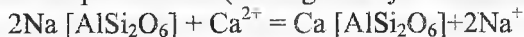


futerovka materiallari, elektrizolyatorlar, antikorrozion qurilish konstruksiyalari va boshqalar tayyorlanadi. Fotositallar esa mikromodel plitalari, matbuot sxemalari panellari va fotoelektron ko'paytirgichlar tayyorlashda ishlatiladi.

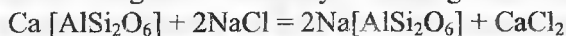
**Seolitlar.** Umumiy formulasi  $M_{2/n}O \cdot Al_2O_3 \cdot xSiO_2 \cdot y H_2O$  bo'lgan alyumosilikatlar bo'lib, M - ishqoriy yoki ishqoriy-yer metall, n-uning oksidlanish darajasi. Oddiy sharoitda bir xil tuzilishi bo'shliqlari suv molekulari bilan to'lgan bo'ladi. Suv bo'shliqlardan chiqarilib, yana to'ldirilishi mumkin.

Seolitlar boshqa moddalarni yutish (adsorbsiyalash) xususiyatiga ega. Bularning ba'zilar eritmalardagi ionlarni o'z tarkibidagi ionlarning ekvivalent miqdoriga almashtirish xususiyatiga ega bo'ladi. Seolitlar turli kattalikdagi molekularni ajratish xususiyatiga egaligi tufayli molekulyar elaklar sifatida qo'llaniladi. Muhim seolitlardan biri natrolit -  $Na_2 [Al_2Si_3O_{10}] 2H_2O$  bo'lib, sanoat va xalq xo'jaligining keng sohalarida ishlatiladi.

Sintetik seolitlar olish maqsadida natriy silikat va alyuminat aralashmasi 80-100°S da kristallanadi. Kristalitga 15-20 % yopishqoq loy qo'shiladi va diametri 2-4 mm bo'lgan seolitdonalari tayyorlanadi. Kation almashinishi natijasida ( $CaCl_2$  eritmasida) natriy formasidan kalsiy formasiga o'tishi mumkin bo'ladi. Permutit nomli alyumosilikatlar bug' qozonlarida ishlatiladigan suvni yumshatish maqsadida qo'llaniladi (suvdagi kalsiy o'rnini natriy egallaydi):



Hosil bo'lgan kalsiyli permutitni NaCl eritmasiga tushirsak, u qaytadan o'zining dastlabki natriyli formasiga o'tadi:

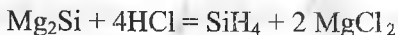


Seolitlarga ion almashtirgichlar deb qarash mumkin. Oddiy seolitlarda  $SiO_2$  ning  $Al_2O_3$  ga mol nisbati 1 dan 2 gasha bo'ladi. Bu nisbat kislotalarga chidamli seolitlarda (erionit, mordenit, klinoptilolitda) 6 dan 10 gasha bo'ladi. Seolitlar moddalarni quritishda, aralashmalarni ajratish, ionlashtirgichlar, katalizator sifatida qo'llaniladi.

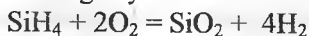
**Kremniyning vodorodli birikmalari (silanlar).** Umumiy formulasi  $Si_nH_{2n+2}$  bo'lib, n= 1 - 8. Bular kremnevodorodlar deb ham ataladi (uglevodorodlarga o'xshash):  $SiH_4$  - monosilan,  $Si_2H_6$ -disilan,  $Si_3H_8$  trisilan,  $Si_4H_{10}$ - tetrasilan va shu kabilar. Si-Si bog'i S - S bog'iga nisbatan ancha kuchsizligi sababli kremniy atomlari o'zaro uzun

zanjirli (-Si-Si-Si) birikmalar hosil qilish xususiyatiga ega emas. Silanlar uglevodorodlarga qaraganda birmuncha beqaror. dastlabki ikki vakili gaz, qolganlari yengil uchuvchan zaharli suyuqliklar bo'lib, suv ta'sirida parchalanadi. Spirt, benzin, oltingugurtda, vodorodda eriydi, kislotalar bilan (HCl bundan mustasno) reaksiyaga kirishmaydi, galogenlar bilan portlab reaksiyaga kirishadi, ishqorlar bilan birikadi.

Monosilan - SiH<sub>4</sub> trietoksilanni 20 - 80°S da natriy ishtirokida parchalab olinishi mumkin. Uni metallar silitsidlariga kislota yoki ishqorlar ta'sir ettirib olish ham mumkin:



Monosilan havoda o'z-o'zidan oksidlanib (yonib), kremniy dioksid bilan suvga aylanadi:



Suv ta'sirida esa kremniy dioksid bilan vodorod hosil bo'ladi:



Ushbu reaksiya ishqoriy muhitda yana ham tezroq boradi:



Kremniyning elektromusbat elementlar, asosan, metallar bilan hosil qilgan birikmalari silitsidlar deyiladi. Ishqoriy va ishqoriy-yer metallari, mis va rux guruhchalari metallari bilan bergan silitsidlari suv bilan parchalanadi, kislota va ishqorlar bilan reaksiyaga kirishadi. Havoda qizdirilganda va galogenlar bug'lari ta'sirida alanganadi. Bug' holdagi yoki eritilgan oltingugurt, fosfor, selen va tellur bilan reaksiyaga kirishadi.

Metallarning silitsidlari kremniy va metallar aralashmalarini qizdirish (500-1200°S), metallar oksidlarini Si yoki SiO<sub>2</sub> bilan aralashtiribqizdirish, metallarni SiCl<sub>4</sub> va H<sub>2</sub> bilan reaksiyaga kiritish yoki K<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub> hamda metallar oksidlari aralashmasini elektroliz qilish yo'li bilan olinadi. Temir, marganes, bor silitsidlari, volfram va molibden disilitsidlari ana shunday usul bilan tayyorlanadi va ko'plab ishlatiladi.

Silitsidlar kermetlar komponenti, issiqlik va korroziyaga chidamli futerovkalar tayyorlash uchun xomashyo hisoblanadi.

**Kremniyorganik birikmalar. Silikonlar.** Molekulasida bitta yoki bir nechta kremniy atomi uglerod atomi bilan to'g'ridan to'g'ri yoki boshqa elementlar atomlari orqali bog'langan birikmalar bo'lib, monosilan hosilalari sifatida qaraladi. Kremniyorganik birikmalarda barcha o'rinbosarlar ko'rsatiladi:

$(\text{CH}_3)_2\text{SiClH}$  - dimetilxlorosilan

$\text{Cl}_2\text{SiCH}_2\text{SiCl}_3$  - bis - (trixlorosilil) metilen

Monomer holdagi kremniyorganik birikmalar element holdagi kremniy ni yoki  $\text{SiCl}_4$ ,  $\text{HSiCl}_3$  yoki  $\text{Si}_2\text{Cl}_6$  ni organik birikmalar bilan reaksiyaga kiritish asosida hosil qilinadi. Bular kremniyorganik polimerlar (silikonlar) olishda xos ashyo bo'lib xizmat qiladi.

Kremniyorganik polimerlar monomerlarni polimerlab (masalan, anion polimerlanish yo'li bilan), gidrolitik polikondensatsiyalab yoki shunga o'xshash boshqa yo'llar bilan olinadi.

Molekulyar massalari yuqori bo'ladi. Kremniyorganik birikmalardan bo'lgan plidimetilsiloksanning molekulyar massasi 2 800000 ga boradi.

Kremniyorganik birikmalar nihoyatda qimmatli va o'ziga xos xususiyatlarga egaligi bilan ajraldi. O'ta past temperatura ta'siriga ham, yuqori temperaturaga ham bardosh bera oluvchi polimerlar kremniyorganika mahsulidir. Keyingi yillargasha tabiiy kauchuk rezina sanoati uchun eng yaxshi xomashyo hisoblanar edi. Lekin hozir tabiiy kauchuk texnika talablariga to'liq javob bera olmay qoldi.  $-60^\circ\text{S}$  temperaturada tabiiy kauchuk tayoq kabi mo'rt bo'lib qoladi - sal bukilsa sinib ketaveradi. Vaholanki, kremniyorganik silikon, kauchuk  $70-80^\circ\text{S}$  dan to  $500-600^\circ\text{S}$  issiqgacha chiday oladi.

Kremniyorganik birikmalar faqat qattiq holdagina emas, balki suyuq holda ham ishlatilishi mumkin. Suyuq holdagi birikmalar ham ko'pgina qimmatli xossalarga ega. Masalan, maxsus kremniyorganik suyuqlik bilan ishlangan avtomobil oynasi suv yuqtirmaydi, doimo toza turadigan bo'lib qoladi. Ma'lumki, chinni, oyna, yog'och keramikadan yasalgan buyumlar nam hoida elektr tokini o'tkazish xossasiga ega. Agar ular yupqa kremniyorganik plyonka bilan qoplansa, izolyatorlik xossasi har qanday sharoitda ham o'zgarmaydigan bo'lib qoladi. Masalan, palto materiallari kremniyorganik suyuqliklar bilan ishlanganda ko'rinishi o'zgarmaydi.

Etilsiloksan suyuqligi qog'oz, karton, gazmol va boshqa narsalarga yupqa plyonka sifatida qoplanganda ularga suv ta'sir etmaydigan bo'ladi. Shu yo'l bilan nodir kitoblar, qo'lyozma va hujjatlarni abadiy saqlash mumkin. Bu suyuqliklarning yana bir ajoyib xususiyati shundan iboratki, ular buyumlardagi mayda teshikchalarni bekitmaydi. Shunday qilib, kremniyorganik polimerlar bilan qoplangan buyumlardan havo bemalol o'taveradi, suv esa aslo o'tmaydi. Bu

suyuqlik bilan ishlangan gazmol va boshqa buyumlar juda mayin va yaltiroq bo'ladi. Kremniyorganik polimerlar non yopish sanoatida ham keng qo'llanilmoqda. Kremniyorganik polimer materiallarga quyosh nuri, ozon va juda kuchli kislota hamda ishqor ta'sir etmaydi. Kremniyorganik polimerlarning xizmat davri organik polimerlar xizmat davridan kamida besh-o'n baravar ko'pdir. Kremniyorganik polimerlarning ko'plari ochiq alangada yonmaydi. Ulardan o't o'chiruvchilar, metallurglar, kimyo sanoati xodimlari uchun kiyim-kechaklar, kabellar, elektrogeneratorlar, transformator va elektrotexnika asbob-uskunalarini tayyorlashda muvaffaqiyat bilan foydalanilmoqda. Kremniyorganik birikmalar bilan qoplangan metall zanglamay, uning xizmat davri bir necha o'n baravar ortadi. Kremniyorganik birikmalar asosida yaratilgan laklar juda yuqori temperatura ta'siriga chidamli bo'lib ob-havo o'zgarishlari, namlik va turli reagentlarga bardosh bera oladi.

Kremniyorganik birikmalar meditsina va farmasevtikada ko'plab qo'llanila boshlandi. Ulardan yasalgan tish protezlari nam tortmaydi va ovqat yuqlarini tutmaydi.

Kremniyorganik birikmalar eng qimmatli yarim o'tkazgich bo'lgani sababli radiotexnika sanoatida ham keng ishlatiladi. Gugurt qutichasidek keladigan cho'ntak radiopriyomniklaridan tortib, kosmik kemalarda qo'llanilayotgan radiopriyomniklarda ham ana shu yarim o'tkazgichlardan foydalanilmoqda.

**Kremniyning galogenli birikmalari.** Kremniy galogenlar bilan oson reaksiyaga kirishadi. Kremniy galogenidlardan  $\text{SiCl}_4$  bilan  $\text{SiF}_4$  muhim ahamiyatga ega.  $\text{SiCl}_4$  quyidagi reaksiyalar asosida olinadi:

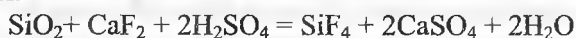
a)  $2\text{FeSi} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{180-200\text{ }^\circ\text{C}} 2\text{SiCl}_4 + 2\text{FeCl}_3$  Ushbu reaksiyada  $\text{Si}_2\text{Cl}_6$  va  $\text{Si}_3\text{H}_8$  lar ham hosil bo'ladi. b)  $\text{SiO}_2 + 2\text{Cl}_2 + 2\text{C} = \text{SiCl}_4 + 2\text{CO}$

$\text{SiCl}_4$  -57°S da qaynab, - 68°S da qotadigan rangsiz suyuqlik, zichligi - 1,527 (0°S). Suvda tez gidrolizlanadi:



asosan kremniyorganik birikmalar sintezida qo'llaniladi.

$\text{SiF}_4$ - flyuorit  $\text{H}_2\text{SO}_4$  bilan kremniy dioksidning o'zaro ta'siridan olinadi:



$\text{SiF}_4$  o'tkir hidli rangsiz gaz bo'lib, suvda gidrolizlanadi. Spirt va asetonida eriydi. Ftorsilikatlarni termik parchalab olinadi.  $\text{SiF}_4$ -

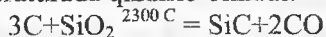
geksaftorsilikat kislota  $H_2[SiF_6]$  va anorganik ftoridlar olishda xomashyodir.

Geksaftorsilikat kislota  $SiF_4$  gidrolizidan hosil bo'ladi. Bu kislota erkin holda turganda HF bilan  $SiF_4$  ga parchalanadi. Suvli eritmasida barqaror, ikki negizli kuchli kislotalardan hisoblanadi (0, III eritmaning dissotsilanish darajasi 76,0 % ga teng).  $SiF_6^{2-}$  - oktaedrik tuzilishga ( $sp^3d^2$  - gibridlanishga) ega.

Geksaftorsilikat kislolaning anchagina tuzlari (ftorsilikatlar) ma'lum. Bularning ko'plari suvda yaxshi eriydi, faqat natriy, kaliy, rubidiy, seziiy va bariy ftorsilikatlari kam eriydi.

Geksaftorsilikat kislota va uning ba'zi birikmalari dezinfeksiyalash ishlarida yog'och konserventi sifatida, shisha tayyorlashda, tuproqlarni mustahkamlovchi reagent sifatida va boshqa sohalarda qo'llaniladi.

Kremniy karbid (karborund)  $SiC$  - qattiq, qiyin eriydigan modda. Uning kristall panjarasi olmosnikiga o'xshashdir. Kremniy karbid elektr pechlarda kremniy dioksidni ulgerod bilan yuqori temperaturada qizdirib olinadi:



U kislorod ishtirokida eritilgan ishqorlar bilan tez reaksiyaga kirishadi.  $600^\circ S$  dan oshganda xlor bilan reaksiyaga kirishadi,  $1200^\circ S$  dan yuqorida esa gidrolizlanadi.

Uning qattiqligi olmosnikiga yaqinlashadi. Karborund yarim o'tkazgich xossaga ega. Toza karborund esa elektr tokini yaxshi o'tkazadi.

Abraziv material sifatida elektr pechlarda, matritsalar tayyorlashda, o'tga chidamli buyumlar ishlab chiqarishda, diod va fotodiodlarda keng qo'llaniladi.

**Kremniy va birikmalarining qo'llanilishi.** Ular texnikada po'lat va ranglimetallar sanoatida legirlovchi qo'shimcha materiallar sifatida keng ishlatiladi. Toza kremniy elektrotexnika va elektronikada diodlar, tranzistorlar, yuqori voltli tiristorlar foto- o'zgartirgichlar sifatida qo'llaniladi. Qotishmalar tayyorlashda ham kremniy xizmatidan foydalaniladi.

Shisha tolalar, sitallar, chinni, sement keramika buyumlar va boshqa yuzlab xil materiallar dunyoda yiliga mln tonnalab ishlab chiqariladi. Alyumosilikatlar, kremniy oksidlari, seolitlar va boshqa o'nlab xil murakkab tarkibli birikmalar turli sanoat reaksiyalarida

katalizator bo‘lib xizmat qilmoqda. Kremniyorganik birikmalardan suv osti kabellarida, kimyoviy reaktorlarni haydovchi nasoso va trubalar tayyorlashda, sun‘iy qon tomirlari va klapanlar yasashda keng foydalanilayotganligi ma‘lum. Kremniy karbid burg‘ulash ishlari, stanoksizlik, oynasozlik, duradgorlik va boshqa sohalarda ishlatilmoqda.

Kremniyning ko‘p birikmalari mineral xomashyodir. Ular yiliga mln tonnalab qazib olinmoqda va qo‘llanilmoqda. Bo‘yoqlar, pigment va boshqa shu kabi mahsulotlar ham xalq xo‘jaligida keng ishlatiladi. Tarixiy obidalarimizdagi arxitektura detallari, bo‘yoqlarni ming yillar davomida o‘zgarmay saqlab kelayotgan glazur qoplamalari ham kremniy birikmalari asosida tayyorlangan.

Kremniyli birikmalarni asosida olinadigan qurilish materiallaridan eng ahamiyatlisi shisha mahsulotidir. Shisha tiniq amorf modda, uning turlari juda ko‘p bo‘lib, asosiysi oddiy shishadir. Oddiy shisha quyidagicha reaksiya asosida hosil qilinadi:

$$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCO}_3 + 6\text{SiO}_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2 + 2\text{CO}_2$$
**oddiy shisha.** (deraza va butilka shishasi) Harorat 1000<sup>0</sup>C

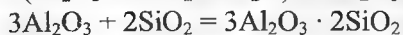
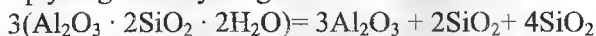
Kremniyning ko‘pgina tuzlari mavjud bo‘lib eriydigan shishalar deb ataladi:  $\text{K}_2\text{SiO}_3$   $\text{Na}_2\text{SiO}_3$

**Kvars shisha.** Toza qumdan tayyorlanadi. U ultrabinafsha nurlarni yaxshi o‘tkazadi. Shuning uchun kvars shisha meditsinada va kinoga olishda ishlatiladigan ultrabinafsha nur beruvcha lampalarni tayyorlashda ishlatiladi.

**Rangli shishalar.** Shishaga CoO qo‘shilsa ko‘k rangli,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  qo‘shilsa yashil rangli, FeO qo‘shilsa to‘q yashil rangli,  $\text{Cu}_2\text{O}$  qo‘shilsa qizil rangli, ZnO qo‘shilsa shisha,  $\text{MnO}_2$  qo‘shilsa gunafsha rangli shishalar hosil bo‘ladi. Oltin zarrachalari qo‘shilsa **yoqut shisha** (faqat qizil nurni o‘tkazadigan) hosil bo‘ladi. Xrustal (billur) shisha tayyorlashda PbO qo‘llaniladi. Optik shisha PbO, BaO,  $\text{B}_2\text{O}_3$  oksidlari qo‘shib olinadi. Volfram, molibden oksidlari qo‘shilsa, yuqori haroratga chidamli shisha hosil bo‘ladi. Ishqoriy metallar oksidlari  $\text{Li}_2\text{O}$ ,  $\text{Cs}_2\text{O}$  bilan aluminiy oksidi qo‘shib turli xossali “sitallar” – kristall shisha olinadi. Sitallardan naylar, elektroizolyatorlar, teleskoplar, kimyoviy reaktorlar, uy-ro‘zg‘or buyumlari tayyorlanadi.

**Keramika.** Sopol idishlar, g‘isht, cherepisa, sopol quvurlar, kimyo sanoatida ishlatiladigan o‘tga va kislotaga chidamli sopol

materiallar, fayans va chinni ishlab chiqaradigan sanoat *keramika sanoati* deyiladi. Keramika sanoatining asosiy xomashyosi, tuproq, kvars, qumli tuproq – kaolindir. Keramika qurilish materiallari olishda asosan quyidagi reaksiyalarga asoslanadi:



XV asrda, yani Ulug'bek davrida Samarqandda chinni ishlab chiqarilgan.

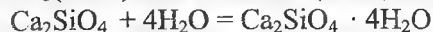
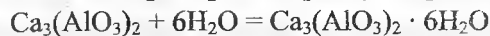
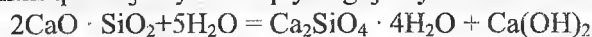
Yevropada birinchi chinni zavod 1706 yilda Germaniyada qurildi.

Sopol idishlarning sirtini sirlash uchun o'choqqa osh tuzi tashlanadi. Osh tuzining bug'i idish sirtida  $\text{SiO}_2$  bilab birikib, silikat hosil qiladi, bu silikat (*glauzer deyiladi*) idish sirtidagi kovaklarni to'ldiradi.

Fayans va chinni toza kaolin (oq tuproq) dan ishlanadi.

Sement. Sement kaolin va ohaktoshdan tayyorlanadi. Aralashma  $1400^\circ - 1600^\circ\text{C}$  atrofida bo'ladi. Sement avval sovutilib, so'ngra talqon qilinadi.  $200^\circ\text{C}$  dan  $1450^\circ\text{C}$  gacha oraliqda tutib turiladi. Pechda 4 ta oksid:  $\text{CaO}$ ;  $\text{SiO}_2$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  va  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  aralashmasi hosil bo'ladi.

Pechda kaolin ohaktosh bilan reaksiyaga kirishib kalsiy silikat va kalsiy alyuminat hosil qiladi. Demak, sement belit- $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$  yoki alit- $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ;  $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$  dan iboratdir. Sementni qotish jarayonida quyidagi jarayon sodir bo'ladi :



Sement zavodlari Ohangaron, Quvasoy, Bekobod shaharlarida bor. Navoiyda 1961 yilda qurilgan.

Sement markalari: 200, 250, 300, 400, 500 va 600. Shu sement asosida tayyorlangan va 28 kun qotirib qo'yilgan qotishmaning har  $1 \text{ sm}^2$  sirti 200, 250, 300, 400, 500 va 600 kg yukni ko'tara oladi.

Yuqori haroratga chidamli maxsus g'ishtlar ishlab chiqarish uchun 93-96%  $\text{SiO}_2$ ; 4-7% Ca O va boshqa qo'shimchalari bo'lgan xomashyo  $1300-1400^\circ\text{C}$  da pishiriladi.

Kremniy va uning birikmalari asosida silikat sanoatini rivojlantirishda respublikamiz olimlarining hissaları kattadir. Jumladan, prof. A.H.Ismoilov shogirdlari bilan birgalikda mahalliy xom-ashyo mineral boyliklari asosida nafis, mustahkam va nisbatan pastroq

temperaturada pishadigan chinni buyumlar olish texnologiyasini yaratib, ishlab chiqarishga joriy qilindi. Xalq xo'jaligining turli sohalarida ishlatiladigan yangi sopol va keramik mahsulotlar olish texnologiyasini yaratishda esa olimlardan F.X.Tojiev, N.A.Sirojiddinov, A.M. Eminovlarning ishlari tahsinga loyiqdir. Respublikamizda sement ishlab chiqarish sanoatini rivojlantirishda hamda turli xil chiqindilardan rangli, oq, dekorativ va maxsus sementlar ishlab chiqarishda Y.Toshpo'latov, I.S.Kansepol'skiy va T.A.Otaqo'ziev olib borgan ilmiy ishlari katta ahamiyatga egadir. Shisha va shisha mahsulotlari rangli va texnik shisha olish texnologiyasini yaratishda A.A.Ismatov, S.Kosimova hamda boshqalarning ilmiy-tadqiqot ishlari ahamiyatli bo'ldi va sanoatda qo'llanilishga olib keldi. O'zbek olimlari ishlamalari lazer texnikasi uchun zarur bo'lgan shishaning yangi turi bilan boyitildi.

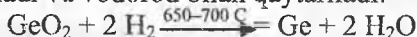
## **GERMANIY, QALAY, QO'RG'OSHIN**

### Elementlarning umumiy xarakteristikasi, tabiatda uchrashi.

Germaniydan qo'rg'oshinga o'tgan sari bu elementlarning metallik xossalari ortib boradi. Ushbu qonuniyat elementlarning fizik va kimyo xossalari ham namoyon bo'ladi. Germaniyaning o'zi ko'proq qo'llaniladi, birikmalari esa unchalik ko'p ishlatilmaydi. Qalay va qo'rg'oshin birikmalaridan bo'lgan  $\text{SnCl}_2$ ,  $\text{SnCl}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{SnCl}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{SnSO}_4$ ,  $\text{PbO}$ ,  $\text{Pb}_3\text{O}_4$ ,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ,  $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$  sanoat ahamiyatiga ega.

Germaniy yer qobig'ida  $1,0 \cdot 10^{-4}\%$ , qalay  $4 \cdot 10^{-3}\%$ , qo'rg'oshin  $1,0 \cdot 10^{-4}\%$  uchraydi. Bular nisbatan kam tarqalgan elementlardan hisoblanadi. D.I.Mendeleyev germaniy elementi xossalari ochilmasidan ilgari bashorat qilgan edi (1871). Germaniy manbai sifatida uning sulfidi  $\text{GeS}_2$ - va ba'zi toshko'mirlarning kulidan foydalaniladi. Qalay va qo'rg'oshinning kassiterit (qalaytosh) –  $\text{SnO}_2$ , galenit (qo'rg'oshin yaltirog'i) –  $\text{PbS}$ , anglezit –  $\text{PbSO}_4$ , serussit –  $\text{PbCO}_3$  va krokoit –  $\text{PbCrO}_4$  lari tabiatda uchraydi<sup>102</sup>.

**Olinishi.**  $\text{GeCl}_4$  ni gidrolizlab  $\text{GeO}_2$  hosil qilinadi, keyin u quritiladi va vodorod bilan qaytariladi:

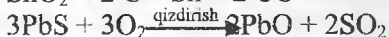
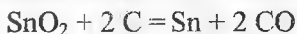


<sup>102</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 384 p.



Germaniy konsentrati xlorid kislotasi bilan oksidlanuvchi ishtirokida parchalanganda ham germaniy hosil bo'ladi. Toza germaniy zonalab eritish yo'li bilan (1000° C atrofida) vakuumda monokristallarini o'stirib hosil qilinadi.

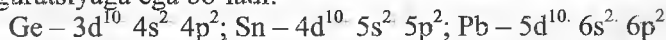
Qalay bilan qo'rg'oshin olishda avval tabiiy rudalar flotatsiya usuli bilan boyitiladi. So'ngra metallar quyidagi reaksiyalar yordamida ajratib olinadi:



Ko'p miqdordagi qalay ishlatib bo'lgan konserva bankalarini xlor bilan qayta ishlab olinadi.

**Xossalari.** Germaniy metalli yaltiroqligiga ega mo'rt modda. Qalay bilan qo'rg'oshin esa oson suyuqlanuvchan yumshoq metallardir. Qo'rg'oshin zangori bo'lib tovlanadi, qalay oq va kulrang bo'ladi. Oq rangli qalay olmos kabi tuzilishga ega, kulrang qalay esa 13,2°C dan past barqaror bo'lib, yarim o'tkazgichlik xossasini namoyon qiladi. Kulrang qalay oq rangligidan farq qilib qattiq va mo'rtidir. Qalayning uchinchi shakli 161°C dan yuqorida mavjud bo'ladi. Suyuqlantirilgan qalay sovutilayotganda metallning silliq yuzasi ma'lum bir paytda xiralashib qolishi uning shakl o'zgarishiga xos belgisidir. Ozgina miqdordagi kulrang qalay oq rangli metall ustiga qo'yib qoyilgan cha tezda uning hammasi kulrang kukun holidagi qalayga aylanib qoladi. Bu hodisani ilgari "qalay vabosi" deyishgan. Bu yerda ozgina miqdordagi kulrang qalay kristall "xamirturush"lik rolini o'ynaydi. Qalay idishlarning kukunga aylanib qolishi hammani hayratda qoldirardi.

Element atomlarining elektron qobiqlari asosiy holatda quyidagi konfiguratsiyaga ega bo'ladi:



Ushbu elementlarning +4 ga teng yuqori oksidlanish darajasiga ega bo'lishi kimyoviy bog'lar vujudga kelishida tashqi qavatdagi barcha elektronlarning ishtirok etayotganligini bildiradi.

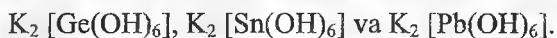
Ge<sup>+2</sup> kuchli qaytaruvchi bo'lsa, Pb<sup>-4</sup> kuchli oksidlovchi. PbI<sub>4</sub> yoki PbBr<sub>4</sub> kabi birikmalar bo'lmaydi. Pb Cl<sub>4</sub> juda ham beqaror birikma<sup>103</sup>.

<sup>103</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 392 p.

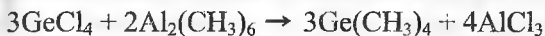
$Pb^{+4}$  ning oksidlovchilik xususiyatining yuqoriligi qo'rg'oshin akkumlyatori ishida yaqqol namoyon bo'ladi.



Bu yerda qo'rg'oshin anod, qo'rg'oshin dioksid katod bo'lib xizmat qiladi. Oksidlovchi bo'lmagan kislotalar bilan germaniy reaksiyaga kirishmaydi, qalay va qo'rg'oshin esa reaksiyaga kirishadi, bunda vodorod ajralib chiqadi. Germaniy, qalay va qo'rg'oshin oddiy sharoitda oksidlovchilar yo'qligida ishqor eritmalari bilan reaksiyaga kirishmaydi. Ammo shu paytda reaksiyon muhitga biroz  $H_2O_2$  kiritilsa, ularning erib komplekslarga aylanganligini aniqlash mumkin. Bunda quyidagilar hosil bo'ladi:

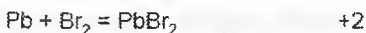


Metallorganik birikma va metall galogenidni almashinish reaksiyasiga kirishadi deb qarash mumkin. Metallorganik birikma, galogenid tarkibidagi markaziy atom ( germaniy)ga nisbatan, elektromusbat metall (alyuminiy) atomiga ega bo'lgani uchun reaksiya quyidagicha boradi<sup>104</sup>:

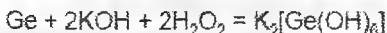
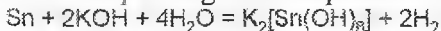


Bunda  $HgPhBr$  tetragidrofuranda erimasligi ayon bo'ladi.

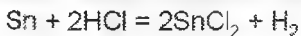
Qizdirilganda galogenlar, kislorod va oltingugurt bilan reaksiyaga kirishadi:



Ge va Sn qizdirilganda ishqorlar bilan ta'sirlashadi:

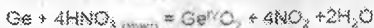
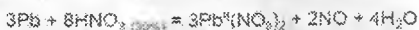


Sn va Pb kislotalarda eruvchan:



<sup>104</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 393 p.

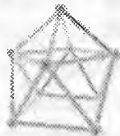
Ge, Sn, Pb



Ge, Sn, Pb



Sn<sup>2+</sup>  
Ge<sup>2+</sup>  
Ge<sup>2+</sup>



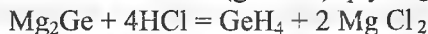
Ge<sup>4+</sup>  
Sn<sup>2+</sup>



Pb<sup>2+</sup>  
Sn<sup>2+</sup>

**Birikmalari.** Germaniy, qalay va qo'rg'oshin vodorod bilan birikmaydi. Elementlar gidridlari bilvosita yo'llar bilan olinadi<sup>105</sup>.

Germanovodorod (german) quyidagi reaksiya yordamida olinadi:



GeH<sub>4</sub> – gaz, – 88,5°S da suyuqlanadi, –165°S da qotadi. Ge<sub>2</sub>H<sub>8</sub> va Ge<sub>3</sub>H<sub>8</sub> suyuqliklardan iborat bo'lib polimer holdagi germaniy gidridlari:(GeH)<sub>x</sub> va (GeH<sub>2</sub>)<sub>x</sub> lar ham ma'lum.

**Qalay gidrid** SnH<sub>4</sub> gazdan iborat bo'lib, beqaror modda. Qo'rg'oshin gidrid juda beqaror bo'lganligi sababli uni erkin holda olib bo'lmaydi.

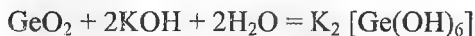
Oksidlari GeO<sub>2</sub>,SnO<sub>2</sub> va PbO<sub>2</sub> turli yo'llar bilan hosil qilinadi. Dastlabki ikki oksid elementlarni kislorod bilan oksidlab olinadi. Qo'rg'oshin dioksid- PbO<sub>2</sub> qo'rg'oshin asetat yoki surik (Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub>)dan turli reagentlar yordamida sintez qilinadi.

PbO<sub>2</sub> – qora jigarrang kukun bo'lib, kuchli oksidlovchilar qatoriga kiradi. U bilan reaksiya kiritilganda yonib ketadi, natijada PbS va PbSO<sub>4</sub> aralashmasi hosil bo'ladi. Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub> suvsiz sirka kislotasi bilan reaksiyaga kiritilganda qo'rg'oshin diasetat-Pb(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub> va tetraasetat- Pb (CH<sub>3</sub>COO)<sub>4</sub> hosil bo'ladi.

**Germaniy (qalay, qo'rg'oshin)** oksid ishqorlar bilan reaksiyaga kirishib, gidroksogermanat (gidroksostannat, gidroksoplyumbat) hosil qiladi<sup>106</sup>:

<sup>105</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 393 p.

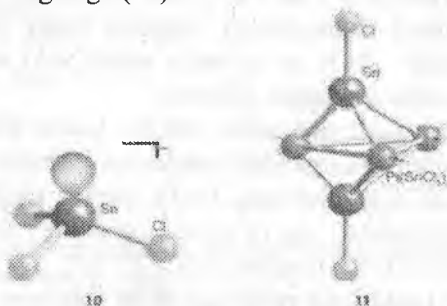
<sup>106</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 397 p.



Ushbu elementlarning oksidlariga mos keladigan kuchsiz germaniy, qalay va qo'rg'oshin kislotalilari ma'lum. Oksidlarda doimo bog'langan suv molekulari bo'lgani uchun ( $\text{EO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ), ularni bir vaqtning o'zida kislotalilar deb hisoblash ham mumkin. Odatda,  $\text{GeO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  ni germaniy kislotasi,  $\text{PbO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  ni esa qo'rg'oshin dioksidi deb belgilash qabul qilingan.  $\text{SnO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  uchun  $\alpha$  va  $\beta$  shakllar ma'lum.  $\alpha - \text{SnO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  ishqor va kislotalarda eriydi,  $\beta - \text{SnO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  esa ularda erimaydi. Ma'lum vaqt o'tishi bilan  $\alpha$  -kislotasi zarralar agregatlanishi hisobiga  $\beta$ - kislotaga o'tadi (kislotasi qoldig'i eskiradi).

Germaniy va qalay galogenidlari oddiy moddalarning o'zaro ta'siridan olinadi.  $\text{GeOCl}_2$  bilan  $\text{SnCl}_4$  – oddiy sharoitda suyuqliklar bo'lib, suvli eritmalarida gidrolizlanadi.  $\text{SnCl}_4$  gidrolizida ko'p yadroli gidrokomplekslar hosil bo'ladi.

Qalay va qo'rg'oshin birikmalari uchun +2 va +4 oksidlanish darajasi xarakterli.  $\text{SnCl}_4$  kislotali muhitda  $[\text{SnCl}_5]^-$  va  $[\text{SnCl}_6]^{2-}$  kompleks ionlarini hosil qiladi. Sn(II) ning trigalogenidli  $[\text{SnCl}_3]^-$  tipidagi komplekslari suvli va suvli bo'lmagan eritmalarda olinadi. Uning piramidasimon tuzilishi (10) erkin elektron juftlik mavjudligidan dalolat beradi.  $[\text{SnCl}_3]^-$  d-metall ionlari uchun donor sifatida xizmat qilishi mumkin. Masalan,  $\text{Pt}_3\text{Sn}_8\text{Cl}_{20}$  tarkibli – qizil klasteri trigonal-bipiramidal tuzilishga ega (11).



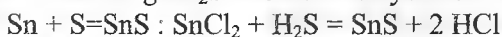
Suvsiz  $\text{SnCl}_4$  havoda parchalanish hisobiga tutunlanadi va kristallogidrat  $\text{SnCl}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  hosil qiladi<sup>107</sup>. Erkin orbitalarga ega bo'lgan  $\text{SnCl}_4$  Lyuis kislotasi bo'lib, adduktlar hosil qiladi.  $\text{GeCl}_2$  birikmasi

<sup>107</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 393 p.

GeCl<sub>4</sub> dan olinadi. SnCl<sub>2</sub> bilan PbCl<sub>2</sub> lar metall yoki uni oksidini qaynoq HCl da eritish yo‘li bilan olinadi. SnCl<sub>2</sub> kuchli qaytaruvchi bo‘lib, oltin va simobni ajratishda, SnCl<sub>4</sub> olishda, asidokomplekslar hosil qilishda ishlatiladi.

Germaniy gidroksid Ge(OH)<sub>4</sub> va qalay gidroksid Sn(OH)<sub>4</sub> amfoter-gidroksidlar, ammo ularda kislotalili xossalar ravshan namoyon bo‘ladi. Ge(OH)<sub>2</sub>, Sn(OH)<sub>2</sub> va Pb(OH)<sub>2</sub> – amfoter moddalar bo‘lib, da asosli xossasi kuchliroq namoyon bo‘ladi.

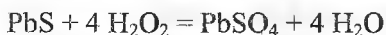
Germaniy, qalay va qo‘rg‘oshin sulfidlar yoki disulfidlar elementlarning oltingugurt bilan to‘g‘ridan-to‘g‘ri birikishidan yoki galogenli birikmalarga H<sub>2</sub>S ta’sir ettirish yo‘li bilan olinadi:



oq, – sariq rangli modda. Mayda qalay, oltingugurt va ammoniy xloridni qo‘shib qizdirish natijasida hosil bo‘lgan birikma "bronz" bo‘yog‘i tayyorlashda ishlatiladi. Qo‘rg‘oshin disulfid ammoniy tiostannat olishda xomashyo rolini bajaradi:



Bu reaksiyadan analitik kimyoda ionini boshqa kationlardan ajratish maqsadida foydalaniladi. Qalay monosulfid SnS konsentrlangan HCl da va boshqa oksidlovchi kislotasilarida eriydi. GeS – metall yaltiroqlikka ega, 615° C da eriydi, suvda erimaydi. PbS- qora rangli modda, 1120° C da eriydi, yarim o‘tkazgich xossaga ega. U vodorod peroksid bilan reaksiyaga kirishib, oq rangliq qo‘rg‘oshin sulfat hosil qiladi<sup>108</sup>:



Ushbu reaksiyadan qadimiy amaliy san‘at asarlarini restavratsiya qilishda foydalaniladi. SnSO<sub>4</sub> – eruvchan modda bo‘lib, keng qo‘llaniladi.

IV-guruhning bosh guruhchasi elementlaridan uglerod bilan kremniy metallmaslar, qalay bilan qo‘rg‘oshin tipik metallardan hisoblanadi. Bular orasida bo‘lgan germaniy sof metall, ammo u amfoter xossalarga ega. Qatorda germaniy, qalay va qo‘rg‘oshin ikki valentli birikmalarini barqarorligi dan ga qarab ortib borishi ma‘lum. Umuman olganda, ikki valentli qo‘rg‘oshin birikmalari ko‘proq va barqaror

---

<sup>108</sup> D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, 405 p.

bo'ladi. To'rt valentli qo'rg'oshin birikmalari kuchsiz kislotasi xossalari-ga, ikki valentli birikmalari esa asos xossalari-ga egaligi ham bu borada rol oynaydi. Shunday qilib, germaniydan qo'rg'oshinga tomon elementlar atomlarining radiusi kattalasha boradi, bu esa metallmas xossalarning kamayib, metallik xossalarning kamayib, metallik xossalarning kuchayishiga olib keladi. Bu qonuniyat elementlarning fizik xossalarida ham, kimyoviy xossalarida ham o'z aksini topadi.

**Ishlatilishi.** Germaniy yarim o'tkazgich material, diodlar, tranzistor, termo-va fotorezistorlarda, qotishmalar tayyorlashda, linzalar ishlab chiqarishda ishlatiladi. Germanatlar va germaniy – organik birikmalar turli sohalarda keng qo'llaniladi.

Qalay ko'pgina qotishmalar – latun, bronza, babbrit, oq tunuka va shu kabi materiallar tayyorlashda ularga qo'shiladi. Elektrolizda, metallurgiyada, gazlarni tozalashda, folga tayyorlashda, trubalar, badiiy buyumlar, shisha idish-tovoqlar ishlab chiqarishda va boshqa qator sohalarda keng qo'llaniladi.

Qo'rg'oshin elektr kabellar tayyorlashda, kimyoviy apparatlarni qoplashda, ionlashtiruvchi nurlardan saqllovchi moslamalar ishlab chiqarishda, nashriyotlarda va akkumulyatorlar sanoatida keng qo'llaniladi. Pigmentlar (surik  $Pb_3O_4$ , xrom sarig'i  $PbCrO_4$  va boshqalar) tayyorlashda, optik shisha va billur ishlab chiqarishda, yarim o'tkazgichlar sanoatida, yadro texnikasida hamda boshqa sohalarda qo'rg'oshin va uning birikmalaridan keng foydalaniladi. Qo'rg'oshinning organik birikmalari (organoplyumbatlar) ham ma'lum. Qo'rg'oshin yiliga 2 mln t atrofida ishlab chiqariladi.

### Qaytarish uchun savollar

1. Quyidagi oksidlarning qaysi birida asoslik xossasi kuchli bo'ladi: a)  $SnO$ ; b)  $GeO$ ; c)  $GeO_2$ ; d)  $PbO_2$ ; e)  $PbO$ .

2. Qalay (II) xlorid, qo'rg'oshin (II) nitrat va qo'rg'oshin (II) sulfat tuzlarining gidrolizlanish reaksiya tenglamalarini yozing. Qaysi tuz ko'proq gidrolizlanadi? Nima sababdan?

3. Ge, Sn va Pbning suyultirilgan va kontsentrlangan  $HCl$ ,  $H_2SO_4$  va  $HNO_3$ larga bo'lgan munosabatini ifodalovchi reaksiya tenglamalarini yozing.

4. Quyidagi qatorda : a) qaytaruvchilik xossasi Ge(II), Sn(II), Pb(II); b) Ge(IV), Sn(IV), Pb(IV) qanday o'zgaradi? Eng kuchli qaytaruvchi va oksidlovchini ko'rsating.

5. Quyidagi oksidlarining tuzilish formulalarini yozing:  $PbO_2$ ;  $Pb_2O_3$ ;  $Pb_3O_4$ ; SnO;  $SnO_2$ .

6. Qalay va qo'rg'oshinning elektron formulalarini yozing.

7. Germaniy guruhchasi elementlari xossalari yuqoridan pastga qarab o'zgarishini ta'riflang.

8. Elementlar oksidlari va gidroksidlarining o'xshash va o'xshash bo'lmagan qanday xossalari namoyon qiladi?

9. Elementlar qanday fizik va kimyoviy xossalarni namoyon qiladi?

10. Elementlarning asosiy birikmalari va ularni xalq xo'jaligidagi ahamiyatini misollar asosida tushuntiring.

### Savol va topshiriqlar

1. Uglerodni elektron formulasi asosi da kimyoviy xossalari namoyon bo'lishini tushuntiring. Allotropiya nima?

2. Uglerodning fizik va kimyoviy xossalari misollar keltirib tushuntiring.

3. Uglerodning xalq xo'jaligi uchun ahamiyatli qanday birikmalari mavjud? Ularning olinishi va xossalari xarakterlang.

4. Uglerod karbidlari va ularni ahamiyatini tushuntiring.

5. Uglerodning galogenli birikmalari to'g'risida fikr bildiring, ularni tegishli reaksiya tenglamalari bilan asoslang.

## XII BOB

### ORGANIK KIMYO. TO‘YINGAN, TO‘YINMAGAN VA AROMATIK UGLEVODORODLAR.

#### Ma‘ruza rejasi:

1. Kirish. Organik kimyoning mustaqil fan sifatida vujudga kelishi.
2. A.M.Butlerovning organik birikmalarni tuzilish nazariyasi. Izomeriya.
3. Organik moddalarning klassifikatsiyasi.
4. To‘yingan va to‘yinmagan uglevodorodlar, ularning xossalari va xususiyatlari.
5. Spirtlar, ularning olinishi, xossalari va ahamiyati.
6. Molekulasida karbonil gruppaga tutgan organik birikmalar (aldehid va ketonlar). Karbon kislotalar.
7. Aromatik uglevodorodlar. Benzol va uning xususiyatlari.

Organik kimyo – organik moddalarni tashkil qiluvchi uglerod birikmalarni o‘rganuvchi fandır. Uglerodning nihoyatda ko‘p tabiiy va sintetik birikmalari organik birikmalar qatoriga kiradi. Bu birikmalar tarkibida S dan tashqari ko‘pincha N, O, N, ba‘zan S, P, galogenlar va ayrim metallar bo‘ladi.

Organik kimyo mustaqil fan sifatida XIX asrning boshlarida ajralib chiqdi, hamda odam hayotida va amaliy faoliyatida katta rol o‘ynaydi. Kauchuk, smolalar, rezina, plastmassalar, tolalar ishlab chiqarish, neft, tosh ko‘mir, neft gazlari, tabiiy gazlar, lak-bo‘yoq sanoati, farmatsevtika, o‘simliklar va ularning sanoati va h.k. bular hammasi organik moddalar ishlab chiqaradigan yoki organik xomashyoni qayta ishlaydigan sanoatni eng muhim tarmoqlaridir.

#### Organik birikmalarni kimyoviy tuzilish nazariyasi

Bu nazariyani o‘tgan asrning 60 yillarida buyuk rus olimi Butlerov A.M. yaratgan. Bu nazariyaning yaratilishi shu vaqtgacha organik kimyodagi yig‘ilgan ko‘p faktlarni tartibga keltirdi. Bu nazariyani asosiy g‘oyasi quyidagidan iborat: "Murakkab moddalarni kimyoviy tabiati shu modda tarkibiga kiradigan oddiy qismlarni tabiati va kimyoviy tuzilishi bilan belgilanadi".



Butlerovni kimyoviy tuzilish nazariyasini asosiy qoidalari quyidagicha ifodalanadi:

1. Molekulada atomlar bir-biri bilan valentliklariga muvofik bog'lanadi. Atomlarni bog'lanish tartibi kimyoviy tuzilish deyiladi.

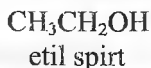
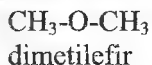
2. Molekulalarning fizikaviy va kimyoviy xossalari ularni tarkibiga qanday atomlar va qancha miqdorda kirishigagina emas, balki molekulani kimyoviy tuzilishiga bog'liq.

3. Molekulani tashkil etuvchi atomlar yoki atom gruppalari doimo bir-biriga ta'sir etadi va molekulani reaksiyaga kirish xususiyati ana shu ta'sirga ham bog'liq bo'ladi.

4. Organik moddalarda S elementi doimo 4 valentli bo'lib, boshqa elementlar bilan birikishidan tashqari o'zaro birikib to'g'ri, tarmoqlangan va halqasimon zanjirlar hosil qiladi.

A.M.Butlerov tuzilish nazariyasi ma'lum bo'lgan organik moddalarni tuzilishi va xossalarini tushuntirib berdi, hamda hali topilmagan yangi moddalarni borligini va ularni tuzilishini ko'rsatib berdi va bir nechtasini sintez qilib olishga muvassar bo'ldi. O'zbekistonda organik kimyo fanini rivojlanishiga akademik Yunusov S.Yu. va Sodikov O.S.lap o'zlarini katta hissalarini qo'shgan.

Tuzilish nazariyasi izomeriyani sababini tushunishga imkon berdi. Buni tushuntirish uchun formulasi  $C_2H_6O$  bo'lgan 2 moddani ko'rib chiqamiz. Ularning tuzilishi:

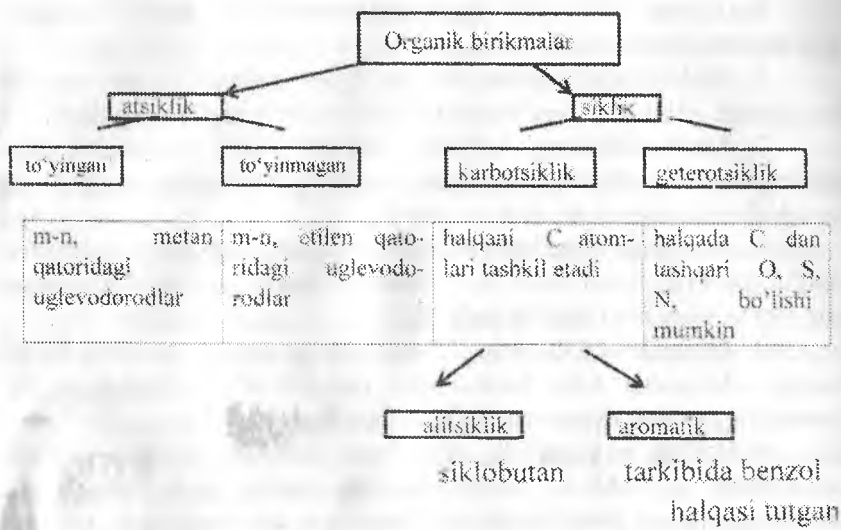


Lekin bu 2ta moddalarni empirik formulasi bir xil, biroq tuzilishi va fizik-kimyoviy xossalari turlicha. Bunday moddalar izomerlar deyiladi. Organik moddalarning juda ko'p bo'lishi ham izomeriya hodisasi bilan tushuntiriladi.

Barcha organik birikmalar klassifikatsiyasi:

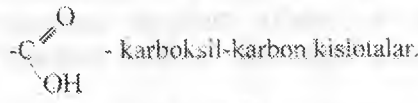
Tuzilishi bo'yicha klassifikatsiya:

Organik modda tarkibidagi funksional gruppalarga qarab turli sinflarga bo'linadi:

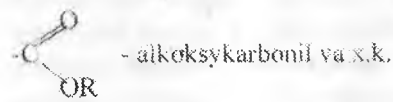


-OH - spirtlar (gidroksi-guruh)

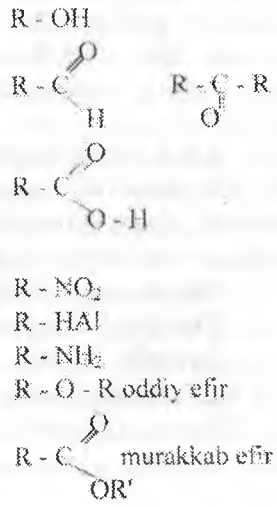
C=O - karbonil guruh-aldegid, ketonlar



- NO<sub>2</sub> - nitrobirikmalar,
- F, -Cl, -Br, -I - galogenohosilalar.
- NH<sub>2</sub> - aminoguruh - aminlar.
- OR - alkoksi.

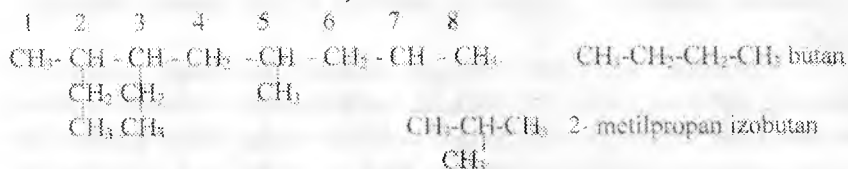


Umumiy formula



Organik moddalarni nomlashda hozirgi vaqtda sistematik nomenklaturadan (xalqaro nomenklaturadan) foydalaniladi, lekin ba'zi moddalar uchun trivial nomlar saqlangan (chumoli, sirka, olma kislotalari). Xalqaro nomenklaturadan foydalanishda unda avval uzun zanjir tanlanadi va undagi S atomlari nomerlanadi. Keyin o'rinbosarlari va asosiy zanjir nomlanadi. Bir xil o'rinbosarlar bir necha bo'lsa, ularni soni grekcha sonlari bilan ko'rsatiladi.

Masalan: 5 – metil – 3, 4 etiloktan:



Organik reaksiyalarning uchta asosiy turlari mavjud:

1. O'rin olish reaksiyasi:

2. Birikish reaksiyasi:

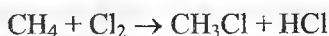
Z. Ajralib chiqish reaksiyasi:

Atsiklik (alifatik uglevodorod) to'yingan va to'yinmagan uglevodorodlarga bo'linadi. To'yingan uglevodorodlar metan qatoridagi uglevodorod bo'lib,  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$  umumiy formulaga egadir va alkanlar deb nomlanadi. Ular gomologik qator hosil qiladi:

$\text{CH}_4$ – metan	Alkanlar molekulari o'zaro faqat $\sigma$ – bog'lar bilan bog'langan S va N atomlardan tuzilganidir.
$\text{C}_2\text{H}_6$ – etan	
$\text{C}_3\text{H}_8$ – propan	Alkanlarni molekularida S atomlari $\text{sp}^3$ – gibridlangan holatda bo'lib, uglerod zanjirini hosil qilishda sarf bo'lmagan valentliklari, N atomlari bilan batamom to'yingan.

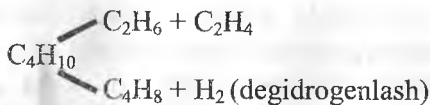
Alkanlar kimyoviy jihatdan nisbatan inert moddalardir, ulardagi S-S, S-N bog'lar juda kuchsiz qutblangan bo'lib, ularni energiyasi yuqoridir. Shuning uchun maxsus sharoitda alkanlar faqat o'rin olish reaksiyasiga kirishadi (xlorlash, nitrolash, sulfolash):

$h\nu$



birin ketin hamma vodorodlar xlorga almashishi mumkin

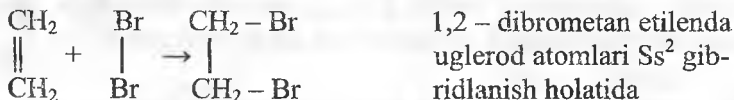
Yuqori temperatura va katalizatorlar ishtirokida S-S bog'lar ham uzilib, kreking jarayonlari ham sodir bo'ladi:



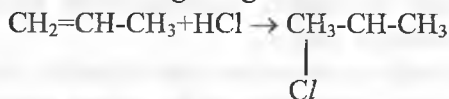
To'yinmagan uglevodorodlar  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$  (alken),  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$  (alkin) va alkadienlarga bo'linadi. Bular uchun qo'sh bog' yoki uch bog'lar bo'lishi xarakterlidir. Molekulalarda bitta qo'sh bog' bor uglevodorodlar etilen uglevodorod deyiladi. Ularni umumiy formulasi:  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$

Uch bog' tutganlari  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$  umumiy formulaga ega bo'lib atsetilen uglevodorodlar yoki alkinlar deyiladi. Ular kimyoviy xossalari o'xshash va tarkibi bir-biridan bir yoki bir necha  $-\text{CH}_2-$  gruppalar farq qiladigan gomologik qatorni hosil qiladi.

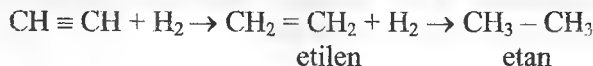
Alkenlarda asosiy funksional gruppalar ( $=$ ) bo'lib, mustahkam  $\delta$  - bog' va unchalik mustahkam bo'lmagan  $\pi$  - bog'lardan tuzilgan. Alkenlar uchun bitta  $\pi$  -bog'i uzilib, uning o'rniga ikkita  $\delta$  - bog'ni hosil bo'lishi hamda uni hisobiga boshqa molekulalarni biriktirib olish reaksiyalari xarakterlidir:



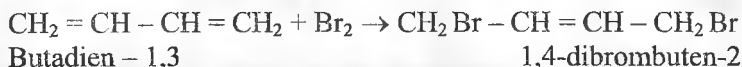
Nosimmetrik alkenlarga  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  birikishi Markovnikov qoidasi bo'yicha o'tadi: N vodorodga to'yingan S atomiga,  $-\text{Cl}$ ,  $-\text{OH}$  esa vodorod kam tutgan Cga birikadi.



Alkenlarda uch bog' bo'lib, uning uchlamchi bog'lanish bilan bog'langan S atomlari  $\text{sp}$  - gibridlanish holatida bo'ladi. Atsetilen uglevodorod chiziqsimon tuzilishga ega, ulardagi uch bog'da bitta  $\delta$  va 2ta  $\pi$  -bog'lanish mavjud.  $\pi$  - bog'lar oson uzilib, biriktirish reaksiyalari sodir bo'ladi, ular etilendan farkli 2 bosqichda boradi va alkanlarni hosilalari hosil bo'ladi:



Alkadienlarda 2ta qo'sh bog' bilib,  $C_nH_{2n-2}$  umumiy formulaga ega. Ulardan eng ahamiyatlisi butadien – 1,3 (divinil) va 2-metilbutadien – 1,3 (izopren)lardir. Kimyoviy xossalari jihatdan bu 2 modda to'yingan uglevodorodga o'xshaydi – biriktirib olish reaksiyalari ular uchun xosdir, lekin modda birikishi dienlar uchiga birikadi:



Brom mo'l bo'lganda uning bir molekulasini o'rtadagi qo'sh bog'ga birikadi. Bunday birikishga sabab mezomeriya yoki rezonans effektdir. Ko'rsatilgan orolatma qo'sh bog'li dien uglevodorod oson polimerlanib, kauchukka o'xshash polimer hosil qiladi.

Sikloalkanlar (sikloparafin, alitsiklik uglevodorodlar)

Ochiq zanjirli to'yingan uglevodorodlar bilan birga yopik zanjirli to'yingan uglevodorodlar ham bor. Ularni umumiy formulasi:



siklopropan



siklobutan



siklopentan



siklogeksan

Sikloalkanlar birinchi bor Boku neftidan ajratib olinib, Markovnikov tomonidan mukammal o'rganilgan. Ular kimyoviy xossalari jihatidan alkanlarga yaqin: yonuvchan, kimyoviy passiv, vodorod atomlari galogenlarga almashinadi, lekin sikllarning barqarorligi bir-biridan farq qiladi. Uch va turt a'zoli, sikllarning puxtaligi besh va olti a'zolilarnikiga qaraganda kam. Uch va turt a'zoli siklobutan, ayniqsa, siklopropan halqa uzilishi hisobiga alkenlar kabi birikish reaksiyalariga moyil bo'lsa, siklopentan va siklogeksanlar parafinlarga o'xshab, o'rin olish reaksiyasiga kirishadi.

Molekulasida karbonil (yoki okso) gruppasi  $>C=O$  saqlagan birikmalar oksobirikmalar deyiladi. Oksobirikmalar sinfi aldegid va ketonlarga bo'linadi.

Ketonlar va ayniqsa aldegidlar reaksiyaga kirishish qobiliyati kuchli bo'lgan organik birikmalar. Ular uchun biriktirish, o'rin olish, polimerlanish, oksidlanish, qaytarilish reaksiyalari xosdir.

Uglevodorodlardagi bir yoki bir necha vodorod atomlarining  $\text{ON}$  – gruppalariga almashinish natijasida hosil bo‘ladigan birikmalar spirt yoki alkogollar deyiladi. Spirtlar  $\text{ON}$  – gruppalarining soniga qarab bir

atomli ( $\text{CH}_3\text{-OH}$ ), ikki atomli  $\left[ \begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{OH} \\ \text{CH}_2 - \text{OH} \end{array} \right]$  – etilenglikol va h.k. bo‘ladi;

radikalning tabiatiga qarab esa to‘yingan, to‘yinmagan spirtlarga bo‘linadi.

To‘yingan bir atomli spirtlarning umumiy formulasi  $\text{ROH}$  yoki  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$ . Ular ham gomologik qator hosil qiladi:

$\text{CH}_3\text{OH}$  – metil spirti, metanol

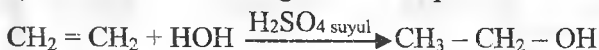
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  -etil spirti, etapol

$\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$  – propil spirti, propanol

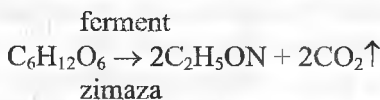
$\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$  – butil spirti, butanol va h.k.

Spirtlar asosan sintetik va biokimyoviy usullar bilan olinadi. Masalan:

1) olefinlarni katalitik gidratlash orqali olish:

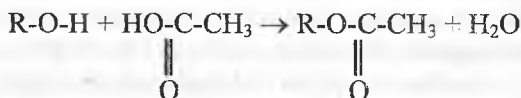


2) monosaxaridlarning achitki fermentlar ta’sirida bijg‘itish yo‘li bilan spirtlar hosil qilinadi:



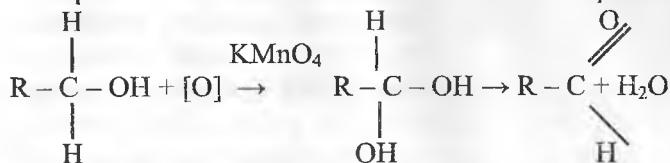
Spirtlar turli xil reaksiyalarga kirishadi. Bu reaksiyalar umumiy formulasi  $\text{R-O-H}$  ga qarab, vodorod atomi, gidroksil xossalari, radikal xossalari va oksidlanish reaksiyalariga bo‘linadi.

Spirtlardagi vodorod atomning kislotaga qoldig‘iga almashinishiga eterifikatsiya reaksiyasi deyiladi va natijada murakkab efirlar hosil bo‘ladi:



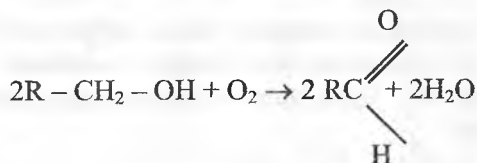
Oksidlanish reaksiyalari kuchli oksidlovchilar ( $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) yoki 300 – 400 °Cda katalizator ishtirokida o‘tadi. Birlamchi

spirtlar oksidlanganda aldegidlar, ikkilamchilari – ketonlar va uchlamchi spirtlar kislotaga va ketonlar aralashmasi hosil qiladi.

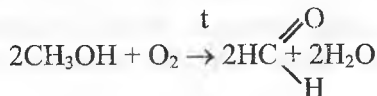


Spirtlar erituvchi sifatida, dori darmonlar, murakkab efirlar, aldegidlar, aminlar olishda ishlatiladi.

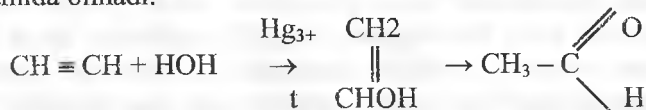
Aldegidlar asosan tegishli spirtlarni oksidlanish yo'li bilan olinadi. Masalan:



Aldegidlarni muhim vakillari: chumoli aldegid – metanolni 550°da havo kislorodi bilan Cu yoki Ag ishtirokida oksidlab olinadi:



Sirka aldegidni sanoatda ko'pincha Kucherov reaksiyasi yordamida olinadi:

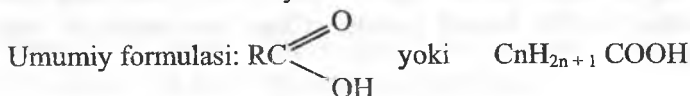


Formaldegid fenolformaldegid smolalar, bo'yoq, dori-darmonlar, portlovchi moddalar olishda ishlatiladi.

Sirka aldegiddan sanoatda sirka kislotaga, etil spirti, efirlar, sirka angidrid, butil spirt va boshqa moddalar olinadi.

Karbon kislotalar.

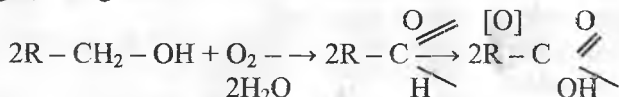
Molekulasida 1ta yoki bir nechta karboksil gruppalar tutgan moddalar karbon kislotalar deyiladi.



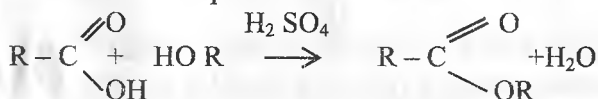
– COOH gruppalar soniga karbon bir asosli (CH<sub>3</sub>COOH), ikki asosli va hokozo bo'ladi.

Ular ham gomologik qator hosil qiladi va ko'pincha trivial nomlar bilan ataladi – CH<sub>3</sub>COOH – sirka kislotasi. Xalqaro nomenklatura bo'yicha nomlashda tegishli uglevodorod nomiga kislotasi so'zini qo'shish bilan hosil qiladi: CH<sub>3</sub> – CH<sub>2</sub> – CH<sub>2</sub> – SOOH – butan kislotasi.

Karbon kislotalarni olishda birlamchi spirtlar oksidlanganda dastlab aldegid, so'ngra kislotasi hosil bo'ladi.



Karbon kislotalarni muhim xossalaridan biri bu ularni murakkab efirlar hosil qilishidir. Bu reaksiya eterifikatsiya reaksiyasi deb nomlanadi: kislotalar spirtlar bilan o'zaro reaksiyaga kirishib, murakkab efirlar hosil qiladi:



Murakkab efirlar tabiatda keng tarqalgan bo'lib o'simlik va hayvon organizmlarida yog'lar tarkibida bo'ladi. Ular erituvchi sifatida ishlatiladi.

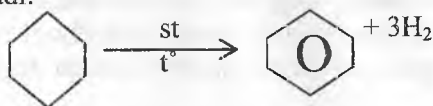
### Alitsiklik birikmalar

Organik moddalarni katta gruppasini siklik (yopik zanjirli) birikmalar tashkil etadi. Molekulasida faqat C atomlaridan iborat halqa (sikl) bo'lgan organik moddalar karbotsiklik birikmalar deyiladi. Ulardan aromatik birikmalar katta ahamiyatga ega. Benzol- C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> aromatik birikmalarni tipik vakili. U o'ziga xos hidli, harakatchan suyuqlik.

C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> molekulasidagi 6ta C vodorodlar kabi teng qiymatlidir. Bu esa uning faqat yopik zanjirli tuzilishga ega ekanligini ko'rsatadi. Benzoldagi π-bog'lar elektron bulutlarini dekollanishi sababli C-C bog'larni uzunligi bir biriga teng bo'ladi. Demak S<sub>6</sub>N<sub>6</sub> molekulasida oddiy bog'lar ham qo'sh bog'lar ham yuk, balki teng qimmatli bog'lanishlar bo'lib, benzol yadrosi o'ziga xos xususiyati ham shu tufaylidir.



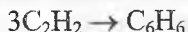
$C_6H_6$  toshko'mirmi quruq haydash yo'li bilan olinadi. Siklogeksanni  $300^{\circ}C$  da Pt -katalizator ustidan o'tkazilganda ham  $C_6H_6$  hosil bo'ladi:



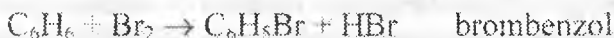
Geksanni degidrogenlash yo'li bilan ham  $S_6N_6$  olish mumkin:



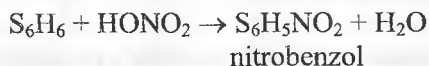
Benzol olish uchun aktivlangan ko'mir solingan  $600^{\circ}C$  gacha qizdirilgan nay orkali atsetilen o'tkaziladi va trimerlanish reaksiyasi natijasida  $C_6H_6$  hosil bo'ladi:



To'yingan va to'yinmagan uglevodorodlardan farqli  $S_6N_6$  uchun vodorod atomlarining o'rnini olish reaksiyalari xosdir. Bu reaksiyalar alkanlardagiga qaraganda oson ketadi:



nitrolash (kons. nitrat va sulfat kislota aralashmasi ta'siri)



Maxsus sharoitda:  $t^{\circ}$ , katalizator, nur bilan yoritish ta'sirida  $C_6H_6$  birikish reaksiyalariga ham kirishadi. Masalan: Ni yoki Pt ishtirokida  $C_6H_6$  gidrogenlanadi:



Benzol va uning gomologlari dori-darmon, plastmassalar, bo'yoqlar, ximikat va xomashyo sifatida ishlatiladi.

### Mustaqil tekshirish uchun savollar

1. Organik kimyo fani nimani o'rganadi?
2. A.M.Butlerovning organik birikmalarni kimyoviy tuzilish nazariyasining asosiy qoidalari nimalardan iborat?
3. Alkanlar qatorida qaysi uglevodoroddan boshlab izomeriya boshlanadi?
4. Organik moddalar tuzilishi bo'yicha qanday sinflarga bo'linadi?
5. Organik modda tarkibidagi funksional gruppalariga qarab qanday moddalarga bo'linadi?
6. To'yingan va to'yinmagan uglevodorodlar. Ularni tuzilishi va xossalari qanday farqlanadi?
7. Eterifikatsiya reaksiyasi deb nimaga aytiladi? Sovunlanish reaksiyasini yozib bering.
8. Aldegidlar uchun sifat reaksiyalarni yozing.  $S_5N_{10}O$  formulaga ega bo'lgan aldegidlarni struktura formulalarini yozing.
9. Aldegid gruppasini tuzilishiga asoslanib, nima uchun aldegidlarga birikish reaksiyalar xosligini tushuntiring.
10. Karboksil gruppaning elektron tuzilishi qanday? Shu asosida karbon kislotalarni kimyoviy xossalarni tushuntiring.
11. Benzol uchun xos bo'lgan o'rin olish va birikish reaksiyalarni ko'rsating. Ularning sharoitlari qanday?

### Tayanch so'zlar

*Izomeriya* – empirik – formulasi bir xil, tuzilishi va xossalari har xil moddalarning uchrashi

*Trivial* – ba'zi bir moddalarning tabiatda yoki hayotda tez-tez uchrab turishiga qarab baholash.

*Kreking* – yuqori molekulyar moddalarning yuqori haroratda parchalanishi

*Polimer* – yuqori molekulyar modda

*Eterifikatsiya* – spirtlarning kislotalar bilan reaksiyasi

### XIII BOB

## YUQORI MOLEKULALI BIRIKMALAR, POLIMERLAR. ULARNING OLINISHI VA XOSSALARI. POLIMERLARNI QURILISH MATERIALLARNI ISHLAB CHIQRISHDA ISHLATILISHI

#### Mavzu rejasi

1. Yuqori molekulyar birikmalar haqida asosiy tushunchalar.
2. Yuqori molekulyar birikmalarni sinflanishi
3. Polimerlarning olinish usullari.
4. Polimerlarning fizika va mexanik xossalari.
5. Ba'zi polimerlarning xalq xo'jaligida ishlatilishi.

Molekula massasi 5000 dan bir necha milliongacha bo'lgan birikmalar yuqori molekulyar birikmalar (YUMB) deb ataladi. YUMB tabiatda keng tarqalgan va biologik jarayonda muhim ahamiyatga ega. Tabiiy organik YUMBlarga sellyuloza, kraxmal, oqsillar, tabiiy kauchuk; anorganik YUMBga esa – kvars, korund, kremnezem, uglerodning allotropik shakllari – olmos va grafit kiradi.

YUMBlar neft, tabiiy bitum, smolalar, kazilma ko'mir tarkibida bo'ladi.

Sintetik polimerlar plastmassa, kimyoviy tola, kauchuk, lak-bo'yoq sanoatida va sanoatning boshqa tarmoqlarida keng ishlatilmoqda. Ularning turlari va miqdorlari yildan – yilga ko'payib, ular ishlatiladigan sohalar tobora kengayib bormoqda.

Sintetik polimerlarning ba'zilari kimyoviy jihatdan oltin va platinadan barqaror, ba'zilari mustahkamligi va kattaligi jihatidan olmosga yaqinlashadi. Ulardan konstruksion materiallar, izolyatorlar, ion-almashgich sorbentlar, qurilish asboblari, kimyoviy apparatlar va h.k. ham yasalmoqda.

Sun'iy YUMBlar olinishida dastlabki kuyi molekulyar moddalar-monomerlar ishlatiladi. Monomerlar neft, gaz, kimyoviy qayta ishlashda hosil bo'ladigan moddalar.

YUMBlarni molekulasi yuzta, mingta va undan ortiq bir xil tuzilgan gruppalardan tashkil topgan bo'ladi va makromolekula deb ataladi.

Makromolekulada ko'p marta takrorlanadigan bir xil atomlarning gruppasi elementar halqa (zveno) lardan tashkil topgan bo'ladi:

.... A-A-A-A-A-A- .... yoki  $(-A-)_n$

Shunday makromolekulaga ega bo'lgan birikmalar YUMBlar yoki polimerlar deb ataladi. Formuladagi "n" indeksi makromolekuladagi elementlar zvenolar soni bo'lib, polimerlanish darajasi (r) deyiladi. Polimerlanish darajasi polimerni molekulyar massasi (M) va monomer molekulyar masasi (m) bilan o'zaro quyidagi nisbatda bog'langan bo'ladi:

$$R = M/m$$

Polimerlarni nomlashda odatda monomer nomidan avval "poli" (ko'p) so'zi qo'shilib aytiladi.

Masalan:  $CH_2 = CH_2$

etilen

$(-CH_2-CH_2-)_n$

polietilen



Yuqori molekulyar birikmalarning sinflanishi

Kelib chiqishiga qarab, yuqori molekulyar birikmalar tabiiy, sun'iy, sintetik va biologik polimerlar kabi gruppalariga bo'linadi.

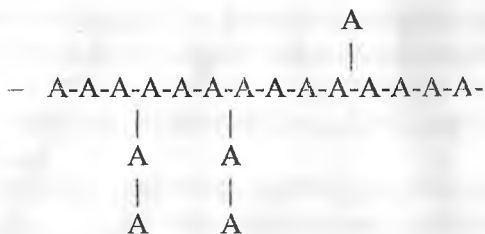
Sun'iy polimerlarni tabiiy va sintetik polimerlardan farqi shundaki, ular tabiiy polimerlar asosida organik reaksiyalar vositasi bilan yangi makrokimyoviy birikmaga aylantiriladi. Masalan, sellyulozadan olingan nitro-sellyuloza, atsetatsellyuloza, viskozalar sun'iy polimerlardir, chunki tabiatda ularning analoglari yo'q.

Strukturaviy tuzilishiga ko'ra polimerlar quyidagi gruppalariga bo'linadi.

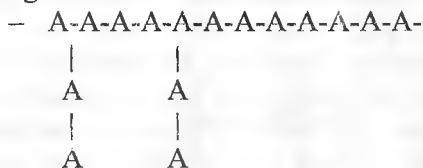
Chiziqsimon polimerlar (makromolekula) – kovalent bog'langan elementar halqalar hosil qilgan uzun zanjirlar. Chiziqsimon polimerning elementlar halqasini A xarf bilan belgilasak, polimer tuzilishini quyidagicha yozish mumkin:

– A-A-A-A-A-A-A-A-A-A-

Tarmoqlangan polimerlar-makromolekula asosiy zanjirdan kaltarak, yonaki tarmoqli zanjirlardan iborat;



Turlangan polimerlar. Makromolekulalar atomlar yoki atom gruppalari hosil qilgan, kundalang tushgan ko'priklarni orqali bog'langan:



Tursimon polimerlar, chiziqsimon polimerlardan o'zaroq erimaydi, organik eritmalarda bo'ladi.

### Kimyoviy tarkil i bo'yicha sinflash

Kimyoviy tarkibi bo'yicha polimerlar organik, anorganik va element – organik polimerga bo'linadi. Zanjirlari uglerod atomlaridan tuzilgan organik polimerlar – karbo zanjirli polimerlar:



Uglerod, atomning qolgan bo'g'lari vodorod, alkil, aril va h.k. gruppalar bilan bog'langan bo'lishi mumkin.

Sintetik karbozanjirli polimerlar jumlasiga vinil va divinil monomerlardan hosil bo'lgan barcha polimerlar kiradi.

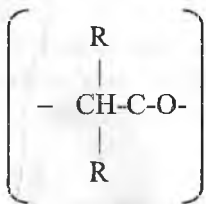
Geterozanjirli polimerlar molekulasining asosiy zanjirida ugleroddan yana kislorod, azot, yoki o'tingugurt, yoxud fosfor, kremniy va boshqa elementlarning atomlari bo'ladi. Geterozanjirli tabiiy organik polimerlarga misol qilib oqsil, sel'yuloza, ligninni; geterozanjirli

sintetik polimerlarga esa oddiy va murakkab efirlar, poliamidlar va poliuretanlar hamda elementoorganik polimerlarni keltirish mumkin.

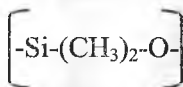
Karbozanjirli yuqori molekulyar birikmalarning nomi dastlabki monomer nomining oldiga "poli" qo'shimchasini qo'shish bilan tuziladi.

Masalan: etilendan olingan polimer polietilen, vinilxloriddan olingan polivinilxlorid, stiroidan olingan polistirol va h.k.

Geterozanjirli yuqori molekulyar birikmalar tarkibiga qanday geteroatom kirishiga qarab kislorodli, azotli, oltingugurtli va elementoorganik polimerlarga bo'linadi.



polioksid



polidimetilsiloksan

Anorganik polimerlarni zanjirlari faqat anorganik moddalardan bo'lgan makromolekulalar hosil qiladi. Masalan, polifosfatlar, poliarsenatlar, silikatlar va h.k.

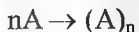
Makromolekulalari bir xil takrorlanayotgan halqalardan iborat polimerlar, gomopolimerlar deb ataladi. Sopolimerlarda esa makromolekulani bir necha xil monomer halqalar (odatda 2 yoki 3) hosil qiladi. Polimerlar issiklik ta'siriga bo'lgan munosabatiga qarab termoplastik va termoreaktiv polimerlarga bo'linadi. Chiziqsimon yoki tarmoqlangan polimerlar-termoplastik. Qizdirilganda yoki muzlatilganda xossalari qayta tiklanadi. Termoreaktiv polimerlar qizdirilganda erimaydigan holatga o'tadi va xossalari tiklanmaydi.

### Polimerlarning olinishi

Yuqori molekulyar birikmalar asosan polimerlanish va polikondensatlash reaksiyalar orqali olinadi. Polimerlari bir necha quyi molekulyar moddalarning o'zaro kovalent bog'lanib (birikib) yuqori molekulyar birikma hosil qilish reaksiyasi polimerlanish deb ataladi.

Polimerlanish reaksiyasi natijasida ayni polimerdan boshqa qo'shimcha mahsulot hosil bo'lmaydi, ya'ni reaksiya nihoyasiga

monomerning dastlabki tarkibi o'zgarmaydi. Polimerlanish reaksiyasini umumiy holda quyidagicha ifodalash mumkin:



Bu gramma polimerlarga poliolefinlar, polistirol, poliuretanlar va h.k. kiradi.

Polimerlanish jarayoni reaksiya tezligiga qarab zanjirli va bosqichli bo'ladi. Bosqichli polimerlanish reaksiyasida monomer molekulalarining o'zaro birikishi kichik tezlikda davom etadi. Bunday reaksiyani istalgan vaqtda to'xtatish va hosil bo'lgan dimer, trimer, tetramer va shu kabi birikmalarni sof holda ajratib olish mumkin.

Sanoat ahamiyatiga ega bo'lgan polimerlarning deyarli barchasi zanjirli polimerlanish reaksiyasi yordamida olinadi. Bunday reaksiya bilan olingan polimer molekulalarning o'lchami uzun bo'lib, ularning molekulyar massasi bir necha yuz ming va hatto millionlarga teng bo'ladi. Makromolekulaning hosil bo'lishi juda tez-sekundning juda kichik bir ulushi qadar vaqt ichida sodir bo'lishi mumkin.

Xar qanday zanjirli reaksiya singari polimerlanish protsessi ham uch elementar reaksiya: aktiv markazining paydo bo'lishi, zanjirning o'sishi va zanjir uzilishidan iborat.

1. Aktiv markazning paydo bo'lishi katta energiya talab qiladi va kichik tezlik bilan boradi. Tashqaridan berilgan energiya yordamida aktivlantirilgan monomerning bir qismi birikish, ya'ni o'sish qobiliyatiga ega bo'lib oladi:



Aktiv markaz vazifasini juftlanmagan elektronlarga ega bo'lgan radikallar bajaradi. Ozod radikallar hosil qiluvchi moddalar initsiator deb ataladi (benzoiil peroksidi, vodorod peroksidi va h.k.). Aktiv markazning kelib chiqishiga qarab reaksiyalar radikal yoki ionli polimerlanish reaksiyalariga bo'linadi.

Issiklik, yorug'lik, ultrabinafsha, rentgen va radiatsion nurlar; peroksid moddalar hamda azo- va diazo-birikmalar ta'sirida boshlanadigan reaksiyalar erkin radikalli polimerlanish jumlasiga kiradi.

Katalizatorlar ishtirokida, jumladan:  $AlCl_3$ ,  $BF_3$ ,  $CHCl_4$ , Na, K, Li,  $Al(C_2H_5)_2$  kabi tuzlar, ishqoriy metallar va ularning organik birikmalari bilan boshlanadigan reaksiyalar ionli polimerlanish reaksiyalari qatoriga kiradi. Bu turdagi reaksiyalar katalizatorlar ishtirokida borganligi uchun katalitik polimerlanish deb ataladi.

P. Polimer zanjini o'zining kichik aktivlanish energiyasi talab qiladi va juda katta tezlik bilan boradi.



Bu yerda:  $A_1$  – monomer molekulasini,  $A_1$  – monomerning aktiv markazi,  $A_2$  va  $A_3$  – o'sayotgan radikal,  $A_n$  – o'sayotgan makroradikal.

Sh. Makroradikal zanjini uzilishi katta aktivlanish energiyasi talab qilmaydi va nisbatan katta tezlik bilan boradi.

Demak, polimer zanjini o'sish tezligi uzilish tezligidan qancha katta bo'lsa, hosil bo'lgan polimer molekulasini ham shuncha uzun bo'ladi, ya'ni polimer molekulasini uzunligi ikki reaksiyaning tezliklari nisbatiga bog'liq.

### Sopolimerlanish.

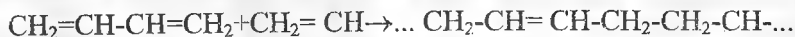
Ikki va undan ortiq turdagi monomerlarning birgalikda polimerlanish reaksiyasi sopolimerlanish reaksiyasi deb, hosil bo'lgan polimer esa sopolimer deb ataladi.

Protsess umumiy holda quyidagicha bo'ladi:



Sopolimerlanish reaksiyasi, istalgan talabga javob beradigan polimerlar sintez qilishning asosiy usullardan biri hisoblanadi. Chunki bunda miqdoriy nisbatlarini o'zgartirib, turli xossalarga ega bo'lgan sopolimer olish mumkin. Sopolimerlanish reaksiyasida har qanday monomer ikkinchi komponent sifatida qatnashib, hosil bo'ladigan polimer o'ziga xos yangi xususiyat bilan boyitadi, ya'ni polimerning fiziko-kimyoviy xossalari o'zgartiradi.

Amaliy ahamiyatga ega bo'lgan sopolimerlarga kauchuklarni misol keltirish mumkin:



butadiene

stirol

butadiene-stirol kauchugi





## Polimerlarning fizika va mexanik xossalari

YUMB fizika va mexanik xossalari quyi molekulyar moddalardan farq qiladi. Masalan, ularda bukish hodisasi ro'y beradi, kovush-kokligi cheksiz kattadir, qaynash temperaturasi juda yuqori bo'ladi.

Polimerlar amorf va kristall holatda bo'ladi. Amorf polimerlar faqat polilimerlarga xos yuqori elastik holatga ham ega. Texnikada bu xususiyatdan keng foydalaniladi.

YUMB elektr tokini o'tkazishi sababli juda ko'p mahsulotlar – isitgich elementlar, egiluvchan elektrodlar va h.k. tayyorlashda qo'llaniladi.

## Ba'zi polimerlarning qurilishda ishlatilishi

Polimerlanish reaksiyalari yordamida olingan YUMB xalq xo'jaligida katta ahamiyatga ega. Masalan, past bosimda olingan polietilen yuqori mexanik xossalari ega bo'lib, oson qayta ishlanadi, yuqori kimyoviy va termochidamlikka ega. Polietilendan xilma-xil plenkalar, trubalar, izolyasion materiallar va h.k. olinadi. Polietilendan bo'lgan mahsulotlar payvandlanadi.

Polistirol ( $-\text{CH}_2-\text{CH}-$ ) $\langle \square \rangle$   $85^\circ\text{S}$  da yumshaydi, agressiv erituvchilarga chidamli, ko'pincha erituvchilarda yaxshi eriydi. Yaxshi dielektrik xossalari ega bo'lgani tufayli radiotexnikada keng qo'llaniladi. Suyuqlangan polistirolning oquvchanligi yuqori, shu sababdan quyma materiallar ishlab chiqarishda mos keladi va rang – barang optik, santexnik va h.k. mahsulotlar olishda qo'llaniladi. Polistirolning asosiy kamchiligi-mo'rtligini yo'qotish uchun unga kauchuk qo'shiladi. Undan issiklik va tovush-izolyatsion materiallar olishda penoplastlar (polistirol) keng ishlatiladi.

Polivinilxlorid ( $-\text{CH}_2-\text{CH}-$ ) $_n$  undan turli elektr asboblari, elektr simlari va kabellarni ustini qoplashda foydalaniladi. Polivinilxlorid agressiv moddalarga chidamli bo'lgani tufayli, undan texnikada har xil trubalar yasash, reaktorlar ichini qoplashda qo'llaniladi. Bu polimerdan kimyoviy tolalari, linoleum olinadi, sopolimerlari ham sanoat ahamiyatiga ega.


## Lak va bo'yoq materiallar

Avvalari lak-bo'yoq materiallari, asosan, tabiiy moy, olifdan tayyorlanardi. Hozirga paytda juda ko'p sintetik lak-bo'yoq materiallar paydo bo'lgan. Ularni qariyb 75% poliefir polimerlar asosida

tayyorlanadi. Ular – ko‘p negizli kislotalar (yoki anhidridlar) ko‘p atomli spirtlar, yuqori yog‘ kislotalar bilan kondensatlanish mahsulotlari.

Lak-bo‘yoq materiallarni kattikligini, namga chidamligini oshirish uchun ularga har-xil moddalar (fenolformaldegid smolalar) qo‘shiladi. Oxirgi paytda vinilatsetat va akril kislota efirlarini ayrim polimerlari, emulsion bo‘yoq ishlab chiqarishda keng qo‘llanilmoqda.

### **Tekshirish uchun savollar**

1. Qanday moddalar yuqori molekulyar birikmalar deb ataladi?
2. Polimerlar kuyi molekulyar moddalardan qanday xossalari bilan farq qiladi?
3. Qanday polimerlar chiziqli, tarmoqlangan, tursimon deyiladi?
4. Polimerlanish va sopolimerlanish farqi nimada?
5. Polikondensatlashning qanday turlari bor?
6. Vinilxlorid ( $\text{CH}_2=\text{SHCl}$ ) va akrilonitril ( $\text{CH}_2=\text{CH-CN}$ ) sopolimerini olinish reaksiya sxemasini yozing.
7. Etilenglikol ( $\text{CH}_2\text{ON-CH}_2\text{ON}$ ) va tereftalat kislota ( $\text{HOOS-}$   
-SOON) dan lavsan hosil bo‘lish sxemasini yozing.

### **Tayanch so‘zlar**

*Makromolekula molekulasi* – molekula yuzta, mingta va undan ko‘p bir xil guruhlardan tuzilgan molekula

*Elementar halqa (zveno)* – makromolekulada ko‘p marta takrorlangan atomlar gruppasi

*Polimerlanish* – polimerdan tashqari boshqa modda hosil bo‘lmaydigan reaksiya

*Polikondensatlash* – quyi molekulyar modda ajralib chiqishi bilan boradigan yuqori molekulyar birikma hosil bo‘lish reaksiyasi.

## ГЛОССАРИЙ

№	Инглиз тилда	Атаманинг рус тилидаги изохи	Атаманинг o'zbek тилидаги изохи
1.	Aggregate state—the presence of matter in gaseous, veined or solid state	Агрегатное состояние—нахождение вещества газообразном, житком или твердом состоянии	Агрегат холат -bir moddaning gaz suyuq yoki qattiq holda mavjud bo'lishi.
2.	Adsorbent-substance absorbing gaseous or liquid substance An acceptor is an atom or an ion that receives paired electrons	Адсорбент-вещество поглощающее газообразное или жидкое вещество Акцептор-атом или ион принимающий парные электроны	Адсорбент-газ yoki suyuqlikni yutuvchi modda Акцептор -электрон juftini qabul qiluvchi atom yoki ion
3.	Allotropy are identical in composition but differ in the chemical composition of simple substances	Аллотропия-одинаковы составом но отличающиеся по химическому составу простые вещества	Аллотропиya-elementning kimyoviy xossalari bilan farq qiladigan bir pecha oddiy modda ko'rinishida mavjud bo'lish xodisasi.
4.	Aluminum Termination of metals with aluminum	Алюмотермия восстановления металлов с помощью алюминия	Алюмотермиya -metallarni alyuminiy bilan qaytarish jarayoni
5.	Amphoteric properties—the ability of minerals to interact with acids and alkalis to form salts	Амфотерные свойства-способность минеральных веществ взаимодействовать с кислотами и щелочами образуя соли	Амфотермик-кимyoviy moddalarni kislotaga, ham ishqor bilan tuz hosil qilish xususiyati.
6.	Anode-ion transfer electrode solution	Анод-ион передающий электрод раствору	Анод- eritmaga ion uzatuvchi elektrod.
7.	Anode-ion transfer electrode solution	Атом-наименшая часть элемента которая сохраняет его свойства	Атом modda xususiyatini saqlovchi, lekin erkin holda mavjud bo'lmaydigan zarracha.
8.	Atomic mass - mass of the element expressed in carbon units	Атомная масса-масса элемента выраженная углеродных единиц	Атом masa- elementning uglerod birligida

			ifodalanganatom massasi
9.	Atomic radius-shows the radius of an atom	Атомный радиус-показывает радиус атома	Atom radiusi xar bir atom elektronlarining yadrogga nisbatan joylashganligini belgilovchi kattalik.
10.	Barite-barium sulfate	Барит-сернокислый барий	Barit- bariyning sulfat birikmasini xarakterlovchi nomi
11.	Bertolini-substances altering the composition of	Бертоллиды-вещества изменяющим составом	Bertollidlar- tarkibi o'zgaruvchan birikmalar
12.	hydrogen broon compounds	Бораны водородные соединения бора	Боранlar borming vodorodli birikmalari
13.	Borides of boron compounds with metals	Бориды-соединения бора с металлами	Boridlar- borming metall birikmalari
14.	Boxed-boron oxide	Боксид-оксид бора	Boksid- bor oksidi
15.	Bronze is an alloy of copper	Бронза-сплав меди	Bronza-mis qotishmasi
16.	TO BORATE-SALTS OF BORIC ACID	Бораты-соли борной кислоты	Boratlar-bor kislotasi xosil qilgan tuzlari
17.	Valence-ability to attach atoms due to chemical bonds	Валентност-способность присоединят атомы за счет химической связи	Valentlik -murakkab birikmalarda atomlararo vujudga kelgan bog'lanishlar soni
18.	VANADATE-SALTS OF VANADIC ACID	Ванадаты-соли ванадиевой кислоты	Vanadatl-ar-vannadiy kislotasi xosil qilgan tuzlari
19.	Hydrogen bond-a hydrogen bond is formed between the elements have a Katori of EO is higher than that of hydrogen	Водородная связь-водородная связь образуется между элементами у которых эо выше чем у водорода.	Vodorod bog'lanish elektromanfiyligi vodorodnikidan katta bo'lgan molekularni o'zaro ta'siri natijasida vujudga keluvchi

20.	Tungstates of tungstic acid salt	Вольфраматы соли вольфрамовой кислоты	кучsiz bog' Volfbramatlar- volfram kislotasi tuzlari
21.	Wolframite- Ore having tungsten	Вольфрамит- Рулы имюющие вольфрам	Volfbramit- tarkibida volfram bo'lgan ruda
22.	for rubber Vulcanization - rubber vulcanization	на резину Вулканизация- превращение каучука методом вулканизации	Vulkanizatsiya kauchukni olingugurtlar rezinaga aylantirish
23.	Gas constant R = 8,314	Газовая постоянная R=8,314	Газ doimiyisi- gazning xolat tenglamasidagi kattalik, R=8,314
24.	The galvanic element is the device that turns chemical energy into electrical energy.	Гальванический элемент- прибор превращающий химическую энергию на электрический.	Galvanik element- kimyoviy energiyani elektr energiyaga aylantiruvchi moslama
25.	Gamma rays-rays emitted from the radioactive element	Гамма лучи-лучи выделяющиеся из радиоактивного элемента	Gamma nurlar- radioaktiv elementlardan ajraluvchi nurlar (elektronlar oqimi)
26.	Haumanitic - Name of manganese containing mineral	Гаусманит-Название содержащего минерала	Gausmanit- marganesli mineral nomi
27.	Helion-Name of alpha particles	Гелионы-Название альфа-частиц	Gelionlar-alfa zarrachalar nomi
28.	Gel Colloidal mass	Гел Коллоидная масса	Gel zis kolloid massa
29.	Hydrazine-nitrogen compound of hydrogen diamine diamide	Гидразин-азотное соединения водорода диамин диамид	Gidrazin- azotning vodordii birkmasi dialin, diamid
30.	Hydrates-substances retaining in their composition water molecules	Гидраты- вещества сохраняющие в своем составе молекулы воды	Gidrat-tarkibida suv molekullari saqlagan moddalar
31.	Hydration - the process of water addition by substances	Гидратация - процесс присоединения воды веществами	Gidratatsiya -moddalarni suv molekullarini birkitirib olish jarayoni

32.	Gypsum-mineral of calcium	Гипс-минерал кальция	Гипс-кальцийни минерали
33.	The dipolar molecule	Диполь-полярная молекула	Диполь-қутبلangan molekula
34.	The dipole moment is the degree of polarity of the molecule	Дипольный момент-степень полярности молекулы	Дипол momenti- molekulaning qutblanganlik darajasi
35.	Dolomite-mixed carbonates of magnesium and calcium	Доломит-смешанные карбонаты магния и кальция	Dolomid magniy va kalsiyning qo'shaloq karbonati
36.	A donor atom or ion that transmits electron pairs	Донор-атом или ион который передает электронные пары	Donor elektron juftini uzatuvchi atom yoki ion
37.	Royal vodka-solution of concentrated hydrochloric and nitric acid	Царская водка-раствор концентрированной соляной и азотной кислоты	Zar suvi- vodorod xlorid va nitrat kislotasi aralashmasi
38.	Charge-electric current cathorium has the smallest claimed particle	Заряд-электрический ток каторый имеет самый маленький заяженный частица	Zaryad- elektr tokning mavjud bo'lishi mumkin bo'lgan eng kichik qismi
39.	Isomerism-substance cation has a single composition but different built and properties	Изомерия-вещества каторый имеет одинаковый состав но различные строеные и свойства	Izomeriya- bir xil tarkibli, turli xil xossalari bilan farq qiladigan, turli xil tuzilishga ega bo'lgan moddalar
40.	The isotonic coefficient is the correction factor which indicates the difference in the indices of electrolytes and non-electrolytes	Коэффициент изотоник- это поправочный коэффициент который указывает разницца показателей электролитов и неэлектролитов	Izotonic koeffitsient- eritmalar osmatik bosimining normal bosimidan necha marta kattaligini ko'rsatuvchi tuzatgich koeffitsienti
41.	isotope - elements that have the same ordinal number and different atomic masses	Изотоп - элементы которые имеют одинаковы й порядковый номер и различные атомные массы	Izotoplar- atom og'irligi xar xil kimyoviy xossalari uyaqin bo'lgan atomlar
42.	Inhibitors - which reduce the	Ингибиторы-которые уменьшают	Ingibitor- reaksiya tezligini

	reaction rate	скорост реакции	sekinlashitiruvchi modda
43.	Indicator-determine the reaction medium solution	Индикатор-определяют реакции среды раствора	Индикатор- pH ni aniqlashda qo'llaniladigan maxsus modda
44.	Ион	Ион-	Ион musbat yoki manfiy zaryadli zarracha
45.	Sainite	Каинит	Калиформия magniy minerali
46.	Kolomel	Коломсл-	Коломсл- simobni xlorli birikmasi
47.	Calorimeter-measures the heat effect	Калориметр-измеряет тепловой эффект	Калориметр- issiqlik effektni o'lchovi asbob
48.	Used calcium soda	Используется калий соды	Калтсийланган сода аммиак usuli bilan olingan soda
49.	Kaolin-natural	Каолин-естественный	Каолин- tabiiy giluhproq (loy)
50.	Carbide-carbon content with metals	Карбид-соединие углерода с металлами	Карбид uglerodning metall bilan xosil bo'lgan birikmasi
51.	Carnallite is a natural chlorine mineral	Карналлит-природный минерал хлора	Карналлит xlorli tabiiy mineralar
52.	Catalyst-Velocity Increasing Reaction Rate	Катализатор- вещество повышающий скорост реакции	Катализатор- reaksiya tezligini oshirgichlar
53.	Cation-positively charged particle	Катион- положительно заряженная частица	Катион- musbat zaryadli zarracha (ion)
54.	Cathode-electrode of a galvanic cell with a negative pole	Катод-электрод гальванического элемента с отрицательным полюсом	Катод- manfiy qutbli galvanik element elektrodi
55.	Saustic soda-caustic soda	Сода каустическая- щелоч	Каустик сода- ishqor nomi
56.	Quantum is the smallest particle of light energy	Квант- наименшая частица световой энергии	Квант-nur energiyasining eng kichik qismi
57.	Quantum number-this shows the number and state	Квантовое число-это показы элект-ронов васт количество и состояние	Квант sonlari- atomning orbitallardagi elektronlari



			harakati natijasida vujudga kelgan energiyani belgilovchi miqdor
58.	Quartz is a pure mineral of silicon-	Кварц- чистый минерал кремния -	Kvars- tog' billuri, qum, kremniy minerali
59.	Chemical equation-chemical composition by chemical formula	Химическое уравнение-составление химических реакций с помощью химической формулы	Kimyoviy tenglama- kimyoviy formula yordamida reaksiyani ifodalash
60.	Cinnabar is a mineral that contains mercury sulphide	Кинобар-минерал который содержит сульфид ртути	Kinobar- simob sulfidi minerali
61.	Pyrite-sulphides of iron, honey, zinc and other metals	Колчедан-сульфиды железа, мед, цинк и других металлов	Kolchedan- temir, mis, rux va boshqa rangli metallar sulfidi
62.	Component-self-sustaining part of the system	Компонент-самостоятельная часть системы	Компонент- sistemaning mustaqil qismi
63.	The constant (physical) is a constant that indicates physical properties	Констант (физических)-постоянная величина которая указывает физические свойства	Konstanta (fizik) moddalarning fizik xossalari ni ifodalovchi doimiylik
64.	Concentration- the amount of dissolved substance in solution	Концентрация- количество растворенного вещества в растворе	Konsentratsiya eritmada erigan modda miqdori
65.	Corrosion is the seizing of metal	Коррозия-это разедание металла	Korroziya-metallarning zanglashi, emirilishi
66.	Corundum-mineral of aluminum oxide	Корунд- минерал оксида алюминия	Korund alyuminiy oksidi minerali
67.	Silica	Кремнезём	Kremnezyom-kremniy oksidi minerali
68.	Cryolite-mineral of natural silicon	Криолит-минерал природного кремния	Kriolit- kremniyning tabiatda uchraydigan minerali
69.	Cryoscopic method	Криоскопический способ	Krioskopik usul- erituvchi

				muzlash temperaturasining o'ichashga asoslangan usuli
70.	Kuporos-sernokisliye crystals of copper, iron and zinc.	Купорос-сернокислые кристаллогидраты меди, железа и цинка.		Kuporos- mis, temir, rux sulfatlarini kristallogidratlari
71.	Litmuseness of the solution medium	Лакмус- вещество определяющий среды раствора		Lakmus- eritma muxi tini aniqlovchi modda
72.	Magnesite is a mineral of magnesium carbonate	Магнезит- минерал карбоната магния		Magnezit magniy korbanati minerali
73.	Malachite is a mineral of the copper hydroxycarbonate salt	Малахит- минерал гидрокарбоната меди соли		Malaxit misning karbonatli tuzi, minerali
74.	Molecules-the most important particle of matter	Молекулы-наименющие вещества	частица	Molekula -moddaning tash kil etuvchi yung kichik zarracha
75.	Molecular lattice (grid) - crystalline lattice of matter	Молекулярная решетка (сетка)- кристаллическая решетка вещества		Molekulyar panjara (to'r)-kristal moddaning ichki geometrik ifodasi
76.	Mol-mass of the least part of the substance	Мол-масса наименшей частицы вещества		Mol- moddaning eng kichik zarrachasini miqdoriy o'lchovi
77.	Constant equilibrium is the invariable magnitude of the reaction	Констата равновесие неизменяемые велчина реакции	-это	Muvozanat konstantasi- har bir reaksiyaga oid domiy o'zgarmas kattalik
78.	Neutralization is the interaction of hydrogen and hydroxyl groups	Нейтрализация- это взаимодействие водорода и гидроксильных групп		Neutrallash -vodorod va gidroksil ionlarning birikib bargarorlashish

### Foydalanilgan adabiyotlar.

1. Sh.M. Mirziyoyev Erkin va farovon demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz T. O'zbekiston 2016-yil 56-b
2. Sh.M. Mirziyoyev Buyuk kelajagimizni mard va oliyjanob xalqimiz bilan birga quramiz T. O'zbekiston 2017-yil 488-b
3. Sh.M. Mirziyoyev Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash – yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi Sh.M. Mirziyoyev
4. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014, .
5. D. Shriver, M. Weller, T. Overton, J. Rourke, F. Armstrong "Inorganic chemistry", Oxford University Press, 2014,
6. Axmerov Q., Jalilov A., Sayfutqinov R., "Umumiy va anorganik kimyo", O'zbekiston, 2003, 2006-y.
6. Askarov M., Oyxodjayev B., Alavutdinov A. "Polimerlar kimyosi", Toshkent, 1981-y.
7. Semchikov YU.D. "Vvedenie v ximii polimerov", M.: 1988-y.
8. Glinka N.A. "Umumiy kimyo", 1988-y.
9. Mirkamilov T.M., Muxitdinov X.X. "Umumiy kimyo", 1992-y.
10. N.A.Parpiyev, X.R.Raximov, A.Muftaxov "Anorganik kimyo", O'qituvchi, 2000.
11. Toshpo'latov YU., Isxoqov SH.S. "Anorganik kimyo", "O'qituvchi", 1992-yil, Toshkent
12. Raximov X.R. "Anorganik kimyo", "O'qituvchi", 1984-y., Toshkent.
13. Toxtashev X., Ismoilov A. "Anorganik kimyodan laboratoriya ishlari", "O'qituvchi", 1984-y. Toshkent.
14. Strugatsskiy N. "Umumiy kimyo", 1989-yil

## Qaydlar uchun

## MUNDARIJA

So'z boshi.....	3
-----------------	---

### I bob. KIRISH. KIMYONING ASOSIY QONUNLARI. ATOM TUZILISHI

Kimyo tarixidan qisqacha ma'lumot .....	7
O'lchov va birliklar sistemasi .....	9
Atom-molekulyar ta'limot.....	12
Anorganik birikmalarning muhim sinflari va nomenklaturasi haqida ma'lumotlarga ega bo'lish .....	14
Anorganik birikmalar nomenklaturasi.....	18
Kimyoning asosiy stexiometrik qonunlari.....	19
Atom tuzilishi nazariyalari .....	26
Kvant nurlari haqida tushuncha.....	30
Zarrachalarning to'liq xususiyatlari .....	31
Massa bilan energiya orasidagi bog'lanish qonuniyatlari .....	32
Kvant mexanikasi. Shredinger tenglamasi .....	35
Atomdagi elektronlarning kvant sonlari .....	44
Ionlanish energiyasi va elektronga moyillik.....	49

### II bob. DAVRIY QONUN VA ELEMENTLAR DAVRIY SISTEMASI

Davriy qonun va uning zamonaviy talqini .....	54
Davriy sistemaning tuzilishi .....	56
Atom tuzilishi va elementlarning davriy sistemasi.....	61

### III bob. KIMYOVIY BOG'LANISH. KIMYOVIY BOG'LANISH TURLARI. MOLEKULANING TUZILISH

Gibridlanish.....	71
Ion bog'lanish.....	81
Metall bog'lanish.....	82
Vodorod bog'lanish.....	82

### IV bob. KIMYOVIY KINETIKA. KIMYOVIY REAKSIYAGA TA'SIR ETUVCHI OMILLAR. KIMYOVIY MUVOZANAT. KIMYOVIY MUVOZANATNI SILJITISH SHARTLARI

Kimyoviy reaksiyalar tezligi .....	84
Reaksiya tezligining konsentratsiyaga bog'liqligi.....	87
Reaksiya tezligiga haroratning ta'siri .....	89
Kataliz jarayonlari .....	91

Kimyoviy muvozanat .....	93
Kimyoviy muvozanat holatiga haroratning ta'siri .....	96
Kimyoviy muvozanatga konsentratsiyaning ta'siri .....	97
Kimyoviy muvozanat holatiga bosimning ta'siri .....	97

**V bob. ERITMALAR. ERITMALARNING XOSSALARI.  
ERITMALARNI KONSENTRATSIYA ORQALI  
IFODALASH USULLARI**

Eritmalarning umumiy xossalari va konsentratsiyalarning ifodalash usullari .....	102
Eruvchanlik .....	105
Osmotik bosim .....	107
Eritmaning bug' bosimi Raul qonuni .....	108
Kislota va asos nazariyalari .....	110

**VI bob. NOELEKTROLITLAR VA ELEKTROLITLAR.  
ELEKTROLITIK DISSOTSIATSIYA NAZARIYASI. SUVNING  
ION KO'PAYTMASI.  
TUZLARNING GIDROLIZI**

GIDROLIZ jarayonlari .....	122
----------------------------	-----

**VII bob. OKSIDLANISH-QAYTARILISH REAKSIYALARI.  
OKSIDLANISH-QAYTARILISH REAKSIYALARIGA  
MUHITNING TA'SIRI**

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari .....	125
Oksidlanish darajasi .....	126
Oksidlanish qaytarilish turlari .....	128

**VII bob. ELEKTROKIMYOVIY JARAYONLAR.  
METALLARNING UMUMIY XOSSALARI. STANDART  
ELEKTROD POTENSIALI, METALLARNING KUCHLANISH  
QATORI. GALVANIK ELEMENTLAR. GALVANIK  
ELEMENTLARNI AMALDA QO'LLANILISHI**

Metallarning tabiatda uchrashi .....	131
Metallarning olinish usullari .....	132
Metallarning fizik xossalari .....	133
Metallarning kimyoviy xossalari .....	135
Metallarning korroziyasi va undan himoyalaniş .....	136
Metallarning ishlatilishi .....	136
Galvanik elementlar .....	137

**IX bob. ELEKTROLIZ. ERITMA VA SUYUQLANMALARNING  
ELEKTROLIZI. FARADEY QONUNLARI. METALLARNING  
KORROZIYASI**

Elektrolitlarning suyuqlanmalarning elektrolizi. ....	151
Elektrolitlar eritmasining elektrolizi. ....	152
Faradey qonuni. ....	155

**X bob. DAVRIY SISTEMANING II A GURUH ELEMENTLAR.  
OHAKTOSH, GIPS, VA BOSHQA TURLI BIRIKMALARINI  
QURILISH SOHASIDA ISHLATILISHI. SUV. SUVNING  
TUZILISHI, FIZIK-KIMYOVIY XOSSALARI. SUVNING  
QATTIQLIGI VA UNING YO‘QOTISH USULLARI**

Berilliy.....	160
Magniy. ....	163
Kalsiy guruhchasi elementlari.....	165

**XI bob. DAVRIY SISTEMANING IV GURUH ELEMENTLARI.  
UGLEROD, KREMNIYNI BIRIKMALARINI SEMENT, OYNA,  
TOM BOB MATERIALLAR VA BOSHQA QURILISH  
MATERIALLARI ISHLAB CHIQRISHDA ISHLATILISHI**

Uglerod.....	173
Kremniy kimyosi.....	189
GERMANIY, QALAY, QO‘RG‘O‘SHIN.....	200

**XII bob. ORGANIK KIMYO. TO‘YINGAN, TO‘YINMAGAN VA  
AROMATIK UGLEVODORODLAR**

Organik birikmalarni kimyoviy tuzilish nazariyasi.....	208
--	-----

**XIII bob YUQORI MOLEKULALI BIRIKMALAR, POLIMERLAR.  
ULARNING OLINISHI VA XOSSALARI. POLIMERLARNI  
QURILISH MATERIALLARNI ISHLAB CHIQRISHDA  
ISHLATILISHI**

Yuqori molekulyar birikmalar.....	219
Polimerlarning olinishi.....	222
Golassariy.....	228
Foydalanilgan adabiyotlar.....	235

**A.A. ABDURAXIMOV, A. JALILOV**

# **QURILISH KIMYOSI**

*Muharrirlar:* A.Tilavov  
A.Abdujalilov  
*Texnik muharrir:* Y.O'rinov  
*Badiiy muharrir:* I.Zaxidova  
*Musahhiha:* N.Muxamedova  
*Dizayner:* Y.O'rinov

Nash.lits. № AI 245. 02.10.2013.

Terishga 23.10.2017-yilda berildi. Bosishga 01.02.2018-yilda ruxsat etildi.

Bichimi: 60x84 1/16. Ofset bosma. «Times» garniturasida. Shartli b.t. 15,0.

Nashr b.t. 13,95. Adadi 200 nusxa. Buyurtma №128.

Bahosi shartnoma asosida.

«Sano-standart» nashriyoti, 100190, Toshkent shahri,  
Yunusobod-9, 13–54. e-mail: sano-standart@mail.ru

«Sano-standart» MCHJ bosmaxonasida bosildi.

Toshkent shahri, Shiroq ko'chasi, 100-uy.

Telefon: (371) 228–07–96, faks: (371) 228–07–95.





«Sano-standart»  
nashriyoti

ISBN 978-9943-5001-7-4



9 789943 500174