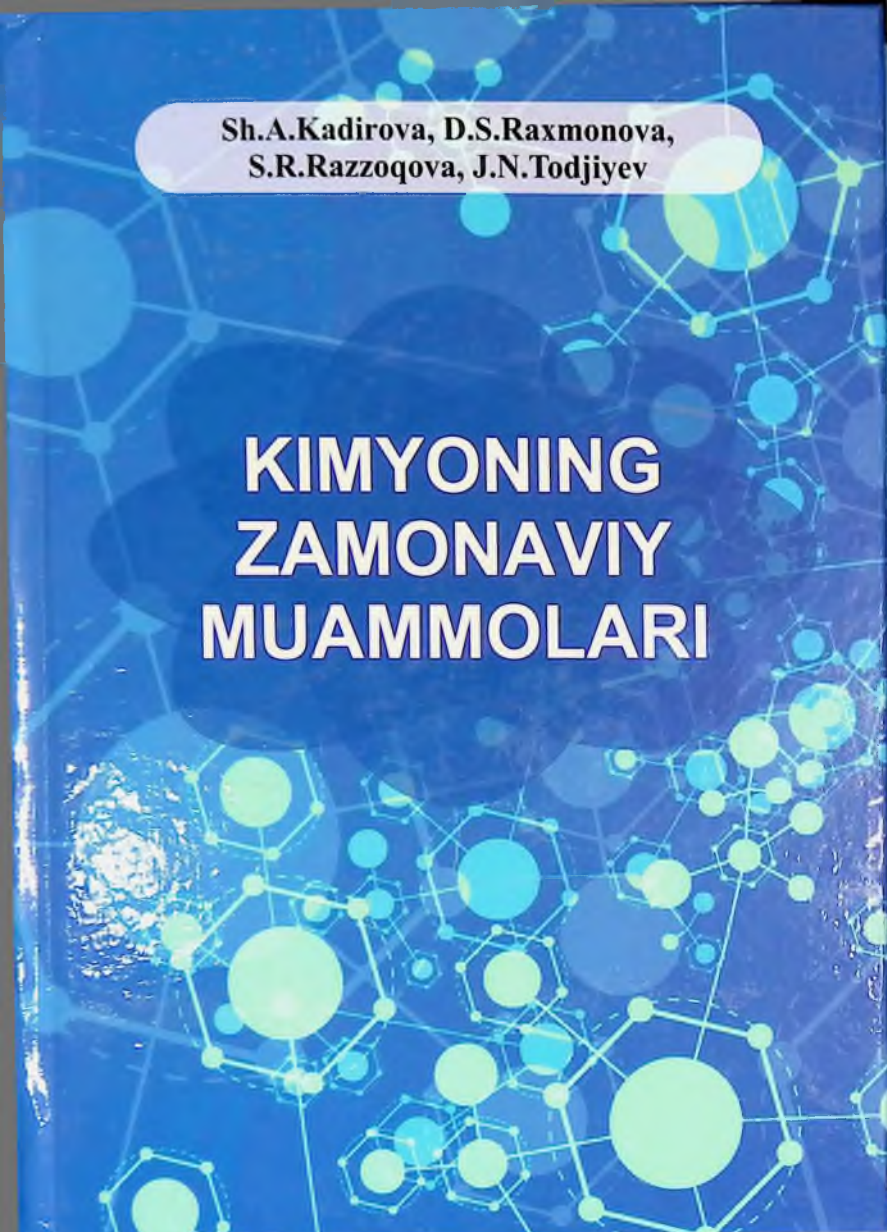


The background of the cover is a deep blue with a complex, abstract pattern of glowing yellow and light blue circles and lines, resembling a molecular or network structure. The circles vary in size, and the lines connect them in a web-like fashion. The overall effect is a high-tech, scientific aesthetic.

**Sh.A.Kadirova, D.S.Raxmonova,
S.R.Razzoqova, J.N.Todjiyev**

KIMYONING ZAMONAVIY MUAMMOLARI

028.2
34
8-46

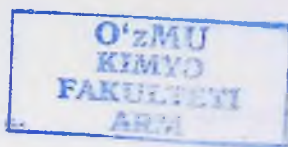
**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

**Sh.A.KADIROVA, D.S.RAXMONOVA,
S.R.RAZZOQOVA, J.N.TODJIYEV**

KIMYONING ZAMONAVIY MUAMMOLARI

5A140501-Kimyo (fan yo'nalishi bo'yicha) mutaxassisligida ta'lim
oluvchi magistratura talabalari uchun

O'QUV QO'LLANMA



**Toshkent
"Tafakkur avlodi"
2021**

UO'K: 54(075.8)

KBK 24.1ya73

K 42

Kadirova Sh.A., Raxmonova D.S.,

Razzoqova S.R., Todjiyev J.N.

Kimyoning zamonaviy muammolari. [Matn] o'quv
qo'llanma. // Sh.A.Kadirova, D.S.Raxmonova, S.R.Razzoqova,
J.N.Todjiyev. – Toshkent: "Tafakkur avlodi" 2021 y. 352 b.

O'quv qo'llanma O'zbekiston Milliy universiteti Kimyo fakultetida ta'lim oluvchi magistratura talabalariga mo'ljallangan. Har bir mavzu xorijiy adabiyotlardan foydalangan holda kimyo fanining oxirgi yutuqlari bilan boyitilgan. Undan o'quv rejasida kimyoning zamonaviy muammolari bo'lgan boshqa oliy o'quv yurtlarning magistratura talabarlari, shu fanga qiziquvchilar, tayanch doktorantlar va doktorantlar, mustaqil izlanuvchilar hamda o'qituvchilar foydalanishlari mumkin.

Taqrizchilar:

I.A.Umbarov – Termez davlat universiteti Kimyo fakulteti
"Organik va fizikaviy kimyo" kafedrası professori, texnika fanlari
doktori

N.H.Qutlimurotova – Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston
Milliy universiteti Kimyo fakulteti "Analitik kimyo" kafedrası dotsenti,
kimyo fanlari doktori

Oliy va O'rta maxsus ta'lim vazirligining 2021-yil 31-maydagi 237-
sonli buyrug'iga asosan o'quv qo'llanma sifatida nashr etishga ruxsat
berilgan (Ro'yxatga olish raqami 237-082).

UO'K: 54(075.8)

KBK 24.1ya73

ISBN 978-9943-5562-8-7

© Kadirova Sh.A., Raxmonova D.S.,

Razzoqova S.R., Todjiyev J.N.

© "Tafakkur avlodi" 2021

SO'Z BOSHI

Kimyoning zamonaviy muammolari fani oliy o'quv yurtlarining kimyo (fan yo'nalishi bo'yicha) mutaxassisligi magistratura talabalarining o'quv rejasida keltirilgan bo'lib, asosiy mutaxassislik fanlaridan biri hisoblanadi. O'quv-qo'llanma xorijiy adabiyotlarga asoslanib o'quv materialining ketma-ketligi, hajmi, bayon etilishi, unda keltirilgan nazariy va amaliy ma'lumotlarning yangiligi hamda talabalar tanlangan mutaxassisliklari doirasida egallashlari lozim bo'lgan kimyoviy bilim, ko'nikma va malaka talablari e'tiborga olingan holda yozilgan.

Talabalarga tushunish oson bo'lishi va qo'llanmaning samaradorligini yuqori bo'lishi uchun har bir mavzuda jadvallar, tasviriy materiallar, sxemalar, mustaqil tayyorlanish uchun nazorat savollari, masalalar va testlarga keng o'rin ajratilgan. Ushbu o'quv-qo'llanmada keltirilgan ma'lumotlar yosh talabalarimizning ilmiy jihatdan nazariy va amaliy bilimlarini boyitishlariga yordam beradi degan umiddamiz.

Xorijiy manbalarga asoslanib kitobda nazariy kimyo, kimyo va materiya, atom-molekulyar ta'limot, ilmiy tadqiqotlarni o'tkazishda qo'llaniladigan o'lchov birliklari, D.I.Mendeleevning davriy qonuni va davriy jadvali, atom tuzilishi, kimyoviy bog'lanishlar, valent bog'lar usuli, gibridlanish turlari, moddalarning agregat holatlari, kristall panjara turlari, kimyoviy reaksiya turlari, kimyoviy reaksiya tezligi va kimyoviy muvozanat, eritmalar, eritmalarning kolligativ xossalari, eritmalarning elektrolitik dissosilanish nazariyasi, oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini yangi tenglashtirish usullari, elektroliz, metallar va metallmaslarning umumiy xossalari, davriy sistemadagi o'rni va metallarning korroziyalanishi haqidagi yangi zamonaviy ma'lumotlar batafsil keltirilgan.

Magistrant kimyo fanlarini o'rganishda barcha kimyoviy bilimlarini qo'llash va mayda amallarni ham diqqat bilan egallashni taqozo etadi. Ushbu o'quv-qo'llanmada xorijiy adabiyotlardan keng foydalanib zamonaviy kimyoning nazariy va amaliy asoslari batafsil yoritilgan.

Ushbu o'quv-qo'llanma universitetlarning kimyo (fan yo'nalishi bo'yicha) mutaxassisligi "Kimyoning zamonaviy muammolari" fanining dasturi asosida tayyorlandi, undan kimyo (fan yo'nalishi bo'yicha) mutaxassisligi bo'yicha ta'lim oladigan talabalardan tashqari radiokimyo, neft va gaz kimyosi va texnologiyasida ta'lim oluvchi magistratura talabalari ham foydalanishlari mumkin. O'quv-qo'llanma shuningdek, bakalavriat talabalari, tayanch doktorantlar, doktorantlar,

mustaqil izlanuvchilar va oliy o'quv yurtlarining professor-o'qituvchilari uchun ham foydadan xoli emas.

Kitobni sinchiklab o'qib chiqib, qimmatli maslahatlar berganliklari uchun Termez davlat universiteti Kimyo fakulteti "Organik va fizikaviy kimyo" kafedrasida professori, texnika fanlari doktori I.A.Umbarov va O'zbekiston Milliy universiteti Kimyo fakulteti "Analitik kimyo" kafedrasida dotsenti, kimyo fanlari doktori N.H.Qutlimurotovalarga o'z minnatdorchiligimizni izhor etamiz. Qo'llanma kamchiliklardan xoli bo'lmashligi mumkin. Kitobxonlarning ushbu o'quv qo'llanmani takomillashtirishga qaratilgan har bir fikr-mulohazalarini mamnuniyat bilan qabul qilamiz.

Mualliflar

1. KIRISH. NAZARIY KIMYO

Kimyo tabiiy fanlar qatoriga kiradi. U moddalarning tarkibi, tuzilishi va xossalarning o'zgarishini hamda shu o'zgarishlar jaryonida kuzatiladigan hodisalarni o'rganadi. Bilamizki, modda materiya tushunchasi bilan uzviy bog'liqdir. Materiya (lotinchada `materia` - modda) — borliqning moddiy shaklini ifodalovchi umumiy tushuncha hisoblanadi. "Materiya sezgi organlarimizga ta'sir qilib, sezgi uyg'otadigan narsadir, materiya - biz sezgi organlarimiz bilan idrok qilinadigan obyektiv reallikdir". Materiya abadiydir, u yo'qdan bor bo'lmaydi va izsiz yo'qolib ketmaydi. Materiyaning harakatsiz tasavvur qilib bo'lmaydi. U doimiy harakatda bo'ladi, o'zgaradi va rivojlanadi. Materiyaning harakatlanish shakli juda turli-tumandir. Isitish, sovutish, yorug'lik, elektr toki, kimyoviy o'zgarishlar va hayotiy jarayonlar materiya harakatining turli shakllaridir. Materiyaning bir shakli ikkinchi shakliga o'tib turadi. Masalan, mexanik harakat issiqlikka, u kimyoviy jarayonga, kimyoviy jarayon esa elektr tokiga, elektr toki esa yorug'likka o'tib turadi. Materiya harakatining turli shakllaridan bir-biriga o'tib turishi tabiatning asosiy qonuni — materiya abadiyligi va uning harakati qonuniga (materiyaning saqlanish qonuni) bo'ysinadi.

Materiya ikki xil shaklda bo'ladi: birinchisi modda shaklida, ikkinchisi esa maydon shaklida bo'ladi. Modda shakli - fiziklarning ta'biricha materiyaning shaxsiy (yoki tinch) massali shaklidir. Massaga ega bo'lgan har qanday materiya moddadir. Modda zarrachalarining eng katta tezligi 300000 km/sek ga teng bo'ladi. Materiyaning ikkinchi shakli maydon bo'lib (yorug'lik maydoni, magnit maydoni, gravitasion maydon), tinch massaga ega emas. Maydon materiyaning shunday shakli, modda zarrachalarini bir-biriga bog'lab turadi va bu zarrachalar orasida o'zaro ta'sirini amalga oshiradi.

Energiya - jism harakatining o'lchovidir. Materiyaning harakat shakliga qarab energiya har xil bo'ladi: mexanik, issiqlik, yorug'lik, elektr va kimyoviy bo'ladi. Materiyaning kimyoviy harakatiga kimyoviy energiya muvofiq bo'ladi. Massa bilan energiya orasidagi matematik bog'lanishni 1905 yili A. Eynshteyn ko'rsatib berdi. Bu tenglama energiya o'zgarganda massa o'zgarishini, aksincha massa o'zgarganda energiya o'zgarishini ko'rsatadi. Lekin massa energiyaga aylanadi degan noto'g'ri tushunchaga kelmaslik kerak.

Shunday qilib, kimyo predmeti - materiyaning modda shakli ekan. Har qanday kimyoviy o'zgarish modda tarkibi yoki tuzilishining o'zgarishi bilan sodir bo'ladi.

Hozirgi zamonda insoniyatning ishlab chiqarish faoliyatida kimyo fanining roli juda katta. Kimyosiz biror ishlab chiqarish yo'q deyish mumkin. Tabiat insonga asosan boshlang'ich xomashyo beradi xolos, masalan, yog'och, ruda, neft va boshqalar. Uni kimyoviy ishlab chiqarish natijasida inson uchun zarur bo'lgan mahsulotga aylantiradi. Masalan, metall, plastmassa, tola, bo'yoq, dorivor moddalar, sovun, soda, oyna, gerbidsidlar, defoliantlar, o'g'itlar va hokazolarni misol qilishimiz mumkin. Agar xalq xo'jaligining har bir sohasida ishlab chiqiladigan kimyoviy mahsulot sanab chiqilsa, kimyosiz yashab ham bo'lmaydi, madaniyat ham bo'lmaydi degan xulosaga kelib qolasiz.

Ma'lumotlarga ko'ra moddalar va ularning bir-biriga aylanishi haqidagi fan eng avval Misrda vujudga kelgan. Misr qadim zamonning eng rivojlangan mamlakatlaridan biri bo'lib, unda metallurgiya sopolsozlik, oyna ishlab chiqarish, bo'yoqsozlik, atir-upa sanoati bizning eramizdan anchagina oldinoq yaxshi rivojlangan edi. Misrda kimyo fani maftunkor fan deb hisoblanar va ular mutlaqo sir saqlanar edi. Shunga qaramay, arablar Ispaniyani (711 y) bosib olgach, ular orqali fan sirlari Misrdan tashqariga chiqib keta boshlaydi. XII asrlar kimyoning juda rivoj topgan davri bo'ldi. "Kimyo" so'zi arablar tomonidan "alkimyo" deb o'zgartirildi. Mesopotamiya (Iroq hududida) ning qadimiy shaharlarini qazish natijasida bizning eramizdan 3000 yil avvaloq rudalar - temir, mis, kumush va qo'rg'oshinlarni qazib olishni bilishganligini aniqlandi. Eramizdan 2000 yil oldin Mesopotamiyada kumushdan yasalgan pul muomilada bo'lgan. Topilgan qoldiqlarni harakteriga qarab, o'sha davrda ming - birming ikkiyuz gradusgacha chidaydigan mustahkam pechkalarning (sopollar yasalgan) mavjudligi aniqlangan. Hatto u pechkalarning o'lchami ham hajmlari ham chizilgan qoldiq rasmlarga qarab aniqlangan. Mesopotamiyada eramizdan 2200 yil oldinoq sovun tayyorlashni bilishgan (yozib qoldirilgan reseptlar bo'yicha aniqlangan). Ma'lumotlarga ko'ra, Mesopotamiya madaniyati Misr madaniyati bilan uzviy aloqada bo'lgan.

Qadimiy Hindiston madaniyati eramizning 3000 yil oldin vujudga kelgan deb hisoblanadi. Lekin u yerdan temir ishlab chiqarish eramizdan 900 yil ilgari vujudga kelgan. Ular asosan qo'rg'oshin va kumush ajratib olish bilan shug'ullangan. Lekin ulardan atomistik tushunchalar juda ilgari vujudga kelgan.

Xitoyda esa sopolsozlik eramizning 3 ming yildan oldinroq vujudga kelganligi aniqlangan. Lekin Xitoyda oltin va kumush tarix vujudga kelmasdan avvalroq vujudga kelgan. Xitoyda har xil metallar va oltin

olish usullari ma'lum bo'lgan, shuningdek, u erda uzoq yashash eleksiri tayyorlangan.

Ma'lumotlarga ko'ra Misr, Mesopotamiya, Hindiston, Xitoy mamlakatlari o'rtasida ilmiy aloqalar bo'lgan va vaqt o'tishi bilan rivojlanib borgan.

O'sha davrda fanning rivojlanishiga eramizdan 322 yil avval Aleksandriya shahrida dunyoda birinchi akademiyaning vujudga kelishi bilan tushuntiriladi (bu shahar aholisi asosan Grek va Misrliklardan tashkil topgan). Bu akademiyaning birinchi a'zolari: Evklip, Arximed, Ptolemey va boshqalar bo'lgan. Bu akademiya kutubxonasida 700 mingdan ortiq qo'lyozmalar mavjud bo'lgan. Shu jumladan, ilgari Aristotel (Arastu) ga tegishli bo'lgan qo'lyozmalar ham akademiyaning bosh binosi - Serapisda kimyo laboratoriyasining joylashganligi kimyo fanining roli katta ekanligidan darak beradi.

Kimyo so'zining kelib chiqishi Misming eski nomi - Ximi (qora er) dan olingan deyishadi. Ibn Sino - alkimyogarlarning O'rta Osiyodagi buyuk namoyondalaridan hisoblanadi. Yevropa fanining katta tezlik bilan rivojlanishiga XI asrda dunyoda birinchi marta Boloniya va Oksford Universitetlarining ochilishi sabab bo'ldi.

2. MATERIYA VA UNING XOSSALARI

Materiya ikki xil o'zgarishlarga uchrashi mumkin: tarkibini o'zgartirmasdan fazaviy holatini (gaz, suyuq yoki qattiq jism) o'zgartiruvchi fizikaviy o'zgarishlar hamda moddaning tarkibini o'zgartiruvchi kimyoviy o'zgarishlar (reaksiya). Biz kuzatayotgan o'zgarishlar natijada juda kichik o'zgarishlardan kelib chiqadi

– Energiya bir necha o'zaro bir biriga o'tuvchi turlarda mavjud bo'ladi, lekin umumiy energiya doimiy bo'ladi. Materiyada kimyoviy o'zgarishlarning borishi doimo energiyaning o'zgarishlari bilan birga kuzatiladi.

– Ilmiy tadqiqotlarni olib borish kuzatish va ma'lumotlarni yig'ishni o'z ichiga oladi, ular asosida gipoteza yaratiladi va u nazorat tajribalari bilan tekshiriladi. Barcha olingan natijalar taklif qilingan gipotezani tasdiqlasa, u qandaydir tabiat hodisasini tushuntiruvchi nazariyaga (modelga) o'tadi. To'g'ri nazariya qandaydir dalillarni isbotlaydi, ularni tushuntiradi, lekin unga qarama-qarshi natija paydo bo'lsa, u qayta ko'rib chiqilishi ham mumkin.

– O'lchangan qiymat qandaydir son va o'lchov birligi bilan tavsiflanadi. O'tish koeffitsientlari bir o'lchov birligidan boshqasiga o'tish yoki boshqa birlik sistemasining o'lchov birliklariga o'tish imkoniyatini beradi.

– SI sistemasi asosiy birliklarni o'zida tutadi, shuningdek fizikaviy kattaliklar bo'lgan uzunlik, massa va temperaturalarni ham ifodalaydi. Zichlik, hajm va energiya kabilarni ifodalovchi boshqa o'lchov birliklari ham mavjud. Massa kabi ekstensiv xossalar moddaning miqdoriga bog'liq bo'ladi, intensiv xossalar esa moddaning miqdoriga bog'liq bo'lmaydi.

Bilamizki, har bir jamiyatda u yoki bu xossani tavsiflovchi har bir son ahamiyatli bo'lib o'lchash aniqligini ko'rsatadi. Tartiblilik - xossaning o'lchangan qiymati uning real qiymatiga qanchalik yaqin ekanligini ko'rsatsa, aniqlik esa o'tkazilgan o'lchashlar bir-biriga qanchalik yaqin ekanligidan xabar beradi. Kimyo fanlari faqat biz kundalik hayotda ishlatayotgan moddalarnigina o'rganmaydi, balki sog'liqni saqlash, iqlim o'zgarishi, hayotning paydo bo'lishi, atrof-muhit ob'yektlarini va boshqa juda ham muhim masalalar va muammolarning asosiy qismini o'rganadi. Demak kimyo fanlaridagi tadqiqot usullarini foydalanmasdan materiyaning fizikaviy hamda kimyoviy xossalarini hal qilish mumkin emas.



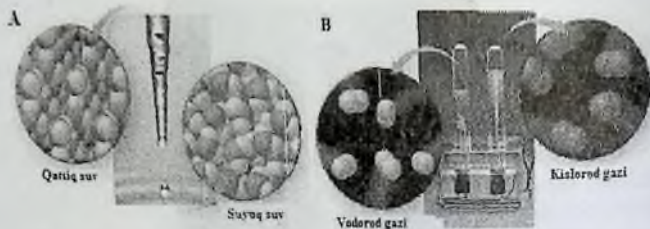
**Shamol ichidagi molekulalarni ko'rinishida chaqmoq chalinganda
atmosferadagi ko'plab kimyoviy o'zgarishlar hisobiga
energiyaniajralishi**

Kimyo fani materiyani va uning fizikaviy xossalarini, turli ta'sirlar natijasida doimo energetik o'zgarishlar bilan birga kuzatiluvchi o'zgarishlar va hodisalarni o'rganadigan fan hisoblanadi.

Materiyaning xossalari. Olamni tashkil qiluvchi barcha narsalar materiyadir: hav0, planetalar va boshqalar, ya'ni massa va hajmga ega bo'lgan barcha jismlar. Kimyogarlar doimo materiyaning tarkibini, uni tashkil qilgan oddiy moddalarning turlarini bilishni xohlaydilar. Modda materiyaning bir turi bo'lib, u ma'lum o'zgarmas tarkibga ega. Materiya uning xossalari orqali o'rganiladi, chunki tavsiflovchi ya'ni xarakterlovchi moddalar uni individualligini belgilaydi. Moddalarni identifikasiya qilish uchun ikki tur - fizikaviy va kimyoviy xossalar o'rganiladi.

Fizikaviy xossalar qaynash temperaturasi, suyuqlanish temperaturasi, zichlik, elektr o'tkazuvchanlik va boshqa ko'pgina xossalarni o'z ichiga oladi. Fizikaviy o'zgarish - bu modda o'zining fizikaviy xossalarini o'zgartirgan holda kimyoviy tarkibini saqlab qoladi (2.1-rasm).

Masalan, suyuqlanish jarayonida moddalarning fizikaviy xossalari o'zgaradi, xususan, qattiqligi, zichligi, oquvchanligi. Ammo bunda tarkib o'zgarmaydi: suv (qattiq) - suv (suyuq).



2.1-rasm. Suvning fizikaviy (A) va kimyoviy (B) xossalarida o'zgarishi

A. Fizikaviy o'zgarish.

Suvning qattiq ko'rinishi (muz) suyuq ko'rinishga o'tadi.

Suv molekullari avvalgidek qoladi va ularning tarkibi o'zgarmaydi

B. Kimyoviy o'zgarish.

Elektr toki suvni boshqa moddalarga parchalaydi (vodorod va kislorod gaziga). Molekulalar tok o'tguncha va o'tgandan keyin butunlay boshqacha, bu esa tarkib haqiqatdan o'zgarganini bildiradi

Kimyoviy xossalar moddani boshqa modda bilan o'zaro ta'sirlashishi jarayonida uni tavsiflarining o'zgarishini ko'rsatadi. Kimyoviy xossalar yonuvchanlik, korroziya, kislotalar bilan o'zaro ta'sirlashish kabilarni o'z ichiga oladi. Boshlang'ich modda boshqa moddaga o'zgaradigan holat kimyoviy o'zgarish bo'lib, u kimyoviy reaksiya deyiladi. 2.1-rasmda suvdan elektr toki o'tkazilgandagi kimyoviy o'zgarish (reaksiya) ko'rsatilgan: bunda suv ikkita mutlaqo boshqa moddalarga parchalanadi – gazsimon vodorod va kislorodlarga. Moddaning tarkibi o'zgardi - suvning molekulasi endi yo'q bo'ldi. Molekulalarning kimyoviy o'zgarishi ushbu holatda quyidagi sxema bo'yicha boradi: suv - gazsimon kislorod + gazsimon vodorod.

Topshiriq: A - moddaning atom-molekulyar darajadagi holatini ko'rsatadi, u B va C kabi turli o'zgarishlarga uchratilgan. Ulardan qaysi biri kimyoviy yoki fizikaviy o'zgarish ekanligini aniqlang?



Yechish: A sistemasida har bir zarracha bitta ko'k va ikkita qizil zarrachalardan iborat (uch atomli molekula). A sistemasidagi zarrachalar B sistemada ikki turga o'zgaradi: birinchisi qizil va ko'k, ikkinchisi ikkita qizil zarrachalardan iborat, ya'ni kimyoviy o'zgarish (reaksiya) sodir bo'lib, ikkita yangi zarrachalar hosil bo'ladi. Zarrachalar C sistemasida A sistemasidagidek bo'lib, faqat ular bir-biriga yaqinroq joylashgan.



Materiyaning holati

Materiya uch fizikaviy agregat holatlarda bo'lishi mumkin – qattiq, suyuq va gazsimon.

Holatlarni aniqlash. Makroskopik darajada materiyaning har bir holati zarrachalar kolbani qanday yo'l bilan to'ldirishi bilan belgilanadi (2.2-rasm).

- **Qattiq holat** – zarrachalar kolbaning ko'rinishini qabul qilmaydi.
- **Suyuq holat** – zarrachalar kolbaning ko'rinishini qabul qiladi, ya'ni suyuqlik kolbada faqat yuqori sirtga ega.
- **Gazsimon holat** – gaz ham kolbaning ko'rinishini oladi, lekin u uni to'liq to'ldiradi va hech qanday sirtga ega emas.

Atom darajasida har bir agregat holatlar zarrachalarning nisbiy joylashishi bilan belgilanadi:

- qattiq holatda zarrachalar regulyar fazoviy panjarada bir-biriga juda yaqin joylashgan;
- suyuq holatda ham zarrachalar bir-biriga yaqin joylashgan, lekin ular bir-biriga nisbatan tartibsiz harakatlanadi;
- gaz holatida zarrachalar bir-biridan uzoq masofalarda bo'lib, idishning butun hajmi bo'yicha tartibsiz harakatlanadi.



2.2-rasm. Materiyaning uch fizikaviy agregat holatlari

Qattiq – zarrachalar bir-biriga yaqin va ma'lum ko'rinish kuzatiladi.	Suyuq – zarrachalar bir-biriga yaqin, ammo ularning holati tartibsiz.	Gazsimon – zarra- chalar bir-biridan uzoqlashgan, harakat xaotik.
---	---	---

Temperatura ta'sirida agregat holatlarning o'zgarishi. Atrof muhitning temperaturasi va bosimiga bog'liq ravishda ko'p moddalar uchta agregat holatlarning har biridan bir fizikaviy holatdan boshqasiga o'tadi. Masalan, temperatura ortishi bilan qattiq holatdagi suv (muz) suyuqlanadi va suyuq ko'rinishga o'tadi, u keyinchalik gazsimon holatga ham o'ta oladi (suv bug'lari).

Xuddi shunday, temperatura pasayganda suv bug'lari suyuq suvga aylanadi va sovutish davom ettirilganda suv muzlaydi, ya'ni qattiq ko'rinishga o'tadi. Ko'pgina boshqa moddalar, masalan, benzol, toluol va boshqalar ham temperatura o'zgarishi bilan xuddi shunday bir agregat holatdan boshqasiga o'tadi.

Qizdirish natijasida kelib chiqqan fizikaviy o'zgarishlar sovutish orqali teskari tartibda keltirib chiqarilishi mumkinligini ta'kidlash lozim. Kimyoviy o'zgarishlar uchun bu xarakterli emas. Masalan, nam havoda temimi qizdirish uning sirtida zang hosil bo'lishi bilan boruvchi kimyoviy reaksiyani keltirib chiqaradi, ammo sovutish hosil bo'lgan zangni yo'qotmaydi (buning uchun qator kimyoviy reaksiyalarni o'tkazish kerak).

Topshiriq: Quyida keltirilgan jarayonlarning qaysilari kimyoviy yoki fizikaviy hodisalar ekanligini aniqlang?

A) Nam oynada sovutilganda, ya'ni kechasi temperatura pasayganda, qirov paydo bo'ladi.

- B) Urug'dan poya o'sib chiqadi.
- C) Gugurt kul va gazlar hosil bo'lishi bilan olovlanadi.
- D) Kumush vilka havoda asta-sekin xiralashadi.

Yechish: A) Fizikaviy o'zgarish – suvning agregat holatlari o'zgaradi.

B) Kimyoviy hodisa – chunki urug' o'zida turli kimyoviy reaksiyalar sodir bo'lishi uchun suvni, havo va tuproqdan turli moddalarni, quyosh energiyasini qabul qiladi va mos ravishda tarkib o'zgarishi ham bo'ladi.

C) Kimyoviy o'zgarish – gugurt yonganda undagi moddalar boshqa moddalarga aylanadi.

D) Kimyoviy hodisa – havoda mavjud bo'lgan oltingugurt tutgan moddalar bilan ta'sirlashish natijasida kumush sulfat hosil bo'ladi.

Topshiriq: mustaqil yechish uchun. Quyida keltirilgan jarayonlarning qaysilarini fizikaviy yoki kimyoviy jarayon hisoblanadi.

- A) yod qizdirilganda uning bug'lari hosil bo'ladi.
- B) avtomobil dvigatelining silindrida uchqundan benzin yonadi.
- C) ochiq yallig'lanish ustida qoplama hosil bo'lishi.

Kimyoviy va fizikaviy o'zgarishlar orasidagi farqlar moddaning tarkibi bilan belgilanadi, u mikroskopik darajada o'rganiladi. Uch fizikaviy holatlarning xohlaganidagi moddalarning mikroskopik xossalari ularni tashkil qilgan zarrachalarning harakati tufayli paydo bo'ladi. Kimyoviy hodisani molekulyar darajada o'rganish, masalan shamning yonishini ko'rish, aslida nima bo'layotganini anglashga yordam beradi. Suv qaynayotganda va mis suyuqlanayotganda nima sodir bo'ladi? Zarrachalarning ko'rinmas dunyosida qanday hodisalar bo'ladiki, ular urug'ni o'sib poya hosil qilishga, neonni nurlanishga, mixni zanglashiga olib keladi. Bunday savollarga javob berish va ko'rinmas o'zgarishlarni tushunish uchun, ko'zga ko'rinuvchi hodisalar o'rganiladi.

Materiyani o'rganishda energiyaning ahamiyati. Fizikaviy va kimyoviy jarayonlar energiyaning o'zgarishi bilan boradi. Energiyani ko'pincha ish bajarish qobiliyati deb ta'riflanadi, ish tushunchasida esa biror narsani siljitish nazarda tutiladi. Sizning qo'lingiz kitobni varaqlaganda, avtomobil motori g'ildiraklarni harakatga keltirganda, qoyadan tosh bo'laklari tushayotganda o'zi bilan gruntni tashiyotganda ish bajariladi. Ish bajarayotgan subyekt (qo'l, motor) o'z energiyasining bir qismini ish bajarilayotgan obyektga (kitob, g'ildirak) uzatadi, natijada

ish bajariladi. Obyektning o'zida tutgan umumiy energiyasi potensial va kinetik energiyalarning yig'indisi bilan belgilanadi.

– **Potensial energiya** – ob'yektning boshqa ob'yektlarga nisbatan tutgan holati bilan belgilanuvchi energiya.

– **Kinetik energiya** – ob'yektning harakati bilan belgilanuvchi energiya.

Ushbu energiyalarning o'zaro munosabatini ko'rsatuvchi 4 ta sistemani ko'rib chiqamiz: erdan ko'tarilgan massa, prujinaga mahkamlangan ikkita shar, ikkita elektr ta'sirida zaryadlangan zarrachalar, yonayotgan yonilg'i va hosil bo'layotgan mahsulot. Bu sistemalarning hammasiga ikkita prinsip qo'llanilishi mumkin:

1. Energiya bir turdan ikkinchisiga o'tayotganda to'liq saqlanib qoladi va yo'qolmaydi.

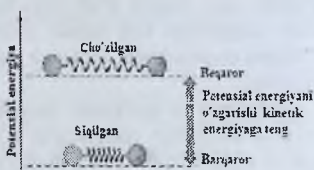
2. Energiyasi kamroq bo'lgan holatlarning turg'unligi yuqoriroq, shuning uchun ular energiyasi yuqoriroq bo'lgan holatlarga nisbatan afzalroqdir.

Ko'rib chiqilayotgan to'rtta sistema 2.3-rasmda tasvirlangan.

– Yerdan ko'tarilgan massa ya'ni gravitasion sistema (2.3a-rasm). Jism ko'tarilganda uning potensial energiyasi ortadi (energiya jismning holati bilan belgilanadi). Jism polga (erga) tushayotganda uning ortiqcha potensial energiyasi kinetik energiyaga aylanadi (bu energiya harakat bilan belgilanadi). Jism poldan balandda bo'lganida uning potensial energiyasi yuqori bo'ladi va butun sistemaning barqarorligi (stabilligi) kamroq bo'ladi. Jism pastga tushayotganda potensial energiyaning kamayishi hisobiga butun sistemaning barqarorligi (stabilligi) ortadi, chunki potensial energiyaning bir qismi kinetik energiyaga aylanadi.



A. Gravitasion sistema. Ma'lum massali jism ko'tarilganda uni potensial energiyasi kattaroq bo'ladi va jism polga tushayotganda uning bir qismi kinetik energiyaga o'tadi.



B. Prujinaga mahkamlangan 2 shardan iborat sistema. Pружина cho'zilgan holatda potensial energiya yuqoriroq. Pружина siqilganda sharlarning harakati bilan u kinetik energiyaga o'tadi.



C. *Qarama-qarshi zaryadlangan zarrachalar sistemasi. Yoqilg'i chiqindi gazlarga zaryadlangan zarrachalar nisbatan yuqori kimyoviy potentsial ajratilgan holatda potentsial energiyaga ega. Yoqilg'i yoqilganda, energiya yuqori, zarrachalar uning ba'zi energiya imkoniyatlari yaqinlashganda uning bir qismi harakatlanayotgan avtomobilning kinetik energiyaga o'tadi.*

D. *Yoqilg'i va chiqindi gazlar sistemasi. Yoqilg'i chiqindi gazlarga nisbatan yuqori kimyoviy potentsial ajratilgan holatda potentsial energiyaga ega. Yoqilg'i yoqilganda, energiya yuqori, zarrachalar uning ba'zi energiya imkoniyatlari yaqinlashganda uning bir qismi harakatlanayotgan avtomobilning kinetik energiyaga o'tadi.*

2.3-rasm. To'rtta sistemada energiyaning aylanishi

– Ikkita shar spiralga mahkamlangan sistema (2.3b-rasm). Sharlar bir-biridan uzoqlashtirilganda prujina cho'ziladi va bunda sistemaning potentsial energiyasi ortadi. Sharlarni qo'zg'almas holatdan ozod qilinganda potentsial energiyaning bu o'zgarishi kinetik energiyaga o'tadi. Ikkita shar va cho'zilgan prujinadan iborat sistemaning stabiligi (katta potentsial energiyaga ega bo'lganligi uchun) kamroq bo'ladi.

– Ikkita qarama-qarshi zaryadlangan zarrachalar sistemasi (2.3c-rasm). Ikkita qarama-qarshi zaryadlangan zarrachalar bir-biridan uzoqda bo'lganda sistemaning potentsial energiyasi ortadi (chunki elektrostatik kuchlar ushbu zarrachalarni birlashtirishga intiladi) va bu ortiqcha energiya zarrachalarning bir-biriga harakati tufayli intensiv energiyaga o'tadi, bunda sistema barqarorroq holatga o'tadi, chunki bunda potentsial energiya kamayadi.

– Yonilg'ini yondirish va bunda hosil bo'ladigan mahsulotlar (chiqayotgan gazlar) sistemasi (2.3d-rasm). Ayrim zarrachalar boshqalariga nisbatan kattaroq potentsial energiyaga ega. Masalan, benzin va kislorod ulardan hosil bo'lgan gazlarga nisbatan kattaroq kimyoviy potentsial energiyaga ega. Bu farq kinetik energiyaga o'tadi, u esa avtomobilni harakatga keltiradi. Xuddi shunday, iste'mol qilayotgan oziq-ovqat mahsulotlari va havo bilan, buning natijasida hosil bo'ladigan chiqindilar orasidagi potentsial energiyaning farqi bizning harakatlanishimizni, o'sishimizni, temperatura va normal hayot faoliyatini ta'minlaydi.

2.1. Ilmiy tadqiqotlarni o'tkazishda qo'llaniladigan o'lchov birliklari

Birinchi birlik sistemasi 1790 yil Fransiya ishlab chiqilgan bo'lib, u "metrik sistema" deb atalgan. 1960 yil Fransiya ushbu sistema qayta ko'rib chiqildi va uning asosida universal birlik sistemasi – SI sistemasi ishlab chiqildi.

Xalqaro Birliklar Tizimi - SI ning paydo bo'lishi. XIX-asr oxiri va XX-asr boshida SGS, MTS, MKSA, MKKGS kabi bir necha xil birliklar tizimlari paydo bo'ldi. Shu tahlit, Xalqaro miqiyosda qabul qilingan birliklar tizimlari ko'payib ayni bir kattalikka tegishli qiymatni turli tizimlarda turlicha ifodalash, kattalikni o'zini esa har xil ta'riflashga majbur bo'linadigan vaziyat yuzaga keldi. Bundan tashqari amalda ko'p qo'llaniladigan lekin tizimlashmagan nostandart birliklar, hamda ko'plab davlatlarda mahalliy ijtimoiy tuzumda uzoq asrlardan beri muqim o'mashib qolgan milliy birliklarning ham amaliy ahamiyati yuqoriligicha qolgan bo'lib, bu holat hisoblashlarda, xalqaro savdo munosabatlarida va ilmiy natijalarni ifodalashda bir qancha murakkabliklarni keltirib chiqarar edi. Xususan, biror birlikni bir tizimdan ikkinchi tizimga o'tkazishda kattaliklar qiymatlarining oldiga o'tkazish koefitsientlarini qo'yish, bir qancha matematik amallarni qo'shimcha bajarishga majbur bo'linardi. Natijada, fizik kattaliklarning metrik tizimga asoslangan yagona Xalqaro tizimini ishlab chiqish va dunyo miqiyosida joriy etish, kun tartidagi dolzarb masalaga aylandi. Bu tizimga qo'yiladigan asosiy talablarga binoan, qabul qilinishi lozim bo'lgan yangi tizim, amaldagi barcha tarqoq Xalqaro birliklar tizimlarining va tizimlashmagan nostandart birliklarning o'mini butunlay bosa olishi hamda, amaliy foydalanishga qulay bo'lishi shart edi.

SI sistemasining tavsifli belgilari. Butun dunyoda ilm-fan, texnika va ta'lim yo'nalishlarida, mahsulot va hizmatlarning parametrlarini ifodalash uchun qabul qilinga Xalqaro Birliklar Tizimi - SI (System Internationale) o'z ichiga 2.1-jadvalda keltirilgan 7 asosiy birlikni qamrab oladi. SI bo'yicha qabul qilingan amaldagi boshqa barcha birliklardan keltirib chiqariladigan ushbu o'lchov birliklarining hosilalari va kombinasiyalari hisoblanadi. Jadvalda birliklarning ifodaviy belgilanishi, Xalqaro qabul qilingan ta'rifi, va qabul qilingan sanasi keltirilgan. SI sistemasi ettita fundamental birliklarga asoslangan bo'lib, ularning har biri qandaydir fizikaviy kattalikni tavsiflaydi. Masalan, tezlik birligi bo'lgan metr/sekund (m/sek) asosiy uzunlik birligi – metrni vaqtning asosiy birligi – sekundga bo'lishga asoslangan. Asosiy

birliklardan katta yoki kichik bo'lgan birliklar uchun prefikslar yoki eksponensial ifodalardan foydalaniladi. SI sistemasidan foydalanish Angliya birlik sistemasidan foydalanishga nisbatan ancha engilroq ekanligini ta'kidlash lozim. 2.2-jadvalda SI sistemasida foydalaniladigan umumiy o'nlik tuzatmalar keltirilgan.

SI sistemasining kimyoda qo'llaniladigan ayrim muhim birliklari. Ushbu bo'limda uzunlik, hajm, massa, zichlik, temperatura va vaqt uchun belgilangan o'lchov birliklari muhokama qilinadi. 2.3-jadvalda uzunlik, hajm va massa uchun SI sistemasida o'lchov birliklari va ularning Angliya sistemasida qabul qilingan ekvivalent birliklari keltirilgan.

Uzunlik. SI sistemasida uzunlikning asosiy birligi metr (m) hisoblanadi. Metrning aniq ta'rifi: vakuumda nurning $1/299792458$ sek da o'tgan masofasi. Metr.yarddan ozgina kattaroq ($1 \text{ m} = 1,094 \text{ yard}$). $1 \text{ sm} = 10^{-2} \text{ m}$ va $1 \text{ sm} = 0,9937 \text{ dyuym}$; $1 \text{ dyuym} = 2,54 \text{ sm}$. Biologik hujayralarning o'lchamlarini ko'pincha mikrometrlarda o'lchanadi ($1 \text{ mkm} = 10^{-6} \text{ m}$). Atom shkalasida nanometr (10^{-9}) va pikometr (10^{-12}) birliklari qo'llaniladi Ko'p oqsillarning diametri 2 nm atrofida, atomlarning diametri 200 pm yaqinida ($0,2 \text{ nm}$). Angstrom kabi birlik ham qo'llaniladi ($1 \text{ A}^0 = 10^{-10} \text{ m} = 0,1 \text{ nm} = 100 \text{ pm}$ ga teng).

2.1-jadval.

SI sistemasining asosiy birliklari
(O'TXQ - O'lchov va tarozilar Xalqaro qo'mitasi)

№	BIRLIKLAR					Qabul qilingan vaqti
	Katta -lik Nomi	Birlik nomi	Belgilanishi		Ta'rifi	
			O'z- bek- cha	Xalqa- ro		
ASOSIY BIRLIKLAR						
1	Uzun- lik	Metr	m	m	<u>Metr</u> – c yorugʻlikning vakuumda tarqalishining 1/299792458 soniya vaqt oraligʻida bosib oʻtgan masofa qismiga teng	1983-yil. OʻTXQ ning XVII bosh konferensiy asi.
2	Massa	Kilogr am	kg	kg	<u>Kilogram</u> - Kilogramm bu – atom soatidagi seziiy-133 atomlari bilan bir xil chastotada ossilyatsiyalanuvchi	2018-yil, OʻTXQ ning XXVI- konferensiy

					$1,4755214 \cdot 10^{40}$ dona fotonlarning energiyasiga teng.	asi.
3	Vaqt	Soniy a (sekund)	s	s	<u>Soniy</u> - Seziy 133 atomi asosiy holatining ikkita o'ta nozik sathlari orasidagi bir biriga o'tishiga muvofiq keladigan nurlanishning 9192631770 davriga teng	1967-yil, O'TXQ ning XIII-konferensiyasi.
4	Tok kuchi	Amper	A	A	<u>Amper</u> - vakuumda bir biridan 1 metr masofada joylashgan ikkita parallel o'tkazgichdan o'tganda, o'tkazgichning har bir 1 metr uzunligida $2 \cdot 10^{-7}$ Nyuton o'zaro ta'sir kuchi hosil qiladigan o'zgarmas tok kuchidir.	1946-yil, O'TXQ ning IX-konferensiyasi.
5	Termodinamik Harorat	Kelvin	K	K	<u>Kelvin</u> - suvning uchlanma nuqtasi termodinamik haroratining $1/273.16$ ulushiga teng.	1967-yil, O'TXQ ning XIII-konferensiyasi.
6	Modd a miqdori	Mol	mol	mol	<u>Mol</u> - massasi 0.0012 kg bo'lgan ^{12}C uglerodda qancha atom bo'lsa, o'z tarkibida shuncha struktur element tutgan sistemaning modda miqdori. Molni tadbiq etishda struktur elementlarni o'ziga xoslashtirish kerak. Bu o'ziga xoslashtirish atom, molekula, ion, elektron va shunga o'xshash zarrachalar yoki, zarrachalar guruhi sifatida namoyon bo'lishi mumkin.	1971-yil, O'TXQ ning XIV-konferensiyasi.

7	Yorug'lik kuchi	Kandela	kd	cd	<u>Kandela</u> - berilgan yo'nalishda chastotasi $540 \cdot 10^{12}$ gerts bo'lgan monoxromatik nurlanish taratuvchi manbaning yorug'lik kuchiga teng, bu nurlanishning energetik yorug'lik kuchi shu yo'nalishda $1/683$ Vt/sr ni tashkil etadi	1979-yil, O'TXQ ning XVI-konferensiyasi.
---	-----------------	---------	----	----	--	--

2.2-jadval. SI sistemasida foydalaniladigan umumiy o'nlik tuzatmalar

Prefiks	Simvol	So'z bilan	Odat. ifoda	Eksp. ifoda
Tera	T	Trillion	1,000,000,000,000	$1 \cdot 10^{12}$
Giga	G	Milliard	1,000,000,000	$1 \cdot 10^9$
Mega	M	Million	1,000,000	$1 \cdot 10^6$
Kilo	k	Ming	1,000	$1 \cdot 10^3$
Hecto	h	Yuz	100	$1 \cdot 10^2$
Deka	da	O'n	10	$1 \cdot 10^1$
-	-	Bir	1	$1 \cdot 10^0$
Desi	d	O'ndan bir	0,1	$1 \cdot 10^{-1}$
Centi	c	Yuzdan bir	0,01	$1 \cdot 10^{-2}$
Milli	m	Mingdan bir	0,001	$1 \cdot 10^{-3}$
Micro	μ	Milliondan bir	0,000001	$1 \cdot 10^{-6}$
Nano	n	Milliarddan bir	0,000000001	$1 \cdot 10^{-9}$
Pico	p	Trilliondan bir	0,000000000001	$1 \cdot 10^{-12}$

Hajm: Har bir materiya hajm (V), u egallagan fazo miqdoriga ega. SI sistemasida hajmning o'lchov birligi sifatida m^3 qabul qilingan. Kimyoda litr (l) o'lchov birligi ham qo'llaniladi. Tibbiyotda desimetr kub (dm^3) dan foydalaniladi: $1 \ell = 1 dm^3 = 10^{-3} m^3$.

1 ml yoki 0,001 litr sm^3 ga ekvivalent: $1 ml = 1 sm^3 = 10^{-6} m^3$.

Litr kvadratdan (kv) bir oz kattaroq: $1 l = 1,057 kv$; $1 kv = 946,6 ml$.



2.4-rasm. Laboratoriya o'lchov shisha idishlari. Chapdan o'ngga quyidagilar joylashgan: ikkita graduirlangan silindrlar, pipetka (eksperimentator qo'lida), kolbaga aniq miqdordagi suyuqlikni o'lchab solish uchun byuretk, ikkita o'lchov kolbalari.

2.4-rasmda moddalarning hajmlari yoki ularning eritmalari bilan ishlashga mo'ljallangan laboratoriya o'lchov shisha idishlari keltirilgan. Kolba va pipetkalar belgi bilan ko'rsatilgan aniq shifrlangan hajmga ega.

2.3-jadval. SI sistemasidagi kattaliklar birliklari bilan Angliyada qabul qilingan birliklarning o'zaro mosligi

Kattalik	SI sistemasi	Ekvivalent birliklar	Ingliz birliklari	SI bilan ingliz birliklar sistemasida munosabat
Uzunlik	1 kilometr (km)	1000 (10^3) metr	0,6214 mil	1 mil = 1,609 km
	1 metr (m)	100 (10^2) santimetr	1,094 yard	1 yard = 0.9144 m
	1 metr (m)	1000 millimetr (mm)	39,37 dyuym	1 fut = 0,3048 m
	1 santimetr (sm)	0,10 (10^{-2}) metrov	0,3937 dyuym	1 dyuym = 2,54 sm
Hajm	1 metr kub (m^3)	1,000,000 sm kub	35,31 fut kub	1 fut kub = 0.02832 m^3
	1 dm kub (dm^3)	1000 sm kub	0,2642 gallon	1 gallon = 3,785 dm^3
	1 sm kub (sm^3)	0,001 dm kub	0,03381 unsiya hajmlari	1 unsiya hajmi = 2957 sm^3
Massa	1 kilogramm (kg)	1000 gramm	2,205 funt	1 funt = 0,4536 kg
	1 gramm (gr)	1000 milligramm (mg)	0.03527 unsiya	1 unsiya = 28,35 g

Zichlik - bu massaning hajmga nisbati: $\text{zichlik} = \text{massa/hajm}$; $\text{massa} = \text{hajm} \cdot \text{zichlik}$; $\text{hajm} = \text{massa/zichlik}$. Temperatura ta'sirida hajmning o'zgarishi mumkinligi sababli, shunga mos ravishda zichlikning qiymati ham o'zgaradi. Lekin ma'lum sharoitlarda (temperatura va bosim) moddaning zichligi xarakteristik fizikaviy xossa bo'lib, doimiy qiymatga egadir. SI sistemasida zichlik kg/m^3 , lekin kimyoda zichlikning qiymati g/l (g/dm^3) yoki g/ml (g/sm^3) larda ifodalanadi (2.4-jadval). Gazlarning zichligi suyuqlik va qattiq jismlarning zichligidan juda kichik bo'ladi.

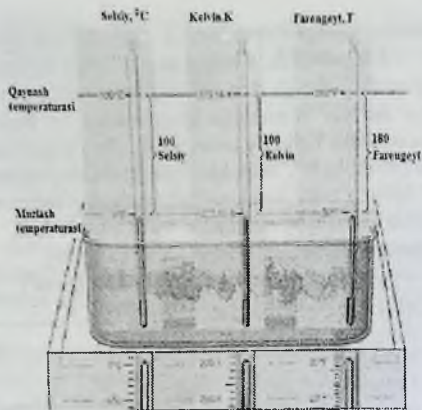
2.4-jadval Ayrim moddalarning zichligi (20°C va 1 atm).

Modda	Fizikaviy holati	Zichlik (g/cm^3)
Vodorod	Gaz	0,0000899
Kislorod	Gaz	0,00133
Spirt	Suyuqlik	0,788
Suv	Suyuqlik	0,998
Osh tuzi	Qattiq modda	2,16
Alyuminiy	Qattiq modda	2,70
Qo'rg'oshin	Qattiq modda	11,30
Oltin	Qattiq modda	19,30

Temperatura. Temperatura bilan issiqlik orasida aniq farq bor.

Temperatura – bir obyekt ikkinchisiga nisbatan qanchalik issiq yoki sovuqligining o'lchovi. Temperatura sistema zarrachalarining o'rtacha kinetik energiyasi bilan belgilanadi.

Issiqlik – energiyaning bir turi bo'lib, u yuqoriroq temperaturaga ega bo'lgan obyektidan temperaturasi kichikroq bo'lgan obyektga uzatiladi. Issiqlik sistemadagi alohida zarrachaning kinetik energiyasi bilan belgilanadi. Agar siz muz bo'lakchasini qo'lingizda ushlab turgan bo'lsangiz, sovuq muzdan qo'lingizga o'tayotgandek bo'lib tuyuladi, aslida esa issiqlik sizning qo'lingizdan muz bo'lakchasiga o'tayotgan bo'ladi.



2.5-rasm.
Selsiy, Kelvin
(absolyut) va
Farengayt
shkalalari
bo'yicha
suvning
muzlash va
qaynash
temperaturalari

Laboratoriyalarda temperaturani simobli termometrlarda o'lchanadi. Simobning issiqlikdan kengayishi va kapillyar bo'yicha tepaga ko'tarilishi hisobiga temperatura o'lchanadi. Agar ob'yektning temperaturasi simobning temperaturasidan past bo'lsa, unda aksincha, simob ichki trubka bo'ylab pastga tushadi va 0°C (Selsiy shkalasi) ga nisbatan manfiy qiymatni ko'rsatadi. 3 ta temperatura shkalalari mavjud: Selsiy, Kelvin va Farengayt shkalalari. AQSh da ob-havoni e'lon qilganda temperaturani Kelvinlarda ifodalaydilar. Kelvin shkalasi Selsiy shkalasi bilan bir qatorda ilmiy tadqiqotlarni o'tkazayotganda qo'llaniladi. 2.5-rasmda suvning qaynash va muzlash temperaturalari uchta temperatura shkalalarida ko'rsatilgan: Selsiy shkalasi bo'yicha suvning muzlash temperaturasi 0°C , qaynash temperaturasi esa 100°C ; Kelvin shkalasi bo'yicha suvning muzlash temperaturasi $+273,5\text{ K}$, qaynash temperaturasi $+373,15\text{ K}$; Farengayt bo'yicha suv $+32\text{ F}$ da muzlaydi va $+212\text{ F}$ da qaynaydi.

Selsiy va Kelvin shkalalari orasida quyidagicha bog'lanish mavjud:

$$T_K = T_C + 273,15$$

$$T_C = T_K - 273,15$$

Farengayt shkalasi bo'yicha suv 32 F da muzlaydi va 212 F da qaynaydi. Demak, 180 F ($212-32$) Selsiy bo'yicha 100°C (yoki Kelvin bo'yicha 100 K) ga mos keladi. 100°C Farengayt bo'yicha 180 F bo'lgani uchun:

$$1^{\circ}\text{C} = 180/100\text{ F} = 9/5\text{ F}$$

bundan

$$T^{\circ}F = 9/5 T^{\circ}C + 32$$

Farengeyt shkalasida ifodalangan temperaturadan Selsiy shkalasida ifodalangan temperaturaga o'tish uchun quyidagi formuladan foydalaniladi (2.5-jadval):

$$T^{\circ}C = (T^{\circ}F - 32) \cdot 5/9$$

2.5-jadval

Temperatura shkalalari

Shkala	Birlik	Koeffisient	Suvning T_m	Suvning T_q	Abs.nolda
Kelvin	K	-	273,15 K	373,15 K	0 K
Selsiy	$^{\circ}C$	1	$0^{\circ}C$	$100^{\circ}C$	$-273,15^{\circ}C$
Farengeyt	F	5/9	32 F	212 F	$-479,67 F$

Vaqt. SI sistemasida vaqt atom standarti asosida sekundlarda (sek) ifodalanadi.

Topshiriq: Litiy – yumshoq, kul rang, zichligi eng kichik bo'lgan metall bo'lib, batareykalarning asosiy komponentidir. Litiyning bir bo'lakchasi $1,49 \cdot 10^3$ mg va tomonlarning o'lchamlari 20,9; 11,1 va 11,9 ga teng. Litiyning zichligini g/sm^3 larda hisoblang?

Yechish: 1) Litiyning massasi (g) = $1,49 \cdot 10^3$ mg $\cdot 10^{-3}$ g/mg = 1,49 g.

2) uzunlikni mm dan sm ga o'tkazamiz: (1) uzunlik 20,9 mm $\cdot 1sm/10mm = 2,09$ sm.

(2) va (3) uzunliklar uchun mos ravishda 1,11 va 1.19.

3) litiyning hajmini hisoblaymiz: $Li = 2,09 \cdot 1,11 \cdot 1,19 = 2,76$ sm^3 .

4) litiyning zichligi = massa/hajm = $1,49$ g / $2,76sm^3 = 0,540$ g/ cm^3 .

Topshiriq: Mustaqil yechish uchun. Galenit bo'lakchasining hajmi 4,6 sm^3 . Agar galenitning zichligi $7,5$ g/ sm^3 bo'lsa, uning massasi qancha bo'ladi (kgda)? Harakat xaritasini tuzing.

Topshiriq: Bola tanasining temperaturasi $38,7^{\circ}C$. Ushbu temperaturani Farengeyt va Kelvin shkalalarida ifodalang.

Yechish: $T^{\circ}F = 9/5 T^{\circ}C + 32 = 9/5(38,7) + 32 = 101,7^{\circ}F$

$T^K = T^{\circ}C + 273,15 = 38,7 + 273,15 = 311,8$ K

Topshiriq: Mustaqil yechish uchun. Simob 234 K da suyuqlanadi. Simobning suyuqlanish temperaturasi Selsiy va Farengeyt shkalalarida ifodalang.

Ekstensiv va intensiv xossalar. Ayrim o'zgaruvchilar moddaning miqdoridan bog'liq; ularni ekstensiv xossalar deb atash qabul qilingan. Boshqa tarafdin, intensiv xossalar moddaning miqdoridan bog'liq emas.

Masalan, massa va hajm ekstensiv xossalarga ega, zichlik esa intensiv xossadir. Shunday qilib, bir gallon suv bir litr suvning to'rt barobar massasiga ega, lekin u ham to'rt marta kata hajmga ega, shuning uchun zichlik modda massasini uning hajmiga nisbati ekanligini nazarda tutsak, u ikkala sistema uchun ham bir xil bo'ladi, ya'ni zichlik intensiv xossaga ega. Boshqa misol issiqlikga tegishli bo'lib, u ekstensiv xossaga ega. Temperatura esa intensivlik faktoridir. Masalan, katta samovarda qaynayotgan suv choynakda qaynayotgan suvga nisbatan ko'proq issiqlikga ega, lekin ikkala sistemaning temperaturasi bir xil bo'ladi.

3. ATOM-MOLEKULAR TA'LIMOT

Materiyaning atomar ko'rinishi: Modda tarkibining xohlagan modeli ikkita asosiy qonun: massaning saqlanish va tarkibning doimiylik qonuniga mos kelishi kerak. Ko'rib turganingizdek, atomar nazariya XIX asr boshlarida massaning saqlanish qonuni va karrali nisbatlar qonuni yaratilgandan so'ng qayta ishlandi.

Kimyoda atom – molekular ta'limot. XVIII asrning o'rtalarida M.V.Lomonosov qadimgi yunon faylasuflari Levkip va Demokritning "Hamma moddalar juda mayda zarrachalar-atomlardan tuzilgan, hamda ular doimiy va uzluksiz harakatda bo'ladi, dunyoda sodir bo'ladigan barcha o'zgarishlar atomlarning birikishi yoki bir-biridan ajralishi natijasidir", - degan atomistik tasavvurini rivojlantirib, sistemaga soldi hamda kimyoga tatbiq etdi. Bu ta'limotning asosiy qoidalar "Matematik kimyo elementlari" (1741 y.) nomli va boshqa ko'pgina asarlarida bayon qilingan. U ham o'z ta'limotiga barcha moddalar juda mayda zarrachalardan tuzilgan, degan fikrni asos qilib oldi va zarrachalarni ikki turga bo'ldi: atomlarni "Elementlar" deb, molekularni esa "Korpuskulalar" deb nomladi. Molekulalar hosil bo'lishida atomlar bir-biri bilan miqdoriy nisbatlarda birikadi. Molekularning xossalari faqat ularning tarkibiga kirgan atomlar sonigagina bog'lik bo'lmay, balki atomlarning molekulada joylashish tartibiga ham bog'likdir.

Lomonosov ta'limotining mohiyatini quyidagi qoidalar bilan bayon qilish mumkin:

1. Barcha moddalar "Korpuskula" (molekula) lardan tarkib topgan, ular bir-biridan oraliq – fazo bilan ajralgandir va ular to'xtovsiz harakatda bo'ladi.

2. "Korpuskula" lar "Element" (atom) lardan tarkib topgan. "Element" lar ham to'xtovsiz harakatda bo'ladi.

3. "Element" lar aniq massa va o'lchamga ega.

4. Oddiy moddalarning "Korpuskula" lari bir xil elementlardan, murakkab moddalarning "Korpuskula" lari esa turli elementlardan tuzilgan.

Yana bir muhim kashfiyot 1808 yilda Jon Dalton o'zining atomistik nazariyasini "Kimyoviy falsafaning yangi tizimi" ni taklif etish bilan fanga kiritdi. Dalton o'zining nazariyasini bir necha postulatlar ko'rinishida taklif etdi. Boshqa buyuk olimlar singari, u ham boshqa fikrlarini o'z postulatlarida akslantirdi va ular quyidagilardan iborat hisoblanadi.

1. Moddalar nihoyatda mayda zarrachalar – atomlardan tuzilgan, atom yanada kichikroq zarrachalarga bo'lina olmaydi (2000 yil oldin Demokrit atomlar “Atom – cheksiz mayda, bo'linmas zarracha” va Lavuazening massaning saqlanish qonunlaridan foydalangan).

2. Har qaysi kimyoviy element faqat o'ziga hos “Oddiy” atomlardan tuzilgan bo'lib, bu atomlar boshqa element atomlaridan farq qiladi, har bir elementning atomi o'ziga hos massa va o'lchamga ega.

3. Kimyoviy reaksiya vaqtida turli elementlarning “Oddiy” atomlari o'zaro aniq va o'zgarmas butun sonlar nisbatida birikib, “Murakkab” atomlarni hosil qiladi.

4. Faqat boshqa – boshqa xossalarga ega bo'lgan atomlar o'zaro birika oladi, bir elementning atomlari hech qachon o'zaro kimyoviy reaksiyaga kirishmaydi. Ular faqat bir-biridan itariladi.

Dalton atomistik ta'limotga tayanib, kimyoning asosiy qonunlarini izohlab berdi. U kimyoviy element tushunchasiga aniq ta'rif berdi: “Kimyoviy element bir xil xossalar bilan tavsiflanadigan atomlar turidir”. Bundan tashqari, u “Atom massa” (ya'ni atomning nisbiy massasi) tushunchasini kiritdi, vodorodning atom massasini shartli ravishda birga teng deb qabul qildi.

Dalton ta'limotida kamchiliklar borligi o'sha vaqtdayoq ma'lum bo'ldi. Dalton ta'limoti oddiy moddalarning molekullari bo'lishini inkor qildi. Undan tashqari Dalton murakkab moddalarning tuzilishini talqin qilishda hatoga yo'l qoyib, bir elementning bir atomi ikkinchi elementning faqat birgina atomi bilan birikadi, deb faraz qildi. Shunga asoslanib, Dalton suv formulasini H_2O , ammiakni NH_3 , etilenni C_2H_4 shaklida ifodaladi. Dalton atom massa tushunchasi bilan “Ekvivalent” tushunchasi orasidagi farqni ko'rmadi. Shuni ta'kidlab o'tish kerakki, Daltonning oddiy moddalarda molekullar bo'lishini inkor etishi kimyoning keyingi rivojlanishiga xalal berdi.

Kimyoda atom – molekulyar ta'limot faqat XIX asrning o'rtalaridagina uzil – kesil qaror topdi. Kimyogarlarning 1860 yilda Karlsrue shahrida bo'lib o'tgan halqaro anjumanida molekula va atom tushunchalarining ta'rifi qabul qilindi. Hozir zamonaviy atom-molekulyar ta'limotni quyidagicha bayon qilish mumkin:

1. Moddaning kimyoviy jihatdan bo'linmaydigan eng kichik zarrachasi – atom deb ataladi. Bir turdagi atomlar “Kimyoviy element” deyiladi.

2. Tabiatdagi moddalarning turli-tumanligi kimyoviy elementlar atomlarining o'zaro turlicha birikishi bilan izohlanadi.

3. Atomlar o'zaro birikib molekularlar xosil qila oladi. Molekula ayni modda tarkibini va kimyoviy xossalarni ifodalovchi eng kichik zarrachadir. Molekulalarning o'zaro jipslashishi natijasida "Molekulyar tuzilishli" moddalar hosil bo'ladi. Bu moddalarda molekulararo tortishuv kuchlari molekula tarkibidagi atomlararo tortishuv kuchlaridan kichik bo'lganligi sababli, molekulyar tuzilishli moddalar past temperaturada suyuqlanadi va qaynaydi.

4. Atomlar o'zaro birikishi natijasida atomlar tuzilishiga ega bo'lgan moddalar hosil bo'lishi ham mumkin. Bu moddalar ko'p miqdordagi batartib o'rnatilgan atomlardan iborat bo'lib, ularni "Atom tuzilishli" moddalar deb ataladi. Ular (masalan, olmos va boshqalar) yuqori haroratlarda suyuqlanadi.

5. Moddalar o'z tarkibi jihatidan oddiy va murakkab bo'lishi mumkin.

6. Molekula va atom uzluksiz harakatda bo'ladi.

7. Kimyoviy reaksiya vaqtida o'zaro ta'sirlashuvchi moddalar tarkibidagi atomlar qayta guruhlanishi natijasida yangi mahsulotlar hosil bo'ladi.

8. Atom kimyoviy elementning eng kichik zarrachasi bo'lib, shu elementning barcha kimyoviy xossalarni o'zida mujassam qiladi.

Kimyoviy zarrachalarning modda miqdori, massasi va soni orasidagi bog'lanish quyidagicha bo'ladi.

Modda miqdori va massasi orasidagi bog'lanish.

Massa = modda miqdori (mol) · modda massasi / 1 mol yoki modda miqdori (mol) = massa · 1 mol / modda massasi.

Modda miqdori va zarrachalar soni orasidagi bog'lanish.

Zarrachalar soni = modda miqdori (mol) · $6,02 \cdot 10^{23}$ / 1 mol yoki Modda miqdori (mol) = zarrachalar soni · $1 \text{ mol} / 6,02 \cdot 10^{23}$

Modda tarkibidagi atomning foiz ulushini hisoblash.

Har bir atom moddaning qandaydir ulushini o'zida mujassam etadi va shu ulushini 100% ga ko'paytirish orqali atomning massa ulushini aniqlash mumkin.

Moddaning molekulyar massasi va molekulyar formulasidan foydalanib har qanday elementning foiz ulushini hisoblash mumkin.

$$X_{\text{atomining foiz ulushi (\%)}} = \frac{\text{modda tarkibidagi atomlar soni} \cdot A_r(X)}{\text{moddaning molekulyar massasi}} \cdot 100\%$$

Foiz ulushidan foydalanib moddaning molekulyar massasini aniqlash.

Modda tarkibidagi elementning foiz ulushi o'zgarmas va foiz ulushidan foydalanib moddaning molekulyar massasini aniqlash mumkin.

Noma'lum moddaning molekulyar formulasini aniqlash.

Elementning foiz ulushidan foydalanib molekulaning empirik formulasini topish mumkin. Kimyoda ko'p uchraydigan formula turlarini ko'rib chiqsak:

Empirik formula – moddaning miqdoriy analizdan kelib chiqadi va bo'lishi mumkin bo'lgan eng kichik nisbatlar bilan ifodalaniladi. Masalan, H_2O_2 bir qism vodorodga 16 qism kislorodning massasi to'g'ri keladi, shu sababli uning empirik formulasi HO bilan ifodalaniladi.

Molekulyar formula – molekula tarkibidagi haqiqiy atomlar sonini ifodalaydi. Masalan, vodorod peroksidning molekulyar formulasi H_2O_2 va tegishli empirik formulasidan ikki baravar katta.

Struktura formula – molekula tarkibidagi atomlarning nisbiy joylashuvi va atomlarning o'zaro bog'lanishini ifodalaydi ($H - O - O - H$).

Empirik formula. Noma'lum moddani empirik formulasini aniqlash quyidagi uch bosqichdan iborat:

Har bir elementning birikma tarkibidagi massasi aniqlanadi.

Topilgan massa modda miqdoriga o'tkazib olinadi.

Topilgan miqdorlar matematik butun sonlarga o'tkaziladi. Buni amalga oshirish, har bir topilgan miqdorlar, eng kichik miqdorga bo'linish bilan topiladi.

Molekulyar formula. Agar biz noma'lum moddaning molekulyar massasini bilsak, empirik formuladan foydalanib uning molekulyar formulasini aniqlashimiz mumkin. Ba'zi moddalar uchun ularning molekulyar formulasi va empirik formulalari bir xildir (Misol uchun: H_2O , NH_3 , CH_4).

Massalar saqlanish qonuni. Fundamental kimyoviy bilimlar asosida XVIII asrda massaning saqlanish qonuni yaratildi. Unga ko'ra: moddalarning umumiy massasi kimyoviy reaksiyalar vaqtida o'zgarmasdan qoladi. Moddalarning miqdori va xossalari o'zgarishi mumkin ammo, umumiy massa o'zgarmasdan qoladi. Buyuk fransuz kimyogari va davlat arbobi Lavuaze tajribalar asosida birinchi bo'lib ushbu qonunni ta'riflab berdi, u bunda simob va kislorodni reaksiyaga kiritirdi. U kislorod va simobning umumiy massasi doimo simob

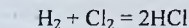
oksidining massasiga teng bo'lishini aniqladi. Hattoki, murakkab biokimyoviy o'zgarishlarda, misol uchun glukozaning metabolizmi (murakkab, ko'pgina reaksiyalar) da ham massa saqlanib qoladi.

180 g glukoza + 192 g kislorod $\rightarrow$ 264 g karbonat anhidrid + 108 g suv
372 g boshlang'ich modda $\rightarrow$ 372 g hosil bo'lgan modda

Massaning saqlanish qonunidan bildikki, barcha kimyoviy reaksiya vaqtida materiya (ya'ni, atomlar) parchalanmaydi va o'zgarmaydi. (Keyinroq o'rganadiganimiz yadro reaksiyalarida massa o'zgaradi amm0, kimyoviy reaksiyalarda massa o'zgarmaydi).

Moddalar massasining saqlanish qonuni – kimyoning birinchi qonunidir. Bu qonunni dastlab 1748 yilda M.V.Lomonosov, keyin 1789 yilda fransuz kimyogari Lavuaze mustaqil ravishda ta'riflab bergan. Qonunning hozirgi ta'rif quyidagicha ta'riflanadi:

Kimyoviy reaksiyaga kirishadigan moddalarning massasi reaksiya natijasida hosil bo'ladigan moddalarning massasiga teng. Moddalar massasining saqlanish qonunini atom-molekulyar ta'limot nuqtai nazardan shunday izohlash mumkin: kimyoviy reaksiyalarda atomlar yo'qolmaydi va yo'qdan vujudga kelishi mumkin emas; reaksiyagacha va reaksiyadan keyin atomlarning umumiy soni o'zgarmasligicha qoladi. Masalan, vodorod bilan xlorni ikki atomli molekulalari o'zaro ta'sir ettirilganda shuncha HCl molekulasini hosil bo'lishi kerakki, vodorod bilan xlor atomlarining soni ikkiga teng bo'lsin, ya'ni ikki molekula HCl hosil bo'lishi kerak:



Moddalar massasining saqlanish qonuni M.V.Lomonosov energiyaning (harakat miqdorining) saqlanish qonuni bilan bog'ladi. U bu qonunlarni birgalikda, tabiatning umumiy qonuni sifatida qaradi va quyidagicha ta'rifladi: "Tabiatdagi barcha o'zgarishlarning mohiyati shundan iboratki, bir jismdan qancha olinsa, boshqasiga shuncha qushiladi". Masalan, agar qaerdadir materiya bir oz kamaysa, boshqa joyda ko'payadi. Katta miqdorda energiya ajralib chiqishi bilan sodir bo'ladigan jarayonlarda moddalar (masalan, radioaktiv moddalarning emirilishi, atom hamda vodorod bombalarining portlashi) massasining saqlanish qonuniga emas balki materiyaning saqlanish qonuniga bo'ysunadi. Moddalar massasining saqlanish qonuni kimyoviy reaksiyalarning tenglamalarini tuzish uchun moddiy asos beradi. Unga asoslanib, kimyoviy tenglamalar bo'yicha hisoblashlar o'tkazish mumkin.

Tarkibning doimiylik qonuni. Bizning tuzdonimizdagi natriy xlorid tuz konidan olingan yassi tuz bilan yoki boshqa har qanday manbada olingan tuz bilan bir xil tarkibga ega. Ushbu fakt **tarkibning doimiylik qonunini** ifodalaydi, unga ko'ra: olingan manbasidan qat'iy nazar, ma'lum birikma namunaning barcha qismlarida muayyan elementlardan iborat bo'ladi.

Fransuz kimyogari A.Lavuaze 1781 yilda CO_2 gazini 10 xil usul bilan hosil qildi va gaz tarkibidagi uglerod bilan kislorod massalari orasidagi nisbat 3:8 ekanligini aniqladi. Shundan keyin: *har qanday kimyoviy toza birikmaning tashkil etuvchi elementlarning massalari o'zgarmas nisbatda bo'ladi*, degan xulosa chiqarildi. Bu xulosa tarkibning doimiylik qonunidir. 20 yil davomida bu qonunning to'g'riligi barcha olimlar tomonidan e'tirof etib kelingan. Lekin 1803 yilda boshqa fransuz olimi Bertole qaytar reaksiyalarga oid tadqiqotlar asosida, kimyoviy reaksiya vaqtida hosil bo'ladigan birikmalarning miqdoriy tarkibi reaksiya uchun olingan dastlabki moddalar massa nisbatlariga bog'liq bo'ladi degan xulosa chiqadi.

Fransuz olimi J.L.Prust (1753-1826) Bertollening yuqoridagi xulosasiga qarshi chiqdi. U kimyoviy toza moddalarni puxta tahlil qildi: toza birikmalarning miqdoriy tarkibi bir xil bo'lishini o'zining juda ko'p analizlari bilan isbotladi. Prust bilan Bertolle orasidagi munozara 7 yil davom etdi. Bu kurash ikki falsafiy oqim ko'rashi bo'ldi. Prust falsafasi – uzluklilik prinsipi, Bertolle falsafasi – uzluksizlik prinsipi nomi bilan yuritiladi. Ko'pchilik olimlar o'zlarining amaliy ishlari natijalari bilan Prust prinsipini tasdiqladilar. Natijada Prust g'olib chiqdi va 1809 yilda kimyoning asosiy qonunlaridan biri tarkibning doimiylik qonuni quyidagicha ta'riflandi: **har qanday kimyoviy toza birikma, olinish isulidan qat'iy nazar, o'zgarmas miqdoriy tarkibga ega**. Masalan, toza suv tarkibida 11,11 % vodorod va 88,89 % kislorod bo'lib, suv normal sharoitda 0°C da muzlaydi, 100°C da qaynaydi; uning 4°C dagi zichligi 1000 kg/m^3 yoki 1 g/sm^3 yoxud 1 g/ml^{-1} ga teng; u o'zgarmas elektr o'tkazuvchanlikka, o'zgarmas qovushoqlikka ega bo'ladi.

Massa ulush har bir elementning birikma tarkibiga qo'shgan og'irlik hissasidir. U birikmaning umumiy massasining har bir elementning massasi ajratganimizga teng. U foizda % va massa ulushda ifodalanadi. Kalsiy karbonatni qaraydigan bo'lsak, chig'anoqlar, marmar va korallar asosan undan iborat. U uchta element - kalsiy, uglerod va kisloroddan tashkil topgan. Quyidagi jadvalda 20 g kalsiy karbonatning analiz natijalari keltirilgan:

Miqdor analizi grammda/20 g	Massa ulushda ulush/1,00 m.u.	Foizda foiz/ 100%
8 g kalsiy	0,40 kalsiy	40 % kalsiy
2,4 g uglerod	0,12 uglerod	12 % uglerod
9,6 g kislorod	0,48 kislorod	48 % kislorod
20 g	1,00 massa ulushi	100 % massa

Har bir elementning massasi namuna og'irligiga bog'liq bo'ladi, ya'ni 20 gr dan ortiq namuna tarkibida 8 gr dan ortiq kalsiy bo'ladi, ammo kalsiyning massa ulushi namuna miqdoriga bog'liq emas. Massa ulushlarining (yoki foizlarining) yig'indisi 1,00 (100%) ga teng bo'ladi. Tarkibning doimiylik qonuniga ko'ra, toza kalsiy karbonat namunasi qaerdan va qanday usulda olinishidan qat'iy nazar 40% kalsiy, 12% uglerod va 48% kisloroddan iborat bo'ladi. Shunday qilib, muayyan birikma tarkibidagi elementning massa ulushi o'zgarmas bo'ladi (3.1-rasm), bundan foydalanib, xohlagan birikma namunasidan elementning atom massasini hisoblashimiz mumkin:

$$\text{Element massasi} = \frac{\text{birikmaning molekulyar massasi} \cdot \text{namuna tarkibidagi elementning massasi}}{\text{namunaning massasi}}$$

Yoki, namuna tarkibidagi element miqdorini ham topishimiz mumkin:

$$\text{Namunadagi element massasi} = \frac{\text{namunaning massasi} \cdot \text{birikma tarkibidagi elementning massasi}}{\text{birikmaning molekulyar massasi}}$$



3.1-rasm. Tarkibning doimiylik qonuni

CaCO_3 juda ko'p shakllarda (marmar tepada, pastda korall) uchraydi, ammo barchasida elementlarning massa ulushi bir xil.

Birikmadagi element massasini hisoblash. Masala: Uranning kislorodli birikmalari keng tarqalgan. 84,2 gr namunani analiz qilganda 71,4 gr uran va qolgan qismi faqat kislorod ekanligi aniqlangan. 102 kg namunada qancha uran bor?

Raja: 102 kg namunadagi uran massasini 84,2 gr namunada 71,4 gr uran borligiga asosan topishimiz kerak. Namunaning har qanday miqdorida massa nisbatlari bir xil bo'ladi. Massani aniqlash uchun 2.1 tenglamadan foydalanamiz. Namuna massasini birikmadagi uranning massa ulushiga ko'paytiramiz. Bunda uran massasini kg da topamiz so'ngra uni g ga o'tkazamiz:

Echim: namunadagi uran massasini topish:

$$\frac{\text{Uranning massasi} = \text{birikmaning molekulyar massasi} \cdot \text{namuna tarkibidagi elementning massasi}}{\text{namunaning massasi}} = 102 \text{ kg} \cdot \frac{71,4 \text{ kg}}{84,2 \text{ kg}} = 86,5 \text{ kg}$$

Uran massasini kg dan g ga o'tkazamiz:

$$86,5 \text{ kg} \cdot 1000 = 86,5^4 \text{ g uran.}$$

Tekshirish: analiz natijalari ko'rsatdiki namunada uranning massa ulushi ancha yuqori ekan. Matematik hisoblashlardan quyidagini olish mumkin:

$$= 100 \text{ kg} \cdot \frac{70 \text{ kg}}{85 \text{ kg}} = 82 \text{ kg uran}$$

Yuqoridagi masaladan kelib chiqsak. 2,3 t uran tutgan namuna tarkibida qancha tonna kislorod bo'ladi? (yordam: birikma faqat kislorod va urandan iborat). Qisqa echimga qarang.

Kimyoning rivojlanishi shuni ko'rsatdiki, o'zgarmas tarkibli birikmalar bilan bir qatorda o'zgaruvchan tarkibli birikmalar ham bo'lar ekan. M.S.Kumakovning taklifiga ko'ra o'zgarmas tarkibli birikmalar daltonidlar (*ingliz kimyogari va fizigi Dalton* xotirasiga), o'zgaruvchan tarkibilari – bertollidlar (shunday birikmalar borligini oldindan aytgan *fransuz kimyogari Bertolle* xotirasiga) deb ataldi. Bertollidlarning tarkibi o'zgarib turadi va stexiometrik nisbatlarga muvofiq kelmaydi. Masalan, uran (VI) oksidning tarkibi odatda UO_3 formula bilan ifodalanadi. Haqiqatda esa uning tarkibi $\text{UO}_{2,5}$ dan UO_3 gacha bo'ladi va boshqalar. O'zgaruvchan tarkibli birikmalar borligi munosabati bilan tarkibning doimiylik qonunining hozirgi ta'rifiga aniqlik kiritish kerak bo'ladi.

Molekulyar strukturali, ya'ni molekulalardan tuzilgan birikmalarning tarkibi, olinish usulidan qat'iy nazar o'zgarmas bo'ladi. Nomolekulyar strukturali (atomli, ionli va metall panjarali) birikmalarning tarkibi esa o'zgarmas bo'lmaydi va olinish sharoitlariga bog'lik bo'ladi.

Ekvivalentlar qonuni. Elementning bir massa qism vodorod va 8 massa qism kislorod bilan birika oladigan yoki shularga almashina oladigan miqdori uning kimyoviy ekvivalenti deb ataladi. Masalan, magniyning ekvivalenti 12 ga teng, chunki 8 g kislorod 12 g magniy bilan qoldiqsiz birikib, 20 g magniy oksid hosil qiladi.

Bir ekvivalent moddaning massasi ekvivalent massa, normal sharoitdagi hajmi esa ekvivalent hajm deyiladi. Vodorodning ekvivalent massasi 1 g, ekvivalent hajmi 11,2 l. Kislorod uchun bu qiymatlar mos ravishda 8 g va 5,6 l bo'ladi.

Murakkab moddaning bir ekvivalenti (1 massa qism) vodorod yoki bir ekvivalent (8 massa qism) kislorod bilan yoxud, umuman boshqa har qanday elementning bir ekvivalenti bilan reaksiyaga kirishadigan massa miqdori shu murakkab moddaning ekvivalenti deb ataladi. Ekvivalentlar qonuni quyidagicha ta'riflanadi: reaksiyaga kirishuvchi moddalar massasi shu moddalarning kimyoviy ekvivalentlarga proporsionaldir. Uning matematik ifodasi:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\vartheta_1}{\vartheta_2}$$

bunda m_1 va m_2 – birinchi va ikkinchi moddalarning massasi; E_1 va E_2 – birinchi va ikkinchi moddalarning ekvivalentlari.

Murakkab moddalarning ekvivalentlarini quyidagi formulalar asosida hisoblasa bo'ladi:

$$\vartheta_{\text{oksid}} = \frac{M_{\text{oksid}}}{n \cdot B}$$

M – molyar massa, n – oksid hosil qiluvchi element atomining soni, B – valentligi.

$$\vartheta_{\text{kislota}} = \frac{M_{\text{kislota}}}{n_{\text{kislota}}}$$

M_{kislota} – kislota molyar massasi, n_{kislota} – kislota asosiligi.

$$\vartheta_{\text{asos}} = \frac{M_{\text{asos}}}{n_{\text{asos}}}$$

M_{asos} – asos molyar massasi, n_{asos} – asosning kislotaliligi.

$$\vartheta_{\text{tuz}} = \frac{M_{\text{tuz}}}{n_{\text{Me}} \cdot B_{\text{Me}}}$$

M_{tuz} tuzning molyar massasi, n_{Mc} - metall atomining soni va B_{Mc} metallning valentligi.

Murakkab moddalarning ekvivalent massalari quyidagi formulalar bilan hisoblanadi:

$$\mathfrak{E}_{\text{K}_2\text{O}} = 40 / 2 = 20;$$

$$\mathfrak{E}_{\text{HCl}} = 36,5 / 1 = 36,5;$$

$$\mathfrak{E}_{\text{Al}_2\text{O}_3} = 133,5 / 3 = 44,5$$

Karrali nisbatlar qonuni. 1804 yilda ingliz olimi D.Dalton modda tuzilishi to'g'risidagi atomistik tasavvurlarga asoslanib, karrali nisbatlar qonunini ta'rifladi:

"Agar ikki element bir-biri bilan bir necha birikma hosil qilsa, elementlardan birining shu birikmalardagi ikkinchi elementning bir xil massa miqdoriga to'g'ri keladigan massa miqdorlari o'zaro kichik va butun sonlar kabi nisbatda bo'ladi".

Dalton va boshqalarning fikricha, ikki element bittadan ortiq birikma hosil qilsa, bu yerda **karrali nisbatlar qonuniga** amal qilinadi, unga ko'ra agarda A va B elementlar ikkita birikma hosil qilsa, birikmalardagi bir element massasiga to'g'ri keluvchi ikkinchi element massalari o'zaro kichik butun sonlar nisbatida bo'ladi. Kislorod va uglerodning o'zaro hosil qilgan ikki birikmasi uglerod (II) oksid va uglerod (IV) oksidga e'tibor qaratamiz. Ushbu birikmalar bir-biridan juda ham farq qiladi: uglerod (II) oksidining zichligi 1,25 g/l, uglerod (IV) oksidniki esa 1,98 g/l, uglerod (II) oksid zaharli va yonuvchan, uglerod (IV) oksid esa yo'q. Massa analizi ko'rsatishicha:

Uglerod (II) oksid 57,1% kislorod va 42,9% uglerod

Uglerod (IV) oksid 72,7% kislorod va 27,3% uglerod

Ushbu moddalardagi karrali nisbatlarni ko'rish uchun biz moddalarni 100 g dan deb olamiz va undagi kislorod va uglerod massalarini aniqlaymiz. Har bir moddadagi kislorod massasini uglerod massasiga bo'lamiz, bunda 1 g uglerodga to'g'ri keladigan kislorod massasi chiqadi.

	Uglerod (II) oksid	Uglerod (IV) oksid
Kislorod massasi (g) / 100 g birikmada	57.1	72.7
Uglerod massasi (g) / 100 g birikmada	42.9	27.3
kislorod massasi (g) / uglerod massasi (g)	$\frac{57.1}{42.9} = 1.33$	$\frac{72.7}{27.3} = 2.66$

Agar biz ikki birikmadagi 1 g uglerodga to'g'ri keladigan kislorodning g massalarini bir biriga bo'lsak, butun sonlarni olamiz:

$$\frac{2.66 \text{ g kislorod} / 1 \text{ g uglerod}}{1.33 \text{ g kislorod} / 1 \text{ g uglerod}} = \frac{2}{1}$$

Karrali nisbatlar qonunidan shunday xulosa qilish mumkin: ikki element bittaddan ortiq birikma hosil qilsa, bu birikimalarda elementlarning massa nisbatlari o'zaro kichik butun sonlar nisbatida bo'ladi. Bizning misolda 2:1 nisbatda bo'ldi. Uglerod(IV) oksidda kislorod uglerod(II) oksidga nisbatan 2 barobar ko'p bo'ladi, 1,456 yoki 1,745 emas. Keyingi bo'limlarda massa qonunlarini atom darajasida o'rganamiz.

Gaz qonunlari. Gazlar tekshirish uchun eng oddiy ob'yekt bo'lganligi sababli, ularning xossalari va gazsimon moddalar orasidagi reaksiyalar eng to'liq o'rganilgan.

Hajmiy nisbatlar qonuni. Fransuz olimi Gey-Lyussak (1778-1850) ta'riflagan hajmiy nisbatlar qonuni atom massalar xaqidagi masalani echishga katta yordam berdi. Bu qonun quyidagicha ta'riflanadi: *kimyoviy reaksiyaga kirishuvchi gazlarning hajmlari o'zaro va reaksiya natijasida hosil bo'ladigan gazlarning hajmlari bilan oddiy butun sonlar nisbati kabi nisbatida bo'ladi.*

Masalan, 2 hajm vodorod 1 hajm kislorod bilan yuqori haroratda reaksiyaga kirishganda 2 hajm suv bug'i hosil bo'ladi. Albatta, bunday reaksiyada ishtirok etgan gazlarning hajmlari bir xil bosim va bir xil temperaturada o'lchanishi lozim.



Avogadro qonuni. Italiya olimi A.Avogadro 1811 yilda quyidagi gipotezani ilgari surdi: *bir xil sharoitda (bir xil harorat va bir xil bosimda) va teng hajmda olingan turli gazlarning molekullari soni o'zaro teng bo'ladi.*

Avogadroning bu qonuni juda ko'p tajribalar yordamida tasdiqlandi va 1860 yildan boshlab qonun sifatida tan olindi. Avogadro qonunidan uchta xulosa chiqadi:

1. Oddiy gazlarning (kislorod, vodorod, azot, xlor) molekullari ikki atomdan iborat.

2. Normal sharoitda bir mol gaz 22,4 l hajmni egallaydi.

3. Bir xil sharoitda teng hajmda olingan ikki gaz massasi orasidagi nisbat shu gazlarning molekulyar massasi orasidagi nisbatga teng.

Demak, normal sharoitda turli gazlarning 1 moli 22,4 l ga teng hajmni egallaydi. Bu hajm gazning molyar hajmi deyiladi.

Gazning molyar hajmi – bu modda hajmning shu moddaning miqdoriga nisbatidir:

$$V_M = \frac{V}{n}$$

bunda V_m - gazning molyar hajmi (o'lchov birligi m^3/mol yoki l/mol);

V – sistemadagi moddaning hajmi;

n – sistemadagi moddaning miqdori.

Bir gaz muayyan hajmi massasining xuddi shunday hajmdagi ikkinchi gaz (o'sha sharoitlarda olingan) massasiga nisbati birinchi gazning ikkinchi gazga nisbatan zichligi deyiladi. (D harfi bilan belgilanadi):

$$D = \frac{M_1}{M_2} \text{ bundan } M_1 = M_2 \cdot D$$

Odatda, gazning zichligi eng engil gaz – vodorodga nisbatan aniqlanadi (D_{H_2} bilan belgilanadi). Vodorodning molyar massasi 2,016 g/mol yoki taqriban 2 g/mol ga teng. Shu sababli quyidagini olamiz:

$$M_{gaz} = 2 \cdot D_{vodorod}$$

Moddaning gaz holatidagi molyar massasi uning vodorod bo'yicha zichligining ikkiga ko'paytirilganiga teng.

Ko'pincha gazning zichligi havoga nisbatan aniqlanadi. Havo gazlar aralashmasi bo'lsa ham har holda uning o'rtacha molekulyar massasi bor, deyiladi. Bu massa 29 g/molga teng. Bu holda molyar massa ushbu ifodadan aniqlanadi:

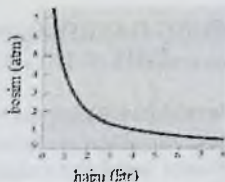
$$M_{gaz} = 29 \cdot D_{havo}$$

Agar gazlarning normal sharoitdagi hajmi ma'lum bo'lsa (V_0), uning miqdori quyidagicha aniqlanadi:

$$n = \frac{V_0}{22,4}$$

Boyl-Mariott qonuni: berilgan miqdordagi gazning o'zgarmas temperaturadagi hajmi shu gazning bosimiga teskari proporsionaldir.

$$T = const; \quad P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2, \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1}$$

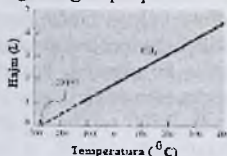


Gey-Lyussak qonuni: o'zgarmas hajmda gazning bosimi uning mutlaq haroratiga to'g'ri proporsional bo'ladi.

$$V = \text{const}, \frac{P}{T} = \text{const} \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}.$$

bu erda: T – temperatura, K (Kelvin) hisobida.

Sharl qonuni: o'zgarmas bosimda gazning hajmi uning mutlaq haroratiga to'g'ri proporsional bo'ladi.



$$P = \text{const}, \frac{V}{T} = \text{const} \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}.$$

Gazning bosimi, hajmi va harorati orasidagi bog'lanish ideal gazning holat tenglamasi yoki Klapeyron tenglamasi bilan ifodalanadi:

$$\frac{P_2 \cdot V_2}{T_2} = \frac{P_1 \cdot V_1}{T_1}$$

Fizikada gazning normal holati deb, uning $T = 273\text{K}$ va $P = 101,325\text{ kPa}$ bosimdagi holati qabul qilingan.

Gazning hajmini normal sharoitga keltirish uchun yuqoridagi formuladan kelib chiqadigan tenglamadan foydalaniladi:

$$V_0 = \frac{P \cdot V \cdot T_0}{P_0 \cdot T}$$

Agar gazning massasi yoki miqdori ma'lum bo'lib, uning hajmini hisoblab topish zarur bo'lsa, u holda Mendeleev-Klapeyron tenglamasidan foydalaniladi:

$$PV = nRT \text{ bundan } PV = \frac{m}{M} RT \text{ kelib chiqadi}$$

bu erda n - gazning mollar soni, m - massasi (g), M - gazning molyar massasi (g/mol), R - universal gaz doimiysi bo'lib $R = 8,31\text{ J/mol}$ ga teng bo'ladi.

4. D.I.MENDELEEVNING DAVRIY QONUNI VA DAVRIY JADVALI

4.1. Elementlarni klassifikatsiyasi va davriylik

Har bir fan o'z o'rganish ob'yektlarini sinflarga ajratishga, bu sinflar o'rtasidagi ichki bog'lanishlarni topishga va ulardan shu fanni o'rganish, rivojlantirish borasida qo'llanishga harakat qiladi.

Kimyoviy elementlarni kashf etish qadimdan boshlangan. Ayrim elementlar, masalan oltin insoniyatga ming yillar oldin ma'lum bo'lgan bo'lsa, aksincha ba'zi elementlar yigirmanchi asrda topilgan. XVIII asr oxirida 25 ta element ma'lum bulib, XIX asrning birinchi choragida yana 19 element kashf qilindi. Elementlar kashf qilinishi bilan ularning atom massasi, fizik va kimyoviy xossalari o'rganilib borildi. Bu tekshirishlar natijasida bazi elementlarning avvaldan malum bulgan tabiiy guruhleri (masalan, ishqoriy metallar, ishqoriy-er metallar, galogenlar) ga o'xshash element guruhleri shakllana bordi. Elementlar va ularning birikmalari xaqidagi ma'lumotlar kimyogarlar oldiga barcha elementlarni guruhlariga ajratish (sinflarga bo'lish) vazifasini qo'ydi. 1789 yilda A.Lavuaze kimyoviy elementlarning birinchi klassifikatsiyasini yaratdi, u barcha oddiy moddalarni 4 guruh (metallmaslar, metallar, kislota radikallari va oksidlar) ga ajratdi.

Elementlarni metallar va metallmaslarga ajratish qabul qilingan. Metallar (masalan temir va mis) qattiq, xarakterli metall yaltiroqlik, plastiklik va bolg'alanuvchanlikka ega, xona temperaturasida elektr tokini o'tkazadi. Metallmaslarga asosan gazlar (kislorod) va suyuq (brom), qattiq moddalar ular elektr tokini sezilarli o'tkazmaydi (oltingugurt). Mana shu sinflanish asosida kimyoviy elementlarning xossalari yotadi:

1. Metallar metallmaslar bilan uchuvchan bo'lmagan qattiq moddalar hosil qiladi. (masalan natriy xlorid).

2. Metallmaslar bir biri bilan birikib uchuvchan molekulyar birikmalar hosil qiladi (masalan fosfor uch xlorid).

3. Ikki va undan ortiq metallarning o'zaro (yoki aralashuvi) ta'sirlashuvi natijasida o'z xossalarini saqlagan qotishmalar hosil bo'ladi.

Bunday sinflash unchalik aniq bo'lmasada, haligacha o'z kuchini yo'qotmay kelmokda.

1829 yilda Iogann Volfgang Debereyner uchta-uchta elementdan iborat o'xshash elementlarning guruhlarini tuzdi va ularni triadalar deb atadi. Har qaysi triadada o'rtadagi elementning atom massasi ikki

chetdagi elementlarning atom massalari yigindisining 2 ga bo'linganiga teng. O'sha vaqtda ma'lum bo'lgan elementlardan faqat ettita triada tuzish mumkin bo'ldi.

Yigirmachi asrning boshlarida kimyo fani rivojlanib, ularni birikmalardan ajratib olish osonlashdi. Natijada ma'lum bo'lgan elementlar soni 1800 yilda 31 ta bo'lsa, 1865 yilda ikki barobarga ortib 63 tani tashkil etdi.

1869 yilda D.I.Mendeleev Rossiyada va Lotar Mayer Germaniyada elementlarni klassifikasiyalashning bir xil sxemasini taklif etishdi. Elementlarning atom massalari ortib borishi bilan ularning kimyoviy va fizikaviy xossari davriy ravishda o'zgaradi. Olimlar o'sha paytlarda atom massa to'g'risida tasavvurga ega emasdilar.

Mendeleev shu paytda ma'lum bo'lgan elementlarni atom massasi ortish tartibi bilan joylashtirdi. Kimyoviy xossalari o'xshash elementlarning xossalari takrorlanishini aniqladi va ularni bir gruppaga joylashtirdi. Masalan, bir necha elementlarning vodorodli birikmari mavjud edi, ularni formulalariga ko'ra ikki gruppaga ajratdi.

No	I-guruh	II-guruh
1	CH_4	NH_3
2	SiH_4	PH_3
3	GeH_4	AsH_3
4	SH_4	SbH_3

Shu elementlarning boshqa birikmalari ham formulada gruppaviy o'xshashlikni namoyish qiladi. Masalan, birinchi gruppada CF_4 va SiF_4 ikkinchida esa NF_3 va PF_3

Mendeleev o'zining klassifikasiyasida elementlarning davriyligini kimyoviy xossalari bo'yicha tizimga soldi. Ana shu vaqtda nemis olimi L.Mayer elementlarning fizik xossalarini o'rganish jarayonida, ushbu xossalar ham atom massa ortishi bilan davriy ravishda o'zgarishini aniqladi.

Mendeleev davriy sistemasida noma'lum elementlarning kimyoviy xossasini oldindan aytishda qo'llash mumkinligini misollarda keltirdi. Davriy sistema asosida shunga o'xshash xulosalar hozirgacha noorganik kimyogarlar tomonidan noma'lum birikmalarning sintez usullarini ishlab chiqishda, birikmalarning fizik-kimyoviy xossalarini o'zgarish qonuniyatlarini tushuntirishda ishlatilmoqda. Masalan, uglerod va kremniy davriy sistemada bir gruppada joylashgan va $\text{R}_2\text{Si} = \text{SiR}_2$ tipdagi yaxshi o'rganilgan alkenlar $\text{R}_2\text{S} = \text{SR}_2$ ga o'xshash birikma mavjudligi haqida fikrlash mumkin. Qo'sh bog'li birikma kremniy (disilan etilen)

haqiqatdan mavjud bo'lib, kimyogarlar uning mustahkam qator oilasini faqat 1981 yilda topishdi.

D.I.Mendelevdan avval olib borilgan ishlarning hech birida kimyoviy elementlar orasida o'zaro uzviy bog'lanish borligi topilmadi. Chuqur ilmiy bashorat va taqqoslashlar asosida D.I .Mendelev 1869 yilda tabiatning muhim qonuni - kimyoviy elementlarning davriy qonunini tarifladi. D.I.Mendelev tariflagan davriy qonun va uning grafik ifodasi - davriy sistema hozirgi zamon kimyo fanining poydevori bo'lib qoldi.

D.I.Mendelev kimyoviy elementlarning ko'pchilik xossalari shu elementlarning atom massasiga bog'lik ekanligini aniqladi. U o'sha zamonda ma'lum bo'lgan barcha elementlarni ularning atom massalari ortib borishi tartibida bir qatorga qo'yganida elementlarning xossalari 7 ta, 17 ta va 31 ta elementdan keyin keladigan elementlarda qaytarilishini, yani davriylik borligini ko'rdi.

D.I.Mendelev o'zi kashf etgan davriy qonunni quyidagicha tarifladi: oddiy moddalarning (elementlarning) xossalari, shuningdek, elementlar birikmalarining shakl va xossalari elementlarning atom massalariga davriy ravishda bog'liq bo'ladi.

Mendelev va Meyerlar elementlarning xossalari davriydir degan xulosaga kelishdi.

D.I.Mendelev davriy qonunni kashf etishda elementlarning atom massa qiymatlariga, fizik-kimyoviy xossalariiga etibor berdi. U barcha elementlar bo'ysunadigan davriy qonunni to'liq namoyon qildi va bazi elementlar (chunonchi, berilliy, lantan, indiy, titan, vanadiy, erbiy, seriy, uran, toriy) ning o'sha vaqtda qabul qilingan atom massalarini 1,5-2 marta o'zgartirish, bazi elementlarning (kobalt, tellur, argonning) joylashish tartibini o'zgartirish lozimligini va nihoyat 11 ta elementning (fransiy, radiy, aktiniy, skandiy, galliy, germaniy, protaktiniy, poloniy, texnesiy, reniy, astat) kashf qilinishi kerakligini oldindan aytib berdi.

Mendelev o'z g'oyalarining ishlarini rivojlantirdi. O'sha paytda noma'lum galliy va germaniyga davriy sistemadan joy qoldirdi. Ularning mavjudligini bashorat qildi. Ularga (ekaalyuminiy va ekasilitsiy) ning barcha kimyoviy va fizik xossalariini batafsil bashorat qildi. Keyinchalik bu elementlarning kashf qilinishi D.I.Mendelevning bashoratini tasdiqladi. D.I.Mendelev har qaysi elementning o'zi tuzgan davriy sistemadagi tartib raqami nihoyatda katta ahamiyatga ega ekanligini ko'rsatdi.

Davriy qonun va davriy sistema hozirgi kunga qadar bosib o'tgan rivojlanish yo'lini quyidagi uch davrga bo'lish mumkin.

I-davr. D.I.Mendelev elementlarni sinflarga bo'lishda ularning atom massasi qiymatiga va kimyoviy xossalriga asoslanib, davriy qonunni tarifladi.

II-davr. D.I.Mendelev elementning atom massasi emas, balki uning davriy sistemasidagi tartib raqami (atom raqami) nihoyatda katta ahamiyatga ega ekanligini aniq ko'rsatib berdi. Keyinchalik boshqa olimlar (Mozli) olib borgan izlanishlar buni to'g'riligini tasdiqladi.

III-davr. Davriy qonun va davriy sistema 1927 yilda yaratilgan kvant mexanikasi asosida rivoj topdi. Bu davr mobaynida barcha elementlarning atomlarida elektronlarning joylanishi aniqlanib, D.I.Mendelev aytgan "davriylikning" tom ma'nosi namoyon bo'ldi.

Rezerfordning atomning yadro modeli taklif etilgandan ikki yil o'tib ingliz fizigi Mozle (1887-1915 y.y.) atom tartib raqamlari konsepsiyasini rivojlantirdi. Har bir elementdan chiqadigan rentgen nurlari, shu elementning tartib raqamiga bog'liq bo'lishini tushuntirdi. Ushbu konsepsiya atom massalardan kelib chiqqan bir qancha muammolarni tushuntirdi. Masalan, argonning atom massasi K ning massasiga teng va uning xossalari Ne va Kr xossalriga o'xshash. K niki Na va Rb xossalriga o'xshash. Atom tartib raqamlari ortish bilan ular o'z joylarida joylashdilar.

4.2. Davriy sistema va uning tuzilishi

D.I.Mendelev davriy sistemaning birinchi variantini 1869 yilda tuzdi. Bu sistemada 63 ta element bo'lib, ular 19 ta gorizontal va 6 ta vertikal qatorga joylashtirilgan edi. Bu variantda o'xshash elementlar gorizontal qatorlarga joylashgan bo'lib, 4 ta element uchun bo'sh joy qoldirilgan edi. D.I.Mendelev ularning mavjudligini, atom massalarini va xossalari oldindan aytib berdi. Bu variant uzun davrli variant hisoblanadi.

1871 yilda D.I.Mendelev yaratgan davriy sistemaning ikkinchi varianti e'lon qilindi. Bu varianda o'zaro o'xshash elementlar vertikal qatorlarga joylashgan. U 1-variantning 90° ga burilgan ko'zgudagi aksi edi. II-variant qisqa davrli variant hisoblanadi. Unda 8 ta vertikal, 10 ta gorizontal qator bor edi. Bu variantga asoslanib D.I.Mendelev urangacha 11 ta elementning va urandan keyin bir necha element kashf etilishini bashorat qildi. D.I.Mendelev bitta vertikal qatorga joylashgan

o'xshash elementlarni grupp deb, har qaysi ishqoriy metallardan galogengacha bo'lgan elementlar qatorini davr deb atadi.

D.I.Mendelev dastlab taklif qilgan davriy sistemaga keyinchalik (uning uzi ishtirokida va u vafot etganidan keyin) birmuncha o'zgartirishlar kiritilib, davriy sistemaning hozirgi varianti tuzildi. U 7 ta davr va 8 ta guruhdan iborat.

Hozir davriy sistemada 118 ta element bor I, II, III davrlarning har biri faqat bir qatordan tuzilgan bo'lib, ularni kichik davrlar, IV, V, VI va VII davrlar katta davrlar deyiladi. IV, V va VI davrlarning har qaysisi ikki qatordan tuzilgan, VII davr tugallanmagan davrdir. Birinchi davrdan boshqa hamma davrlar ishqoriy metall bilan boshlanib nodir gaz bilan tugaydi.

Kichik davrlarda ishqoriy metall bilan galogen orasida 5 ta element, katta davrlarda 15 ta element (masalan, VI davrda 29 ta element) joylashgan. Shunga ko'ra, katta davrlarda bir elementdan ikkinchi elementga o'tganda elementlarning xossalari kichik davrlardagiga nisbatan birmuncha sust o'zgaradi. Katta davrlar juft va toq qatorlarga ega. Har qaysi katta davrda elementlarning xossalari ishqoriy metallardan nodir gazgacha utishda o'zgarib boradi, bundan tashqari, elementlarning xossalari har bir juft va toq qatorda ham ma'lum ravishda o'zgaradi. Masalan, IV davrning juft qatorida kaliydan nikelga qadar, toq qatorida misdan kriptonga o'tishda elementlarning xossalari (chunonchi, valentlik 1 dan 7 ga qadar) o'zgarib boradi. Katta davrlarning juft qator elementlari faqat metallar bo'lib, metallik xususiyati chapdan o'nga o'tgan sayin susayadi. Toq qatorda chapdan o'ngga o'tish bilan metallik xossalari yanada zaiflashib, metallmaslik xossalari kuchayadi.

Davriy sistemadagi 57-element lantan bo'lib, undan keyingi 1 ta element (lantanoidlar) jadvalning pastki qismiga joylashtirilgan. Bu elementlar kimyoviy xossalari bilan lantanga o'xshaydi. Shuning uchun davriy sistemada bu 15 ta elementga faqat bitta katak berilgan. VII - davrda 89 element va 14 ta aktinoidlarga ham bir o'rin berilgan. II va III davr elementlarini D.I.Mendelev tipik (xil boshlovchi) elementlar deb atalgan. Har qaysi guruh ikkita guruhchaga bo'linadi. Tipik elementlar bilan boshlanuvchi guruhcha va asosiy guruhcha nomi bilan yuritiladi. Katta davrlarning toq qator elementlari esa yonaki yoki qo'shimcha guruhcha elementlari deb ataladi.

Asosiy guruhcha elementlari kimyoviy xossalari jihatidan yonaki guruhcha elementlaridan farq qiladi. Buning VII-guruh elementlarida yaqol ko'rish mumkin. Bu guruhchaning yonaki guruhcha elementlari

(marganes, texnesiy, reniy) haqiqiy metallar, bosh guruhcha elementlari esa metallmaslardan tashkil topgan.

D.I.Mendelev elementlarning kimyoviy xossalari, chunonchi ularning oksidlari va gidroksidlari tarkib (formula) lariga suyanib, barcha elementlarni guruhlariga ajratdi. Masalan, oltinchi guruhga joylashtirilgan oltingugurtning eng yuqori valentli oksidining formulasi SO_3 ; D.I.Mendelev o'sha guruhga xromni ham kiritdi, chunki xrom oksidning formulasi CrO_3 dir. Bundan tashqari bu ikki element gidroksidlarining kimyoviy xossalari ham bir-biriga o'xshaydi: H_2SO_4 ham H_2CrO_4 xam kislota xam kuchli oksidlovchi xossalarga ega. II - III davrdagi elementlarni Mendelev tipik elementlar deb atadi.

VIII guruhning asosiy guruhchasi nodir gazlar, yonaki guruhchasini metall (temir, koblt, nikel, ruteniy, rodiiy, palladiy, osmiy, iridiy, platina) lar tashkil etadi. Xar qaysi guruh raqami usha guruhni tashkil etuvchi elementlarning kislorodga nisbatan maksimal valentligini kursatadi. Lekin mis guruhchasida va VIII, VII guruh elementlarida bu koidadan chetlanish xollari ruy beradi, chunonchi, mis bir va ikki valentli buladi, oltinning valentligi uchga etadi; VIII guruhning yonaki guruhcha elementlaridan fakat osmiy va ruteniy 8 valentlik buladi. VII guruh elementi fluor fakat bir valentli bula oladi; boshka galogenlari kislorodga nisbatan valentligi 7 bo'lishi mumkin.

Asosiy guruhcha elementlari vodrodga nisbatan xam valentlik namoyon qiladi. IV, V, VI va VII guruh elementlari vodorodga nisbatan valentligi IV guruhdan VII guruhga utgan sayin 4 dan 1 gacha pasayadi; ularning kislorodga nisbatan vadentligi esa 4 dan 7 ga kadar ortadi. Har qaysi guruhda metallmasning kislorodga nisbatan valentligi bilan vodorodga nisbatan valentligi yigindisi 8 ga teng (masalan, VI guruppa elementi selenning kislorodga nisbatan valentligi 6, vodroddga nisbatan valentligi 2, ularning yigindisi 8 dir).

Har gruppada yuqoridan pastga tushgan sari atom radius ortadi. Tendensiya shu bilan rivojlanadiki bosh kvant son ortishi bilan atom radiusi ortadi va tashqi elektronlar yadrodan uzoqlashadi.

Har bir davrlarda chapdan o'nga o'tgan sari atom radius kamayadi (ma'lum chetlanishlarni hisobga olmaganda xlorni argon va selenga nisbatan). Sabab, yadro nagruzkasining ortishi.

Har bir guruhda elementlarning atom massasi ortishi bilan metallik xossasi kuchayib boradi. Bu hodisa, ayniqsa asosiy guruhcha elementlarida yaqqol namoyon bo'ladi. Fransiy va seziy elementlari eng aktiv elementlar hisoblanadi, fluor esa eng aktiv metallmasdir.

Demak, elementlarning xossalari (atom massasi, valentligi, kimyoviy birikmalarining asosiy yoki kislota xususiyatiga ega bo'lishi va hakoza) davriy sistemada davr ichida ham guruh chegarasida ham ma'lum qonuniyat bilan o'zgaradi. Binobarin, har qaysi element davriy sistemada o'z o'rniga ega va bu o'rin o'z navbatida ma'lum xossalari majmuasini ifodalaydi va tartib nomeri bilan tavsiflanadi. Shu sababli, agar biror elementning davriy sistemada tutgan o'rnini ma'lum bo'lsa, uning xossalari haqida to'la fikr yuritib ularni to'g'ri aytib berish mumkin.

Davriy sistemada elementlar o'rtasidagi o'xshashlik uch yo'nalishda namoyon bo'ladi.

4.3.Elementlarning davriy va davriy bo'lmagan xossalari

Atom yoki ionning ionlashish energiyasi gaz yoki sof neytral atomdan 1 ta elektron ajralib chiqishida yutiladigan (yoki ajralib chiqadigan) energiyaga aytiladi. (I, xarfi bilan belgilanib, kJ/g. Atom yoki ev/atom birliklarida o'lchanadi). D.I.Mendelevning kimyoviy davriy sistemasida elementlarning kimyoviy va ba'zi fizik xossalari davriy ravishda o'zgarishi aks ettirilgan. Davriy ravishda o'zgaradigan, ya'ni bir necha elementlardan song kayotariladigan kimyoviy xossalar quyidagilardan iborat: 1) elementning valentligi; 2) yuqori oksidi va gidroksidlarining formulalari; 3) ularning asos yoki kislota tabiatiga ega bo'lishi; 4) oksidlarning gidratlanishga intilishi va hakoza.

Fizik xossalarida esa, quyidagi davriylik uchraydi; 1) atom hajmlari, 2) atom va ionlarning radiuslari; 3) optik spektri; 4) ionlanish potentsiali; 5) suyuqlanish va qaynash temperaturasi; 6) oksid va xloridlarning hosil bo'lish issiqligi; 7) magnit xossasi; 8) rangli birikmalar hosil qilish qobiliyati va hakoza. Lekin elementlarning rentgen nurlarining spektr chiziqlarining to'liq uzunligi, yadro zaryadi, atom massasi, atom issiqlik sig'imi davriy ravishda o'zgarmaydi. Bu xossalar elementlarning davriy bo'lmagan xossalari jumlasiga kiradi. Rentgen nurlari spektr chiziqlarining to'liq uzunligi elementning tartib raqami ortishi bilan kichiklashib boradi. Elementlar atomlarining yadro zaryadi davriy sistemada bir elementdan ikkinchi elementga o'tgan sari bittadan ortib boradi. Ayni element atom yadrosining zaryadi usha elementning davriy sistemadagi tartib raqamiga teng. Elementlarning atom massalari davriy sistemada bir elementdan ikkinchi elementga o'tish bilan uglerod birligi qadar ortib boradi. Ko'pchilik elementlarning atom issiqlik sig'imi 26 ga teng bo'lib, elementning davriy sistemadagi o'rniga bog'lik emas.

Elementlarning davriy ravishda o'zgaradigan ba'zi xossalari bilan tanishib chiqamiz.

a) *Elementlarning atom hajmlari.* Bir mol elementning erkin holatda egallagan hajmi uning atomi deb ataladi.

Lotar Meyer elementlarining atom hajmlari bilan atom massasi orasidagi bog'lanishni quyidagicha tushuntiradi. Buning uchun absissa o'qiga atom massasini, ordinata o'qiga esa atom hajmini qo'yib, atom hajmlar qiymatining atom massasi ortishi bilan davriy ravishda o'zgarishini tushuntirib berdi.

b) *Elementlarning solishtirma massasi,* suyuqlanish temperaturasi, elementlar oksidlarining suyuqlanish temperaturasi va boshqa fizik xossalari ham davriy munosabatda o'zgaradi.

v) *Elementlarning atom radiuslari ham* davriy ravishda o'zgaradi. Kritall moddalar tarkibidagi ikki atom markazlararo masofani hozirgi vaqtda turli fizik usullar yordamida juda aniq topish mumkin. Faraz qilaylik, ixtiyorimizdagi kristall modda biror element atomlaridan iborat bo'lsin. U holda ikki qo'shni atom markazlararo masofani ikkiga bo'lsak o'sha element atomning effektiv radiusi kelib chiqadi. Bu radius atomning haqiqiy radiusidan qisman katta yoki kichik bo'lishi mumkin, chunki uni hisoblashda bir atom ikkinchi atomga faqat "tegib" turadi, deb faraz qilinadi va ular elektron bulutlarning o'zaro qoplashishi natijasida yadrolar orasidagi masofa aniq hisoblanmay qoladi.

Element atomlarining effektiv radiuslari har qaysi davrning boshidan oxiriga o'tgan sayin kichiklashib boradi. Masalan, natriyning atom radiusi 0,189 nm; magniyniki 0,160 nm; alyuminiyniki 0,152 nm. Katta davrlardagi oraliq metallarning ham atom radiuslari chapdan o'ng tomonga kamayib boradi, lekin bu kamayish asosiy guruhcha elementlarinikiga qaraganda ancha kichik bo'ladi, masalan, skandiyning atom radiusi 0,164 nm; titanniki 0,146 nm; temirniki 0,126 nm; kobaltniki 0,125 nm dir. Lantanoidlarning atom radiusi bir elementdan ikkinchi elementga o'tganda juda oz kamayadi. Seriyning atom radiusi 0,183 nm bo'lib, 14 lantanoid - lyutesiyning atom radiusi 0,174 nm dir.

Aktinoidlarning atom radiuslari ham tartib raqami ortib borishi bilan xuddi lantanoidlarniki kabi kamayadi.

Davriy sistemadagi asosiy guruhcha elementlarining atom radiuslari yuqoridan pastga tomon ortib boradi.

Yonaki guruhcha elementlarining atom radiusi guruhcha chegarasida birinchi elementdan ikkinchi elementga o'tgan sari kattalashadi, lekin ikkinchi elementdan uchinchi elementga o'tishi bilan biroz qisqaradi.

Element	Ti	Zr	Hf
Atom radiusi nm	0,146	0,160	0,159

Nazariy kimyoning rivojlanish natijasida atomlarning orbital radiusi haqidagi tushuncha shaklanadi. Haqiqatdan ham, atomning haqiqiy radiusi sifatida uning tashqi elektron orbitaldagi elektron bulutining maksimal nuqtalari bilan yadro oraliq masofani olish mantiqqa to'g'ri keladi. Ya'ni atom yadrosi bilan tashqi elektron orbitalining maksimal elektron zichlikka ega bo'lgan nuqtasi orasidagi masofa atomning orbital radiusi hisoblanadi.

Yuqorida aytib o'tilganidek, effektiv radiuslar kabi orbital radiuslar bilan elementlarning tartib raqami orasida davriylik yaqol kuzatiladi. Har bir davr ichida eng katta orbital radius ishqoriy metallarda, eng kichik orbital radius nodir gazlarda kuzatiladi. Nodir gazlarning orbital radiuslarining o'zgarishi ayni davrdagi elementlarning yadro zaryadlari ortib borishi bilan kamayadi, bu umumiy qonuniyatga to'g'ri keladi.

Tipik metallarning effektiv radiusi bilan orbital radiusi bir-biriga yaqin kelsa ham metallmaslar uchun bunday holat kuzatilmaydi. Umuman olganda, effektiv radius metallmaslar uchun taxminiyligi qiymatdir, Masalan, turli olimlarning olgan natijalariga ko'ra, kislorod atomi uchun aniqlangan effektiv radius qiymati quyidagicha bo'ladi: 0,06 nm (Dj.Sleyter), 0,066 nm (Bregg), 0,132 nm (V.M. Goldshmidt), 0,140 nm (L.Poling).

g) Elementning ion radiusi. Agar kristall modda ionlardan (masalan, NaCl, CaF₂) tuzilgan bo'lsa, ikki qo'shni ion yadrolari o'zaro masofani ionlar radiuslari yig'indisiga teng deb qabul qilish mumkin: $d = r_1 + r_2$. Yadrolararo masofa - d kristallning panjara konstantasi nomi bilan yuritiladi. Uni tajribada rentgen nuri yordamida aniqlash mumkin.

Agar kristall panjarani tashkil qilgan modda ikki iondan iborat bo'lsa, bir ionning radiusi ma'lum bo'lgan taqtiqdagina $d = r_1 + r_2$ formulasidan foydalanib, ikkinchi ionning radiusini aniqlay olamiz. Demak, ionlarning radiusini aniqlash uchun avvalo lokal bitta ionning radiusini bilish kerak.

Optik usullar yordamida flor ioni F⁻ ning radiusi ($r=0,133$ nm) bilan kislorod ioni O²⁻ ning radiusi ($r=0,136$ nm) topilgan, ularning radiuslari aniqlangandan so'ng boshqa ionlarning radiuslarini hisoblab topish mumkin bo'ladi. Masalan, NaF kristall panjarasining konstantasi $d=0,231$ nm. Bundan fluor ionining radiusini ayirib natriy ionining radiusini topamiz.

$$r_{\text{Na}^+} = 0,231 - 0,133 = 0,098 \text{ nm}$$

Natriy ionining radiusi topilgandan keyin xlor ionining radiusini aniqlash qiyin emas. Osh tuzini rentgen nurlari yordami bilan tekshirish

natijasida topilgan panjara konstantasi $d=0,279$ nm. Bu qiymat natriy va xlor ionlarining radiuslari yig'indisiga teng. Bundan natriy ionining radiusini ayirsak, xlor ionining radiusi kelib chikadi:

$$r_{Cl^-} = 0,279 - 0,098 = 0,181 \text{ nm}$$

Shunday yo'l bilan boshqa ionlarning radiuslarini ham topish mumkin. Bunday topilgan radiuslar ionlarning xaqiqiy radiusi emas, balki effektiv radiusidir; yana aytib o'tamizki, bu radiuslarni hisoblashda ionlarning elektron kavatlarlari bir-biri bilan qoplashishi e'tiborga olinmaydi.

Elemen tuzidan elektron yuqotib, kation hosil qiladi. Barcha ionlarni quyidagi uch guruhga bo'lish mumkin.

1) sirtqi valent qobig'i 2 yoki 8 elektron (nodir gazlar atomlarining tashqi elektron kobig'ining tuzilishi) konfiguratsiyaga ega bo'lgan ionlar;

2) sirtqi valent qobig'ida 18 ta elektronga (s-, p- va d-qobiqchalarning batamom to'lgan holatiga) ega bo'lgan ionlar va

3) sirtqi valent qobig'idagi elektronlar soni 8 bilan 18 orasidagi miqdorda elektronga ega bo'lgan ionlar.

Tashqi qobiqda nodir gazlar elektron konfiguratsiyasi hosil bo'lgan ionlarning turg'un ekanligiga har bir davr oxiriga siljish tartibida elementlarining elektronlarini tortib olish (ionlash) uchun sarf qilinadigan energiyaning miqdori ortib borishi dalolat beradi. Yuqorida keltirilgan tartibda qobiqchalarning turg'unligi kamayib boradi.

Ionlashish energiyasi I . gaz holatdagi atomdan elektronni olish uchun zarur bo'lgan minimal energiyadir.



Birinchi ionlashin energiyasi I_1 neytral atomdan unga mustahkam bog'langan elektronni ajratish uchun zarur energiya ikkinchi ionlashish energiyasi I_2 hosil qilingan kationdan elektronni ajratish uchun zarur energiya. Ionlashish energiyasi odatda elektron voltlarda o'lchanadi, 1 Ev potentsiallar farqi 1 V bo'lgan maydonda harakatlanuvchi elektronning energiyasidir, demak elektronning energiyasi kilojoulde 96,485 kJ mol. Vodorod atomining ionlanish energiyasi 13,6 Ev bu degani vodorod atomidan elektronni ajratish potentsiallar farqi 13,6 Ev bo'lgandagi elektronning harakati (energiya) ga teng.

Elektromanfiylik kimyoviy birikma tarkibidagi element atomining elektrog'larini tortish qobiliyatidir. Agar element atomi elektronni biriktiriga moyillik bo'lsa u elektromanfiy (masalan fluor atomi. Elektromanfiylik bog' energiyasini muhokamasida, reaksiyaning yo'nalishi va bog'larning qutbliligini oldindan aytishda ishlatiladi.

Elektromanfiylikni hisoblashning bir qancha usullari bor. Laynus Poling elektromanfiylikni hisoblashda bog'lar hosil bo'lish energiyasiga asoslangan.

4.4.Davriy qonun va davriy sistemaning taraqqiyoti

Davriy qonun va davriy sistema kimyo fanining taraqqiyotida katta ahamiyatga ega bo'ldi. U yangi ilmiy kashfiyotlar qilishda muhim o'rin tutdi. Atom tuzilish nazariyasi kashf qilingandan keyin quyidagi muhim masalalar hal qilindi;

1) kimyoviy xossalarning davriy o'zgarishi 2) davriy sistemaning guruhlariga asosiy va yonaki guruhchalarga bo'linishi 3) Er pustlog'ida kam uchraydigan lantanoidlarning mavjudligi 4) kimyoviy xossalarning ma'lum qonuniyat bilan o'zgarishi 5) argon va kaliy; kobalt va nikel; tellur va yod; toriy va protakteniyning atom massalarining qiymatiga e'tibor bermay sistemaga joylashtirishda qonundan oz bo'lsada chetlanishlik sabablari aniqlandi.

D. I. Mendeleevning davriy qonun va davriy sistema haqidagi g'oyalari ikki yo'nalishda rivojlanadi; bulardan biri - elementlarning davriy xossalarini izlash; ikkinchisi - davriy sistemani yangi variantlarini yaratish.

Elementlarning yangi o'rganilgan davriy xossalari qatoriga - ularning atom radiuslari, ionlanish potentsiallari va elektromanfiylik kabi xossalari qo'shildi. Undan tashqari rus olimi E.B.Biron D.I.Mendeleevning har qaysi guruhchasida asosiy davriylikdan tashqari, yana ikkilamchi (duvarak) davriylik mavjudligini aniqladi. Elementlarning xossalari har qaysi guruhchada bir tekisda o'zgarmasdan balki guruhchada ham o'ziga xos davriylik bordir; masalan, galogenlarning kislorodli birikmalarining barqarorligi flordan xloga o'tgan sayin kuchayadi, lekin xlordan bromga o'tganda susayadi; bromdan yodga o'tishi bilan yana kuchayadi.

D.I.Mendeleevning davriy sistemasi uchun taklif etilgan variantlar soni qariyb 200 dan ortib ketdi. Lekin bulardan eng muhimlari S.A.Shchukaryov, A.Verner, Bor-Tomsen, B.Nekrasovlar taklif etgan variantlari hisoblanadi. Hozirda qo'llanilayotgan davriy sistema eski variantlardan keskin farq qiladi. Bu sistemada 8 ta guruh bo'lib, nodir gazlar VIII guruhning asosiy guruhchasiga kiritilgan. Atom massalar uglerod birligida ko'rsatilgan; vodorod faqat VII guruhga joylashtirilgan. Davriy sistemaning bu varianti atom tuzilishi haqidagi barcha ma'lumotlarni o'z ichiga oladi.

Mavzuni mustahkamlash uchun nazorat savollari

1. Mendeleev davriy qonuni qanday kashf etilgan? Bu qonun qanday ta'riflanadi?
2. Elementlarning davriy sistemada qanday joylashtirilganligini aytib bering. Elementlarning «atom raqamlari» qanday ahamiyatga ega?
3. Davriy jadvalning «qisqa davrli» va «uzun davrli» variantlari, guruh, guruhcha, qator, davr tushunchalariga izoh bering.
4. Davriy qonun va davriy sistemaning rivojlanishida bosqich haqida nimalar bilasiz?
5. Davriy sistemada elementlar xossalari namoyon bo'ladigan o'xshashliklarni aytib bering.
6. Elementlarning davriy va davriy bo'lmagan xossalari haqida nimalar bilasiz?
7. Elementlarning atom radiusi, ionlanish potentsiali davr va guruh ichida qanday o'zgaradi?
8. Davriylik deganda nimani tushunasiz? Ikkilamchi davriylik nimadan iborat?

5. MATERIYANING TARKIBIY QISMLARI

5.1. Oddiy va murakkab moddalar, aralashmalar

Modda aniq tarkibga ega bo'lgan materiya. Moddalarning ikki tipi bor: oddiy moddalar va murakkab moddalar. Oddiy modda bir xil tipdagi atomlardan tashkil topadi, ular alohida yoki molekula holida uchrashi mumkin, Murakkab moddalar molekula (yoki formulali birlik) lardan iborat, ikki yoki undan ortiq turli xil atomlarning o'zaro bog'lanishlaridan hosil bo'ladi. Aralashma ikki yoki undan ortiq moddadan tashkil topgan o'zgaruvchan tarkibli fizikaviy aralash materiyadan iboratdir. Murakkab moddaning xossalari uning komponentlari xossalariidan ajralib turadi, aralashmalar ese ajralib turmaadi.



Jismlar ichida jismlar

Buni quyidagicha ifodalash mumkin: granit bo'lagi kichik bo'laklardan tashkil topgan, bo'laklar o'z navbatida yanada kichikroq zarralardan tashkil topgan, bo'laklar o'z navbatida yanada kichikroq zarralardan tashkil topgan. Ushbu bobda siz materiya komponentlarini o'rganasiz va ularning qanday bog'langanligini ko'rasiz.

- Uchta massa qonunlarini atomar tuzilish nazariyasiga bog'lasak: kimyoviy o'zgarish vaqtida massa saqlanib qoladi, xohlagan birikma namunasi uning komponentlari proporsional nisbatda bo'ladi, birikma tarkibidagi atomlar o'zaro kichik son nisbatlarida bo'ladi.

- Daltonning atom nazariyasiga ko'ra, har bir element atomi aloha massa va boshqa xossalarga ega bo'ladi. Kimyoviy reaksiya vaqtida massa saqlanadi, chunki bu vaqtda atomlar molekulalardagi o'rnini almashadi.

- XX asrda boshlangan tajribalar ko'rsatishicha, atom musbat zaryadlangan yadro (u atomning deyarli barcha massasini tashkil qiladi, ammo juda kichik hajmini egallaydi) va yadro atrofida aylanuvchi manfiy zaryadli elektrondan tashkil topgan.

- Atom 3 xildagi elementar qismlardan tashkil topgan: musbat zaryadli proton va zaryadsiz neytron atom yadrosini tashkil qiladi va yadro atrofida aylanuvchi manfiy elektron. Atom neytral bo'ladi, undagi

protonlar soni elektronlar soniga teng. Bir elementning barcha atomlarida protonlar soni (atom soni-Z) teng bo'ladi, shuningdek kimyoviy xossalari ham bir xil bo'ladi. Izotoplar bir elementning turli massadagi atomlaridir, chunki ularda neytronlar miqdori turlicha bo'ladi. Elementning atom massasi uning tabiatda uchraydigan izotoplarining o'rtacha massasi hisoblanadi

- Davriy jadvalda atomlar gorizontal davrlar va vertikal guruhlariga atom zaryadi ortib borish tartibida joylashgan. Metallar jadvalda chap pastki uchta chorakda joylashgan. Metallmaslar o'ng yuqori burchakda joylashgan, metalloidlari ularning orasida joylashgan. Guruhlardagi elementlarning xossalari o'xshash bo'ladi

- Kimyoviy birikma hosil bo'lishida elektronlar ishtirok etadi. Ionli birikmalar hosil bo'lishida metal atomi metalmas atomiga elektron beradi, natijada zaryadlangan qismlar (ionlar) bir-birini kuchli tortadi. Kovalent bog'lanishda metallmas atomlarining elektronlari o'rtada taqsimlanadi va odatda alohida molekula hosil qiladi. Har bir birikmaning elementar tarkibi asosidagi nomi, formulasi va massasi bo'ladi.

- Kimyoviy birikmalardan farqli ravishda aralashmalarni fizikaviy usullar bilan komponentlarga ajratish mumkin: Geterogen aralashmalar bir jinsli bo'lmagan sistemalaridir, ularda komponentlar orasida ko'rinadigan chegara mavjud. Bir jinsli aralashmalarda butun sistema bir xil tarkibli bo'ladi, bunda komponentlar alohida atomlar, ionlar yoki molekular holida bo'ladi.

Hayotimizda ko'p uchraydigan xohlagan materiya namunasi: tosh bo'lagi, daraxt shoxi, kapalak qanotiga diqqat qaratsak ko'ramizki, ular ko'pgina mayda qismlardan tashkil topgan. Mikroskop yordamida ular yanada kichikroq qismlardan iborat ekanligini ko'ramiz. Agarda biz milyard marta kattalashtiradigan bo'lsak, barcha moddalar atomalardan tashkil topganini ko'ramiz. Moddalarni tuzilishini zamonaviy olimlar birinchilardan bo'lib o'rganishmagan. Qadimgi yunon faylasuflari hamma narsalar bir yoki bir nechta asosdan kelib chiqadi deb ishonishgan. Ammo atomizm otasi Demokrit boshqa yo'ldan ketdi. Uning fikriga ko'ra, deylik alyuminiy bo'lakchasini olib uni mayda bo'laklarga bir necha marta bo'laversak, juda mayda alyuminiy zarrachalarini olamiz. Bu jarayon bo'linmas zarrachalar hosil bo'lgunga qadar davom etadi. U bu bo'linmas zarrachalarni atomlar (atomos – bo'linmas) deb nomladi. Ammo buyuk g'arb faylasuflaridan biri Aristotel bu mulohazalarga qarshi chiqdi, natijada atomistik nazariya 2000 yil ortga surildi. Nihoyat XVII-asrda ingliz olimi R.Boylning

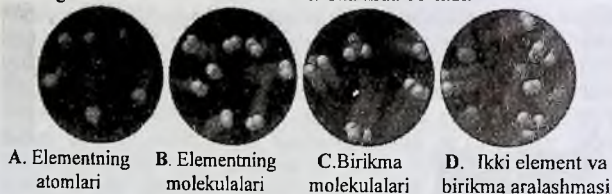
fikricha moddalar “oddiy tanadan, alohida organlardan emas” deb tushuntirdi.

So‘nggi ikki asrda kimyoda jadal rivojlanishlar ro‘y berdi va atomning “bilyard shari” ko‘rinishi yaratildi. XX asrda kimyo shiddat bilan rivojlanib, biz bilgan murakkab ichki tuzilishli atom modeli yaratildi. Ushbu bobda biz moddaning makroskopik va atom darajasida tarkibi va xossalarini ko‘rib chiqamiz.

Moddalarni tuzilishiga qarab uchta tipga bo‘lishimiz mumkin: oddiy moddalar, birikmalar va aralashmalar. Oddiy moddalar va birikmalar moddaning ikki xil ko‘rinishi: doimiy tarkibli materiya hisoblanadi. Aralashmalar modda hisoblanmaydi, ular o‘zgaruvchan tarkibliidir.

1.Oddiy moddalar. Alohida fizikaviy va kimyoviy xossaga ega bo‘lgan, materiyaning eng soddada tipidir. U bir xil turdagi atomlardan iborat va quyida ko‘riladigan fizikaviy va kimyoviy usullar yordamida materiyaning yanada soddaroq tipiga parchalash mumkin emas. Har bir moddaning o‘z nomi bor, masalan, kremniy, kislorod yoki mis. Kremniy namunasi faqat kremniy atomlaridan iborat. Kremniy bo‘lakchasining makroskopik xossalari: rangi, zichligi va yonuvchanligi mis bo‘lakchasidan tubdan farq qiladi, chunki mis atomining submikroskopik xossalari mis atomidan farq qiladi, ya‘ni har bir oddiy modda o‘ziga xos, chunki uning atomlarining xossalari ham o‘ziga xosdir.

Tabiatda ko‘pgina oddiy moddalar birgalikda uchraydi, bundan tashqari alohida yoki boshqa atomlar bilan bog‘langan holda bo‘ladi, bu fizik bo‘g‘lanishdir. 5.1A-rasmda gaz holatdagi bir atomli oddiy modda tasvirlangan. Bir qancha oddiy moddalar molekula holatida uchraydi, molekula ikki yoki undan ortiq bo‘lgan atomlarning o‘zaro bog‘lanishidan hosil bo‘lgan mustaqil tuzilmadir (5.1B-rasm). Masalan, havodagi kislorod ikki atomli molekula shaklida bo‘ladi.



5.1-rasm. Elementlar, birikmalar va aralashmalarining atom shkalasi

Bu rasmda tasvirlangan namunalar gazlardir, lekin moddalarning suyuq va qattiq holdagi agregat holatlari ham uchraydi.

Natriy, xlor va natriy xloridning xossalari

Xossa	Natriy		Xlor		Natriy Xlorid	
Suyuqlanish darajasi	97,8 °C		-101 °C		801 °C	
Qaynash harorati	881,4 °C		-34 °C		1413 °C	
Rangi	Kumush rang		Sariq yashil		rangsiz(oq)	
Zichligi	0,97 g/sm ³		0,003 2 g/sm ³		2,16 g/sm ³	
Suv b-n munosabati	Reaksiyaga kirishadi		Biroz eriydi		juda yaxshi eriydi	

2. Murakkab moddalar. Murakkab modda ikki yoki undan ortiq element atomlarining kimyoviy birikishidan hosil bo'ladi. Ko'pgina murakkab moddalar molekulalardan tashkil topadi, masalan ammiak, suv, karbonat anhidrid kabi. Lekin ayrim moddalar, masalan kremniy (IV) oksid va natriy sulfat kabilar molekulalardan iborat emas. Birikmalarda element atomlari aniq massalarda birikadi. Chunki birikmada har bir atom aniq sonda birikadi. Masalan, ammiak molekulasida massa bo'yicha 14 qism azot va 3 qism vodorod bo'ladi, azot atomi vodorod atomidan 14 marta og'ir. Shunday qilib ammiak molekulasida 1 ta azot va 3 ta vodorod atomidan hosil bo'ladi.

Ammiak gazida massa bo'yicha 14 qism azot va 3 qism vodorod bo'ladi.

Azot atomi vodorod atomidan 14 marta og'ir.

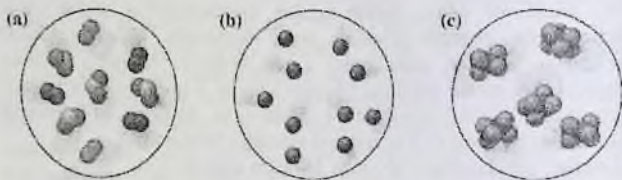
Har bir ammiak molekulasida 1 N atomi va 3 ta H atomidan tashkil topadi.

Murakkab moddaning xossalari uni hosil qilgan element atomlarining xossalari bilan farq qiladi. 5.1-jadvalda bunga yorqin misol keltirilgan. Yumshoq, kumushrang natriy metali va sariq – yashil, zaharli xlor gazidan bu komponentlarga umuman o'xshamaydigan oq, kristal NaCl (osh tuzi) hosil bo'ladi. Oddiy moddalardan farqli ravishda murakkab moddalarni komponentlarga ajratish mumkin. Masalan elektr toki yordamida NaCl suyuqlanmasidan Na metali va Cl₂ gazini olish mumkin. Bunda kimyoviy jarayon sodir bo'ladi.

3. Aralashmalar. Ikki yoki undan ortiq (oddiy yoki murakkab) moddalarning fizikaviy aralashishidan hosil bo'ladigan sistema aralashma deyiladi. Chunki aralashmalar kimyoviy modda emas, murakkab moddalardan farqli ravishda aralashmalar o'zining massa nisbatlarini o'zgartira oladi. Masalan NaCl va H_2O aralashmasi, ularni bir necha xil massa nisbatlarda aralshtirish mumkin. Atom miqyosida qaraydigan bo'lsak, aralashmalar alohida oddiy yoki murakkab moddalardan tashkil topadi. Aralashmalarda uning tarkibidagi komponentlarning xossalari saqlanib qoladi. Masalan, osh tuzining suvdagi eritmasi rangsizligi jihatdan suvga, sho'r ta'mi bilan osh tuziga o'xshaydi. Murakkab moddalardan farqli ravishda aralashmalarni fizikaviy usullar bilan komponentlarga ajratish mumkin. Masalan osh tuzining suvdagi eritmasidan bug'latish (fizik usul) yo'li bilan suvni chiqarib yuborish mumkin. Keyingi mulohazalar materiyaning bu turini farqlashga yordam beradi.

Misol. Atom darajasida oddiy modda, birikma va aralashmalarni farqlash.

Misol yuzasidan quyidagi muammo kelib chiqadi: Quyida materiyaning atom darajasidagi uchta ko'rinishi tasvirlangan:



Har bir tasvirni oddiy modda, birikma va aralashma sifatida tasvirlang.

Komponent qismlarini o'rganish davomida materiya turini o'rganishimiz kerak. Agar namuna bir xil turdagi qismlardan iborat bo'lsa, u oddiy yoki murakkab modda, agar unda birdan ortiq turdagi qismlar bo'lsa, u aralashma hisoblanadi. Oddiy moddalarda element atomlarining bir turi, murakkab moddalarda esa ikki yoki undan ortiq turi bo'ladi.

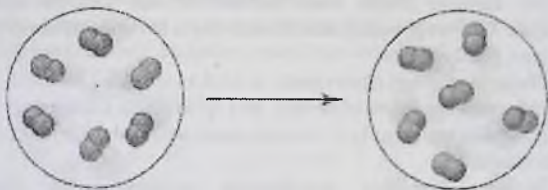
Yechim:(a) aralashma: uch xil turdagi qismlar mavjud. Ikki turida faqat bir xil atomlar bor, yashil yoki binafsha, bular oddiy moddalardir.

Uchinchi turda har bir sariq atomga ikkita qizil atom to'g'ri keladi, demak u murakkab modda.

(b) oddiy modda. Namuna faqat ko'k atomlardan iborat.

(c) murakkab modda. Namunadagi har bir molekula 6 ta ko'k va 2 ta qora atomlardan tashkil topgan.

5.1-mashq. Quyidagi reaksiyani oddiy, murakkab modda va aralashma tarzida tasvirlab izohlang.



Mavzu yuzasidan xulosa

- Butun materiya aralashma, oddiy va murakkab moddalardan tashkil topgan.

- Har bir oddiy yoki murakkab modda o'zining aniq tarkibiga ega bo'lgan birikmadir.

- Oddiy modda bir turdagi element atomlaridan iborat bo'lib, atomlar yoki molekulalar to'plami holida bo'ladi.

- Murakkab moddada ikki yoki undan ortiq kimyoviy bog'langan element atomlari bo'ladi, bu atomlar alohida holdagi xossalarni namoyon qilmaydi. Bunda atommlar aniq nisbatlarda birikkan bo'ladi. Faqatgina kimyoviy o'zgarishlar murakkab moddalarni atomlargacha parchalay oladi.

- Aralashmalar ikki yoki undan ortiq moddalarning kimyoviy bog'lanishidan emas, o'zaro aralashishidan hosil bo'ladi. Komponentlar o'zlarining xossalarni saqlab qoladi, istalgan nisbatda aralasha oladi va ularni fizik usullar bilan komponentlarga ajratish mumkin.

Daltonning atomar nazariyasi. Hozirda oson ko'rinishi mumkin, ammo bundan 200 yil oldin massa qonunlarini materiyaning atom modeli yordamida tushuntirish ilojisiz narsa edi, 1808 - yilda Jon Dalton o'zining materiyaning atomar nasariyasini yaratdi, bu kimyoning yangi falsafasi edi.

Atom nazariyasining postulatleri. Dalton o'zining atom nazariyasini bir qancha postulatlar yordamida tushuntirib berdi. Ko'pchilik buyuk mutaffakkirlar kabi Dalton ham o'z nazariyasida

boshqalarni g'oyalarni umumlashtirdi. Postulatlar orqali o'tganimizda zamonaviy atamalarni uchratamiz, ular orginal va boshqalariga asos bo'lib xizmat qiladi.

1. Barcha moddalar atomlardan tuzilgan, ular elementning eng kichik bo'linmas qismidir, ularni yaratish va parchlash mumkin emas. (Ushbu atama Demokrit tomonida Lavuazedan 2000 yil, massaning saqlanish qonuni yaratilmasdan avval qo'llanilgan.)

2. Bir element atomi hech qachon boshqa element atomiga aylanmaydi. Kimyoviy reaksiyada atomlar qayta kombinasiyalanib yangi birikmalarni hosil qiladi.

3. Element atomlari atom massa va boshqa xossalari bilan bir xil va o'zga xohlagan element atomlaridan farq qiladi. (Bu Daltonning yangi g'oyalari asosida tuzilgan: ayni element atomi uchun alohida atom massa va xossa mavjud).

4. Birikma kimyoviy kombinasiya natijasida turli element atomlarining o'zaro bog'lanishidir (Bu bevosita tarkibning doimiylik qonunidan kelib chiqadi).

Nazariya massa qonunlarini qanday tushuntiradi. Daltonning postulatlarini massa qonunlarini qanday tushuntirishini qaraymiz:

- Massaning saqlanish qonuni. Atomni yaratish yoki parchalash mumkin emas (1-postulat) yoki atomni o'zgartirish mumkin emas (2-postulat). Shunday qilib, kimyoviy reaksiya vaqtida atomlar qayta guruhlanadi, tabiiyki, bu jarayonda umumiy massa o'zgarishsiz qoladi.

- Birikmani aniqlash (Tarkibning doimiylik qonuni). Birikma turli atomlarning o'zaro bog'lanishlaridan iborat (4-postulat), har bir atom o'zining shaxsiy massasiga ega. Demak, birikmadagi barcha elementning yig'indi massasi birikmaning umumiy massasini tashkil qiladi.

- Karrali proporsiya (Karrali nisbatlar qonuni). Element atomlarining massalari bir xil bo'ladi (3-postulat) va atomlar parchalanmaydi (1-postulat). B elementning massasi A elementning umumiy massasiga o'zaro kichik butun son nisbatida bo'ladi, chunki turli birikmalardagi A element atomlariga B elementning har xil miqdordagi atomlari to'g'ri keladi.

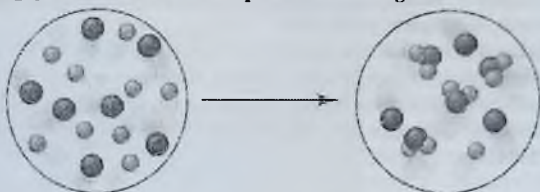
Oldinroq uglerod oksidlarining massalaridan iborat oddiy sxemada bir dona uglerod atomiga bir kislorod atomi (uglerod (II) oksid) to'g'ri kelishini, bitta uglerod atomi ikkita kislorod atomi (uglerod (IV) oksid) bilan bo'glanganini ko'rgan edik:



Uglerod (II) oksid Uglerod (IV) oksid
(uglerod monooksid) (uglerod dioksid)

Keling, masalani yechish orqali massa qonunlarini ko'rib chiqamiz.

Masala. Quyidagi rasmda kimyoviy reaksiya atom darajasida berilgan. Qaysi massa qonuni: massaning saqlanishi, tarkibning doimiyligi yoki karrali nisbatlar qonuni tasvirlangan?



Reja. Tasvirlangan atom (shar) larning rangi va sonini hisoblasak javobni topamiz. Agar reaksiyadan oldin va keyin atomlar soni bir xil bo'lsa, umumiy massa o'zgarmagan bo'ladi (massanning saqlanish qonuni). Agar birikma shaklida bo'lsa, atomlar orasida doimo bog'lanish bo'ladi, element atomlari umumiy massani hosil qilishda ishtirok etadi (tarkibning doimiyligi). Agarda bu elementlar turli birikmalar hosil qilsa va atomlar bir element bilan bog'langan bo'lsa, ya'ni, bir element atomi boshqa element atomi aniq soni bilan turli kombinasiyalar hosil qilsa, birikmalardagi massasi kichik butun sonlar nisbatida bo'ladi (karrali nisbatlar qonuni).

Echim. Har bir doirada ettitada binafsharang va to'qqiztadan yashil atom bor, demak massa saqlanmoqda. Har bir birikma bitta binafsha va ikkita yashil atomdan iborat, bundan kelib chiqsak, tarkib doimiy. Faqat bir xil birikma mavjudligini hisobga olsak, karrali nisbatlar qonuniga bu yerda hojat yo'q.

Topshiriq. Qaysi misol(lar)dagi brom (to'q sariq) va fluor (sariq)ning birikmasida karrali nisbatlar qonuni ko'rsatilgan? Tushuntiring?



Mavzu bo'yicha xulosalar

- Kimyoviy reaksiya vaqtida massa saqlanadi, chunki atomlar o'zgarmaydi, faqat qayta guruhlanadi.
- Birikma massasini tarkibidagi elementlar massa yig'indisi tashkil qiladi, chunki birikma aniq sondagi element atomlaridan iborat.
- Turli birikmalar ayni bir xil elementlardan tashkil topgan bo'lsa, karrali nisbatlar qonuniga bo'ysunadi, chunki birikmalar butun sondagi atomlardan iborat.

5.2. Atomning yadro modeli yaratilishi

Dalton modeli yaratilgach reaksiya natijasida massa o'zgarماسligini tushuntirish mumkin bo'ldi, ammo kimyoviy bog' nima, u qanday hosil bo'ladi, nima uchun suv molekulasida kislorod bilan ikkita vodorod, nega uchtasi birikmaydi degan savollarga javob bera olmas edi.

Bundan tashqari, Daltonning modeliga ko'ra atom juda kichik, shar shaklida, bo'linmas zarracha bo'lib, subatom zarrachalar mavjudligini ko'rsatmas edi. Keyingi tajribalar shuni ko'rsatdiki, atom elektron va yadrodan iborat ekan. Keling ushbu tajribalarni va qanday qilib murakkab atom modeli paydo bo'lganini kuzatamiz.

Elektronning ochilishi va uning xossalari. Olimlar materiya va elektr zaryadi orasida qandaydir bog'liqlik borligini uzoq yildan beri bilishardi. Qahrabo mo'ynaga yoki shisha shoyiga ishqalanganda biri musbat biri manfiy zaryadga ega bo'lib qoladi, kun quruq bo'lganida sochlaringiz charsillab, taroqqa yopishib qoladi. Ular yana elektr toki birikmalarning elementlari orasida taqsimlanishini bilishardi. Ammo ular bu qanday bo'lishini bilishmas edi.

Katod nurlari Elektr toki tabiatining ochilishi bir qancha ixtirochilarga qiyinchilik tug'dirdi, elektr toki ko'chiruvchi shisha naycha orqali metall elektrod yordamida o'tkazildi. Elektr toki manbaasi yoniq bo'lganda, metall sirtida nurlanish bo'ladi. Ushbu nurlar katod

nurlari deb ataladi, chunki u manfiy elektrod (katod)dan musbat elektrod anodga o'tishda hosil bo'ladi.

5.2-rasmda ushbu kuzatishlar natijasida aniqlangan katod nurlarining bir qancha xossalari keltirilgan. Bulardan kelib chiqadigan asosiy xulosalar shundan iboratki, katod nurlari manfiy zaryadlangan zarralardan iborat va butun materiyada uchrar ekan. Nur evakuatsion naychada ushbu zarralarning qolgan gaz molekulari bilan to'qnashishi natijasida paydo bo'ladi. Katod nuri zarrachalari keyinchalik elektron deb ataldi.

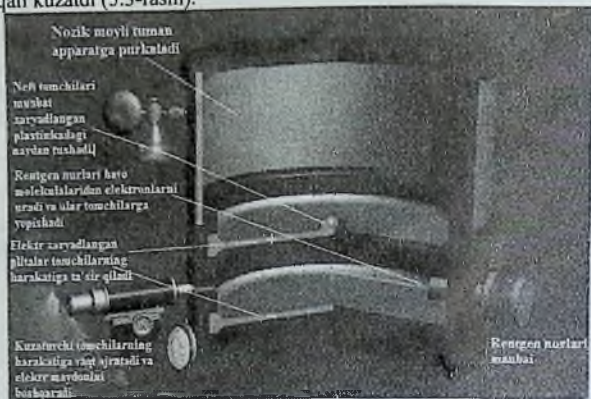
	Kuzatish	Xulosa
	1.Nur magnit maydonida qayrildi.	Zaryadlangan zarrachalardan iborat.
	2.Nur elektr maydonida musbat plastinkaga og'irdi.	Manfiy zaryadli zarralardan iborat.
	3.Nur soxlagan katodda bir xil.	Zarralar butun materiyada topildi.

5.2-rasm. Katod nurlarining xossalari

Elektronning massasi va zaryadi. Ikki klassik tajriba elektronning massasi va zaryadini ko'rsatdi:

1.Massa/zaryad bog'liqligi. 1897 yilda ingliz fizigi Tomson (1856-1940) katod nuri zarralarining massasi va zaryadi mavjudligini aniqladi. Massasini qolgan atomlar bilan taqqoslaganda aralashmadagi eng kichik zaryadli zarracha ekanligini aniqladi, Tomson fikricha, katod nuri zarrachalari massasi vodorod massining 1/1000 qismidan ham kichik bo'lib, bu eng engil atom edi. U shokda edi, chunki bu Daltonning atom nazariyasiga zid edi, ya'ni, atomlar yanada kichikroq zarralardan tashkil topadi degan i edi. Olimning izohiga Tomson ishonmadi va buni hazil deb qaradi.

2.Zaryad. 1909 yilda amerikalik fizik Robert Milliken (1868-1953) elektronning zaryadini o'lhadi. U buni bajarish uchun apparatdagi yog' tomchisining harakatini zaryadli plastina va rentgen nurlari manbaasi orqali kuzatdi (5.3-rasm).



5.3-rasm. Millikanning elektronning zaryadini aniqlovchi yog' tomchi tajribasi. Yog' tomchilari zaryadining yig'indisi elektron zaryadiga karrali bo'ladi

Rentgen nurlari apparat ichidagi havodagi gaz molekularidan elektronlarni qo'zg'atadi va elektronlar yog' tomchilariga yopishib teshikdan musbat zaryadli plastinaga tushadi. Elektr maydonni o'chirish yordamida Milliken tomchilarning tushish tezligidan ularning massasini o'lhadi. Keyin maydon kuchini sozlash orqali, havoni kirishini to'xtatib tomchilarni o'lhadi va shunday qilib umumiy zaryadni aniqladi.

Ko'p urinishlardan so'ng, Milliken har xil tomchilardagi zaryadlar yig'indisi doimo butun son ekanligini va minimal zaryadga karrali bo'lishini aniqladi. U xulosa chiqardi, agar har xil yog' tomchilari turli sondagi elektronlarni olsa, ushbu minimal zaryad elektronning zaryadiga teng. E'tiborga molik tarafi, u yuz yildan ko'proq vaqt oldinroq elektron zaryadini zamonaviy bilimlar bo'yicha 1% xatolik bilan aniqladi, unga ko'ra $1,602 \cdot 10^{-19}$ K (K-kulon, SI da zaryad birligi).

3. Xulosa: elektronning massasini hisoblash. Elektronning massasi/zaryadi bog'liqligidan elektronning zaryadini bilgan holda uning massasini topamiz:

$$\begin{aligned}\text{Elektron massasi} &= \frac{\text{massa}}{\text{zaryad}} \cdot \text{zaryad} \\ &= -5,686 \cdot 10^{-12} \frac{\text{kg}}{\text{C}} \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \\ &= 9,109 \cdot 10^{-31} \text{kg} = 9,109 \cdot 10^{-28} \text{g}\end{aligned}$$

Atom yadrosining ochilishi

Butun materiyada elektronning mavjudligi atom tuzilishi to'g'risida bir qancha jiddiy savollarni yuzaga keltirdi. Materiya zaryad jihatdan neytral hisoblanadi, shu sababdan atom ham shunaqa bo'lishi kerak. Agarda atom manfiy zaryadli elektronni tutar ekan, qanday musbat zaryadlar ularni muvozanatga soladi? Va agar elektron juda kichik massaga ega ekan, atomning massasi anchagina katta ekanligi nima bilan izohlanadi? Ushbu muammoni hal qilish uchun Tomson "olxo'rili keks" sharsimon modelini taklif qildi. Unga ko'ra atom aralash, musbat zaryadli materiyadan va undagi "keksdagi mayiz" singari tarqalgan elektronlardan iborat.

1910-yilda Yangi Zelandiyada tug'ilgan fizik Ernest Rezerford (1871-1937) bu modelni tekshirib ko'rib bir qancha kutilmagan natijalar oldi (5.4-rasm):

1. Ekspremental dizayn. 5.4B-rasmda tajriba qurilmasi ko'rsatilgan radiydan tarqalyotgan, kichik, qalin, musbat zaryadli alfa (α) zarralar oltin folga tomoniga yo'naltiriladi. Dolirasimon, rux sulfidli ekran o'tgan (tarqalgan) α zarralar unga borib tekqandayorqin nur tarqaladi.



5.4-rasm Rezerfordning α zarralarning tarqalishi tajribasi va atom yadrosining ochilishi

2. Kutilgan natijalar. Tomson modelida yuqoridagi (5.4A-rasm) ko'rinish bo'lishi kerak edi, Rezerford faqat shunaqa natija kutgan edi, agar shunday bo'lganida edi, taralayotgan zarralar o'q kabi oltin folgadan to'g'ri o'tib ketgan bo'lardi. Oxir oqibat, stol tennisi to'pi beysbol to'pini bura olmaganidek, elektron o'tayotgan α zarralarni og'dirmasligi kerak edi.

3. Haqiqiy natijalar. Dastlabki natijalar bu g'oyaga muvofiq keldi, ammo keyinchalik kutilmagan natijalar paydo bo'ldi (5.4C-rasm). Rezerford eslaganidek: "Men tushundim, ikki yoki uch kun o'tgach Geyger (uning jamoasidagilardan biri) oldimga keldi va to'liqlanib dedi: bir qancha α zarrachalar orqaga qaytdi"

5.3.Kvant nazariyasi va atom tuzilishi

Ushbu bobni o'rganishda e'tibor berish zarur bo'lgan tushunchalar:

- Vakuumda elektromagnit nurlanish to'liqin tarzida, yorug'lik tezligi c ga teng tezlik bilan, tarqaladi. To'liqin – to'liqin uzunligi (λ , qo'shni to'liqlar cho'qqilari orasidagi masofa), chastota (ν , bir soniyada sodir bo'luvchi tebranishlar miqdori) va nurlanish intensivligini aniqlovchi amplituda (to'liqin balandligi) bilan tavsiflanadi. Elektromagnit nurlanish spektrining ixtiyoriy qismi bir qancha to'liqin uzunligini o'z ichiga olgan bo'ladi.

- Kundalik kuzatishlardan energiya atrofga tarqalib ketishi va moddalar zich holda bo'lishi ma'lum. Lekin ba'zi hodisalar, masalan, qora jismning nurlanishi (yuqori haroratli ob'yektlarni yorug'lik tarqatishi), fotoeffekt (metalg yorug'lik tushganda tok hosil bo'lishi) hamda atomlar spektri (o'yg'ongan holatda modda turli xildagi maxsus rangdagi nurlarni tarqatishi) kabi jarayonlar energiya alohida 'qismchalar' (kvantlar) tarzida tarqaladi va shuning uchun u fiksirlangan miqdordagina o'zgaradi deb faraz qilinganda izohlanishi mumkin. Kvantning energiyasi uning chastotasiga bog'liq.

- Bor modeliga ko'ra, atom spektri, u turli energiya sathlariga ega bo'lganligi tufayli, bir qancha chiziqlarga ajralgan bo'ladi. Ushbu spektr chiziqlari atom yadrosi atrofida orbitalar bo'ylab joylashgan elektronlarga mos keladi. Atom ma'lum chastotali yorug'likni yutganda (tarqatganda) undagi elektron bir orbitadan boshqasiga siljiydi va shuning uchun uning energiyasi o'zgaradi.

- Zarra-to'liqin duallizmi – materiya bir paytning o'zida ham to'liqin (de Broyl to'liqin uzunligi va elektronlarning difraksiyasi) va ham zarra xususiyatiga (yorug'lik fotonlari impulsiga ega ekanligidan) ega bo'lishi mumkinligini anglatadi. Bu xususiyatlar atom o'lchamlaridan kichik

masshtablardagina kuzatiladi va ularga ko'ra biz elektronning joyini hamda tezligini bir paytni o'zida o'lchay olmaymiz (Heizenbergning noaniqlik prinsipi).

- H atomining kvanto-mexanik modeliga ko'ra atomning har bir energiya sathi atom orbitali (to'liqin funksiya) bilan bog'langan. Atom orbitali (to'liqin funksiya) uch o'lchamli, fazoda elektronning atom ichidagi joylashuvini matematik tavsifidir. Biz elektronni fazodagi aniq joylashuvini emas, balki uni fazoning qandaydir kichik hajmida joylashish ehtimolliginigina bilishimiz mumkin. Ushbu ehtimollik elektron yadro yaqinida bo'lganda eng katta bo'lib, yadrodan uzoqlashgan sari kamayib boradi.

- Kvant sonlari har bir atom orbitalining energiyasini (n , asosiy), shaklini (l , orbital burchak momenti) va fazodagi yo'nalishini (m , magnit soni) anglatadi. Energiya sathi orbitalarni o'z ichiga oluvchi quyi sathlardan iborat bo'ladi. Bunda kvant sonlari ierarxiyasi mavjud: n asosiy kvant soni orbital burchak momenti l ni qiymatini, va o'z navbatida l esa magnit soni m ning qiymatini chegaralaydi.

- H atomida faqatgina bir turdagi elektorstatik o'zaro ta'sir bor xolos: atom yadrosi va elektron orasidagi tortishish. Shuning uchun, H atomining energiya sathlari faqatgina asosiy kvant soni n bilangina aniqlanadi.

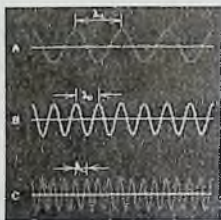
Taxminan 1890 yildan to 1930 yillar oralig'ida atrofimizni o'rab turgan olamni tuzilishi haqidagi tasavvurlarimizda inqilobga sabab bo'lgan kashfiyotlar qilindi. Avvalroq, Daltonning atom nazariyasi materiya bo'linmas eng kichik birliklardan tashkil topganligi haqidagi g'oyani, keyinchalik Rezerford modeli yadroli atomlar "bilyard sharlariga" yoki "mayizli kulcha" ga o'xshashi haqidagi tasavvurni paydo bo'lishiga olib keldi.

Rezerford o'zining atom modelini taklif qilgandayoq eng asosiy muammo paydo bo'ldi. Agar atom yadrosi va elektronlar bir biridan qandaydir masofada joylashsa, elektronning yadro atrofidagi orbita bo'ylab harakatining kinetik energiyasi yadro va elektron orasidagi elektr tortishish kuchi energiyasini (potensial energiyani) muvozanat holatga keltirilishi kerak. Lekin, klassik fizika qonunlariga ko'ra, egri chiziqli bo'ylab yadro atrofida harakatlanayotgan manfiy zaryadli elektron nurlanishi va shu tufali o'z energiyasini yo'qotib, oxir oqibat yadroga qulashi kelib chiqar edi. Aslida esa atom stabil. Shunday qilib, atomlar miqyosidagi materiya haqidagi ma'lumotlar o'sha paytdagi tajribalarda

aniqlangan qonunlar va prinsiplarga bo'ysunmasligi ma'lum bo'ldi (5.5-rasm).



5.5-rasm. Uyg'ongan holatdagi atomlar tarqatayotgan yorug'lik nurlari



5.6-rasm. Chastota va to'liqin uzunligining o'zaro bog'liqligi

XX chi asrning boshlarida qilingan kashfiyotlar modda va energiya haqidagi klassik tasavvurlarni butunlay qayta ko'rib chiqishga olib keldi. Makroskopik dunyoda moddani ushlab ko'rish, uni og'irligini o'lchash va kichik parchalarga bo'lish mumkin. Energiya bo'lsa, og'irliksiz, uning qiymati uzluksiz o'zgaradi.

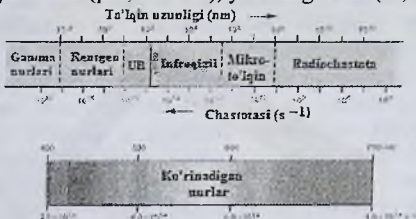
Modda ma'lum traektoriya bo'ylab siljiydi, yorug'lik va energiyaning boshqa turlari to'liqlar shaklida tarqaladi. Olimlar tomonidan atomlar o'lchamlari shkalasidagi hodisalarni o'rganish natijasida shu narsa ma'lum bo'ldiki, modda va to'liqinsimon energiya orasidagi farq yo'qolar ekan. Ushbu bobda siz bu xususiyat bilan bog'liq yanada qiziqarliroq haqiqatlar bilan tanishasiz.

Yorug'likning tabiati. Ko'rinuvchi yorug'lik, rentgen nurlar va mikroto'liqlar elektromagnit nurlanishning (elektromagnit energiya yoki nurlanish energiyasi deb ham ataladi) turli ko'rinishlaridir. Barcha elektromagnit nurlanishlar elektr va magnit maydonlari tomonidan hosil qilingan energiyadan iborat bo'ladi. Bu maydonlarning intensivligi fazo bo'ylab tarqalganda goh ortib va goh kamayib turadi. Ushbu klassik to'liqin model kamalakni paydo bo'lishini, ko'zgularni qanday ishlashi va ko'pincha uchraydigan tanish hodisalarni tushinish imkonini beradi. Lekin bu model atom o'lchamlari miqyosidagi fazo qismlarida sodir bo'luvchi hodisalarni izohlab bera olmaydi. Chunki bu holda energiya o'zini xuddi zarralar kabi tutadi.

Yorug'likning to'liqin xususiyati. Elektromagnit nurlanishning to'liqin xususiyati uchta o'zgaruvchi va bitta doimiy yordamida tavsiflanadi (5.7-rasm):

1. **Chastota** (ν , Grekcha nu). **To'liqin chastotasi** – bu bir soniyada sodir bo'luvchi tebranishlar soni; uning o'lchov birligi 1/soniya [s^{-1} ; Hers (Hs) deb ham yuritiladi].

2. **To'liqin uzunligi** (λ , Grekcha lambda). **To'liqin uzunligi** ikkita yonma-yon to'liqin cho'qqilari orasidagi masofa. To'liqin uzunligi o'lchov birligi metr, yoki o'ta kichik to'liqin uzunligi uchun nanometr (nm, 10^{-9} m), pikometr (pm, 10^{-12} m), yoki angstrom ($\text{\AA}$, 10^{-10} m).



5.7-rasm. Elektromagnit spektrning hududlari. Komponent ranglarini ko'rsatish uchun ko'rinadigan hudud kengaytiriladi (va masshtab chiziqli bo'ladi).

3. **Tezlik**. Birlik vaqt mobaynida to'liqinni bosib o'tgan yo'li to'liqin tezligi deyiladi (soniyaga metr). U to'liqin chastotasini (soniyaga tebranish) to'liqin uzunligiga (tebranishga metr) ko'paytirilganiga teng:

$$\text{To'liqin tezligi o'lchov birligi: } \frac{\text{tebranish}}{c} \cdot \frac{M}{\text{tebranish}} = \frac{M}{c}$$

Vakuumdagi elektromagnit nurlanish $2,99792458 \cdot 10^8$ m/c ($3,00 \cdot 10^8$ m/c) tezlik bilan tarqaladi. Bu qiymat fizik doimiy bo'lib c harfi bilan belgilanadi va u yorug'likning vakuumdagi tezligiga teng: $c = \nu \cdot \lambda$ (5.7-rasm) Chastota ν va to'liqin uzunligi λ lar ko'paytmasi doimiy bo'lganligidan ular o'zaro teskari proporsional munosabatda bo'ladi, ya'ni chastota ortishi bilan to'liqin uzunligi kamayadi va aksincha.

4. **Amplituda**. To'liqin amplitudasi – bu to'liqin balandligidir. Elektromagnit to'liqin holda u nurlanish intensivligi bilan bog'liq bo'lib, ko'rinuvchi yorug'lik uchun yorqinlikni anglatadi. Biror rangga mos yorug'lik o'zining chastotasiga ega (va shuning uchun to'liqin uzunligiga ega) lekin u qorong'iroq (kichik amplitudali, kam intensivli) yoki yorqinroq (katta amplitudali, katta intensivli) bo'lishi mumkin. **Elektromagnit to'liqin spektri**. Inson ko'ziga ko'rinuvchi yorug'lik elektromagnit to'liqin spektrining kichik qisminigina tashkil qiladi (5.7-rasm). Spektrdagi barcha to'liqinlar vakuumda bir xil tezlik lekin turli chastota va shunga mos to'liqin uzunlik bilan tarqalishadi. Spektr

nursimon (radiant) energiyaning kontinuumi 1 bo'lib, spektrning har bir sohasi o'zaro ketma-ket joylashgan bo'ladi. Xususan, **infraqizil (IQ)** soha bir tomonidan mikrotolqinli soha bilan, ikkinchi tomonidan esa ko'rinuvchi soha bilan yonma-yon joylashadi. Biz ko'rinuvchi yorug'likning turli to'lqin uzunligini (turli chastotasini) ranglar tarzida ko'ramiz. Ko'rinuvchi yorug'lik qizildan ($\lambda \approx 750 \text{ nm}$) to binafsha ($\lambda \approx 400 \text{ nm}$) ranggacha bo'lgan sohani o'z ichiga oladi. Bir dona to'lqin uzunlikdan iborat yorug'lik monoxromatik (Grekchadan, "bir dona rang"), bir qancha to'lqin uzunlikdan iborat yorug'lik esa polixromatik deb nomlanadi. Oq yorug'lik polixromatik elektromagnit to'lqindir. Ko'rinuvchi yorug'likning qisqa to'lqinli tomoni yonida joylashgan soha **ultrabinafsha (UB)** nurlanishni (boshqacha ultrabinafsha yorug'lik) tashkil qiladi. Yanada qisqaroq to'lqin uzunlikli (yuqori chastotali) sohalar X-nurlar va gamma (γ) nurlardan iborat. Elektromagnit nurlanishning ba'zi turlari bizga yaxshi tanish bo'lgan qurilmalarda qo'llaniladi; masalan, katta to'lqin uzunlikli, quyi chastotali nurlanishlar mikrotolqinli pechlarda, radio va mobil telefonlarda ishlatiladi.

5.1.-masala. To'lqin uzunligi va chastota orasidagi bog'lanish.

Muammo. Tish doktori pasient tishlarining rentgen suratini olish uchun X-nurlardan ($\lambda = 1.00 \text{ \AA}$) foydalanyapti. Bu paytda pasient radio eshittirishini ($\lambda = 325 \text{ sm}$) tinglab, derazadan zangori osmonni ($\lambda = 473 \text{ nm}$) tomosha qilmoqda. Har bir manbaadan tarqalayotgan elektromagnit nurlanishlarning chastotasini aniqlang? Nurlanish yorug'lik tezligida, $3.00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, tarqalyapti deb faraz qiling.

Reja. Bizga to'lqin uzunliklarining qiymatlari ma'lum, chastotalarni aniqlash uchun formuladan foydalanamiz. Avvalo, to'lqin uzunliklarning o'lchov birligini metrlarga o'tkazishimiz zarur, chunki yorug'lik tezligining o'lchov birligi m/s da berilgan.

Muammoning echimi: rentgen nurlar uchun angstromdan metrga o'tish

$$\lambda = 1.00 \text{ \AA} \times \frac{10^{-10} \text{ m}}{1 \text{ \AA}} = 1.00 \times 10^{-10} \text{ m}$$

Chastotani hisoblaymiz:

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{1.00 \times 10^{-10} \text{ m}} = 3.00 \times 10^{18} \text{ s}^{-1}$$

Radio signal uchun: yuqoridagi qadamlarni birlashtirib chastotani hisoblaymiz:

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{325 \text{ nm} \times \frac{10^{-9} \text{ m}}{1 \text{ nm}}} = 9.23 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$$

Zangori osmon uchun: yuqoridagi qadamlarni birlashtirib chastotani hisoblaymiz:

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{325 \text{ nm} \times \frac{10^{-9} \text{ m}}{1 \text{ nm}}} = 9.23 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$$

Tekshirish. Chastota qiymatlari elektromagnit nurlanish spektri sohalariga mos keladi (5.7-rasmga qarang): rentgen nurlar 10^{19} dan 10^{16} s^{-1} gacha, radio to'liqlar 10^9 dan 10^4 s^{-1} gacha va ko'rinuvchi yorug'lik $7.5 \cdot 10^{14}$ dan $4.0 \cdot 10^{16}$ s^{-1} gacha.

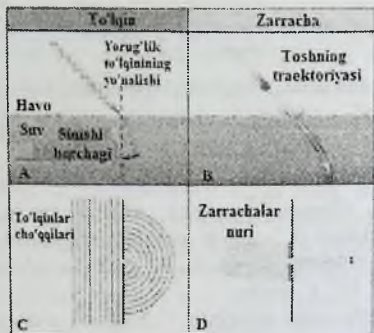
Izoh. Bu erda radio eshittirish $92.3 \cdot 10^6 \text{ s}^{-1}$, yoki 92.3 million Hz (92.3 MHzs), taxminan FM sohaning o'rta chastotalarida olib borilyapti. **5.1-masalaga qo'shimcha.** Ba'zi olmos toshlar sariq ko'rinadi. Chunki ularning tarkibida azot birikmalari mavjud. Azot birikmalari esa binafsha rangga to'g'ri keluvchi $7.23 \cdot 10^{14}$ Hz chastotali yorug'lik nurlarini yutadi. Yutilgan yorug'likning to'liq uzunligini nm va Å larda hisoblang.

Energiya va modda orasidagi klassik farq. Kundalik hayotda modda va energiya hulqi orasida o'ta katta farq mavjud. Keling energiyaga mos to'liqlar va moddalarni tashkil qiluvchi zarralar orasidagi ba'zi farqlarni qarab chiqaylik.

1. Sinish va dispersiya

1. Ma'lum to'liq uzunlikdagi yorug'lik to'liqlari turli shaffof muhitlarda - vakuumda, havoda, suvda, kvardsda va boshqa muhitlarda turli tezliklarda tarqaladi. Shu sababli, yorug'lik bir muhitdan boshqasiga o'tganda uning tezligi o'zgaradi. 5.8-rasmning A qismida sinish hodisasi ko'rsatilgan.

2. Agar to'liq yo'lida 90° dan farqli burchak ostida muhitlar orasidagi chegara uchrasa, deylik, havo va suv chegarasi, tezlikni o'zgarishi natijasida to'liqning tarqalish yo'nalishi ham o'zgaradi, ya'ni sinish hodisasi sodir bo'ladi. Sinish burchagi ikkala muhitga va yorug'likning to'liq uzunligiga bog'liq bo'ladi. Aynan shu xususiyatga ko'ra sodir bo'luvchi dispersiya hodisasida prizmadan o'tgan oq yorug'lik turli rangdagi qismlarga ajraladi (yoyiladi).

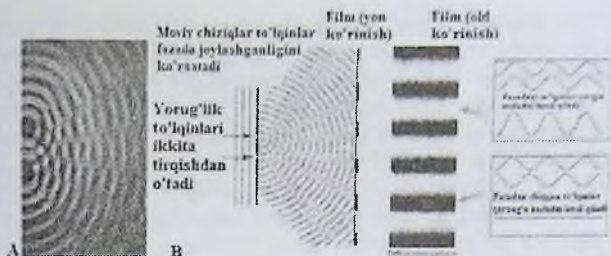


5.8-rasm. To'lqinlar va zarralarning turli harakatlari

A. Refraktsiya: Ommaviy axborot vositalari orasidan o'tadigan yorug'lik to'lqinining tezligi darhol o'zgaradi, bu uning yo'lini og'diradi. **B. Zarrachaning tezligi asta-sekin o'zgarib turadi.** **C. Difraktsiya:** to'lqin kichik nayining ikkala chetiga egilib, yarim doira shaklidagi to'lqin hosil qiladi. **D. Zarralar kichik nayga kiradi yoki kirmaydi.**

Chunki kelayotgan har bir to'lqin salgina boshqa burchakka sinib tarqaladi. Masalan, kamalak quyosh nurini suv tomchilaridan o'tgach dispersiyasi tufayli yuzaga keladi. Yorug'lik to'lqinidan farqli ravishda, moddani tashkil qilgan zarra harakati mobaynida, xuddi yumaloq toshcha harakati singari, sinish hodisasi sodir bo'lmaydi. Agar siz toshchani chuqurroq ko'lmakka otsangiz, u suvga tushgach egri traektoriyali yo'l bilan sekin suv tubiga tushadi (5.8- rasmning B qismiga qarang).

3. Difraksiya va interferensiya. To'lqin yo'lida biror jismning qirrası uchrasa to'lqinnig o'sha qirra atrofida egilishi (qayrilishi) sodir bo'ladi. Fanda bu hodisaga to'lqin difraktsiyasi deb nom berilgan. Agar to'lqin o'zining to'lqin uzunligi o'lchami tartibidagi o'lchamli tirqishga duch kelsa, u tirqishning ikkala cheti atrofida qayriladi va tirqishning boshqa tarafida aylanasiimon to'lqinlar hosil qiladi (5.8-rasmning C qismiga qarang).



5.9-rasm. Difraksion manzaraning hosil bo'lishi. *A. Konstruktiv interferensiya va buzg'unchi interferensiya suv to'liqlarining ikkita qo'shni tirqishdan o'tishi bilan yuzaga keladi. B. Ikki tirqishdan o'tuvchi yorug'lik to'liqlari ham aylana to'liqlar ko'rinishida paydo bo'ladi va difraksion naqsh hosil qiladi*

4. Zarralar to'plamini teshikli to'siqdan o'tishi to'liqini tirqishdan o'tish jarayonidan farq qiladi. To'siqning yopiq qismiga urilgan zarralar undan o'ta olmaydi, faqat to'siqning teshikli qismiga to'g'ri kelgan zarralargina undan o'tib o'z harakatini davom ettirishadi (5.8-rasmning D qismiga qarang). Yorug'lik to'liqlari ikkita qo'shni tirqishdan o'tganda, tirqishlardan o'tgan to'liqlarning interferensiyasi sodir bo'ladi, to'liqlar fazasi bir xil ishorali bo'lganda ular bir-birini kuchaytiradi. Ya'ni, ularning amplitudasi qo'shilib, yorqinroq sohani hosil qilishadi. Tebranish fazalari qarama-qarshi bo'lganda esa ular bir birini so'ndiradi va qorog'i sohalarni hosil qilishadi. Natijada difraksion manzara paydo bo'ladi (5.9-rasmga qarang). Zarralar qo'shni tirqishlardan o'tganda bunday bo'lmaydi. Ular tirqishdan o'tgach o'z yo'lida to'g'ri yo'nalishda harakatini davom ettirishadi, ba'zilar to'qnashib turli burchaklar bo'yicha harakatlana boshlaydi.

5.4.Yorug'likning zarra xususiyati

Modda va yorug'lik bilan bog'liq uchta xodisa fiziklar uchun XX-asrning boshlarigacha topishmoq bo'lib keldi: ular absolyut qora jismning nurlanishi, fotoelektrik effekt va atom spektri. Ushbu hodisalarni to'g'ri izohlash energiya tushunchasini mutlaqo yangicha talqin qilishni talab qildi.

Absolyut qora jismning nurlanishi va energiyaning kvant nazariyasi. Birinchi topishmoq qizdirilgan jismni yorug'lik tarqatishi hodisasini kuzatishda paydo bo'ladi.

Hodisa: **absolyut qora jismning nurlanishi**. Qattiq jism taxminan 1000 K haroratgacha qizdirilganda u ko‘rinuvchi yorug‘likni tarqata boshlaydi. Masalan, ko‘mir yonganda uni qizil rangda alangalanishini ko‘rishimiz mumkin. Harorat taxminan 1500 K bo‘lganda yorug‘lik yanada yorqinroq va sarg‘ish tusga kiradi, masalan, qizdiruvchi elektr halqadagi kabi. Harorat 2000 K dan oshganda yorug‘lik xuddi elektr lampochka tarqatadigan yorug‘lik singari, yorqin va oq tusga kiradi. Bu o‘zgarishlar qizdirilgan jism tomonidan tarqatilayotgan yorug‘likning intensivligi va to‘lqin uzunligi bilan bog‘liq bo‘lib, absolyut qora jismning nurlanishini tavsiflovchi belgilardir. Ushbu hodisalarni klassik elektromagnit to‘lqinlar nazariyasi asosida izohlash uchun bajarilgan urinishlar hech qanday natija bermadi.

• Izohlash: **kvant nazariyasi**. 1900 yilda nemis fizigi Maks Plank (1858-1947) mutlaqo yangi farazni taklif qildi. Uning bu farazi energiya tushunchasi butunlay yangicha talqin qilinishi zarurligiga olib keldi. Plankning faraziga ko‘ra, qizdirilgan jism energiyani ma‘lum qismlar ko‘rinishida (parcha-parcha holda, diskret) tarqatishi (yutishi) mumkin ekan:

$$E = nh\nu,$$

bu erda E–nurlanish energiyasi (nur ko‘rinishida tarqalayotgan energiya), ν –nurlanish chastotasi, n – musbat butun son (uning qiymati 1, 2, 3 va h.k. bo‘lishi mumkin). Ushbu butun son **kvant soni** deb yuritiladi. Yuqorida keltirilgan ifodadagi h –**Plank doimiysi** deb ataladi. Energiyaning o‘lchov birligi Joul (J) va chastotaniki s^{-1} bo‘lganligidan h doimiy J·s o‘lchov birligiga ega bo‘ladi va uning eksperimentlarda o‘lchangan qiymati

$$h = 6,6206876 \cdot 10^{-34} \text{ Js} = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$$

miqdorga teng. Qizdirilgan jism tarqatayotgan yorug‘lik nurining manbai uni tashkil qilgan atomlar bo‘lishi kerak. Shu sababli, Plank g‘oyasiga ko‘ra, har bir atom energiyani ma‘lum miqdordagi parcha tarzidagina tarqata olishi va faqat ma‘lum qiymatli energiyaga ega bo‘la olishi kelib chiqadi. Shunday qilib, atom energiyasi kvantlangan ekan: atom energiyasining qiymatlari uzluksiz emas, balki belgilangan miqdordagi alohida qiymatlardan iborat. Atom energiyasining o‘zgarishi atom tomonidan energiyani bitta yoki bir nechta “parchasi” yutilganda (tarqatilganda) sodir bo‘ladi. Energiyaning har bir parchasiga **kvant** (“belgilangan qiymatli miqdor”) deb nom berilgan. Energiya kvantining qiymati $h\nu$ ga teng. Shunday qilib, atom o‘zining holati energiyasini bir yoki bir nechta kvant yutish (tarqatish) orqali o‘zgartiradi va yutilgan

(tarqatilgan) nurlanish energiyasining qiymati atomning holat energiyalari farqiga teng:

$$\Delta E_{\text{atom}} = E_{\text{yutilgan (tarqalgan) nur}} = \Delta nh\nu$$

Modomiki, atom energiyasini butun songa karrali bo'lgan $h\nu$ miqdorgagina o'zgartira olishidan, energiya o'zgarishining eng kichik qiymati, o'zgarish atomning o'zaro yonma-yon qo'shni holatlari uchun sodir bo'lganda, ya'ni, $\Delta n=1$ bo'lganda yuz beradi:

$$\Delta E = h\nu$$

Fotoelektrik (fotoeffekt) va yorug'likning foton nazariyasi.

Kvantlanish g'oyasiga qaramasdan fiziklar energiya tarqalishini to'liqlar ko'rinishida tasvirlashda davom etishdi. Lekin, to'liqin modeli eksperimentlarda kuzatiladigan ikkinchi topishmoqni, yorug'lik metalga tushganda elektr toki paydo bo'lishini, tushuntirib bera olmadi.

Fotoelektrik effekti (fotoeffekt hodisasi). Ma'lum chastotali monoxromatik yorug'lik metal plastinkaga tushganda elektr toki hosil bo'ladi (4.6). Bu hodisa yorug'lik energiyasi metal plastinka sirtidan elektronlarni yulib chiqarishi tufayli sodir bo'ladi deb izohlanar edi. Lekin bunda ikkita izohsiz xususiyat mavjud edi. Ulardan biri ostona chastotani mavjudligi va ikkinchisi vaqt bo'yicha kechikishning yo'qligi:

1. Ostona chastotaning mavjudligi. Paydo bo'layotgan elektr toki uchun yorug'lik eng kichik qiymatli (ostona) chastotaga ega bo'lishi zarur va turli metallar uchun bu chastotaning qiymati turlicha. Lekin yorug'likning to'liqin modelida energiya chastota (rang) bilan emas balki amplituda (intensivlik) orqali tavsiflanadi. Shunday qilib, yorug'likning to'liqin nazariyasi elektronni etarli energiyali ixtiyoriy chastotali (rangdagi) yorug'lik yutilganda yulib olinishini bashorat qilar edi.

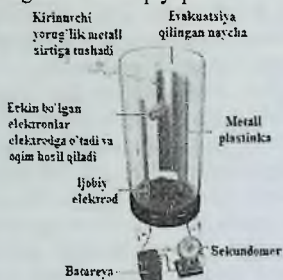
2. Vaqt bo'yicha kechikishning yo'qligi. Elektr toki minimum chastotali yorug'lik nuri metal sirtiga tushgan zahoti paydo bo'ladi va sodir bo'layotgan hodisa yorug'lik intensivligiga bog'liq emas. Lekin, yorug'likning to'liqin nazariyasiga ko'ra, metal sirtidan elektronlar yulib olinishi uchun etarli darajada energiya yutilishi zarur va bu jarayon uchun qandaydir vaqt sarflanishi kerak bo'lar edi.

Izoh: foton nazariyasi. Plank g'oyasini qo'llab, 1905 yilda Albert Eynshteyn yorug'lik zarralar oqimidan iborat, u energiyaning kichik qismchalariga ajralgan (kvantlangan) degan farazni taklif qildi. Keyinchalik bu qismchalar fotonlar deb nomlandi. Har bir atom o'zining energiyasi ΔE ni, bitta fotonni, ya'ni yorug'likning bitta zarrasini yutganda yoki tarqatganda, o'zgartiradi va bu energiya yorug'lik amplitudasiga emas, balki uning chastotasiga mos keladi:

$$E_{\text{foton}} = h\nu = \Delta E_{\text{atom}}$$

Keling, yorug'likning foton nazariyasi fotoeffekt hodisasidagi ikkita topishmoqni qanday izohlashini qaraylik:

Nima uchun ostona chastota mavjud. Yorug'lik oqimi cheksiz sondagi fotonlardan iborat. Yorug'lik intensivligi (yorqinlik) har bir fotonning energiyasiga emas, balki ularning miqdoriga bog'liq. SHuning uchun, metal sirtidan elektron yulib olinishi uchun qandaydir minimum energiyali foton yutilishi zarur (5.10-rasmga qarang). Energiya chastotaga ($h\nu$) bog'liq bo'lganligidan, foton nazariyasi ostona chastota mavjudligini bashorat qilyapti.



5.10-rasm. Fotoelektrik effekti

Nima uchun vaqt bo'yicha kechikish yo'q. Elektron etarli energiyaga ega bo'lgan foton yutilganda yulib olinadi; elektronni erkin holatga o'tishi (yulib olinishi) energiyasi minimum energiyadan kichik bo'lgan bir nechta fotonlar yutilishi uchun sarflanadigan vaqtga bog'liq emas. Xira yorug'lik tushganda ham kuchsiz elektr toki paydo bo'ladi, chunki etarli energiyaga ega bo'lgan bir nechta foton birlik vaqt mobaynida bir nechta elektronni erkin holatga o'tkazishi mumkin. Shunday qilib, etarli energiyaga (zarur chastotaga) ega bo'lgan yorug'lik metal sirtiga tushishi bilan oq darrov elektr toki hosil bo'ladi.

Quyidagicha fikrlang: Quyidagi analogiya etarli (mos) energiyaga ega bo'lmagan yorug'lik nima uchun elektronni metal sirtidan yula olmasligini tushunishga yordam beradi. Agar bir dona stol tenisi to'pi kitob javonidan kitobni tushirib yubora olmasa, bunday to'plarining bir nechtasi ham kitobni o'rnidan siljita olmaydi. Chunki, kitob unga kelib urilgan avvalgi to'plar energiyasini o'zida saqlay olmaydi. Lekin, xuddi o'sha tenis to'pi tezligiga teng tezlikli beysbol to'pi kitobni kitob javonidan tushirib yuborishga etarli bo'lgan energiyaga ega bo'ladi.

Bunda beysbol to'pining energiyasi uning massasi va tezligiga, fotoning energiyasi esa uning chastotasiga bog'liq.

5.2-masala. Nurlanish energiyasini uning to'lqin uzunligi orqali hisoblash:

Muammo. Student ovqatni mikroto'lqinli pechda qizdirmoqda. Mikroto'lqinli pechdagi nurlanish to'lqin uzunligi 12 sm. Ushbu nurlanishda bir dona foton energiyasi nimaga teng?

Reja. To'lqin uzunligi o'lchov birligi santimetrlarda berilganligi sababli uni dastlab metrga o'tkazamiz, so'ngra (5.1) formula yordamida chastotani hisoblab (5.2) formula asosida bir dona fotoning energiyani topamiz.

Echim. Rejadagi qadamlarni birlashtirib foton energiyasini hisoblaymiz:

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = \frac{(6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s})(3.00 \times 10^8 \text{ m/s})}{(1.20 \text{ m}) \left(\frac{10^{-2} \text{ m}}{1 \text{ cm}} \right)} = 1.65 \times 10^{-27} \text{ J}$$

Tekshirish. Qiymatlar tartibini tekshirib quyidagini topamiz:

$$\frac{10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \times 10^8 \text{ m/s}}{10^{-2} \text{ m}} = 10^{-27} \text{ J}$$

5.2-masalaga qo'shimcha. Quyidagi to'lqin uzunligiga ega yorug'lik to'lqiniga mos foton energiyasini hisoblang:

- (a) $\lambda = 1 \cdot 10^{-8} \text{ m}$, ultrabinafsha yorug'lik;
- (b) $\lambda = 5 \cdot 10^{-7} \text{ m}$, ko'rinuvchi yorug'lik;
- (c) $\lambda = 1 \cdot 10^{-4} \text{ m}$, infraqizil yorug'lik.

Hisoblashdan olingan natijalar yorug'lik to'lqin uzunligi va energiyasi orasidagi bog'liqlik haqida qanday xulosaga olib keladi?

• Elektromagnit to'lqinlar ma'lum qiymatdagi to'lqin uzunligi (λ) va chastota (ν) bilan tavsiflanadi.

Vakuumda elektromagnit to'lqinlar yorug'lik tezligi c ($3.00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$) ga teng tezlik bilan tarqalishadi. Yorug'lik tezligi qiymati yorug'lik to'lqini to'lqin uzunligi va chastotasining ko'paymasiga teng: $c = \lambda \nu$. Yorug'lik tezligining qiymati fundamental o'zgarmas konstanta bo'lganligi sababli, to'lqin uzunligi va chastota qiymatlari o'zaro teskari proporsional, ya'ni chastota ortishi bilan to'lqin uzunligi kamayadi va aksincha.

• Yorug'lik intensivligi (yorqintiligi) unga mos to'lqin amplitudasi orqali tavsiflanadi.

• Elektromagnit nurlanish spektri to'lqin uzunligi o'ta katta radioto'lqinlardan tortib to' o'ta kichik to'lqin uzunligi gamma nurlanishlarni o'z ichiga oladi. Bu oraliqda to'lqin uzunligi 780 nm

(qizil) dan to 400 nm (binafsha) gacha to'liq uzunliklari oralig'iga mos keluvchi ko'rinuvchi yorug'lik spektri joylashgan.

• Sinish (turli muhitlar chegarasidan o'tganda to'liq tezligining o'zgarishi) va difraksiya (jism chetlariga urilganda to'liqlarni qayrilishi) xodisalari energiya to'liq xususiyatga ega ekanligini anglatadi. Bu xususiyatlar moddalarni tashkil qilgan zarralarga xos emas.

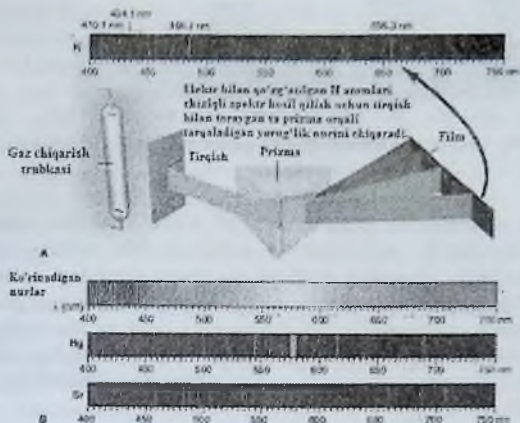
• Absolyut qora jism nurlanishi va fotoeffekt xodisalari esa energiya qandaydir uzlukli qismlardan tashkil topganini va u o'zini xuddi zarralardek tutishini ko'rsatadi.

• Yorug'lik fotonlar (kvantlar) oqimidan iborat va uning energiyasi fotonlarning chastotasi orqali aniqlanadi.

• Kvant nazariyasiga ko'ra atom ma'lum qiymatli ($E=nh\nu$) (uzlukli (diskret) qiymatlar qabul qiluvchi) energiyaga ega va u o'z energiyasini o'zidan fotonni chiqarib yoki yutibgina o'zgartirishi mumkin. Foton energiyasi atom energiyasining o'zgarish qiymatiga teng bo'ladi.

Atom spektri. Modda va energiyani o'rganish uchun kuzatishlarda uchragan uchinchi topishmoq, bu qandaydir element yorug'likni yutganda bug'lanish sodir bo'lishi va elektrik jihatdan uyg'ongan holatga o'tishi edi. Ushbu bo'limda yorug'likning to'liq modeli nima uchun o'sha paytda mavjud atom modelini izohlab bera olmasligini va yangi model qanday qilib bu muammoni hal etishi haqida so'z yuritamiz.

Chiziqli spektr va Ridberg formulasi. Elektr jihatdan o'yg'ongan atomlardan iborat gazdan tarqalayotgan yorug'lik nuri tirqishdan o'tib prizmagacha tushgach u xudda quyosh nuri kabi uzluksiz spektrni yoki kamalakni hosil qilmaydi. Buning o'rniga u ma'lum xos chastotalarga to'g'rikeluvchi, qora sohalar bilan ajralgan, chiziqli spektrni hosil qiladi. Vodorod atomining chiziqli spektri va spektrni olish qurilmasi 5.11-rasmning **A** qismida keltirilgan. Ushbu rasmning **B** qismida esa har bir element o'ziga xos spektrga ega bo'lishi ko'rsatilgan.



5.11-rasm. Turli elementlarning chiziqli spektrlari.

A-vodorod atomining chiziqli spektri; B- oq yorug'lik uzluksiz spektridan farqli ravishda, simob va stronsiy elementlarining o'ziga xos rangdagi chiziqli spektri

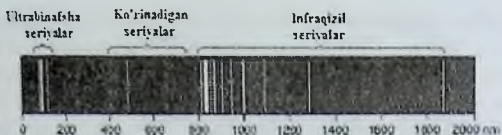
Spektroskopistlar vodorod atomining elektromagnit spektrning turli sohalarida kuzatiladigan bir qancha chiziqli spektrlari to'plamini o'rganishadi. Ushbu chiziqli spektrlarning uchasi 5.12-rasmda keltirilgan. Eksperiment natijalaridan foydalanib, nazariy emas, Shved fizigi Yohannes Ridberg (1854-1919) berilgan spektral chiziqlar to'plamida ixtiyoriy spektral chiziqlarning joyi va to'liq uzunligini bashorat qilishga imkon beruvchi munosabatni taklif qildi. Bu munosabat Ridberg formulasi nomi bilan ma'lum va u quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right).$$

bu erda λ -spektral chiziqqa mos to'liq uzunligi, n_1 va n_2 lar musbat butun sonlar,

$n_2 > n_1$, R-Ridberg doimiysi ($1,096776 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$). Ko'rinuvchi yorug'lik sohasidagi spektral chiziqlar to'plami uchun $n_1 = 2$:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n_2^2} \right), \text{ bunda } n_2 = 3, 4, 5, \dots$$



5.12-rasm. Vodorod atomining uch qator spektral chiziqlarini to'plami

Chiziqli spektrlarning paydo bo'lishini klassik nazariya asosida tushuntirib bo'lmaydi. Agar elektron yadro atrofida aylansa, atom tarqatgan nurlanish chastotasi elektronning yadro atrofidagi aylanish vaqtiga bog'liq bo'lishi zarur. Aylanish paytida vaqt tekis o'zgarganligi sababli nurlanish chastotasi ham tekis o'zgarishi kerak va shu sababli u uzluksiz spektrni paydo qilishi mumkin xolos. Shunday qilib, Rezerfordning atom modeli chiziqli spektrning paydo bo'lishini izohlab bera olmaydi!

Vodorod atomining Bor modeli. Atomning yadro modeli taklif qilingandan keyin ikki yil o'tgach, Rezerford laboratoriyasi xodimi, Daniyalik fizik Nils Bor (1885-1962) chiziqli spektrlarni paydo bo'lishini izohlab beruvchi vodorod atomining modelini taklif qildi.

Bor postulatlari. Nils Bor o'z modelida Plank va Eynshteynning kvantlangan energiya haqidagi g'oyalarini qo'llab uchta postulatni taklif qildi:

1. H-vodorod atomi faqat ma'lum energiyalar sathlariga ega. Bor ushbu energiya sathlarini **stasionar holatlar** deb atadi. Har bir stasionar holat elektronning yadro atrofidagi alohida orbitasiga mos keladi. Energiya sathi qanchalik yuqori bo'lsa, elektron yadrodan shunchalik uzoqda joylashgan bo'ladi.

2. Atom stasionar holatlardan birida joylashganda o'zidan energiya chiqarmaydi. Bu postulat klassik fizika qonunlariga mos kelmasada, elektron orbita bo'ylab harakatlanganda o'z energiyasini o'zgartirmaydi.

3. Atom bir stasionar holatdan ikkinchisiga faqatgina fotonni yutib yoki chiqarib o'tadi. Bunda foton energiyasi ($h\nu$) o'sha ikkita holatlar energiyalari farqiga teng:

$$E_{\text{foton}} = \Delta E_{\text{atom}} = E_{\text{oxirgi}} - E_{\text{boshlang'ich}} = h\nu$$

Bor modelining xususiyatlari. Vodorod atomining Bor modeli bir qancha xususiyatlarga ega:

- **Kvant sonlari va elektron orbitasi.** Musbat butun n (1, 2, 3, ...) kvant soni elektron orbitasining radiusini aniqlaydi va elektron

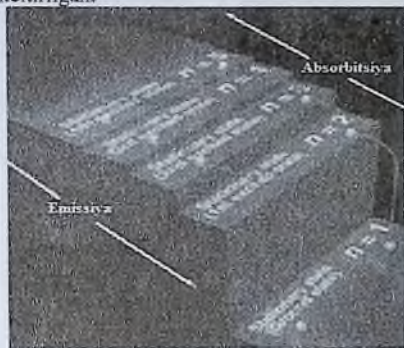
energiyasi bilan bog'liq: n ning kichik qiymati orbita radiusining kichik qiymatiga va quyi energiya sathiga mos keladi.

- **Asosiy holat.** Elektron birinchi orbitada joylashganda ($n = 1$) u atom yadrosiga eng yaqin va H atomi o'zining eng quyi energiyali sathiga mos keluvchi holatda joylashgan bo'ladi. Bu holat **asosiy holat** deb ataladi.

- **Uyg'ongan holatlar.** Agar elektron atom yadrosidan uzoqda joylashgan ixtiyoriy orbitada joylashgan bo'lsa, atom **uyg'ongan holatda** bo'ladi. Elektron ikkinchi orbitada ($n=2$) joylashganda atom o'zining birinchi, uchinchi orbitada ($n=3$) joylashganda esa u ikkinchi uyg'ongan holatida bo'ladi va h.k.

- **Fotonni yutilishi (absorbsiya).** H atomi o'zining quyi va yuqori energiya sathlari energiyalarining farqiga teng energiyali fotonni yutganda, elektron tashqi (yuqori) energiya sathga mos keluvchi orbitaga ko'chadi.

- **Fotonni chiqarilishi (emissiya).** H atomi yuqori energiyali sathga mos holatdan (elektron orbitasi atom yadrosidan uzoqda) quyi energiyali sathga mos keluvchi holatga qaytganda (elektron atom yadrosiga yaqinroq orbitada) u energiyasi ushbu sathlar energiyalari farqiga teng bo'lgan fotonni chiqaradi. 5.13-rasmda fotonni yutilishi (absorbsiya) va chiqirilishi (emissiya) hodisalarin tushuntirishni anglatuvchi tasvir keltirilgan.



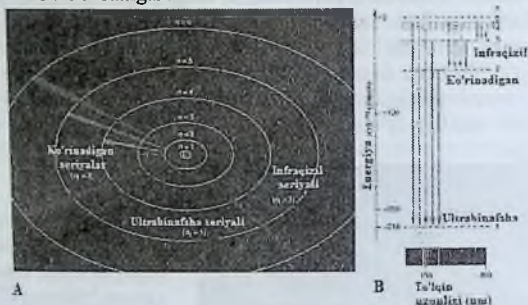
5.13-rasm. Atomning energiya sathlarini tasavvur qilish uchun kvant "zinapoya".

Elektron bitta yoki bir nechta zinalarga sakrab pastga yoki tepaga ko'chishi mumkin, lekin u zinalar oralig'ida joylasha olmaydi.

Bor modelida chiziqli spektrni izohlash. Spektral chiziq unga mos keladigan energiyali (va shunga mos chastotali) foton chiqarilganda hosil bo'ladi. Foton chiqishi elektron atom yadrosiga yaqinroq orbitaga ko'chganda sodir bo'ladi. Chunki atom yuqori energiyali sathga mos

keluvchi holatdan quyi energiyasiga o'tganda o'z energiyasini o'zgartiradi. Shu sababli, atom spektri uzluksiz emas chunki uning energiyasi uzluksiz emas, atom faqat ma'lum holatlardagina joylasha oladi.

5.14-rasmning A qismida vodorod atomining uchta spektral chizig'ini Bor modelida izohlanishi ko'rsatilgan. Gazsimon H atomlarining namunasi qo'zg'alganda, turli atomlar har xil miqdordagi energiyani o'zlashtiradi. Har bir atomda bitta elektron bor, lekin namunada shunchalik ko'p atomlar mavjudki, barcha energiya darajalari (orbitalar) elektronlarga ega. Elektronlar tashqi orbitalardan $n=3$ orbitaga tushganda (ikkinchi qo'zg'alilgan holat), chiqarilgan fotonlar infraqizil qator chiziqlarni hosil qiladi. Ko'rinadigan qator elektronlar $n=2$ orbitaga tushganda (birinchi qo'zg'alilgan holat), ultrabinafsha qator esa elektronlar $n=1$ orbitaga tushganda (zamin holati) paydo bo'ladi. 5.14-rasmning B qismida ultrabinafsha qatoridagi o'ziga xos chiziqlar qanday paydo bo'lishi ko'rsatilgan.



5.14-rasm. O'zidan foton chiqarganda H atomining uchta spektral chizig'ini Bor modeli bo'yicha tushuntirish. A. Berilgan qatorda tashqi elektron bir xil ichki orbitaga tushadi (Rydberg tenglamasida n 1 ning bir xil qiymati). **B.** Energiya diagrammasi ultrabinafsha seriyasining qanday paydo bo'lishini ko'rsatadi.

Modelning cheklavlari H ning spektral chiziqlarini bashorat qilishdagi katta muvaffaqiyatiga qaramay, Bor modeli boshqa barcha atomlarda muvaffaqiyatsizlikka uchradi. Buning sababi shundaki, u bir elektronli modeldir: u H atomi va He^+ ($Z=2$), Li^{2+} ($Z=3$) va Be^{3+} ($Z=5$) kabi bir elektronli ionlar uchun juda yaxshi ishlaydi. Ammo bir nechta elektronga ega turlar uchun bu butunlay muvaffaqiyatsizlikka uchraydi,

chunki elektron-elektron itarilishlari va yadro-elektronlarning qo'shimcha tortishishlari ancha murakkab o'zaro ta'sirlarni keltirib chiqaradi. Bundan ham asosiysi elektronlar o'zgartirilgan, belgilangan orbitalarda harakat qilmaydi. Atomning tasviri sifatida Bor modeli noto'g'ri, lekin biz hali ham "asosiy holat" va "qo'zg'olgan holat" atamalarini va modelning asosiy g'oyasini saqlab qolamiz: atomning energiyasi diskret darajalarda sodir bo'ladi va atom o'ziga xos energiya fotonni yutish yoki chiqarish orqali energiyani o'zgartiradi.

Mavzuni mustahkamlash uchun nazorat savollari

1. Atomda 4p orbital elektron bilan to'lgandan keyin elektron qaysi orbitalga joylashadi?

2. Atomda 5s orbital elektron bilan to'lgandan keyin elektron qaysi orbitalga joylashadi?

3. Qaysi elementdan boshlab elektron 4f orbitalga joylasha boshlaydi?

4. Nima uchun birikmalarda fluor faqat bir valentli, xlor esa birdan etti valentligacha bo'lishi mumkin? Tartib raqami 7 va 23 bo'lgan elementlarning elektron formulalarini yozing. Bu elementlar qaysi elektron oilalariga kiradi?

5. Atom orbitallarining qaysinisi birinchi navbatda elektronlarga to'lishini ko'rsating: 4d yoki 5s, 6s yoki 5p. Qanday qoidalarga asoslanib to'latilishini ko'rsating.

6. Tartib raqami 17 va 24 bo'lgan elementlarning elektron formulalarini yozing. Bu elementlar qaysi elektron oilalarga kiradi?

7. 14 va 40 tartib raqamli elementlarning elektron formulalarini yozing. Bu elementlarning valent elektronlarini ko'rsating.

8. Tinch holatda 23, 40, 42, 47, 49 tartib raqamli elementlarda nechtdan bo'sh 4d orbitallari bor?

6. KOVALENT BOG'LANISH

Kovalent bog'lanish tabiati. Kimyoviy bog'lanish tabiatini aniqlashdan oldin, biz bir fundamental savolni o'zimizga berib ko'rishimiz darkor: nega atomlar bir- birlari bilan bog' hosil qiladi? Umuman olganda, kimyoviy bog'lanish – musbat va manfiy zarrachalar potensial energiyalarining minimumlaridir, yoxud ular qarama- qarshi zaryadlangan zarrachalardir yoki yadro va elektron juftlari. Atom yadosi va elektron juftlari o'rtasidagi tortishish va itarilish kuchlarining qay darajada ekanligi atomning xossalarini ifodalasa, kimyoviy bog' turi uning kuchi modda hossalarini tavsiflab keladi.

Kimyoviy bog'lanish turlari: metall va metalmaslarning o'zaro uch xil bog'lanishi. Davriy jadval bo'ylab chapdan o'nga tomon va pastdan yuqoriga elementlarning metallik xossalari kamayib ularning metalmaslik xossalari ortib boradi. Bu ikki turdagi elementlar orqali uch xil kimyoviy bog' hosil qilinishi mumkin.

1. Metall va metalmaslar orasida: elektron ko'chishi yoki ion bog'lanish.

2. Metalmas va metalmas orasidagi bog'lanish: elektron taqsimlanishi yoki kovalent bog'lanish.

3. Metall va metall orasidagi bog'lanish: elektron juftlashishi yoki metall bog'lanish.

Biroq real hayotdagi moddalar, yuqorida aytib o'tilgan ideal qonunlarga har doim ham bo'ysunmaydi, shu bois biz doimo ham molekula bog' tabiatini undagi elementlarning davriy sistemadagi o'rni qarab oldindan aytib bera olmaymiz. Masalan, berilliy va xlor o'rtasida hosil bo'lgan bog' tabiati o'zida ion xususiyatidan ko'ra kovalent xususiyatini ko'proq namoyon qiladi, biroq bu tipdagi bog'lanishni na to'liq ion, na to'liq kovalent bog'lanish deb atashimiz mumkin.

Kimyoviy bog'lanish haqidagi ta'limot hozirgi zamon kimyosining asosidir. Bu ta'limotsiz kimyoviy birikmalarning xossalarini va ularning reaksiyaga kirishish qobiliyatlarini tushunish mumkin emas.

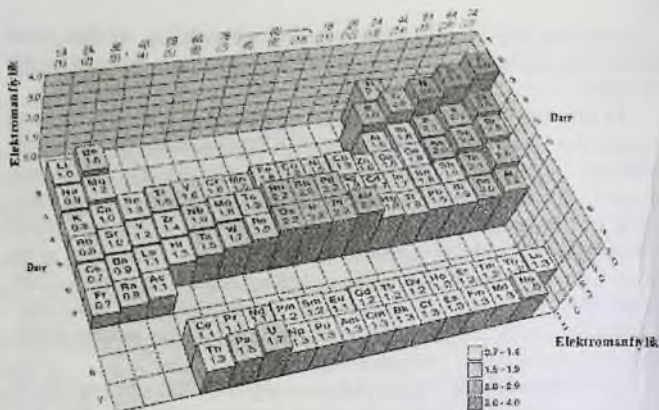
Kimyoviy bog'lanishning uchta asosiy turi ma'lum: kovalent, ion va metall bog'lanish.

Keng qamrovli bog'lanish turi – kovalent bog'lanishdir. Bu turdagi bog'lanish kichik vodorod molekulasidan tortib, to yirik biologik va sintetik makromolekulalar tarkiblarigacha uchraydi. Shubhasiz, bu turdagi bog'lanish atomlar tarkibidagi elektronlarning taqsimlanishi bilan hosil bo'ladi.

Kovalent bog'lanish yadrolararo elektron zichlikni ortishiga sabab bo'ladi. Bu turdagi bog'lanish o'z navbatida ikki turga bo'linadi: qutbli va qutbsiz.

Lyuis strukturalari va oktetlar qoidasi. Molekulaning struktura formulasini Lyuis (Amerikalik ximik G.N.Lyuis nomiga atab qo'yilgan) bo'yicha ifodalashda elektronlar nuqta orqali yoziladi. Bu holatda element belgisi o'zida shu element yadrosi va elektronning ichki qobig'ini aks ettirsa, belgi atrofidagi nuqtalar esa shu element valent elektronlarini ifodalaydi. O'zining ko'p yillik ilmiy faoliyatidan so'ng Lyuis kimyoviy bog'lanish tabiatining oktetlar qoidasini yaratdi. Unga ko'ra: atomlar o'zaro bog' hosil qilish vaqtida, ular tashqi qobig'idagi elektronlar sonini 8 taga etkazish maqsadida, o'zlaridan elektron ajratib chiqaradi, qabul qiladi yoki taqsimlaydilar.

Elektromanfiylik. Nisbiy elektromanfiylik (NEM) - bu bog'langan atomning umumiy elektronlarni o'ziga tortish qobiliyatidir. Biz H-F bog'lanish energiyasini H-H bog'i (432 kJ/mol) va F-F bog'ini (159 kJ/mol) 296 kJ/mol o'rtacha bo'lishini kuzatishimiz mumkin. Biroq, haqiqiy HF bog'lanish energiyasi 565 kJ/mol, 269 kJ/mol dan yuqoridir. Bu farqni tushuntirish uchun amerikalik kimyogar Linus Pauling buni H-F ning bog'lanish energiyasiga elektrostatik (zaryad) tortishish kuchidir deb tushuntirdi. Agar F umumiy elektron juftini H ga nisbatan kuchliroq tortsa, ya'ni F H dan ko'proq elektromanfiy bo'lsa, elektronlar F ga yaqinroq vaqt sarflaydi. Bu teng bo'lmagan almashinish bog'ning F atomini qisman manfiy, H atomini esa qisman musbat zaryadli qiladi. Ushbu qisman zaryadlar orasidagi elektrostatik tortishish aloqani uzish uchun zarur bo'lgan energiyani oshiradi. Ko'pgina boshqa birikmalar bilan olib borilgan tadqiqotlar natijasida Pauling eng yuqori NEM qiymatiga ega bo'lgan florning oldi, 4.0 (6.1-rasm).



6.1-rasm. Paulingning nisbiy elektromanfiylik shkalasi

	F_2	HF	LiF
Elektromanfiylik farqi	4,0-4,0=0	4,0-2,1=1,9	4,0-1,0=3,0
Bog'lanish tabiati	Qutbsiz kovalent	Qutbli kovalent	Ion bog'lanish

Kovalent bog'lanish. O'zaro ta'sir etuvchi atomlar elektron bulutlarining umumlashuvi hisobiga vujudga keladigan bog'lanish kovalent bog'lanish deyiladi. Kovalent bog'lanishni tushuntiradigan ikkita usuli bor. Ularga: valent bog'lanish usuli (VBU), molekulyar orbitalar usuli (MOU) kiradi. Bu bog'lanish VBUIDa quyidagicha tushuntiriladi:

1) kimyoviy birikma ikkita atomdagi qarama-qarshi spinli elektronlarning o'zaro juftlashuvi hisobiga vujudga keladi:

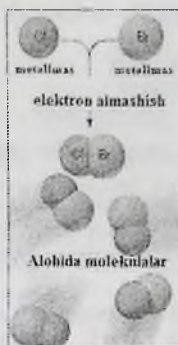


2) kimyoviy birikmada elektron bulutlar bir-birini qanchalik ko'p qoplasa, bog' shunchalik mustahkam bo'ladi.

Kovalent bog'lanishning ikki xil turi ma'lum: qutbli va qutbsiz kovalent bog'lanish.



A Ion bog'lanish



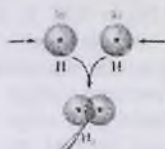
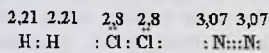
B Kovalent bog'lanish



C Metall bog'lanish

6.2-rasm. Kimyoviy bog'lashning uchta modeli

Qutbsiz kovalent bog'lanish bir xil atomlar orasida vujudga keladi. N_2 , O_2 , Cl_2 , N_2 , F_2 , Br_2 , I_2 va hokazolar kabi birikmalarda qutbsiz kovalent bog'lanish bo'ladi. Bunday holatda bog'lanuvchi atomlarning elektromanfiyligi bir xildir:



Bunda umumlashgan elektron jufti hech qaysi atom tomon siljimagani bo'ladi, chunki har ikkala atomning o'ziga elektronni tortish qobiliyati, ya'ni elektromanfiyligi bir xil.

Qutbli kovalent bog'lanish. Qutbli kovalent bog'lanishda elektron jufti (elektron buluti) elektromanfiyligi kattaroq element atom tomon siljigan bo'ladi. Bog'lovchi elektron juftining siljishi qutblanish deyiladi. HCl molekulasida bir tarafлама qutblanish bo'lgani uchun xlor yadrosi yaqinidagi elektron bulut zichligi katta. Molekuladagi musbat (+) va manfiy (-) elektrik markazlari bitta nuqtaga tushmaydi. Ular bir-biridan qandaydir ma'lum masofaga siljigan bo'ladi. Molekula kichik elektrik dipolga aylanadi. Natijada molekulaning bir qismi (+) musbat, ikkinchi qismi (-) manfiy zaryadiangan bo'lib qoladi. Molekulaning ionlilik

darajasi 18% ga teng. Demak, bu molekulada 82% bog'lanish kovalent tabiatlidir:



Molekuladagi bunday bog'lanishlar polyar yoki geteropolyar bog'lanishlar deyiladi.

H_2O , H_2S , HCl , NH_3 , HF va boshqalarda qutbli kovalent bog'lanish kuzatiladi. Suv molekulasida elektron juftlar kislorod atomiga, vodorod florid molekulasida fluor atomiga yaqinroq joylashgan. Ular nosimmetrik molekulalardir.

Molekulaning qutbliligi dipolning elektr momenti ($e \cdot l$) yoki dipol momenti bilan o'lchanadi: $\mu = q \cdot l$; q - atomlardagi effektiv zaryad (kulonlarda o'lchanadi); l - qutblararo masofa (m).

Dipol momenti debaylarda (D) o'lchanadi (golland fizigi Debay sharafiga). $1D = 10^{-18}$ elektrostatik zaryad birligiga yoki $1D = 3,335 \cdot 10^{-30}$ kulonmetrga teng. SI birligida dipol moment kulonmetr ($\text{Kl} \cdot \text{m}$) ifodaladi. Molekula tarkibidagi bog'larning dipol momenti vektor yo'nalishiga qarab molekulada qutblilik ozgarishi mumkin. Ikkita turli atomlardan tuzilgan molekulalar turlicha nisbiy elektomanfiylikka ega bo'lsa ular qutbli molekula hosil qiladi. Masalan, HCl , HBr , HI molekulalarining dipol momenti 1,04; 0,79 va 0,87 D tashkil etib, atomlarning elektomanfiyliklari zaiflanishi bilan kamayadi.

BeCl_2 , CO_2 , BeH_2 , BF_3 , SO_3 kabi molekulalar simmetrik tuzilishga ega, shuning uchun ularning dipol momenti nolga teng. Bu molekulalarda bog'larning vektorlari yig'indisi ham nolga teng. NH_3 ($\mu = 1,46 D$), H_2O ($\mu = 1,85 D$), brombenzol ($\mu = 1,64 D$), asetonitril ($\mu = 3,90 D$) qutbli molekulalardir.



6.3-rasm. CO_2 qutbsiz molekula

Bog'lanishi dipollari



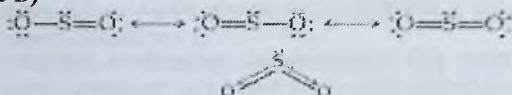
Umumiy dipol moment



Past elektron zichligi Yuqori elektron zichligi

6.4-rasm. Suv qutbli molekula

CO_2 va SO_2 molekularida E-O bog'i qutbli, manfiy qutb kislorodga yaqin joylashgan. Lekin CO_2 ning qutbsiz bo'lishi uning molekulasini chiziqli tabiatidan kelib chiqadi. Chiziqli molekulada vektorlar yig'indisi nolga teng bo'lib qoladi. SO_2 -molekulasi burchakli tuzilishga ega bo'lgani uchun vektorlar yig'indisi nolga teng bo'lmaydi. ($\mu=1,63 \text{ D}$)



CH_4 , CCl_4 molekulari qutbsiz bo'lgan holda CHCl_3 ($\mu=1,15 \text{ D}$), CH_2Cl_2 ($\mu=1,58 \text{ D}$) va CH_3Cl ($\mu=1,97 \text{ D}$) molekulaizri qutbli tabiatga egadir.



6.5-rasm. Qutbli va qutbsiz molekularlar

L.Poling hisoblariga ko'ra elektromanfiyliklar farqidan atomning ionlilik darajasini aniqlash mumkin.

Dipol momentini tajribalar asosida o'lchash mumkin. Buning uchun ayni moddaning dielektrik doimiyligi tajrabalarda o'lchanadi. Masalan, suvning dielektrik doimiyligi 81 ga teng.

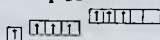
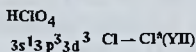
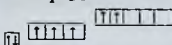
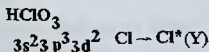
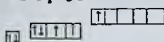
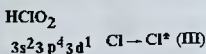
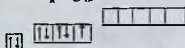
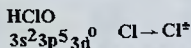
Kovalent bog'lanish hosil qilish usullari. Atomning tinch holatdagi toq elektronlari hisobiga. Kovalent bog'lanish atomning tinch holatidagi juftlashmagan elektronlari hisobiga hosil bo'ladi. Masalan,

azot atomida uchta toq elektron bor: Demak, atomdagi juftlashmagan elektronlar hisobiga 3ta kovalent bog' hosil bo'ladi.

Qo'zg'alman holatda uglerod atomida ikkita juftlashmagan elektron bo'lganligi uchun ikki valentli bo'ladi: CO_2 va CH_4 larda uglerod atomi qo'zg'alman holatga o'tganligi uchun 4 ta kovalent bog' hosil qiladi. Bunda bog' hosil bo'lish jarayoni ko'p energiya ajralib chiqishi bilan boradi:

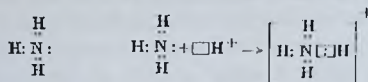
Kislorod va fluor atomlari bo'sh orbitalarga ega emas. Bunda juftlashmagan elektronlar sonini oshirish uchun elektronlar 3s orbitalga o'tish kerak, lekin bunda juda ko'p energiya sarflanishi kerak, u yangi bog' hosil bo'lishini qoplamaydi va shuning uchun yangi bog' hosil bo'lmaydi. Kislorod atomida faqat ikkita, fluor atomida bitta juftlashmagan elektron bor. Bu elementlar uchun doimiy valentlik xarakterli bo'lib, u kislorod uchun doimiy ikkiga va fluor uchun birga tengdir.

Atomlarning juft elektronlarini qo'zg'alman holatga o'tishi hisobiga. III va boshqa davr elementlari d pog'onachadagi elektronlarni qo'zg'alman holatda keyingi pog'onaning s-, p- va d- pog'onachalariga o'tkazilishi mumkin. Bunda juftlashmagan elektronlar soni ortadi. Masalan: xlorning qo'zg'alman holatda bitta juftlashmagan elektroni bor:



Shuning uchun flor atomidan farq qilib, xlor 1, 3, 5, 7 valentli bo'lishi mumkin.

Donor akseptor bog'lanish hisobiga. Ko'pchilik holatlarda kovalent bog'lanishlar juftlashmagan elektronlarning juftlashishlari tufayli sodir bo'ladi. Masalan, ammoniy ioning hosil bo'lishi qaralsa:



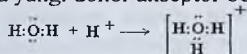
Bu erda azot atomi bog' hosil qilishda beshta elektroni bilan, uchta vodorod atomi bo'lsa bittadan elektroni bilan bog' hosil qilishda ishtirok etgan. 8 ta elektron dan 6 tasi 3 ta kovalent bog' hosil qilishda ishtirok etadi. Lekin ikkita elektron faqat azotga tegishli va bo'linmagan elektronlar juftini hosil qiladi. Bu elektronlar jufti bo'sh orbitali bor bo'lgan boshqa atom bilan kovalent bog'lanish hosil qiladi. Bo'sh 1s orbital vodorod ionida bor: H^+

Shuning uchun ham ammiakning vodorod ion bilan ta'sirlashuvi natijasida kovalent bog' hosil bo'ladi. Azotning bo'linmagan elektron jufti ikkala atom uchun umumiy bo'lib qoladi va NH_4^+ ion hosil bo'ladi.

Bunda kovalent bog'lanish oldin azot (donor)ga tegishli elektronlar hisobiga vodorod atomi (akseptor)dan orbital berilishi hisobiga hosil bo'ladi.

Bir atomning bo'linmagan elektron jufti, ikkinchi atomning esa bo'sh orbitali hisobiga hosil bo'lgan kovalent bog'ni donor akseptor bog'lanish deyiladi.

Suv molekulasidagi kislorod ikki juft bo'linmagan elektronlarga ega. Agar suvga H^+ ion ta'sir ettirilsa, unda kisloroddagi bo'linmagan elektronlar jufti hisobiga yangi donor akseptor bog' yuzaga keladi:



Ana shunday bog'lanish hisobiga gidroksoniy ion hosil bo'ladi.

Gidroksoniy ionidagi musbat zaryad butun ionga tegishli. Protonning uzi juda kichik o'lchamga ega u erkin holda mavjud emas. U suv molekulasiga birikkanligi tufayli endi barqaror bo'lib qoladi.

Agar CO molekulasi hosil bo'lishida uglerod atomlariga tegishli elektronlar va kislorod atomlarining elektronlari turlicha belgilansa, ularda bog'ning hosil bo'lishi quyidagicha:



Kovalent bog'lar:

- 1) qo'zg'alimgan atomdagi juftlashmagan elektronlar;
- 2) qo'zg'alimgan atomdagi elektronlar juftining yakkalanishi;
- 3) donor-akseptor usulida hosil bo'lishi mumkin.

Kovalent bog'lanish xossalari. Kovalent bog'ning to'yinganligi.

Ayni atomning kovalent bog'lari soni chegaralangan. U valent orbitallar soni bilan aniqlanadi, bu orbitallar soni kovalent bog' hosil qilishdagi energetik jihatdan qulay holatlar sonidir. Kvant-mexanik hisoblashlar bunday orbitallarga tashqi s-, p- va tashqaridan ikkinchi d-orbitallar kirishini ko'rsatadi.

I davr elementlarining maksimal kovalentligi birga teng. Chunki bu davr elementlarida birgina orbital va unda eng ko'p ikkita elektron bo'lad.

II davr elementlarida maksimal kovalentlik 4 ga boradi. Bu davr elementlarida eng ko'p orbitallar soni 4 taga etadi (2s2p).

III va keyingi davr elementlarida kovalent bog' hosil qilishda s-, p-hamda d- orbitallar ishtirok etadi.

Atomning ma'lum bir kovalent bog'lar hosil qilish qobiliyati kovalent bog'ning to'yinganligi deyiladi.

Kovalent bog'ning yo'nalganligi. Elektron bulutlarning shakli har xil bo'lgani uchun ularning bir-birini qoplashi ham har xil usullarda bo'ladi. Elektron bulutlarning qoplanishi va simmetriyasiga qarab bog'lar - σ (s-s), π (p-p) va Δ (d-d) bog'larga bo'linadi.

s - s bog'lanish o'zaro birikuvchi atomlar orasida birgina valent chiziq bilan tasvirlanadigan yakka bog'lanish hosil bo'lganda s elektron bulutlarning o'zaro qoplanish fazosi atom markazlarini tutashtiruvchi chiziqda yotsa hosil bo'ladi. Masalan, H₂ molekulasida hosil bo'lishida ikkita s - elektronlarning o'zaro qoplanishi amalga oshadi. s - orbitallarning elektronlari σ bog'lanishda ishtirok etadi:



p - p bog'lanishda elektron bulutlarning qoplanish fazosi atom markazlarini tutashtiruvchi chiziqning ikki tarafida yotadi .

d - d bog'lanishda elektron bulutlarning to'rtta joyda qoplanishidan hosil bo'ladi.

Kovalent bog'lanish xossalari: (tartibi) energiyasi va uzunligi. Kovalent bog'lanishli birikmalar o'zlarida uchta asosiy xususiyatlarni namoyon qiladi: bog' tartibi, bog' energiyasi va bog' uzunligi.

1.Bog' tartibi. Bog' hosil qilish uchun taqsimlangan elektron juflari soni bog'ning tartibini belgilab beradi.

2.Bog' energiyasi. Kovalent bog' tabiati, yadro va taqsimlangan elektronlarning o'zaro magnetik tortishish kuchi bilan belgilanadi.

3.Bog' uzunligi. Kovalent bog'lanishli birikmalarning bog' uzunligi, ikki atomlar yadrolari orasidagi masofalar bilan belgilanadi.

Kovalent bog'li birikmalarni o'rganishda IQ-spektrining ahamiyati. Kimyogarlar ko'pincha kovalent bog' turini o'rganishda IQ-spektridan foydalanishadi. Barcha molekularlar: gaz, suyuqlik, yoki qattiq holatida bo'lishidan qattiq nazar, davomiy tebranish hosil qilib turadilar. Keling xohlagan kovalent bog'li birikmani tahlil qilib ko'raylik, masalan: etan molekulasidagi $C - C$ bog'lar, ular hosil qilgan bog'lar davomiy ravishda aylanish, bukilish va kengayish xossalarini o'zida namoyon qiladi. Har bir harakat ma'lum bir vaqt oralig'ida sodir bo'lib turadi. Bu takrorlanish bog' energiyasi, atomlarning molekulyar massalari va bog' tartibi bilan belgilanadi. Bunda tebranma harakatning chastotasi fotonlarning to'liq uzunligi bilan aks ettirilgan piklar IQ-ning elektromagnetik spektr sohasida aniqlanadi. Atom ma'lum miqdordagi foton ko'rinishidagi energiyani o'ziga yutadi va boshqa energetik qobig'ga ko'chadi, shu kabi molekula ham IQ-fotonlarini yutib, boshqa turdagi energetik qobig'ga siljiydi.

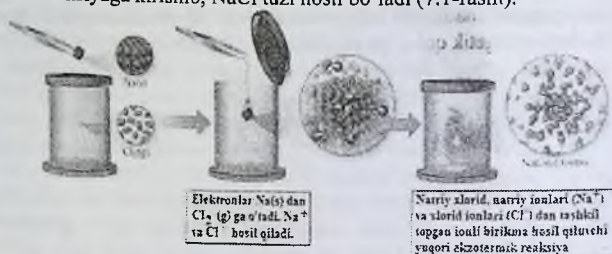
7. ION BOG'LANISH

Ion bog'lanish. Ionlar orasida elektrostatik tortishish kuchlari ta'sirida yuzaga keladigan bog'lanish ion bog'lanish deyiladi. Ion bog'lanish elektromanfiyligi bo'yicha katta farq qiladigan atomlar orasida hosil bo'ladi.

Ion bog'lanish hosil bo'lish mexanizmi kovalent bog' hosil bo'lish mexanizmiga o'xshaydi. Avval umumiy elektron juft hosil bo'ladi. So'ngra bir yoqlama qutblanish hisobiga bu elektron juft elektromanfiyligi yuqoriroq bo'lgan atom tomonga siljiydi.

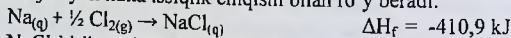
Kovalent va ion bog'lanishlar hosil bo'lish mexanizmlari o'xshash bo'lib, umumiy elektron juftining qutblanish darajasi bilan farq qiladi. Agar $\mu=0$ bo'lsa, qutbsiz kovalent bog', $0<\mu<4$ bo'lsa, qutbli kovalent bog', $\mu>4$ ion bog'lanish yuzaga keladi.

Ion bog'lanishli birikmalar asosan davriy sistemaning chap tarafida joylashgan metallar va o'ng tarafida joylashgan metallmaslar orasida hosil bo'ladi. Misol uchun, natriy metalli gaz holatdagi xlor gazi bilan shiddatli reaksiyaga kirishib, NaCl tuzi hosil bo'ladi (7.1-rasm).

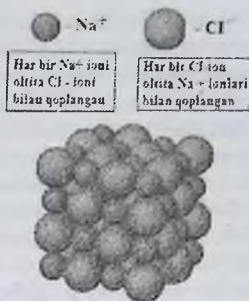


7.1-rasm. Natriy metalining xlor gazi o'rtasidagi reaksiyasi natijasida ion bog'lanishli osh tuzining hosil bo'lishi

Bu jarayon katta issiqlik chiqishi bilan ro'y beradi.

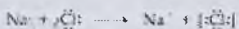


NaCl birikmasi Na^+ va Cl^- ionlarining uch o'lchamli fazoda tartibli joylashishidan hosil bo'lgan (7.2-rasm).



7.2-rasm. Natriy xloridning kristall tuzilishi

Na^+ ning Na dan va Cl^- ning Cl_2 dan hosil bo'lishi, elektronning natriy metalidan ajralganini va Cl birikkanini ko'rsatadi. Shu ikki atomlarning xossalari elektronning qanday tezlikda almashinishini belgilab beradi, ionlanish energiyasi – elektronning atomdan ajralib chiqishi uchun kerak bo'ladigan energiyasini belgilab bersa, elektronga moyillik esa – atomga elektronni biriktirib olish uchun lozim bo'ladigan energiya miqdorini belgilaydi. Ion bog'li birikmalar oson hosil bo'lishi uchun ion tarkibidagi bir atom o'zidan osongina elektronni ajratib chiqarishi (past ionlanish energiyasiga), ikkinchisi esa osongina elektronni biriktirib olishi (yuqori elektronga moyillik) lozimdir. Shu boisdan, NaCl tuzi quyi ionlanish energiyasiga ega bo'lgan metall va yuqori elektronga moyil metallmasdan iborat bo'lganligi sababli, tipik ion bog'lanishli birikma sifatida qaralsa bo'ladi.



Ion bog'li birikmalar turli - xil xossalarni o'zlarida mujassam qilishadi. Ular odatda qiyin suyuqlanadigan, kristall tuzilishga ega bo'lgan mo'rt moddalardir. Ionlar orasidagi yuqori elektrostatik kuch sababli, ular parchalanganda ham sirti tekis bo'lgan mayda bo'lakchalarga parchalanadi.

Osh tuzi NaCl ning suyuqlanish harorati $T_{\text{suyuq}} = 800^\circ\text{C}$, KCl niki $T_{\text{suyuq}} = 768^\circ\text{C}$. Ion bog'lanishli moddalarning suvli eritmaları, hatto suyuqlanmalari elektr tokini yaxshi o'tkazadi.

Ion bog'lanish ionlararo o'zaro ta'sir natijasida hosil bo'ladi. Har qaysi ionni zaryadlangan shar deyish mumkin. Ionning kuch maydoni fazoda hamma yo'nalishda bir tekisda tarqala oladi, ya'ni o'ziga qarama-qarshi zaryadli ionni har qanday yo'nalishda ham bir tekis torta oladi.

Demak, ion bog'lanish yo'naluvchanlik xossasini namoyon qilmaydi. Bundan tashqari, manfiy va musbat ion o'zaro birikkan bo'lsa ham, har bir ion o'ziga qarama-qarshi zaryadli boshqa ionlarni ham o'ziga torta oladi. Demak, ion bog'lanish to'yinuvchanlik xossasiga ega emas.

Ion bog'lanish to'yinuvchanlik va yo'naluvchanlik xossalari ega bo'lmagani uchun har qaysi ion atrofida maksimal miqdorda qarama-qarshi zaryadli ionlar bo'ladi. Ionlarning maksimal miqdori kation va anionlar radiuslarining bir-biriga nisbatan katta-kichikligiga bog'liq. Masalan, Na^+ ion atrofida eng ko'p 6 ta Cl^- ion Cs^+ ion atrofida esa ko'pi bilan 8 ta Cl^- ion bo'ladi.

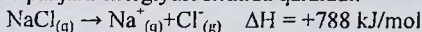
Biri musbat, biri manfiy iondan iborat ion bog'lanishli molekularlar odatdagi sharoitda yakka-yakka holda mavjud bo'la olmaydi. Ular o'zaro birikib juda ko'p molekularlardan iborat kristallarni hosil qiladilar. SHuning uchun NaCl , CsCl emas, Na_nCl_n ; Cs_nCl_n yozish to'g'riroq bo'ladi. Ion bog'lanishda yo'naluvchanlik va to'yinuvchanlik xossasi bo'lmagani uchun ionlarning assosialanish xossalari yuqori bo'ladi. Osh tuzining gazsimon holatida NaCl molekulari bilan bir qatorda $(\text{NaCl})_2$ va $(\text{NaCl})_3$ assosiatlari ham mavjud. Shu sababli ion bog'lanishga ega bo'lgan birikmalar yuqori suyuqlanish va qaynash haroratiga ega. Ionli birikmalarning eritmalarida molekularlar yo'q. Ular qutbli erituvchilarda (suv, spirtlar, ammiak) oson eriydi va to'la dissosialangan bo'ladi. Barcha ion bog'lanishli birikmalar qattiq holda ionli kristall panjaraga ega bo'lib, har bir ion teskari ishorali boshqa ion bilan o'ralgan.

Ion bog'lanishli birikmalarning energetikasi. Osh tuzining natriy metali va xlor molekularidan hosil bo'lishi juda ko'p miqdordagi energiya ajralib chiqishi bilan sodir bo'ladi, buni manfiy ishorali yuqori entalpiya qiymati bilan ham tavsiflasi bo'ladi ($H_f = -410.9 \text{ kJ/mol}$). Shu kabi, boshqa ion bog'lanishli birikmalar boshqa moddalardan yuqori manfiy entalpiya bilan ajralib turadi. Qanday omil ion bog'lanishli birikmalarni yuqori ekzotermik qiymatga ega ekanligini tushuntirib beradi?

Biz NaCl ni hosil bo'lishini elektronning Na dan Cl ga ko'chishi bilan tavsiflaymiz. Avvalgi darslardan bizga ma'lumki, atomdan elektron ajralib chiqishi doimo endotermik jarayon sifatida qaraladi. Masalan, Na dan Na^+ ga o'tish uchun 496 kJ/mol issiqlik talab etiladi. Boshqa tarafdin, metalmaslarning o'ziga elektron biriktirishi odatda issiqlik ajralib chiqishi bilan boradi (misol uchun Cl o'ziga elektron biriktirishi 349 kJ/mol). Yuqoridagi qiymatlarga ko'ra elektronning Na dan Cl ko'chishi ekzotermik jarayon emas, balki endotermik bo'lishi kerak edi,

ya'ni $496-349=147$ kJ/ mol talab etilishi kerak edi. Ammo bunda, ionlarning o'zaro ta'siri hisobga olinmaydi va bu holat ion bog'lanishli birikmalarga xos emas.

Ion bog'lanishli birikmalarning yuqori turg'unlikka ega bo'lishi ionlarning o'zaro tortilish kuchlari bilan tushuntirilib beriladi. Ion birikmalarning turg'unligi, ularning yuqori **kristall panjara energiyasi** bilan tavsiflanadi, qaysiki qattiq ion bog'lanishli birikmalarni gaz holatdagi ionlarga o'tkazish uchun sarflanadigan energiya. Masalan, NaCl ni ionlarga ajratish uchun 788 kJ/mol energiya talab etiladi va shu energiya kristall panjara energiyasi sifatida qaraladi.



E'tibor bersangiz, bu jarayonda juda ko'p energiya talab etiladi. Na va Cl ionlarining o'zaro ta'sirlashishi natijasida, ya'ni teskari jarayon sodir bo'lishi natijasida, juda ko'p miqdordagi issiqlik ajralib chiqadi (-788 kJ/mol).

Yuqori musbat qiymatlar, birikma tarkibidagi ionlarning yuqori tortishish kuchlari bilan belgilanadi. Qarama-qarshi zaryadli ionlarning bir-biriga tortishish energiyasi, ionlanish energiyasi qiymatidan yuqori bo'lishi, ion bog'lanishli birikmalarning ekzotermikligini ta'minlab beradi. Ion birikmalarining bunday yuqori tortish kuchiga ega ekanligi ularning qattiqligi, yuqori qaynash temperaturasi va mo'rtligida aks etadi (masalan, NaCl ning qaynash temperaturasi 801°C).

7.1-jadval

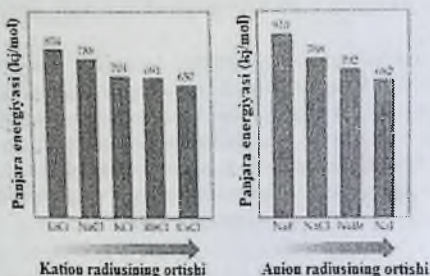
Ba'zi ion bog'li birikmalarning kristall panjara energiyalari

Birikma	Panjara energiyasi, kJ/mol	Birikma	Panjara energiyasi, kJ/mol
LiF	1030	MgCl ₂	2326
LiCl	834	SrCl ₂	2127
LiI	730		
NaF	910	MgO	3795
NaCl	788	CaO	3414
NaBr	732	SrO	3217
NaI	682		
KF	808	ScN	7547
KCl	701		
KBr	671		
CsCl	657		
CsI	600		

Ion bog'lanishli birikmalarda kristall panjara energiyasining qiymati ionlarning zaryadi, ularning o'lchami va kristall panjara turi bilan xarakterlanadi. Elektrostatik potensial qiymati zaryadlangan zarrachalarning o'zaro ta'siri bilan aniqlanadi:

$$E_d = \frac{kQ_1Q_2}{d}$$

Yuqoridagi formuladan ko'rinib turibdiki, kristall panjara energiyasining qiymati zarrachalarning qiymati o'sishi bilan oshadi, ular orasidagi masofa ortishi bilan esa kristal panjara energiyasi kamayadi. Zarrachalar orasidagi masofa ortishi bilan ularning energiyasi kamayadi, demak davriy jadvalda guruh bo'ylab yuqoridan pastga tushgan sari ularning kristall panjara energiyalari va bog' turg'unligi ham kamayadi (7.3-rasm).

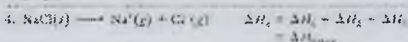
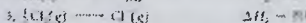
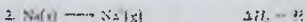
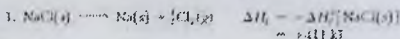


7.3-rasm. Kation va anionlar radiuslarini o'zgarishining kristall panjara qiymatiga ta'siri

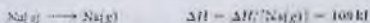
Born-Gaber sikli bo'yicha kristall panjara energiyasining qiymatini o'zgarishi. Kristall panjara energiyasining qiymati tajribada aniqlab bo'lmaydi. Biroq, ion bog'li birikmalarning hosil bo'lishini bir nechta bosqichlarga bo'lib, Gess qonunidan foydalanib, hisoblab topish mumkin. Yuqoridagi bosqichma-bosqich amallar to'plami Born-Gaber sikli deb ataladi. Bu kristall panjara energiyasini termokimyoviy yo'l bilan aniqlash yo'li bo'lib, nemis olimlari Max Born (1882-1970) va Fritz Haber (1868-1934) lar sharafiga atab qo'yilgan.

Masalan NaCl ning kristall panjara energiyasini hisoblab ko'raylik. Bunda, $\text{NaCl}_{(q)}$ reagent sifatida, Na^+ va Cl^- lar esa mahsulot sifatida qaraladi va shu reaksiya bizga asos vazifasini bajaradi. Reaksiyani shu tarzda ifodalash uchun esa bir nechta holatlarni hisobga olish darkor. NaCl reagent va unga ion bog'lanishli birikma sifatida qarab, Na^+ va Cl^-

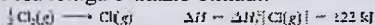
lardan tashkil topgan deb hisoblab, ikki narsani hisobga olgan holda asosiy tenglamani keltirib chiqarsak bo'ladi.



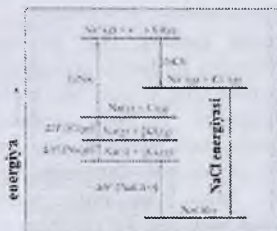
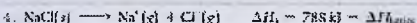
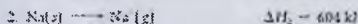
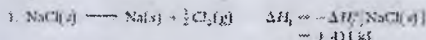
2-bosqich. Qattiq holdagi natriyning natriy ioniga o'tkazib olishimiz kerak, ya'ni qattiq natriyni dastavval gaz holatiga, so'ngra ionga ajratish lozim.



Xuddi shu tarzda gaz holatidagi xlor molekullari avval xlor atomlariga, keyin esa ioniga o'tkazib olinadi.



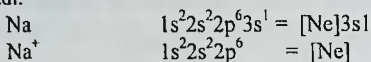
Yuqoridagi jarayonlarni yig'indisini hisoblash orqali esa kristall panjara energiyasini topishimiz mumkin. Born-Gaber sikli sxemasi 7.4-rasmda ko'rsatilgan.



7.4-rasm. Osh tuzining Born-Gaber sikli sxemasi

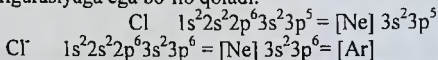
Ion birikmali s- va p- guruh elementlarning elektron konfiguratsiyasi. Ion bog' hosil bo'lishi energetikasi, nega ion bog'lanishli ko'pchilik birikmalar inert gaz elektron konfiguratsiyaga ega

ekanligini tushuntirib beradi. Misol uchun, Na o'zining tashqi qobig'idagi elektronni ajratib chiqarib, Ne ni elektron konfiguratsiyaga o'tadi.



Ion zaryadi ortishi bilan uning kristall panjara energiyasi ham ortishiga qaramay, biz Na ni hech qachon Na^{2+} holatida uchratmaymiz. Metaldagi ikkinchi elektron ajralib chiqishi uning ichki qobig'idan ajralishi bilan ro'y beradi, biroq bu esa juda katta energiya talab etadi. Kristall panjara energiyasining ortishi, natriyning ichki qobig'idan elektronni ajratib chiqarish uchun talab etiladigan energiya miqdoridan kam bo'lganligi sababli bu hodisa ro'y bermaydi. Shu boisdan, natriy metali o'zining birikmalarida faqat +I oksidlanish darajasiga egadir.

Xuddi shu tarzda, xlarning o'ziga elektron biriktirib olishi issiqlik ajralib chiqishi bilan ro'y beradi. Birinchi elektron uning valent qobig'iga joylashib Cl^- hosil bo'ladi va Ar tipidagi elektron konfiguratsiyaga ega bo'lib qoladi.



Ikkinchi elektronning birikishi, ya'ni Cl^{2-} hosil bo'lishi keyingi, yuqori energetik qavatga joylashishi lozim edi, biroq bu elektronning yuqori energiyali qavatga joylashishi, kristall panjara energiyasining ortishini kompensasiyalamaganligi sababli, bu hodisa ro'y bermaydi. Shu boisdan, davriy sistemada joylashgan 1A, 2A, 3A guruh elementlarning mos ravish 1+, 2+, 3+ kationlarini hosil qilishadi va shu tarzda 5A, 6A, 7A guruh elementlari 1-, 2-, 3- oksidlanish darajalarini o'zlarida namoyon qilishadi.

Yonaki metallarning ionlari. Har bir muvafaqqiyatli ajralib chiqqan elektron, elementning ionlanish energiyasini oshirishiga sabab bo'ladi. Ion bog'li birikmalarning kristall panjara hosil qilish energiyasi odatda atomdan uchtagacha bo'lgan elektronni ajralib chiqish energiyasini kompensasiyalashi mumkin. Shu boisdan, biz ion bog'li birikmalarda 1+, 2+, 3+ oksidlanish darajasiga ega bo'lgan kationlarni uchratishimiz mumkin. Biroq, ko'pgina yonaki guruh metallari o'zlarning valent qobig'ini inert gaz ko'rinishiga o'tkazish uchun uchta elektrondan ko'proq elektronni ajratib chiqarishi lozim. Masalan, kumush $[\text{Kr}] 4d^{10} 5s^1$ elektron konfiguratsiyaga ega. 1B guruh elementlari ko'pgina birikmalarida 1+ ionlarini hosil qilishadi (CuBr , AgCl va hokazo). Ag^+ ioni hosil bo'lganda, kumush o'zining 5s dagi yagona

elektronini yo'qotadi va to'la to'lgan 4d qobig'ini saqlab qoladi. Yuqoridagi misoldan ko'rinib turibdiki, yonaki guruh elementlari o'zlarining ionlarida inert gaz konfiguratsiyasini namoyon qilmaydi. Oktetlar qoidasi ko'p hollarda foydali bo'lishiga qaramay, shu holda cheklangandir.

Avvalgi darslardan bizga ma'lumki, musbat zaryadlangan ionlar hosil bo'lishida, elektron har doim n qiymati katta bo'lgan qobig'dan ajralib chiqadi. Shu sababdan, ion hosil bo'lishida, yonaki metallar avval o'zlarining s qobig'idan elektron ajratib chiqaradi, so'ng talab etilgan ion ko'rinishiga o'tish uchun zarur bo'lgan elektronlar d qobig'dan ajratib olinadi. Masalan, Fe^{2+} $[Ar]3d^6$, Fe^{3+} esa $[Ar]3d^5$ elektron konfiguratsiyaga egadir.

7.1. Ion tuzilishli moddalar xossalarini o'rganish

Fizik xususiyatlari. Odatiy ion tuzulishli modda – osh tuzi ($NaCl$), o'zida quyidagi hususiyatlarni namoyon qiladi: qattiq (pichoq bilan kesilmaydi), bukilmaslik va parchalanuvchanlik (qattiq jism bilan ta'sir etilganda parcha-parcha bo'lib ketishi) (7.5-rasm). Shu kabi xossalar ular tarkibidagi ionlar o'rtasida kuchli tortishish kuchlari bilan tushuntiriladi.

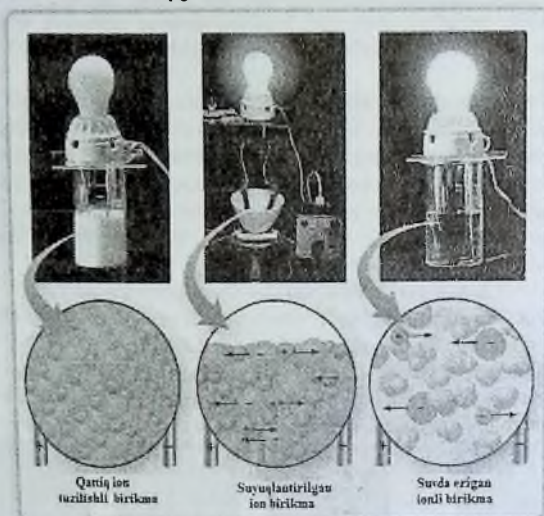


7.5-rasm. Ion bog'lanishli birikmalarning fizik xususiyatlari

Elektr o'tkazuvchanlik. Ion bog'li birikmalar odatda qattiq holda o'zidan elektr tokini o'tkazmaydi, biroq ularning eritmaları yoki suyuqlanmalari o'zidan elektr tokini o'tkazish hususiyatiga ega (7.6-rasm). Buning asosiy sababi, qattiq holatda birikma tarkibidagi ionlar qo'zg'almas holatda bo'ladi, ammo moddalar eritilganda yoki suyuqlantirilganda ular tarkibidagi ionlar erkin holatga o'tadi va elektr zaryadini tashish qobiliyatini namoyon qila boshlaydi.

Issiqlik o'tkazuvchanlik. Kristall panjaradagi ionlarni egallab turgan joylaridan qo'zg'atish va ajratib olish uchun juda katta miqdordagi energiya talab etiladi. Shu boisdan, biz ion bog'lanishli birikmalar yuqori suyuqlanish va qaynash temperaturasiga ega deb tavsif bersak adashmagan bo'lamiz (7.2-jadval). O'zaro ionlar o'rtasidagi

tortishish shu qadar kuchliki, hattoki ular bug' holatida ham ion molekulalardan tashkil topgan bo'ladi.



7.6-rasm. Ion bog'lanishli birikmaning (qattiq, suyuqlanma va eritma holatida) elektr o'tkazuvchanligi

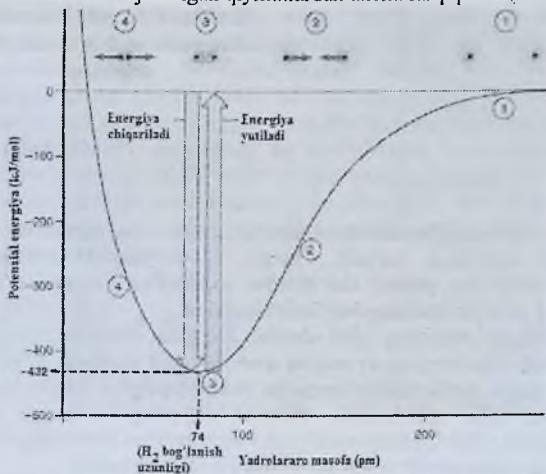
7.2-jadval

Ion bog'lanishli birikmalarning suyuqlanish va qaynash temperaturallari

Birikma	Suyuqlanish temperaturasi, ($^{\circ}\text{C}$)	Qaynash temperaturasi, ($^{\circ}\text{C}$)
CsBr	636	1300
NaI	661	1304
MgCl ₂	714	1412
KBr	734	1435
CaCl ₂	782	1600
NaCl	801	1413
LiF	845	1676
KF	858	1505
MgO	2852	3600

7.2. Vodorod bog'lanish

4A elementlari bilan hosil qilgan vodorodli binar birikmlar qutbsiz bo'lganligi sababli ularning gidridlari boshqa davr elementlarning gidridlaridan farq qiladi. Aslida, 4A guruh elementlari kutilgan natijalarni ko'rsatgan edi, chunki molekulyar massa ortishi bilan ularning qutblanuvchanligi va dispersiyaviy kuchlarning ta'siri ham ortib boradi. 5A, 6A va 7A guruh elementlarining og'ir analoglari ham kutilgan natijalarni o'zlarida aks ettiradi, biroq HF, H₂O va NH₃ larning qaynash temperaturalari mo'ljallangan qiymatlardan ancha farq qiladi (7.7-rasm).



7.7-rasm. 4A-7A guruhlarning vodorod bilan hosil qilgan kovalent birikmalarida qaynash temperaturasining o'zgarishiga molekulyar massaning ta'siri

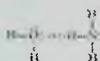
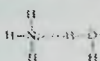
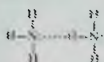
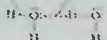
Haqiqatda, bu molekullar yana bir nechta xossalari bilan o'zlarining guruh elementlaridan farq qilib turadi. Masalan, suv molekulası yuqori suyuqlanish temperaturasiga, yuqori bug'lanish temperaturasiga ega. Shu kabi xossalr molekula tarkibidagi molekullararo kuchlarning ta'siri katta ekanligidan dalolat beradi.

HF, H₂O va NH₃ larda kuchli molekullararo ta'sirlashish vodorod bog'lar hisobiga sodir bo'ladi.

Vodorod bog'lanish – vodorod atomi va boshqa elektromanfiyligi yuqori bo'lgan element atomi (H-F, H-O yoki N-H) orasida ro'y

beradigan ta'sirlashuv hisobiga hosil bo'ladi. Shu boisdan H-F, H-O yoki N-H lar tarkibidagi vodorod atomlari boshqa molekula tarkibidagi F, O yoki N atomlari bilan o'zaro vodorod bog' hosil qiladi. 7.8-rasmda vodorod bog'lanishga bir nechta misollar berilgan.

Molekullararo kovalent bog'lanish Molekullararo vodorod bog'lanish



7.8-rasm. Vodorod bog'lanish.
H atomi F, O yoki N atomlari bilan vodorod bog' hosil qilishi mumkin.

Vodorod bog'lanishni dipol-dipol ta'sirlashuvning maxsus ko'rinishi sifatida tavsiflasak bo'ladi. Chunki, F, O yoki N atomlarining elektromanfiyligi yuqori, shu boisdan vodorod va yuqorida ta'kidlab o'tilgan atomlari orasidagi bog'lanish qutblidir.

Vodorod atomining ichki elektron qobig'ida elektronlar yo'q. Shu sababdan, dipolning asosiy musbat qismi vodorod yadrosida to'plangan. Shu musbat zaryadlangan zarracha elektromanfiyligi yuqori bo'lgan zarracha bilan ta'sirlashadi. Vodorod kationing o'lchami kichik bo'lganligi sababli, elektromanfiyligi yuqori bo'lgan atom tomon imkon darajada yaqinlashadi va shu atom bilan kuchli ta'sirlashadi.

Vodorod bog'lanish kovalent bog'lanishga nisbatan ancha bo'sh bo'ladi. Kovalent bog'lanish energiyasi 150-400 kJ/mol, vodorod bog'lanish energiyasi esa 8-40 kJ/mol. Vodorod bog'lanish ko'pgina moddalarning xossalriga ta'sir qiladi. Yuqorida keltirilgan suv va vodorod florid molekullari orasida kuchli vodorod bog' ularning qaynash haroratlarining yuqori bo'lishiga sabab bo'ladi. Xuddi shu tuzilishdagi H₂S, H₂Se, HCl, HBr larning qaynash haroratlari pastroq, chunki ulardagi vodorod bog'lar ancha bo'sh.

7.3.Metall bog'lanish

Davriy jadvaldagi III davr elementlarini (Na-Ar) ko'rib chiqadigan bo'lsak. Argon valent qobig'ida 8 ta elektron tutganligi (oktet holatida) sababli, boshqa elementlar bilan bog' hosil qilmaydi. Xlor, oltingugurt,

va fosfor mos ravishda Cl_2 , S_8 , P_4 ko'rinishidagi molekularlar hosil qildi va ulardagi bog'lar soni tegishli ravishda bir, ikki va uchga tengdir (7.9-rasm). Kremniy to'rtta qo'shni atomlari bilan o'ralib, murakkab ko'rinishli kristall panjarani hosil qiladi va bu ko'rinishdagi panjarada kremniyning bog' tartibi to'rtga teng. Bundan ko'rinib turibdiki, barcha atomlar o'zlarining valent qobig'idagi elektronlar sonini 8 taga etkazishga intiladi, bu esa oktetlar qoidasidan foydalanib osongina tushuntirilishi mumkin.

Shu tartibda davr bo'ylab chap tomon harakatlansak, biz alyuminiyni o'zining elementar yacheykasida beshta bog' hosil qilgan deb qarashimiz kerak edi. Biroq, boshqa metallar kabi alyuminiy zichlashgan kristal panjara hosil qilib, 12 ta qo'shni atomlar bilan o'ralgan bo'ladi. Shu tarzda magniy va natriy ham metall kristall panjara hosil qiladi. Davriy sistemadagi bu davriylikning buzilishiga sabab nima? Bunga asosiy sabab, metallarning tashqi qobig'ida bog' hosil qilish uchun etarlicha valent elektronlar bo'lmasligidir. Shu sababli, ular metall panjara hosil qilib, o'zlarining tashqi qobig'idagi valent elektronlarni delokallashtiradi.



7.9-rasm. III davr elementlarining bog'lanishi

Elektron-oqimi modeli. Metall bog'lanishning ba'zi elementar xususiyatlarini tushuntirib berish uchun elektron-oqimi modelidan foydalaniladi, ya'ni metall kristall panjara tugunlarida metall kationlari ko'rinishida, panjara bo'ylab esa elektron oqimi suzib yuradi deb qaraladi (7.10-rasm). Panjaradagi elektronlar esa panjaradagi metall kationlari bilan elektrostatik ta'sirlashib turadi.



7.10-rasm. Metall bog‘lanishning elektron-oqimi modeli. Metall tarkibidagi valent elektronlar metall kationlari atrofida daryo kabi suzib, doimo o‘zaro ta’sirda bo‘ladi

Agar metall zanjirga elektr toki ta’sir ettirilsa, metall manfiy zaryadlanadi va elektronlar oqimi musbat zaryadlangan zanjir uchi tomon harakatlanadi.

Metallarning yuqori issiqlik o‘tkazuvchanligi ham shu erkin harakatlanadigan elektronlar yordamida tushuntiriladi. Issiqlik ta’sirida metall tarkibidagi valent elektronlar panjarada erkin harakatlanadi va qattiq jism bo‘ylab berilayotgan kinetik energiyani ulashadi. Metallarning deformasiyalanishi (bolg‘alanuvchanligi yoki oquvchanligi) ularning kristall panjarasi bilan tushuntiriladi.

Metallardagi kimyoviy bog‘lanish tabiati ularning quyidagi xossalari: 1) yuqori elektr va issiqlik o‘tkazuvchanligi; 2) simobdan boshqa metallar yuqori koordinasion songa ega bo‘lgan kristallar ekanligi bilan xarakterlanadi. Birinchi xossasidan metallarda elektronlarning bir qismi metallning butun hajmi bo‘ylab harakat qila oladi degan xulosa kelib chiqadi. Ularda ikki elektronli bog‘lanish yo‘q, chunki valent elektronlar soni bunday bog‘lanish hosil qilish uchun etarli emas. Kovalent va ion bog‘lanishdan farq qilib, metallarda kam sondagi elektronlar ko‘p sondagi yadroni ushlab turadi va bu elektronlar metallarda harakatlanishi mumkin. Metall bog‘lanish nazariyasiga ko‘ra, metallar juda ixcham joylashgan kationlardan iborat ixcham struktura bo‘lib, ularning umumlashgan elektronlari biri-biri bilan bog‘langan.

Masalan, litiy hajmi markazlashgan kub kristall panjaraga ega. Har bir litiy atomi 8 ta qo‘shni atomlar bilan bog‘langan. Bog‘ hosil qilish uchun litiy atomi bitta elektron, lekin 4 ta valent orbitalar berishi mumkin. Kristallarda elektronlar soni orbitalar sonidan ko‘ra kam, shu sababli elektronlar bir orbitaldan ikkinchisiga oson o‘tadi. Bu elektronlar metallidagi barcha atomlar orasida bog‘ hosil bo‘lishida ishtirok etadi.

Molekulalararo ta’sirlar. Molekulalar orasida orientasion, induksion va dispersion ta’sirlar mavjud.

Dispersion ta’sirlar - qutbsiz molekulalar orasida bir lahzada yuzaga keladigan mikrodipollar hosil bo‘lishiga asoslangan. Molekulalar yaqinlashganda mikrodipollar paydo bo‘ladi, bunda molekulalar tortiladi.

Agar ikki molekulada mikrodipollar baravariga paydo bo'lmasa ular bir-biridan uzoqlashadi.

Orientasion ta'sirlar - qutblangan molekulalar orasida yuzaga keladi. Molekulalarning tartibsiz issiqlik harakati tufayli bir xil zaryadlangan dipollarning uchlari bir-biridan uzoqlashadi, qarama-qarshi zaryadlangan uchlari esa bir-biriga tortiladi.

Molekulalar qanchalik qutblangan bo'lsa ular bir-biriga shunchalik kuchli tortiladi.

Induksion ta'sir - qutbli va qutbsiz molekulalar orasida vujudga keladi. Faraz qilaylik, qutblangan va qutblanmagan molekulalarning uchlari uchrashdi. Qutblangan molekulalar ta'sirida qutblanmagan molekulalar egiladi va unda qoldiq (induksiyalangan) dipol paydo bo'ladi. Induksiyalangan dipol o'z navbatida polyar molekulaning elektrik dipol momentini kuchaytiradi. Ko'rib chiqilgan molekulalarga ta'sir ikkita ta'sirga bog'liq: 1) molekulaning qutblanganligiga 2) molekulaning deformasiyalanishiga. Agar qutblanganlik ko'p bo'lsa orientasion ta'sir ustun bo'ladi. Agar deformasiyalanish ko'p bo'lsa dispersion ta'sir ustun bo'ladi. Induksion ta'sir esa ikkala holatga ham bog'liq.

Mavzuni mustahkamlash uchun nazorat savollari

1. Ion bog'lanish deb qanday bog'lanish turiga aytiladi? Uning hosil bo'lish asosi qanaqa?

2. Vodorod bog'lanish deb qaysi kimyoviy bog'lanish turiga aytiladi? Bu bog'lanish qanday molekulalar orasida yuzaga keladi?

3. Ion bog'lanishga misollar keltiring va xossalari ko'rsating.

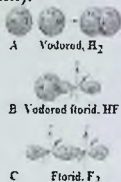
8. VALENT BOG‘LAR USULI. GIBRIDLANISH

Valent bog‘lar nazariyasi va obitalarning gibridlanishi. Kovalent bog‘lanish – nima va bog‘ning kuchini qanday omillar belgilab beradi? Atomlararo ta’sir natijasida hosil bo‘lgan molekulaning shaklini qanday izohlasak bo‘ladi? Shu toifadagi savollarga **valent bog‘lar nazariyasi** javob bera oladi.

Valent bog‘lar nazariyasining asosiy qoidalari. Valent bog‘lar nazariyasining asosiy tamoyili – ikkita atomlar o‘zlarining elektron juftlarini taqsimlaydi va bir- birining valent qobig‘ini qoplashi orqali bog‘ hosil bo‘ladi deb qaraladi. Kvant mexanikasining terminologiyasiga ko‘ra, elektron taqsimlangan ikki orbitalning fazadagi to‘lqin funksiyasi hisoblanadi, shu sababdan yadrolar orasidagi amplituda ortadi. Valent bog‘lar nazariyasining asosiy izohlari quyidagilar:

1.Qarama-qarshi spinli elektron juftlar. Molekula hosil bo‘lishida elektron taqsimlanayotgan orbitalning maksimum sig‘imi ikkita elektron uchun mo‘ljallangan va ular albatta qarama-qarshi spinli bo‘lishlari lozimdir. Masalan, vodorod molekulasini hosil qilish uchun, vodorod atomi tarkibidagi 1s qobig‘dagi elektronlar taqsimlanadi va molekulyar orbitaldagi elektronlar qarama-qarshi spinga ega bo‘ladi.

2.Bog‘lovchi obitalarning maksimum qoplanishi. Hosil bo‘lgan bog‘ning kuchi atom yadrosi va taqsimlangan elektron juftlar orasidagi o‘zaro ta’sir bilan belgilanadi, shu boisdan taqsimlangan elektronlarning miqdori qanchalik ko‘p bo‘lsa, bog‘ shuncha mustahkam bo‘ladi. Orbital shakli va yo‘nalishi elektronning qoplanish darajasi bilan belgilanadi. s orbital sferik, shuning uchun orientatsiyasi turli yo‘nalishlarida o‘zgarmas qiymatlar qabul qiladi. Biroq p va d orbitallar o‘zlariga tegishli bo‘lgan yo‘nalishlarga egadirlar. Masalan, HF da vodorodning 1s orbitali va fluorning 2p orbitallari ma’lum bir o‘q bo‘ylab o‘zaro qoplanadi. Shu bois, F₂ ikki fluor atomlari tarkibidagi 2p orbitallarining o‘zaro qoplanishi hisobiga hosil bo‘ladi (8.1-rasm).



8.1-rasm. Uchta ikki atomli molekullarda obitalarning qoplanishi va spinlarning juftlashishi

3. Atom orbitallarning gibridlanishi. Biz HF va F₂ kabi ikki atomli molekullalarda bog' hosil bo'lishida s va yoki p orbitallarning o'zaro qoplanishi hisobiga sodir bo'layotgan edi. Biroq biz, masalan metan molekulasida, molekulaning shakli yoki C va H atom orbitallarning orientatsiyasi qandayligi haqida nima deya olamiz? Qo'zg'almagan holatda C atomi (Ne[2s²2p²]) ning ikkita valent elektroni sferik shaklga ega, va qolgan elektronlar esa perpendikulyar 2p orbital shaklini egallaydi. Uglerod atomi qo'zg'algan holatga o'tganda metan molekulasini hosil qilish uchun to'rtta C-H bog' hosil qilinadi va H-C-H orasidagi burchak 90° bo'lishi kerak edi. Biroq metan molekulasida uglerod va vodorod o'rtasidagi valent burchak qiymati 109.5°.

Burchak qiymati 109.5° tengligini, Laynus Polingning qarashlari bilan tushuntirib bersak bo'ladi. Bog' hosil bo'lish vaqtida, molekula hosil qilish uchun taqsimlangan valent elektronlarning xususiyatlari tubdan o'zgaradi. Kvant mehanikasining matematik hisob-kitoblariga ko'ra, atom orbitallaridagi elektronlar qanday tarzda molekulyar orbitallarda taqsimlanishiga ko'ra molekulaning shakli, fazoviy orientatsiyasini belgilab beradi. Orbitallarning aralashish jarayoniga **gibridlanish** deb yuritiladi, yangi hosil bo'lgan atom orbitallari esa **gibrid orbital** deyiladi.

4. Gibrid orbitallarining ba'zi xususiyatlari. Quyida gibrid orbitallarning bog' hosil qilayotgandagi ba'zi asosiy jihatlari keltirib o'tilgan:

1. Gibrid orbitallar soni aralashishda ishtirok etgan atom orbitallar soniga tengdir

2. Bog' hosil qilishda atom orbitallari sonining o'zgarishi, gibrid orbitallarining o'zgarishiga sabab bo'ladi.

3. Gibrid orbitallarining shakli va orientatsiyasi bog' hosil qilishda atom orbitallarining qoplanish maksimumligini ta'minlab beradi.

Gibridlanish – atom orbitallarining aralashib, gibrid orbitallari hosil bo'lishi, orbitallarini qoplab elektronlarini o'zaro taqsimlashi va natijada turg'un bog' hosil bo'lish jarayonidir.

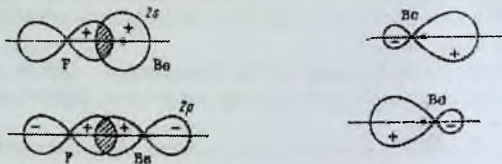
Gibridlanish nazariyasi

Atomlar orasidagi bog'lanish odatda har xil energetik holatlarda bo'lgan elektronlar orasida yuzaga keladi. Atom orbitallarning o'miga hosil bo'lgan gibrid orbitalar molekula hosil qilishda bir-birini yaxshi qoplashi kimyoviy bog'ning mustahkam bo'lishiga va molekulaning energetik barqaror bo'lishiga sabab bo'ladi.

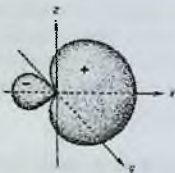
Valent orbitalarning gibridlanish nazariyasi 1934-yilda J.Slater va L.Poling tomonidan ishlab chiqilgan. Bu nazariyaga ko'ra kimyoviy bog' aralash yoki gibrid orbitalar hisobiga amalga oshadi. Gibridlanish jarayonida orbitalarning energiyasi va shakli o'zgaradi. Gibrid orbitalarning qoplanishidagi yuza alohida olingan orbitalardan ko'ra ko'proq bo'ladi. Gibridlanish jarayonida dastlabki atom orbitalarning soni o'zgarmay qoladi.

Gibrid orbitalar turlari

sp-gibridlanish. Masalan, BeF_2 molekulasini (8.2-rasm) olsak. Har bir fluor atomi bittadan juftlashmagan elektronlarga ega. Bu elektron kovalent bog' hosil qilishda ishtirok etadi. Berilliy atomi qo'zg'almagan holatda juftlashmagan elektronlarga ega emas. Berilliy atomi qo'zg'algan holatga o'tganda 2s holatda bir elektronga va 2p holatda bir elektronga ega bo'lib, bu elektron bulutlarning qo'shilishidan sp gibridlanish yuzaga keladi. Shunday qilib, berilliy xlorid molekulasi chiziqli tuzilishga ega. Valent bog'lar orasidagi burchak 180° . Shu tariqa yuzaga kelgan bog'lanish sp-gibridlanish (8.2- va 8.3-rasmlar) deyiladi.



8.2-rasm. BeF_2 molekulasini hosil bo'lishida 2s- va 2p-orbitalarining qoplashi



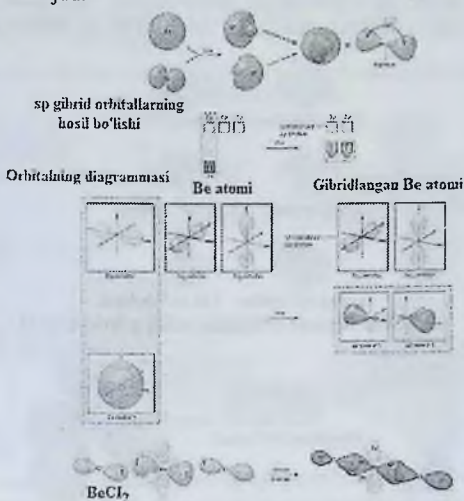
8.3-rasm. sp-gibrid orbitalarining alohida hosil bo'lish sxemasi

Markaziy atom ikkita elektron juftlari bilan qoplangan, molekula chiziqli va shu boisdan bog'lovchi orbitalar chiziqli orientatsiyaga ega deb qaraladi.

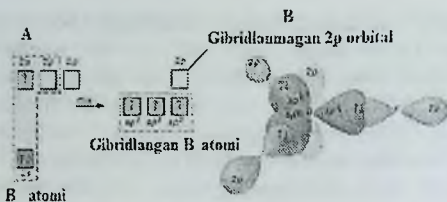
1.Orbitalar aralashib, yangi orbitallarni hosil qiladi. VB nazariyasiga ko'ra ikkita turli xil s- va p- orbitallarining taqsimlanishidan, ikkita bir xil bo'lgan **sp gibrid orbitallari** hosil bo'ladi va valent burchak 180^0 teng bo'ladi. Orbital orientatsiyasi bog' yo'nalishining elektron zichligining ortishiga sabab bo'ladi va elektronlar o'rtasidagi itarilish kuchlarini minimallashtiradi.

2.Markaziy atom orbitalarining boshqa orbitalar bilan qoplanishi: BeCl_2 . Berilliy xloridda, berilliy sp gibridlangan (8.4-rasm).

sp² gibridlanish. Bor florid molekulasida esa 1s va 2p orbitaldan uchta yangi sp² gibrid orbitalar hosil bo'ladi. Bu erda bog'lar orasida hosil bo'ladigan burchak 120^0 bo'ladi. Agar gibridlanish bitta s va ikkita p orbitalar ishtirokida hosil bo'lsa, bunday gibridlanish sp² gibridlanish (8.5-rasm) deyiladi. BCl_3 , SO_3 , $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ molekularida sp² gibridlanish mavjud.

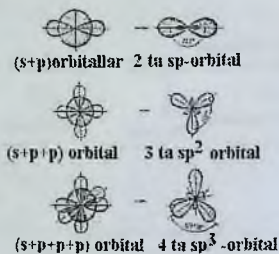


8.4-rasm. sp gibrid orbitalining hosil bo'lishi va orientatsiyasi va BeCl_2 molekulasida gibridlanishi. A. sp gibrid orbitali hosil qilish uchun 2s va 2p orbitalarining qo'shiluvi. B. Be ning gibridlanishini orbital yacheykalar orqali izohlash. C. gibridlanishni orbital konturlar ordamida ifodalash. D. BeCl_2 bog' hosil bo'lishi uchun Be va Cl orbitalarining qoplanishi.

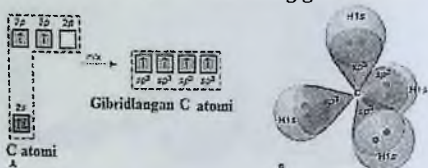


8.5-rasm. BF_3 ning sp^2 gibrid orbitali. *A. Orbital yacheykalar yordamida sp^2 hosil bo'lishini izohlash. B. BF_3 ning kontur yordamida ifodalanishi.*

sp^3 gibridlanish. Metan va uglerod(IV) xlorid molekularida esa bog'lanish hosil qilishda markaziy atom uglerod bo'lib, u qo'zg'algan holatda bir s va uchta p elektronga ega. Shuning uchun ham metanda markaziy atom sp^3 (8.6-rasm) gibridlangan. Molekula tetraedrik tuzilishga ega, valent burchaklar bo'lsa $109^\circ 28'$ ni tashkil etadi (8.7-rasm).



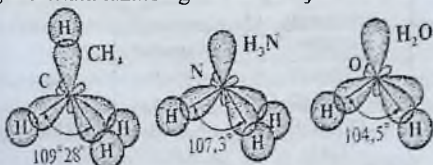
8.6-rasm. Valent orbitalarining gibridlanishi



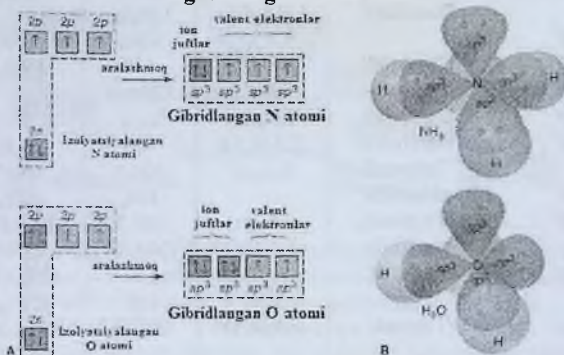
8.7-rasm. CH_4 ning sp^3 gibrid orbitalari. *A. Orbital yacheykalar yordamida sp^3 hosil bo'lishini izohlash. B. CH_4 ning kontur yordamida ifodalanishi, taqsimlangan elektron juftlari ham akslantirilgan.*

Markaziy atomdagi bo'linmagan elektronlar juftining molekula tuzilishiga ta'siri

Metan, suv va ammiak molekulari (8.8-rasm) valent burchaklar qiymati metanda $109^{\circ}28'$, ammiakda $107,5^{\circ}$ va suvda $104,5^{\circ}$. Valent bog'lanishlar nazariyasiga ko'ra buning sababi, markaziy atomdagi bo'linmagan elektron juftlarning ta'siridir. Ammiak va suv qatorida markaziy atomdagi bo'linmagan elektronlar jufti bir juftdan to'rtta juftgacha ortadi. Ana shu tufayli valent burchaklarda qisqarish kuzatiladi. Markaziy atomning gibridlanishi va undagi bo'linmagan elektronlarning molekula tuzilishiga ta'siri 8.1-jadvalda keltirilgan.



8.8-rasm. Metan, suv va ammiak molekulasidagi kimyoviy bog'larning hosil bo'lishi



8.9-rasm. NH_3 va H_2O larning sp^3 gibridlanishi. A. Orbital yacheykalar yordamida sp^3 hosil bo'lishini izohlanishi, shu jarayda taqsimlanmagan elektron juftlari ham hisobga olinganligini ko'rish. B. Kontur yordamida ifodalanishi.

sp gibridlanish kuzatilgan BeF_2 , CO_2 molekulari chiziqli tuzilishga ega valent burchaklar 180° ga teng. Agar markaziy atom atrofida EA_3 holatda bog'lanish amalga oshsa, markaziy atomning hosil

qilgan burchaklari tekis uchburchak bo'lib, burchak 120^0 ga teng. Bunday molekularlar odatda qutbsiz tabiatga ega. Masalan, BF_3 , SO_3 va boshqalar.

Agar markaziy atom atrofida ikkita bir xil atom joylashgan va markaziy atomda bir juft bo'linmagan elektron mavjud ($:\text{EA}_2$) bo'lsa, burchaklar o'zgarib molekula qutbli bo'lib qoladi. Shunday bog'lanish SO_2 , NO_2 , H_2SO_3 va HNO_2 molekularida kuzatiladi.

8.1-jadval

Turli molekularning geometrik shakli va gibridlanish turi

Gibridlanish turi	Molekulaning geometrik shakli	Markaziy atomning joylanishi*	Valent burchak, ^o	Misollar
sp	Chiziqli	A-E-A	180	F-Be-F
sp	Chiziqli	A-E-A	180	O=C=O
sp	Chiziqli	A-E-B	180	H-C≡N
sp ²	Tekis uchburchak	EA ₃	120	BCl ₃ , SO ₃ , BF ₃
sp ²				SO ₂
sp ²	Burchakli	EA ₂ (:)	120dan	
sp ²		EA ₂ (:)	kam	H ₂ SO ₃
sp ²	Burchakli	AEB (:)	130	[NO ₂]
sp ³	Burchakli	EA ₂ (:)	120dan	
sp ³	Burchakli	EA ₃ (::)	kam	
sp ³	Burchakli	EAB(::)	120	H ₂ O
	Trigonal piramida	EA ₃ (:)	104,5	HOCl
sp ³			104,	NH ₃ ,
sp ³	Trigonal piramida	EA ₃ (::)	107,3	H ₃ O ⁺ , PCl ₃
			104,5;	HClO ₃
sp ³	Tetraedr		100	CH ₄ , CF ₄ ,
		EA ₄	106	CCl ₄ ,
	Tetraedr	EABCD	109 ⁰ 28	SiH ₄ , SiCl ₄
				HClO ₄ ,
				H ₃ PO ₄
				H ₂ SO ₄
dsp ²	Tekis kvadrat	EA ₂ B ₂	109 ⁰ 28	Pt(NH ₃) ₂ Cl ₂
sp ³ d	Trigonal bipiramida	EA ₅		PF ₅ , PCl ₅
sp ³ d ²	Oktaedr	EA ₆		K ₃ [FeCN] ₆ Ba ₂ [XeO ₆]

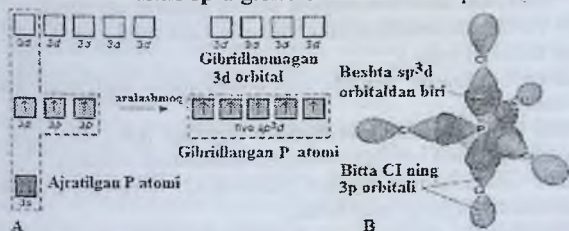
Izoh-(:) bo'linmagan elektronlar jufti.

sp^3 gibrirlanish markaziy atom to'rtta bir xil yoki xur xil atomlar bilan o'ralganda va bog'lanmagan elektronlar jufti bo'lmaganda hosil bo'lsa (CCl_4 , CF_4 , CH_4 , $HClO_4$, H_2SO_4 , H_3PO_4), markaziy atom atrofiga undan kamroq atomlar joylashsa ham gibrirlanish sp^3 , lekin markaziy atomdagi bo'linmagan elektronlar jufti hisobiga valent burchaklarda o'zgarish kuzatiladi (NH_3 , $HClO$, $HClO_2$, H_3O^+ , PCl_3).

sp^3d gibrirlanish. VB (valent bog'lar) nazariyasiga ko'ra bu turdagi gibrirlanish hosil bo'lishi uchun trigonal bipiramida shakliga ega markaziy atom tarkibida d orbital bo'lishi lozimligi uchun, element eng kamida 3-davrda joylashmog'i kerak.

1.Orbitallarning aralashuvi va sp^3d gibrir orbitallarining hosil bo'lishi. Bir dona 3s, uchta 3p va beshta 3d orbitallarining biri qo'shiluvi va ularning taqsimlangan elektron juftlari trigonal bipiramidaning qirralarida joylashuvi natijasida sp^3d gibrir orbitallari hosil bo'ladi.

2.Markaziy va qo'shimcha atomlarning elektron orbitallarining qo'shiluvi. PCl_5 tarkibidagi P atomi sp^3d gibrirlangan. Beshta Cl atomining 3p orbitalidagi elektronlar, P tarkibidagi 5 ta valent elektronlari bilan birlashib sp^3d gibrir orbitalini hosil qiladi (8.10-rasm).



8.10-rasm. PCl_5 ning sp^3d gibrir orbitallari. A. sp^3d gibrir orbitallari hosil bo'lishini orbital yacheykalar yordamida ifodalanishi, bunda 4 ta d orbitali bo'sh qoladi. B. Kontur yordamida ifodalanishi.

sp^3d^2 gibrirlanish. VB nazariyasiga ko'ra molekula oktaedr shaklida bo'lishi uchun element eng kamida 3-davrda joylashmog'i kerak.

1. Orbitallarining aralashuvi va sp^3d^2 gibrir orbitallarining hosil bo'lishi. Bir dona 3s, uchta 3p va beshta 3d orbitalining bir jufti qo'shilishi va ularning taqsimlangan elektron juftlari oktaedrning qirralarida joylashuvi natijasida sp^3d^2 gibrir orbitallari hosil bo'ladi.

2. Markaziy va qo'shimcha atomlarning elektron orbitallarining qo'shiluvi. SF_6 tarkibidagi S atomi sp^3d^2 gibrirlangan. Oltita F

A

Diagram illustrating the hybridization process:

- Initial orbitals: $3s$ (1 orbital), $3p$ (3 orbitals), and $3d$ (5 orbitals).
- Hybridization: $3s$, $3p$, and $3d$ orbitals combine to form six sp^3d^2 hybrid orbitals.
- Result: Six sp^3d^2 hybrid orbitals are formed, labeled "Gibridlangan S atomi".

B

Diagram illustrating the resulting octahedral geometry of SF_6 :

- The central S atom is bonded to six F atoms in an octahedral arrangement.
- The hybrid orbitals are labeled "Gibridlangan S atomi".
- The lone pairs on the fluorine atoms are labeled "Elektr F ning 2p orbitali".

Mavzuni mustahkamlash uchun nazorat savollari

- 112

9. MODDALARNING AGREGAT HOLATLARI

Vodorod va geliy Quyoshning 98% massasidan ko'proq qismini tashkil qiladi va koinotda eng ko'p tarqalgan elementlardir.



Ko'pchilik hollarda gazlar materiyaning eng tushunarli holatidir. Gazlar turlicha kimyoviy xossalarga ega bo'lishiga qaramay, ular o'zlarini bir xil tutadilar, chunki ularning fizik xossalari o'xshashdir. Masalan, N_2 va O_2 atmosferamizning taxminan 99% ni tashkil qiladi. Ushbu gazlar turlicha kimyoviy xossalarni namoyon qiladi. Kislorod inson hayotini asraydi, azot esa xech qanday ta'sir etmaydi. Lekin havoning ushbu ikki komponenti fizik jihatdan o'zini bir xil tutadi, chunki ularning fizik xossalari deyarli bir xildir.

Gazlar holatida mavjud bo'lgan elementlar oddiy temperatura va bosimda bir atomli He, Ne, Ar, Kr, Xe va ikki atomli H_2 , N_2 , O_2 , F_2 i Cl_2 bo'ladi. Ushbu gazlarning barchasi metallmas elementlardan tashkil topgan, oddiy molekulyar formulaga va kichik molyar massaga ega.

Moddalarning gazsimon holatida molekullalar yoki atomlar erkin harakatlanadi. Bunday holatda gazlar ma'lum shaklga ega emas. Gazlar qaysi idishga solinsa o'sha idishni to'ldiradi.

Har bir gazning holati uning harorati, bosimi va hajmi bilan tavsiflanadi. Gazsimon holatda molekullarning kinetik energiyasi yuqori, ular siyrak va betartib joylashgan. Gazlarning molekullari orasidagi masofa bosim ta'siri ostida o'zgartirilishi mumkin. shuning uchun ham bosim ostida haroratni pasaytirib gazlarni suyultirish mumkin bo'ladi. Bu usul bilan texnikada havo tarkibidagi gazlarni rektifikatsiyalab tarkibiy qismlarga ajratiladi.

Gazlarning eng muhim xususiyatlaridan biri ularning diffuziyanishidir. Chunki ikkita gaz qo'shilsa ular bir-biriga o'z-o'zidan aralashib ketadi (9.1-jadval).

Agar moddani qizdirish orqali harorati ming, yuzming, hatto million $^{\circ}\text{C}$ ga oshirilsa modda ionlashgan gaz-plazma holatiga o'tadi. Moddaning plazma holati tartibsiz harakatlanayotgan atomlar, ionlar va atom yadrolarining aralashmasidir.

10 ming - 100 ming $^{\circ}\text{C}$ dagi haroratda "sovuq plazma" hosil bo'ladi. Agar plazma harorati million $^{\circ}\text{C}$ ga etkazilsa u "issiq plazma" deyiladi.

Erda plazma holati yashin chaqnaganda, elektr yoyida, argon, neon lampalarida, gaz gorelkasi olovida hosil bo'ladi. Plazma holatida yulduzlar, quyosh va galaktikadagi osmon jismlarida uchraydi.

Moddaning holatlari juda yuqori bosimda ham keskin o'zgaradi. Agar bosim 10^9 - 10^{10} ga oshirilsa, kristall panjaradagi atomlar orasidagi masofa keskin kamayib, kimyoviy bog'larning uzilishi ro'y beradi. Xuddi shunday jarayonlar haddan tashqari yuqori bosimda grafitning olmosga aylanishi, borazonning hosil bolishi, kvarsning yangi allotropik shakl o'zgarishi stishovitga aylanishi amalga oshadi (9.1-rasm, A). Kvarsning bu yangi allotropik shakl o'zgarishi zichligi 60 % ga ortadi. Hozirgi paytda bunday jarayonlar o'ta qattiq materiallar olish maqsadida katta amaliy ahamiyatga ega.

Suyuqliklar tuzilishi. Suyuqliklar uchun eng muhim xossalardan biri ularning oqishi va suyuqlik solingan idish shaklini olishi hisoblanadi (8.1-jadval). Gazlardan farq qilib suyuqlik bosimini o'zgarishi suyuqlik hajmini o'zgatirmaydi. Suyuqliklar uchun "siqiluvchanlik" xos emas. Suyuqliklar "oqish" xossasiga ega. Har qanday suyuqlik gazsimon holatiga o'tkazilishi mumkin. Har bir suyuqlik tarkibi va tuzulishiga mos ravishda ma'lum qaynash haroratiga ega bo'ladi. Masalan, suv $101,325$ kPa bosimda 100°C qaynaydi.

Harorat pasayishi bilan suyuqliklar qattiq holatga o'tadi. Suv 0°C da muzlaydi. Moddaning qattiq holatdan suyuq holatga o'tadigan harorat suyuqlanish harorati deyiladi (9.1-rasm, B). Suyuqliklarda zarrachalarning joylanishidagi tartib qattiq moddalarnikiga o'xshash bo'ladi. Masalan suvning strukturasi muznikiga o'xshaydi. Har bir suv molekulasini to'rtta boshqa molekula o'rab turadi.

Turli fizik holatlardagi moddalarning o'ziga xos xususiyatlari

Moddaning holati	Moddaning xossasi
Gaz	1.Idish shakli va hajmini egallash xususiyati 2.Siqiluvchanlik 3.Tezkor diffuziya 4.Oquvchanlik
Suyuq	1.Modda egallagan idish qismining shaklini olish xususiyati 2.Idish to'lgunchalik kengaya olmaslik 3.Kam siqiluvchanlik 4.Sekin diffuziya 5.Oquvchanlik
Qattiq	1.O'z shakli va hajmini saqlay olishi xususiyati 2.Kam siqiluvchanlik 3.O'ta sekin diffuziya 4.Oquvchanlikni yo'qligi

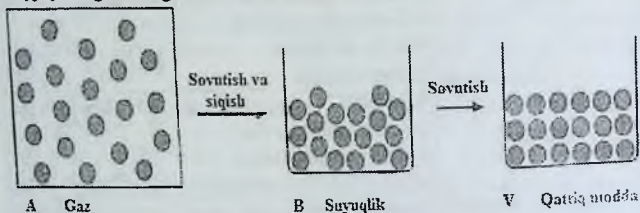
Suyuqlik tuzilishi ozgaruvchan bo'lib, ayni qattiq moddaning tuzilishi bo'lsa o'zgarmaydi. Suyuqliklar agregat holati va xossalari bo'yicha gazlar va qattiq moddalar orasidagi oraliq holatni egallaydi. Suyuqliklarda zarrachalarni bir biriga yaqin qilib ushlab turuvchi molekulalararo tortishuv kuchlari anchagina kuchli bo'ladi. Suyuqliklar gazlarga nisbatan zichroq va kam siqiluvchandir. Shuning uchun ham ular ma'lum hajmga ega bo'lgani holda shakliga ega emas, ya'ni suyuqlik solingan idishning shaklini egallaydi.

Gazlarda bo'sh hajmning miqdori ko'p, ya'ni molekulalar bilan band bo'lmagan bo'sh maydon. Ushbu xususiyat tufayli gazlar siqiluvchanlik xossasiga ega bo'ladi. Gazlardan farqli ravishda suyuqliklarda molekulalar bir biriga nisbatan yaqin joylashadi va o'zaro tortishuv kuchlari bilan ushlab turiladi. Suyuq holat ko'pincha kondensirlangan holat deb ataladi. Suyuqlik molekulalari gazlardagi singari bir biriga nisbatan harakat qiladi (9.1-rasm, B).

Suyuq holdagi moddalarning tuzilishi va diffuziya, qovushoqlik, to'yingan bug' bosimi, nur sindirish ko'rsatkichi, zichligi, optik zichligi kabi kattaliklar moddaning kimyoviy tarkibi va suyuqlik molekulalarining o'zaro ta'siriga bog'liq.

Tortishuv kuchlari ta'sirida gaz molekulalari suyuqlikga kondensirlanadi, shu kuchlarning o'zi suyuqlikni muzlashi natijasida qattiq moddaning hosil bo'lishiga olib keladi. Suyuqlik va qattiq

moddalarning asosiy farqi ulardagi ichki tartibining darajasi bilan belgilanadi. Suyuqliklarda molekulalar biri biriga nisbatan yaqin joylashgan bo'lsada, tartibsiz xarakatda bo'ladi. Har bir molekulaning harakati qaysidir ma'noda yaqin qo'shnilarining ta'siri bilan belgilanadi, lekin uzoq tartib mavjud bo'lmaydi. Qattiq moddada har (9.1-rasm, V) bir molekula qo'shnilariga nisbatan aniq joyni egallaydi va bunda tartibli joylashuv butun qattiq modda bo'lab sodir bo'ladi (9.1-jadval). Suyuq holatdan qattiq holatga o'tishni harbiylarning komanda berilishi bilan aniq joyni egallashiga o'xshatish mumkin.

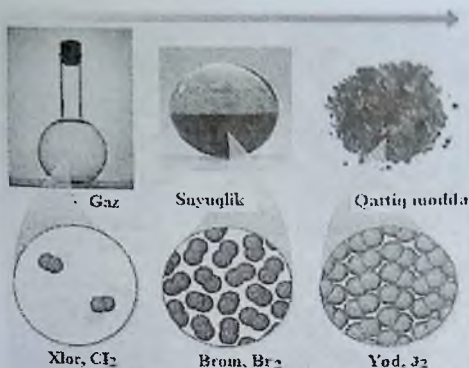


9.1-rasm. Moddalar agregat holatini o'zgarishi

Moddalarning qattiq holati. Atomlar, molekulalar va ionlar moddalarning eng oddiy va sodda tuzilishga ega bo'lgan to'plamlaridir. Odatdagi sharoitda bunday zarrachalar alohida holatda mavjud emas. Kimyoviy jarayonlarda moddaning qattiq, suyuq va gazlardan iborat tashkiliy tuzilmalari, ya'ni agregat holatlari ishtirok etadi. Ana shu tashkiliy tuzilmalar tarkibida bo'lsa atomlar, molekulalar va ionlar bor.

Tabiati jihatidan bu agregat holatlar modda tarkibidagi elektronlarga u yoki bu jihatdan bog'liqdir. Moddalarning turli agregat holatda bo'lishi ularning tarkibidagi zarrachalarning turli ta'sirlanishi tufayli yuzaga keladi. Moddaning agregat holatlaridagi o'zgarishlarda uning steoxeometrik tarkibi o'zgarmaydi, lekin modda tarkibida strukturaviy o'zgarishlar sodir bo'ladi.

Moddalarning qattiq holati amorf yoki kristall ko'rinishda bo'lishi mumkin (9.2-rasm). Qattiq jismlarda zarrachalarni bir biriga nisbatan yaqin ushlab turuvchi molekulalararo tortishuv kuchlari o'ta kuchlidir. Shuning uchun zarrachalar deyarli bir joyda ushlab turiladi. Molekulalararo ta'sirlashuv kuchlari oshadi.



9.2-rasm. Molekulalararo ta'sirlashuv kuchlari

Modda amorf holatda bo'lganida uning molekulasi o'zaro tartibsiz joylashgan bo'ladi, qizdirilsa sekin asta yumshaydi va suyuqlikka o'tadi (shisha). Molekulalar, atomlar va ionlardan tashkil topgan tartibli tuzilmalar kristall holatiga ega. Alohida – monokristallar tabiatda kamdan kam uchraydi. Ko'pincha polikristallar - har tomonga yo'nalgan kichik kristallar to'plami noto'g'ri shaklga ega bo'ladi va ko'p uchraydi. Kristallarning shaklini ko'rsatish uchun fazoviy koordinat sistemasi qo'llaniladi. Kristallarning geometrik shakliga ko'ra: kubsimon, tetragonal, ortorombik, monoklinik, triklinik va romboedrik kristall strukturalar ko'p uchraydi.

Tashqi ta'sir tufayli bir moddaning o'zi bir necha xil kristall hosil qilsa, bunday hodisa polimorfizm deyiladi. Masalan, grafit va olmos. Kristall panjara tugunlarida qanday zarrachalar turganligiga qarab kristallarning 4 xil turi ma'lum: atom, molekular, ionli va metall kristall panjara turlari uchraydi (9.3-rasm).



**Metall kristall
panjara**



**Ionli kristall
panjara**



**Atom kristall
panjara**



**Molekulyar kristall
panjara**

9.3-rasm. Kristall panjara turlari

Atom kristall panjarali moddalarda kristall panjaraning tugunlarida atomlar turadi. Atomlar orasidagi bog' kovalent xususiyatga ega. Bunday kristall panjara hosil qiladigan moddalar qatoriga olmos, grafit, SiO_2 , kremniy karbid (SiC), bor karbidi (B_4C_3), bor, germaniy oksidlarini olish mumkin. Kristall panjara tugunida atomlar turadigan moddalar juda qattiq, yuqori suyuqlanish haroratiga ega.

Molekular kristall panjarali moddalar tugunlari alohida qutbsiz yoki qutbli kovalent bog'lanishli molekulalardan tashkil topgan. Odatda bunday kristall panjarali moddalar past haroratda qattiq holatga o'tadi. Ularga deyarli barcha organik moddalar, ko'pgina noorganik moddalar (NH_3 , CO_2 , H_2O , Cl_2 , N_2 , HCl , HBr), nodir gazlar, oq fosfor, oltingugurt va kislorod allotropik shakl o'zgarishlari va boshqalar kiradi. Molekulyar kristallar shakli turlicha. Masalan, vodorod va geliy kristallari geksagonal holatda joylashgan. Argon va yodning kristallari bo'lsa hajmi markazlashgan kub panjaraga ega.

Molekular kristall panjarali moddalar qatoriga sublimatsiyalanadigan qattiq moddalar yod, CO_2 , naftalinni ham kiritish mumkin. Bunday birikmalar past haroratda qaynaydi yoki suyuqlanadi. Kimyoviy bog'lanish energiyasi yuqori, bog' barqaror. Bunday

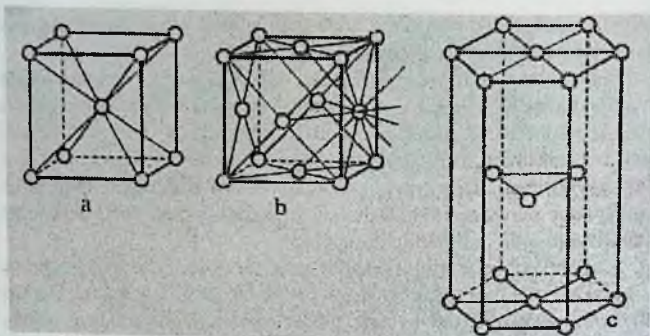
tuzilishga ega moddalar suvda kam yoki yomon eriydi. Lekin ionic erituvchilarda yaxshi erish xossasiga ega bo'ladi.

Ionli kristall panjarali moddalar qatoriga kristall tugunlar kation va aniondan tashkil topgan moddalarni olish mumkin. Bu holatda har bir ionni teskari ishorali ionlar o'rab oladi. Masalan, osh tuzi ionli kristall panjara hosil qiladi. Har bir natriy ioni atrofida teskari ishorali 6 ta klor ionlari joylashgan. Osh tuzi kristallari hosil bo'lishida tugunlarda molekularlar mavjud emas. Osh tuzi kristallari o'zaro bir butun katta kristall hosil qilib polimer tuzilishga ega.

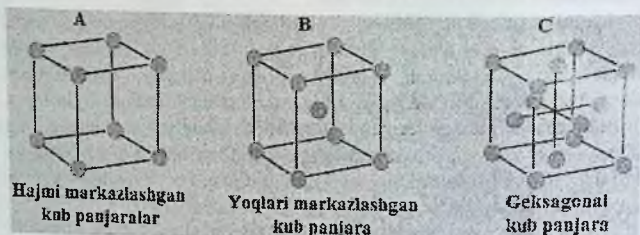
Ionli kristall panjarali moddalar qatoriga tuzlar, oksidlar, ishqorlar, metall va metalmaslardan tuzilgan moddalar kirishi mumkin. Odatda bunday moddalar qattiq holatda, yuqori haroratda suyuqlanadi, suvda oson eriydi. Eritmalari va suyuqlanmalari elektr tokini yaxshi o'tkazib, dissotsilanish darajasi yuqori bo'ladi.

Metall kristall panjara hosil qiladigan moddalar qatoriga barcha metallar kiradi (9.4-rasm). Metallar odatda simobdan tashqari qattiq moddalardir. Metallarda kimyoviy bog'lanishning alohida turi mavjudligi sababli kristall panjara tugunlarida metall ionlari joylashgan. Metall ionlari umumiy "daydi" elektronlar bilan boglangan. Metallarning yuqori elektr va issiq o'tkazuvchanligi, qattiqligi, bog'alanishi, sim va pardalar hosil qilishi "elektron gaz" ga va metall bog'lanishning o'ziga xos taraflariga bog'liqdir.

Metallarning strukturalari bir necha xil holatda bo'lishi mumkin. Hajmi markazlashgan kub panjaralar (9.5-rasm, A) litiy, natriy, kaliy, xrom, molibden, volfram, vannadiyda ana shunday struktura kuzatiladi. Bu metallar uchun koordinatsion son 8 ga teng. Magniy, berilliy, rux, titan, kobalt, ruteniy, osmiy kabi metallar uchun geksagonal panjara (9.5-rasm, C) taalluqlidir. Bundan tashqari ba'zi metallarda yoqlari markazlashgan kub panjara (9.5-rasm, B.) ham uchraydi. Bunday metallar jumlasiga aluminiy, mis, kumush, oltin, temir, kobalt va nikel, palladiy, platina kiradi.



9.4-rasm. Metallar kristall panjaralarining asosiy turlari

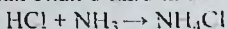


9.5-rasm. Metallar strukturalarini asosiy turlari

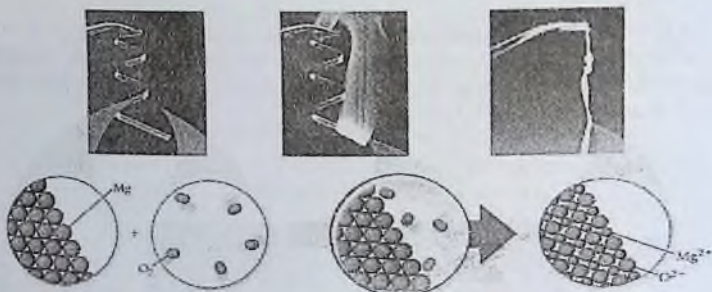
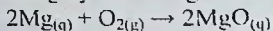
Qattiq moddalarning xossalari kristall panjaradagi zarachalarning joylashuvi bilan emas balki ushbu zarrachalarning o'rtasidagi bog'lanish kuchlari bilan belgilanadi. Qattiq argon va metan atom kristalllar va molekulyar kristallarga misol bo'ladi. Ushbu moddalar vandervaals kuchlari hisobiga hosil bo'lishi tufayli past temperaturalarda suyuqlanadi. Xona haroratida gaz yoki suyuqlik holatida bo'ladigan moddalarning ko'pchiligi molekulyar kristallarni hosil qiladi.

10. KIMYOVIY REAKSIYA TURLARI

Birikish reaksiyalari. Reaksiyalar boshlang'ich va oxirgi moddalarning sonining o'zgarishiga qarab reaksiyalar quyidagi turlarga bo'linadi: birikish, ajralish, o'rin olish va almashinish reaksiyalari. Reaksiya natijasida ikkita yoki bir necha moddalardan bitta yangi modda hosil bo'ladigan reaksiyalar birikish reaksiyalari deyiladi. Masalan, vodorod xloridning ammiak bilan o'zaro ta'siri:



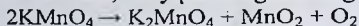
Oddiy moddalardan magniy oksidning hosil bo'lishi (10.1-rasm):



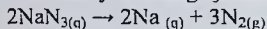
10.1-rasm. Magniy oksidining hosil bo'lishi

Bu reaksiyadan mushak va yorqin olov hosil qiluvchi buyumlar ishlab chiqarishda foydalaniladi. Metall va metallmas birikish reaksiyasiga kirishganda ion tabiatli qattiq modda hosil bo'ladi.

Ajralish reaksiyalari. Reaksiya natijasida bitta moddadan bir necha yangi modda moddalar hosil bo'lsa, bunday reaksiyalar ajralish reaksiyalari deyiladi. Masalan, kaliy permanganatning ajralishi:



Yoki natriy azidning ajralishi: (10.2-rasm).

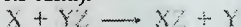


Natriy azid tez va oson parchalanadi, shu sababli avtomobillarning xavfsizlik yostiqlarining ochilishi uchun foydalaniladi.

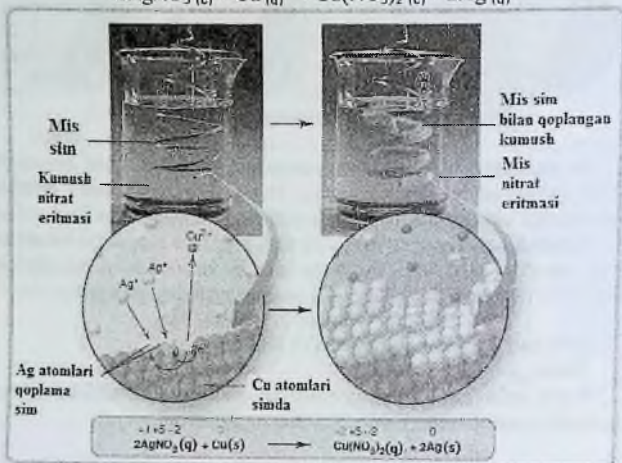
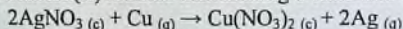


10.2-rasm. Natriy azidning parchalanish reaksiyasi

O‘rin olish reaksiyalari. Oddiy va murakkab moddalar o‘zaro ta’sirlashib, natijada oddiy modda atomlari murakkab modda elementlaridan birining o‘rnini olsa, bunday reaksiyalar o‘rin olish reaksiyalari deyiladi (10.3-rasm).



Masalan, kumush(II) nitratda kumushning o‘rnini mis olishi:



10.3-rasm. Kumush nitratni mis bilan o‘rin olish reaksiyasi

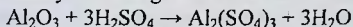
Bu reaksiya natijasida passiv metallar va metallmaslarni toza holda birikmalaridan ajratib olish mumkin. Yoki xlorning bromni siqib chiqarishi:



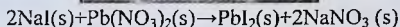
Almashinish reaksiyalari. Ikki modda o'zining tarkibiy qismlari bilan almashinib, ikkita yangi modda hosil qiladigan reaksiyalar almashinish reaksiyalari deyiladi. Almashinish reaksiyalari 2 ta murakkab modda orasida bo'ladi. Bunda murakkab modda tarkibidagi ma'lum komponentlar biri-biri bilan almashinadi:



Masalan, alyuminiy oksidning sulfat kislota bilan o'zaro ta'siri:



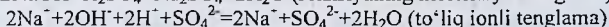
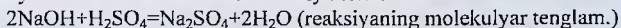
Yoki natriy yodidga qo'rg'oshin nitrat ta'sir ettiradigan bo'lsak, bunda murakkab modda tarkibidagi atomlar biri-biri bilan tarkibi almashinadi (10.4-rasm).



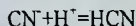
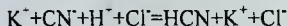
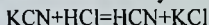
10.4-rasm. Natriy yodidning qo'rg'oshin asetat bilan almashinish reaksiyasi

Ionli reaksiyalar. Barcha elektrolitlar ishtirokida amalga oshadigan reaksiyalar ionlar orasida sodir bo'ladi. Bunday reaksiyalar ionli reaksiyalardir. Ion almashinish reaksiyalariga quyidagilar kiradi:

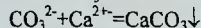
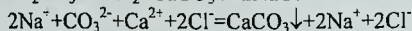
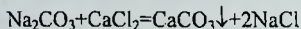
1. Neytrallanish reaksiyalari. Kislota va asoslarning o'zaro ta'siri tufayli tuz va suv hosil bo'lish reaksiya sidir:



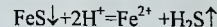
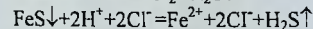
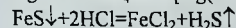
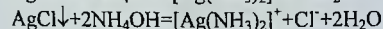
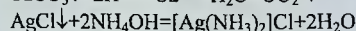
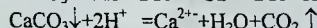
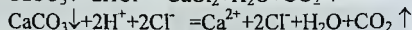
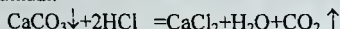
2. Reaksiya paytida kuchsiz elektrolitlarning hosil bo'lishi ham ion almashinuv reaksiya lari tufayli sodir bo'ladi:



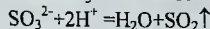
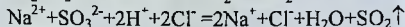
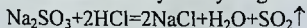
3. Reaksiya davomida yomon eriydigan moddalar hosil bo'lishi yuz bersa:



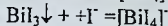
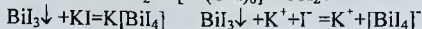
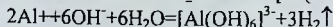
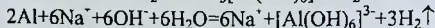
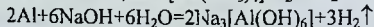
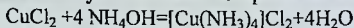
4. Ba'zi reaksiyalarda reaksiya boshida olingan cho'kma reaksiya davomida eritmaga o'tishi mumkin. Bu paytda eruvchanlik yaxshilanadi yoki reaksiya davomida gaz modda hosil bo'lishi kuzatiladi.



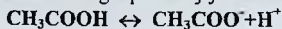
5. Reaksiya paytida gaz moddalarning hosil bo'lishi orqali ham ion almashinish reaksiya lari yuzaga keladi:



6. Reaksiya davomida kompleks birikmalar hosil bo'lsa:

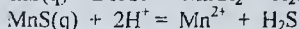
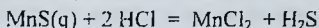


Ionlar orasidagi reaksiyalar doimo muvozanatda bo'ladi. Agar sirka kislotasi eritmasiga natriy asetat qo'shilsa muvozanat chapga, ya'ni molekularlar hosil bo'lishi tarafiga qarab siljiydi:



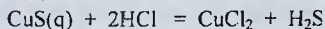
Eritmaga kuchsiz elektroliti bilan bir xil ionga ega bo'lgan elektrolit qo'shilsa muvozanat kuchsiz elektrolitning dissotsialanish darajasi kamayish tarafiga qarab suriladi. Agar, sirka kislota eritmasiga biror kuchli kislota, masalan, HCl qo'shilsa muvozanat ionlar konsentratsiyasini kamayishi (chapga) tarafiga qarab siljiydi.

Ionlar konsentratsiyasi ortishi uchun bu eritmaga ishqor qo'shish kerak bo'ladi. Kam eriydigan tuz MnS (q) xlorid kislota eritilsa erish jarayoni oson sodir bo'ladi:



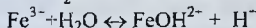
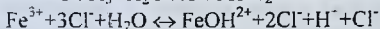
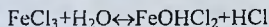
Eruvchanlik ko'paytmasiga ko'ra $\text{EK}_{\text{MnS}} = 2,5 \cdot 10^{-10}$ ga teng. $K_{\text{H}_2\text{S}} = 6 \cdot 10^{-22}$. Shuning uchun muvozanat o'nga surilgan.

Shunday muvozanat mis sulfidi va xlorid kislota eritmasi orasida sodir bo'lishi kuzatilsa:



$\text{EK}_{\text{CuS}} = 6 \cdot 10^{-36}$; bu qiymat H_2S ning dissotsialanish konstantasidan ancha kichik shuning uchun muvozanat bu jarayonda chapga siljigan. Mis sulfidi xlorid kislotasida erimaydi.

Ba'zan gidroliz reaksiyalaridagi muvozanatni siljishiga ham ionlarning qoshilishi ta'sir etadi:



Muvozanatni o'ngga siljitish uchun suyultirish yoki N^+ ionlarini bog'lash, yani ishqor qo'shish kerak. Muvozanatni chapga surilishi uchun esa eritmada N^- ionlarini ko'paytirish talab etiladi.

Neytrallanish reaksiyalari laboratoriyalarda oshqozon shirasi kislotaligini aniqlashda, xlorid, sulfat, borat kislota kabi anorganik kislotalarni, sirka, benzoy, limon, salisilga o'xshash organik kislotalarining miqdoriy aniqlash uchun ishlatiladi.

Qaytarlik alomatiga ko'ra reaksiyalar qartar va qaytmas reaksiyalarga bo'linadi.

11. KIMYOVIY REAKSIYA TEZLIGI

Reaksiyaning tezligi bu reagent konsentrasiyasining mahsulot tomonga, vaqt birligi ichida o'zgarishiga aytiladi. Reaksiyalarning tezliklari keng diapazonga ega, ammo har bir reaksiya berilgan sharoitlar ostida maxsus tezlikka ega bo'ladi. Reagentlar reaksiyaga butunlay kirishishi uchun tezlik konsentrasiya va reagentlarning fizik holatiga bog'liq bo'ladi. Bundan tashqari, tezlik temperaturaga bog'liq bo'ladi, chunki moddalar yetarli kinetik energiya bilan reaksiyaga kirishishi kerak. Reaksiya agar boshida tez boshlansa, reagentning konsentrasiyasi maksimal bo'lsa va oxirida minimal bo'lsa tezlik o'zgaradi. Konsentrasiyaning umumiy vaqt bo'ylab o'zgarishiga o'rtacha tezlik deb ataladi, oniy tezlik esa har qanday vaqtdagi o'zgarishidir.

Reaksiya tezligi tezlik qonuni (yoki tezlik tenglamasiga) bo'ysunadi. Ushbu tenglamaga temperaturaga bog'liq bo'lgan tezlik konstantasi va eksponensial o'zgaruvchan, bir yoki undan ko'p konsentrasiya kiradi (boshqacha aytganda reaksiya tartibi deyiladi va u reagentning konsentrasiyasi qanday qilib tezlikka ta'sir qilishini ko'rsatib beradi). Tezlik qonunini faqat tajribadan topish mumkin va bunda hech qanday nazariy hisoblashlar yordam bermaydi. Umumiy tezlik qonunida o'zgaruvchanlar sifatida faqat konsentrasiya va vaqt mavjud. Shuningdek, reaksiya tartibini topish uchun reagentlarning yarim emirilishi ishlatiladi (yarim emirilish – reagentning yarmi ishlatib bo'linishi uchun ketgan vaqt). Birinchi tartibli reaksiyaning yarim emirilishi reagentning konsentrasiyaga bog'liq emas.

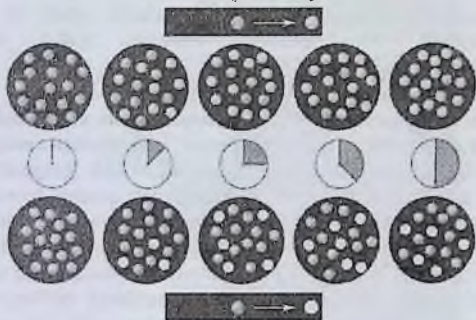
To'qnashuvlar nazariyasi ta'kidlashicha, molekular reaksiyaga kirishishi uchun minimum energiya, faollanish energiyasi (E_a), bilan to'qnashishi kerak. Temperatura bilan tezlikning o'sishi va E_a bilan kamayishini Arrenius tenglamasi ko'rsatadi. Yuqori temperatura-larda to'qnashuvlar soni ortada va eng muhimi, to'qnashuvlar energiyasi E_a dan yuqori bo'ladi. To'qnashuvlar effektiv bo'lishi uchun o'qnashayotgan molekulalardagi atomlar bir-biri bilan to'g'ri /o'nalishda joylashishlari kerak. O'tish holati nazariyasi ta'kidlashicha, bir onda hosil bo'luvchi molekularlarning (asosan parchalangan bog'li zarrachalar tutishadi) paydo bo'lishi uchun E_a kerak bo'ladi. Reaksiyaning har bir bosqichi o'tish holatiga (faollashgan kompleks) ega bo'ladi. Kimyogarlarning fikriga ko'ra, butun reaksiya uchun reaksiya tezligini ifodalash uchun uning har bir elementar bosqichlarini bilish kerak va ularning har biri o'z tezligiga ega, elementar bosqichlar summasi balansli umumiy reaksiya tenglamasini berishi kerak. Bunda

eng sekin reaksiya bosqichining tezligi (tezlikni aniqlovchi bosqich) bo'yicha umumiy reaksiya tezligi aniqlanadi.

Katalizator bu reaksiya aralashmadagi modda bo'lib, reaksiya tezligini oshiradi va o'zi sarflanmaydi. Katalizator eng sekin bosqichning E_a sini kamaytirib beradi. Katalizator reagentlar va mahsulotlar bilan bir xil (gomogen) yoki turli (geterogen) agregat holatlarda bo'lishi mumkin. Ular barcha sanoat reaksiyalari, hamda biologik reaksiyalarning asosiy mahsulotlari hisoblanishadi.

Reaksiya tezligiga e'tibor. Kimyoviy reaksiyada reagentlar mahsulotlarga aylanadi. Ushbu o'zgarish qanday tez bo'lganini o'rganuvchi — **kimyoviy kinetika** reaksiya tezligiga (reagentlar konsentratsiyasi o'zgarishining vaqtga nisbatan funksiyasi) urg'u beradi. Turli reaksiyalar turli tezliklarga ega bo'lishadi: tezroq reaksiyalarda (kattaroq tezlik) reagent konsentratsiyasi tez kamaysa, sekinroq reaksiyada (kichikroq tezlik) u sekinlik bilan kamayadi.

Tez boradigan reaksiya

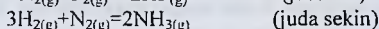
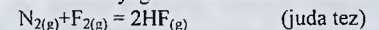


Sekin boradigan reaksiya

11.1-rasm. Tez (yuqorida) va sekin (quyida) boradigan reaksiya.

Reaksiya mobaynida reagentning konsentratsiyasi kamayadi va hosol bo'lgan mahsulotni konsentratsiyasi ortadi

Har qanday berilgan sharoitlarda moddaning tabiati tezlikni aniqlaydi. Masalan, xona temperaturasida vodorod flor bilan juda tez, ammo azot juda sekin reaksiyaga kirishadi:



Demak, har qanday reaksiya turli xil sharoitlarda turli xil tezliklarga boradi.

Kimyoviy jarayonlar juda keng tezliklar diapazonlariga ega bo'lishi mumkin. Masalan, neytralizasiya, portlashga bir necha sekund ketishi mumkin. Mevalarning chirishiga o'xshash, bir necha bosqichga ega reaksiyalarning ketishi uchun kunlar va oylar ketishi mumkin.

Albatta hech kim o'lgan o'simliklardan million yil mobaynida ko'mir bo'lishini kutishni xohlamaydi. Reaksiya tezligini bilish hayot va o'lim orasidagi farqni, sanoatda mahsulot hosil bo'lishi uchun ketgan vaqt orasidagi farqni bilishga yordam beradi.

Biz tezlikka ta'sir qiluvchi 4 faktorni nazorat qila olamiz: reagentlar konsentrasiyasi, fizik holat, reaksiya temperaturasi va katalizator. Biz bu bo'limda birinchi uchtasini ko'rib chiqamiz va oxirgi to'rtinchisini keying bo'limda ko'rib chiqamiz.

1. Konsentrasiya, molekulalar reaksiyaga kirishishi uchun biri-biri bilan to'qnashishi kerak. Reaksiya tezligiga ta'sir qiluvchi asosiy faktor bu reagentlarning konsentrasiyasidir, chunki reaksiya faqat molekulalar to'qnashganida amalga oshadi. Qanchalik ko'p molekulalar bo'lsa, ularning to'qnashish ehtimoli shunchalik ortadi va reaksiya amalga oshadi. Shu sababdan, reaksiya tezligi reagentlar konsentrasiyasiga proporsionaldir

Tezlik $\approx$ To'qnashuvlar chastotasi $\approx$ Konsentrasiya

2. Fizik holat, molekulalar to'qnashishi uchun aralashishi kerak. Shuningdek, reagentlar qanchalik oson aralashishini aniqlaydigan to'qnashuvlar chastotasi fizik holatga bog'liq bo'ladi. Reagentlar bir xil fazada bo'lishsa, masalan suvli eritmada, har qanday termik siljish molekulalarning to'qnashuviga olib keladi. Agar reagentlar turli fazalarda bo'lishsa, reaksiya faqat fazalar yuzasida sodir bo'ladi, shuning uchun ular yuzasini maydalash bilan ko'paytirish kerak. Shu sababdan, qattiq yoki suyuq fazalar qancha ko'p yuzalarga bo'lingan bo'lsa ularning tezligi shuncha tez bo'ladi. Masalan, qalin po'lat bo'lagi kislorod oqimida yonmaydi, ammo xuddi shu sharoitlarda yupqa po'lat bo'lagi osonlik bilan alanganadi.

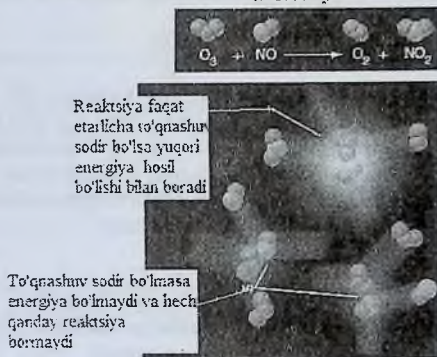
3. Temperatura: molekulalar yetarli energiya bilan to'qnashishlari kerak. Odatda temperatura reaksiya tezligiga katta ta'sir ko'rsatadi. Ikkita oshxona jihozi bu ta'sirni ko'rsatib beradi: muzlatgich ovqatdagi kimyoviy jarayonlarni sekinlashtirib beradi va gaz pechi kimyoviy jarayonlarni tezlatib beradi. Chastota va to'qnashuvlar energiyasini ko'paytirgan holda temperatura reaksiya tezligiga ta'sir ko'rsatadi.

To'qnashuvlar chastotasi. Gaz namunasidagi molekullar turli tezliklarga ega bo'ladi, turli temperatura funksiyalariga ega bo'lib (11.2-rasmga qarang). Shu sababdan, yuqori temperaturalarda to'qnashuvlar chastotasi ortadi va ko'p molekullar reaksiyaga kirishadi:

Tezlik $\approx$ to'qnashuvlar chastotasi $\approx$ temperatura

To'qnashuvlar energiyasi. Temperatura asosan reaksiyadagi molekullarning energiyasiga va to'qnashuvlar energiyasiga ta'sir qiladi. Ko'p to'qnashuvlarda molekullar bir-biri bilan urilishi uchun yetarli darajada energiyaga ega bo'lishadi. Ammo, ba'zi to'qnashuvlarda molekullar energiyasi yetarli bo'lmaydi., Azot monooksid (NO) va ozon (O_3) orasidagi to'qnashuvlar natijasini 11.2-rasm ko'rsatadi. Yuqori temperaturalarda yetarli energiyali molekullar to'qnashadi va ko'proq molekullar reaksiyaga kirishadi:

Tezlik $\approx$ to'qnashuv energiyasi $\approx$ temperatura
Reaksiya



11.2-rasm. Reaksiya amalga oshishi uchun yetarli to'qnashuv energiyasi kerak bo'ladi

Reaksiya tezligining ifodalanishi. Tezlik bu o'zgaruvchining vaqt birligi ichida o'zgarishidir. Masalan, biz yugiruvchining boshlang'ich joyi x_1 ni t_1 o'lchasak va oxirgi joyi x_2 ni t_2 da o'lchasak, unda o'rtacha tezlik quyidagi ko'rinishga keladi:

$$\text{tezlik} = \frac{\text{joyning o'zgarishi}}{\text{vaqtning o'zgarishi}} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

Reaksiyaning tezligi uchun biz reagentlarning yoki mahsulotlar konsentrsiyalarining vaqt birligi ichida o'lchaymiz. $A \rightarrow B$ umumiy

reaksiya uchun boshlang'ich modda konsentrasiyasining (A_1) t_1 vaqtda o'lcaymiz, so'ngra bir qancha muddat reaksiya amalga oshishi uchun qo'yib beramiz va so'nggida zudlik bilan so'nggi konsentrasiyani (A_2) ni t_2 vaqtda o'lcaymiz. Konsentrasiyalar farqini vaqt farqiga bo'lsak tezlikni olamiz:

$$\begin{aligned} \text{tezlik} &= - \frac{A \text{ konsentrasiyasining o'zg.}}{\text{vaqtning o'zgarishi}} = - \frac{\text{cons } A_2 - \text{cons } A_1}{t_2 - t_1} \\ &= - \frac{\Delta \text{cons } A}{\Delta t} \end{aligned}$$

Ifodada manfiy ishora turishiga sabab reaksiya tezligi musbat qiymatga ega bo'lishi kerak, sababi A_2 ning konsentrasiyasi A_1 ga nisbatan kamroq (chunki A modda kamaymoqda) va ular bir-biridan ayirilganda manfiy ishora kelib chiqadi.

Kvadrat qavslar [] konsentrasiya mol bo'lingan litrda ifodalanishini bildiradi. Masalan, $[A]$ A ning mol/l dagi ifodasi bo'lib, tezlik esa quyidagicha bo'ladi:

$$\text{tezlik} = - \frac{\Delta[A]}{\Delta t}$$

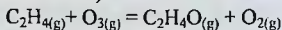
Tezlik uchun reaksiya birligi bu mol bo'lingan litr va sekund (mol/l·s) va bu yerda vaqt o'zgarishi mumkin (min., yil. va x.k.).

Agar biz reaksiya tezligini mahsulot B konsentrasiya orqali ifodalamoqchi bo'lsak, aniqlanadiki, B_2 ning konsentrasiyasi B_1 dan har doim kattaroq bo'ladi. Shu sababdan, mahsulot konsentrasiyasining farqi musbat va tezlik unda quyidagi ko'rinishga keladi:

$$\text{tezlik} = + \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

(Odatda musbat ishora borligi bilinadi va yozilmaydi).

O'rtacha, oniy va boshlang'ich reaksiya tezliklari. Ko'p hollarda reaksiya amalga oshayotganida tezlik o'zgaradi. Misol uchun gaz fazasidagi etilen va ozon orasidagi qaytar reaksiyani olaylik (smog hosil bo'lishidagi reaksiyalardan biri):



Reaksiya tenglamasidan ko'rinib turibdiki, har bir reaksiyaga kirishayotgan C_2H_4 molekulasiga O_3 molekulasiga to'g'ri keladi. Shu sababdan, $[O_3]$ va $[C_2H_4]$ bir vaqtning o'zida kamayadi:

$$\text{tezlik} = - \frac{\Delta[C_2H_4]}{\Delta t} = - \frac{\Delta[O_3]}{\Delta t}$$

Ma'lum $[O_3]$ konsentrasiya bilan 30°C (303K) da reaksiyani boshlaymiz va C_2H_4 qo'shilgandan so'ng $[O_3]$ ni 10.0 s intervallarda

oshirib boramiz va 11.1-jadvaldagi ma'lumotlarga va 11.3-rasmda $[O_3]$ ning grafigiga ega bo'lamiz. Bunda muhimi shuki: 11.3-rasmdagi egri chiziq tezlik o'zgarishini bildiradi (tekis chiziq esa tezlik konstantaligini bildiradi). Reaksiyon jarayon mobaynida tezlik tushishining sababi grafikda biz O_3 konsentrasiyasini ifodalaymiz, u esa vaqt o'tgan sari kamayib boradi va kam molekullar C_2H_4 bilan to'qnashadi, shu tufayli reaksiya tezligi kamayadi.

11.3-rasmda uch turdagi reaksiya tezliklari keltirilgan.

1. O'rtacha tezlik. Umumiy berilgan vaqt mobaynida, grafikda chiziqning bosh va oxirgi uchlarini tutashtiruvchi, o'zgarishdir. 60.0 s mobaynidagi o'rtacha tezlikni topish uchun konsentrasiyalar farqini ushbu vaqtga bo'lamiz (11.3-rasm. a chiziq).

$$\text{tezlik} = -\frac{\Delta[O_3]}{\Delta t} = -\frac{(1.1 \cdot 10^{-4} - 3.2 \cdot 10^{-5})}{60.0 - 0.0} = 3.5 \cdot 10^{-7} \text{ mol/l} \cdot \text{s}$$

demak, o'rtacha tezlik har bir sekunda $3.5 \cdot 10^{-7} \text{ mol/l} \cdot \text{s}$ ga o'zgaradi.

Ammo, masalan siz kichik masofalarga mashina haydayotganingizda tezlik o'rtacha tezlikdan yuqori yoki quyi bo'lishi mumkin. Shunga ko'ra, O_3 ning o'rtacha tezligi turli vaqtlarda turlicha bo'ladi va o'rtacha tezlikdan katta va kichik bo'lishi mumkin. Masalan, 0.0 s va 10.0 s orasidagi birinchi 10.0 s bo'yicha o'rtacha tezlikni hisoblaymiz:

$$\text{tezlik} = -\frac{\Delta[O_3]}{\Delta t} = -\frac{(2.42 \cdot 10^{-5} - 3.2 \cdot 10^{-5})}{10.0 - 0.0} = 7.8 \cdot 10^{-7} \text{ mol/l} \cdot \text{s}$$

va, oxirgi 10.0 s, 50.0 s va 60.0 s orasidagi, uchun o'rtacha tezlikni hisoblaymiz:

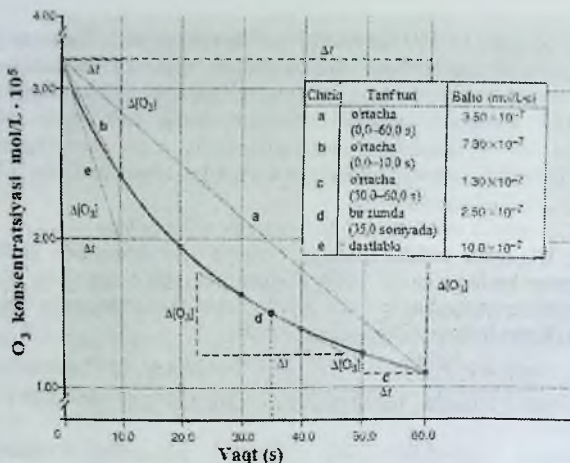
$$\text{tezlik} = -\frac{\Delta[O_3]}{\Delta t} = -\frac{(1.1 \cdot 10^{-5} - 1.25 \cdot 10^{-5})}{60.0 - 50.0} = 1.3 \cdot 10^{-7} \text{ mol/l} \cdot \text{s}$$

boshlang'ich reaksiya tezligi oxirgi reaksiya tezligidan 6 barobar tezroq ekan.

11.1 jadval

303 K da O_3 ning C_2H_4 bilan reaksiyasi natijasida konsentrasiyasining o'zgarishi (turli vaqtlarda)

No	Vaqt (s)	O_3 ning konsentratsiyasi (mol/l)
1	0.0	$3.2 \cdot 10^{-5}$
2	10.0	$2.42 \cdot 10^{-5}$
3	20.0	$1.95 \cdot 10^{-5}$
4	30.0	$1.63 \cdot 10^{-5}$
5	40.0	$1.40 \cdot 10^{-5}$
6	50.0	$1.23 \cdot 10^{-5}$
7	60.0	$1.10 \cdot 10^{-5}$



11.3-rasm. O_3 va C_2H_4 orasidagi reaksiyaning uch xil reaksiya tezliklari

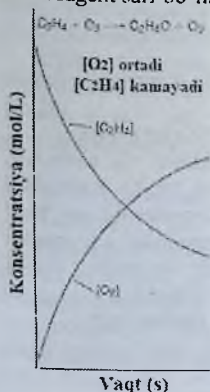
2. Oniy tezlik. Agar biz qancha vaqtni qisqartirsak, shunchalik **oniy tezlikka**, ya'ni ayni bir vaqtdagi tezlik, yaqinlashamiz. Masalan, 35.0 s da tezlik $6,25 \cdot 10^{-7}$ mol/l·s bo'ladi, buni 11.3-rasmdagi d chizmadan ham ko'rish mumkin.

3. Boshlang'ich tezlik. Moddalar aralashtirilgandagi oniy tezlik, $t=0$ **boshlang'ich tezlik** deb ataladi. Reaksiya to'g'ri yo'nalishda ketgan sari (reagentlar → mahsulotlar) qiyinchiliklar paydo bo'lishi (mahsulotlar → reagentlar) oldini olish uchun biz bu tezlikni ishlatamiz. Shunchaki tezlik uchun biz ham to'g'ri ham teskari reaksiya reaksiya tezliklarini hisoblashga to'g'ri kelsa, $t=0$ da mahsulot konsentrasiya hisobga olinmaydi, shuningdek, teskari tezlik ham. (11.3-rasm. e chiziq). Biz odatda boshlang'ich reaksiyani boshqa kinetik parametrlarni o'pishga ishlatamiz.

Reagent va mahsulot konsentrsiyalari orqali tezlikning ifodalanishi. Yuqorida biz siz bilan C_2H_4 va O_3 orasidagi reaksiyani ko'rib chiqqan edik, unda tezlik $[O_3]$ orqali ifoda etilganida tezlik kamaygan edi. Reaksiya tenglamasidan ko'rinib turibdiki, C_2H_4O va O_2 ning har bir molekulasini hosil bo'lishiga C_2H_4 va O_3 har bir molekulasini sarf bo'ladi. Biz tezlikni to'rttala modda konsentrsiyasi orqali ifoda qilishimiz mumkin:

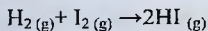
$$\text{tezlik} = -\frac{\Delta[\text{C}_2\text{H}_4]}{\Delta t} = -\frac{\Delta[\text{O}_2]}{\Delta t} = \frac{\Delta[\text{C}_2\text{H}_4\text{O}]}{\Delta t} = \frac{\Delta[\text{O}_2]}{\Delta t}$$

(E'tibor bering, reagentlar ifodasi uchun manfiy ishora qo'yilgan)
 Bir reagent (C_2H_4) va bir mahsulot (O_2) konsentrasiyalarining bir vaqtda o'zgarish grafigi 11.4-rasmda keltirilgan. Bu ikki egri bir shaklga, ammo inversion joylashuvga ega, chunki mahsulot hosil bo'lishni boshlashi bilan reagent sarf bo'lishni boshlaydi.



11.4-rasm. $[\text{C}_2\text{H}_4]$ va $[\text{O}_2]$
 larning vaqt birligi ichidagi
 grafigi

Shuni ham ta'kidlab o'tish kerakki, ko'p reaksiyalar uchun reagentning sarf bo'lish va mahsulotning paydo bo'lish reaksiyalari bir xil tezlikka ega emas. Misol qilib vodorod va yoddan vodorod yodid hosil bo'lishini olish mumkin:



Bunda tezlikni ifodasi quyidagi ko'rinishga keladi (koeffitsientlarni hisobga olgan holda):

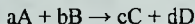
$$\text{tezlik} = \frac{1}{2} \frac{\Delta[\text{HI}]}{\Delta t} = -\frac{\Delta[\text{I}_2]}{\Delta t} = -\frac{\Delta[\text{H}_2]}{\Delta t}$$

agar biz $[\text{I}_2]$ va $[\text{H}_2]$ lardagi o'zgarishlarni $[\text{HI}]$ dagi o'zgarishga ilova qilsak, quyidagini olishimiz mumkin:

$$\text{tezlik} = \frac{\Delta[\text{HI}]}{\Delta t} = -2 \frac{\Delta[\text{I}_2]}{\Delta t} = -2 \frac{\Delta[\text{H}_2]}{\Delta t}$$

Qayd qilish joizki, ushbu ifoda oldingisiga qaraganda ikki marta katta tezlikni beradi.

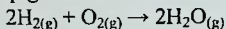
Biz olingan hamma natijalarni yig'ib, barcha reaksiyalar uchun quyidagini yozamiz:



bu yerda a, b, c, d lar balanslanlangan reaksiya tenglamasi ko'effisientlari:

$$\text{tezlik} = \frac{1}{a} \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = \frac{1}{b} \frac{\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{1}{c} \frac{\Delta[C]}{\Delta t} = \frac{1}{d} \frac{\Delta[D]}{\Delta t}$$

Na'munaviy masala. Vodorod gazi yoqilganida ifloslantirmaydigan mahsulot hosil qiladi (suv bug'i). U kosmik kemalarda va ba'zi prototip motorli mashinalarda yoqilg'i sifatida ishlatiladi:



1. $[H_2]$, $[O_2]$ va $[H_2O]$ larning vaqt davomida o'zgarishi bo'yicha tezlikni ifodalang

2. 0,23 mol/l·s da O_2 kamaysa, qaysi tezlikda H_2O ko'payadi?

Reja. A) Reaksiya tenglamasidagi uch moddadan O_2 tanlaymiz, chunki uning oldidagi ko'effisient 1 ga teng. Har bir O_2 molekulasini sarflanishida 2 ta H_2 molekulasini sarflanadi va 2 molekula suv hosil bo'ladi. B) $[O_2]$ sarflanayotgani uchun, uning konsentratsiya o'zgarishi manfiy bo'lishi kerak. Biz berilgan tezlikni manfiy ko'rinishga (-0,23 mol/l·s) keltiramiz va $\Delta[H_2O]/\Delta t$ uchun tenglamani ishlaymiz.

Echim. A) tezlikni uchchala komponent orqali ifodalaymiz:

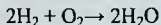
$$\frac{\Delta[O_2]}{\Delta t} = \frac{1}{2} \frac{\Delta[H_2]}{\Delta t} = \frac{1}{2} \frac{\Delta[H_2O]}{\Delta t}$$

B) $[H_2O]$ o'zgarishi bo'yicha tezlikni hisoblaymiz:

$$\frac{1}{2} \frac{\Delta[H_2O]}{\Delta t} = \frac{\Delta[O_2]}{\Delta t} = (-0,23 \text{ mol/L}\cdot\text{s})$$

$$\frac{\Delta[H_2O]}{\Delta t} = 2(0,23 \text{ mol/L}\cdot\text{s}) = 0,46 \text{ mol/L}\cdot\text{s}$$

Tekshirish. Tezlik ifodasi orqali muvozanat tenglamasini olish yaxshi tekshirish usulidir: $[H_2]$ ikki marta oshadi $[O_2]$ qaraganda, demak ikki H_2 molekulasini har bir O_2 bilan reaksiyaga kirishadi. $[H_2O]$ ikki marta o'zgaradi $[O_2]$ qaraganda, demak ikki H_2O molekulasini har bir O_2 molekulasidan hosil bo'ladi. Shu sababdan, biz quyidagini olamiz



Boshqa tekshirish usuli esa yuqoridagi tenglamani qisman o'zgartirib ishlatamiz $A=H_2$, $a=2$, $B=O_2$, $b=1$ va $C=H_2O$, $c=2$:

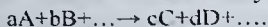
$$\frac{1}{a} \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = \frac{1}{b} \frac{\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{1}{c} \frac{\Delta[C]}{\Delta t}$$

$$\frac{1}{2} \frac{\Delta[H_2]}{\Delta t} = \frac{\Delta[O_2]}{\Delta t} = \frac{1}{2} \frac{\Delta[H_2O]}{\Delta t}$$

B) berilgan tezlik ifodasidan ko'rinib turibdiki, tezlikning $[H_2O]$ bo'yicha sonli ifodasi $[O_2]$ kamayganida 2 marta ortmoqda.

Tezlik qonuni va uning komponentlari. Reaksiyaning har qanday kinetik o'rganilishining asosiy markaziy qismida **tezlik qonuni (yoki tezlik tenglamasi)** yotadi, bunda tezlikni konsentrasiyalar va temperatura funksiyasi sifatida ko'riladi. Tezlik tajribaga asoslangani uchun molekulyar darajada ketuvchi reaksiyalarning har qanday gipotezasi bunga mos kelishi kerak.

Ushbu bo'limdagi muhokamada tezlik qonunida mahsulotlar konsentrasiyalari uchramaydi, demak, tezlik qonuni faqat reagentlar konsentrasiyasi va temperaturaga bog'liq bo'ladi. Berilgan temperaturada umumiy ko'rinishda ushbu reaksiyani ko'rib chiqamiz:



Tezlik qonuni esa:

$$\text{Tezlik} = k[A]^m[B]^n$$

Bu yerda k proporsionallik koeffitsienti bo'lib, tezlik konstantasi deb ataladi, u berilgan temperatura va reaksiya uchun mos bo'lib, reaksiya davom etayotganida o'zgarmaydi (shuningdek, k temperatura o'zgarishi bilan o'zgaradi). Darajada turgan m va n lar **reaksiya tartibi** bo'lib, ularni qanday qilib aniqlashni ko'rib chiqamiz. Bunda esda saqlash uchun ikkita asosiy kalit bular:

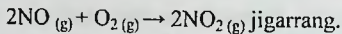
Reaksiyadagi tenglashtiruvchi a va b koeffitsientlarning m va n reaksiya tartiblariga umuman aloqasi yo'q.

Tezlik qonuni komponentlari – tezlik, reaksiya tartibi va tezlik konstantasi – tajriba bilan birlashtirilishi kerak.

Ushbu bo'limga xulosa qilib shuni aytish mumkinki, boshlang'ich tezlikni aniqlash uchun konsentrasiyalarni hisoblab, reaksiya tartibini hisoblash uchun boshlang'ich tezlikni ishlatib va tezlik konstantasini hisoblash uchun ushbu qiymatlarni ishlatib tezlik qonuni komponentlarini topamiz. Reaksiyaning tezlik qonunini bilgan holda biz har qanday boshlang'ich konsentrasiyani oldindan aytishimiz mumkin.

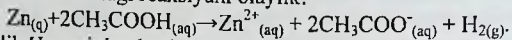
Boshlang'ich tezlikni aniqlashdagi ba'zi laboratoriya usullari. Biz boshlang'ich tezlikni konsentrasiya/vaqt grafigidan topamiz, shuning uchun bizga konsentrasiya o'lchash uchun tez va aniq usul kerak. Qisqacha uch asosiy usullarni ko'rib chiqamiz.

▪ **Rangdagi o'zgarish.** Rangli moddalar ishtirok etadigan reaksiyalarda, konsentrasiyani o'lchash uchun spektroskopik usullar qo'llanilishi mumkin. Masalan, azot monooksidi oksidlanishida faqat mahsulot, azot dioksid rangli:



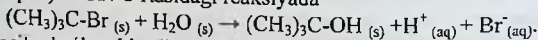
Vaqt o'tgani sari reaksiyon aralashmaning jigarrang rangi to'qlashib boradi.

- Bosimdagi o'zgarish. Gaz mollari o'zgaradigan reaksiyalarni bosim o'zgarishini o'lchab monitor qilish mumkin. Misol uchun, rux va sirka kislota o'rtasidagi reaksiyani olaylik:



Tezlik H_2 gazining bosimi oshishiga to'g'ri proporsionaldir.

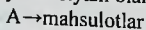
- O'tkazuvchanlikning o'zgarishi. Organik galid (2-brom-2-metilpropan) va suv o'rtasidagi reaksiyada



Hosil bo'luvchi HBr kuchli kislota va butunlay ionlarga parchalanadi; shu sababdan, vaqt o'tgani sari reaksiyon aralashmaning o'tkazuvchanligi ortadi.

Agar qo'limizda boshlang'ich tezlik bo'lsa, biz reaksiya tartibini aniqlashimiz mumkin. Keling birinchi bo'lib reaksiya tartibi o'zi nima va keyin qanday qilib ularni aniqlashni muhokama qilsak.

Ahamiyati va terminologiya. Reaksiyaning har bir reagent uchun individual tartibi bo'ladi yoki ushbu individual tartiblar yig'indisidan iborat umumiy tartibi bo'ladi. Misol qilib, faqat bir reagent qatnashgan oddiy reaksiyani olamiz:



1. Birinchi tartib. Agar tezlik $[\text{A}]$ ga to'g'ridan-to'g'ri proporsional bo'lsa, u holda reaksiya birinchi tartibga ega bo'ladi. Bu degani, agar $[\text{A}]$ ikki marta ko'paysa, tezlik ham ikki marta ko'payadi, chunki tezlik $[\text{A}]$ ga nisbatan birinchi darajaga ega $[\text{A}]^1$. Shu sababdan, reaksiya A da birinchi tartibga ega:

$$\text{tezlik} = k[\text{A}]^1 = k[\text{A}]$$

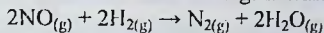
2. Ikkinchi tartib. Agar tezlik $[\text{A}]$ ning kvadratiga to'g'ri proporsional bo'lsa, reaksiya ikkinchi tartibli deyiladi. Bu degani, agar $[\text{A}]$ ikki martaga ortsa tezlik to'rt martaga ortadi. Tezlik $[\text{A}]$ ning kvadratiga, $[\text{A}]^2$ bog'liq:

$$\text{tezlik} = k[\text{A}]^2$$

3. Nolinchi tartib. Agar tezlik $[\text{A}]$ ga umuman bog'liq bo'lmasa (metall-katalizatorli yoki biokimyoviy jarayonlarda ko'rish mumkin) reaksiya nolinchi tartibga ega deyiladi. Agar $[\text{A}]$ o'zgarganda tezlik o'zgarmasa, biz buni matematik ravishda quyidagicha ifodalaymiz:

$$\text{tezlik} = k[\text{A}]^0 = k(1) = 1$$

Keling kuzatilgan tezlik qonunlari va reaksiya tartiblariga *nazar* solsak. Masalan, azot monoksid va vodorod gazi orasidagi reaksiyada

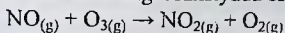


Tezlik qonuni

$$\text{tezlik} = k[\text{NO}]^2[\text{H}_2]$$

NO bo'yicha reaksiya ikkinchi tartibga ega. Vodorodning oldidagi koeffisient 2 bo'lsa, u bo'yicha reaksiya tartibi birinchi tartibga ega. Reaksiyaning umumiy tartibi esa $(2+1=3)$ 3 ga teng.

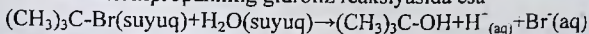
Azot monoksid va ozon orasidagi reaksiyada esa



Tezlik qonuni

$$\text{tezlik} = k[\text{NO}][\text{O}_3]$$

2-brom-2-metilpropaning gidroliz reaksiyasida esa



Tezlik qonuni

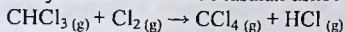
$$\text{tezlik} = k[(\text{CH}_3)_3\text{CBr}]$$

Ushbu reaksiyada 2-brom-2-metilpropan bo'yicha birinchi tartib va suv bo'yicha nol inchi tartibga ega, suvning tenglamadagi koeffisienti 1 bo'lsa ham. Agar biz suv reagent ekanligini ko'rsatmoqchi bo'lsak biz quyidagini yozishimiz mumkin:

$$\text{tezlik} = k[(\text{CH}_3)_3\text{CBr}][\text{H}_2\text{O}]^0$$

Umumiy olganda, reaksiya $(1+0=1)$ birinchi tartibga ega. Ushbu misollar eng asosiy qoidani qo'rsatadi: reaksiya tartiblari reaksiya tenglamasidagi koeffisientlar orqali emas, balki tajriba ma'lumotlari orqali topilishi kerak.

Odatda, reaksiya tartiblari musbat va nol bo'lishadi, ammo ular ba'zan kasrli va manfiy ham bo'lishadi. Masalan ushbu reaksiyada

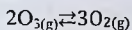


Kasrli tartib reaksiya qonunida ko'rinadi

$$R = k[\text{CHCl}_3][\text{Cl}_2]^{1/2}$$

Bundan ko'rinadiki, tezlik $[\text{Cl}_2]$ ning kvadrat ildiz konsentrasiyasiga bog'liq bo'ladi. Masalan, $[\text{Cl}_2]$ 4 marta ortsa, tezlik 2 marta ortadi. Umumiy tartib esa $3/2$ bo'ladi.

Agar komponent konsentrasiyasi ortsa, tezlik kamaysa bu manfiy reaksiya tartibi ekanligidan dalolat beradi. Tezlik qonunida mahsulotlar ham bo'lsa, asosan manfiy tartib paydo bo'ladi. Masalan, atmosferik reaksiya uchun



Tezlik qonuni quyidagicha bo'ladi

$$\text{tezlik} = k[\text{O}_3]^2[\text{O}_2]^{-1} = k \frac{[\text{O}_3]^2}{[\text{O}_2]}$$

Agar $[\text{O}_2]$ ikki marta ortsa, reaksiya yarim marta tezlashadi. Ushbu reaksiyada O_3 bo'yicha ikkinchi tartib va O_2 bo'yicha manfiy birinchi tartib bo'ladi, demak umumiy tartib $(2+(-1)=1)$ birinchi bo'ladi.

Reagentlar konsentrasiyasini o'zgartirib reaksiya tartiblarini aniqlash. Tezlik qonuni ma'lum bo'lishidan oldin reaksiya tartiblari topilgan. Haqiqiy reaksiyaga nazar solishdan oldin, A va B moddalar orqali bir reaksiyani ko'rib chiqamiz:



Tezlik qonuni umumiy ko'rinishda quyidagicha bo'lar edi

$$\text{tezlik} = k[\text{A}]^m[\text{B}]^n$$

m va n konstantalarni topish uchun biz bir qancha tajribalar o'tkazamiz, bunda biz bir reagent konsentrasiyasini o'zgartiramiz, boshqasi esa doimiy bo'ladi va har bir holat uchun boshlang'ich tezlikka ta'sirini o'lchaymiz. 11.2-jadvalda natijalar keltirilgan.

11.2-jadval

A va B o'rtasidagi reaksiya uchun boshlang'ich tezliklar

Tajriba	Boshlang'ich tezlik	Boshlang'ich $[\text{A}]$	Boshlang'ich $[\text{B}]$
1	$1.75 \cdot 10^{-3}$	$2.50 \cdot 10^{-2}$	$3.00 \cdot 10^{-2}$
2	$3.5 \cdot 10^{-3}$	$5.00 \cdot 10^{-2}$	$3.00 \cdot 10^{-2}$
3	$3.5 \cdot 10^{-3}$	$2.50 \cdot 10^{-2}$	$6.00 \cdot 10^{-2}$
4	$7.00 \cdot 10^{-3}$	$5.00 \cdot 10^{-2}$	$6.00 \cdot 10^{-2}$

1. A ning tartibi m ni topish. 1 va 2 tajribalar solishtirilsa, unda A ikki marta ortadi va B o'zgarmaydi. Ularning tezlik qonunlarini bir biriga bo'lib biz m ni topishimiz mumkin:

$$\frac{\text{tezlik 2}}{\text{tezlik 1}} = \frac{k[\text{A}]_2^m[\text{B}]_2^n}{k[\text{A}]_1^m[\text{B}]_1^n}$$

Bu yerda A_2 A ning ikkinchi tajribadagi konsentrasiyasi va B_1 B ning birinchi tajribadagi konsentrasiyasi. k konstanta va B ning konsentrasiyasi o'zgarmagani uchun ularni qisqartirish mumkin:

$$\begin{aligned} \text{Rate 2} &= \frac{k[\text{A}]_2^m[\text{B}]_2^n}{[\text{A}]_2^m} = \left(\frac{[\text{A}]_2}{[\text{A}]_1} \right)^m \\ \text{Rate 1} &= \frac{k[\text{A}]_1^m[\text{B}]_1^n}{[\text{A}]_1^m} = \left(\frac{[\text{A}]_1}{[\text{A}]_2} \right)^m \end{aligned}$$

11.2-jadvaldan qiymatlarni qo'yib quyidagini olamiz:

$$\frac{3.50 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}}{1.75 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}} = \left(\frac{5.00 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}}{2.50 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}} \right)^m$$

bo'lib quyidagini olamiz $2.00=(2.00)^m$ demak $m=1$. Shu sababdan, reaksiya A bo'yicha birinchi tartibda, chunki A ning konsentrasiyasi ikki marta oshsa, tezlik ham ikki marta ortadi.

2. B ning tartibi n ni topish. n ni topish uchun biz 1 va 3 tenglamalarni bir biriga bo'lamiz, chunki ularda A o'zgarmaydi va B ikki marta ortadi:

$$k[A]^m[B]^n$$

$$k[A]^m[B]^n$$

Yuqoridagi kabi k konstanta va A konsentrasiyalar o'zgarmagani uchun ularni qisqartiramiz va quyidagini olamiz:

$$\frac{k[A]^m[B]^n}{k[A]^m[B]^n} = \frac{[B]_2^n}{[B]_1^n}$$

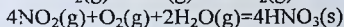
Qiymatlar qo'yilganida esa

$$\frac{3.50 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1} \cdot \text{s}}{1.75 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1} \cdot \text{s}} = \frac{(6.00 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1})^n}{(3.00 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1})^n}$$

bo'lib quyidagini olamiz $2.00=(2.00)^n$ demak $n=1$. Shu sababdan, reaksiya B bo'yicha ham birinchi tartibda, chunki A ning konsentrasiyasi ikki marta oshsa, tezlik ham ikki marta ortadi. Ushbu xulosani 4 tajriba orqali tekshirishimiz mumkin: agar ikkala [A] va [B] lar ikki marttaga orsa, tezlik 4 barobar ortishi kerak va shunday bo'ldi ham. Demak, m va n lar 1 ga teng bo'lgan tezlik qonuni

$$\text{tezlik} = k[A][B]$$

shuni ham qayd etib o'tish joizki, B ning reaksiya tenglamasidagi koeffisienti 2 bo'lsa ham, u bo'yicha reaksiya tartibi 1 ga teng. Bu esa yana bir bor reaksiya tartibini tajribadan aniqlash kerakligini anglatadi. Azot monoksidi va kislorod orasidagi reaksiyani (kislotali yomg'ir hosil bo'lishi va sanoatda nitrat kislota olishning muhim bosqichlaridan biri) quyidagicha boradi



Mavzu bo'yicha xulosa

- Kimyoviy kinetika reaksiya tezligini, vaqt mobaynida konsentrasiyaning o'zgarishini o'rganadi.
- Berilgan sharoitlarda har bir reaksiya o'zining tezligiga ega.
- Reagent molekullari orasidagi to'qnashuv chastotasini orqali konsentrasiya reaksiya tezligiga ta'sir ko'rsatadi.

- Reagentlar qanday aralasha olishini aniqlash orqali fizik holat tezlikka ta'sir ko'rsatadi.

- Reagent molekullari orasidagi to'qnashuv chastotasini va energiyasiga ta'sir qilish orqali temperatura tezlikka ta'sir qiladi.

- Reagent (yoki mahsulot) konsentrasiyasining umumiy vaqt davomida o'zgarishi o'rtacha tezlik deb ataladi. Reagentlar sarf bo'lgani sari tezlik sekinlashadi.

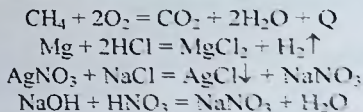
- Reagentlar endi aralashtirilganda va hech qanday mahsulot hosil bo'lmayotgan paytdagi, $t=0$ oniy tezlik boshlang'ich tezlik deb ataladi.

- Konsentrasiya va vaqt grafigidagi ayni bir t dagi qism oniy tezlikni beradi.

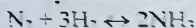
- Reaksiya tezligi ifodasi va uning sonli qiymati qaysi reaksiyon komponent aralashtirilganiga bog'liq bo'ladi.

12. KIMYOVIY MUVOZANAT

Qaytar va qaytmas reaksiyalar. Barcha kimyoviy reaksiyalarni ikkiga: qaytar va qaytmas reaksiyalarga bo'lish mumkin. Faqat bir yo'nalishda boradigan reaksiyalar qaytmas reaksiyalar deyiladi. Reaksiya natijasida ko'p miqdorda issiqlik ajralib chiqsa, gaz modda, cho'kma yoki oz dissotsialanadigan moddalar hosil bo'lsa, bunday reaksiyalar amalda qaytmas bo'ladi:



Bir vaqtning o'zida ikki qarama-qarshi yo'nalishda boradigan reaksiyalar qaytar reaksiyalar deyiladi. Misol:



Reaksiya boshlangan paytda to'g'ri reaksiyaning tezligi katta, teskari reaksiyaning tezligi kichik bo'ladi. Vaqt o'tishi bilan to'g'ri reaksiyaning tezligi kamayib teskari reaksiyaning tezligi ortib boradi. Ma'lum vaqtdan so'ng har ikkala reaksiya tezliklari tenglashadi:



$$V_1 = K_1 \cdot [A]^a \cdot [B]^b; \quad V_2 = K_2 \cdot [C]^c \cdot [D]^d; \quad V_1 = V_2$$

$$K = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b}$$

[A], [B], [C], [D] – reaksiyaning muvozanat konsentrasiyalari; a, b, c, d – reaksiya tenglamasining stexiometrik koeffitsientlari; K – kimyoviy reaksiyaning muvozanat konstantasi bo'lib, u haroratga bog'liq bo'lgan kattalik.

To'g'ri va teskari reaksiyalar tezliklari tenglashgan holat kimyoviy muvozanat deyiladi. Moddalarning muvozanat vaqtidagi konsentrasiyalari muvozanat konsentrasiyani deyiladi. Yuqoridagi ammiak hosil bo'lishi reaksiyasi uchun to'g'ri va teskari reaksiyalar:

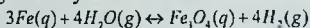


$$V_1 = K_1 \cdot [\text{N}_2] \cdot [\text{H}_2]^3; \quad V_2 = K_2 \cdot [\text{NH}_3]^2; \quad K = K_1 / K_2$$

Muvozanat holatida reaksiya mahsulotlari konsentrasiyalari ko'paytmasining dastlabki moddalar konsentrasiyalari ko'paytmasiga nisbati doimiy son bo'lib, muvozanat konstantasi deyiladi.

Muvozanat konstantasi moddalarning tabiatiga, haroratga bog'liq bo'lib, konsentratyaga, bosimga va katalizatorga bog'liq emas.

Geterogen reaksiyalarda qattiq moddalar konsentrasiyasi muvozanat konstantasi ifodasiga kirmaydi:



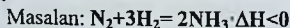
$$K = \frac{[H_2]^4}{[H_2O]^4}$$

Kimyoviy reaksiyalarning muvozanat konstantasi asosida izobarik izotermik potensial hisoblanishi mumkin:

$$\Delta G^0 = -RT \ln K$$

Ko'rinib turibdiki, ΔG^0 qiymati kichik bo'lishi uchun K katta qiymatga ega bo'lishi kerak. Demak, muvozanat jarayonida mahsulotlarning muvozanat konsentrasiyalari ko'p bo'lsa izobar izotermik potensial kichik qiymatga ega bo'ladi. ΔG^0 ning musbat qiymatlariga muvozanat holatining dastlabki moddalarning konsentrasiyalari yuqori bo'lgan holati mos keladi. Muvozanat konstantasi haroratga bog'langan. Endotermik jarayonlarda haroratni ortishi muvozanat konstantasi qiymati ortishiga olib keladi. Ekzotermik jarayonlarda harorat ortsa muvozanat konstantasi kamayadi.

Le-Shatele prinsipi. Muvozanatda turgan sistemaga biror bir tashqi ta'sir ko'rsatilsa, muvozanat buziladi va ma'lum vaqtdan so'ng yangi muvozanat qaror topadi. Bu jarayon muvozanatning siljishi deyiladi. Muvozanatni qay tarafga siljishini **Le-Shatele prinsipi** aniqlab beradi: **muvozanatda turgan sistemaga biron-bir tashqi ta'sir ko'rsatilsa, muvozanat shu ta'sirni kamaytiruvchi reaksiyaning borishi tarafga siljiydi.**

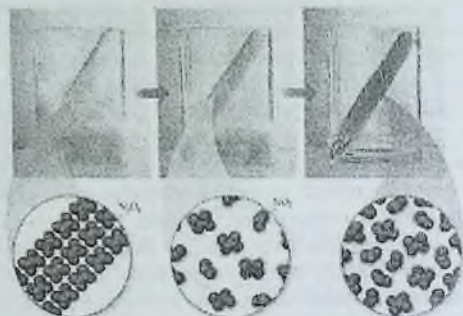


Ushbu reaksiyada azot, vodorod konsentrasiyalarining oshishi hamda ammiak konsentrasiyasini kamayishi muvozanatni o'ngga, ammiak hosil bo'lishi tarafga, siljishiga olib keladi. Aksincha azot yoki vodorod konsentrasiyasini kamaytirish hamda ammiak konsentrasiyasini oshirish muvozanatni chap tarafga siljitadi.

Harorat oshganda muvozanat endotermik reaksiyaning borishi tarafga ya'ni ammiakning parchalanishi tarafga siljiydi. Bosim oshganda esa, muvozanat gaz modda molekulari soni kamayadigan tarafga ya'ni ammiak hosil bo'lishi tarafga siljiydi. Katalizator kimyoviy jarayonni tezlashtirmaydi, faqat muvozanat holatiga kelishini tezlashtiradi. Muvozanat bo'lishi uchun muvozanat holati qaror topishi lozim. Dinamik muvozanatda to'g'ri va teskari reaksiya tezliklari tenglashadi va eritmada sof o'zgarish sodir bo'lmaydi. Ionli birikmaning to'yingan

eritmasida moddaning kristallari bilan ionlar orasida bo'ladigan aloqa dinamik muvozanatga misol bo'ladi. Kristall sirtidagi ionlarning eritmaga o'tish (erishi) tezligi eritmada ionlarning qattiq moddaning bir bo'lagiga aylanish (kristallanish) tezligiga teng bo'ladi. Bunda eritmada ionlar konsentrasiyasi va erimay qolgan moddaning miqdori vaqt o'tishi bilan ham o'zgarmaydi. Erituvchining ma'lum qismi bug'lanib ketsa eritmaning konsentrasiyasi oshadi, kristallanish tezligi oshadi. Bu o'zgarish tufayli ionlarning eritmada qattiq modda holatiga o'tishi eritmaning konsentrasiyasi pasayib, erish va kristallanish tezliklari tenglashmaguncha davom etadi. O'lik dengizdagi murakkab tuz qatlamlarini hosil bo'lishi bunga yorqin misol bo'ladi. O'lik dengiz lordaniya va Isroil davlatlari chegarasida joylashgan bo'lib, er sharining eng quyi nuqtasi, boshqa okeanlarga nisbatn uning tarkibida tuzning konsentrasiyasi 10 baravar yuqori. Issiq ob-havoning davomiyligi O'lik dengizdagi suvning ko'plab bug'lanishiga olib keladi. Buning natijasida tuzning konsentrasiyasi, kristallanishi oshib, murakkab tuz tuzilmalari hosil bo'ladi.

Bug' bosimi ham dinamik muvozanatga misol bo'ladi. Yopiq idishdagi suyuqlik sirtidagi bug' bosimi suyuq faza bilan belgilangan muvozanatda turadi, suyuqlik sirtidan molekulalarning ajralib chiqib gaz fazaga o'tish tezligi, gaz fazadagi molekulalarning suyuqlikka o'tish tezligiga tenglashadi. Qarama-qarshi reaksiyaning tezliklari tenglashsa kimyoviy muvozanat qaror topadi: dastlabki reagentlar-dandan mahsulot hosil bo'lish tezligi, reaksiya mahsulotlaridan dastlabki reagentlar hosil bo'lish tezligiga tenglashadi. Natijada eritmaning konsentrasiyasi o'zgarmaydi va reaksiya to'xtagandek ko'rinadi (12.1-rasm). Ushbu rasmda probirkada muzlatilgan N_2O_4 na'munasi tasvirlangan bo'lib, temperatura ko'tarilganda, u asta-sekin disproporsiyalanadi va jigarrang gangli NO_2 ni hosil qiladi. Muvozanat qaror topganda rang o'zgarishi to'xtaydi



12.1-rasm. Muvozanat konsepsiyasi

$N_2O_4 \leftrightarrow 2NO_2$ reaksiyasining tezligi

$2NO_2 \leftrightarrow N_2O_4$ reaksiya tezligiga tenglashganda.

To'g'ri reaksiya $N_2O_{4(g)} \leftrightarrow 2NO_{2(g)}$ $\vartheta_{to'g'ri} = k_{to'g'ri} \cdot [N_2O_4]$

Teskari reaksiya $2NO_{2(g)} \leftrightarrow N_{2O_{4(g)}}$ $\vartheta_{teskari} = k_{teskari} \cdot [NO_2]^2$

muvozanat holatida To'g'ri reaksiya tezligi teskari reaksiya tezligiga tenglashadi.

$$k_{to'g'ri} \cdot [N_2O_4] = k_{teskari} \cdot [NO_2]^2$$

Bu tenglama qayta o'zgartirilganda:

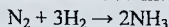
$$\frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{k_{to'g'ri}}{k_{teskari}} = \text{const}$$

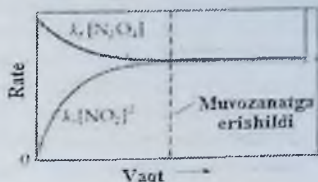
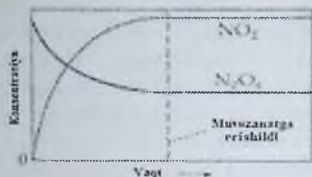
Muvozanat qaror topgandan so'ng N_2O_4 va NO_2 gazlarining konsentratsiyasi o'zgarmaydi. Buni 12.2-rasmda tasvirlashimiz mumkin:

Muvozanat dinamik holatda bo'lib, N_2O_4 har vaqt NO_2 molekullarini, hosil bo'lgan NO_2 esa har vaqt N_2O_4 ni hosil qiladi. Muvozanat holatida bu ikki jarayonning tezliklari bir xil bo'ladi va 12.2-rasmda tasvirlangan.

Reaksiya idishida reagentlarning mahsulot hosil qilishi va hosil bo'gan mahsulotdan reagentlar hosil bo'lishi tabiiyki, reaksiyaning murakkabligi, to'g'ri va teskari reaksiyalarning kinetik tabiatiga qaramasdan muvozanat holatida bo'ladi.

Azot va vodoroddan ammiak hosil bo'lishini qaraylik:



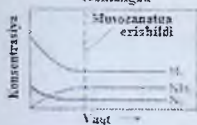


12.2-rasm. Muvozanatni qaror topishi va tezlik konstantasi

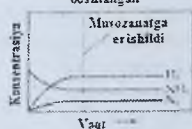
Ushbu reaksiya o'g'it ishlab chiqarishda va Xalqaro oziq-ovqat bilan ta'minlashda muhim ahamiyat kasb etadi. Ushbu jarayonda azot va vorod yuqori bosim va temperatura ostida birikib ammiakni hosil qiladi. Yopiq sistemada azot va vodorodning hammasi sarflanmaydi. Ma'lum vaqtdan so'ng reaksiya davom etmaydi va muvozanat yo'nalishdan qat'iy nazar qaror topadi.

12.3-rasmda azot, vodorod, ammiak konsentrasiyalarining vaqtga nisbatan bog'liqligi grafiqi tasvirlangan. Bunda reaksiya dastlabki moddalar (N_2 va H_2) dan boshlanadimi yoki reaksiya mahsuloti (NH_3) dan boshlanadimi baribir muvozanat qaror topadi.

Faqat dastlabki moddalardan boshlangan



Faqat reaksiya mahsulotlardan boshlangan



12.3-rasm. Azot va vodoroddan ammiak hosil bo'lishini

XIX asrda Xaber ishlaridan oldin kimyogarlar izlanishlar olib borganlar. 1864 yilda Kato Maksimilian Guldberg (1836-1902) va Vaage (1833-1) massalar ta'siri qonunini taklik etdi, u muvozanat holatida reaksiyaga kirishayotgan moddalarning konsentratsiyasi reaksiya mahsulotlarining konsentratsiyasiga bog'liq bo'ldi.

Deylik biz quyidagi umumiy muvozanat tenglamasiga egamiz:



bu erda A, B, C va D lar kimyoviy moddalar, a, b, d va e a, b, d va e lar kimyoviy tenglamadagi shu moddalar oldiga tushadigan koeffitsientlardir. Massalar ta'siri qonuniga muvofiq muvozanat holati quyidagicha yoziladi

$$K_m = \frac{[D]^d \cdot [E]^e}{[A]^a \cdot [B]^b}$$

Biz bu bog'liqlikni reaksiyaning muvozanat konstantasi deb ifodalaymiz. Konstanta K_m muvozanat konstantasi bo'lib, muvozanat konstantasi ifodasida moddalarning muvozanat holatidagi konsentratsiyalari qo'yilishidan hosil bo'lgan sonli qiymatni qabul qiladi. K ning indeksidagi m muvozanat konstantasini ifodalash uchun molyar konsentratsiyadan foydalanish kerakligini ifodalaydi.

Muvozanat qaror topgan reaksiyaning kimyoviy tenglamasidan reaksiyaning muvozanat konstantasini yozishimiz mumkin, reaksiya mexanizmini bilmasak ham. Muvozanat konstantasi reaksiyaning stixiometriyasiga bog'liq, reaksiya mexanizmiga emas.

Bosim muvozanat konstantasi. Kimyoviy reaksiyada reaksiyaga kirishayotgan dastlabki moddalar ham reaksiya mahsulotlari ham gazlardan iborat bo'lsa u holda muvozanat konstantasini partial bosim bilan ifodalaymiz. Bunda muvozanat konstantasi K_p bilan ifodalanadi, indeksdagi p bosimni ifodalaydi. Muvozanat konstantasi quyidagicha ifodaladi:

$$K_p = \frac{[P_D]^d \cdot [P_E]^e}{[P_A]^a \cdot [P_B]^b}$$

Bu yerda P_A - A moddaning parsial bosimi, P_B - B moddaning parsial bosimi va hokazo. Ayni bir reaksiya uchun K_m va K_p ning qiymatlari farq qiladi. Biridan ikkinchisini hisoblab topish uchun ideal gaz tenglamasidan foydalaniladi:

$$PV = n \cdot R \cdot T \text{ shunga ko'ra } P = \frac{n}{V} \cdot R \cdot T$$

$$P_A = \frac{n_A}{V} \cdot R \cdot T = [A] \cdot R \cdot T$$

Birinci va ikkinchi tenglamalarni o'zaro bog'lab K_m va K_p larni o'zaro bog'lovchi quyidagi tenglamaga ega bo'lamiz:

$$K_p = K_m \cdot (R \cdot T)^{\Delta n}$$

Δn - kimyoviy tenglamadagi gaz molekullari soning o'zgarishi. U reaksiyaga kirishayotgan gaz moddalar koeffisientidan reaksiya natijasida hosil bo'lgan gaz moddalarning koeffisientlari ayirmasiga teng.

13. ERITMALAR

Ikki va undan ortiq komponentlardan va ularning o'zaro ta'sir mahsulotlaridan tashkil topgan gomogen sistemaga eritma deyiladi. Eritmalar tirik organizmlar hayotida muhim ahamiyatga ega. Masalan qon, limfa, va so'lak suyuqliklari eritmalaridir. Eritmalar kimyoviy birikmalar va oddiy mexanik aralashmalar o'rtasida oraliq holatni egallaydi.

Eritmalar kimyoviy birikmalarga o'xshash bir jinsli ya'ni gomogen bo'ladi. Erish jarayoni kimyoviy reaksiyaga o'xshash issiqlik yutilishi yoki chiqishi bilan ro'y beradi. Eritmalar kimyoviy birikmalardan farq qilib tarkibi o'zgaruvchan bo'lib, ham erituvchi ham erigan modda xossalari namoyon qiladi. Ergan moddani erituvchidan fizikaviy usulda ajratib olish mumkin. Bu xossalari bilan eritma mexanik aralashmaga o'xshaydi.

Eritma tayyorlash jarayonida agregat holati o'zgarmaydigan komponent erituvchi hisoblanadi. Eritmalarda bir komponent ikkinchisida molekular, ionlar, yoki atomlar holatida bir jinsli muhit hosil qilib tarqalgandir. Eritmalar gaz, suyuq va qattiq holatda uchraydi.

Gaz eritmalar va qattiq eritmalar. Gaz eritmalar va qattiq eritmalar ham hayotda muhim ahamiyatga ega va ko'plab qo'llaniladi.

Gaz-gaz eritmalarida har bir gaz boshqa gazlar bilan aralashgan holatda bo'ladi. Havo gaz eritmaga klassik misol bo'ladi, havoda taxminan 18 xil gazlar tirli xil proporsiyada aralashgan bo'ladi.

Gaz-qattiq eritmalar – gaz modda qattiq moddada eriganda hosil bo'ladi. Vodorod gazini palladiydan o'tkazib tozalash mumkin. Faqat vodorod atomlarining o'lchami (kichikligi) palladiy bilan Pb-H bog'ini hosil qilish uchun mos tushadi. Vodorod atomlari palladiy atomlari orasidan o'tib so'ngra vodorod molekulasini hosil qiladi.

Qattiq-qattiq eritmalar. Qattiq moddalar o'zaro oz miqdorda aralashadi va ular geterogen eritmalar hosil qiladi. Ba'zi qattiq-qattiq eritmalar qattiq modda eritilib so'ng ularni aralashtirib muzlatilganda ham hosil bo'lishi mumkin. Ko'pgina aralashmalar va qotishmalar metallik xossasiga ega bo'ladi. Barchaga tanish bo'lgan latun qotishmasi rux va mis aralashmalaridan iborat.

Gazlarning eritmaları. Ergan modda va erituvchi ham gaz bo'lgan aralashma sifatida havoni olish mumkin. Havo tarkibida hajm jihatidan 78% azot, 20-21% kislorod, qolgan qo'shimchalar uglerod(IV) oksidi, suv bug'i va boshqalar bo'lishi mumkin. Gazlar aralashmasining

umumiy bosimi ularning parsial bosimi deyiladi. Umumiy parsial bosim tashkil etuvchilarning parsial bosimlari yig'indisiga teng bo'ladi.

Harorat ko'tarilshi bilan gazlarning eruvchanligi kamayadi, chunki gazlarning erish jarayoni ekzotermik jarayondir. Gazlar eruvchanligining bosimga bog'liqligi **Genri qonuni** bilan ifodalanadi:

O'zgarmas haroratda gazlarning eruvchanligi uning bosimiga to'g'ri proporsional.

$$C = k \cdot P$$

C - gazning eruvchanligi; k-Genri doimiysi; P - gazning bosimi.

Genri-Dalton qonuni. Agar biror suyuqlikda gazlarning aralashmasi erisa, har bir alohida gazning eruvchanligi shu gazning parsial bosimiga to'g'ri proporsional.

Genri qonuni ucha yuqori bo'lmagan bosimda va konsentrasiyada o'rinli bo'lib erituvchi va erigan moddaning orasida o'zaro ta'sir ro'y bermaydi deb hisoblanadi.

Suyuq eritmalar. Suyuq eritmalar odatdagi suyuqliklarga o'xshash o'ziga xos strukturaga ega. Suyultirilgan eritmalarining xossalari erituvchilikiga o'xshab ketsa, konsentrlangan eritmalarining xossalari erigan moddaga o'xshab ketishi aniqlangan.

Suyuq moddalarning suvda eruvchanligi turlicha. Ba'zi suyuqliklar masalan: spirt, glisirin suvda cheksiz eriydi. Ba'zilari esa ma'lum miqdorda eriydi. Masalan - fenol sovuq suvda oz eriydi. Harorat ko'tarilganda uning eruvchanligi ortadi. $66,45^{\circ}\text{C}$ dan yuqori haroratda esa uning eruvchanligi cheksiz bo'ladi. Bu haroratni kritik erish harorati deyiladi.

Qattiq va suyuq moddalarning eruvchanligiga bosim ta'sir etmaydi, chunki ularning hajmi bosim ta'sirida deyarli o'zgarmaydi.

Suyuq eritmalar va qutbli molekulalarning ahamiyati. Suv barchaga yaxshi ma'lum bo'lgan erituvchi, lekin undan tashqari juda ko'p erituvchilar ma'lum va qutblanuvchanligi qarab qutblidan tortib qutbsiz gacha. Erituvchi bilan eritilayotgan moddalar ichki kuchlari o'zaro mos (o'xshash) bo'lsa ular bir-biri bilan kuchlarni almashadi. masalan:

➤ *Tuzlar suvda eriydi*, chunki ion va suv orasidagi kuchli ion-dipol tortishuvlari, suv molekulalari orasidagi kuchli vodorod bog'lanishga o'xshaydi, bu kuchlar esa bir-birini o'rnini bosa oladi.

➤ Tuzlar geksanda erimaydi ionlar va qutbsiz geksan molekulalari orasidagi kuchsiz ion-induksilangan dipol kuchlar ionlar orasidagi o'zaro tortishuv kuchini o'rni bosolmaydi.

➤ Moy (neft) suvda erimaydi chunki neft va suv molekularlari orasidagi kuchsiz dipol-induksion dipol kuchlar suv molekularlari orasidagi mustahkam vodorod bog'lanishni qolaversa moy (neft) molekularlari orasidagi keng dispersion kuchlarni o'rini bosolmaydi.

➤ Moy (neft) gektanda eriydi. Chunki birining dispers kuchlari ikkinchisining dispers kuchini almashinishi oson kechadi.

Eritmalar konsentrsiyasi. Eritmaning yoki erituvchining hajm yoki massa birligida erigan modda miqdoriga konsentrsiya deb ataladi. Eritmada erigan modda miqdori ko'p bo'lsa, bunday eritma konsentrlangan, oz bo'lsa, suyultirilgan eritma hisoblanadi. Konsentrsiyani ifodalashning bir necha usullari mavjud.

1. Ergan modda massasining eritmaning umumiy massasiga nisbati erigan moddaning massa ulushini ko'rsatadi.

$$W = \frac{m_1}{m_2}; C = \frac{m_1}{m_2} \cdot 100.$$

W - erigan moddaning massa ulushi; **C**, % erigan moddaning % lardagi massa ulushi;

m_1 - erigan modda massasi, g; m_2 - eritmaning massasi, g; m_0 - erituvchining massasi, g.

2. Bir litr eritmada erigan modda miqdoriga molyar konsentrsiya deyiladi.

$$C_m = \frac{n}{V}; C_m = \frac{m}{M \cdot V}.$$

C_m - molyar konsentrsiya; **m** - erigan modda massasi, g; **M** - erigan modda molyar massasi, g/mol; **n** - erigan modda miqdori, mol.

0,5M NaOH - bu ifoda molyar konsentrsiyasi 0,5 mol/l bo'lgan natriy gidroksid eritmasi ekanligini bildiradi.

3. Bir kilogramm erituvchida erigan modda miqdoriga molyal konsentrsiyani ifodalaydi:

$$C = \frac{m \cdot 1000}{M \cdot g}.$$

C - molyal konsentrsiya, mol/kg; **m** - erigan modda massasi, g; **M** - erigan modda molyar massasi, g/mol; **g** - erituvchi massasi, g.

4. Bir litr eritmada erigan modda ekvivalent miqdoriga normal (ekvivalentning molyar) konsentrsiya deyiladi:

$$C_n = \frac{m}{E \cdot V}.$$

C_n - erigan moddaning normal konsentrasiyasi yoki ekvivalentning molyar konsentrasiyasi; E - erigan moddaning ekvivalent massasi, g/mol.

0,5 n H_2SO_4 - bu ibora bir litrda 0,5 ekvivalent miqdor (24,5g) H_2SO_4 bo'lgan eritmani ifodalaydi.

5. Eritgan moddaning molyar ulushi deb, erigan modda miqdorining eritmadagi barcha moddalar miqdorlari yig'indisiga nisbatiga aytiladi. Molyar ulush quyidagicha aniqlanadi:

$$N = \frac{n}{n + n_0}; \quad N_0 = \frac{n_0}{n + n_0}$$

N - erigan modda molyar ulushi; N_0 - erituvchining molyar ulushi; n - erigan modda miqdori, mol; n_0 - erituvchi miqdori, mol.

6. Bir millilitr eritmada erigan modda milligrammlar soniga titr deyiladi:

$$T = \frac{C_n \cdot M}{1000}; \quad T = \frac{C_n \cdot M}{1000}$$

eritmaning hajmi, zichligi va massasi quyidagicha o'zaro bog'liq:

$$m = \rho \cdot V;$$

m - eritma massasi, g; V - eritma hajmi, ml; ρ - eritma zichligi, g/ml.

Agar eritmaning zichligi, massa ulushi ma'lum bo'lsa, uning konsentrasiyalarini quyidagi formulalar yordamida aniqlash mumkin.

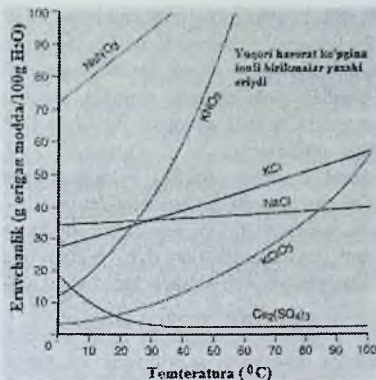
$$C_m = \frac{W\% \cdot \rho \cdot 10}{M}; \quad C_n = \frac{W\% \cdot \rho \cdot 10}{E}; \quad C = \frac{W\% \cdot 1000}{M \cdot (100 - W\%)}$$

Eruvchanlik. Erish mexanizmi. Ayni haroratda ma'lum erituvchida erishi mumkin bo'lgan modda miqdori eruvchanlik deyiladi. Biror bir erituvchida moddaning erishi o'z-o'zicha borib, bunda $\Delta G < 0$, shuning uchun jarayon o'z-o'zicha boradi.

20°C da 100 g erituvchida 10 g ortiq modda erisa bu modda yaxshi eriydigan hisoblanadi. Xuddi shu sharoitda 0,01 - 1,0 g atrofida erisa qiyin eriydigan deyish mumkin.

Agar shu sharoitda 0,01 g dan kam erisa amaliy jihatdan erimaydigan hisoblanadi. Umuman erimaydigan modda bo'lmaydi.

Ko'p qattiq moddalarning eruvchanligi harorat ortishi (13.1-rasm) bilan ortadi.

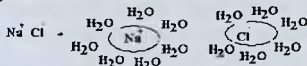


13.1-rasm. Eruvchanlik grafigi

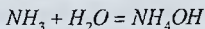
Shuning uchun haroratning pasayishi eruvchanlikni kamayishiga va harorat kamaygan sari kristallanishga olib keladi. Glauber tuzining eruvchanligi harorat ortishi bilan avval ortib, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ hosil bo'lishi hisobiga keyin bo'lsa kamayadi.

Erish jarayoni murakkab fizik-kimyoviy jarayondir. Ergan modda molekullari bilan erituvchi molekullarining o'zaro ta'sirini solvatlanish deyiladi. Bu ta'sirlanish mahsulotlari esa solvatlar deyiladi. Agar erituvchi suv bo'lsa, bu jarayon gidratlanish, mahsulot esa gidratlar deyiladi.

Erituvchi va erigan modda tabiatiga bog'liq holda solvatlarning hosil bo'lishi turlicha bo'lishi mumkin. Masalan: eriydigan modda ion tuzilishli (NaCl), erituvchi esa qutbli tuzilishli (H_2O) bo'lsa, erish jarayonini quyidagicha tasvirlash mumkin:



erituvchi molekullari bilan ionlar o'rtasida donor-akseptor ta'sirlashuv bo'lishi mumkin. Masalan:



Spirtning suvda erishida esa dipol-dipol ta'sirlashuv kuzatiladi.

Qattiq moddaning erish jarayonini ikkita jarayonlarning yig'indisi deb qarash kerak. Birinchisi qattiq moddaning molekullarga yoki ionlarga parchalanishidir. Bu jarayon endotermik bo'lib, issiqlik yutilishi bilan boradi.

Ikkinchisi - molekula yoki ionlarning suv bilan ta'sirlashib gidratlar hosil qilishidir. Bu jarayon ekzotermik bo'lib issiqlik ajralib chiqishi bilan boradi. Qaysi jarayonning ulushi kattaligiga qarab, qattiq modda eriganda issiqlik yutilishi yoki chiqishi mumkin. Ba'zi qattiq moddalar (KOH, NaOH) eriganda issiqlik chiqadi. Ba'zilari (NH_4NO_3 , NH_4Cl) eriganda esa issiqlik yutiladi.

Gidratlar beqaror moddalar bo'lib, oson parchalanadi. Eritmalar bug'latilganda, ular parchalanib, erigan modda ajralib chiqadi. Ba'zan gidratlar birmuncha barqaror bo'lib, suv qattiq modda tarkibiga kiradi. Bunday moddalarni kristallogidratlar deb, kristallogidrat tarkibidagi suvni esa kristallizatsiya suvi deb ataladi. Masalan: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ - mis kuporosi;

Moddalarning u yoki u erituvchida erish xossasiga eruvchanlik deyiladi. Eruvchanlik avvalambor erituvchi va eriydigan moddalar tabiatiga bog'liq. Masalan, natriy xlorid suvda yaxshi eriydi, lekin benzolda erimaydi. Yog' esa suvda erimaydi, lekin benzolda yaxshi eriydi. Eruvchanlik haroratga va bosimga bog'liq.

Agar modda shu eritmada ortiqcha erimasa, bunday eritma to'yingan eritma deyiladi. Agar modda eritmada yana erisa, bu eritma to'yinmagan eritma deyiladi. To'yingan eritmada cho'kma bilan eritma o'rtaida muvozanat qaror topadi. To'yingan eritmani cho'kmasidan ajratib olib, ozgina bug'latib yoki biroz sovutib o'ta to'yingan eritma olish mumkin. O'ta to'yingan eritmada erigan modda miqdori to'yingan eritmadagidan ko'proq bo'ladi. O'ta to'yingan eritma beqaror bo'lib, chayqatilgandayoq ortiqcha erigan modda darrov cho'kmaga tushadi.

Eruvchanlik 100 g erituvchida erib, to'yingan eritma hosil qiladigan moddaning grammalar soni bilan o'lchanadi.

Molekulalararo kuchlar va eruvchanlik. Eritilayotgan modda erituvchida eriganda eritma hosil qiladi. Umuman olganda erituvchi serob komponent, lekin ba'zi hollarda erituvchi va erigan modda bir-biri bilan cheksiz nisbatda erishi mumkin, ana o'shanda "erituvchi" va "erigan modda" tushunchalari o'z ma'nosini yo'qotadi. Erituvchining fizik holati eritmaning fizik holatini belgilaydi. Eritmalar gaz, suyuq, qattiq holatda bo'lishi mumkin, lekin bizning diqqat markazimizda suyuq eritmalar turadi, chunki ular hozirgi kunda muhim ahamiyat kasb etmoqda. Eruvchanlik (S) ma'lum bir erituvchida ma'lum miqdorda erigan moddaning maksimal miqdori. Turli xil moddalar turlicha eruvchanlik qiymatlariga ega:

Natriy xlorid $S_{(\text{NaCl})} = 39,12 \text{ gr}/100 \text{ ml suvda } 100^\circ\text{C}$.

Kumush xlorid $S_{(AgCl)} = 0,0021$ gr/100 ml suvda 100°C .

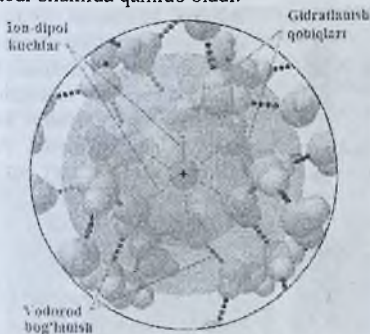
Eruvchanlik miqdoriy termin lekin suyultirilgan va konsentrlangan ekanligi sifatini belgilaydi, yuqoridagi qiymatlarga ko'ra NaCl eritmasi konsentrlangan, AgCl eritmasi esa suyultirilgan. Eruvchi modda bir erituvchida erib boshqasida erimasligi mumkin. Buni eritilgan modda erituvchi va ular orasidagi o'zaro molekulararo kuchlar mavjudligi bilan izohlash mumkin. Molekulalar orasidati kuchlar o'xshash bo'lgan moddalar bir-birida yaxshi eridi. Shu kuchlar mavjud ekanligini bilib, biz ayta olamizki eritilayotgan modda erituvchida erish yoki erimasligini.

Eritmada molekularlar orasidagi kuchlar toza moddalar hamda eritmalar uchun ham xosdir (13.2 va 13.3-rasmlar).

Ion tuzilishli birikmalar suvda eritilganda ion-dipol kuchlar yuzaga keladi. Bir vaqtning o'zida ikkita holat yuzaga keladi:

Raqobat kuchlari. Tuzni eritmaga solinganda qarama-qarshi zaryadlangan ionlar bir-biriga tortiladi. Ushbu tortishuv natijasida ionlar o'z joyini tark etib krisstal panjara buziladi.

Gidrat qobiq shakli. Ionlar ajralgandan so'ng suv molekulari ular atrofida gidrat qobig'ini hosil qiladi. Suv molekularining soni ionning o'lchamiga bog'liq: Li^+ kabi kichik ionlar atrofida 4 ta suv molekulasini tetraedr shaklida, Na^+ va F^- kabi kattaroq ionlar atrofida 6 ta suv molekulasini oktaedr shaklida qamrab oladi.



13.2-rasm. Na^+ ioni atrofidagi gidrat qobiq

Na^+ ioni atrofidagi gidratlanish qobiqlari. Ion-dipol kuchlari suv molekularini Na^+ ioni atrofida yo'naltiradi. Bu yerdagi eng ichki qobiqda oltita suv molekulasini Na^+ kationini oktaedrik shaklida o'rab oladi.

1. Ichki qobiqda Ion-dipol kuchlari natijasida normal vodorod bog'lari buziladi. Lekin suv molekulasidagi vodorod bog'lari keyingi boshqa qobiqchalar bilan va ular yana boshqa qobiqchalar bilan bog'lanadi.

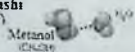
2. Kislorod va azot tutgan organik va biologik birikmalar, spirtlar, amin va aminokislotalar kabi qutbli eritmalarida vodorod bog'ining hosil bo'lishi muhim kuch hisoblanadi.

3. Qutbli molekula propanal ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$) qutbli erituvchi dioxetanda eriganda vodorod bog'lari bo'lmagan dipol-dipol kuchlari vujudga keladi.

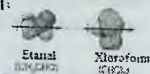
Ion-dipol
(40-600)



H bog'lanishi
(10-40)



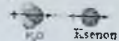
Dipol-dipol:
(5-25)



Ion-induktiv dipol
(3-18)



Dipol-induktiviyali dipol
(2-10)



Dispersiya
(0,05-40)



4. Ion-induktiv dipol kuchlari, bir zaryad turi dipol kuchga, qutblanuvchanligiga tayanishi. Ion-dipol kuchlari, ionning zaryadi

qutbsiz molekula elektron bulutini buzganida vujudga keladi. Bu turdagi kuchlar gemoglobin tarkibidagi Fe^{2+} ioni va qizil qon tanachalaridagi kislorod o'rtasida vujudga keladi.

5. Dipol-induktiv dipol kuchlari – qutbli molekula qutbsiz molekulaning elektron bulutini buzganida vujudga keladigin qutblanuvchanlikka asoslangan. Dipol-induksiya dipol kuchlari ion-induksiya dipol kuchlariga nisbatan kuchsizroq, chunki musbat zaryadlar ionlar soni dan kam (Kulon qonuni). Atmosferadagi kislorod, azot va inert gazlarning suvda eruvchanligi shu kuchlar orqali ma'lum chegarada cheklanadi.

6. Barcha erituvchilarda moddalarning eruvchanligi dispersion kuchlarning hissasi katta. Dispersion kuch neft yoki benzin kabi qutbsiz moddalar eritmasidagi molekular orasidagi asosiy kuch hisoblanadi.

13.3-rasm. Eritmalardagi molekulararo kuch turi

Eruvchanlik muvozanatli jarayon. Eritilayotgan moddani eritmaga ortiqcha miqdorda tashlanganda u eriydi. Lekin eritmadagi

erigan modda zarralari erimay qolgan zarralar bilan to'qnashganda qaytadan kristallanib qoladi. Ma'lum temperaturada qattiq modda zarralarining erish tezligi o'sha modda zarralarining qayta (13.4-rasm) kristallanish tezligiga tenglashsa eritmaning konsentratsiyasi o'zgarmas bo'lib qoladi va eritmada muvozanat holat yuzaga keladi.



13.4-rasm. To'yingan eritmada muvozanat

Ushbu jarayonning kechishi 3 xil holat bilan ifodalanadi.

1. To'yingan eritma ayni temperaturada eritmada erigan moddaning maksimal miqdorini tutuvchi va erimay qolgan modda bilan muvozanat holatida bo'lgan eritma. Bu eritmani filtrlab unga eritilayotgan moddadan yana solsangiz u erimaydi.

2. To'yinmagan eritma erigan modda zarralarining miqdori kam bo'lsa, unga eritilayotgan modda zarralaridan qo'shilsa to'yingan eritma hosil bo'lgunga qadar qo'shilgan modda eriydi (13.5-rasm).

3. O'ta to'yingan eritmada erigan modda konsentratsiyasi muvozanat miqdordan ko'p bo'ladi va eritma bilan cho'kma orasida muvozanat bo'ladi. Shu eritmaga erigan modda kristalidan tashlansa u holda eritmada erigan modda kristallari o'sha zahotiyoq o'sa boshlaydi hamda eritma to'yingan eritma holatiga o'tadi.



13.5-rasm. Natriy asetatning to'yingan eritmasini kristallanishi

14. ERITMALARNING KOLLIGATIV XOSSALARI

Ideal eritmalar. Ideal eritmalar deb, komponentlari qo'shilganda bir xil va turli molekulalar orasidagi o'zaro ta'sir kuchlari teng bo'lgan eritmalariga aytiladi. Ideal eritmalar hosil bo'lishida issiqlik ajralib chiqishi yoki yutilishi, shunigdek hajm o'zgarishi kuzatilmaydi. Agar eritma A va B komponentlardan tashkil topgan bo'lsa, A-A, B-B va A-B molekulalar orasidagi o'zaro ta'sir teng kuchlidir. Ideal eritmalarning xossalari alohida komponentlar xossalaridan farq qilmaydi. Bu eritmalar Vant-Goff va Raul qonunlariga bo'ysunadi.

Eritmadagi diffuziya, osmos hodisasi, eritmalarning bug' bosimi, muzlash va qaynash temperaturallari va hokazolar eritmalarning xossalari hisoblanadi.

Bir modda zarrachalarining ikkinchi modda ichida taqsimlanishini ta'minlovchi jarayonni diffuziya deyiladi.

Eritmalarda diffuziya hodisasini o'rganish natijasida quyidagi qonuniyatlar chiqarilgan:

a) 1) eritmalarida diffuziya jarayoni juda sust boradi; 2) diffuziya tufayli zarrachalar konsentrsiya yuqori bo'lgan joydan konsentrsiyaga kam bo'lgan joyga o'tadi va nihoyat sistema bir xil konsentrsiyaga erishadi; 3) eritmalarida diffuziya tufayli og'irlik kuchi ham engillashadi; 4) diffuziya tufayli ikkala modda zarrachalari bir-birining orasiga kiradi.

b) Agar erituvchi bilan eritma o'rtasiga yarim o'tkazgich parda qo'ysak, bu parda orqali erituvchi zarrachalari eritmaga o'tib, uni suyultira boshlaydi. Erituvchi zarrachalarining yarim o'tkazgich parda orqali o'tish jarayoni osmos hisoblanadi.

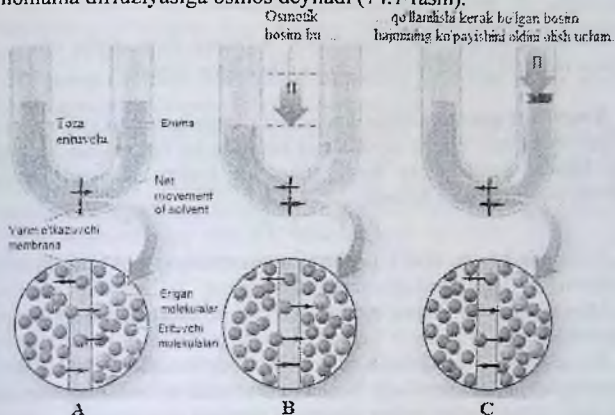
Har bir suyuq va qattiq jism biror temperaturada ma'lum bug' bosimiga ega bo'ladi. Bu bosimni qattiq va suyuq modda sirtidan bug'lanayotgan zarrachalar hosil qiladi.

Eritmalarning to'yingan bug' bosimi xamma vaqt toza erituvchining to'yingan bug' bosimidan kam bo'ladi. Bundan foydalanib, bir necha muhim qonuniyatlar aniqlandi. Eritma bug' bosimining pasayishi sababli, eritmaning muzlash temperaturasi sof erituvchining muzlash temperaturasidan past bo'ladi, uning qaynash temperaturasi esa sof erituvchinikidan yuqori bo'ladi. Eritmalarda bo'ladigan osmos hodisasi ham bug' bosimining pasayishiga bog'liq. Bu xususiyat eritmalarning **kollegativ xususiyati** deb ataladi.

Osmos va osmotok bosim. Turli konsentrsiyali ikki eritmani o'zaro aralashtirilsa, diffuziya jarayoni oqibatida ma'lum vaqtdan so'ng ularning konsentrsiyasi tenglashadi. Agar turli konsentrsiyali ikki

eritma o'rtasiga yarim o'tkazgich parda qo'yilsa, diffuziya asosan bir yo'nalishda ro'y beradi. Yarim o'tkazgich parda tirqishlari nihoyatda kichik bo'lib undan faqat erituvchi molekulalarigina o'ta oladi, erigan modda molekulalari esa o'tmaydi. Erituvchi molekulalari asosan konsentrasiyasi kam eritmadan konsentrasiyasi ko'p eritmaga o'tadi. Natijada konsentrasiyasi yuqori eritmaning sathi balandlashib, konsentrasiyasi oz eritmaning sathi pasayadi.

Erituvchi molekulalarining yarim o'tkazgich parda orqali bir tomonlama diffuziyasiga osmos deyiladi (14.1-rasm).

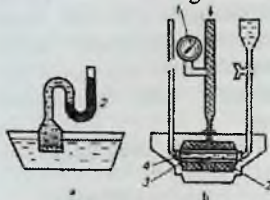


14.1-rasm. Osmotik bosimni paydo bo'lishi

Nima uchun osmotik bosim yuzaga keladi. U simon nay ichida shakar va toza suv eritmasi yarim o'tkazuvchi devor bilan ajratilgan. Osmos natijasida eritma hajmi sekin asta oshadi va nay orqali ko'tarila boshlaydi. Naydagi eritma sathi ko'tarilgan sari ortiqcha gidrostatik bosim vujudga keladi, bu bosim eritma va erituvchi sathlarning ayirmasi bilan o'lchanadi va erituvchi molekulalarining eritma ichiga kirishiga qarshi ta'sir ko'rsatadi. Gidrostatik bosim ma'lum darajaga yetgandan keyin, osmos to'xtab qoladi.

Osmos hodisasini to'xtatish uchun yuqori konsentrasiyali eritmaga berilishi zarur bo'lgan bosim osmotik bosim deyiladi. 14.2-rasmda osmosni to'g'ridan-to'g'ri o'lchash uchun mo'ljallangan uskuna berilgan (a). Monometr osmotik bosim o'zgarishini ko'rsatadi. Berkeli

va Xartli tomonidan taklif etilgan osmotik bosimni o'lcaydigan qurilma esa osmotik bosim o'zgarishini monometr ko'rsatkichida aks ettiradi (b).



14.2-rasm. Osmotik bosimni o'lcashga imkon beruvchi uskuna. *a* - osmotik bosimni to'g'ridan to'g'ri o'lcashga mo'ljallangan osmometr: 1-sopol idish va 2-monometr. *b* - Berkeli va Xartli tomonidan taklif etilgan osmotik bosimni

o'lcaydigan qurilma: 1-monometr; 2-eritma solinadigan idish; 3-yarim o'tkazgich parda; 4-erituvchi saqlanadigan silindr.

Vant-Goff qonuni. Osmos hodisasini o'rganib, Vant-Goff quyidagi qonunni kashf etdi: **erigan modda gaz holatida bo'lib, eritma hajmiga teng hajmni egallaganda hosil qiladigan bosimi shu eritmaning osmotik bosimiga teng bo'ladi:**

$$P = C_m \cdot R \cdot T.$$

P -osmotik bosim, kPa; C_m -molyar konsentrasiya, mol/l; R -universal gaz doimiysi 8,31; T -mutloq harorat, K.

Osmotik bosim erigan modda molyar konsentrasiyasiga to'g'ri proporsional.

Noelektrolit moddalarda bunday bog'lanish $1 \cdot 10^{-2}$ mol/l konsentrasiyagacha kuzatiladi. Noma'lum modda eritmasining osmotik bosimini o'lchab, uning molyar massasini aniqlash mumkin:

$$C_m = \frac{n}{V} = \frac{m}{M \cdot V}, \text{ bo'lgani uchun, } P = \frac{m \cdot R \cdot T}{M \cdot V}; \quad M = \frac{m \cdot R \cdot T}{P \cdot V}.$$

n -erigan moddaning mollar soni; m -erigan moddaning massasi, g; R - universal gaz doimiysi; V -eritmaning litr soni; P -eritmaning osmotik bosimi, kPa; T - eritmaning harorati, K.

Eritmalar osmotik bosim qiymatiga ko'ra:

- 1) izotonik $P_{\text{stand}} = P_{\text{osm}}$
- 2) gipertonik $P_{\text{stand}} < P_{\text{osm}}$
- 3) gipotonik $P_{\text{stand}} > P_{\text{osm}}$ eritmalar turiga bo'linadi.

Standart qilib olingan eritma osmotik bosimiga teng osmotik bosimli eritmalar - izotonik, osmotik bosimi standart eritmanikidan yuqori bo'lganlari - gipertonik, kamlari gipotonik eritmalar deyiladi.

Raul qonunlari. Agar suvda uchuvchan bo'lmagan, qattiq moddalarni eritilsa, (glyukoza, saxaroza, mochevina) eritma ustidagi to'yingan bug' bosimi toza erituvchining ustidagi to'yingan bug'

bosimidan har doim kichik bo'ladi. 1887 yilda fransuz olimi Raul quyidagi qonunlarni kashf etdi.

I-qonun: Suyultirilgan eritmalar da eritma ustidagi erituvchi to'yingan bug' bosimining nisbiy pasayishi erigan modda molyar ulushiga teng.

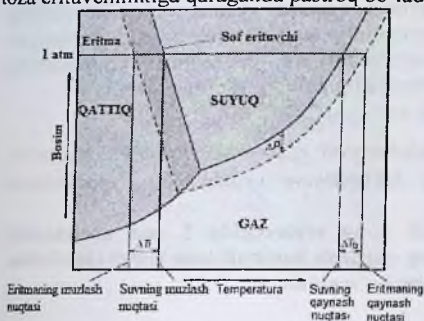
$$\frac{P_0 - P}{P_0} = N; \quad \frac{P_0 - P}{P_0} = \frac{n}{n + n_0}; \quad N = \frac{n}{n + n_0}$$

$$P_0 > P \quad \Delta P = P_0 - P$$

P_0 – toza erituvchining to'yingan bug' bosimi; P – eritmadagi erituvchining to'yingan bug' bosimi; N – erigan moddaning molyar ulushi; n_0 va n – erituvchi va erigan moddaning mollar soni.

II qonun: eritma muzlash haroratining pasayishi erigan modda molyal konsentrasiyasiga to'g'ri proporsional.

Muzlash temperaturasi deganda suyuqlik ustidagi to'yingan bug' bosimining kristall holatidagi qattiq faza ustidagi to'yingan bug' bosimiga to'g'ri keladigan temperatura tushuniladi. Barcha toza moddalarning o'ziga xos aniq ma'lum qaynash va muzlash temperaturasi bo'ladi. Masalan, toza suv 0°C da muzlaydi va 100°C da qaynaydi. Eritmalarda esa, suyuqlikda erigan modda bo'lishi erituvchining qaynash nuqtasini oshiradi va uning muzlash nuqtasini pasaytiradi. Eritma konsentrasiyasi qanchalik ko'p bo'lsa, erituvchining qaynash nuqtasi shunchalik yuqori va uning muzlash nuqtasi shunchalik past bo'ladi. Shu sababli, eritmalar toza erituvchiga qaraganda ancha pastroq temperaturada muzlaydi va birmuncha yuqori temperaturada qaynaydi. Demak, eritmaning qaynash nuqtasi toza erituvchining qaynash nuqtasidan hamma vaqt yuqori bo'ladi. Eritmaning muzlash harorati esa toza erituvchinikiga qaraganda pastroq bo'ladi (14.3-rasm).



14.3-rasm. Eritma va erituvchining muzlash va qaynash temperaturalari

Agar biror bir erituvchida modda eritilsa, ya'ni erituvchi eritmaga aylansa qaynash va muzlash temperaturasi o'zgaradi. Buni Raul qonunidan kelib chiqadigan xulosa bilan tushuntiriladi.

1. Eritmaning muzlash temperaturasi toza erituvchinikidan past bo'ladi.

2. Eritmaning qaynash temperaturasi toza erituvchinikidan yuqori bo'ladi.

Suyultirilgan eritmalaridagi muzlash temperaturasining pasayishi eritmalarining molyal konsentrasiyasiga to'g'ri proporsional.

$$\Delta t_{muz} = k \cdot C; \quad \Delta t_{muz} = t_{muz}^0 - t_{muz}$$

t_{muz} - toza erituvchining muzlash harorati; t_{muz}^0 - eritmaning muzlash harorati; Δt_{muz} - muzlash haroratining pasayishi; C - molyal konsentrasiya, mol/kg; k - krioskopik doimiylik, grad.kg/mol

Krioskopik doimiylikning fizik ma'nosi shundaki, u konsentrasiyasi 1 mol/kg bo'lgan noelektrolit modda eritmasining muzlash haroratini toza erituvchiga nisbatan necha gradusga pasayishini ko'rsatadi.

Har qanday suyuqlik uning to'yingan bug' bosimi tashqi atmosfera bosimga teng bo'lganida qaynaydi.

Eritma qaynash haroratining ortishi erigan modda molyal konsentrasiyasiga to'g'ri proporsionaldir.

Suyuqlik sathidagi bug' bosimining tashqi muhit bosimiga teng bo'lgan holatga suyuqlikning qaynash temperaturasi deyiladi. Bu holda moddaning suyuq va bug' holatlari o'rtasida muvozanat sodir bo'ladi. Bosim 101325 Pa qiymatiga ega bo'lgandagi moddalarning qaynash temperaturasi normal qaynash temperaturasi deyiladi. Kam bug'lanuvchi moddalarning eritmasi ustidagi to'yingan bug' bosimi, sof erituvchi bug' bosimidan past. Bunday eritma qaynashi uchun sof erituvchining qaynash temperaturasidan yuqoriroq temperatura zarur. Suyultirilgan eritmalaridagi qaynash temperaturasining ko'tarilishi eritmalarining molyal konsentrasiyalariga (molyalligiga) to'g'ri proporsional.

$$\Delta t_{qay} = E \cdot C; \quad \Delta t_{qay} = t_{qay} - t_{qay}^0$$

t_{qay}^0 - eritmaning qaynash harorati; t_{qay} - toza erituvchining qaynash harorati; Δt_{qay} - qaynash haroratining ortishi; E - ebulyoskopik doimiylik, grad.kg/mol.

Ebulyoskopik doimiylik 1 kg erituvchida 1 mol noelektrolit modda eriganda eritmaning qaynash harorati toza erituvchinikidan necha gradusga farq qilishini ko'rsatadi.

Krioskopik va ebulioskopik doimiyliklar faqat erituvchi tabiatigagina bog'liq kattaliklardir. Suv uchun $K=1,86$; $E=0,52$. benzol uchun $K=5,12$; $E=2,57$. Eritma muzlash haroratining pasayishini yoki qaynash haroratining ortishini o'lchab, noma'lum erigan moddaning molekular massasini aniqlash mumkin.

$$\Delta t_{\text{muz}} = k \cdot C; \text{ bu erda } C = \frac{m}{M \cdot g}; \Delta t_{\text{muz}} = \frac{k \cdot m \cdot 1000}{M \cdot g}; M = \frac{k \cdot m \cdot 1000}{\Delta t \cdot g};$$

$$M = \frac{E \cdot m \cdot 1000}{\Delta t_{\text{muz}} \cdot g}.$$

C - erigan moddaning molyal konsentratsiyasi; m- erigan modda massasi; g -erituvchining massasi, g; M-erigan moddaning molyar massasi.

Eritmaning zarrachalar soniga bog'liq xossalari ya'ni osmotik bosimi, muzlash va qaynash haroratlarining va to'yingan bug' bosimining o'zgarishi ularning kolligativ xossalari deyiladi.

Vant-Goff va Raul qonunlari faqat noelektrolit moddalarning eritmalarigagina qo'llaniladi.

15. ERITMALARNING DISSOSILANISH NAZARIYASI

Elektrolitlar eritmaları. Izotonik koeffitsient va uning fizik ma'nosi. Vant-Goff va Raul qonunlariga noelektrolit moddalarning suvdagi suyultirilgan eritmaları bo'ysunadi. Tuz, kislota va asoslarning eritmaları bu qonunlardan chetga chiqadi. Chunonchi, elektrolit eritmalarda muzlash temperaturasining pasayishi Raul qonuni bo'yicha hisoblangan pasayishga qaraganda ortiqroq bo'ladi. Bunday eritmalar bug'i bosimining pasayishi, osmotik bosimi va qaynash temperaturasining ko'tarilishi ham nazariy kutilgandan ortiq bo'ladi.

Agar eritmada elektrolit modda bo'lsa, elektrolitning dissosilanishi natijasida zarrachalarning soni ortadi. SHu sababli elektrolit eritmasining osmotik bosimi, muzlash va qaynash haroratlarining o'zgarishi shunday konsentrasiyalı noelektrolit modda eritmasinikidan yuqori bo'ladi. Yuqoridagi formulalarni elektrolitlar eritmasiga qo'llash uchun **Vant-Goff izotonik koeffitsient (i)** tushunchasini kiritdi:

$$P = i \cdot C_m \cdot R \cdot T; \Delta t_{muz} = i \cdot k \cdot C_m; \Delta t = i \cdot E \cdot C_m$$

i - Vant_goff kiritgan izotonik koeffitsient; u tajribadan topiladi. Izotonik koeffitsient elektrolit eritmasining osmotik bosimi, muzlash va qaynash haroratlarining o'zgarishi teng konsentrasiyalı noelektrolit moddanikidan necha marta katta ekanligini ko'rsatadi: Agar Vant-Goff va Raul qonunlariga bo'ysunmaydigan eritmaların osmotik bosimini R' , qaynash temperaturasini ortishini $\Delta t'_{qay}$, muzlash temperaturasini pasayishini $\Delta t'_{muz}$ bilan, noelektrolitlar uchun esa o'zaro R , Δt_{qay} va Δt_{muz} bilan belgilasak, u holda

$$i = \frac{R'}{R} = \frac{\Delta t'_{qay}}{\Delta t_{qay}} = \frac{\Delta t'_{muz}}{\Delta t_{muz}}$$

α -dissosilanish darajasi; m- har bir molekuladan ionlarning hosil bo'lish soni.

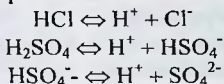
Shunday qilib tuzlar, kislotalar va asoslar suvda erib, ekvimolyar miqdordagi boshqa moddalarga nisbatan kattaroq osmotik bosim vujudga keltiradi. i ning qiymati eritma konsentrasiyasining kamayishi bilan ortib boradi.

Elektrolitik dissosilanish nuqtai nazaridan kislota, asos va tuzlarning xossalari. Kislotalar uchun quyidagi xossalar tavsifli:

- a) Asoslar bilan ta'sirlashib tuz hosil qilish;
- b) Aktivlik qatorida vodoroddan oldin turgan metallar bilan reaksiyaga kirishib vodorod ajratib chiqarish;
- v) Indikatorlarni rangini o'zgartirish;
- g) Nordon maza.

Har qanday kislota dissosilanishida vodorod ionini hosil bo'ladir. Shuning uchun kislotalarni suvli eritmalarida uchun umumiy bo'lgan hamma xossalari eritmada gidratlangan vodorod ionining mavjudligi bilan tushuntiriladi. SHuning uchun elektrolitik dissosilanish nazariyasi kislotalar deb, eritmalarida vodorod ionlarini hosil qiladigan moddalarni aytadi.

Kislotalar bir, ikki, uch, to'rt va undan ortiq asosli bo'lishi mumkin. Ko'p asosli kislotalar bosqich bilan dissosilanadi:

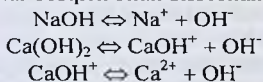


Asoslarning suvli eritmalarida quyidagi umumiy xossalarga ega:

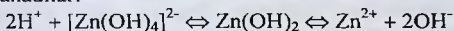
- a) kislotalar bilan tuzlar hosil qilib ta'sirlashishi;
- b) indikator rangini o'zgartirish;
- v) sovunsimon mazaga ega.

Barcha asoslar uchun ularning eritmalarida gidroksil ionlarining bo'lishi tavsiflidir. Shuning uchun moddaning asos xossasini gidroksil ionini aniqlaydi. Shunga ko'ra asos deganda, eritmalarida va suyuqlanmalarida dissosilanganida gidroksil ionini hosil qiladigan moddalar tushuniladi.

Ko'p kislotali asoslar bosqich bilan dissosilanadi:



Ammo faqatgina kislotalar bilangina emas, balki asoslar bilan ham reaksiyaga kirishib tuz hosil qilaoladigan moddalar ham bor. Ularga amfoter gidroksidlar misol bulaoladi. Ular asos turida ham, kislota turida ham dissosilanadilar:



Tuzlar eritmalarida yoki suyulmalarida dissosilanganida kation sifatida vodoroddan boshqacharoq ionlar, anion sifatida esa gidroksil ionidan boshqacharoq ionlar hosil qiladilar. Ular uchun umumiy ion yo'q. Shuning uchun tuzlar umumiy xossalarga ega emaslar.

Besh xil tuzlar mavjud:

- 1) O'rta tuzlar (NaCl , CuCl_2 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$)
- 2) Nordon tuzlar (NaHSO_4 , KHCO_3)
- 3) Asosli tuzlar (MgOHCl , $\text{Al(OH)}_2\text{Cl}$)
- 4) Qo'sh tuzlar ($[\text{KAl(SO}_4)_2]$)

5) Kompleks tuzlar ($[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$)

Elektrolitik dissosilanish nazariyasi Bu nazariyani 1887 yilda shved olimi S.Arrenius yaratgan. Uning mohiyati quyidagilardan iborat:

1. Elektrolitlar suvda eriganda musbat va manfiy zaryadli ionlarga ajraladi. Bu jarayonni elektrolitik dissosiasiya deb ataladi.

2. Elektr toki ta'sirida musbat zaryadli ionlar katodga, manfiy zaryadli ionlar anodga tortiladi. Shu sababli ularni mos ravishda kationlar va anionlar deb ataladi.

3. Dissosiasiya qaytar jarayondir.

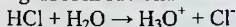
Eritmasi yoki suyuqlanmasi elektr tokini o'tkazadigan moddalarni elektrolitlar deyiladi. Elektrolitlarga tuzlar, kislotalar, asoslarning suvdagi eritmaları kiradi.

Eritmasi elektr tokini o'tkazmaydigan moddalarni noelektrolitlar deyiladi. Noelektrolitlarga kislorod, shakar, glyukoza, mochevina kabi moddalarning suvdagi eritmaları kiradi.

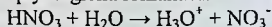
Arrenius tomonidan suvda reaksiyaga kirishadigan kimyoviy moddalar ustida olib borgan kuzatuvlari kislota va asoslarni olishiga muvaffaq bo'ldi.

O'sha vaqtlarda ushbu yondashuv suvli eritmalar bilan cheklangan edi. Hozirda, bizga ma'lumki kislota-asoslik xossalari faqat suvli eritmalar bilan cheklanmasdan, keng qo'llaniladi.

Agar biz gaz holatdagi HCl ni suv bilan reaksiyasini ko'rsak:



Eritmada gidroksoniy kationlari mavjudligini ko'ramiz. Nitrat kislota suvli eritmada quyidagicha ionlanadi:



HCl va HNO_3 kabi moddalar eritmalarining xossalari o'rganishda bir fikrga keldi, birikmalarning kislotalik xossalari ular eritmalaridagi H_3O^+ ionlarining ishtiroki tufaylidir. Shuning uchun u kislota – suvli eritmalarida H_3O^+ ionlarini tashkil qiluvchi modda deb taklif etadi. Kislotalarning suvli eritmalaridagi xossalari H_3O^+ ionlarining xossalari, H_3O^+ avvalgi adabiyotlarda gidroksoniy ion deb kelingan bo'lsa, hozirda oksioniy ion deb ham atalmoqda.

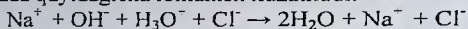
Shu o'rinda gidratlangan vodorod ionining tabiati haqida izoh berish o'rinli bo'ladi. Kristalldagi bir zaryadni unga qarama-qarshi zaryadlangan ionlar ma'lum chegarada qurshab turadi. Suvli eritmalarda esa yana ma'lum miqdordagi ionni solvatlovchi (gidratlanish soni) suv molekullari mavjud. Ko'pchilik metall ionlarida gidratlanish soni 6 ga teng. O'zining juda kichik o'lchami tufayli, vodorod ion hajmiga

nisbatan katta zaryadga ega. Shuning uchun u suv kabi qutbli molekullarning manfiy uchlari bilan kuchli birikadi. H^+ gidratlanish issiqligi - 1100 kJ·mol⁻¹, +1 ioni uchun juda katta qiymat hisoblanadi. H^+ uchun gidratlanish soni kamida 4 ga teng, ayniqsa suyultirilgan kislota eritmalarida. HCl, H_2SO_4 , H_3PO_4 , HNO_3 , $HClO_4$, CH_3COOH va boshqalarning suvdagi eritmali H_3O^+ ionlarini tutadi va o'xshash xossalarni namoyon qiladi. Eritmalari elektr tokini o'tkazadi, indikatorlar rangini o'zgartiradi, ishqorlar bilan neytrallanish reaksiyasiga kirishadi, ba'zi metallarni eritadi. Kislotalarning kuchi ularning ionlanish darajasiga bog'liq. HCl, H_2SO_4 , HNO_3 , $HClO_4$ kabilar kuchli kislotalar sirasiga kiradi, ular suyultirilgan suvli eritmalarida deyarli to'liq ionlarga ajralgan holatda bo'ladi.

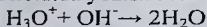
NH_3 molekullari suvda eriganda quyidagicha ionlanish jarayoni ro'y beradi:



Reaksiya mahsulotlaridan biri bo'lmish OH^- ioni suvli eritmalarida asoslik xossasini namoyon qiladi. Ushbu jarayon ionlanish reaksiyasi emas balki erish jarayoni hisoblanadi. NaOH, KOH, $Ca(OH)_2$, NH_3 , aminlar va barcha asoslar suvdagi eritmali OH^- ionlarini tutadi. Yuqoridagi birikmalarni suvda eritilganda hosil qilgan eritmali (ishvoriy eritmalar) elektr tokini o'tkazadi, indikatorlar rangini o'zgartiradi, kislotalar bilan neytrallanish reaksiyasiga kirishadi. Kuchli asoslar – suvda erigunga qadar OH^- ionlarini tutgan birikmalar yoki suvda eriganda OH^- ionlariga keng ionlanadigan moddalar. Ammiak va amin kabi birikmalarning ionlanish darajasi juda kichik shunga ko'ra ular kuchsiz asoslar deyiladi. NaOH eritmasiga HCl eritmasidan qo'shganimizda quyidagicha ionlanish kuzatiladi:



Ikkala tomondagi Na^+ , Cl^- ionlarini qisqartirib to'liq ionli tenglamani quyidagi qisqa holatda yozish mumkin:

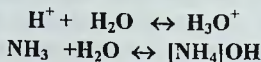


boshqa kislota va asoslarni aralashtirganda ham xuddi shunday neytrallanish reaksiyasi kuzatiladi (Arrenius nazariyasiga muvofiq).

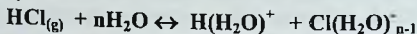
Arrenius nazariyasining kamchiligi shundaki, u erituvchi va erigan modda zarrachalarining o'zaro ta'sirlashuvini hisobga olmaydi. Vaholanki, eritmada ionlar erkin holda emas, balki gidratlangan holda bo'ladi:



Masalan, vodorod ioni eritmada gidroksoniy ioni holida bo'lishi aniqlangan:



Qutbli kovalent bog'lanishli moddalar molekularidagi atomlar orasidagi bog' qutbli suv molekulari ta'sirida bo'shashadi va dissosiasiya ro'y beradi:



Erituvchining ionlar orasidagi tortishuv kuchini susaytirish xossasiga dielektrik o'tkazuvchanlik deyiladi. Dielektrik o'tkazuvchanlik shu muhitda zaryadlar orasidagi tortishuv kuchi vakuumdagiga nisbatan necha marta kuchsiz ekanligini ko'rsatadi. Kulon qonuniga binoan e_1 va e_2 zaryadlar orasidagi masofa r bo'lsa, ular orasidagi tortishuv kuchi Q quyidagicha aniqlanadi:

$$Q = \frac{e_1 \cdot e_2}{E \cdot r^2};$$

e - erituvchining dielektrik o'tkazuvchanligi.

Formuladan ko'rinib turibdiki, ayni erituvchi uchun e qancha katta bo'lsa, tortishuv kuchi shuncha kichik bo'ladi. Suvning dielektrik doimiyligi eng katta ($E = 81$).

Toza suv elektr tokini yomon o'tkazadi. Suvdan elektr tokining o'tishi unda eritilgan modda tufaylidir. Suvda eritiladigan barcha moddalar ham suvning o'tkazuvchanligini oshirmaydi. Tajribalar shuni ko'rsatadiki ba'zi eritilayotgan moddalar boshqalariga nisbatan elektr tokini yaxshi o'tkazadi. Misol uchun ikkita stakanda suv olib birida osh tuzini ikkinchisida esa shakarni eritaylik, hosil bo'lgan eritmalarining ikkalasi ham tiniq va rangsiz, lekin elektr o'tkazuvchanligi turlicha (15.1-rasm) bo'ladi.



Toza suv,
 $\text{H}_2\text{O} (l)$



Saxaroza eritmasi,
 $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} (aq)$



Natriy xlorid eritmasi,
 $\text{NaCl} (aq)$

15.1-rasm. Eritmalarni elektr o'tkazuvchanligi

Suvning elektr o'tkazuvchanligi lampochkani yonishi uchun etarli emas, agar eritmada zaryad tashuvchi ionlar bo'lganida vaziyat boshqacha bo'lardi.

NaCl suvda eritilganda eritmada suv molekullari bilan gidratlangan holda Na^+ va Cl^- ionlari mavjud bo'ladi (15.2-rasm).

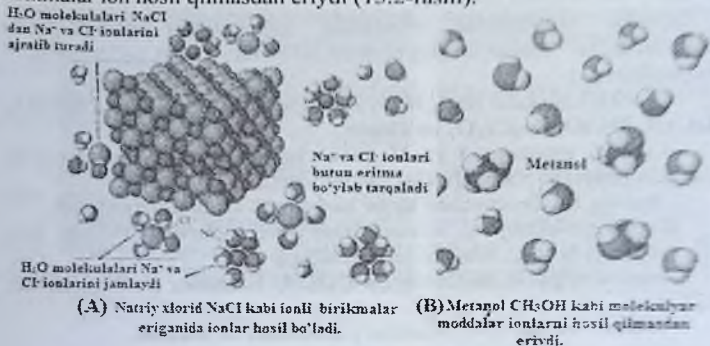
Shakarni suvda eritilganida esa suv molekullari bilan qurshalgan neytral shakar molekullari bo'ladi holos.

Bu eritmalar turli xossalarni namoyon qilishi sabablaridan biri NaCl ion tuzilishli birikma, $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ esa molekular tuzilishli birikma. Ko'pgina molekular tuzilishli birikmalar noelektrolitlar hisoblanadi.

Eritmalarida ionlar hosil qilmaydigan moddalar noelektrolitlar deyiladi (masalan, $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$).

Eritmalarida ionlar mavjud bo'lgan moddalar elektrolitlar deyiladi.

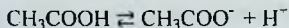
Ionli birikmalar eriganda ionlar hosil bo'ladi. Ko'pgina molekulyar birikmalar ion hosil qilmasdan eriydi (15.2-rasm).



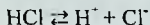
15.2-rasm. Elektrolitlar elektr o'tkazuvchanligiga qarab farqlanadi

Kuchli elektrolitlar eritmada eritilgan modda deyarli to'liq ionlarga ajralgan bo'ladi. Ko'pchilik suvda eriydigan ion tuzilishli birikmalar va ba'zi molekular tuzilishli birikmalar (masalan HCl) kuchli elektrolitlar hisoblanadi.

Kuchsiz elektrolitlar – eritilganda eritmasida ko'p miqdori neytral molekularlar holida, oz miqdordagina ionlarga dissotsilangan holda bo'ladigan moddalar hisoblanadi. Masalan sirka kislota eritmasida sirka kislotaning ko'pchilik miqdori $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})}$ molekularlar holida, ozgina miqdori (1 foizga yaqini) ionlarga dissotsilangan H^+ va CH_3COO^- holatida bo'ladi.



Ushbu jarayon qaytar jarayon hisoblanadi. Eritmada ba'zi CH_3COOH molekullari ionlangan holatga o'tsa, ayrim CH_3COO^- va H^+ ionlari esa qaytadan CH_3COOH molekullarini hosil qiladi. Ushbu qarama-qarshi jarayonlarning muvozanati neytral molekullar va ionlarning nisbatiga bog'liq.



Bu jarayonda esa HCl ionlarga dissosilanadi, lekin H^+ va Cl^- ionlari qayta birikib HCl molekulasini hosil qilmaydi.

Dissosilanish darajasi. Ionlarga ajralgan molekullar sonining umumiy molekullar soniga nisbati dissosilanish darajasi deyiladi.

$$\alpha = \frac{n}{N};$$

α - dissosilanish darajasi; n -ionlarga ajralgan molekullar soni; N -umumiy molekullar soni.

Kuchli elektrolitlar eritmasida molekullar ionlarga to'la dissosialangan. Ularda α ning qiymati 30 % dan yuqori bo'ladi. Kuchli elektrolitlarga:

– kuchli kislotalar HCl , HBr , HJ , HNO_3 , H_2SO_4 , HClO_4 , HMnO_4 , H_2CrO_4 , HClO_3 , $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ lar kiradi;

– kuchli asoslarga I va II guruh metallarining asoslari olinishi mumkin (Be(OH) va Mg(OH)_2 dan tashqari);

– barcha suvda eruvchan tuzlar ham kuchli elektrolitlarga kiradi.

Kuchsiz elektrolitlar uchun dissosilanish darajasi 3% dan kam qiymatga ega bo'ladi. Kuchsiz elektrolitlarga:

–barcha organik kislotalar (R-COOH) va asoslar (R-NH_2 ; R_2NH ; R_3N);

–kuchsiz asoslar (d-elementlar gidoksidlari va NH_4OH).

–ba'zi anorganik kislotalarni: H_2S , HNO_2 , H_2SiO_3 , H_2CO_3 , HClO , HCN , H_2SO_3 olish mumkin.

Ba'zi organik va anorganik kislotalar esa o'rtacha kuchli elektrolitlar qatoriga kiritiladi: $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$, HCOOH , H_3PO_4 .

Dissosilanish jarayoni eritma konsentrasiyasiga, elektrolit tabiatiga va haroratga bog'liq. Harorat ortishi dissosilanish darajasini qiymati yuqori bo'lishiga olib keladi. Kuchsiz elektrolitlar uchun **dissosilanish** darajasi konsentrasiya kamaysa ortadi.

Dissosilanish jarayonini dissosilanish konstantasi (K_{dis}) bilan tavsiflash mumkin.

K_{dis} -elektrolitning dissosilanish konstantasi, $[H^+]$ va $[NO_2^-]$ ionlarning molyar konsentratsiyasi; $[HNO_2]$ -dissosialanmagan ionlarning konsentratsiyasi.

Dissosilanish konstantasi o'zgarmas haroratda ionlar konsentratsiyasi ko'paytmasining muvozanatdagi ayni elektrolit konsentratsiyasiga nisbatidir.

K_{dis} elektrolit tabiati va haroratga bog'liq. K_{dis} qiymati qancha kichik bo'lsa elektrolit kuchsiz hisoblanadi. Ba'zi kuchsiz elektrolitlarning **dissosilanish** konstantasi qiymati jadvalda keltirilgan.

Dissosilanish darajasi bilan dissosilanish konstantasi orasida quyidagi bog'lanish bor.

$$\text{Agar } [H^+] = \alpha \cdot C; [NO_2^-] = \alpha \cdot C; [HNO_2] = (1 - \alpha) \cdot C,$$

$$K = \frac{C \cdot \alpha \cdot C \cdot \alpha}{(1 - \alpha) \cdot C} = \frac{\alpha^2 \cdot C}{1 - \alpha}; \quad K = \frac{\alpha^2 \cdot C}{1 - \alpha}.$$

Bu tenglama Ostvaldning suyultirish qonunini ifodalovchi tenglama deyiladi. α qanchalik katta bo'lsa K_{dis} ning qiymati ham shuncha yuqori bo'ladi.

Juda kuchsiz elektrolitlar uchun $1 - \alpha \approx 1$ bo'lsa, $K = \alpha^2 \cdot C$ qiymatga teng bo'ladi.

$$\alpha = \sqrt{K/C}.$$

Agar konsentratsiya 100 marta kamaysa, dissosilanish darajasi 10 marta ortadi.

Eruvchanlik ko'paytmasi. Qiyin eriydigan moddalarning ($CaSO_4$, $AgCl$, $BaSO_4$ va boshqalar) to'yingan eritmasida cho'kma bilan erigan modda ionlari o'rtasida muvozanat qaror topadi. Masalan, $25^\circ C$ da $CaSO_4$ eritmasida:

$$CaSO_4(q) = Ca^{2+}(s) + SO_4^{2-}(s), \quad K = \frac{[Ca^{2+}] \cdot [SO_4^{2-}]}{[CaSO_4]}$$

Tenglama mahrajidagi $[CaSO_4]$ o'zgarmas qiymatga ega, K_{dis} ham o'zgarmas. Shuning uchun o'zgarmas qiymatlarni bir tomonga olib $K[CaSO_4] = K'$ bilan belgilasak $K' = [Ca^{2+}] \cdot [SO_4^{2-}]$ bo'ladi.

Shunday qilib, ayni haroratda qiyin eriydigan moddalarning to'yingan eritmasida ionlar konsentratsiyalari ko'paytmasi o'zgarmas son bo'lib shu moddaning eruvchanlik ko'paytmasi deb ataladi va EK bilan belgilanadi:

$$EK_{CaSO_4} = [Ca^{2+}] \cdot [SO_4^{2-}]$$

Tuzni eruvchanligini bilgan holda EK qiymatini topish qiyin emas. EK qiymatidan kimyoviy reaksiyalarda cho'kma hosil bo'lishi yoki uni

erib ketishini aniqlashda foydalaniladi. EK haroratga bog'liq bo'lgan kattalik.

$$EK = [Ca^{2+}] \cdot [SO_4^{2-}] = 2,25 \cdot 10^{-4}.$$

Toza suv elektr tokini juda yomon o'tkazadi. Ammo toza suvni ham olish qiyin. F.Kolraush suvni ko'p marta tozalash natijasida toza suv olgan. Bu suv ham oz bo'lsada elektr o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan. Uning elektr o'tkazuvchanligiga sabab dissosilanishidir:



Suvni juda kuchsiz elektrolit deb qarab, uning dissosilanish doimiysini qo'yidagicha yozish mumkin:

$$K_d = \frac{[H^+] \cdot [OH^-]}{[H_2O]}$$

Suvning elektr o'tkazuvchalligidan foydalanib, dissosilanish doimiysi hisoblab topilgan. 22°C da o'tkazilgan tekshirishlar $K_d = 1,8 \cdot 10^{-16}$ ekanligini ko'rsatdi.

Yuqoridagi tenglamani $[H^+] \cdot [OH^-] = K_d [H_2O]$ shaklida yozaylik. Bu tenglamada suvning konsentrasiyasi $[H_2O]$ qiymatini suvning dissosilanish darajasi juda kichik bo'lgani uchun o'zgarmas qiymat deb qarasak:

$$n_{(suv)} = 1000:18 = 55,56 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$$

$K_d [H_2O]$ ni K_w bilan belgilaymiz. U holda $K_w = 1,8 \cdot 10^{-16} \cdot 55,56 = 10^{-14}$ bo'ladi.

$K_w = 1 \cdot 10^{-14} = [H^+] \cdot [OH^-]$ hisobga olsak, ayni temperaturada suvdagi H^+ va OH^- ionlarining konsentrasiyasi ko'paytmasi o'zgarmas ekanligiga amin bo'lamiz. Demak, $[H^+] \cdot [OH^-] = \sqrt{10^{-14}}$, $[H^+] = [OH^-] = 1 \cdot 10^{-7} \text{ mol/l}$ bu neytral muhit uchun. Kislotali muhitda H^+ ionlarining konsentrasiyasi 10^{-7} mol/l dan ortiq, OH^- ionlariniki esa 10^{-7} mol/l dan kam bo'ladi. Ishqoriy muhitda aksincha.

Eritmadagi vodorod ionlari konsentrasiyasining o'nlik manfiy logarifmi vodorod ko'rsatgich, yoki pH deb ataladi:

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

"Vodorod ko'rsatkich" tushunchasini 1909-yilda daniyalik kimyogar Syorensen kiritgan edi: p harfi – daniyacha matematik daraja – potens so'zining bosh harfi, H harfi – vodorodning simvoli.

Demak: $[H^+] = 10^{-7}$ neytral muhit uchun $pH=7$;

$[H^+] > 10^{-7}$ bo'lsa $pH < 7$;

$[H^+] < 10^{-7}$ bo'lsa $pH > 7$ bo'ladi.

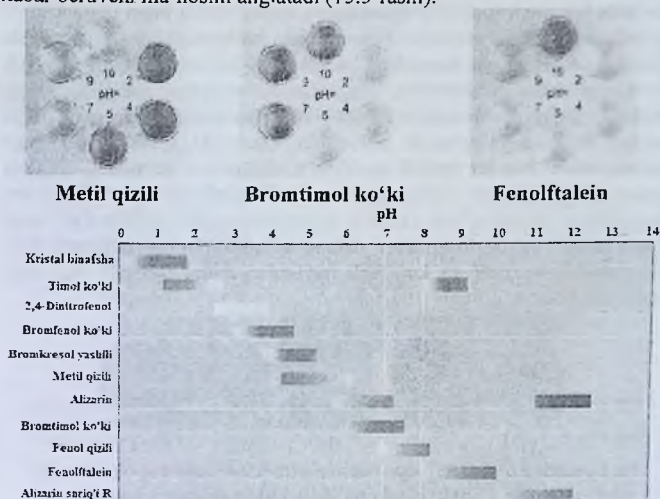
Toza distillangan suvning pH i:

$$pH = -\lg 1 \cdot 10^{-7} = -[(\lg 1 + (-7 \lg 10))] = -(-7 \cdot 1) = 7 \text{ bo'ladi.}$$

Xuddi shuningdek, OH-ionlari ko'rsatkichi ham mavjud (pOH) bo'lib, $pOH = -\lg[OH^-] = -\lg 1 \cdot 10^{-7}$ bo'ladi.

Doimo $pH + pOH = 14$ ga teng. Bundan, $pH = 14 - pOH$ yoki $pOH = 14 - pH$ bo'ladi.

Eritmalarning pH i asosiy, muhim kattalik bo'lib, uni eritmaga indikator qog'oz ta'sir ettirib aniqlanadi. Indikator qog'oz eritmadagi $[H^+]$ $[OH^-]$ ning qiymatiga qarab turli rangga kiradi. Eritma muhitini aniqlash uchun kislota asos indikatorlari ishlatiladi. "Indikator" – belgi, xabar beruvchi ma'nosini anglatadi (15.3-rasm).



15.3-rasm. Ba'zi umumiy kislota-asosli indikatorlarning rang o'zgarishi va taxminiy pH intervallari

Kuchli kislotali, kuchsiz kislotali, neytral, kuchli ishqoriy va kuchsiz ishqoriy eritmalar uchun quyidagi pH intervallari 15.1-jadvalda keltirilgan.

15.1-jadval

Eritmalar pH intervallari					
pH	1, 2, 3	4, 5, 6	7	8, 9, 10	11, 12, 13, 14
muhit	kuchli kislotali	kuchsiz kislotali	neytral	kuchsiz ishqoriy	kuchli ishqoriy

16. OKSIDLANISH-QAYTARILISH REAKSIYALARI

Choʻkma tushishi bilan boradigan reaksiyalarda, kation va anion birlashib suvda erimaydigan moddani hosil qilgan boʻlsa, neytrallanish reaksiyalarida, protonning bir reagentdan ikkinchisiga koʻchishi kuzatiladi. Keling endi elektronning bir reagentdan ikkinchisiga oʻtishi bilan boradigan reaksiyalarni koʻrib chiqsak. Bu turdagi reaksiyalar oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari (yoki **oks/qayt**) deb ataladi.

Bizga tanish boʻlgan oddiy turdagi oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga misol – metallarning korroziyasidir. Baʼzi sabablarga koʻra, korroziya faqat metall sirtida roʻy beradigan hodisa hisoblanib, baʼzida biz misli tom va haykallarning sirtini yashil bilan qoplanishiga guvoh boʻlishimiz mumkin. Yana boshqa hollarda, hodisaning yanada chuqurroq ketishi va metallning strukturaviy birlik yoʻqolishiga guvoh boʻlamiz, masalan temirning zanglashi. Korroziya – metall va tabiiy muhitdagi biron bir modda oʻrtasidagi reaksiya natijasida, metallning shu metall birikmasiga aylanish jarayonidir. Qachonki, metall korroziyaga uchraganida, har bir metall atomi oʻz elektronini yoʻqotadi, natijada anion bilan bogʻlana oladigan kation hosil qiladi va ionlar oʻzaro ion moddalarni tashkil qiladi. Ozodlik haykalidagi yashil qatlam Cu^{2+} ning karbonatlari va gidroksidlariga dalolat qilsa, temirning zanglashi Fe^{3+} ning gidroksidlaridir va kumushli buyumlarga dogʻ tushishi Ag^+ ning sulfidlari bilan bogʻliqdir.



A

B

C

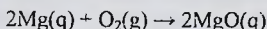
16.1-rasm. Baʼzi korroziya mahsulotlari. (A) misning oksidlanishi natijasida yashil qobiq paydo boʻlishi. (B) temir korroziyasi sababli zangning hosil boʻlishi. (C) kumush korroziyasi sababli qora dogʻlarning paydo boʻlishi.

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga yana misol qilib, murakkab moddalarning oddiy elementlardan hosil boʻlishi, barcha yonish bilan ketadigan reaksiyalar, batareyalardagi elektr toki ishlab chiqarish jarayoni kabi reaksiyalarni ham keltirish mumkin. Bu mavzuda biz oksidlanish jarayonining muhim qismlarini va unga doir boʻlgan asosiy terminologiyalar bilan tanishib chiqamiz.

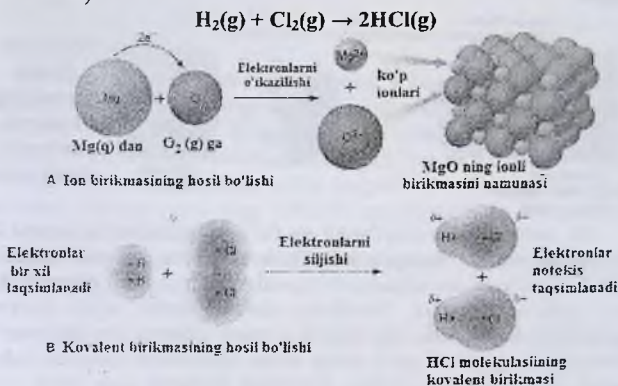
Reagentlar tarkibidagi elektronlarning harakatlanishidagi muhim hodisalar. Oksidlanish-qaytarilish jarayonidagi muhim hodisa – elektronning bir reagentdan ikkinchi reagentga o'tishidir. Elektron ko'chishi – elektronga moyilligi kam bo'lgan reagent (yoki atom) dan, elektronga moyilligi ko'proq bo'lgan reagent (yoki atom) ga o'tishi bilan sodir bo'ladi.

Bu jarayon ham kovalent, ham ion bog'lanishli birikmalarning hosil bo'lishida sodir bo'ladi.

• **Ion birikmalar:** elektronning ko'chishi. Masalan, MgO ning hosil bo'lishi.



• **Kovalent birikmalar:** elektronning siljishi. Oddiy elementlardan kovalent bog'lanishli birikmalar hosil bo'lganda, atom yoki molekula tarkibidagi elektronlar batamom bir elementdan, ikkinchisiga o'tmaydi balki, qisman siljiydi. Masalan HCl ning hosil bo'lishini ko'rib chiqaylik (16.2-rasm).



16.2-rasm. Elementlardan (A) ion va (B) kovalent bog'lanishli birikmalar hosil bo'lishida oks/qay jarayoni

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining nazariyasi. Atom, ion yoki molekula yanada musbat zaryadlanganda (o'z elektronini yo'qotganda), biz uni oksidlandi deymiz. Moddadan elektron yo'qotilish jarayoni oksidlanish deb yuritiladi va aynan oksidlanish terminining ishlatilishi, shu tipdagi dastlabki reaksiyalar kislorod ishtirokida borganligi bilan tavsiflanadi.

Ba'zi oks/qay terminlari.

Oksidlanish – elektron yo'qotish jarayoni.

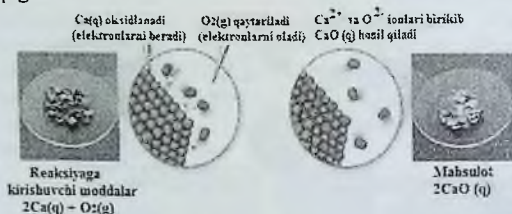
Qaytarilish – elektron qabul qilish jarayoni.

Oksidlanish (Mg ni elektron berishi): $\text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2e^-$

Qaytarilish (O_2 ni elektron biriktirishi): $1/2\text{O}_2 + 2e^- \rightarrow \text{O}^{2-}$

Havoda ko'pgina metallar to'g'ridan-to'g'ri kislorod bilan ta'sirlashadi va tegishli metall oksidlarini hosil qiladi. Bu jarayonda metall o'z tarkibidagi elektronni kislorod atomiga ko'chiradi. Bizga ma'lum bo'lgan zanglash jarayoni ham, temir va kislorod o'zaro suvli muhitda ta'sirlashib zangni hosil qiladi. Bu jarayonda temir oksidlanadi (tarkibidagi elektronni yo'qotadi) va Fe^{3+} ionini hosil qiladi.

Temir va kislorod orasidagi reaksiya nisbatan juda sekin boradi, biroq boshqa ishqoriy va ishqoriy er metallari hattoki havo kislorodi bilan ham shiddat bilan reaksiyaga kirishadi. 16.3-rasmdagi tasvirdan ko'rinib turibdiki, yorqin rangli metall oksidlanib CaO pardasini hosil qilgan.



16.3-rasm.
Kalsiy
metallining
kislorod
yordamida
oksidlanishi

Bu jarayonda Ca oksidlanadi va Ca^{2+} ioniga aylanadi, neytral O_2 molekulasi esa O^{2-} ioniga o'tadi. Qachonki, atom, ion yoki molekula yanada manfiyroq zaryadga ega bo'lganida (elektron qabul qilganda), biz uni qaytarildi deymiz. Moddadan elektron qabul qilish jarayoni qaytarilish deb ataladi. Bir reagent o'zidan elektron ajratgan vaqtda, boshqa bir reagent uni qabul qilishi lozim. Oksidlanish reaksiyasi kalsiy metali tarkibidagi elektronning kislorodga ko'chishi bilan borib, CaO hosil bo'lmoqda.

Oksidlovchi agent – oksidlanish jarayonida ishtirok etayotgan birikma. (elektron yo'qotilishiga sabab bo'luvchi vosita)

Qaytaruvchi agent – qaytarilish jarayonida ishtirok etayotgan birikma. (elektron yo'qotilishiga sabab bo'luvchi vosita)

Oksidlovchi agent – qaytariladi: elektron qabul qiladi.

Qaytaruvchi agent – oksidlanadi: elektron ajratib chiqaradi.

Elektron zaryadini ko'rsatish uchun oksidlanish darajasi.

Oksidlanish darajasi – atom yoki elementning qancha elektron qabul qilganini yoki ajratib chiqarganini ko'rsatuvchi kattalik hisoblanadi (16.4-rasm).

Ion oksidlanish darajasini ifodalayotganimizda, ishorani doimo sondan oldin keltiriladi (+2 kabi), biroq ion zaryadini ifodalamoqchi bo'lsak, ishora qiymatdan keyin yoziladi (2+).

		Guruh raqami									
		Eng yuqori O.N./Eng past O.N.									
Davr		1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A			
		+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7			
	1	H									
	2	Li	Be	B	C	N	O	F			
	3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl			
	4	K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br			
	5	Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I			
	6	Cs	Ba	Tl	Pb	Bi	Po	At			
	7	Fr	Ra	113	114	115	116				

16.4-rasm. Asosiy guruh elementlarning eng yuqori va eng quyi oksidlanish darajalari

Oksidlanish-qaytarilish jarayonida elementlar. Yuqorida oksidlanish-qaytarilish jarayonini tahlil qilayotganimizda keltirib o'tilgan misollarda biz faqatgina elementlar bilan cheklanib qoldik, biroq oksidlanish- qaytarilish reaksiyalarining turli xil ko'rinishda bo'lishi mumkin. Ularni klassifikatsiya qilish reagent va mahsulot soni bilan aniqlanadi. Shunga ko'ra ular: birikish, parchalanish va almashinish reaksiyalariga bo'linadi.

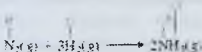
Birikish bilan boradigan oks/qay. reaksiyalari. Ikki elementning birikish reaksiyasi:



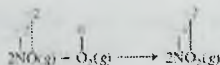
1. Metall va metallmas o'rtasidagi reaksiya, ion bog'lanishli birikma hosil bo'lishi.



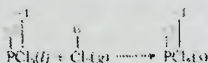
2. Ikki metallmas o'rtasidagi reaksiya, kovalent bog'lanish birikma hosil bo'lishi.



Element va murakkab modda o'rtasidagi reaksiya. Ko'pgina binar kovalent birikmalar metallmaslar bilan reaksiyaga kirishadi va yirikroq molekula hosil qiladi.



Metallmas galogenidiga galogenni birikish reaksiyasini misol qilishimiz mumkin.

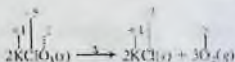


Parchalanish reaksiyalari: Murakkab birikma parchalanib bir nechta mahsulotlar hosil qiladi:

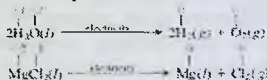


Har qanday parchalanish reaksiyalarda bog' uzilishni boshlashi uchun ma'lum miqdordagi energiya yuttirish darkor. Ta'sir ettirilayotgan energiya turli xil ko'rinishda bo'lishi mumkin, masalan: termik yoki elektrolitik.

Termik parchalanish. Parchalanish uchun lozim bo'lgan energiya issiqlik ko'rinishida yuttirilsa, bunday turdagi parchalanishga termik parchalanish deb ataladi. Δ ko'rinishidagi belgi yuqori temperatura zarurligini ifodalaydi.



Elektrolitik parchalanish. Elektroliz jarayoni, bunda murakkab modda elektr toki yordamida parchalanadi.



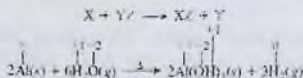
O'rin olish bilan boradigan oksidlanish-qaytarilish jarayonlari.

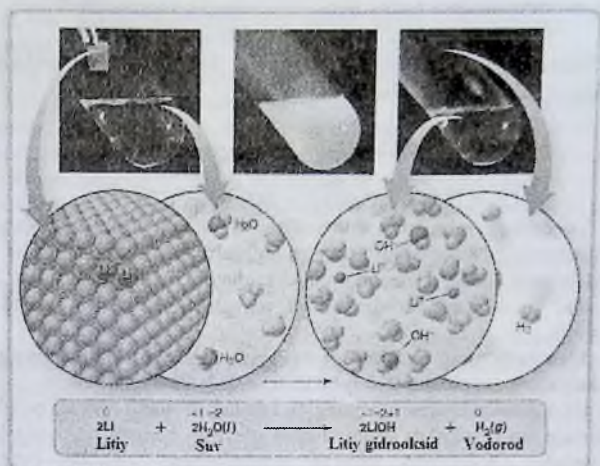
Reaksiya tenglamasining har ikkala tarafidagi molekular soni teng, ammo atomlar (yoki ionlar) o'z joylarini o'zgartiradi. Shunga ko'ra ular ikki turga bo'linadi.

1. Ikki ionlarning joylari o'zgarishi bilan ketadi (metatezis). Lekin bu turdagi reaksiyalar oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari emas.



2. Faqat birgina ionning o'rnini boshqasi olishi bilan ketadigan jarayonlar. Bu turdagi reaksiyalar oksidlanish reaksiyalariga misol bo'la oladi (16.5-rasm).



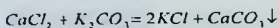
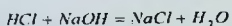


16.5-rasm. Aktiv metall litiyning suv tarkibidagi H_2 molekulasini siqib chiqarishi. Faqat reaksiyaning mahsuloti sifatida ishtirok etgan suv molekulari qizil va ko'k rangga ega.

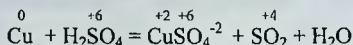
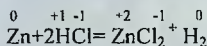


16.6-rasm. Nikelning kislotaga ta'siri natijasida H_2 molekulasini ajralib chiqishi

Barcha kimyoviy reaksiyalarni ikkiga bo'lish mumkin. Birinchi xil reaksiyalarda jarayonda ishtirok etayotgan moddalar tarkibidagi elementlarning oksidlanish darajasi o'zgarmay qoladi. Masalan, neytrallanish reaksiyasi, almashishish, ba'zi parchalanish va birikish reaksiyalarini olish mumkin:



Ikkinchi xil reaksiyalarda bir yoki bir necha elementlarning oksidlanish darajasi o'zgaradi:



Yuqoridagi misollarda (neytrallanish, almashinish, parchalanish) elementlarning oksidlanish darajasi o'zgarmagan edi. Ikkinchi xil reaksiyalarda bo'lsa elementlarning oksidlanish darajasi, masalan Zn^0 dan Zn^{+2} ga o'zgardi. Cu^0 dan $+2$ ga, oltingugurt bo'lsa $+6$ dan $+4$ ga o'zgardi.

Elementlarning oksidlanish darajasi o'zgarishi bilan boradigan reaksiyalarga oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari deyiladi.

Oksidlanish darajasi atomning molekuladagi shartli zaryadi bo'lib, u molekula hosil qilishda atom nechta elektron bergani yoki olganini ko'rsatadi. Oksidlanish darajasi umumlashgan elektron juftning elektomanfiyligi kattaroq element atomi tomon siljishi tufayli vujudga keladi. Elektron juftni o'z tomoniga siljitgan element atomi manfiy oksidlanish darajasiga, o'zining elektron juftini berayotgan element atomi esa musbat oksidlanish darajasiga ega bo'ladi. Oksidlanish darajasi musbat, manfiy yoki nolga teng bo'lishi mumkin. Ba'zan kasr oksidlanish darajasiga ega bo'lgan elementlar ham uchraydi.

Oksidlanish-qaytarish reaksiyalarini aniqlashdan oldin, biz bir qoidani doimo yodda saqlashimiz dardkor – o'ziga elektron biriktirib olgan modda qaytariladi, o'zidan elektron ajratib chiqargani esa oksidlangan deb qaraladi. Oksidlanish darajalarining asosida ham shu qonun qoida yotadi. Neytral modda yoki ion tarkibidagi har bir atom o'zining qat'iy oksidlanish darajasiga ega. Monoatom ionlar uchun esa ularning oksidlanish darajasi – ion zaryadi bilan aniqlanadi. Neytral molekullar yoki poliatom ionlarda, atomlarning oksidlanish darajasi ularning gipotetik zaryadi bilan belgilanadi. Oksidlanish darajasini aniqlayotgan vaqtda quyidagi qoidalardan foydalanishimiz dardkor.

1. Oddiy moddlarning oksidlanish darajalari doimo nolga teng. Shu boisdan, vodorod (H_2) va fosfor (P_4) molekullaridagi vodorod va fosfor atomlarining oksidlanish darajasi nolga teng deb qaraladi.

2. Har qanday monoatom ion uchun oksidlanish darajasi, ioning zaryadiga teng. Ya'ni, K^+ ionining oksidlanish darajasi $+1$ ga, S^{2-} ionining oksidlanish darajasi esa -2 ga teng deb hisoblanadi.

Ion bog'lanishli birikmalarda ishqoriy metallar (IA) doimo $+1$ zaryadiga ega bo'ladi va shuning uchun oksidlanish darajasi $+1$ ga, ishqoriy er metallari (IIA) $+2$ zaryadiga ega bo'ladi va shuning uchun oksidlanish darajasi $+2$ ga va shu tarzda III guruh elementlari o'zining birikmalarida $+3$ zaryadiga ega bo'ladi va shuning uchun oksidlanish darajasi $+3$ ga teng bo'ladi.

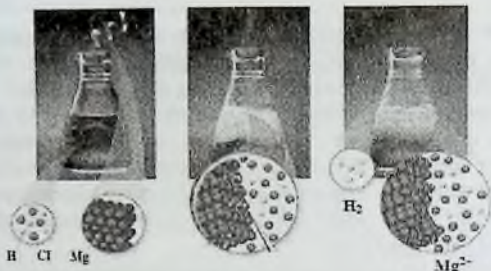
3. Metalmaslar ba'zida musbat oksidlanish darajasiga ega bo'lishiga qaramay, ko'p birikmalarda manfiy oksidlanish darajasini namoyon qiladi.

a) Kislorod odatda ko'pgina ion va molekulyar birikmalarda -2 oksidlanish darajasiga ega. Peroksidlar bundan mustasnodir. O_2^{2-} peroksidlarda kislorodning oksidlanish darajasi -1 ga teng bo'ladi.

b) Vodorod atom ko'pgina metlamlar bilan $+1$ oksidlanish darajasiga ega bo'lgan birikmalar hosil qiladi. Biroq uning metallar bilan hosil qilgan birikmalarida, gidridlarida vodorodning oksidlanish darajasi -1 ga tengdir.

c) Har qanday birikmada fluor atomining oksidlanish darajasi -1 ga teng. Galogenlarning boshqa vakillari ham ko'pgina binar birikmalarda -1 oksidlanish darajasiga ega, ammo ularning oksidlari va fluor bilan hosil qilgan intergalogenidlari musbat oksidlanish darajasiga ega.

4. Neytral moddalarda barcha atomlarning oksidlanish darajalarining yig'indisi nolga teng. Poliatom ionlarda barcha atomlarning oksidlanish darajalarining yig'indisi shu ion zaryadining qiymatiga teng. Masalan, gidroksoniy ionida (H_3^+O) har bir vodorod atomining oksidlanish darajasi $+1$ ga, kislorodning oksidlanish darajasi esa -2 ga teng bo'ladi. Umumiy atomlar oksidlanish darajalarining yig'indilari esa, $3 \cdot (+1) + (-2) = +1$, ionning zaryadi qiymatiga teng. Yuqoridagi qoidalar murakkab moddlar tarkibidagi atomlarning oksidlanish darajasini aniqlashda muhim ahamiyat kasb etadi.



16.7-rasm. Magniy metali va xlorid kislotasi o'rtasidagi reaksiya.

Metall osongina kislota ta'sirida oksidlanib, vodorod gazi (H₂) va magniy xloridini (MgCl₂) hosil qiladi.

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining turlari

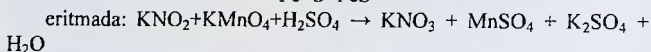
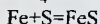
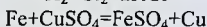
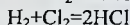
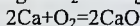
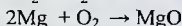
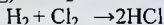
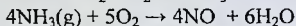
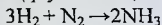
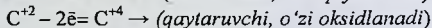
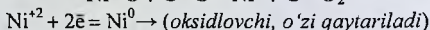
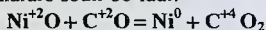
Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining 4 xil turlari ma'lum bo'lib, ularga quyidagilar kiradi.

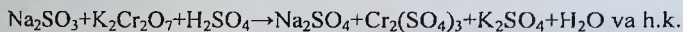
- 1) Molekulalararo oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari;
- 2) Ichki molekulyar oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari.
- 3) Disproporsiyalanish reaksiyalari
- 4) Simproporsiyalanish reaksiyalari

1. Molekulalararo oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari.

Molekulalararo oksidlanish - qaytarilish reaksiyalarida oksidlovchi element bir modda tarkibida qaytaruvchi element boshqa modda tarkibida bo'ladi.

Bunday reaksiyalarda elektron almashinish har xil atomlarda molekulalararo va ionlararo sodir bo'ladi:

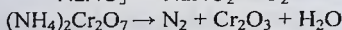
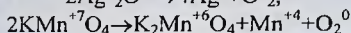
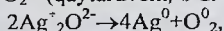
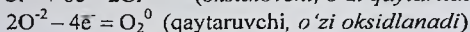
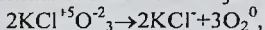




Bunday reaksiyalarda har xil modda tarkibiga kiradigan elementlarning oksidlanish darajalari o'zgaradi. Bunday tipdagi oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari eng ko'p tarqalgandir.

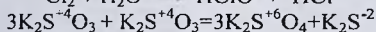
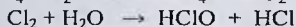
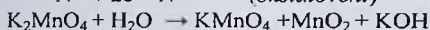
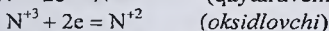
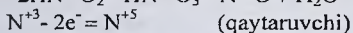
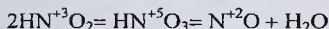
2. Ichki molekulyar oksidlanish - qaytarilish reaksiyalari.

Bunday reaksiyalarga, oksidlovchi va qaytaruvchi bitta molekulaning o'zida bo'ladigan reaksiyalar kiradi. Bunday reaksiyalarda bir modda tarkibidagi har xil elementlar oksidlanish darajalarini o'zgartiradi.



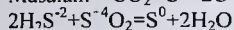
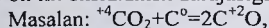
3. Disproporsionirlash reaksiyalari. Bunday reaksiyalarda bitta turdagi modda molekulari yoki ionlari bir - birlari bilan oksidlovchi va qaytaruvchi kabi reaksiyaga kirishadilar, chunki ularda bir xildagi atomlar oralik oksidlanish darajasida bo'ladi, elektron berishi yoki qabul qilishi natijasida bittasi quyi, ikkinchisi esa yuqori oksidlanish darajasiga o'tadi.

Masalan:



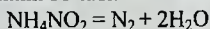
Disproporsionirlash reaksiyalarining yengil borishi atomlarning holatlarini tashqi energetik darajalarining yaqinligi bilan bog'liqdir.

4. Simproporsiyalanish reaksiyalari. Keyingi paytlarda kimyoviy adabiyotlarda sinproporsionirlash (disproporsionirlash reaksiyalariga teskari) deb nomlangan tipi to'g'risida so'z yuritilmoqda. Bunday reaksiyalarda turli moddalardan har xil oksidlanish darajasida bo'lgan bir xil elementlar orasidagi oksidlanish - qaytarilish reaksiyasi natijasida, ular bir xil oksidlanish darajasiga o'tadilar.



Bunday reaksiyalar kam tarqalgan, shunga qaramasdan ularni ham

alohida tipga kiritish mumkin bo'ladi.



Bunda NH_4^+ kationidagi azotning oksidlanish darajasi -3, NO_2^- anionidagi azotning oksidlanish darajasi +3 bo'lib, ular reaksiyadan keyin oksidlanish darajasi 0 bo'lgan azotga o'tadi.

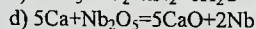
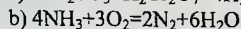
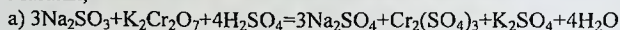
Oksidlanish - qaytarilish reaksiyalari quydagi moddalar ishtirokida borishi mumkin:

a) eritmalarda;

b) gaz moddalar

d) qattiq moddalar

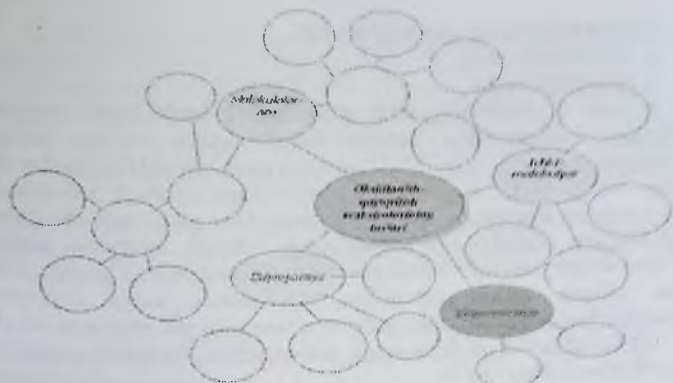
Masalan,



Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining turlarini o'qitishda zamonaviy pedagogik texnologiyaning "**VENN diagrammasi**", "**Klaster**" va boshqa metodlarini qo'llash yaxshi samara berishi mumkin, chunki bu metodlarni qo'llab dars o'tilganda bolalarning faolligi ortadi va darsga qiziqishi ortadi. Natijada dars oxirida kerakli natijani olish osonlashadi.

Endi shu metodlarning ayrimlarini qo'llash qonun-qoidalarini keltiramiz:





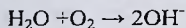
Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarda yangi koeffitsientlarini tanlash usullari.

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini xarakterlovchi tenglamalar tuzishda quydagi qoidalarga rioya qilish kerak:

1. Qaytaruvchi moddaning atom yoki ionlari yo'qotgan elektronlarning umumiy soni oksidlovchi moddaning qabul qilgan elektronlarning umumiy soniga tengdir.

2. Reaksiyada ishtirok etgan har qaysi element atomlarining soni tenglamaning chap tomonida qancha bo'lsa, o'ng tomonida ham shuncha bo'ladi, shu bilan birga tenglamaning chap tomonidagi zaryadlarning algebraik yig'indisi o'ng tomondagilarnikiga teng bo'lish kerak.

3. Agar oksidlanish qaytarilish reaksiyasi natijasida O^{2-} ionlari hosil bo'lsa, u kislotali muhitda vodorod ionlari bilan birikib suv molekulasiga aylanadi, ishqoriy yoki neytral eritmalarida esa gidroksid ionlarini hosil qiladi:



Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining tenglamalari juda murakkab xarakterga ega bo'lib, uni tuzish ancha murakkab masaladir. Bunday reaksiyalarning tenglamalari to'g'ri tuzilgan bo'lsa, u massalar saqlanish qonuniga javob beradi. Shuning uchun ham reaksiyadan oldin va keyin reaksiyada ishtirok etayotgan element atomlar soni teng bo'lishi kerak. Hozirgi vaqtda oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining to'liq tenglamalarini tenglamalarini tuzishda 6 xil usuldan foydalaniladi.

1. Ion-elektron (yarim reaksiyalar) usuli.
2. Garsiya (kislorod-balans) usuli

3. Molekular-ionli tenglamalar usuli

4. Gerashenko usuli

5. Matematik usuli

1. Ion - elektron (yarim reaksiyalar) usuli. Aslida yuqorida keltirilgan reaksiyalarda elektron balans usulda yozilgan, mavjud bo'lmagan ionlar: N^{+3} , N^{+5} , Cr^{+6} va h.k o'rniga eritmada haqiqatdan bor ionlar NO_2^- , NO_3^- , Cr_2O_7 va h.k reaksiyaga kirishadi. Ion-elektron tenglamaning elektron-balans tenglamadan farqi shuki, unda elektrolitik dissosilaniş nazariyasiga binoan suvli eritmada haqiqatdan mavjud bo'lgan ionlar yoziladi. Yarim reaksiya usuli real ionlarni hisobga olishi bilan balans usulida ustunlikka ega, shuning uchun amaliyotda oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini o'tkazishda shu usulda ishlatiladi. Bu usulni kamchilligi faqat suvli eritmalaridagi oksidlanish qaytarilish reaksiyalari uchun to'g'ri.

Suvli eritmalarda boradigan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining tenglamalarini tuzishda ion - elektron usulidan foydalanish afzaldir. Bu usul oksidlovchi ioni (molekulasi)ni qaytarilish va qaytaruvchi ioni (molekulasi)ni oksidlanish yarim reaksiyalarini tuzishga asoslangan. Shuning uchun bu usul yarim reaksiyalar usuli deb ham yuritiladi.

Ion-elektron metodi yordamida eritmalarda boradigan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining to'liq tenglamalarini tuzish uchun quyidagi tartibga qat'iy rioya qilish kerak.

1. Reaksiya uchun olingan va reaksiya natijasida hosil bo'ladigan mahsulotlarning tarkibini bilish, ya'ni reaksiyaning molekulyar tenglamasini yozish zarur.

2. Elektrolitik dissosilaniş nazariyasiga binoan reaksiyaning ion sxemasini yozish kerak.

3. Ayrim holda oksidlanish-qaytarilish prosesslarini ion-elektron tenglamasini yozishda quyidagilarga asoslaniladi:

a) Ayni element atomlarining soni tenglamaning o'ng va chap tomonida teng bo'lishi kerak.

b) Reaksiya uchun olingan modda tarkibida kislorod kam bo'lsa, kislotali muhitda (vodorod ioni bilan birikib) suv hosil qiladi. Neytral yoki ishqoriy muhitda esa ajralib chiqqan kislorod suv bilan birikib, gidroksid gruppani hosil qiladi.

v) Reaksiya uchun olingan modda tarkibida kislorod ko'p bo'lsa, kislotali va neytral muhitda suv, ishqoriy muhitda gidroksid ioni hosil bo'ladi.

g) Oksidlanish va qaytarilish proseslarining umumiy zaryadi tenglamaning chap va ung tomonlarida bir-biriga teng bo'lishi kerak.

4. Oksidlanish va qaytarilish proseslarini ion-elektron tenglamalari birgalikda yozilib, oksidlovchi va qaytaruvchi oldiga yoziladigan koeffitsiyentlar topiladi. Uni aniqlashda qaytaruvchi yo'qotgan elektronlar soni oksidlovchi qabul qilgan elektronlar soniga teng bo'lishi nazarda tutiladi.

5. Prosesslarning o'ng va chap tomonlarini aniqlangan koeffitsiyentlarga ko'paytirib, ularni birgalikda yoziladi. Natijada qisqa ion tenglama hosil bo'ladi.

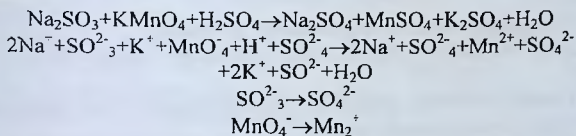
6. Reaksiyaning to'liq ion va molekulyar tenglamalari yoziladi.

7. Molekulyar tenglama to'g'ri yozilganligini har qaysi element atomlari soni orqali tekshiriladi. Ko'pincha kislorod atomlari sonini hisoblash bilan chegaralanadi.

Masalan, ion-elektron metodi bo'yicha sulfit ionining kaliy permanganat ta'sirida sulfat ioniga o'tishini uch muhit sharoitida ko'rib chiqaylik.

a) *Kislotali muhitda:*

1. Reaksiyani sxemasini molekulyar va ion molekulyar shaklda yoziladi va oksidlanish darajalari o'zgargan ionlar va molekularlar aniqlanadi:



Reaksiyada H^+ -ionlarining ishtirok etishi, jarayonni kislotali muhitda borishini bildiradi.

2. Har bir yarim reaksiya uchun ion-molekulyar tenglama tuziladi va hamma elementlarni atomlar sonini tenglashtiriladi. Kislorod atomlari miqdori suv molekulasiga yoki OH^- -ionlaridan foydalanib tenglashtiriladi. Bunda quyidagilarga e'tibor beriladi.

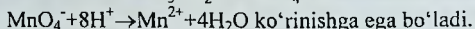
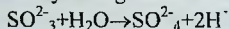
Agar dastlabki ion yoki molekulada kislorod atomlari soni reaksiya mahsulotidagiga nisbatan ko'p bo'lsa: u holda ortiqcha kislorod atomlari kislotali muhitda H^+ -ionlari bilan suv molekulasiga bog'lanadi, neytral va ishqoriy muhitda ortiqcha kislorod atomlari suv molekulasiga bilan bog'lanib OH^- - gruppaga o'tadi.

Agar dastlabki ion yoki molekulada kislorod atomlari soni kam bo'lsa reaksiya mahsulotidagidan, u holda:

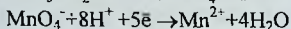
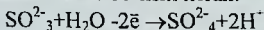
–kislotali va neytral eritmalarida etishmaydigan kislorod atomlari suv molekulasini hisobidan bo‘ladi.

– ishqoriy eritmalarida OH^- ionlari hisobiga,

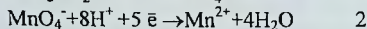
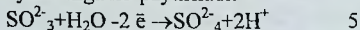
Bizning misolimizda muhit kislotali, shuning uchun yarim reaksiyalarning ion - molekulyar tenglamalari:



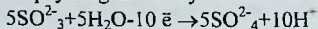
3. Yarim reaksiyalarning ion-elektron tenglamalari tuziladi. Buning uchun har bir yarim reaksiyalarning chap qismiga elektronlar qo‘shiladi (yoki ayiriladi), ya‘ni tenglamalarning chap va o‘ng qismidagi zaryadlar summasi bir xil bo‘lishi kerak:



4. Elektronlarni tenglashtirish uchun olingan tenglamalarni qisqa ko‘paytuvchiga ko‘paytiriladi:

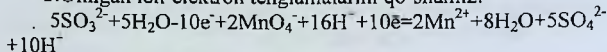


ko‘paytirilgandan keyin:

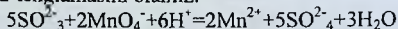


$2\text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+ + 10\bar{e} \rightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O}$ yarim reaksiya tenglamalarini olamiz.

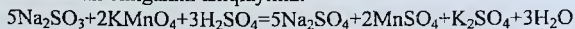
5. Olingan ion-elektron tenglamalarini qo‘shamiz:



O‘xshash a‘zolarini qisqartirib, oksidlanish-qaytarilish reaksiyasini ion molekulyar tenglamasini olamiz:

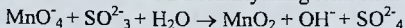


6. Olingan ion-molekulyar tenglama bo‘yicha molekulyar tenglama tuzamiz. Buning uchun reaksiya sxemasi bo‘yicha ayni ionlar qanday molekulalardan olinganini aniqlaymiz:

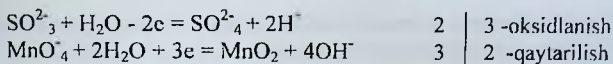


b) *Neytral muhitda*

1) Bunda permanganat ion MnO_4^- marganes(IV)-oksidigacha MnO_2 qaytariladi. Natijada eritmaning to‘q qizil rangi yo‘qolib, jigar rangli cho‘kma hosil bo‘ladi. Bu reaksiyaning ionli sxemasi quyidagicha:

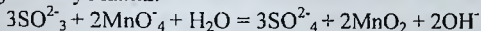


2) Oksidlanish va qaytarilish proseslarining ion-elektron tenglamalarini ayrim-ayrim yozamiz;

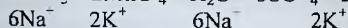
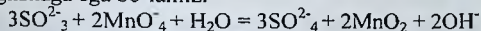


Demak, oksidlovchi oldidagi koeffitsient ikkiga va qaytaruvchi oldidagi koeffitsient uchga teng.

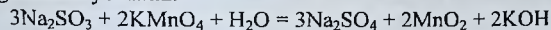
3) Oksidlanish va qaytarilish proseslarining ion-elektron tenglamalarini topilgan koeffitsientlarga ko'paytirib, qisqa ionli tenglamani yozamiz:



4) qisqa ionli tenglamaga qarama-qarshi ionlarni yozib, to'liq ionli tenglamaga ega bo'lamiz:

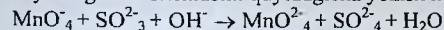


5) Berilgan oksidlanish-qaytarilish reaksiyasining to'liq molekulyar tenglamasini yozamiz:

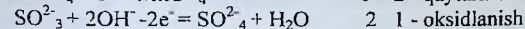
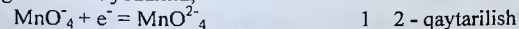


c. Ishqoriy muhitda:

1) Bunda permanganat ion manganat ioniga qadar qaytariladi. Natijada eritmaning olcha rangli qizil tusi yashil rangga o'tadi. Reaksiyaning ionli sxemasini quyidagicha yozish mumkin;

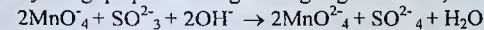


2) Oksidlanish va qaytarilish proseslarining ion-elektron tenglamalarini yozamiz;

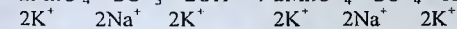
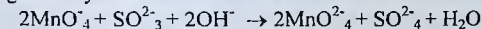


Bu tenglamalardan ko'rinib turibdiki, oksidlovchini 2 ga, qaytaruvchini 1 ga ko'paytirish kerak.

3) Yuqoridagi oksidlanish va qaytarilish proseslarining ion-elektron tenglamalarini koeffitsiyentlarga ko'paytirib, birgalikda yozsak, reaksiyaning qisqa ionli tenglamasiga ega bo'lamiz;



Qisqa ionli tenglamaga qarama-qarshi ionlarni yozib, to'liq ionli tenglamani yozamiz:



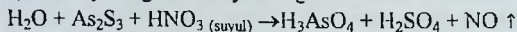
Endi reaksiyaning to'liq molekulyar tenglamasini yozamiz:



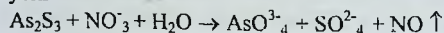
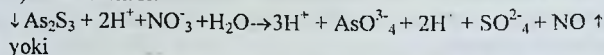
Ba'zi qaytaruvchilar kation bo'lib, reaksiya natijasida murakkab anionlarga yoki ba'zi oksidlovchilar murakkab anionlar bo'lib, reaksiya

natijasida kationlarga aylanadi. Masalan, arsenit sulfidning suyultirilgan HNO_3 bilan oksidlanishini ko'rib chiqaylik.

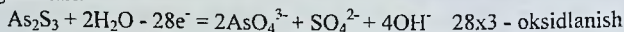
a) Reaksiyaning molekulyar tenglamasi



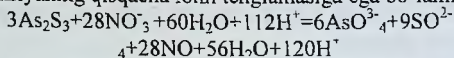
b) Ionli sxemasi:



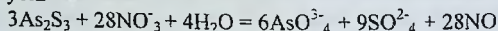
v) Oksidlanish va qaytarilish jarayonlarining ion-elektron tenglamalari:



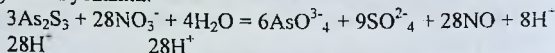
g) yuqoridagi tenglamalarni koeffitsiyentlariga ko'paytirib birgalikda yozsak, reaksiyaning qisqacha ionli tenglamasiga ega bo'lamiz:



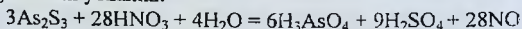
yoki



qisqacha ionli tenglamaga qarama-qarshi ionlarni yozib, to'liq ionli tenglamani yozamiz:



Endi oksidlanish-qaytarilish reaksiyasining to'liq molekulyar tenglamasini yozamiz:



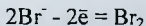
Bu usul ion yoki molekularlarning reaksiyada qanday o'zgarishlarga uchrashini ko'rsatuvchi ionli tenglamalar (yarim reaksiyalar tenglamalari) ni tuzish va bu tenglamalarni bitta molekulyar oksidlanish-qaytarilish tenglamasiga birlashtirishdan iborat. Quyidagi reaksiyaga elektron - ionli usul yordamida koeffitsiyentlar tanlashni ko'rib chiqaylik:



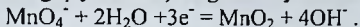
Bu reaksiyada brom va permanganat ionlari o'zgarishga uchraydi:



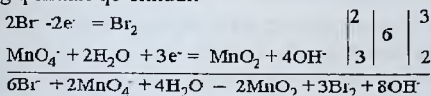
Brom ionining oksidlanish va permanganat ionining qaytarilish yarim reaksiyalari tenglamalari tuziladi 1 mol Br_2 ning 2 mol Br^- ionidan hosil bo'lishini hisobga olib, birinchi yarim reaksiyaning tenglamasi (brom ionining oksidlanishi) yoziladi:



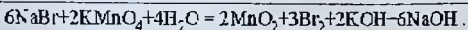
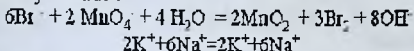
1 mol MnO_4^- ionning 1 mol MnO_2 ga qaytarilishida 2 mol atomar kislorod 2 mol suv bilan (neytral muhitda) boglanib, 4 mol OH^- ionlarni hosil qiladi. Zaryadlar tengligini hisobga olib, ikkinchi yarim reaksiya (permanganat ionining qaytarilishi) tenglamasi yoziladi:



Berilgan va birlashtirilgan elektronlar soni teng bo'lganligiga qarab eng kichik umumiy ko'paytma topiladi. Bu ko'paytma 6 ga teng bo'lganligi uchun qaytaruvchining yarim reaksiyasidagi ion, molekula va elektronlar 3 ko'effitsiyentga ko'paytiriladi va qaytaruvchi oksidlovchining yarim reaksiyalarining yarim reaksiyalarining chap va uning qismlari qo'shiladi:



Reaksiyada o'zgarmay qoladigan kaliy va natriy kationlarini hisobga olgan holda oksidlanish- qaytarilish reaksiyasining molekulyar tenglamasi yoziladi:

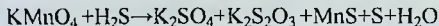


Ion-elektron usuli eritmalarida boradigan jarayonlarni ancha real aks ettiradi, chunki eritmada S^{4+} , S^{6+} , Mn^{7+} ionlari yo'q, SO_3^{2-} , SO_4^{2-} , MnO_4^- ionlari esa mavjud bo'la oladi.

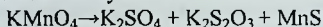
Ushbu usuldan foydalanilganda alohida olingan atomlarning oksidlanish darajalarini aniqlash shart emas, faqat reaksiyada qatnashayotgan ionlarning zaryadlarini aniqlash yetarlidir. Yarim reaksiya usuli real ionlarni hisobga olishi bilan balans usulida ustunlikka ega, shuning uchun amaliyotda oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini o'tkazishda shu usulda ishlatiladi. Bu usulni kamchilligi faqat suvli eritmalaridagi oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari uchun to'g'ri.

2. Arsessio Garsiya (kislorod-balans) usuli. Arsessio Garsiya usuli tarkibida kislorod bo'lgan birikmalarda qatnashgandagina amalga oshadi. Arsessio Garsiya usuli juda soddaligi bilan o'quvchilarni o'ziga jalb etadi. Bu usulning kamchilligi hamma reaksiyalarga ham qo'llanib bo'lmaydi. Bu usul bilan reaksiyaning tenglamasini tuzishda qo'yidagi tartibga rioya qilish kerak:

1. Reaksiyaning molekulyar tenglamasi yoziladi



2. KMnO_4 ni mahsulotlari yoziladi:



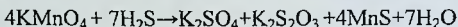
Bu yerda mahsulotlar tarkibida oltingugurt atomi ham ishtirok etayapti, shuning uchun tenglamani chap tomoniga ikkinchi modda ham yoziladi:



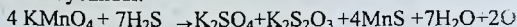
3. Reaksiyada ishtirok etayotgan metall atomlar (K, Mn) soni, oltingugurt atomlar soni tenglashtiriladi:



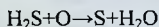
4. Vodorod atomlarini tenglashtirish uchun o'ng tomonga 7 molekula suv yoziladi:



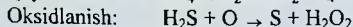
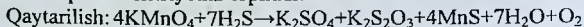
5. Chap tomondagi kislorod atomlar soni 16, o'ng tomonda esa – 14, tenglamani kislorod atomlar tenglashtirish uchun o'ng tomoniga ikkita kislorod atomi yoziladi:



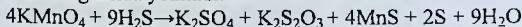
6. Reaksiya uchun olingan ikkinchi moddadan hosil bo'lgan moddalar yoziladi, atomlar soni tenglashtiriladi va chap tomoniga bitta kislorod atomi qo'shiladi:



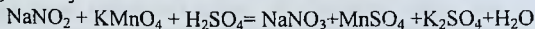
7. Oksidlanish va qaytarilish jarayonlari ustma-ust yoziladi va kislorod orqali koeffitsiyetlar topiladi:



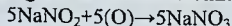
8. Oksidlanish jarayoni ikkiga va qaytarilish jarayoni birga ko'paytirilib birgalikda yoziladi:



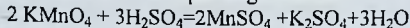
Masalan quyidagi reaksiyani Arsensio Garsiya usuli bo'yicha tenglashtiraylik.



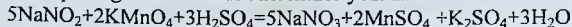
1. Reaksiyada NaNO_2 ni oksidlanishidan NaNO_3 hosil bo'ladi, shuning uchun kislorod atomlari oraqli ikki birikmani tenglashtiramiz.



2. KMnO_4 ni kislotali muhitda qaytarilish mahsulotlari bilan kislorod atomlari soni orqali tenglashtiramiz.



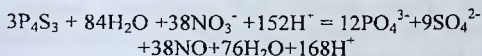
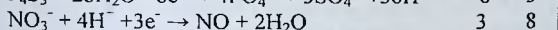
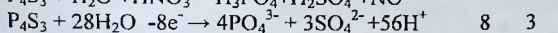
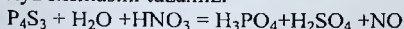
3. Yuqoridagi tenglamalarni birlashtirib yozamiz.



Tenglamadagi chap tomondagi va o'ng tomondagi atomlar sonini hisoblasak, tenglamani ikkala tomondagi atomlar soni teng.

3. Molekular-ionli tenglamalar usuli. Ba'zi kimyoviy jarayonlarda struktur formulasi noaniq bo'lgan moddalar tarkibidagi atomlarning oksidlanish darajasi ham noaniq bo'ladi, masalan, fosforning sulfidlari quydagi tarkibga ega: P_4S_3 , P_4S_5 , P_4S_7 , va P_4S_{10} . Bu birikmalardagi ikkita bir xil element o'zaro yoki turli atomlar orasida bog'lanish bo'lishiga qarab har bir aytilgan elementlarning oksidlanish darajalari turli birikmalarda bir xil bo'lavermaydi. Lekin, bu keltirilgan moddalarning hammasi kuchli oksidlovchilar ta'sirida o'zlarining eng yuqori oksidlanish darajasiga ega bo'lgan birikmalarga (P^{+5} va S^{+6} hollarga) cha oksidlanishini bilgan holda ularning oksidlanish-qaytarilish reaksiya tenglamasini tuzish qiyin emas:

1) P_4S_3 ning nitrat kislotasi ta'sirida H_3PO_4 va H_2SO_4 ga o'tish reaksiyasida moddalar formulalari oldiga qo'yiladigan koeffisientlarni tanlash uchun fosfor sulfidining oksidlanishida nitrat kislotasi (suyuq eritmasi) ishlatilganda NO hosil bo'lishini inobatga olib quydagi reaksiya sxemasini tuzamiz:



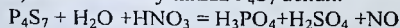
Ixchamlashtirishdan keyin:



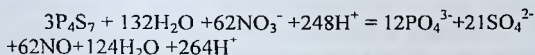
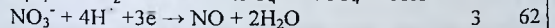
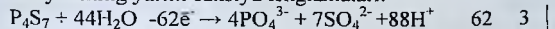
Molekular tenglamasi:



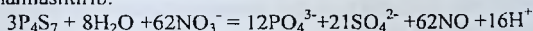
2) Xuddi shunday tarzda P_4S_7 uchun:



Jarayonning yarim eaksiya tenglamalari:

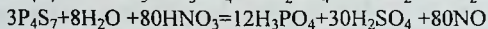
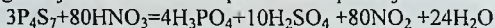


Ikki tomondagi suv molekullari bilan vodorod ionlarini ixchamlashtirib:



qisqartirilgan ionli tenglamaga ega bo'lamiz. Molekulyar tenglamasi esa: $3P_4S_7 + 8H_2O + 62HNO_3 = 12H_3PO_4 + 21H_2SO_4 + 62NO$ bo'ladi.

Shu tarzda o'quvchilarga P_4S_{10} ning konsentrlangan nitrat kislota (uning qaytarilish mahsuloti oldigi reaksiyalarniki kabi emas, balki NO_2 bo'lishini hisobga olgan holda) va suyultirilgan nitrat kislota ishtirokida oksidlanish reaksiyalari uchun koeffisientlarni tanlaganda qo'ydagi oxirgi natijalarni keltirib chiqarish mashqini bajarishni tavsiya etamiz:



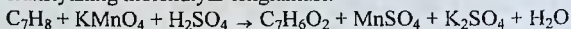
4. Gerashenko usuli. Ba'zi bir oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida bitta molekula tarkibidagi bitta elementning bir necha atomlari turli oksidlanish darajasini namoyon etadi. Bunday moddalarga umuman juda ko'p organik birikmalar misol bo'la oladi.

Massalar saqlanish qonuniga binoan hisoblash olib boriladi.

Hisoblash natijasida reaksiyadan oldin va keyin element atomlar soni teng bo'lishi kerak.

1-misol. Toluolning kaliy permanganat bilan kislotali muhida oksidlanishi.

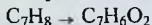
Reaksiyaning molekulyar tenglamasi:



Har bir element atomining oksidlanish darajasini aniqlaymiz. Toluol molekulasida uglerod atomlari turli oksidlanish darajani namoyon etganligi uchun uni aniqlamay qaytarilish va oksidlanish jarayonlarini ayrim-ayrim holda quyidagi tartibda tuzamiz:

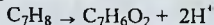
a) Oksidlanish jarayoni uchun:

a.1. Reaksiyadan oldin va keyin molekula holati

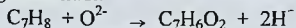


a.2. atomlar soni tenglashtiriladi. Uglerod atomlari reaksiyadan oldin va keyin teng (yettitadan).

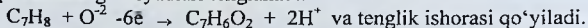
a.3. Vodorod atomlar sonini vodorod ioni H^+ ni yozish bilan tenglashtiriladi.



a.4. Kislorod atomlar soni kislorod ioni O^{2-} ni yozish bilan tenglashtiriladi.



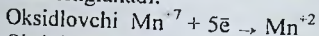
a.5. Tenglikning chap qismiga elektronni yozib tenglamani o'ng va chap tamonidagi zaryadlari tenglanadi.



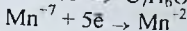
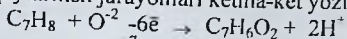
b) qaytarish jarayoni uchun:

b.1. $Mn^{+7} \rightarrow Mn^{+2}$ reaksiyaning o'ng va chap tomonidan marganets atomlar soni teng.

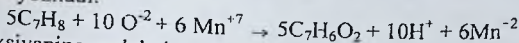
b.2. Tenglamaning chap tomoniga beshta elektron qo'shib, zaryadlar tenglanadi.



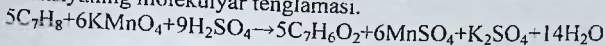
Oksidlanish-qaytarilish jarayonlari ketma-ket yoziladi.



Oksidlanish jarayoni beshga, qaytarilish jarayoni oltiga ko'paytirilib, birgalikda yoziladi.



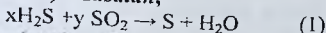
Reaksiyaning molekulyar tenglamasi.



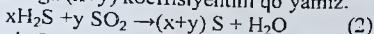
5. Matematik usul. Yuqorida keltirilgan usullarni ham o'ziga xos nozik tomonlari bor, buni faqat bu usullar ko'p qo'llagan mutaxassislarigina bilishi mumkin. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini tuzishda va tenglashtirishda asosan elektron balans va yarim-ionli reaksiyalar metodlaridan foydalanib kelinmoqda. Yuqorida keltirilgan usullar faqat oksidlanish-qaytarilish reaksiya tenglamalarini tenglashtirishga yaroqlidir. Bundan tashqari bu usullardan ayniqsa yarim ionli reaksiyalar usuli masalalarni yechishda ko'p vaqt talab qiladi. Shuni e'tiborga olgan holda taklif etilayotgan matematik tenglama orqali tenglashtirish usuli "Massani saqlanish qonuni" ga bo'ysungan holda faqat oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga emas, balki turli xil reaksiyalarni ham tenglashga yordam beradi.

Oksidlanish-qaytarilish reaksiya tenglamalarini matematik usulda tenglashtirishning 1-qoidasi:

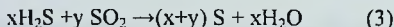
Agar oksidlovchi va qaytaruvchi ikkita birikma tarkibida bo'lsa, belgilash dastlab oksidlovchi va qaytaruvchidan boshlanadi (oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga kirmaydigan reaksiyalar ham shu qoidaga asoslanadi). Masalan,



Chap tomonda $(x+y)$ ta S (oltingugurt) atomi, o'ng tomonda 1 ta S (oltingugurt) atomi bor tenglashtirishi uchun o'ng tomondagi S (oltingugurt) ni oldiga $(x+y)$ ko'effitsiyentini qo'yamiz.



Chap tomonda $2x$ ta S (oltingugurt) atomi bor, o'ng tomonda esa 2 ta H (vodorod) atomi bor, tenglashtirish uchun H_2O (suv)ning oldiga x ko'effitsiyentini qo'yamiz.



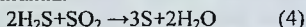
Barcha moddalar oldiga koeffitsiyentlar tanlab olindi. Oksidlanish-qaytarilish reaksiya tenglamalarini tuzishdagi qoidaga asosan “chap tomondagi elementlar atomlar soni, o’ng tomondagi elementlar atomlar soni teng “degan xulosada, tenglamadagi chap va o’ng tomondagi O (kislorod) atomlar sonini tenglashtirib ko’ramiz. Oksidlanish-qaytarilish tenglamasining chap tomonida $2y$ ta O(kislorod) atomi bor, o’ng tomonida x ta atom O (kislorod) atomi bor, shu ikki matematik ifodani tenglashtiramiz.

$$2y=x$$

Bu tenglamani tanlash yo’li bilan ishlaymiz.

y	1	2	3	4
x	2	4	6	8

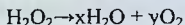
Tanlangan qiymatlardan eng kichik va qulay qiymatlarni olamiz. y ni 1 ga ($y=1$) teng deb olsak, x ni qiymati 2 ga ($x=2$) teng bo’ladi. Bu qiymatlarni oksidlanish-qaytarilish reaksiya tenglamasiga qo’yib reaksiyani tenglashtiramiz.



Oksidlanish-qaytarilish reaksiya tenglamalarini matematik usulda tenglashtirishning 2-qoidasi:

Oksidlovchi va qaytaruvchi bitta birikma tarkibida bo’lsa, belgilash oksidlangan va qaytarilgan birikmalardan boshlanadi.

Masalan, H_2O_2 (vodorod peroksid)ni parchalanish reaksiyasini tenglashtiramiz. Qoidaga asosan belgilash oksidlangan va qaytarilgan birikmalardan boshlaymiz.



Tenglamani o’ng tomonida $2x$ ta H (vodorod) tomi bor, chap tomonida 2 ta H (vodorod) atomi bor tenglashtirish uchun H_2O_2 (vodorod peroksid)ni oldiga x koeffitsiyentini qo’yamiz.



Tenglamadagi barcha birikmalar oldiga koeffitsiyentlar qo’yildi, oksidlanish-qaytarilish tenglamasini chap va o’ng tomondagi O (kislorod) atomlarini tengligini ko’rib chiqamiz. Tenglamaning chap tomonida $2x$ ta O(kislorod) atomi bor, o’ng tomonida esa H_2O (suv) tarkibida x ta va O_2 (kislorod) tarkibida $2y$ ta O(kislorod) atomi bor, jami $(x+2y)$ ta O(kislorod) kislorod atomi bor, bu ifodalarni bir-biriga tenglashtiramiz.

$$2x=x+2y$$

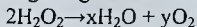
$$2x-x=2y$$

$$x=2y$$

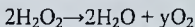
bu tenglamani tanlash yo'li bilan yechamiz.

y	1	2	3
x	2	4	6

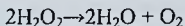
x va y ni qiymatlarini eng kichi va qulay qiymatlarini tanlab olamiz. x ni 2 ($x=2$), y ni 1 ($y=1$) qiymatlarini olamiz. H_2O_2 (vodorod peroksid) ni oldida x koeffisiyenti bo'lganligi uchun 2 koeffisiyentini qo'yamiz.



H_2O (suv)ni oldida ham x koeffisiyent bo'lgani uchun 2 koeffisiyenti qo'yamiz.

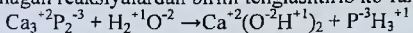


O_2 (kislorod)ni oldida y koeffisiyenti bo'lgani uchun 1 koeffisiyentini qo'yamiz.

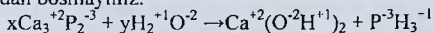


Tenglamadagi barcha birikmalar oldiga koeffisiyentlar qo'yildi.tenglamani chap tomonida 4 ta H (vodorod) atomi, o'ng tomonida ham 4 ta H (vodorod) atomi,tenglamadagi chap va o'ng tomondagi O(kislorod) atomlarini tengli tekshirib ko'ramiz. Chap tomonda 4 ta O(kislorod) atomi, o'ng tomonda H_2O (suv) tarkibida 2 ta va O_2 (kislorod) tarkibida 2 ta O (kislorod) atomi, jami 4 ta O(kislorod) atomi bor.Tenglamadagi chap va o'ng tomondagi barcha atomlar soni teng. Demak, reaksiya teng.

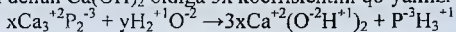
Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga mansub bo'lmagan reaksiyalarda bu to'rtala metodlardan foydalanib bo'lmaydi.Shuni e'tiborga olgan holda taklif etilayotgan matematik tenglama orqali tenlashtirish usuli kimyoviy stexiometrik qonunlarga asoslangan. Bu usulni yutug'i har qandan kimyoviy reaksiyalarni, har qanday sharoitda tenglashtirsa bo'ladi. Masalan, oksidlanish-qaytarilish reaksiyaga mansub bo'lmagan reaksiyalardan birini tenglashtirib ko'ramiz.



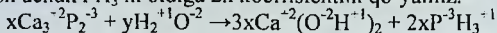
Reaksiyada elementlarning oksidlanish darajasi tenglamani chap va o'ng tomonida o'zgarmadi demak, bu reaksiya oksidlanish-qaytarilish reaksiyasiga mansub emas. Bu reaksiyani matematik usulda tenglashtirishni 1-qoidasiga asosan belgilashni oksidlovchi va qaytaruvchidan boshlaymiz.



Tenglamani chap tomonida 3x Ca atomi bor, o'ng tomonida ham 3x atom qilish uchun $Ca(OH)_2$ oldiga 3x koeffisientini qo'yamiz.



Tenglamani chap tomonida $2x$ atom P bor, o'ng tomonda ham $2x$ atom qilish uchun PH_3 ni oldiga $2x$ koeffisientini qo'yamiz.



Reaksiyadagi barcha moddalar oldiga koeffisientlar belgilandi. Demak, tenglamaning chap tomonidagi atomlar soni bilan o'ng tomonidagi atomlar soni teng deb hisoblablasak vodorod yoki kislorod atomlarini tengligini ifodalaymiz

$$2y = 3x \cdot 2$$

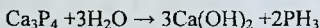
$$2y = 6x$$

$$y = 3x$$

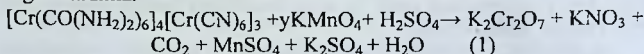
Bu chiziqli tenglamani tanlash usulida ishlaymiz

x	1	2	3
y	3	6	9

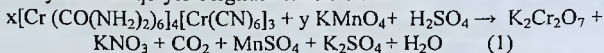
X va y ni qiymatini eng kichik va eng qulay sonlarini olamiz. x ning qiymati 1 bo'lganda y ning qiymati 3 bo'ladi. Bu qiymatlarni joyiga qo'yamiz.



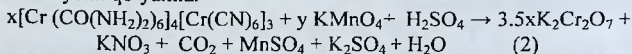
Yana bir yutug'i oksidlanish darajasini topish qiyin bo'lgan kompleks birikmalar qatnashgan kimyoviy reaksiyalarni tenglashtirishda qulay, masalan "**kimyoviy mahsulot**" reaksiyasini matematik usulda tenglashtiramiz.



Belgilash. Oksidlanish-qaytarilish reaksiya tenglamalarini matematik usulda tenglashtirishning 1-qoidasiga binoan, oksidlovchi va qaytaruvchi birikmalaridan boshlanadi. Dastlab, $[\text{Cr}(\text{CO}(\text{NH}_2)_2)_6]_4[\text{Cr}(\text{CN})_6]_3$ ni oldiga x va KMnO_4 ni oldiga y koeffisientlarini qo'yib belgilash kiritib olamiz.

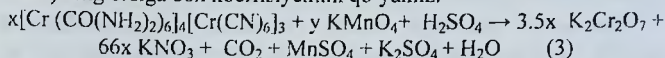


Reaksiya tenglamamizni chap va o'ng tomonidagi elementlarimizni tenglashtirib boshlaymiz. Tenglamaning chap tomonida $7x$ (yetti) ta Cr (xrom) atomi bor, o'ng tomonda esa 2ta Cr (xrom) atomi bor, tenglashtirish uchun $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (kaliy dixromat) ni oldiga $3.5x$ koeffisiyenti qo'yamiz.

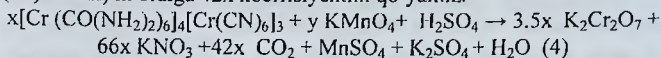


Tenglamaning chap tomonida $66x$ ta N (azot) atomi bor, o'ng tomonida 1 ta N (azot) atomi bor, tenglashtirish uchun KNO_3 (kaliy

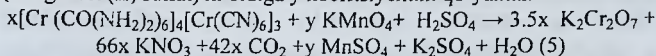
nitrat) ning oldiga 66x koeffisiyentini qo'yamiz.



Tenglamaning chap tomonida 42x ta C (uglerod) atomi bor, o'ng tomonida 1ta C (uglerod) atomi bor, tenglashtirish uchun CO_2 (uglerod (IV) oksidi) ni oldiga 42x koeffisiyentini qo'yamiz.



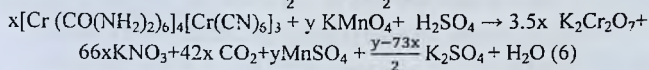
Tenglamaning chap tomonida y ta Mn (marganest) atomi bor, o'ng tomonida 1ta Mn (marganest) atomi bor, tenglashtirish uchun MnSO_4 (marganest (II) sulfat) ni oldiga y koeffisiyentini qo'yamiz.



Tenglamaning chap tomonida y ta K (kaliy) atomi bor, o'ng tomonida $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ tarkibida 7x ($3.5x \cdot 2 = 7x$) ta K (kaliy) atomi, KNO_3 (kaliy nitrat)ni tarkibida 66x ($66x \cdot 1 = 66x$) ta K (kaliy) atomi kaliy va K_2SO_4 (kaliy sulfat) da 2 ta K (kaliy) atomi bor tenglashtirish uchun esa

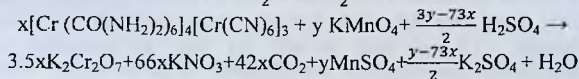
K_2SO_4 (sulfat) ni oldiga quydagi koeffisiyentni qo'yamiz.

$$\frac{y - (7x + 66x)}{2} = \frac{y - 73x}{2}$$



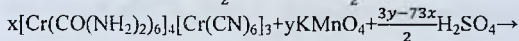
Tenglamaning chap tomonida H_2SO_4 (sulfat kislota) tarkibida 1ta S (oltingugurt) atomi bor, o'ng tomonida MnSO_4 (marganest (II) sulfat) tarkibida y ta S (oltingugurt) atom va (kaliy sulfat) $\frac{y - 73x}{2}$ ta S (oltingugurt) atom bor, tenglashtirish uchun esa H_2SO_4 (sulfat kislota) ni oldiga quydagi koeffisiyentni qo'yamiz.

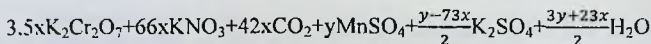
$$y + \frac{y - 73x}{2} = \frac{3y - 73x}{2}$$



Tenglamaning chap tomonida 96x ta H (vodorod) atomi $[\text{Cr}(\text{CO}(\text{NH}_2)_2)_6]_4[\text{Cr}(\text{CN})_6]_3$ tarkibida va $\frac{3y - 73x}{2} \cdot 2$ ta atomi bor, o'ng tomonida H_2O (suv) tarkibida 2 ta H (vodorod) atomi atomi bor, tenglashtirish uchun H_2O (suv) oldiga quydagi koeffisiyentini qo'yamiz.

$$(96x + \frac{3y - 73x}{2} \cdot 2) / 2 = \frac{3y + 23x}{2}$$





Reaksiyada qatnashgan barcha moddalarni oldiga koeffitsiyent qo'yildi. Yuqorida keltirilgan qoidaga ko'ra "tenglamani chap va o'ng tomondagi moddalar tarkibidagi atomlar soni teng bo'lishi kerak", qoidadan kelib chiqqan holda O (kislorod) atomlari tenglashtiramiz.

Reaksiyadagi chap va o'ng tomondagi O (kislorod) atomlarini tenglashtiramiz. $x[Cr(CO(NH_2)_2)_6]_4[Cr(CN)_6]_3$ tarkibida $24x$ ta, $yKMnO_4$ (kaliy permanganat) tarkibida $4y$ ta va $\frac{3y-73x}{2}H_2SO_4$ tarkibida $\frac{3y-73x}{2}$ 4 ta O (kislorod) atomlari bor. Chap tomonida $3.5x K_2Cr_2O_7$ (kaliy dixromat) tarkibida $(3.5x \cdot 7)$ ta, $66x KNO_3$ (kaliy nitrat) tarkibida $(66x \cdot 3)$ ta, $42xCO_2$ (uglerod(IV) oksidi) tarkibida $(42x \cdot 2)$ ta, $yMnSO_4$ (marganest(II) sulfat) tarkibida $4y$ ta, $\frac{y-73x}{2}K_2SO_4$ (kaliy sulfat) tarkibida $\frac{y-73x}{2}$ 4 ta, $\frac{3y+23x}{2}H_2O$ (suv) tarkibida $\frac{3y+23x}{2}$ ta O(kislorod) atomi bor. Tenglamani chap va o'ng tomonidagi O(kislorod) atomlari ifodalangan qiymatlarni tenglashtiramiz.

$$24x + 4y + \frac{3y-73x}{2} \cdot 4 = 3.5x \cdot 7 + 66x \cdot 3 + 42x \cdot 2 + 4y + \frac{y-73x}{2} \cdot 4 + \frac{3y+23x}{2}$$

$$24x + 4y + 6y - 146x = 306.5x + 2y - 146x + 4y + \frac{3y+23x}{2}$$

$$10y - 122x = 160.5x + 6y + \frac{3y+23x}{2}$$

$$10y - 122x = \frac{344x + 15y}{2}$$

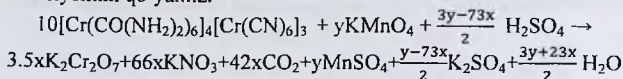
$$20y - 122x = 344x + 15y$$

$$5y = 588x$$

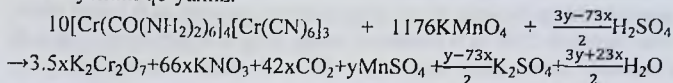
Bu chiziqli tenglamani tanlash yo'li bilan ishlaymiz

x	5	10	15
y	588	1176	1764

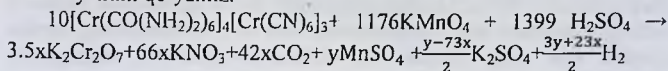
x va y ni qiymatlarini eng qulay va kichik qiymatini olamiz. Agar x ni ($x=5$) 5 ga teng deb olsak $K_2Cr_2O_7$ (kaliy dixromat) ni oldidagi koeffitsiyent 17.5 ga teng bo'ladi, bu kasr ko'rinishidagi soni qo'yaolmaymiz, shuning uchun x ni qiymatini 10 ga ($x=10$) deb olamiz. $x=10$ bo'lganda $y=1176$ teng bo'ladi. x va y ni qiymatlaridan foydalanib barcha moddalarni oldidagi koeffitsiyentlarini qo'yib chiqamiz. $[Cr(CO(NH_2)_2)_6]_4[Cr(CN)_6]_3$ oldidagi x ni joyiga 10 ($x=10$) koeffitsiyentini qo'yamiz.



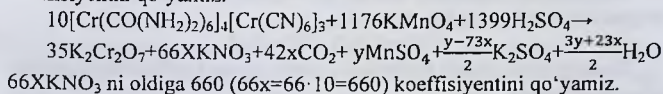
KMnO₄ (marganest(II) sulfat) ni oldidagi y ni joyiga 1176 (y=1176) ko'effisiyentini qo'yamiz.



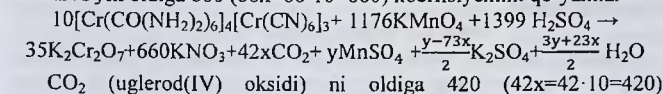
H₂SO₄ (sulfat kislota) ni oldiga 1399 ($\frac{3y-73x}{2} = \frac{3 \cdot 1176 - 73 \cdot 10}{2} = 1399$) ko'effisiyentini qo'yamiz.



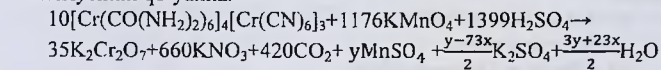
K₂Cr₂O₇ (kaliy dixromat) ni oldiga 35(3.5x=3,5·10=35) ko'effisiyentini qo'yamiz.



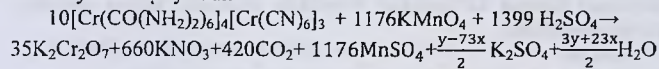
66xKNO₃ ni oldiga 660 (66x=66·10=660) ko'effisiyentini qo'yamiz.



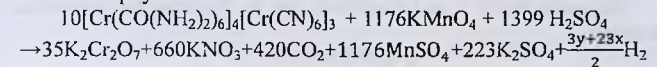
CO₂ (uglerod(IV) oksidi) ni oldiga 420 (42x=42·10=420) ko'effisiyentini qo'yamiz.



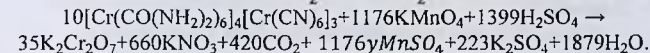
MnSO₄ (marganest(II) sulfat) ni oldiga 1176 (y=1176) ko'effisiyentini qo'yamiz.



K₂SO₄ (kaliy sulfat) ni oldiga 223 ($\frac{y-73x}{2} = \frac{1176-73 \cdot 10}{2} = 223$) ko'effisiyentini qo'yamiz.



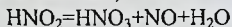
H₂O (suv) ni oldiga 1879 ($\frac{3y+23x}{2} = \frac{3 \cdot 1176 + 23 \cdot 10}{2} = 1879$) ni qo'yamiz.



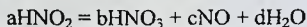
Barcha moddalarni oldiga ko'effisientlar qo'ydik, edi tenglamani chap va o'ng tomondagi atomlarni sonini tengligini tenglashtiramiz. Tenglamani chap tomonida 70 ta K (kaliy) atomi bor, chap tomonida ham 70 ta K(kaliy) atomi bor, chap tomonida 420 ta C (uglerod), o'ng

tomonida ham 420 ta C (uglerod) atomi, chap tomonida 10540 ta O (kislorod) atomi, o'ng tomonda ham 10540 ta O (kislorod) atomi, chap tomonda 660 ta N (azot) atomi, o'ng tomonda ham 660 ta N (azot) atomi, chap tomonda 3758 ta H (vodorod) atomi, o'ng tomonda ham 3758 ta H (vodorod) atomi, chap tomonda 1176 ta K (kaliy) atomi bor, chap tomonda 1176 ta K (kaliy) atomi bor, chap tomonda 1176 ta Mn (marganest) atomi bor, o'ng tomonda 1176 ta Mn (marganest) atomi bor, chap tomonda 1399 ta S (oltingugurt) atomi bor, o'ng tomonda 1399 ta S (oltingugurt) atomi bor. Tenglamani chap va o'ng tomonidagi barcha atomlar soni teng. Demak, bu oksidlanish-qaytarilish reaksiyamiz tenglashdi.

Shuningdek, matematik usulda quydagicha yondoshib reaksiyalarni tenglashurishimiz mumkin: masalan,



Reaksiyani algebraik formulasini tuzish uchun koeffitsientlarni harflar bilan belgilaymiz.



Elektron balansni tuzish uchun har bir element e'tiborga olinadi (chap va o'ng tomondagi har bir element bir xilda belgilanib olinishi kerak.

$$a = b + 2d \text{ vodorod uchun}$$

$$a = b + c \text{ azot uchun}$$

$$2a = 3b + c + d \text{ kislorod uchun}$$

Bunda biz 4 noma'lumli 3 sistemadan iborat tenglamani olamiz. Sistemani hamma ko'rinishlari birgalikda yechiladi. Bunda quyidagi ko'rinishni olamiz.

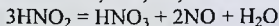
$$a = 1,5n$$

$$b = 0,5c$$

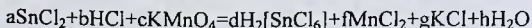
$$d = 0,5c$$

Bularning barini 2 ga ko'paytirsak har bir koeffitsientni topishimiz mumkin.

$$c = 2, a = 3, b = 1, d = 1.$$



2-misol.



$$a = d$$

$$2a + b = 6d + 2f + g$$

$$b = 2d + 2h$$

$$c = g$$

$$c = f$$

$$4c = h$$

6 sistemali tenglamadan 7 noma'lumni olamiz. Keyin barcha koeffisientlarni c orqali ifodalanadi:

$$a = 2,5c$$

$$b = 13c$$

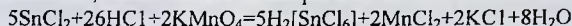
$$d = 2,5c$$

$$g = c$$

$$f = c$$

$$h = 4c$$

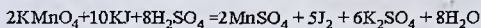
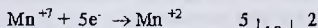
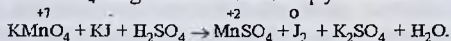
Shubhasiz, koeffisientlarni butun qilish uchun $c = 2$ deb olamiz .



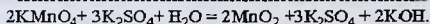
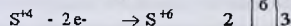
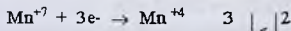
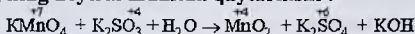
Bu usullar barchasi muhim ahamiyat kasb etadi

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyaliga muhitning ta'siri.

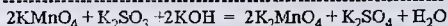
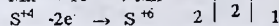
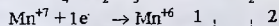
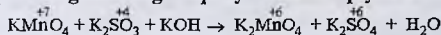
Oksidlanish - qaytarilish reaksiyalarida muhit muhim ahamiyatga ega. Muhitning ta'siri masalan, KMnO_4 ning qaytarilish xarakterida yaqqol namoyon bo'ladi. Kislotali muhitda MnO_4^- ion Mn^{2+} iongacha, neytral muhitda MnO_2 gacha, ishqoriy muhitda MnO_4^{2-} (yashil rang) iongacha qaytariladi. KMnO_4 ning kislotali muhitda qaytarilishi:



KMnO_4 ning neytral muhitda qaytarilishi :

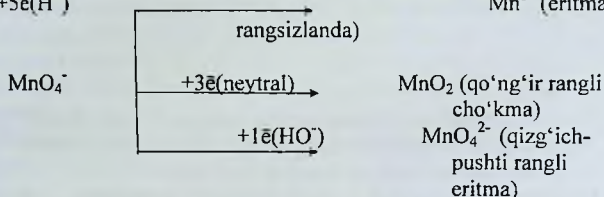


Kaliy permanganatning ishqoriy muhitda qaytarilishi:

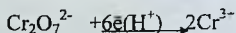


Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini tuzishda reaksiya mahsulotlarining tarkibini yozishda qulaylik tug'dirish maqsadida foydali bo'lgan, reaksiyada muhit tarkibidagi zarrachalar qatnashishini aks ettiruvchi ba'zi sxemalarni keltiramiz (strelka ustidagi qavslar orasidagi muhitni anglatuvchi H^+ , HO^- belgilari keltirilgan).

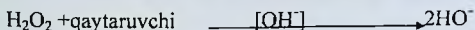
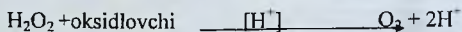
MnO_4^- ning muhit sharoitiga qarab qaytarilish mahsulotlari sxemasi: Mn^{2+} (eritma)



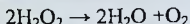
Ko'pchillik hollarda $Cr_2O_7^{2-}$ kislotali sharoitdagina oksidlovchilik vazifasini o'taydi:



Qovoq rangli eritma yashil rangga o'tadi. Aksincha yashil rangli Cr^{3+} ioni faqat ishqoriy muhitdagina sariq rangli xromat ioniga o'tishida uchta elektron qabul qiladi. Vodorod peroksididagi kislorod atomining oksidlanish darajasi -1 bo'lganligi sababli bu modda ham oksilovchi, ham qaytaruvchi bo'lishi mumkin:

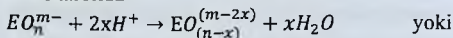


Disproporsiyalanishi:

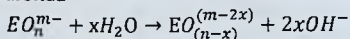


Yarim reaksiya tenglamalarini tuzishda oksidlovchi tarkibidagi kislorod atomini bog'lovchi vositalar sifatida quyidagi holatlar bo'lishi mumkin:

a) kislotali sharoitda



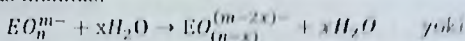
b) neytral sharoitda



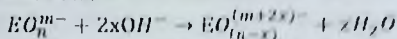
Qaytaruvchi xossaga ega bo'lgan zarracha oksidlanish jarayonida o'ziga kislorod atomini kerakli miqdorda qo'yiladigi zarrachalardan

olinadi:

a) neytral muhitda:



b) ishqoriy sharoitda:



Keltirilgan ma'lumotlardan quydagi ma'lumotlar kelib chiqadi:

a) yarim reaksiyalar usulida oksidlanish-qaytarilish reaksiya tenglamalarini tuzishda oksidlovchi va qaytaruvchining oksidlanish darajalarini hisoblash kerak emas;

b) eritmada sodir bo'layotgan oksidlanish-qaytarilish reaksiyasini qisqa ionli tenglamasini tuzish mumkin, bu tenglama asosida ionlarning qanday charrachalarga o'tganligini, reaksiya amalgamasi tashkilida yordamchi moddalar tabiati ravshanlashadi;

d) shunday tenglamalarda jarayon borish xarakteriga muhit sharoitining ta'siri yaqqol ko'rinadi.

Yarim reaksiya usuli faqat eritmada (u gomogen yoki geterogen holatda bo'lishi mumkin) bo'ladigan jarayonlar bilan cheklanib qoladi, qattiq yoki gaz holdagi moddalar o'zaro shunday reaksiyalarda qatnashganda elektro balans yoki matematik usullaridan foydalanish mumkin, bu usullar universalusul hisoblanadi.

Yuqorida ko'rib o'tilgan tenglamalarini aks etuvchi reaksiyalar oxirigacha o'ng tomonga boradiganhollardagina taluqli, lekin har qanday jarayon oxirigacha borishi yoki bormasligi ayni sistemaning o'zining xususiyatidir. Har qanday jarayonni yurituvchi kuch- izoter- izotermik potentsialli (Gibbs energiyasi) kamayishi biz uchun ahamiyatlidir. Bu xususiyatning o'zgarishini aniqlash vositasi - sistemaning tashkil etadigan jarayonlarning oksidlanish-qaytarilish potentsiali qiymati bo'ladi.

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining yo'nalishi. Oksidlanish - qaytarilish reaksiyalari amalda keng qo'llaniladi. Shuning uchun jarayon qaysi yo'nalishda boradi, umuman ayni reaksiya berilgan sharoitda boradimi yoki yo'qmi ekanligini bilish juda muhimdir. Oksidlovchilar va qaytaruvchilar bir-biridan kimyoviy faolligi bilan (aktivligi bilan) farq qiladi. Kimyoviy aktivlik miqdoriy tomonidan redokspotentsialning qiymati bilan ifodalanadi. Elektrod potentsiallari standart vodorod elektrodga nisbatan o'lchanadi. Standart vodorod elektrodning potentsiali shartli ravishda nolga teng deb qabul qilingan. Har bir galvanik element ikkita yarim elementdan tashkil topadi. Masalan, bu yarim

elementlarning biri $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ juftidan, ikkinchisi $2\text{H}^+/\text{H}_2$ juftidan iborat. binobarin, galvanik elementning elektr yurituvchi kuchi (E.Yu.K) ni aniqlash mumkin, bu har hil oksidlovchilar va qaytaruvchilarning aktivligi to'g'risida hulosa chiqarishga imkon beradi.

Ma'lumki, $E^0(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) - E^0(2\text{H}^+/\text{H}_2) = 0,77 \text{ V}$, bu yerda, $E^0(2\text{H}^+/\text{H}_2) = 0$ bo'lganligi uchun $E_0(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0,77 \text{ V}$. Oxirgi qiymatning musbatligi $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ jufti galvanik elementning musbat qutbi vazifasini bajaradi. Agar $(\text{Cl}_2/2\text{Cl}^-)$ juftini $2\text{H}^+/\text{H}_2$ jufti bilan birlashtirilsa, galvanik elementning elektr yurituvchi kuchi (E.Yu.K) $= E_0(\text{Cl}_2/2\text{Cl}^-) - E_0(2\text{H}^+/\text{H}_2) = +1,36 \text{ V}$ bo'ladi, ya'ni Cl_2 ning Fe^{3+} nikiga nisbatan ancha yuqori ekanligi ko'rinadi. Har hil juftlarning standart redoks-potensiallari qiymatini bilgan holda oksidlanish - qaytarilish jarayonining yo'nalishi to'g'risida hulosa chiqarish mumkin: Yuqori standart redok-potensialga ega bo'lgan juft kichik redokspotensialli juftga nisbatan oksidlovchi vazifasini bajaradi. Qandaydir juftning redoks-potensial redoks shakllarning konsentratsiyasi va muhitning reaksiyasiga bog'liqdir. Bu bog'lanishi Nernst tenglamasi bilan ifodalanadi:

$$E = E_0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{Oks}{qayt}$$

bu yerda,

E_0 - ayni juftning standart redoks-potensial;

R - gaz doimiyligi (8,313 J/mol - grad);

T - absolyut harorat (273, 15 K°);

F - Faradey soni (96500 KJ/ mol);

n - yo'qotilgan yoki qabul qilingan elektronlar soni.

Agar natural logarifmdan o'nli logarifmga o'tilsa va konstantalar qiymatlari qo'yilsa tenglama soddalashdi va 25°C haroratda quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$E = E_0 + \frac{0,059}{n} \ln \frac{Oks}{qayt}$$

Masalan, $(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+})$ jufti uchun $\text{Fe}^{3+} = 1 \text{ mol/l}$ va $\text{Fe}^{2+} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$ bo'lsa, unda shujuftning redok potensiali quyidagi qiymatga erishadi:

$$E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} = 0,77 + 0,059 \cdot \lg \frac{1}{1 \cdot 10^{-3}} = 0,944 \text{ V}$$

Bundan shu narsa o'z-o'zidan ravshan bo'ladiki, juftning redoks-potensial redoks shakllarning konsentratsiyasiga bog'liqdir.

Redoks potensialning qiymati shuningdek, eritmadagi $[\text{H}^+]$ qiymatiga ham bog'liqdir. Vodorod ionlari konsentratsiyasini ta'siri natriy nitrit va kaliy yodid o'rtasida boradigan oksidlanish - qaytarilish

reaksiyasida yaqqol ko'rinadi. Agar natriy nitrit eritmasiga kaliy yodid eritmasi qo'shilsa, hech qanday sezilarli o'zgarish kuzatilmaydi, lekin bu aralashmaga bir necha millilitr sullat kislota eritmasi qo'shilsa, shu zahotiyoq gaz ajralib chiqadi va eritma erkin yod ajralishi hisobiga jigarrangga kiradi, kraxmal eritmasi qo'shilsa uring ko'k tanga kiradi, chunki quyidagi reaksiya jadal baradi: $2\text{NO}_2^- + 2\text{I}^- + 4\text{H}^+ \rightarrow \text{I}_2 + 2\text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$ Vodorod ionlarining kiritilishi NO_2^-/NO juftining redoks-potensialini (+0,98 V) $\text{I}_2/2\text{I}^-$ juftining potentsiali (+0,54)ga nisbatan oshiradi va reaksiya o'ng tomonga yo'naladi.

Har bir oksidlanish - qaytarilish elektrod reaksiyalari faqat elektrod va unga muvofiq tuzi eritmasi bilan ajralgan chegaralargina boradi. Har bir oksidlanish va qaytarilish jarayonlarida ionlar ishtirokida boradigan oksidlanish - qaytarilish zanjirini tuzish mumkin, bunda elektrodlar - platinali yoki grafitli o'zgarmaydi, oksidlanish - qaytarilish mahsulotlari eritmada qoladi, elektrodlarda ajralib chiqmaydi. Kaliy permanganatni natriy nitrit bilan qaytarilish reaksiyasi misolida ko'raylik. Quyidagi galvanik elementni tuzamiz:

$\text{Pt}(-)|\text{NaNO}_2, \text{NaNO}_3||\text{KCl}||\text{KMnO}_4, \text{MnSO}_4|\text{Pt}(+)$

Elektrodlardagi elektrod jarayonlari:

$\text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ + 2e^- = \text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O}, \quad E^0 = +0,94\text{V},$

$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5e^- = \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O} \quad E^0 = +1,51\text{V}$

Bu galvanik elementda NaNO_2 eritmasida bo'lgan elektrod potentsiali ham, shuning uchun zanjir tutashtirilganda jarayon elektronni chiqishi bilan boradigan elektroddagi reaksiya tomon boradi:

$\text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O} - 2e^- = \text{NO}_3^- + 2\text{H}^+, \quad E^0 = -0,94\text{V}$

$\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$ elektrodda elektronlarni biriktirib olish reaksiyasi boradi:

$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5e^- = \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}, \quad E^0 = +1,51\text{V}$

Bitta o'z-o'zidan boradigan elektrod reaksiyasini va uning ta'sirida boradigan ikkinchi elektrod reaksiyasini qo'shib, galvanik elementda o'z-o'zidan boradigan umumiy reaksiya tenglamasini yozamiz:

$\text{NO}_2^- + \text{MnO}_4^- + 6\text{H}^+ = \text{NO}_3^- + \text{Mn}^{2+} + 3\text{H}_2\text{O}$

1 va 2 elektrod potentsiallarni qo'shib elementni EYUKni topamiz: $EYUK = -0,94 + 1,51 = +0,57$. EYUK ning musbat qiymati umuman reaksiyani o'tish imkonini tasdiqlaydi.

Oksidlanish-qaytarilish potentsiallarini qiymatiga qarab, reaksiyalarning yo'nalishi aniqlanadi. Reaksiyaning yo'nalishi bir elektroddan ikkinchi elektroddga elektronlarning o'z-o'zidan o'tishi bilan aniqlanadi. Yuqoridagi misolimizda reaksiya chapdan o'ngga boradi.

Ko'pchilik hollarda suvli eritmada 2 moddaning o'zaro birikishi aniqlash muhimdir.

Masalan, galogenlar ta'sirida Fe^{2+} -ni Fe^{3+} ga o'tkazish mumkinmi? Temir uchun $\text{Fe}^{3+} + e^- = \text{Fe}^{2+}$ $E^0 = +0,77\text{B}$, flor, xlor va bromlarning potentsiallari yuqori muvofiq ravishda:

$$E_{0\text{F}_{2/2\text{F}^-}} = +2,87\text{V}, E_{0\text{Cl}_{2/2\text{Cl}^-}} = +1,36\text{V}, E_{0\text{J}_{2/2\text{J}^-}} = +1,07\text{V},$$

$$\text{ammo modda kichik, } E_{0\text{J}_{2/2\text{J}^-}} = +0,53\text{V},$$

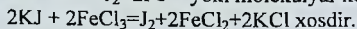
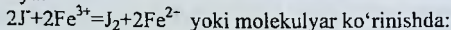
Potensial qiymatlari yuqori bo'lgan reaksiyalarnigina o'tish imkoniyati bor, masalan xlor bilan:

$\text{Cl}_2 + 2e^- = 2\text{Cl}^-$, $E^0 = +1,36\text{V}$. Bu sharoitda temir uchun faqat teskari reaksiyani imkoniyati bor, ya'ni:

$$\text{Fe}^{2+} - e^- = \text{Fe}^{3+}, \quad E^0 = -0,7\text{V}.$$

O'z-o'zidan boradigan umumiy reaksiya tenglamasi:

$\text{Cl}_2 + 2\text{Fe}^{2+} = 2\text{Cl}^- + 2\text{Fe}^{3+}$ buladi. Uni tavsiflaydigan EYuK $= 1,36 - 0,77 = 0,59\text{V}$. EYuKning musbat qiymati oksidlanish qaytarilish reaksiyasining umuman borishidan dalolat beradi. Shunday qilib flor, xlor, brom Fe^{2+} ni Fe^{3+} ga aylantira oladi. Yodda uning potentsiali kichik bo'lgani uchun bunday reaksiya bormaydi. Yod bilan aksincha teskari reaksiya:



Oksidlovchilar va qaytaruvchilar bir-biridan kimyoviy faolligi bilan (aktivligi bilan) farq qiladi. Kimyoviy aktivlik miqdoriy tomonidan redokspotensialning qiymati bilan ifodalanadi. Elektrod potentsiallari standart vodorod elektrodga nisbatan o'lchanadi. Standart vodorod elektrodning potentsiali shartli ravishda nolga teng deb qabul qilingan.

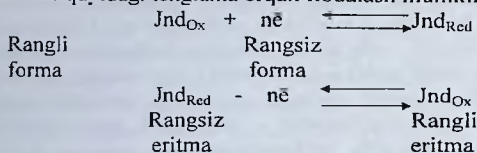
Har bir galvanik element ikkita yarim elementdan tashkil topadi. Masalan, bu yarim elementlarning biri $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ juftidan, ikkinchisi $2\text{H}^+/\text{H}_2$ juftidan iborat, binobarin, galvanik elementning elektr yurituvchi kuchi (E.Yu.K) ni aniqlash mumkin, bu har hil oksidlovchilar va qaytaruvchilarning aktivligi to'g'risida hulosa chiqarishga imkon beradi.

Oksidlanish-qaytarilish usullarida ishlatiladigan indikatorlar. Oksidlanish-qaytarilish usuli bilan titrlashda ishlatiladigan indikatorlarni o'rganishga o'tishdan oldin shuni qayd qilib o'tish kerakki, agar titrlanayotgan eritmaning rangi reaksiya natijasida yetarli darajada keskin

o'zgaradigan bo'lsa, ba'zi hollarda indikator ishlatilishi ham mumkin. Masalan, turli qaytaruvchilarni kishuati suyuqlikda potentsial bilan oksidlashda indikatorni titrlashda foydalanish mumkin. Ma'lumki, binafsha-qizil rangli MnO_4^- kati qaytarilib, rangsiz Mn^{2+} ioniga aylanadi. Eritmadagi qaytaruvchi tamomlanib oksidlanib bo'lganidan keyin eritmaga ortiqcha bir tomchi potentsialni qo'yib, eritma pushti rangga kiradi. Qaytaruvchilarni yod eritmasi bilan ham indikatorsiz titrlash mumkin. Bunda I_2 ning qaytarilib, I^- ga o'tishi natijasida yod eritmasining to'q qo'ng'ir rangi yo'qolib ketadi. Lekin yod eritmasining rangi juda och bo'lgani sababli yod eritmasi bilan titrlashda indikator sifatida kraxmal eritmasidan foydalaniladi, chunki kraxmal juda oz miqdordagi yod bilan ham to'q ko'k rang hosil qiladi. Oksidlanish-qaytarilish indikatorlari organik moddalar bo'lib, qaytar tarzda oksidlana yoki qaytarila oladigan moddalardir, ularning oksidlangan va qaytarilgan shakllari turli rangga ega.

Redoksi indikatorlar rangining o'zgarishi indikatorning qaytarilgan shaklining oksidlanishi va oksidlangan holatga o'tishi yoki oksidlangan shaklining qaytarilishi va potentsialining ma'lum bir qiymatida qaytarilgan shaklga o'tishiga asoslangan. Shunday qilib, indikatorlarning ikki shakli oksidlanish-qaytarilish juftini tashkil qiladi.

Bunday indikatorlarning oksidlangan shaklini Jnd_{Ox} bilan, qaytarilgan shaklini Jnd_{Red} bilan belgilasak, ularning bir-biriga o'tish hodisasini quyidagi tenglama orqali ifodalash mumkin.



Jnd_{Ox} va Jnd_{Red} dan tuzilgan sistema oksidlanish-qaytarilish juftini hosil qiladi, uning potentsialini Nernst tenglamasidan topiladi:

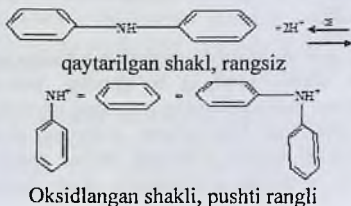
$$E = E_0 + \frac{0,058}{n} \ln \frac{\text{Oks}}{\text{qayt}}$$

bu yerda, E_{Jnd} ayni oksidlanish-qaytarilish juftining normal oksidlash potentsiali, ya'ni $[\text{Jnd}_{\text{Ox}}] = [\text{Jnd}_{\text{Red}}]$ bo'lgandagi potentsial. Redoks-sistemadagi ko'pgina indikatorlarning potentsial qiymati titrlanayotgan eritmaning pH qiymatiga bog'liqligini e'tiborga olish zarur, agar muhitning pH qiymati keskin o'zgargan bo'lsa, redoks-indikatorning rangi ekvivalentlik nuqtasida o'zgarmaydi. Agar indikator rangining

o'zgarishi ekvivalentlik nuqtasi bilan mos tushsa olingan natija to'g'ri bo'ladi, ya'ni ishlatilayotgan indikator ekvivalentlik nuqtasi yaqinida oksidlanish-qaytarilish reaksiyasiga kirishishi kerak.

Redoksi-indikatorlar oksidimetrik titrlashning turli usullarida ishlatiladi, shuning uchun ular analitik kimyo amaliyotida muhim rol o'ynaydi. Ishlatiladigan indikatorlar quyidagi talablarga javob berishi kerak: 1) indikator ta'sirchan bo'lishi kerak, ya'ni u ekvivalentlik nuqtasida oksidlovchi yoki qaytaruvchining juda ozgina ortiqcha miqdori bilan reaksiyaga kirishishi va rang o'zgartirishi kerak; 2) oksidlangan va qaytarilgan shakldagi indikatorlarning rangi bir-biridan keskin farq qilishi lozim; 3) indikator rangining o'zgarishi ozgina miqdorda ishlatilgan indikatorlarda ham aniq bilinishi kerak; 4) indikatorning oraliq kichik bo'lishi, ya'ni indikator rangining o'zgarishi potentsial qiymatlarining kichik oraliq'ida sodir bo'lishi va titrlashdagi keskin sakrash bilan mos kelishi zarur; 5) indikator havo kislorodi, karbonat anhidrid va yorug'lik ta'siriga chidamli bo'lishi kerak.

Agar biror qaytaruvchi (yoki oksidlovchi) eritmasiga oksidlanish-qaytarilish indikatorini eritmasidan 1-2 tomchi qo'shilsa, indikatorning oksidlangan va qaytarilgan shakllarining konsentratsiyalari orasida eritmaning oksidlanish potentsialiga muvofiq keladigan nisbat qaror topadi. Natijada eritma ayni nisbatga muvofiq keladigan tusga kiradi. Agar bunday eritma biror oksidlovchi (yoki qaytaruvchi) bilan titrlansa, oksidlanish potentsiali E ning qiymati o'zgaradi. Redoksi-indikatorlarning bir holatdan ikkinchisiga o'tish oraliq'i kislota-asosli indikatorlarnikiga nisbatan juda kichik. Redoksi-indikatorlar quyidagi hillarga bo'linadi: a) qaytar redoksi-indikatorlar – sistemaning potentsial qiymati o'zgarishi bilan rangini qaytadan o'zgartirib, dastlabki rangiga qaytadi; b) qaytmas redoksi-indikatorlar – oksidlanish yoki qaytarilish jarayonlariga uchraydi, natijada indikatorning rangi qaytmas holatda o'zgaradi. Qaytar redoksi-indikatorlardan ko'pincha quyidagilar ishlatiladi:



Difenilamin oksidlovchilar ta'sirida qaytmas oksidlanishi natijasida 2 elektronini ikki molekula indikatorga beradi, natijada rangsiz difenil benzidin II hosil bo'ladi, keyin esa qaytar oksidlanish sodir bo'lib, ko'k pushti rangli mahsulotlar – dihinondiamin III va uning polimeri IV hosil bo'ladi. Bu reaksiya kuchli kislotali muhitda (pH=0) qaytar bo'ladi. Rang o'zgarishi vaqtida potentsialning qiymati $E=0,76$ V.

Redoks - reaksiyalarning muvozanat konstantasi. Oksidlanish — qaytarilish reaksiyalarining kerakli yo'nalishda siljish darajasini oydinlashtirishda oksidlovchi va qaytaruvchi o'rtasida muvozanat holati vujudga kelishi mumkinligini nazarda tutish kerak. Bunday holda muvozanat konstantasini juftlarning standart redoks potentsiallarini bilgan holda quyidagiformula bo'yicha hisoblash mumkin bo'ladi:

$$\lg K = \frac{(E_0^1 + E_0^{11})n}{0,059}$$

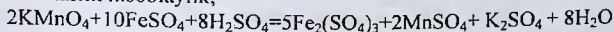
bu yerda,

K - muvozanat konstantasi, oksidlangan shakli, pushti rangli

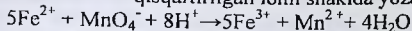
E_0^1, E_0^{11} - juftlarning standart redoks-potentsiallari,

n - qabul qilingan yoki yo'qotilgan elektronlar soni.

Juftlarning standart redoks-potentsiallari orasidagi ayirma qancha kata bo'lsa, muvozanat konstantasi qiymati ham shunchalik yuqori bo'ladi. Muvozanatdagi sistemaning holatini u yoki bu yo'nalishda bu parametrlarni kamaytirish yoki oshirish yo'li bilan siljitish mumkin. Bunga oksidlovchining konsentratsiyasini oshirish yoki qaytaruvchining konsentratsiyasini kamaytirish orqali erishish mumkin. Muvozanat konstantasi qiymati asosida oksidlanish - qaytarilish reaksiyalarining qaysi tomonga yo'nalishini ko'rsatish mumkin. Masalan, pemanganat ioni ta'sirida Fe^{2+} ionini oksidlanishi reaksiyasi tenglamasini yozib, juftlarning standart redoks potentsiallari qiymatlarini qo'llab, muvozanat konstantasini hisoblaylik;



qisqartirilgan ionli shaklda yozamiz:



Ma'lumotnomadan juftlarning standart redoks potentsiallari topiladi;

$$E_0^1(MnO_4^- + 8H^+ / Mn^{2+} + 4H_2O) = 1,51V$$

$$E_0^{11}(Fe^{3+} / Fe^{2+}) = 0,77V$$

Bu qiymatlarni muvozanat konstantasini hisoblash tenglamasiga qo'yilsa, quyidagi natija chiqadi:

$$\lg K = \frac{(E_0^1 + E_0^{11})n}{0,059} = \frac{(1,51 - 0,77)5}{0,059} = 63,8$$

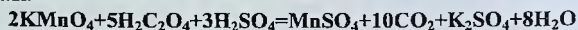
$$\text{Bu yerdan, } K = \frac{[Mn^{2+}][Fe^{3+}]^5}{[MnO_4^-][Fe^{2+}]^5[H^+]^8} = 10^{63,8}$$

Kelib chiqqan natijalardan ikkita hulosa chiqarish mumkin: - muvozanat holati $K = 10^{63,8}$ bo'lgandagina vujudga keladi; - muvozanat konstantasining bunday katta qiymati reaksiyaning chapdan o'ng tomonga to'liq borishidan dalolat beradi. Binobarin, redoks-reaksiyalarning muvozanat konstantasining son qiymati qancha yuqori bo'lsa, demak ikkala juft-ning standart redoks-potensiallari orasidagi farq qanchalik katta bo'lsa, reaksiya shunchalik to'liq ohirigacha boradi.

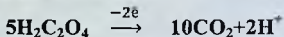
Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari asosida titrlashda ko'p qo'llaniladigan eritmalarni titrlarini topish va ularni tayyorlash (KMnO₄, Na₂S₂O₃ va J₂ eritmaları misolida)

Permanganometriya usuli permanganat ioni bilan oksidlanish reaksiyalariga asoslangan. Oksidlanishni kislotali muhitda ham, ishqoriy va neytral muhitda ham olib borish mumkin.

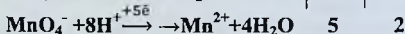
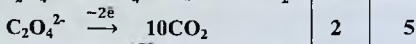
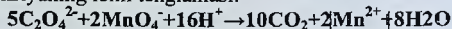
Oksidlanish kislotali muhitda olib borilsa, KMnO₄ tarkibidagi yeti valentli manganes qaytarilib, Mn²⁺ kationini hosil qiladi va natijada reaksiya uchun olingan kislotalaning II valentli manganesli tuzi hosil bo'ladi. Masalan: qaytaruvchi sifatida oksalat kislota olinsa va oksidlanish sulfat kislotali muhitda olib borilsa quyidagi reaksiya sodir bo'ladi.



Oksalat kislota ikkita elektronni beradi.



Bu reaksiyaning ionli tenglamasi:



Shu sistemaning oksidlanish qaytarilish potentsiali quyidagiga teng bo'ladi.

$$E(MnO_4^-/Mn^{2+}) = E_0(MnO_4^-/Mn^{2+}) + 0,058/5 \lg [MnO_4^-][H^+]^8/[Mn^{2+}]$$

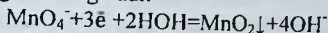
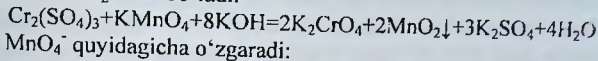
$$E_0(MnO_4^-/Mn^{2+}) = +1,52 \text{ V}$$

Tenglamadan ko'rinib turibdiki $E_0 \text{ MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$ vodorod ionlari konsentratsiyasiga bog'liq. $[H^+]^8$ vodorod ionlari konsentratsiyasining o'zgarishi sakkizinchi darajada: Kaliy permanganatning gr/ekvivalenti

$$E_{KMnO_4} = \frac{M \cdot m \cdot KMnO_4}{5} = \frac{158,04}{5} = 31,61 \text{ g}$$

Agar oksidlanish ishqoriy yoki neytral muhitda olib borilsa yeti

valentli marganes to'rt valentli marganesga qaytariladi va qo'ng'ir cho'kma MnO_2 hosil bo'ladi.



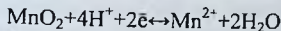
$$E(\text{MnO}_4^-/\text{MnO}_2) = E_0(\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}) + 0,0583 \lg \frac{[\text{MnO}_4^-][\text{OH}^-]^4}{[\text{MnO}_2]}$$

$$E_0(\text{MnO}_4^-/\text{MnO}_2) = -0,57\text{V}$$

Demak, $E_0(\text{MnO}_4^-/\text{MnO}_2)$ ning qiymati $[\text{OH}^-]$ ga bog'liq. KMnO_4 ning bu yerdagi gram ekvivalenti kislotali muhitdagiga qaraganda boshqacharoq bo'ladi.

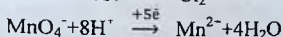
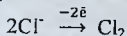
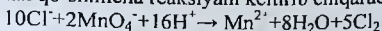
$$E_{\text{KMnO}_4} = \frac{M \cdot n \cdot \text{KMnO}_4}{3} = \frac{158,04}{3} = 52,68 \text{ g}$$

Reaksiyaning kislotali va ishqoriy muhitda turlicha borishining sababi shundaki, Mn^{2+} ioni bilan MnO_2 quyidagi sxemaga muvofiq bir-biriga aylanib turadi.



Tenglamadan ko'rinib turibdiki eritmadagi vodaorod ionlarining konsentratsiyasining ortishi bilan MnO_2 va Mn^{2+} orasidagi muvozanat Mn^{2+} ionlari hosil bo'lish tomon siljiydi. Shuning uchun agar biror modda kislotali muhitda KMnO_4 ta'sirida oksidlanib, dastlab MnO_2 hosil qilgan bo'lsa ham eritmada H^+ ionlarining konsentratsiyasi yuqori bo'lgani uchun MnO_2 darhol Mn^{2+} ionlariga qaytariladi. Aksincha H^+ ionlarining konsentratsiyasi kichik bo'lsa reaksiyaning muvozanati chap tomonga ko'p siljiydi. Demak, bu sharoitda MnO_2 barqaror. Shuning uchun ham reaksiya ishqoriy yoki neytral muhitda olib borilganda MnO_2 hosil bo'ladi. Shuni aytib o'tish kerakki, titrlash kislota ishtirokida boshlanadi, lekin uning miqdori reaksiya uchun yetarli bo'lmagan hollarda ham MnO_2 hosil bo'ladi.

Shuni ham aytish kerakki, kaliy permanganat kuchli oksidlovchi bo'lgani uchun oraliq mahsulotlarni hosil qilishi natijasida qo'shimcha oksidlanish reaksiyalari sodir bo'lishi mumkin. Ba'zi hollarda aniqlanayotgan modda bilan kaliy permanganat eritmasi o'rtasida reaksiya ketmaydi. Kislotali muhit hosil qilish uchun sulfat kislota qo'llaniladi, xlorid va nitrat kislotalar ishlatilmaydi, chunki ular kaliy permanganat bilan qo'shimcha reaksiyani keltirib chiqaradi.

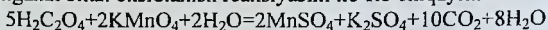


Ana shunday oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari qo'shimcha

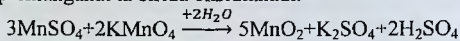
reaksiyalar deyiladi. Bularning borishiga sabab oksidlanish-qaytarilish jarayonlarida bir necha oraliq bosqichlar mavjudligidadir.

Qo'shilgan kislota kislotali muhitni hosil qilishdan tashqari reaksiyada ham ishtirok etadi. Shuning uchun kislotalarning miqdori ortiqcha olinadi. Kislotalarning miqdori kam bo'lsa, reaksiya oxirida Mn^{2+} ioni o'miga MnO_2 cho'kmasi hosil bo'ladi:

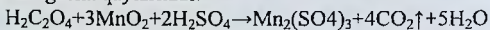
$2MnO_4^- + 3Mn^{2+} + 2H_2O = 5MnO_2 \downarrow + 4H^+$. Bu analizda xatolikka olib keladi va ekvivalent nuqtani aniqlash qiyin bo'ladi. $KMnO_4$ bilan titrlashda indikator ishlatilmaydi, chunki eritma bir tomchi ortiqcha permanganat eritmasi ta'sirida och pushti rangga kiradi. Bu esa titrlash oxirini ko'rsatadi. Ko'pchilik oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari yetarli darajada katta tezlik bilan bormaydi. Ma'limki, sekin boradigan reaksiyadan titrlashda foydalanib bo'lmaydi, chunki bu holda titrlash cho'zilib ketishi bilan birga aniq bajarilmaydi. Sekin boradigan reaksiyalarning tezligi turli yo'llar bilan oshiriladi: eritma haroratini, reaksiyaga kirishayotgan moddalar konsentratsiyasini oshirish, katalizatorlar ishlatish va hokozo. Masalan: oksalat kislotalarning kaliy permanganat bilan oksidlanish reaksiyasini ko'rib chiqaylik:



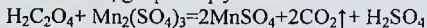
Bu reaksiyani 70-80°C haroratda olib boriladi. Bunday murakkab reaksiyalar doimo bir necha oraliq bosqichlardan o'tadi, shuning uchun bunday reaksiyalarning tenglamalari jarayonning haqiqiy borishini emas, balki barcha bosqichlarning umumiy yig'indisinigina ko'rsatadi. Jarayonning umumiy tezligi ayrim oraliq bosqichlarning tezliklariga bog'liq bo'ladi. Haroratni oshirishdan tashqari, eritma katalizator qo'shish bilan ham reaksiya tezligini oshirish mumkin. Yuqorida keltirilgan reaksiyaga $MnSO_4$ qo'shilganda reaksiya tezlashadi. Katalizatorning roli quyidagilardan iborat bo'ladi. Qo'shilgan $MnSO_4$ eng avval permanganat ta'sirida oksidlanadi.



Hosil bo'lgan MnO_2 darhol $H_2C_2O_4$ ni oksidlab, o'zi uch zaryadli marganes tuzigacha qaytariladi:

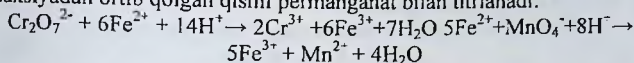


Nihoyat, $Mn_2(SO_4)_3$ oksalat kislota bilan o'zaro reaksiyaga kirishib, dastlabki birikma $MnSO_4$ ga qadar qaytariladi:

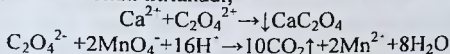


Demak, eritmaga qo'shilgan $MnSO_4$ qaytadan o'z asliga keladi va reaksiyaga srf bo'lmaydi, lekin reaksiya tezlashadi, chunki yuqorida keltirilgan oraliq bosqichlar (qizdirish bilan) juda tez boradi. Bunday

reaksiyalar avtakotalitik reaksiyalar deyiladi. Agar oksalat kislota eritmasiga avval $MnSO_4$ qo'shilmasa, qaynoq oksalat kislota eritmasini permanganat bilan titrlashda permanganatning dastlabki tomchilari nihoyatda sekin rangsizlanadi. Lekin ozgina Mn^{2+} ionlari hosil bo'lishi bilanoq $H_2C_2O_4$ nihoyatda tez, ya'ni bir lahzada rangsizlanadi. Shunday qilib to'g'ri titrlash usuli bilan oksalat kislota va uning tuzlari, H_2O_2 , HJ , H_2SO_3 , H_2S , HNO_3 kislotalar hamda $Na_2S_2O_3$, rodanid ionlari, ko'pchilik metal ionlari aniqlanadi. Teskari (qoldiqli) titrlash usulida oksidlovchilarni hamda oksidlash xossasiga ega bo'lgan moddalarni aniqlash mumkin. Masalan, kaliy dixromat eritmasidan xromni aniqlashda Fe^{2+} ionlarining oksidlanishidan foydalaniladi, uning reaksiyadan ortib qolgan qismi permanganat bilan titrlanadi:



Kalsiy ionini aniqlashda (CaC_2O_4 cho'kmasini hosil qilib), reaksiyaga kirishmasdan qolgan, ya'ni kalsiy bilan bog'lanmagan oksalat ionlari $KMnO_4$ eritmasi bilan titrlanadi;

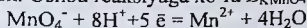


$KMnO_4$ ning ishchi eritmasini tayyorlash. Shuni nazarda tutish kerakki, permanganat toza bo'lmaydi, uning tarkibida har doim qaytarilish mahsulotlari, masalan, MnO_2 bo'ladi. Bundan tashqari, permanganat chang bilan birga suvga tushadigan qaytaruvchilar (ammiak, organik moddalar va hakoza) ta'siridan oson parchalanadi. Buning natijasida $KMnO_4$ eritmasi tayyorlanib bo'lgandan keyin uning konsentratsiyasi bir oz kamayadi.

Demak, $KMnO_4$ dan aniq miqdorda tortib olish yo'li bilan permanganatning titrlangan eritmasi tayyorlab bo'lmaydi. Tayyorlab qo'yilgan permanganat eritmasining titrini 7-10 kundan keyin aniqlash kerak. Kaliy permanganat eritmasini qorong'u joyda yoki qoramtir shisha idishlarda saqlash zarur, chunki uning parchalanish reaksiyasi yorug'lik nuri ta'sirida tezlashadi.



10% $KMnO_4$ dan tayyorlash kaliy permanganatning 250 ml 0,1 n eritmasini tayyorlash. Ushbu reaksiyaga ko'ra $E_{KMnO_4} = 31,61$



Proporsiya tuzamiz:

1n. $KMnO_4$ eritmasida _____ 31,61 g $KMnO_4$ bor

0,1 n. $KMnO_4$ eritmasida _____ x g $KMnO_4$ bor

$$x = 0,1 \cdot 31,61 / 1 = 3,161 \text{ g}$$

1000 ml eritmada _____ 3,161 g KMnO_4 erigan

250 ml eritmada _____ x g KMnO_4 erigan

$$x = 250 \cdot 31,61 / 1000 = 0,79 \text{ g}$$

10 g KMnO_4 _____ 100 ml eritmada erigan

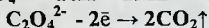
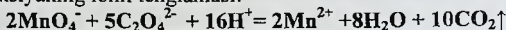
0,79 g KMnO_4 _____ x ml eritmada erigan

$$x = 0,79 \cdot 100 / 10 = 7,9 \text{ ml}$$

Demak, 0,1 n eritma tayyorlash uchun 10% li KMnO_4 eritmasidan taxminan 8 ml olib, 250 ml o'lchov kolbasiga solinadi va belgisigacha distillangan suv qo'shib suyiltiriladi.

Oksalat kislotaning standart eritmasini tayyorlash.

Reaksiyaning ionli tenglamasi:



Oksalat anion ikkita elektron berib, CO_2 gacha oksidlanadi. Binobarin, $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ning gram-ekvivalenti quyidagicha bo'ladi:

$$E(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 126,07 / 2 = 63,04 \text{ g.}$$

Dastlabki moddaning 0,1 n. eritmasi ham 250 ml miqdorda tayyorlanadi. Buning uchun quyidagi miqdorda modda tortib olinadi, kolbada suvda eritiladi:

$$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = 0,1 \cdot 250 \cdot 63,04 / 1000 = 1,5757 \text{ g}$$

Ya'ni 1,5757 grammga yaqin $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ni tarozida aniq o'rtib olib, 250 ml hajmli o'lchov kolbasiga solinadi. Dastlab distillangan sovuq suvda eritiladi. Endi tayyorlangan eritmaning titri va normalligi aniqlanadi. Misol uchun, oksalat kislotaning o'lchab olingan tortim massasini 1,5757g. Eritmaning titri:

$$T(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 1,5757 / 250$$

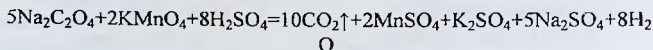
$$T(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 0,0063156 \text{ g/ml}$$

Eritmaning normalligi:

$$N = T \cdot 1000 / E = T(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) \cdot 1000 / E(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$$

$$N(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 0,1001 \text{ n.}$$

Kaliy permanganatning tayyorlangan eritmasining titrini oksalat kislotaning standart eritmasi bo'yicha aniqlash. KMnO_4 eritmasini titrini aniqlash uchun turli dastlabki moddalar, masalan $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$, As_2O_3 , $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, temir metali va boshqalardan foydalanish mumkin. Bular ichida eng qulayi $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dir.



Toza yuvilgan jo'mrakli byuretkani avval permanganat eritmasi bilan chayib, so'ngra unga eritma to'ldiriladi va titrlash uchun tayyorlanadi. Pipetka oksalat kislotasi eritmasi bilan chayiladi va unda 15,00 ml standart eritmada o'lchab olib, konussimon kolbaga solinadi, ustiga 2n sulfat kislotasi eritmasidan 15 ml qo'shib, aralashma 75-80 gradusgacha qizdiriladi (eritma qaynab ketishiga yo'l qo'ymaslik kerak, aks holda oksalat kislotasi parchalanib ketadi). Issiq eritma byuretkadagi kaliy permanganat eritmasi bilan titrlanadi.

Kaliy permanganat eritmasi dastlab issiq eritmani ohista tomchilatib turgan holda qo'shiladi (titrlanadi). Har bir tomchi kaliy permanganatning rangi o'chgandan so'ng keyingi tomchi qo'shiladi. Kaliy permanganat eritmasining birinchi qo'shilgan tomchilari ancha-sekin rangsizlanadi. Lekin ayni reaksiya uchun katalizator vazifasini bajaradigan Mn^{2+} kationlari eritmada hosil bo'lishi bilan kaliy permanganat eritmasi tomchilarining rangi juda tez o'cha-boshlaydi. Bir tomchi permanganat tasiridan 1-2 minut ichida yo'qolmaydigan och pushti rang hosil bo'lguncha titrlash davom ettiriladi.

$$\begin{aligned} N(KMnO_4) \cdot V(KMnO_4) &= N(H_2C_2O_4) \cdot V(H_2C_2O_4) \\ N(KMnO_4) &= N(H_2C_2O_4) \cdot V(H_2C_2O_4) / V(KMnO_4) = \\ &= 0,1001 \cdot 15 / 14,59 = 0,1501 \end{aligned}$$

17. ELEKTROLIZ

Elektrokimyo. Kimyoviy o'zgarishlar va elektr energiya. Barcha elektrokimyoviy jarayonlar bir kimyoviy birikma tarkibidagi elektronning boshqa biriga ko'chishi bilan boradi, ya'ni oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari hisoblanadi.

Ikki elektrokimyoviy yacheykalar energiya farqi redox reaksiyalar yacheykalarda o'z-o'zidan ketishi (energiya ajralib chiqishi bilan boradigan reaksiyalar) yoki o'z-o'zidan ketmasligini (energiya yutilishi bilan boradigan reaksiyalar) belgilab beradi.

Galvanik element reaksiyani o'z-o'zidan ketishini belgilab beradi ($\Delta G < 0$). Yacheykada boradigan reaksiyalarda ajralib chiqadigan energiya miqdori energiyasi yuqoriroq bo'lgan reagentning energiyasi kam bo'lgan reagentdan farqi orqali topiladi, va shu energiya miqdori ma'lum bir vazifani bajarish uchun sarflanadi (masalan: fonar, MR3 plaer, motor va hokazo), shu boisdan bu turdagi reaksiya kundalik hayotda muhim ahamiyatga egadir. Bundan tashqari shuni ta'kidlab o'tish joizki, barcha batareyalar galvanik elementlar sirasiga kiradi.

Misni mis sulfat eritmasini, ruxni esa rux sulfat eritmasiga tushirib tuz ko'prigi orqali hamda mis va rux elektrodlarini galvonometr orqali ulab berk zanjir hosil qilsak, Daniel-Yakobi elementi hosil bo'ladi. Shunday elementlarning asosiy xususiyati elektr yurituvchi kuchi musbat (oksidlovchi) va manfiy (qaytaruvchi) sistemalarning potentsiallar farqi bilan ifodalanadi. Agar shu potentsiallar farqi standart sharoitda aniqlansa, zanjirning elektr yurituvchi kuchi deyiladi va u quyidagicha aniqlanadi:

$$E_{YUK} = E_1 - E_2$$

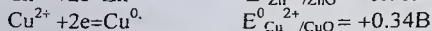
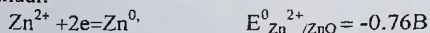
Bunday jarayonning yurituvchi kuchi sifatida izobar-izotermik potentsial (Gibbs energiyasi) ning kamayishi xizmat qiladi. Bu qiymatning kamayishi kimyoviy reaksiyaning maksimal ishini aks ettiradi. Galvanik elementning bajargan ishi

$$A = I \cdot U \cdot t = Q \cdot U$$

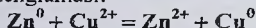
bo'ladi, bunda I-galvanik elementida paydo bo'lgan tok kuchi, U-potentsiallar farqi, t-vaqt, Q-elektr toki miqdori. Sistemaning energiyasi boshqa jarayonlar (masalan bir qism energiya sistemani isitishga) sarf bo'lmagan holatda sistema muvozanat holatida bo'ladi. Unda $I=0$, $U=E$ (elementning kuchlanishi E_{YUK} ga teng bo'lgan holat), ya'ni maksimal ish $A_{maks} = Q \cdot E$ bo'ladi. Unda $-\Delta G = A_{maks} = Z/E$ bo'ladi.

Boshqacha aytganda termodinamik muvozanat (tezligi juda kichik jarayon davomida ayni sistema bosimi va temperaturasi muvozzant

holatni saqlagan) sharoitidagina galvanik element maksimal ish bajaradi. SHunday galvanik element uchun elektr tokining bajargan maksimal ishi kimyoviy reaksiyaning erkin energiyasining o'zgarishiga teng, buning natijasida elementda elektr toki paydo bo'ladi. Uning qiymati standart sharoitda $\Delta G^0 = -Z/E^0$ ga teng bo'ladi. Bu tenglamada E^0 galvanik elementning standart sharoitidagi EYUK sidir. Yuqoridagi formulalardan mazkur jarayon o'z-o'zidan sodir bo'lish sharti-sistemaning EYUK qiymati musbat bo'lishidir. Yuqorida keltirilgan mis-rux galvanik elementi uchun EYUK ni hisoblashda elektrodlarda sodir bo'ladigan jarayon tenglamasini tuzishda oksidlangan modda formulasining tenglamaning chap tomonida qaytarilgan sistemanikini o'ng tomonga yoziladi:

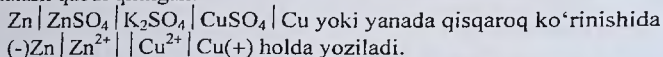


Mazkur elementda sodir bo'ladigan yarim reaksiyalar: anod jarayoni: $\text{Zn} = \text{Zn}^{2+} + 2e^- = \text{Zn}^0$ (ruhning oksidlanishi) $E^0 = -0.76\text{B}$, katod jarayoni: $\text{Cu}^{2+} + 2e^- = \text{Cu}^0$ (misning qaytarilishi) $E^0 = +0.34\text{B}$. Natijada sodir bo'lgan reaksiya tenglamasi:



uchun EYUK = $0,34 - (-0,76) = 1,1\text{ V}$ bo'ladi.

Galvanik elementlarning tuzilishini quyidagi sxemalar orqali ifodalash qabul qilingan:

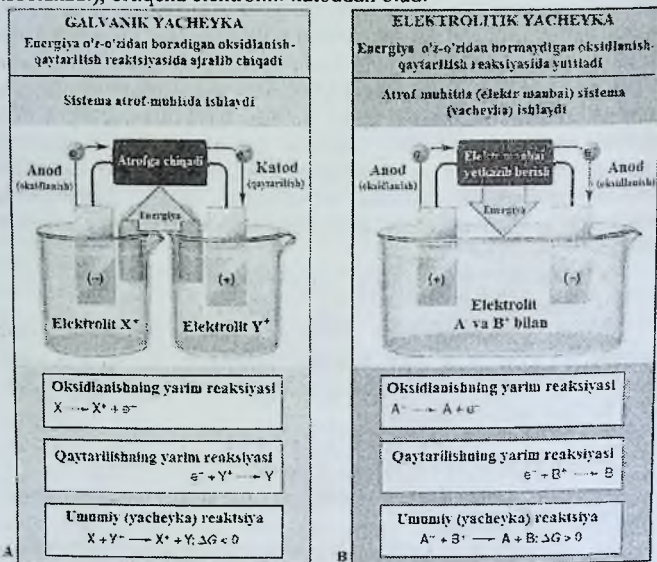


Elektrolitik yacheykalar-reaksiya o'z-o'zidan sodir bo'lmaydi ($\Delta G > 0$) va reaksiya ketishi uchun ma'lum bir miqdordagi elektr energiya talab etiladi. Berilishi lozim bo'lgan energiya miqdori yacheykalardagi energiyalar farqi orqali topiladi. Jarayon sodir bo'lishi uchun atrof-muhit sistema ustidan ish bajarishi lozimdir. Bu yo'l orqali metall va qotishmalarning sirtini korroziyaga chidamli metallar bilan qoplashda, rudalardan toza holdagi metallarni olishda foydalaniladi.

Elektr toki o'tkazilayotgan eritma elektrolit deb atalib, unga elektrodlar yordamida elektr toki yuboriladi. Elektrodlar yarim-reaksiya qarda sodir bo'layotganiga qarab anod va katodlarga bo'linadi (17.1-rasm).

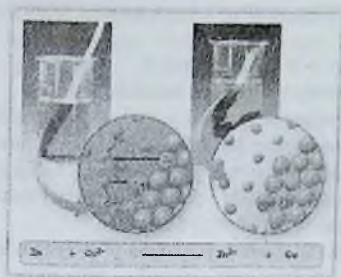
Oksidlanish bilan boradigan yarim-reaksiyalar anodda sodir bo'ladi. Birikma tarkibidan elektron ajralib chiqadi, oksidlanadi (qaytaruvchi agent hisoblanadi), o'z elektronlarini anodda qoldiradi.

Qaytarilish bilan boradigan yarim reaksiyalar katodda sodir bo'ladi. Birikma o'ziga elektron biriktirib oladi, qaytariladi (oksidlovchi agent hisoblanadi), ortiqcha elektronni katoddan oladi

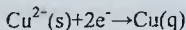


17.1-rasm. Galvanik element (A) va elektrolizning (B) asosiy xarakteristikasi

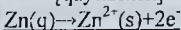
Galvanik element. Galvanik elementlar: elektr energiya hosil qilish uchun reaksiya o'z-o'zidan sodir bo'lishidan foydalanish. Biz tarkibida Cu^{2+} ioni saqlagan eritmaga rux plastinkasini solgan vaqtimizda, eritma rangi asta-sekinlik bilan rangsizlanadi va rux plastinkasi jigarrang-qora rangli mis metali bilan qoplangan boshlanadi va bu o'z-o'zidan sodir bo'layotgan reaksiyada eritmadagi Cu^{2+} ioni plastinkaga qoplanadi va plastinkadagi rux metali esa eritmaga Zn^{2+} ioniga o'ta boshlaydi (17.2-rasm).



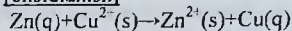
17.2-rasm. Oz-o'zidan boradigan rux va mis(II) ionlari orasidagi reaksiya



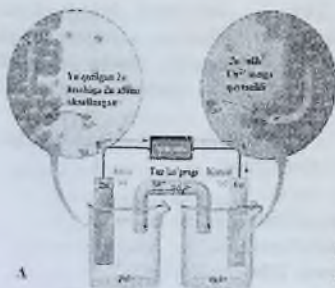
[qaytarilish]



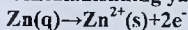
[oksidlanish]



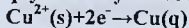
[umumiy reaksiya]



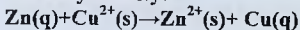
Oksidlanishning yarim reaksiyasi



qaytarilish yarim reaksiyasi



Umumiy reaksiya



17.3-rasm. Galvanik elementga asoslangan rux-mis reaksiyasi.

A, Anodda Zn atomidagi ikkita elektron anodga o'tadi va Zn^{2+} ioni hosil bo'ladi. Katodda Cu^{2+} atomi elektroddan ikki dona elektron qabul qiladi va mis ioniga o'tadi. **B,** Ma'lum bir vaqtdan so'ng katod massasi ortadi, anod massasi esa kamayadi.

Yacheykalarda hosil bo'layotgan ikkita elektrodning elektr energiyalari ayirmasi elektrokimyoviy yacheykaning (EKY) qiymatini beradi. Elektronlarning oqimi hech qanday tashqi ta'sirlarsiz manfiy zaryadlangan elektrodlardan musbat zaryadlangan elektrodlar tomon ko'chadi. SHu boisdan, quyidagi xulosani chiqarsak bo'ladi, reaksiya o'z- o'zidan sodir bo'lishi uchun elektrokimyoviy yacheyka musbat qiymatga ega bo'lishi kerak.

-EKY ning qiymati musbat bo'lsa, reaksiya hech qanday ta'sirsiz ketadi

-EKY manfiy bo'lsa, reaksiya o'z- o'zidan bormaydi

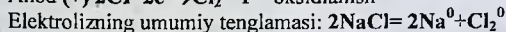
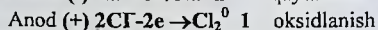
-EKY=0 ga teng bo'lganda, sistema muvozanat holatida bo'ladi.

Yarim reaksiyaning standart potensial qiymati – mahsus sharoitda (298K harorat) va sistemadagi barcha gaz holatdagi moddalar 1 atm bosimga, eritmadagi ionlarning konsentratsiyasi esa 1 M teng bo'lgan holatda bir atom (yoki ionning), anodda (katodda) qaytarilishi (oksidlanishi) uchun zarur bo'ladigan elektr energiya miqdori.

Elektroliz jarayoni. Elektr toki ta'sirida suyuqlanma yoki eritmada ketadigan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari elektroliz deb ataladi. Elektroliz jarayoni suyuqlanma yoki eritmada amalga oshadi.

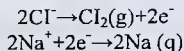
Suyuqlanmalar elektrolizi. Elektroliz jarayonini belgilaydigan ko'rsatkichlardan biri elektrodlardir. Agar tuzlarning suyuqlanmasiga biror inert modda, masalan, grafit, ko'mir yoki platina elektrod tushirilgan bo'lsa, shu suyuqlanmada oksidlanish – qaytarilish reaksiyasi sodir bo'ladi (17.4-rasm).

Suyuqlanmada ham Na^+ va Cl^- ionlari hosil bo'lgani uchun katodda kationlar qaytarilsa, anodda anionlar oksidlanadi.

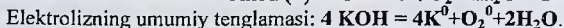
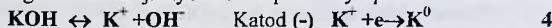


Kuchlanish manbai

17.4-rasm. NaCl suyuqlanmasi elektrolizi

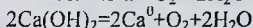
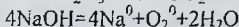
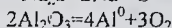
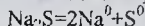
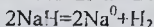
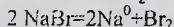
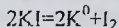
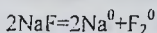


Agar elektroliz jarayonida ishqorlar suyuqlanmasi ishtirok etsa:



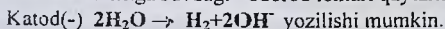
Suyuqlanmalar elektrolizi natijasida juda faol bo'lgan metallarni va metallmaslarni olish mumkin bo'ladi. Suyuqlanmalar elektrolizida

ishqoriy va ishqoriy er metallari. alyuminiy, flor, xlor olinadi. Bu moddalarning birikmalari faqat yuqori haroratdagina elektrolizga uchraydi:



3. Eritmalar elektrolizi. Tuzlarning, kislota va asoslarning suvdagi erimarlari elektrolizida suv molekullari ham ishtirok etganligi uchun bu jarayon ancha murakkabroq bo'ladi. Agar elektrolizda inert elektrodlar (ko'mir, grafit va platina) ishlatilsa katodda boradigan jarayonlar uchun quyidagi qoidalariga amal qilinadi.

Agar eritmada metallarning kuchlanishlar qatorida litiydan alyuminiygacha bo'lgan metallarning kationlari turgan bo'lsa katodda metall ionlari o'rniga suvdagi vodorod ionlari qaytariladi:

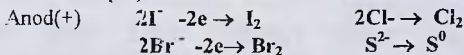


Agar eritmada metallarning kuchlanishlar qatorida aluminiiy va vodorod orasida joylashgan metallarning kationlari bor bo'lsa, u holda bir paytni o'zida ham metall ham vodorod kationlarining qaytarilishi kuzatiladi:

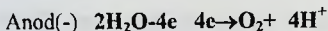


Agar eritmada metallarning kuchlanishlar qatorida vodoroddan keyin turgan metallar kationlari (Cu, Ag, Hg, Au, Pt) bo'lsa, eritmada faqat shu metall kationlarining o'zi qaytariladi.

Eritmalar elektrolizi anodning qanday moddadan tayyorlanganligiga bog'liq. Agar anod inert hisoblangsa, u erimaydi. Bunday elektrod sifatida ko'mir, grafit, platina olinishi mumkin. Anoddagi jarayonlar anionlari kislorodsiz kislotalardan iborat bo'lgan anionlar uchun shu ionlarning oksidlanishi hisobiga amalga oshadi. Bunday ionlar qatoriga Cl^- , Br^- , I^- , S^{2-} (flor anionidan tashqari) ionlari kiradi:

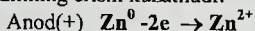


Agar eritmada anionlar kislorodli kislotalardan iborat bo'lsa (SO_4^{2-} , NO_3^- , ClO_4^- , MnO_4^{2-} , CO_3^{2-} , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, CrO_4^{2-} va boshqalar) bu holda suvdagi giroksid ionlari yoki suv molekullari oksidlanadi:

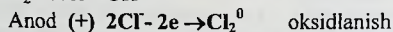
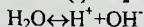
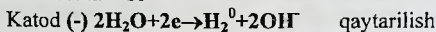
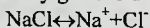


Eritmada fluor anionlari bor bo'lganda ham, ularning o'rniga suv molekularining oksidlanishi kuzatiladi va shuning uchun ham suvdagi eritmalaridan erkin fluor ajratib olib bo'lmaydi.

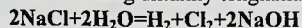
Elektroliz jarayonida eriydigan elektrod ishlatilgan bo'lsa, bunday elektrodlar qatoriga mis, kumush, rux, kadmiiy, nikel, xrom olinganida, ana shu anod sifatida olingan metallarning oksidlanishi ya'ni anod metallining erishi kuzatiladi:



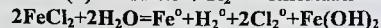
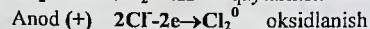
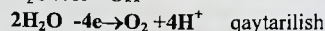
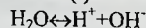
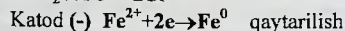
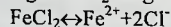
Eritmalarda elektroliz jarayoniga misollar ko'ramiz. Masalan, osh tuzining suvdagi eritmasini olaylik. Osh tuzining eritmasi elektroliz qilinsa katodda vodorod gazi, anodda xlor gazi ajralib chiqadi, eritmada esa natriy gidroksid qoladi.



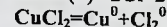
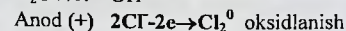
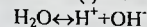
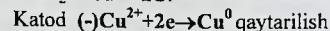
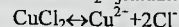
Elektrolizning umumiy tenglamasi:



Agar FeCl_2 ning suvdagi eritmasi elektrolizi olinsa:



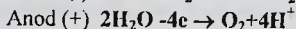
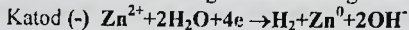
Agar elektroliz mis(II) xlorodning suvdagi eritmasida amalga oshirilsa, eritma elektrolizi xuddi suyuqlanmaga o'xshab ketadi va ham Cu va ham Cl_2 ajraladi:



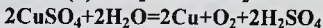
Na_2SO_4 , KNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, H_2SO_4 , KOH , NaOH kabi moddalarning suvdagi eritmaları elektroliz qilinsa faqat suv parchalanib, vodorod va kislorod gaz holda ajralib chiqadi. Bu moddalarning o'zi esa eritmada saqlanib qoladi, ular eritmaning elektr o'tkazuvchanligini

oshirib elektroliz jarayonini tezlashtiradi va eritmaning konsentratsiyasi ortishi kuzatiladi.

Rux sulfat eritmasining elektrolizi tenglamasi:



Mis(II) sulfat eritmasining elektrolizi:



Elektrolizning miqdoriy qonunlari. Elektrolizning miqdoriy qonunlari M.Faradey formulalarida o'z ifodasini topgan.

Faradeyning I qonuni. Elektroliz natijasida elektrodda ajralib chiqqan moddalar massasi eklektrolit eritmasi orqali o'tgan elektr tokining miqdoriga to'g'ri proporsionaldir:

$$m = k \cdot Q$$

m -elektrolizda ajralib chiqqan moddaning massasi; Q -tokning miqdori; k - proporsionallik koeffisienti bo'lib, moddaning kimyoviy ekvivalenti deyiladi.

Faradeyning II qonuni. Agar turli elektrolit eritmalaridan bir xil miqdorda elektr toki o'tkazilsa elektrodalarda ajralib chiqadigan moddalarning miqdori ularning kimyoviy ekvivalentiga to'g'ri proporsional bo'ladi:

$$m = I \cdot E \cdot t / F$$

m -Elektrolizda ajralgan modda miqdori, g ; I - amperlarda o'lchangan tok kuchi; E - elektrolizda ajralgan moddaning kimyoviy ekvivalenti;

$$E = A/v$$

Kimyoviy ekvivalent element atom massasini valentlikka bo'lgan nisbati orqali topiladi.

F -faradey soni bo'lib, uning son qiymati 96500 Kl ga teng.

Har qanday moddaning bir ekvivalent miqdorini olish uchun eritma va suyuqlanmadan bir xil miqdorda elektr miqdorini ya'ni 96500 Kl elektr miqdorini o'tkazish kerak.

Elektrolizning amaliy ahamiyati. Elektroliz jarayoni Na, K, Ca, Ba, Mg, Al kabi anchagina aktiv metallarni olishning usullaridan biri hisoblanadi. Metallaslarning eng faoli bo'lgan fluor faqat floridlarning suyuqlanmalarini elektroliz qilib olinadi.

Elektroliz metallarning yuzalarini metallar qatlami bilan qoplashda ham keng qo'llaniladi. Bunda metallarning yuzasiga **Ni, Cr, Ag, Cu** qoplanadi.

Metallar yuzasini ko'rinishi chiroyli bo'lgan va himoya metall qatlamlari bilan qoplash galvanostegiya deyiladi. Metallar yuzasini shu tariqa xromlash, qalaylash, nikellash va mislash mumkin.

Tipografik, fotonusxalar olish maqsadida qavariq yuzalardan qoplamalar olish va ularni keyinchalik ko'paytirish galvanoplastika deyiladi.

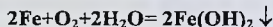
Metallar korroziyasi. Metallar va ular qotishmalarining tashqi muhit ta'sirida o'z-o'zidan emirilishi korroziya deb ataladi. Korroziyani ikki qismga bo'lish mumkin: kimyoviy va elektrokimyoviy korroziya.

Kimyoviy korroziya metallar va ular qotishmalarining sirtqi qavati havodagi turli gazlar (kislorod, vodorod sulbfid, sulfit angidrid, azot oksidlari va boshqalar) ta'sirida emirilishi tushuniladi. Bu jarayonda metallarning agressiv muhit ta'sirida oksidlari, sulfidlari va boshqa birikmalari hosil bo'lishi kuzatiladi.

Korroziya tufayli kumush o'zini yaltiroqligini yo'qotadi, temir zanglaydi, rux, qalay, zanglamaydigan po'lat xitalanib qoladi. Lekin metallarning aktivlik qatorida eng oxirida joylashgan oltin va platina atmosfera ta'siridan korroziyaga uchramaydi.

Namlik va havo kislorodi ta'sirida elektrokimyoviy korroziyasi yuzaga keladi. Ba'zi metallar o'z sirtida oksid pardasi hosil qilish xossasiga ega, shuning uchun alyuminiy, rux, xrom, berilliy, nikel, magniy kabi metallar korroziyaga chidamlidir.

Temir va uning qotishmalari korroziyaga chidamsiz hisoblanadi. Korroziya jarayonida oksidlovchi kislorod bo'lgani uchun quyidagi jarayon sodir bo'ladi:

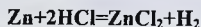


Temir(II) gidroksid havo kislorodi va namlik ta'sirida yana oksidlanib $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ga aylanadi:



Agar bu jarayon agressiv muhit (CO_2 , SO_2 , NO_2) ishtirokida amalga ohsa korroziya yanada tezlashadi.

Agar ikkita metall bir-biriga ulangan holatda korroziyaga uchratilsa, bu metallarning eng faoli birinchi navbatda korroziyaga uchrashi aniqlangan:



Ruxning kislotada erishi kuzatiladi. SHu jarayon rux metalli bilan tutashtirilgan mis ishtirokida amalga oshirilsa, rux metallining korroziyalanishi yanada kuchayadi. Bu erda elektrokimyoviy korroziyalanish yuzaga kelib, bir metall musbat, ikkinchisi manfiy zaryadlanib qoladi.

Korroziyaga qarshi kurash. Metallar sirtini himoya qatlamlari bilan o'raladi. Metallar sirtiga lak, bo'yoq, emal bilan qoplanadi. Metallarning sirtiga havo va boshqa agressiv muhitni ta'siri kamayib korroziya sekinlashadi.

Metallarning yuzasi boshqa metallar bilan (Ni, Cr, Zn, Cd, Sn, Cu, Ag, Au va boshqalar) qoplanadi. Metallarning yupqa pardasi ichkaridagi metallni keyingi oksidlanishdan saqlaydi.

Metallardan yasaladigan mashina va mexanizmlar metallning o'zidan emas, balki korroziyaga chidamli qotishmalardan yasaladi. Bunday qotishmalar juda ko'p. Ruxlangan, qalaylangan, xromlangan qotishmalar korroziyaga chidamli va xossalari toza metallardan ustun turadi.

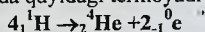
Metallarni korroziyadan saqlash uchun elektrokimyoviy himoya usullaridan foydalaniladi. Metall buyumlarga faolligi yuqori bo'lgan boshqa metallardan tutqich (zaklyopka) ulab qo'yiladi. Bunda agar faol metall emirilib tugamaguncha asosiy metall korroziyaga uchramaydi. Dengizdagi kemalar, er osti quvurlari, gaz o'tadigan quvurlar korroziyasini sekinlashtirish uchun protektor himoya ishlatiladi. Bunday sharoitda ko'pincha po'lat quvurlarni himoyalash uchun aktiv metall (masalan, rux) ishlatiladi. Protektor sifatida magniy, rux, aluminiy qotishmalari ham qo'llanilsa yaxshi natijalar olingan. Protektor emirilib bo'lsa unga yangisi ulab qo'yiladi. Kemalarni korroziyalanishdan saqlash uchun ular mis bilan qoplanadi. Misli qoplamaga protektor (Zn, Fe, Mg) ulab qo'yilsa kema korpusini korroziyalanishi sekinlashadi.

Metallar saqlanadigan muhitga korroziyani sekinlashtiruvchi moddalar - ingibitorlar qo'shib qoyiladi. Ingibitorlar organik moddalar, nitrit, xromat, silikat, fosfat kislotatuzlarining samaradorligi yuqoriligi ma'lum.

18. VODOROD

Vodorod (Hudrogenium). Ingliz olimi G.Kavendesh (1731-1810) vodorodning xossalarini va boshqa gazlardan farqini o'rgandi. 1783-yilda A.Lavuaze vodorodni birinchi marta suvdan ajratib oldi va suv vodorod va kisloroddan tashkil topishini ko'rsatdi. Vodorodni "suv hosil qiluvchi" deb nomladi.

Tabiatda uchrashi. Vodorod tabiatda keng tarqalgan kimyoviy element. Er sharida uning miqdori 1% (atmosfera, litosfera va gidrosfera). U torf va qo'ng'ir ko'mir tarkibiga, neft, suv, tuproq va boshqalarni tarkibida bor. Erkin holda vodorod juda kam uchraydi. U quyoshning yarmini, yulduzlarning asosiy qismini tashkil etadi. U ko'p planetalar atmosferasida, kometalarda, gaz va tumanlarda bor. Quyosh sistemasida vodorod asosida quyidagi termoyadro reaksiyasi boradi:

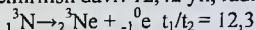


Suvning tarkibida 11 % vodorod bor

Vodorodning izotoplari: Vodorodni 3 ta izotopi bor: ${}^1_1\text{H}$ - protiy, ${}^2_1\text{H}$ - deyteriy va ${}^3_1\text{N}$ - tritiy.

Tabiatda 99,985 % protiy va 0,015 % deyteriy bo'ladi. ${}^3_1\text{N}$ - tritiy tabiatda nihoyatda kam uchraydi, faqat atmosferaning yuqori qatlamlarida, koinot nurlari ta'sirida va yadro reaksiyalarida hosil bo'ladi. Vodorod izotoplarining tavsiflari 18.1-jadvalda keltirilgan.

Tritiyning yarim emirilish davri 12,42 yil, radioaktiv izotop.



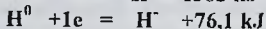
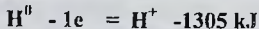
18.1.-jadval

Vodorod izotoplarining tavsiflari

№	${}^1_1\text{N}$	${}^2_1\text{N(D)}$	${}^3_1\text{N(T)}$
Nomlari	protiy	deyteriy	tritiy
Tabiatda tarqalishi	99,98%	0,016%	$10^{-15}\%$
Izotopning massasi	1,0078	2,0141	3,0160
Yarim emirilish davri	barqaror	barqaror	12.3
Yadro spini	1/2	1	1/2

Hozirgi paytda deyteriy turli dorivor moddalarning farmakokinetikasini tekshirishda radioaktiv nishon sifatida qo'llaniladi. Shu maqsadda o'zidan α -zarrachalar tarqatadigan tritiy ham ishlatiladi. Tritiy organizmdagi suvning umumiy miqdorini aniqlashda kerak bo'ladi. Ayniqsa fermentlar mexanizmini tekshirishda, turli kasalliklarni tahlil qilishda foydalaniladi.

N atomi yadrosi birgina protondan iborat, atom massasi 1,00797 vodorod atomi musbat va manfiy zaryadlangan ionlar hosil qilishi mumkin.



H^+ bu, yadro, ya'ni erkin proton. H^- inert gaz geliyning elektron qavatiga o'xshash. N^- anchagina beqaror.

Molekular vodorod metallarda (**Fe, Ni, Pt va Pd**) yaxshi eriydi. Bir litr palladiy 900 l vodorodni eritishi ma'lum. Bu jarayonda palladiyni hajmi kattalashadi

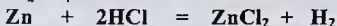
Vodord molekulasi juda mustahkam, kam qutblanuvchan, engil va harakatchan kichik zarrachadir. Shu sababdan vodorodnihoatda past haroratda suyuqlanadi – 259°C va 253°C da qaynaydi.

Qattiq vodorod geksagonal kristal panjaraga ega. Molekulaning atomlarga parchalanishi yuqori haroratda 2000°C da sezilarli tezlikda boradi.

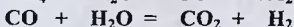
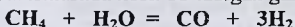


Atomar (atom holiday) vodorod odatdagi vodorod multilovchi elektr razryad orqali o'tkazish natijasida hosil bo'ladi. Atomar vodorod molekulyar vodorodga qaraganda bir necha marta aktivdir.

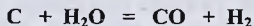
Vodorodning olinishi. Laboratoriyada vodorodni olish uchun rux metaliga HCl yoki H_2SO_4 kislota ta'sir ettiriladi:



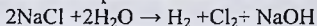
Sanoatda vodorod tabiiy galardan, suv gazidan suvni elektroliz qilish, koks gazi, neftni qayta ishlashda hosil bo'ladigan gazlardan olinadi:



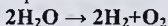
Vodord ko'mir konversiyasi usulida ham olinadi. Reaksiya 1000°C da amalga oshiriladi



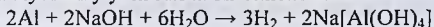
$\text{CO} + \text{H}_2$ bu aralashma sanoatda suv gazi deyiladi. Natriy xlor tuzining eritmasini elektroliz qilib olinadi.



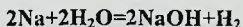
Suvni elektroliz qilish orqali olinadi:



Ishqorga alyuminiy yoki rux ta'sir ettirish usuli



Aktiv metallarga suv ta'sir ettirish tufayli ham vodorod olish mumkin:



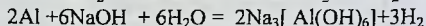
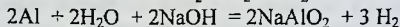
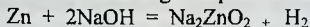
Suyultirilgan kislotalarga faol metallar ta'sir ettirish:

Buning uchun Kipp apparatida (18.1-rasm) suyultirilgan xlorid yoki sulfat kislota quyiladi. Uning o'rtadagi shariga, maxsus polimer moddadan yasalgan to'siq ustiga donador rux solinadi. Agar o'rta sharga o'rnatilgan jumrak ochilsa naydan vodorod ajralib chiqadi. Jumrakni kattaroq yoki kichikroq ochib vodorod ajralib chiqishini boshqarib turiladi.



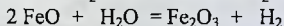
18.1-rasm. Vodorod va boshqa gazlarni sintez qilish uchun Kipp aparati

Amfoter metallarga ishqorlar ta'sir ettirish:



Xuddi shunaqa reaksiyalar Be, Pb, Sn, Ge bilan ham boradi.

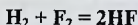
Temir bug' usuli Markaziy hamdo'stlik mamlakatlarida keng tarqalgan usul. Bu usulda 600-700°C cho'g' holidagi temirni suv bug'i bilan ta'sirlanishiga asoslangan. Bunda temir bir necha mahsulotlar hosil qiladi. Suv bugi qaytarilib vodorod hosil qiladi.



Kimyoviy xossalari. Tarkibida bitta elektron bo'lgan vodorod ikki atomli. H_2 -protiy, D_2 -deyteriy, T_2 -tritiy, HD , HT , DT molekularini hosil qiladi.

Vodorod ham oksidlovchi, ham qaytaruvchilik xossalarini namoyon qiladi.

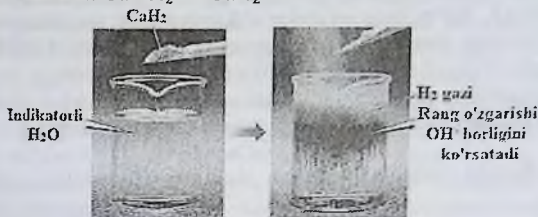
Odatdagi haroratda faqat fluor bilan reaksiyaga kirishadi:



Qizdirilganda fluor xlor, brom, kislород bilan reaksiyaga kirishadi.

Tarkibida biror element va vodorod bo'lgan birikmalar **gidridlar** deb ataladi. Ular eng oddiy elementlar jumlasiga kiritish mumkin. Gidridlar quyidagi guruhlariga bo'linadi:

Ion (tuzsimon) tuzilishga ega bo'lgan gidridlar. Bunday birikmalar qatoriga ishqoriy va ishqoriy-er metallari gidridlari (Ca, Sr va Ba) kiritilishi mumkin. $\text{Ca} + \text{H}_2 \rightarrow \text{CaH}_2$



18.2-rasm. Kalsiy gidridining suv bilan reaksiyasi

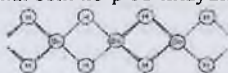
Gidridlar oq qattiq moddalar. Ular yuqori suyuqlanish haroratiga ega. Bunday gidridlar suyuqlanmasi elektrolizida vodorod ajraladi. Gidridlar oson gidrolizga uchraydi:

$\text{MeH} + \text{H}_2\text{O} = \text{MeOH} + \text{H}_2$ molekulyar gidridlarni metallmaslar va vodorod qosil qiladi. CH_4 , SiH_4 , NH_3 , H_2O , H_2S , HF , HCl va boshqalar. Odatda bunday gidridlar gaz moddalardir. H_2O va HF vodorod bog'lanish mavjudligi sababi suyuq moddalar hisoblanadi.

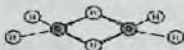
At	SS	atS	70
LiH(g)	NaH(g)	KH(g)	RbH(g)
-80,8	-76,2	-227	-221
$\text{NaH}_2\text{(g)}$	$\text{CaH}_2\text{(g)}$	$\text{SrH}_2\text{(g)}$	$\text{BaH}_2\text{(g)}$
-50,9	+18,7	71,0	-95,7
$\text{LaH}_3\text{(g)}$	$\text{CeH}_3\text{(g)}$	$\text{PrH}_3\text{(g)}$	$\text{NdH}_3\text{(g)}$
+117	+111	+71	-50,2
$\text{SmH}_2\text{(g)}$	$\text{EuH}_2\text{(g)}$	$\text{GdH}_2\text{(g)}$	$\text{YbH}_2\text{(g)}$
-187	-138	+1,30	

Polimer tabiatli gidridlar. Be, Mg, Al, In, Tl kabi elementlarga tegishli. Ularning formulasi $(\text{BeH}_2)_n$ yoki $(\text{TiH}_2)_n$. Gidridlar o'zaro molekulararo vodorod bog'lari hosil qilgan.

II guruhga tegishli bo'lgan gidridlarning bog'lanish tabiati metallarga xos bo'lgan bog'lanish bilan tavsiflanadi, ularningsh ko'pchiligi vodorod metall kristall panjarasiga singan holatda bo'ladi. Tarkibida vodorod atomlar soni ko'p bo'lmaydi. Masalan,

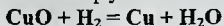


Bor elementi vodorod bilan BH_3 va B_2H_6 tarkibli gidridlarni hosil qiladi

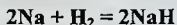


Vodorodning metall tabiatli birikmalari. d- va f- elementlarning vodorodli birikmalari metallik tabiatga ega. Ular metallga o'xshash qora qo'ng'ir rangli, mo'rt, issiq va elektr o'tkazuvchanlik metallarga o'xshab ketadi. Ularning formulalari o'zgaruvchan tarkibli MeH (BH , NbH , TaH), MeH_2 (TiH_2 , ZrH_2 , HfH_2 , ScH_2) va MeH_3 (UH_3 , PdH_3).

Vodorodning qaytaruvchilik xossasidan ba'zi oddiy moddalarni ularning oksidlari va galidlaridan qaytarish uchun foydalaniladi:



Oksidlovchi sifatida vodorod aktiv metallar bilan reaksiyaga kirishadi:



Ishlatilishi. Vodorod kimyo sanoatida ammiak, metanol, xlorid kislotasi kabi moddalarni olishda, shuningdek, yog'larni, suyuq yog'larni gidrogenlashda ishlatiladi. Vodorod kelajak yoqilg'isi hisoblanadi. Oxirgi paytlarda kuchli tovush to'lqinlari suvni vodorod va kislorodga parchalashi va ajralgan vodorod va kislorodni qaytadan yoqib dvigatellarni yurgazish tog'risidagi injenerlik echimlari matbuotda e'lon qilingan.

19. VIIA GURUH ELEMENTLARI

Galogenlar-ettinchi guruh bosh guruhchasining elementlari. 7A guruhning elementlari galogenlardir. Galogen soʻzi yunonchada “galos” tuz va “genodos” tugʻdiruvchi degan maʼnoni bildiradi. Galogenlarning birikmalari barqarordir.

1774 yilda Sheele HCl ga MnO_2 taʼsir ettirib olgan, G.Devi uni xloros yunonchada sargʻish-yashil deb nomladi va kimyoviy element sifatida kiritdi. Brom 1826 yilda Balar tomonidan dengiz suvi tuzlari tarkibidan ajratib olgan, “bromos” yunonchada qoʻlansa hidli degan maʼnoni bildiradi. Yodni 1812 yilda Kurtua dengiz oʻsimliklari kulini tekshirish jarayonida kashf etgan, “yodid” yunonchada binafsha degan maʼnoni bildiradi. Ftorni 1886 yilda Muassan suvsiz suyuq vodorod floridga aralashtirilgan KF ni elektroliz qilish natijasida olishga muvaffaq boʻlgan. Galogenlar davriy sistema 7A-guruhining asosiy guruhchasini tashkil qilib, ulardan ftor va xlori tipik elementlar xiliga, qolgan 3 tasi - Br, J va At lar esa brom guruhchasiga boʻlinadi. Buning sababi Cl va F lar kichik davrlarga kiradi.

Galogenlarning tashqi elektron qobigʻining tuzilishi bir xil- ns^2np^5 boʻlgan holda brom guruhchasi elementlarining tashqi va tashqidan oldingi qavatning elektron konfiguratsiyasi oʻzaro oʻxshash xildadir. Ftor eng kuchli oksidlovchi elementdir. Shuning uchun u faqat -1 koʻrinishda boʻla oladi. Ftordan boshqa galogenlar -1 dan +7 gacha boʻlgan turli xil oksidlanish darajasini namoyon qiladilar.

Shunday vaqtlarda baʼzi oksidlardan mustasno boʻlgan holda boshqa deyarli hamma hollarda oksidlanish darajasi toq sonli qiymatlarga ega boʻladi. Sabab- ns^2 va np^5 elektronardan juftlarining ketma-ket, navbatdagi boʻsh pogʻonachalarga oʻtib element reaksiyada ishtirok etayotgan paytda atomlarning kutilgandagi +1 oksidlanish darajasi bilan bir qatorda +3, +5 va +7 oksidlanish darajalarining namoyon boʻla olishidir.

Galogenlar molekulyar birikmalardir. F_2 ni hisobga olmaganda Cl_2 dan At_2 ga borgan sari molekularlarning dissosilanish energiyasi kamayib, berilgan temperaturada ularning termik dissosilanish darajasi ortib boradi. Bu maʼlumotlar galogenlarning atom massasi ortgan sari kimyoviy faolligi kamayadi degan xulosaga kelish imkoniyatini beradi. Galogenning radiusi ortishi bilan uning oksidlangan holda boʻlishi osonlashadi, kislorodda zaryad zichligi oshib boradi, H-O bogʻi boʻyicha dissosilanish qiyinlashadi, natijada kislota kuchsizlanadi.

Tabiatda tarqalishi. O'zlarining yuqori darajada kimyoviy faolligi tufayli aksariyat galogenlar tabiatda faqat birikmalar holida uchraydi. Faqat yod elementi suv o'simliklarining tanasida yig'ilishi mumkin. Ftor flyuorit (CaF_2), kriolit (Na_3AlF_6), fluorapatit ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$) minerallari tarkibida uchraydi.

Xlor tabiatda keng tarqalgan, u asosan birikma holida uchraydi, natriy, magniy, kaliy xloridlar dengiz va ko'l suvlarida erigan holatda hamda qattiq holatda konlarda uchraydi. Masalan, NaCl - galit yoki tosh tuz, $\text{KCl} \cdot \text{NaCl}$ -silvinit, $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ -karnallit, $\text{MgSO}_4 \cdot \text{KCl} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ kainit kabi minerallar tarkibida uchraydi.

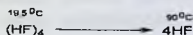
Eng og'ir galogen At tabiatda deyarli uchramaydi. Uni sun'iy yadro reaksiyalari vositasida sintez qilinadi. 210 Astatning eng barqaror izotopining yarim emirilish davri atigi 8,1 soatni tashkil etadi.

Galogenlarning vodorodli birikmalari. Galogenlarning birikmalaridan vodorodli birikmalari muhim o'rin tutadi. Bu birikmalardagi bog'lar kovalent qutbli bog'lardir. HF dan HI ga borgan sari bog'ning energiyasi va vodorodli birikmasining termik barqarorligi kamayadi. 19.1-jadvalda vodorodli birikmalarning fizikaviy xossalari keltirilgan.

Galogenlarning vodorodli birikmalarining suvda erishi bilan birga ularning ionlarga dissosilanishi ro'y beradi. Kuchli vodorod bog'lari hosil bo'lishi tufayli HF gina kuchsiz dissosilanadi, kuchsiz kislota. Qolganlari eng kuchli kislotalar qatoriga kiradi.

Vodorodli birikmalarining konsentrik eritmaları ustida tutun paydo bo'lishi kuzatiladi, ya'ni ular gigroskopik bo'lganligi sababli havodagi suv bug'larini o'z atrofida to'plab, ular bilan qo'shilib tegishli kislotalarning mayda-mayda tomchilarini hosil qiladilar.

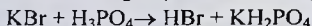
19.1-jadvaldan yaqqol ko'rinib turibdiki, HF ning suyuqlanish va qaynash temperaturalarini boshqalaridan anomal ravishda farq qiladi. Buning sababi uning molekularining hatto bug' holida ham assosilanganligidadir. Bug'ning zichligini aniqlash $t_{\text{qayn}} = 19,5^\circ\text{C}$ da HF tetramer holida uchrashini ko'rsatadi. Faqat 90°C dagina HF yakka molekulalardan iborat bo'ladi:



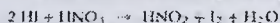
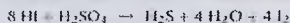
Galogenlarning vodorodli birikmalarni fizikaviy xossalari

Galogenlarning vodorodli birikmalari	HF	HCl	HBr	HI
Suyuqlanish harorati	-83	-112	-85,5	-50,4
Qaynash harorati	19,5	-85,7	-66,7	-35,4
Bog' energiyasi kJ/mol ⁻¹	574428		362	295
ΔH_f^0 kJ/mol	-273	-92,5	-36	+26
ΔG_f^0 kJ/mol	-271	-95,4	-53,6	+1,6
r_{AB} , nm	0,092	0,127	0,141	0,161
Suvda erishi (10°C, mol/l)	∞	14	15	12
Termik parchalanish darajasi 300°C	—	$3 \cdot 10^{-9}$	$3 \cdot 10^{-5}$	0,19
	1000°C	$1,4 \cdot 10^{-4}$	0,005	0,33

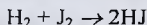
Galogenlarning vodorodli birikmalarini bir qancha olish usullari mavjud:



HI beqaror bo'lganligi sababli uni bu usulda olib bo'lmaydi



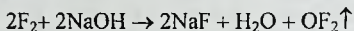
Vodorod yodid kislota tuzlari – metall yodidlar qaytaruvchi xossalarni namoyon qiladi. Kaliy yodid hatto kuchsiz oksidlovchi nitrat kislota HNO_2 ta'sirida O_2 ga qadar oksidlanadi. Vodorod yodid kislodata erkin yodni erishi bromga xos bo'lgan jarayondan chuqurroq sodir bo'ladi.



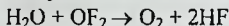
Galogenlarning kislorod tutgan birikmalari. Galogenlar kislorod bilan qator beqaror birikmalar hosil qiladilar. Ularning hosil bo'lish vaqtida Gibbs potentsialining o'zgarishi $\Delta G_{298}^0 > 0$ bo'lganligi uchun ular aylanma, bilvosita yo'llar bilan olinadi. Oksidlarga mos keluvchi kislotalarga qaraganda ularning tuzlari bir qadar barqarorroqdir.

Florning O_2F_2 va OF_2 kislorodli birikmasi mavjud. Kislorod florid OF_2 (qaynash harorati -145°C , suyuqlanish harorati -223°C) suyuq holda och sariq rangli zaharli gaz.

OF₂ ni olish uchun F₂ ni NaOH ning sovutilgan eritmasi orqali o'tkazish orqali yoki HF va KF ning suvdagi ertimalarini elektroliz qilib olinadi.



OF₂ning suv bilan reaksiyasi



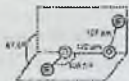
OF₂ ni HCl bilan reaksiyasida HF hosil bo'ladi



OF₂ 250°C dan yuqori haroratda qizdirilganda O₂ va F₂ ga ajraladi.

OF₂ kuchli oksidlovchi modda. Chunki undagi kislorod atomi rasmiy ravishda +2 oksidlanish holatida turadi. U o'zining barqaror holati -2 ga o'tishi kerak (Bu erda so'z O⁻² to'g'risida borayapti. Chunki O⁻¹ + 1e⁻ → O⁻² endotermik jarayon ekanligi bizga ma'lum).

O₂F₂ kislorod diflorid qizg'ish rangli qattiq jism, suyuqlanish harorati - 163 °C molekulasining tuzilishi quyidagicha bo'ladi:



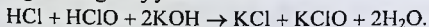
Xlorning kislorodli birikmalari muhim va ko'p sonlidir (Cl₂O, ClO₂, Cl₂O₃, Cl₂O₆, Cl₂O₇). Xlor xlorit, xlorat va perxlorat kislotalarni hosil qiladi. Cl₂O -xlor(1) oksidida xlorning oksidlanish darajasi +1 ga teng. Uni quyidagi reaksiya yordamida olish mumkin:



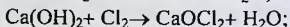
Bu oksid suvda erib, gipoxlorit kislotani hosil qiladi.



HClO - juda kuchsiz kislota, K=5·10⁻⁸, ya'ni u karbonat kislotasidan ham kuchsizdir, termik jihatdan turg'un emas. Ishqoriy muhitda muvozanat o'ng tomonga siljiydi:



Xlorni ishqorning sovuq eritmasi orqali o'tkazilganda ham shunday natijaga erishiladi: 2KOH+Cl₂→KCl+KClO+H₂O;

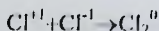


CaOCl₂ HCl va HClO kislotalarining aralash tuzidir.

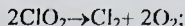
2CaOCl₂+CO₂+H₂O→CaCO₃+CaCl₂+2HOCl (bu almashinish reaksiyasi)



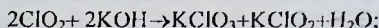
Oksidlanish-qaytarilish jarayoni Cl⁺¹ va Cl⁻¹ zarrachalar o'rtasida sodir bo'layapti:



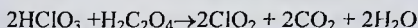
ClO_2 xlorning dioksidi, o'tkir hidli, o'z-o'zidan portlaydigan modda, (qaynash harorati – 11°C , suyuqlanish harorati – 60°C) Juda beqaror modda. Zarba ta'sirida parchalanadi:



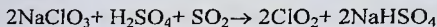
Ishqorda eritilsa ikki xil tuz hosil bo'ladi:



ClO_2 oksidi olish uchun xloratlarni sulfat kislota bilan parchalash yoki ularni biror qaytaruvchi, masalan, oksalat kislota bilan qaytarish kerak:



Texnikada ClO_2 olish uchun qaytaruvchi sifatida sulfat angidridi qo'llaniladi:

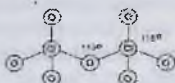


Suyultirilgan ClO_2 ga 0°C da ozon yuborish orqali xlor(VI)oksidi olinadi:

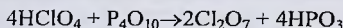


Bu oksid $[\text{ClO}_2^-][\text{ClO}_4^-]$ ko'rinishda ham mavjud bo'ladi.

Cl_2O_7 rangsiz moysimon suyuqlik, (qaynash harorati – 83°C , suyuqlanish harorati $-91,5^\circ\text{C}$).

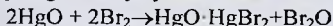


perxlorat kislotadan suvni fosfat angidrid yordamida yo'qotish orqali olinadi:

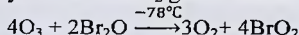


Brom va yodning oksidlari unchalik ko'p emas hamda ahamiyati ega emas.

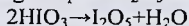
Br_2O oksidi quyidagi reaksiya yordamida olinadi:



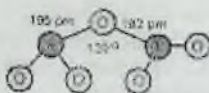
Bu oksidni ozon yordamida BrO_2 gacha oksidlash mumkin:



Yod oksidlari ichida eng barqarori I_2O_5 hisoblanadi.



I_2O_5 oksidining tuzilishi:



I_2O_5 barqaror bo'lib, $300^{\circ}C$ da yod bilan kislorodga parchalanadi.

Bundan tashqari I_2O_4 va I_4O_9 kabi oksidlari ham ma'lum, lekin bu moddalarni yodat kislotaning yod va IO^+ bilan hosil qilgan tuzlari $I(IO_3)_3$ va IO (IO_3) deb qarash mumkin.

Yodning kislorodli birikmalari gipoyodit kislota HIO , yodat kislota HIO_3 va peryodat kislotalardir HIO_4 .

Gipoyodat kislota va uning tuzlari – gipoyoditlar juda beqaror moddalar bo'lib, osonlik bilan yodatlarga o'tadi. HIO va uning tuzlari faqat eritmalarda barqaror. Lekin gipoyoditlar toza gipoyodit kislotaga qaraganda barqarorroq moddalardir, agar yodga ishqorlar ta'sir ettirilsa, avval gipoyoditlar hosil bo'ladi, so'ngra yodatlarga va yodidlarga ajraladi. Gipoyodat kislota va uning tuzlari oksidlovchilardir.

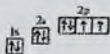
Ishlatilishi. Galogenlar, ayniqsa Cl_2 sanoatda keng qo'llaniladi. Xlor, HCl , $CaOCl_2$, $NaCl$, $MeClO_3$ larni sintez qilishda, oqlash, ichimlik suvlarini zararsizlantirishda, rangli metallurgiya sanoatida, ba'zi rudalardagi metallarni xloridlar ko'rinishiga o'tkazish, xlororganik birikmalar- $C_2H_4Cl_2$, CCl_4 larni (erituvchilar, yog'larni ekstraksiyalovchi moddalar, metallarning sathini moylardan tozalovchi vositalar), qishloq xo'jaligi zararkunandalariga qarshi kurashish vositalarini, plastmassalarni va kauchuklarni sintez qilishda keng qo'llaniladi.

Brom-dori-darmonlar, bo'yoqlar, $AgBr$ (fotografiya) olishda, yod esa medisinada (yodning spirtidagi 10% li eritmasi), antiseptik va qon to'xtatuvchi vositalar sifatida ishlatiladi.

20. VIA GURUH ELEMENTLARI. KISLOROD, OZON VA ULARNING XOSSALARI

Kislorod guruhchasining umumiy tavsifi. Kislorod garchi VIA guruhda joylashgan bo'lsa ham, u odatda ikki valentli elementlar jumlasiga kiradi, kislorodning maksimal kovalentligi to'rtga teng bo'lishi mumkin. U holda kislorod atomi sp^3 -gibridlanish sodir bo'ladi.

Kislorod atomida elektronlarning orbitallarga joylanishi quyidagicha bo'ladi:



Olimlar havo tarkibida yonuvchan, nafas olishda ishtirok etuvchi tarkibiy qismga egaligini bilib oldilar. 1774 yil ingliz olimi Jozef Pristli kislorodni kashf qilmaguniga qadar bu tarkibiy qism no'malum edi. Keyinchalik Lavuaz'e bu tarkibiy qismni kislorod "kislota tug'diruvchi" deb nomlagan.

Kislorod boshqa elementlar bilan juda xilma xil birikmalar hosil qiladi, misol uchun suv (H_2O), alyuminiy oksidi (Al_2O_3), chaqmoqtosh (SiO_2), temir oksidlari (FeO , Fe_2O_3). Haqiqatan kislorod elementi massa jihatidan inson tanasi va er qobig'ining asosiy qismini tashkil etadi. U bizning hayotimizda moddalar almashinuvi uchun oksidlovchi va inson hayoti uchun muhim modda.

Kislorodning xossalari. Kislorodning 2 ta O_2 va O_3 allotropik shakli mavjud. Odatda biz kislorod deganda molekulyar kislorodni (O_2) nazarda tutamiz, agar molekulyar kislorodni dikislorod desak yanada tushunarliroq bo'ladi, ozon deganda kislorodning O_3 tuzilishini nazarda tutamiz.

Hona haroratida dikislorod rangsiz hidsiz gaz. U $-183^\circ C$ da suyuqlanadi, $-218^\circ C$ da muzlaydi. U suvda juda kam eriydi $25^\circ C$ da 0.04 g/l, ammo shu suvda erigan kislorod dengiz jonzotlari hayoti uchun muhim ahamiyatga ega.

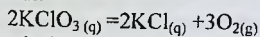
Kislorodning elektron konfiguratsiyasi $[Ne] 2s^2 2p^4$. U valent elektronlarini oktetga etkazishi uchun ikkita elektron oladi (O^{2-} bo'lishi kerak). U kovalent birikmalarida H_2O ga o'xshab yakka bog' bilan yoki formaldegiddagi ($H_2C=O$) kabi qo'shbog' bog'lanish hosil qiladi. Kislorod molekulasida qo'shbog' orqali hosil bo'lgan. Kislorod molekulasidagi bog' juda mustahkam uning bog' entalpiyasi 495 kJ/mol. Bundan tashqari kislorod boshqa ko'pgina elementlar bilan ham mustahkam bog' hosil qiladi. SHunday qilib, ko'pgina kislorod tutgan birikmalar termodinamik jihatdan kisloroddan barqarorroq. Kislorodni

ko'pgina reaksiyalari yuqori aktivlanish energiyasiga ega bo'lib, yuqori temperaturada boradi. Ba'zi reaksiyalar ekzotermik bo'lib, yuqori tezlik bilan boradi va ba'zan portlash bilan borishi mumkin.

Kislorodning allotropik shakl o'zgarishi ozondir. Past haroratda kislorod molekulasini o'zaro dimerlanadi, u magnitga tortilmaydi diamagnitdir. Kislorod odatdagi haroratda passiv modda bo'lib, qizdirilganda va katalizator ishtirokida deyarli barcha elementlar bilan birika oladi. Oltingugurt, fosfor, natriy va hatto temir sim ham kislorodda havodagiga qaraganda ancha ravshan yonadi. Havodagi kislorod ta'siridan metallar zanglaydi, organik moddalar chiriydi, moddalarning yonishida kislorodning roli nihoyatda kattadir.

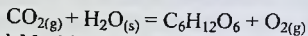
Kislorodning olinishi. Yaqingacha sotuvdagi kislorod havoni kondensatlab olinardi. Kislorodning qaynash temperaturasi -183°C havoning asosiy komponenti bo'lmish N_2 esa -196°C , shunday qilib suyuq havo qizdirilishi boshlanganda N_2 va kam miqdorda Ar ajralib chiqi boshlaydi O_2 esa qoladi.

Laboratoriyada kislorod vodorod peroksid yoki kaliy xloratni parchalab (KClO_3) olinadi.



Bu ikkala reaksiyada ham marganes dioksidi MnO_2 katalizatorlik qiladi.

Atmosfera tarkibidagi ko'pgina kislorod O_2 yashil o'simliklarda quyosh nuri ta'sirida boruvchi fotosintez jarayonida karbonat angidridan (SO_2) hosil bo'ladi:

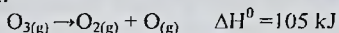


Kislorodning ishlatilishi. Sanoat miqyosida kislorod ishlatilishi jihatidan sulfat kislota (H_2SO_4) azotdan keying o'rinda turadi. AQSh ning o'zida yiliga taxminan $3 \cdot 10^{10}$ kg (30 million tonna) kislorod ishlatilsa O'zbekistonda 3,5 million tonna ishlatiladi. U po'lat kontenarlarda suyuq holatda yoki siqilgan gaz holatda tashiladi va sotiladi.

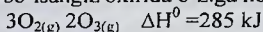
Sanoatda kislorod oksidlovchi agent sifatida keng qo'llaniladi. Kislorodning yarmi po'lat ishlab chiqarish sanoatida ishlatiladi, uning asosiy qismi po'latni tozalashga ishlatiladi. Kislorod, shuningdek, oqartirish va qog'oz sanoatida ishlatiladi. Ko'pgina rangli moddalarni oksidlash rangsiz moddalarni beradi. Kislorod, shuningdek, asetilen (C_2H_2) bilan birga payvandlashda ham ishlatiladi. Bu reaksiya yuqori ekzotermik bo'lib 3000°C gacha erishiladi.

Ozon. Ozon och havorang o'ziga hos hidli zaharli gaz. Ko'p olimlar uni havo tarkibida oz miqdorda milliondan 0.01(ppm) ulush borligini kashf qilishgan, uni milliondan 0.1-1 (ppm) ulush miqdori ko'z achishishi, bosh og'rig'i, nafas yo'llarining yallig'lanishiga sabab bo'ladi.

Ozon molekulasida uchta kislorod atomining delokallizlangan π -elektronlaridan tashkil topgan. Ozon molekulasida quyidagicha kislorod atomlariga ajraladi:



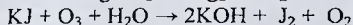
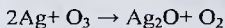
Ozon dikisloroddan ko'ra kuchli oksidlovchi hisoblanadi. Kislorod reaksiyaga kirishmaganda ozon ko'pchilik elementlar bilan oksidlar hosil qiladi; ko'pchilik metallarni oksidlaydi kumush va platina bundan mustasno. Kislorodga elektr oqimini ta'sir ettirib juda tez vaqtda ozon tayyorlanadi. Momaqalldiroq paytida yashin urishi natijasida ozon hosil bo'ladi(agar yaqinida bo'lsangiz oxirida o'ziga hos hid taraladi)



Ba'zan ichimlik suviga ozon qo'shib tayyorlanadi. Cl_2 ga o'xshab ozon bakteriyalarni o'ldiradi va organik birikmalarni oksidlaydi. Shunga qaramay ozonning ko'p qismi farmasevtikada preparatlar tayyorlashda, sun'iy moylovchi materiallar va sanoat miqyosida boshqa foydali organik birikmalardagi $\text{C}=\text{C}$ bog'ni uzishda qo'llaniladi.

Laboratoriyada va texnikada ozon olish uchun **ozonatorlardan** foydalaniladi. Ozonator orqali o'tgan kislorodning 12-15 % ozonga aylanadi. Ozon va kislorod aralashmasi suyuq havo bilan sovitilayotgan idish orqali o'tkazilganda ozon kondensalanib, kislorod ajraladi, ozonni suyuq havo solingan idish bilan sovutilib turadigan idishga yuborib, uni batamom toza holda olish mumkin.

Ozon ta'sirida (oltin va platinadan tashqari) barcha metallar oksidlanadi, ammiak nitrat va nitrit kislotalar aralashmasiga aylanadi, spirt yonib ketadi, ozonning kumushga va kaliy yodid eritmasiga ta'sirini quyidagi tenglamalar bilan ifodalash mumkin:

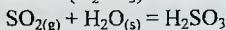


Ozon atmosferaning yuqori qatlaminin muhim tarkibiy qismi bo'lib, u ultrabinafsha nurlaridan va shuningdek kuchli energiyali nurlar effektidan himoya qiladi. Stratosferadagi ozon qatlaminin emirilishi asosiy ilmiy masaladir. Ozon qatlaminin emirilishiga sabab havoning ifloslanishi va yonilg'i bug'i aralashmasidan iborat havo hisoblanadi.

O'zining kuchli oksidlovchilik hossasi tufayli ozon sistemalarni, struktur materiallarni ayniqsa rezinalarni zararlaydi.

Oksidlar. Kislorodning elektromanfiylik kuchi ftordan keyin ikkinchi o'rinda turadi. Shu sababli OF_2 va O_2F_2 dan tashqari barcha brikmalarda oksidlanish darajasi manfiy ishoralidir. Oksidlanish darajasi asosiy holatda birikmalarda -2 ga teng. Elementlarning kislorod bilan hosil qilingan birikmalari oksidlar deyiladi.

Valent bog'li oksidlar hosil qiladigan metallmaslar suyuqlanish va qaynash temperaturalari past oddiy moddalar hosil qiladi. Shunga qaramay SiO_2 va B_2O_3 tuzilishini uzoq saqlab qoladi. Ko'pchilik metallmaslar oksidlari suvni biriktirib kislota hosil qiladi. Misol uchun SO_2 suvda eritilsa sulfit kislota (H_2SO_3) hosil bo'ladi.

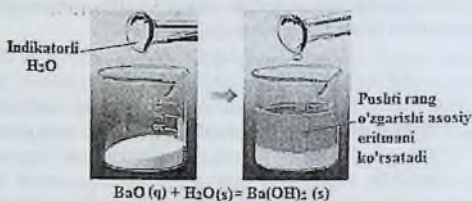


SO_3 va H_2O reaksiyasi ham yuqoridagi reaksiya kabirib borib kislotali yomg'irlarda H_2SO_4 hosil bo'ladi. Bu reaksiyalarga o'xshash CO_2 bilan H_2O ning reaksiyasida H_2CO_3 hosil bo'ladi.

Kislotali oksidlar suv bilan ta'sirlashsa doimo kislota hosil bo'ladi. Bu oksidlar kislota anhidridlari (suvsiz) yoki kislotali oksidlar deb ataladi. Ba'zi metallmaslar oksidlari suv bilan reaksiyaga kirishmaydi ularning oksidlanish darajasi past bo'lgan (NO , CO va boshqalar) moddalar bo'lib ular kislota anhidridlari emas.

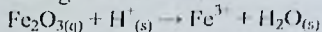
I_2O_5 ning suv bilan reaksiyasi natijasida qaysi kislota hosil bo'ladi?

Ko'pchilik metall oksidlari ionli birikmalar hisoblanadi. Asosli oksidlar suvda eritilganga gidroksidlar hosil bo'lib ular asos anhidridlar yoki asosli oksidlar deb ataladi. Misol uchun bariy oksidi suv bilan reaksiyasi natijasida bariy gidroksid hosil bo'ladi. Bu reaksiyalar yuqori asoslikka ega bo'lgan O^{2-} ionining suvdagi to'liq gidrolizi natijasida boradi (20.1-rasm).



20.1-rasm. Bariy oksidining suv bilan reaksiyasi

Suvda erimaydigan ionli oksidlar kuchli kislotalarda eriydi. Misol uchun temir(III) oksidining kislotalada erishi:



Ushbu reaksiya temir yoki po'latga ruxning himoya qatlamini hosil qilishdan oldin undagi zangni ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) ni yo'qotishda qo'llaniladi.

Oksidlar ham kislota ham asos hossani namoyon qilasa bunday oksidlar amfoterlar deyiladi. Agar metallbir nechta oksidlar hosil qilasa uning xossalari quyidagi jadvalga o'xshaydi (20.1-jadval).

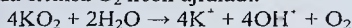
20.1-jadval

Xrom oksidlarining kislota- asos hossalari

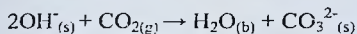
Oksid	Cr ning oksidlanish darajasi	Oksid tabiati
CrO	+2	Asos
Cr ₂ O ₃	+3	Amfoter
CrO ₃	+6	kislota

Peroksid va superoksidlar. Peroksid brikmalarda kislorod -O-O- holatida bog'langan bo'lib oksidlanish darajasi -1 ga teng. Kislorodning oksidlanish darajasi -1/2 yoki O²⁻ holatda bo'lsa superoksidlar deyiladi. Faol metallar (K, Rb va Cs) kislorod bilan reaksiyasi natijasida (K, Rb va Cs) superoksidlarini hosil qilladi. Ularning yonidagi aktiv metallar (Na, Ca, Sr va Ba) kislorod bilan reaksiyasi natijasida peroksidlar (Na₂O₂, CaO₂, SrO₂ va BaO₂) hosil qiladi.

Metallik xossasi kuchsiz va metallmaslar oddiy oksidlar hosil qiladi. Superoksidlar suvda eritilsa O₂ hosil ajraladi.



Bu reaksiyada kaliy superoksididan qutqaruv hodimlari tomonidan kiyiladigan maskalarida kislorod manbai sifatida ishlatiladi. Zaharli muhitda to'g'ri nafas olish uchun kislorod niqob kerak nafas olganda CO₂ va boshqa zaharli moddalar bartaraf etilishi kerak. KO₂ nam havoda KOH va O₂ ga parchalanadi. KOH nafas chiqargandagi CO₂ dan himoyalaydi.



Vodorod peroksid bizga eng tanish va tijorat uchun muhim peroksid hisoblanadi. Sof vodorod peroksid -0,4°C da eriydi va quyuq (chuchmal, qiyom) suyuqlik bo'ladi. Konsentrlangan vodorod peroksid juda xavfli reaktiv chunki u suv va kislorodga parchalansha reaksiya juda ekzotermik bo'ladi.

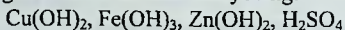


Yana boshqa misol disproporsiyalanish reaksiyasida bir elementning oksidlanish darajasi ham kamayadi ham ortishidir. Kislorodning

oksidlanish darajalari bu erda -2, -1 va 0 ga teng bo'ladi. Vodorod peroksidni 30 % gacha suyultirib kimyoviy reaktiv sifatida qo'llaniladi. 3% lisi esa dorixonada antiseptik sifatida sotiladi. O'ta suyultirilgani gazlama matolarni oqartiruvchi modda sifatida qo'llaniladi. Metabolizmda peroksid ionlariga qo'shimcha mahsulot O_2 hisoblanadi.

Mavzuni mustahkamlash uchun nazorat savollari

1. Quyidagi moddalar parchalanganda hosil bo'lishi mumkin bo'lgan oksidlar formulasini yozing:



2. Quyidagi oksidlarni suv bilan reaksiya tenglamasini yozing: Na_2O , BaO , N_2O_3 , N_2O_5 . Hosil bo'lgan gidroksidlar qaysi sinfga mansub?

3. H_2O_2 oksidlovchi, qaytaruvchi bo'lgan reaksiya tenglamalarini yozib misol keltiring.

21. OLTINGUGURT, SELEN, TELUR VA ULARNING XOSSALARI

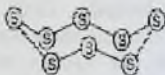
Oltingugurt, selen, tellur elementlarining umumiy tavsifi. Oltingugurt birikmalari (masalan sulfat kislota) sanoat va amaliy kimyoda keng miqyosda ishlatiladi va shu bilan birgalikda uning azot, fosfor va galogenli birikmalari alohida ahamiyatga ega. Selen va tellur birikmalari birmuncha cheklanganligiga qaramay, ularni oltingugurt birikmalarining davomchilari sifatida qarasak bo'ladi. Poloniyning barcha izotoplari radiktiv va uning birikmalarinig ishlatilish sohasida yoki savdo-sotiqda kam ahamiyatga ega deb qaraladi.

Elementlarning tabiatda tarqalishi. Oltingugurt ming yillardan buyon ma'lum bo'lgan va ishlatilib kelingan. Bunga asosiy sabab vulqon sodir bo'lgan joylarda (masalan: O'rta er dengizi, Meksiko, Chili va Yaponiya) elementning sof holatda tarqalganidir. Kimyo tarixidan ma'lumki, O'rta er dengizi, Meksiko, Chili va Yaponiyada istiqomat qilgan odamlar oltingugurti turli xil maqsadlarda ishlatishgan. Tabiatda tarkibida oltingugurt tutgan bir nechta minerallarni uchratishimiz mumkin, shu o'rinda galenit (PbS), rux yaltirog'i (ZnS), kinovar (HgS), pirit (FeS_2), gips ($CaSO_4$) va xalkopirit (CuS_2) larni misol qilishimiz mumkin. Qora porox tarkibi oltingugurt, ko'mir va kaliy nitrat aralashmasi ming yillar oldin qurol sifatida ishlatilgan.

Tellur 1782 yilda Baron F.J. Myuller Von Reichenstein tomonidan, selen esa Berselius tomonidan 1817 yilda kashf etilgan. Poloniyni 1898 yilda Mariya Kyuri tomonidan kashf qilindi va uning nomi element aniqlangan vatan sharafiga atab qo'yilgan (Polsha). Tellur nomi lotincha so'zdan olingan bo'lib, "tellus" - "er" degan ma'oni anglatadi va selen esa yunoncha so'zdan olingan bo'lib, "selene", ya'ni "oy" degan ma'noni anglatadi. O'zining tarkibida oltingugurt tutgan moddalar, shuningdek, kam miqdorda selen va tellur ham saqlaydilar va bu birikmalar elementlar asosiy manbai hisoblanadi. Misni elektrolitik qayta ishlash jarayonida, anodda ba'zan selen va tellurlarni ham ajratib olish mumkin. Oltingugurt elementining ulkan zahiralari (Texas va Lousina shtatlarida) topilgan va element asosan uch quvurga asoslangan Frash usuli orqali olinadi. Bu jarayonda, oltingugurt ($119^{\circ}C$ da suyuqlanadi) birinchi quvur orqali yuborilgan qaynoq suv bug'lari yordamida oltingugurt suyuqlantirilayotgan vaqtda, ikkinchi quvur orqali yuqori bosim ostidagi havo er tubiga, oltingugurt olinayotgan joyga yuboriladi va natijada uchinchi quvurdan toza holdagi suyuq oltingugurt ajralib chiqadi.

Oltिंगugurt, selen va tellur elementlari. $S_8 \xrightarrow{\Delta, 112.8^\circ} \text{suyuqlanish}$ (sariq suyuqlik) $\xrightarrow{\Delta, 250^\circ} S_8$ halqa ochiladi, chiziqli molekulalar hosil bo'ladi, qora yopishqoq massa hosil bo'ladi $\xrightarrow{\Delta, 300^\circ} \text{atomlarga ajralish}$ $S_8 \rightarrow S_4 \rightarrow S_2$ (harakatchan holdagi suyuqlikka aylanadi) $\xrightarrow{\Delta, 444.6^\circ} \text{qaynab}$ (oltिंगugurt qaynay boshlaydi) sariq-jigarrang bug'lar hosil bo'ladi. Bular S atomlaridir $\xrightarrow{\text{sovutish}}$ hamma bosqichlar boshqatdan qaytariladi.

Oltिंगugurt odatda rombsimon shaklida uchraydi, qariyb 105°C haroratgacha barqarorligini saqlab qoladi. Bu temperaturadan yuqoriroqda esa monoklinik tuzilish barqaror hisoblanadi. Suyuq holatdagi oltिंगugurtни sovuq suvga quyib, uni tez sovutish orqali, oltिंगugurtning plastik modifikasiyasini olish mumkin, biroq vaqt o'tishi bilan u yana rombsimon shakliga o'tadi. Molekulyar holatda, element S_8 ko'rinishda uchraydi va quyidagicha tuzulishga ega.

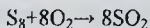


Oltिंगugurt bug' holatida S_8 , S_6 , S_4 , va S_2 (O_2 o'xshagan holda paramagnit) kabi aralashmalardan iborat bo'ladi. S_8 molekulası qutbli bo'lmaganligi sababli, qutbsiz erituvchılarda CS_2 va C_6H_6 yaxshi eriydi. Selen molekulası ham o'z tarkibida sakkizta atomi saqlaydigan siklik molekula hisoblanadi. Biroq, tellur tipik metall sifatida qaraladi. Ularning bug'lari ham, oltिंगugurt singari 2, 6 yoki 8 atom tutgan molekulalardan tashkil topgan. Har ikkisi ham yaxshi yarimo'tkazgichlar hisoblanadi va selen tozalovchi vosita sifatida foydalaniladi. Selen engil hisoblagich sifatida ham foydalanilar edi, ammo hozirgi kunda boshqa turli sezgir hisoblagichlar mavjud ekanligi aniqlangan va foydalanilmoqda.

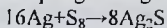
Suyuq oltिंगugurt o'ziga hos xususiyatga ega, ya'ni harorat ortishi bilan uning yopishqoqligi ham ortib boradi, va $170-180^\circ\text{C}$ oralig'ida o'zining maksimum qiymatiga erishadi. Yuqori haroratda, esa uning yopishqoqligi harorati ortishi bilan kamayib boradi. S_8 molekula tarkibidagi bog'lar uzila boshlagan vaqtda, bog'lar o'zaro birikib uzun zanjirli agregatlar hosil bo'ladi. Haroratni oshirish davom ettirilganda, uzun zanjirlar yana uzila boshlaydi va modda yopishqoqligi kamayadi. Selen ushbu o'zgacha xossani o'zida namoyon qilmaydi.

Oltिंगugurtning turli xil birikmalari, turli xil maqsadlarda foydalanilishiga qaramay, bu elementning asosiy qismi (85%) sulfat kislota olish uchun foydalaniladi va shu sintez qilingan kislotaning

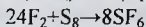
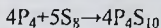
qariyb uchdan ikki qismi esa o'g'it sifatida ishlatiladi. Oltinugurtning reaksiya qobiliyati yuqoridir, shu boisdan u ko'pgina boshqa elementlar bilan reaksiyaga kirishadi. Masalan, havoda ko'k rangli alanga hosil qilib yonadi.



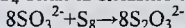
Oltinugurt kumush bilan qo'ng'ir rangli mahsulot hosil qiladi.



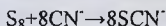
Oltinugurt fosfor va galogenlar bilan ta'sirlashib binar birikmalar hosil qiladi.



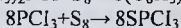
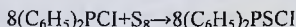
Bundan tashqari, oltinugurt turli-xil moddalar bilan reaksiyaga kirishadi. Masalan, u H_2SO_4 bilan ta'sirlashib tiosulfatni hosil qiladi.



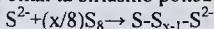
Oltinugurtni sianid tuzlariga qo'shish orqali tiosianat (rodanid) sintez qilinishi mumkin.



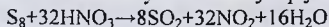
S_8 fosforning quyi valentli turli xil birikmalari bilan ham reaksiyaga kirishadi:



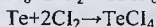
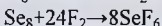
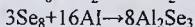
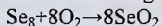
Oltinugurt ketanatsiya hossasini o'zida mujassamlashtirganligi sababli, sulfid eritmali bilan ta'sirlashib polisulfidlarni hosil qiladi.



Shu hossasi bilan oltinugurt iodni (iod molekularining o'zaro ta'siridan poliiodidlarning) hosil bo'lishi eslatadi. Oltinugurt hatto uglevodorodlar tarkibidagi vodorod atomlarini ham siqib chiqarib, C - C bog' hosil qiladi va natijada H_2S hosil bo'ladi. Oltinugurt issiq konsentrlangan nitrat kislotada eriydi va reaksiya quyidagicha ketadi.

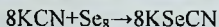


Quyidagi reaksiya tenglamalarida selen va tellurning oltinugurt kabi xossalarni namoyon etishi keltirib o'tilgan.



Biroq, selen va tellur vodorod bilan to'g'ridan-to'g'ri ta'sirlashmaydi, shu sababdan bu elementlarning vodorodli birikmalari dastavval metal bilan ta'sirlashtirib, so'ngra hosil bo'lgan birikmani

kislotada eritib olinadi. Selen va tellur sianidlar bilan reaksiyaga kirishib mos ravishda selenosianatlar va tellurosianatlar hosil qiladi.



Oltinugurtning vodorodli birikmalari. VIA guruh elementlari asosan H_2E formulaga ega vodorodli birikmalarni hosil qiladi.

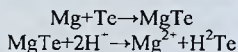
Oltinugurt atomlari ketanatsiya xossasiga egaligi sababli, bu elemenning bir necha vodorodli birikmlari mavjud, bunday birikmalarda oltinugurt o'zaro bog'lanib uzun zanjir hosil qiladi, vodorod atomlari esa terminal oltinugurt atomiga bog'langan bo'ladi. Masalan, H_2S_2 (suyuqlanish temperaturasi -88°C , qaynash temperaturasi $74,5^\circ\text{C}$) va H_2S_6 . Ushbu turdagi birikmalar sulmfanlar deb ataladi.

H_2O molekulasining H_2E tarkibli boshqa birikmalarga qaraganda yuqoriroq qaynash temperaturasi ega ekanligi, suvdagi kuchli vodorod bog'lanish bilan tushuntiriladi. Hosil bo'lish issiqligiga ko'ra, bu elementlar vodorodli birikmalarining turg'unligi guruhda yuqoridan pastga tushishi bilan kamayib boradi. Bu hodisa yuqoridan pastga tushish bilan elementlarning radiusi ortishi va vodorod atomining 1s orbitali bilan elektron taqsimlanish qiyinlashishi bilan tushuntiriladi. Shu yo'nalishda vodorodli birikmalarning kislotalik xossasi ham ortib boradi. Suv molekulasining bog' burchagi sr^3 gibrid orbitallarining qiymatiga yaqin natijani ko'rsatadi, biroq guruhning boshqa elementlar vodorodli birikmalaridagi valent burchak 90° atrofidagi qiymatlarni qabul qiladi.

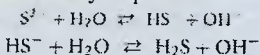
Vodorod sulfid turli xil yo'llar orqali olinishi mumkin. Shulardan eng oddiy metall sulfidiga kislota ta'sir ettirib, bu maqsadda ko'pincha qo'rg'oshin sulfididan (galen)dan foydalaniladi.



Yuqorida ta'kidlab o'tilganidek, selen va tellurning vodorodli birikmalarining hosil bo'lish effektlari, shu birikmalarni elementlardan sintez qilinishiga yo'l qo'ymaganligi sababli, ularning vodorodli birikmalari tegishli selenid va telluridlarga kislota ta'sir ettirib turib olinadi.



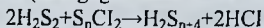
H_2E tarkibli birikmalar suvda oz miqdorda dissosiyalanadi, biroq ikkinchi bosqich juda sekin boradi. Tarkibida E^{2-} tutgan eritmalar, o'zlarida ishqoriy hossani namoyon qiladi.



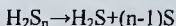
Poliatomli birikmalar. H_2S_n tarkibli birikmalar (n ning qiymati 2-8 oralig'ida) sulfanlar deb nom olgan va sulfan tarkibidagi oltingugurt atomlari sori old qo'shimcha sifatida sulfan nomiga qo'shib aytiladi (H_2S_3 trisulfan, H_2S_6 is geksasulfan va hokazo).



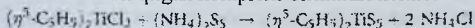
Uzun zanjirli sulfanlar H_2S_2 molekulasiga, disulfur dixlorini S_2Cl_2 ta'sir ettirib ham olinadi (oltingugurt monoxlorid deb ham ataladi).



Sulfanlar termodinamik jihatdan H_2S va oltingugurtlarga parchalanishga moyildir.



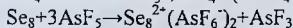
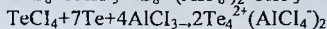
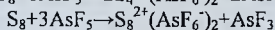
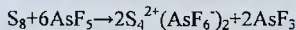
Metall polisulfidlarni olish uchun metallning ammiakdagi eritmasi mo'l miqdordagi oltingugurt bilan ta'sirlashtiriladi yoki metall sulfid suyuqlanmasining oltingugurt bilan ta'siri natijasida olinadi. Polisulfid anionlari metallar bilan koordinasion birikmalar hosil qiladi va shunday birikmalarda ular bidentant ligand hisoblanadi. Masalan, quyida S_5^{2-} ionining titan bilan hosil qilgan kompleks birikmasi keltirib o'tilgan.



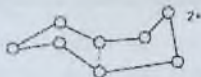
S, Se yoki Te tarkibli kationlar bir necha asrlar buyon ma'lum bo'lgan. Shu birikmalar orasida S_4^{2+} alohida o'ringa ega bo'lib to'rtburchak ko'rinishiga ega va quyida uning struktura formulasi tasvirlangan.



S, Se, yoki Te larning poliatom kationlari quyidagi yo'llar bilan olinishi mumkin:



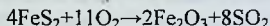
S_4^{2+} , Se_4^{2+} va Te_4^{2+} planar tuzilishga ega bo'lishiga qaramay, S_8^{2+} , Se_8^{2+} va Te_8^{2+} lar bir tekislikda joylashmaydi va quyidagicha tuzilishga ega.



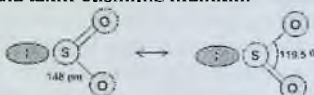
Bundan tashqari bu elementlarning S_{19}^{2+} , Se_{10}^{2+} va Te_6^{2+} tarkibli kationlar ham ma'lumdir.

Oltinugurt, selen va tellurning kislorodli birikmalari. Oltinugurtning turli xil kislorodli birikmalari S_2O , S_6O , S_8O , S_7O_2 , va SO mavjud bo'lib, ularning asosiy ishlatilish sohasi yo'q. SHu kabi oksidlarda bir yoki bir nechta kislorod atomlari oltinugurt tutgan halqadagi atomlarga bog'lanishi bilan hosil bo'ladi. Selen va tellur oltinugurt kabi kislorod bilan turli xil oksidlar namoyon qilmaydi, bu elementlarning dioksidlari ko'p maqsadlarda foydalaniladi.

Oltinugurt(II) oksidi muzlatgichlarda, disenfektsiyalovchi vosita sifatida va shu kabi maqsadlarda ishlatilishidan tashqari, uning asosiy qismi sulfat kislota olish uchun sarflanadi. SO_2 oltinugurtli birikmalarni yondirib olinishidan tashqari, sulfitli birikmalarga kislota ta'sir ettirib ham olinadi.

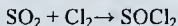


SO_2 ning qaynash temperaturasi $-75,5^{\circ}C$ bo'lishiga qaramay, SeO_2 va TeO_2 larning qaynash temperaturallari mos ravishda 340 va $733^{\circ}C$ dir. Bunday sezilarli darajadagi farq, molekula tarkibidagi kimyoviy bog'lar o'rtasidagi tafovut bilan tushuntiriladi. Gaz holidagi SO_2 molekulaga ikki hil rezonans formula taklif etishimiz mumkin.

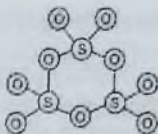


SO_2 turli xil organik birikmalarga (aromatik uglevodorodlar, alifatik uglevodorodlarga nisbatan yaxshiroq eriydi) yaxshi erituvchi vosita sifatida foydalaniladi. SO_2 molekula bir vaqtning o'zida ham Lyuis kislotasi, ham Lyuis asosi xossalarini namoyon etadi.

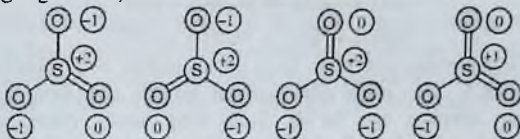
Oltinugurt dioksidi PCl_5 bilan ta'sirlashib, tionil xlorid va $SOCl_2$ larni hosil qiladi. SO_2 ning to'g'ridan-to'g'ri Cl_2 bilan ta'sirlashishidan sulfuril xlorid olinadi.



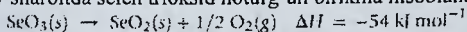
SO_2 ning oksidlanishidan olingan SO_3 ning asosiy qismi sulfat kislota olish uchun ishlatiladi. SO_3 molekula trimer $(SO_3)_3$ ko'rinishida bo'ladi, lekin kristal ko'rinishida turlicha tuzilishga ega bo'lishi mumkin.



Yuqoridagi struktura $((\text{SiO}_3)_3)^{6-}$ va $((\text{PO}_3)_3)^{3-}$ ionlari bilan izoelektron hisoblanadi. Gaz holatida SO_3 molekula trigonal planar tuzilishga ega bo'lib, turli xil rezonans strukturalari ma'lum

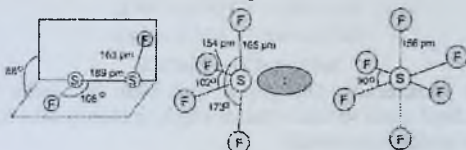


Oddiy sharoitda selen trioksid noturg'un birikma hisoblanadi.



Shu boisdan, SeO_3 molekulasida, H_2SeO_4 ning degidradlanishidan yoki H_2SeO_4 ning SO_3 ga ta'siri natijasida olinishi mumkin. $\text{Te}(\text{OH})_6$ ning degidradlanishidan TeO_3 olinadi. SeO_3 ham, TeO_3 ham savdo- sotiqda hech qanday ahamiyatga ega emas.

Galogenli birikmalari. VII guruh elementlari galogenlar bilan turli xil birikmalar hosil qilib, ularning asosiy qismi fluoridlar va xloridlardir. S_2F_2 molekula strukturasi H_2O_2 ga o'xshash, SF_4 nosimmetrik tetraydr, SF_6 esa muntazam oktaedr tuzilishlariga ega.



Shu kabi odatiy fluorli birikmalardan tashqari, tarkibida S-S bog' saqlovchi S_2F_2 , SF_2 va S_2F_{10} larni ham uchratishimiz mumkin.

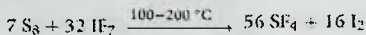
SF_4 suvda gidrolizga uchraydi.



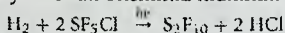
SF fluorlovchi agent sifatida ham ishlatiladi.



SF₄ oltingugurtning turli xil fluorlovchi vositalar bilan reaksiyasi orqali olinadi.

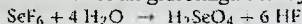


S₂F₁₀ ni quyidagi yo'l bilan olishimiz mumkin.

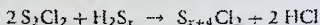
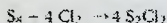


S₂F₁₀ ning reaksiya qobiliyati SF₆ dan ham kuchliroqdir.

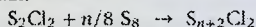
SF₆ va TeF₆ suvda sekin bilan gidrolizga uchraydi.



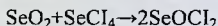
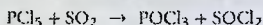
Oltingugurtning xlor bilan hosil qilgan muhim binar birikmalariga S₂Cl₂ va SCl₂ larni misol qilib keltirsak bo'ladi. Ular keng doiradagi ishlatilish sohasiga ega bo'lib, S₂Cl₂ ning asosiy qismi, rezinani vulqonlashda ishlatiladi. Bu birikma oltingugurtning xlorlash yo'li bilan olinadi.



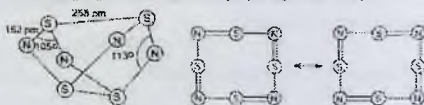
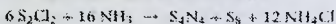
Terminal holatda xlor atomi tutgan uzun zanjirli birikmalar olish quyidagicha olib boriladi.



Oltingugurt va selenning oksogalogenidlari quyidagi reaksiyalar yordamida olinadi.



Azotli birikmalari. Oltingugurt azot bilan bir necha xil binar birikmalar hosil qiladi va ular o'rtasida eng ko'p ahamiyatli S₄N₄ dir va bu birikma quyidagicha olinadi.



Mavzuni mustahkamlash uchun nazorat savollari

1. Oltinugurtning yonish reaksiyasi havoga nisbatan toza kislorodda necha marta tezroq sodir bo'ladi?
2. Oltinugurt modifikatsiyalarini keltiring, ularning qaysi biri polimorf? Odatdagi sharoitda oltinugurtning qaysi modifikatsiyasi barqaror?
3. Oltinugurt atomi va sulfid ionining elektron formulalarini yozing.
4. Metall sulfidlarini bosqichli va to'la gidrolizlanishiga misollar keltiring. Reaksiya tenglamalarini molekulyar va ionli shaklda yozing.
5. Sulfidlarni eruvchanlik ko'paytmasi qiymatlaridan foydalanib, qaysi metall ionlarini sulfid ionlarni ochishga qo'llash mumkin?

22. VA GURUH ELEMENTLARINING UMUMIY TAVSIFI.

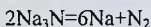
AZOT VA UNING BIRIKMALARI

Azot guruhining umumiy tavsifi. Azot (**Nitgenium**). 1772 yilda kashf qilingan bo'lib, bu element o'zining serqirraligi sababli, anorganik kimyoning butun bir bo'limi uning kimyoviy xossalarini o'rganishga bag'ishlangan. U atmosferaning 78% ini tashkil qiladi, biroq bu element bundan tashqari nitratlar va aminokislotalar ko'rinishida tabiatda keng tarqalgan.

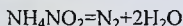
Azot elementi juda turg'un bo'lgan, ikki atomli azot molekulasini hosil qiladi. Bizga azotning faqatgina ikkita tabiiy izotoplari ma'lum, ^{14}N (99.635%) va ^{15}N . Azot molekulasida bog' uzunligi juda kichik bo'lib, 110 nm ($1.10 \text{ \AA}$) va bu atomlarni bir-biriga bog'lab turuvchi mustahkam uch bog' (945 kJ mol^{-1}) bilan tushuntiriladi. Shu mustahkam va turg'un uch bog', molekulasida azot atomi tutgan bir nechta moddalarning portlovchilik hususiyatini tavsiflab beradi.

Atmosferada azot molekulasining miqdori 78% ligi, molekulaning reaksiya qobiliyati pastligidan dalolat beradi. Ajablanarlisi shundaki, azot molekulasi metalmas va (-3) elektromanfiylik qiymatiga ega bo'lishiga qaramay, molekula tarkibidagi uch bog' bo'lganligi sababli, energetik jihatdan azot molekulasi boshqa molekular bilan ta'sirlashmaydi. Azotning asosiy qismi suyuq havodan fraksiyalab haydash yo'li bilan olinadi. Jarayon uning bug'lanish haroratiga asoslangan, ya'ni azot - 195.8°C , suyuq kislorod esa -183°C bug'lanadi, bu suyuq havo tarkibidan azotning birinchi bo'lib ajralib chiqishini ta'minlab beradi.

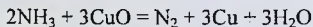
Azotning olinishi va xossalari. Laboratoriyada azot natriy azidining parchalanishidan olinadi.



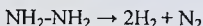
Azot ammoniy nitritning ehtiyotkorlik bilan qizdirilishidan ham olinadi.



Agar ammiyak qizdirilgan mis(I) oksidi ustidan o'tkazilsa ham azot hosil bo'ladi:



Gidrazinni qizdirilganda parchalanishi ham laboratoriyada azot olishga imkon beradi:

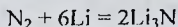


Kimyoviy xossalari. Azot molekulasi ikki atomli ($\text{:N}\equiv\text{N:}$). molekulaning atomlarga parchalanish energiyasi 940 kJ/mol . 3000°C da

faqat 0,1% parchalanadi. U kimyoviy reaksiyaga kirishmaslikda inert gazlarga o'xshab ketadi.

Lekin ba'zi mikroorganizmlar azotni o'zlashtirish xossasiga ega, bunda murakkab organik o'g'it hosil bo'ladi.

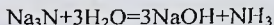
Odatdagi haroratda azot faqat litiy bilan ta'sirlashadi va uning nitridini hosil qiladi:



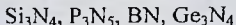
Qizdirilganda oson boshqa metallarning nitridlari hosil bo'ladi:



Ishqoriy va ishqoriy –er metallari nitridlari kristall moddalar suvda oson gidrolizlanadi:

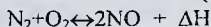


Metallardan tashqari nitridlar metallmaslar bilan ham hosil bo'ladi:

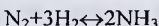


2000-3000°C da suyuqlanadigan polimer moddalardir. d-elementlarning nitridlari o'zgaruvchan tarkibga ega bo'lib, ular metallik xossalarga ega. Bunday nitridlar juda qattiq, qiyin suyuqlanadi. Ular suv, kislota va ishqorlar hamda oksidlovchilar ta'siriga chidamli hisoblanadi. Masalan, TiN (3220°C), HfN (2982°C), TaN (3090°C).

Azot kislorodning o'zaro ta'siri qaytar reaksiya reaksiya bo'lib 1500°C dagina sezilarli tezlikda ketadi va azot(II) oksidi hosil bo'ladi:

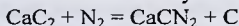


Azotga, xlor, ozon va flor ta'sir etmaydi. Azotning vodorod bilan o'zaro ta'siri yuqori haroratda va qaytar tarzda sodir bo'lib, bunda ammiyak hosil bo'ladi:



Agar elektrod ko'mir bo'lsa, azot atmosferasida vodorod ishtirokida 33 % HCN hosil bo'ladi.

Kalsiy karbidi va azot ishtirokida kalsiy sianamidi hosil bo'ladi:

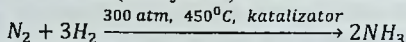


Ishlatilishi. Azotning ishlatilishi ammiyak, nitrat kislota va azotali o'g'itlar olishda xomashyo sifatida qo'llanilishidir.

Agar fosfor yopiq konteynerda yondirilsa, u kislorod bilan ta'sirlashadi va notoza azot qoldiq sifatida qoladi. Piragallol yordamida havo kisloroddan tozalanib, azot olinishi mumkin.

Amoniy va akva birikmalar. Suv va ammiyak xossalari bilan birlariga o'xshaydilar. Har ikkisi ham proton donori va akseptori vazifasini bajaradi. Ular tarkibidagi bir vodorod atomini boshqa bir alkil

gruppaga almashtirish bilan tarkibida $-OH$ va $-NH_2$ tutgan organik moddalar olinishi mumkin (22.1-jadval).



22.1-jadval

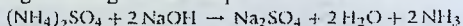
Amoniy va akva birikmalar turlari

No	Amoniy birikmalar turlari	Akva birikmalar turlari
1	NH_4^+	H_3O^+
2	NH_3	H_2O
3	NH_2^-	OH^-
4	NH^{2-}	O^{2-}
5	N^{3-}	-
6	$H_2N - NH_2$	$HO - OH$
7	$R - NH_2$	$R - OH$
8	$R - NH - R$	$R - O - R$
9	R_3N	-
10	$HN = NH$	-
11	$H_2N - OH$	-

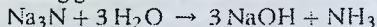
Vodorodli birikmalari. Azot va vodoroddan tashkil topgan eng muhim, odatiy va keng qo'lamda olinadigan birikma – ammiakdir. Bir yilda qariyb 30 milliard funt ammiak olinib, uning asosiy qismi o'g'it sifatida yoki nitrat kislota sintezida ishlatiladi. Amiakni asosan quyida keltirilgan Gaber usuli bilan sintez qilinadi.

Reaksiya tezligi harorat ortishi bilan ortishiga qaramay, NH_3 molekulasi hosil bo'lish issiqligi -46 kJ/mol bo'lganligi sababli yuqori temperaturada ammiak molekulasi turg'unligi kamayib boradi.

Uncha ko'p bo'lmagan miqdordagi ammiakni olish uchun, tarkibida ammoniy tutgan tuzlarga kuchli ishqor ta'sir ettirib olinadi.



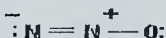
Metall azidlarning gidrolizidan ham ammiak olinishi mumkin.



Ammiak rangsiz (qaynash temperaturasi $-77.8^\circ C$ va suyuqlanish temperaturasi $-33.35^\circ C$) va o'ziga xarakterli xususiyatga ega bo'lgan gaz. Molekula tarkibidagi $H - N$ bog'ning qutbliligi sababli, qattiq va suyuq holatdagi ammiak molekulasi vodorod bog' bo'ladi. Ammiak suvda juda yaxshi eriydi, biroq kam miqdorda dissotsiyanadi ($K_b = 1.8 \cdot 10^{-5}$).

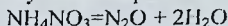
Azotning kislorodli birikmalari. Azotning kislorodli birikmalari N_2O , NO , N_2O_3 , NO_2 , N_2O_4 va N_2O_5 hisoblanadi.

Azot (I) oksidi. Rangsiz, kuchsiz xidli, shirin mazali gaz. Suvda kam erniydi, xona haroratida barqaror. Azot(I) oksidi molekulasini chiziqli tuzilishga ega:

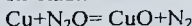


Markaziy azot atomi ikkita sp gibrid orbitallarga ega. N_2O molekulasini ozroq bo'lsa ham dipol momentiga ega, shuning uchun suvda ozroq eriydi.

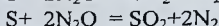
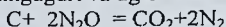
Azot(I) oksidi ammoniy nitratini qizdirib olinadi:



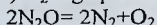
N_2O aktivligi kam, lekin qizdirilsa metallar bilan ta'sir lekin qizdirilsa metallar bilan ta'sir etadi:



Yuqori haroratda oltingugurt va uglerodni ham oksidlaydi:



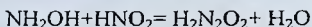
Yuqori haroratda ($700^\circ C$) N_2O ga parchalaniladi:



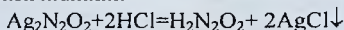
N_2O ga tegishli giponitrit kislotasi ($H_2N_2O_2$) ma'lum. Bu oksid betaraf oksid va u suv bilan ta'sirlashmaydi. Shuning uchun giponitrit kislotasi bilvosita usullar bilan olinadi. Giponitrit kislotasi quyidagicha tuzilishga ega:



Giponitrit kislotasi gidrosilaminga nitrit kislotasini ta'sir etib olinadi:



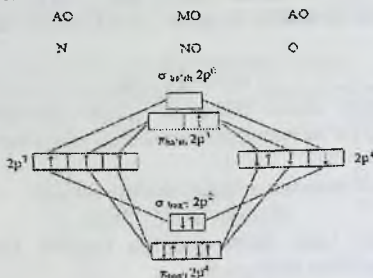
Agar kumush giponitritiga ham kuchli kislotalar ta'sir etganda giponitrit kislotasi olish mumkin:



$H_2N_2O_2$ erkin holda uchramaydi. U ikki asosli kislotasi: $K_1 = 10^{-8}$, $K_2 = 10^{-12}$. Lekin uning tuzlari ma'lum - $Ag_2N_2O_2$; PbN_2O_2 .

N_2O tibbiyotda narkoz sifatida ishlatiladi. U "Kuldiruvchi gaz" ham deyiladi, chunki u bilan nafas olinsa mast qiladi va kishi xursand bo'lib kula boshlaydi. Kattaroq dozada ishlatilsa kishi og'riqni sezmaydi. Ana shu tufayli jarrohlik amaliyotida narkoz sifatida kislorod bilan aralashtirib qo'llaniladi. Uning eng yaxshi tarafi organizm uchun bezararlidir.

Azot(II) oksid. Rangsiz, zaharli gaz. U befarq oksid hisoblanadi. Bog'lanish tartibi 2,5. Unda uch elektronli boglanish mavjud. U indeferent oksid hisoblanadi.



Molekular orbitalar usuliga ko'ra bo'shashtiruvchi orbitallarda bitta elektron bor bog'lanish tartibi bo'lsa:

$$B. T = \frac{6-1}{2} = 2,5$$

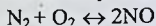
NO molekulasida quyidagi tuzilishiga ega:



Kislorodga nisbatan bo'shashtiruvchi orbitallarda kam elektron bo'lishi NO molekulasining turg'un bo'lishiga olib keladi. Bu gaz harorat ta'siriga chidamli. Lekin 100°C da parchalanadi:



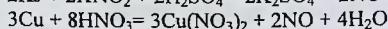
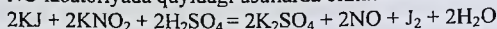
NO azot va kislorodning o'zaro ta'siridan hosil bo'ladigan yagona oksididir. Reaksiya elektr yoyi ta'sirida amalga oshib, qaytar tarzda sodir bo'ladi. 3000°C da darhol muvozanat yuzaga keladi.



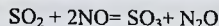
NO ammiakni Pt va Rh aralashmasi katalizatorligida oksidlash jarayonida ham hosil bo'ladi:



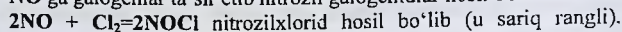
NO laboratoriyada quyidagi usullarda olinadi:



NO ham kuchli oksidlovchi va qaytaruvchi. SO_2 ni oksidlab SO_3 ga aylantiradi:

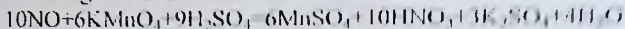


NO ga galogenlar ta'sir etib nitrozil galogenidlar hosil bo'ladi



Shunga o'xshash NOF va NOBr birikmalar ham ma'lum.

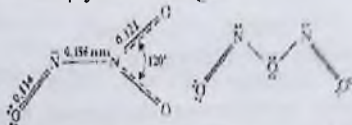
Juda kuchli oksidlovchilar ($K_2Cr_2O_7$ va $K_2Cr_2O_7$) ta'sirida NO nitrat kislota gacha oksidlanadi:



NO havo kislorodi bilan oson oksidlanib qo'ng'ir tusli gaz NO_2 ni hosil qiladi: $2NO + O_2 = 2NO_2$

NO turli komplekslarda ligand sifatida qatnashadi. $[Fe(NO)_4]_2$, $[Fe(NO)_4]_2$, $[Co(NO)_3]$. Past haroratda NO qattiq holatga o'tib dimet $= N_2O_4$ hosil qiladi. NO nitrat kislota olishda ishlatiladi.

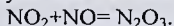
Azot(III) oksidi. Juda beqaror oksid, u zangori rangli va qattiq holda past haroratda barqaror. $3,5^{\circ}C$ da parchalanadi. Azot(III) oksidi molekulasining tuzilishi quyida keltirilgan



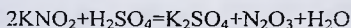
Azot(III) oksidi molekulasining tuzilishi

O-N-O bog'lari orasidagi valent burchaklar $120^{\circ}C$. N=O bog'ining uzunligi 0,121 nm, N-N bog'ining uzunligi bo'lsa 0,186 nm ni tashkil etsa, N-O bog'ining uzunligi esa 0,114 nm ni tashkil etadi.

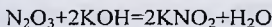
NO_2 ga NO iri etilib qaytar sharoitda olinadi:



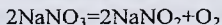
Laboratoriyada kaliy nitritiga sulfat kislota eritmasi ta'sir etib N_2O_3 olsa bo'ladi:



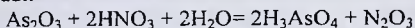
HNO_2 kislota ning oksidi N_2O_3 (nitrit anhidrid) hisoblanadi. N_2O_3 ning ishqorlar bilan ta'siridan nitritlar hosil bo'ladi:



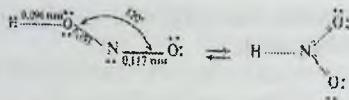
Odatda nitritlar olish uchun nitratlar qizdiriladi. Bu reaksiyada kislorod ham hosil bo'ladi:



Laboratoriyada N_2O_3 mishyak (III) oksidiga nitrat kislota ta'sirida olinadi:

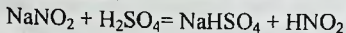


Nitrit kislota markaziy azot atomi sp^2 gibridlangan O-N-O burchagi $120^{\circ}C$. N-O- bog'ining uzunligi 0,117 nm bo'lsa, H-O bog'ining uzunligi 0,096 nm ga teng:



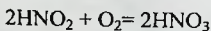
Nitrit kislota molekulasining tuzilishi.

Nitrit kislota tuzlariga sulfat kislota eritmasini ta'sir ettirish orqali nitrit kislotasini olish mumkin:

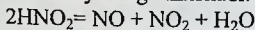


Nitrit kislotasi faqat eritmada mavjud lekin uning tuzlari ma'lum. Nitrit kislota kuchsiz elektrolitdir ($K=7 \cdot 10^{-4}$).

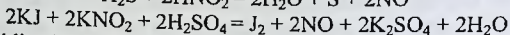
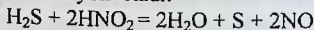
U ham oksidlovchi, ham qaytaruvchi. Kislorod ishtirokida oksidlanadi:



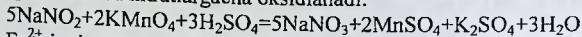
U disproporsialanish reaksiyalariga kirishadi:



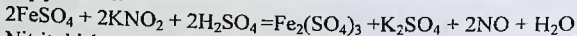
KJ, H_2S ishqoriy metallarning amalgamasi bilan nitrit kislotasi oksidlovchi xossasini namoyon etadi:



Kuchli oksidlovchilar ta'sirida nitritlar qaytaruvchilik xossasini namoyon etadi va nitratlarga oksidlanadi:



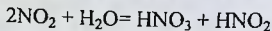
Fe^{2+} ion qaytaruvchi bo'lgani uchun nitritlar oksidlovchi bo'lib NO gacha qaytariladi:



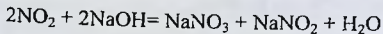
Nitrit kislota tuzlari zaharli moddalardir. NaNO_2 stenokardiyada tomirlarni kengaytiruvchi modda sifatida tavsiya etilgan.

Azot(IV) oksidi. NO_2 qo'ng'ir tusli zaharli gaz modda. NO_2 - sovutilganda qizil-qo'ng'ir suyuqlikka aylanadi. Suyuqlanish harorati $22,45^\circ\text{C}$ sovutilsa borgan sari sarg'ish oq, keyin rangsiz bo'ladi. $-11,2^\circ\text{C}$ rangsiz kristall hosil qiladi. Isitilganda uning rangi o'zgarib to'qlashadi, 140°C da qo'ng'ir rangli bo'ladi.

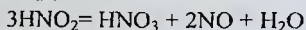
NO_2 ni aralash angidrid deyish mumkin, chunki u suvda eritilganda HNO_2 va HNO_3 hosil bo'ladi:



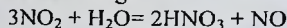
NO_2 ishqorlarga ta'sir ettirilganda ham nitritlar va nitratlar hosil bo'ladi:



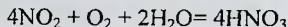
HNO_2 beqaror kislota hisoblanib, uning parchalanishidan nitrat kislota va NO hosil boladi:



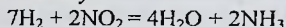
NO_2 issiq suv bilan ta'sirlashganda:



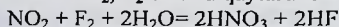
Agar NO_2 ga kislorod ishtirokida suv ta'sirlashsa u to'la HNO_3 ga aylanadi:



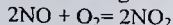
NO_2 kuchli oksidlovchi va qaytaruvchi. U uglerod, azot, oltingugurt, vodorod va metallarni oksidlaydi:



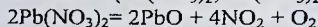
Kuchli oksidlovchilar Br_2 , F_2 bilan u qaytaruvchi:



NO ning olinish usullari: NO ning kislorod ishtirokida oksidlanishi:



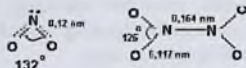
Nitratlarning parchalanishi ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$):



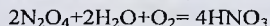
Mis metalliga suyultirilgan sulfat kislota ta'sir etib:



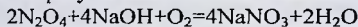
NO_2 $-11,2^\circ\text{C}$ dan, to 140°C gacha NO_2 va uning dimeri (N_2O_4) aralashgan holda bo'ladi. NO_2 paramagnit xossaga ega va uning molekulasini burchakli tuzilgan. Uning dimerini tuzilishi quyida ko'rsatilgan. Molekula yassi tuzilishga ega suyuq va qattiq holatda rangsiz:



Suyuq N_2O_4 ga 5 mPa bosimda 75°C da suv kislorod ta'sir ettirilsa konsentrlangan nitrat kislota hosil bo'ladi:

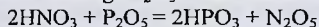


Agar reaksiya ishqoriy muhitda o'tkazilsa nitratlar hosil bo'ladi:



Azot(V) oksidi - nitrat ангидрид, rangsiz kristall modda, gigroskopik.

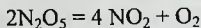
N_2O_5 olish uchun nitrat kislota P_2O_5 ta'sir ettiriladi



N_2O_5 nitrat kislota ning ангидриди hisoblanadi. Uning suvda erishidan nitrat kislota hosil bo'ladi:

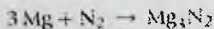


N_2O_5 beqaror modda u xona haroratida parchalanadi va NO_2 va O_2 hosil qiladi:



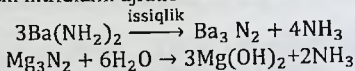
Natriy nitrat holatida oz miqdorda atmosferadagi elektr razryadi paytida ham hosil bo'ladi.

Nitridlar. Yuqori haroratda, azot metallar bilan ta'sirlashib metall nitridlarini hosil qiladi. Masalan:



Gidrid, karbid va boridlar singari metallning turiga qarab nitridlar ionli, kovalent va oraliq bog'lanishi bo'lishi mumkin. Bor nitridi *olmos* yoki *grafitsimon* strukturaga ega bo'lib anorganik benzol nomi bilan bizga ma'lum.

Gidroksidlarning parchalanishidan oksidlar olinganidek, amidlarning qizdirilishidan ham nitridlarni ajratib olish mumkin.

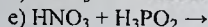
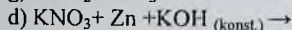
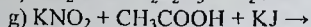
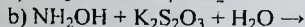


N^{3-} ko'rinishidagi ion kuchli asos hossasini namoyon qilib har qanday proton bilan ta'sirlashib NH_3 hosil qiladi.

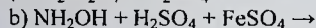
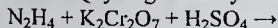
Azotning oraliq metallar bilan hosil qilgan birikmalari, azotning yoki ammiyakning shu metallar bilan yuqori temperaturada qizdirilishi bilan olinadi. Bunday birikmalarda azot atomlari oraliq holatni egallaydi, shu sababli ular ko'pincha stexiometriya qoidalariga bo'ysunmaydi. Hosil bo'lgan mahsulot tarkibi temperatura va bosim o'zgarishi bilan o'zgarib boradi. Ba'zi metall nitridlari qattiqligi, mo'rtligi va yuqori suyuqlanish temperaturasiga ega bo'lganligi sababli kesuvchi vositalar va drillar yasashda muhim ahamiyatga ega.

Mavzuni mustahkamlash uchun nazorat savollari

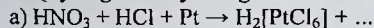
1. Azotning kimyoviy xossalari?
2. Valent bog'lanish va molekular orbitalar usullari yordamida azot molekulasining kimyoviy reaksiyalarga qiyin kirishish sababini tushuntiring.
3. Azotning olinish reaksiyalarini yozing: a) kaliy nitratni temir bilan qaytarib; b) ammoniy nitratni parchalab; v) Ammiyani oksidlab. Har bir holda oksidlovchi va qaytaruvchini ko'rsating.
4. Quydagi moddalardan qanday qilib ammiyak hosil qilish mumkin? a) azotdan; b) ammoniyli tuzdan; v) nitrat kislotadan; g) aliyuminiy nitridan. Reaksiya tenglamalarini yozing.
5. Quydagi reaksiya tenglamalarini tugallang va tenglashtiring:



6. Quyidagi reaksiya tenglamalarini tugallang va tenglashtiring:a)



7. Quyidagi reaksiya tenglamalarini tugallang va tenglashtiring:



8. Azotning ishlatilish sohalari?

23. FOSFOR VA UNING BIRIKMALARI

Fosfor (Phosphorus). Fosfor keng tarqalgan element, er sharini 0,04 % ni tashkil qiladi. Oson oksidlangani uchun tabiatda erkin holda uchramaydi.

Tabiatda apatit minerali $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2$ yoki CaCl_2 va fosforitlar $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ va har xil qo'shimchalar bo'ladi. $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaCl}_2$ - xlorli apatit.

Fosforitlar va apatitlar fosforli mineral o'g'itlar olishda o'g'it sifatida ishlatiladi. Apatitlarning katta miqdorda Kola yarim orolida, Ural, Markaziy Osiyoda Qora tog'da bor.

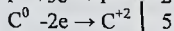
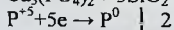
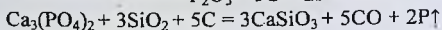
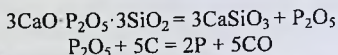
Fosfor tirik organizm uchun kerakli element: qon, miya, nerv sistemasi to'qimalarida bo'ladi. Ko'p miqdorda fosfor $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ holda hayvonlar suyagida bo'ladi. Suyak yoqilsa uning tarkibidagi hamma organik moddalar yonadi, qolgan modda $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ bo'ladi. Odam organizmida fosforning umumiy miqdori 4,0 % ga boradi.

Birinchi marta erkin fosfor 1669-yilda gamburglik alkimyogar Brand tomonidan olingan.

Fosfor faqat bitta izotopga ega bo'lgan element; $_{15}^{31}\text{P}$. Uning sun'iy izotoplari ham olingan.

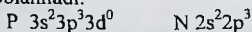
Olinishi. Hozirgi paytda kalsiy fosfatdan olinadi. Buning uchun kalsiy fosfat qum, ko'mir bilan havo kirmaydigan joyda-elektir pechlarida qizdiriladi.

Ketayotgan jarayonni tasavvur qilish uchun kalsiy fosfatdan fosforga o'tiladi:



Ajralib chiqayotgan fosfor bug'lari suv bilan ushlanadi.

Fizik xossalari: Fosfor elektronlar soniga ko'ra azotning analogi hisoblaniladi.



Lekin fosfor 3-davr elementi, 3d orbitallardagi elektronlar valent elektronlar rolini o'ynaydi.

Fosfor uchun $sp^3 d^2$, $sp^3 d^1$, sp^3 gibrirlanish mavjud.

Fosforning maksimal koordinatsion soni 6 ga teng. O'n bitta allotropik shakl o'zgarishi borligi aniqlangan. Fosfor atomlari ikki atomli P_2 , to'rt atomli P_4 yoki polimer P bo'lishi mumkin.

P_2 molekulasi 1000°C dan yuqorida mavjud. Molekuladagi P_2 bog'lanish energiyasi juda katta (450 kJ/mol), uning atomlarining parchalanishi 2000°C sodir bo'ladi.

Oq fosfor. Suyuq erigan holda, hamda 1000°C dan pastda P_4 molekullari barqaror, u tetraedr konfiguratsiyasiga ega. Fosfor bug'larini kondensatsiyasida oq fosfor hosil bo'ladi ($d=1,8 \text{ g/sm}^3$). U molekulyar kristall panjaraga ega, kristall panjara uchlarida P_4 turadi.

Oq fosfor - oq amorf modda. U oson suyuqlanadi. Suyuq holda ham qattiq holda ham P_4 holda bo'ladi. Suyuqlanish harorati 44°C , qaynash harorati 275°C , uchuvchan, CS_2 va boshqa organik erituvchilarda eriydi. Oq fosfor juda zaharli (odam uchun o'ldirish dozasi $0,1 \text{ g}$).

Suv ostida saqlansa sarg'ayib qoladi. Fosforning hidi sarimsoq piyoz hidiga o'xshaydi. P_4 molekulasida bog'lar oson uziladi (200 kJ/mol). Shuning uchun oq fosfor kimyoviy aktiv, u turaverib polimer shakl o'zgarishga o'tadi.

Polimer shakl o'zgarishlar ichida eng barqarori qizil va qora fosfor. Tashqi ko'rinishi jihatidan qora fosfor ($d=2,7 \text{ g/sm}^3$) grafitga o'xshaydi, uni oq fosfordan 200°C va 1200 atm bosimda olish mumkin.



Oq fosforni 400°C da qizdirishdan olinadi. Qizil fosfor sovitilsa oq fosforga aylanib qoladi. Qizil fosforni bir qancha shakl o'zgarishlari bor. Ularning tuzilishi hali to'la aniqlanmagan. Ular polimer moddalar, o'zaro piramidal bog'langan. Olinish usuliga qarab qizil fosfor har xil xossaga ega. Masalan, uning zichligi $2,0-2,4 \text{ g/sm}^3$, suyuqlanish harorati $585-600^{\circ}\text{C}$ orasida rangi to'q jigardan qizil, binafshaga o'zgaradi.

Qizil fosfor eritmaga o'tkazilishi uchun polimer shakl o'zgarishdagi bog'larni uzish kerak. Shuning uchun polimer shakl o'zgarishlar hech qanaqa erituvchilarda erimaydi va yuqori suyuqlanish haroratiga ega. Shuning uchun fosfor bug'larini kondensasiya qilganda qizil emas, oq fosfor hosil bo'ladi.

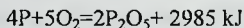
Qora fosfor. Oq fosforni yuqori haroratda bosim ostida uzoq qizdirishdan hosil bo'ladi. Qora fosfor CS_2 da erimaydi. Lekin elektr tokini o'tkazadi.

Qizil va qora fosfor kimyoviy jihatdan ancha barqaror.

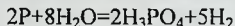
Agar oq fosfor havoda o'z-o'zidan 50°C alangalansa, qizil fosfor 250°C , qora fosfor 400°C alangalanadi.

Oq fosfordan farqli polimer shakl o'zgarishlar zaharli emas.

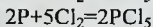
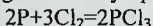
Kimyoviy xossalari. Kukun holatdagi oq fosfor odatdagi haroratda yonib ketadi:



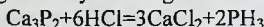
Qora va qizil fosforlarning aktivligi kam. Fosfor 600°C da suv bog'i bilan ta'sirlashib:



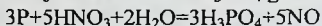
Fosfor xlor bilan odatdagi sharoitdayoq ta'sirlashadi:



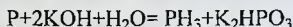
Fosforning vodorod bilan to'g'ridan to'g'ri ta'sir etmaydi. PH_3 (fosfin) fosfidlarning gidrolizi yoki ularga HCl ta'sir ettirib olinadi:



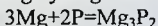
Suyultirilgan HNO_3 ta'sirida fosfor H_3PO_4 gacha oksidlanadi:



Fosforning ishqorlar bilan ta'siridan fosfin va fosfit kislotalarning tuzlari hosil bo'ladi:



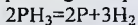
Fosfidlar: yuqori haroratda fosfor hamma metallarni oksidlab, o'zi fosfidlargacha qaytariladi. Magniyning fosfor bilan ta'siridan:



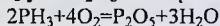
Magniy fosfidi hosil bo'ladi. Ular tuzsimon birikmalar, ion-kovalent tuzilishga ega. Na_3P , K_3P va Na_3P suv va kislotalar ta'siridan oson parchalanadi. d-elementlar fosfidlari o'zgaruvchan tarkibli MeP , Me_2P , Me_3P tarkibiga ega fosfidlar hosil qiladi. Ularda bog'lanish metallsimon tabiatga ega. Bu moddalar kimyoviy jihatdan inert, elektr tokini o'tkazadi yoki yarim o'tkazgichlardir.

Fosforning vodorodli birikmalari. PH_3 -fosfin gaz modda. Uning qaynash harorati -85°C , -133°C da suyuqlanadigan, sarimsoq piyoz hidi keladigan gaz. Molekula tuzilishi piramidal, ammiakning tuzilishiga o'xshash bo'ladi.

Beqaror birikma bo'lib, qizdirilganda parchalanadi:



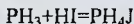
Yuqori haroratda PH_3 yoni P_2O_5 hosil qiladi:



Kuchli oksidlovchilar ham PH_3 ni ortofosfat kislotasigacha oksidlaydi:



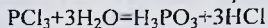
Fosfinda asos xossalari ammiakdan zaifroq. Lekin kuchli kislotalar bilan fosfoniylarni hosil qiladi:



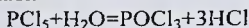
Shunga o'xshash PH_4ClO_4 , PH_4Cl birikmalari ham ma'lum. Bundan tashqari difosfin ham olingan. Bu modda rangsiz suyuqlik. 65°C da qaynaydi, -99°C da kristallanadi. Uzoq vaqt saqlanganda sariq rangli P_2H_6 (qattiq modda) ga aylanib, PH_3 ajratadi.

Sulfidlari. Tarkibi P_xS_y tarkibli ($x=3,4$ va $y=3,5,7,10$) bo'lgan qator sulfidlar ma'lum. Masalan P_4S_3 (qaynash harorati 408°C , qotish harorati 174°C) sariq tusli birikma. Bundan tashqari P_4S_5 , P_4S_7 , P_4S_{10} birikmalar ham olingan. Bu sulfidlar gugurt cho'pi tayyorlashda ishlatiladi.

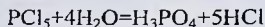
Fosforning galogenli birikmalari. PCl_3 – o'tkir hidli rangsiz suyuqlik, $74,1^\circ\text{C}$ da qaynaydi, $-111,8^\circ\text{C}$ da qotadi. Suvda to'liq gidrolizlanib fosfit kislotali hamda HCl hosil qiladi:



PCl_5 -qattiq modda, trigonal bipiramida tuzilishga ega. Bu birikma ham suv bilan ta'sirlashadi:



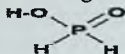
Agar reaksiyada mo'l miqdorda suv ishtirok etganida ortofosfat kislota va HCl hosil boladi:



PF_5 va PF_3 gaz moddalar. PBr_3 suyuq modda, lekin PBr_5 sariq rangli qattiq birikmalar. PCl_3 va PCl_5 organik sintezda keng ko'lamda ishlatiladi.

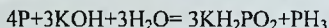
Fosforning oksidlari va kislotalari

Fosforning(I) valentli birikmalari. Fosforning(I) valentli birikmalari qatoriga H_3PO_2 ni olish mumkin. Bu birikma gipofosfit kislota- H_3PO_2 yoki $[\text{PO}_2\text{H}_2]^-$ deb qarash kerak. H_3PO_2 rangsiz kristall (suyql. harorati $26,5^\circ\text{C}$), $\rho=1,49\text{g/sm}^3$, suvda yaxshi eriydi. Uning molekulasini tuzilishi quyida ko'rsatilgan:



Ancha kuchli elektrolit va u bir asosli kislota ($K=7,9 \cdot 10^{-2}$). Gipofosfit kislota tuzlari (KH_2PO_3) kuchli qaytaruvchidir.

Agar fosfor ishqorlar ishtirokida qizdirilganda gipofosfit kislota tuzlari hosil bo'ladi:



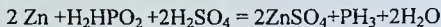
Gipofosfit kislota qizdirilganda disproporsialanish reaksiyasiga uchraydi:



Gipofosfit kislota kuchli oksidlovchilar ta'sir ettirilganda u qaytaruvchi bo'lib oksidlanadi:



Qaytaruvchilar ishtirokida gipofosfit kislota oksidlovchi vazifasini bajaradi:

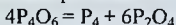


Fosfor(III) birikmalari. Fosfit anhidrid: P_2O_3 – oq kristall modda $d=2,13$; suyuqlanish harorati $23,8^\circ\text{C}$; qaynash harorati 173°C . P_2O_3 –zaharli modda hisoblanadi. P_2O_3 uchuvchan modda. Uning molyar massasi P_4O_6 to'g'ri keladigan molekular kristal panjara (23.1-rasm) hosil qiladi. **O-P-O** burchaklari 99°C , har bir fosfor kislorod atomlari orqali bog'langan:

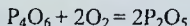


23.1-rasm. Fosfor(III) oksid molekulasining tuzilishi

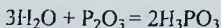
P_4O_6 200°C yuqorida termik parchalanadi:



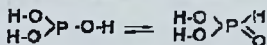
P_2O_3 qaytaruvchi modda. U O_2 , S , Cl_2 , MnO_2 , PbO_2 , Na_2O_2 va boshqa oksidlovchilar bilan oson oksidlanadi:



Suvda eriganida fosfit kislotasini hosil qiladi. Fosfit kislota H_3PO_3 suvda yaxshi eriydigan kristall modda ($p=1,65$; suyuqlanish harorati $73,6^{\circ}C$):



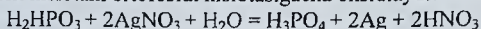
Unga ikkita tautomer formula mos keladi:



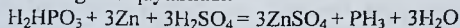
O'rtacha kuchli elektrolit hisoblanadi: $H_2HPO_3 \rightleftharpoons 2H^+ + HPO_3^{2-}$

Fosfit kislotaning ($K_1=1,6 \cdot 10^{-3}$; $K_2=6,3 \cdot 10^{-7}$) ikki xil tuzlari bor: bitta vodorod metallga almashgan – $NaHHPO_3$. Ikkala vodorod metallga almashgan – Na_2HPO_3 . Fosfit kislotaning uchala vodorod metallga almashgan tuzi ma'lum emas.

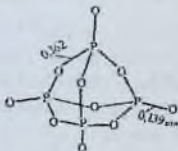
Fosfit kislota ham qaytaruvchi, ham oksidlovchi. Kuchli oksidlovchilar kislorod, galogenlar, metallning ionlari, nodir metall ionlari fosfit kislotani ortofosfat kislotasigacha oksidlaydi:



Kuchli qaytaruvchilar ishqoriy er metallari, rux va magniy ta'sirida, fosfit kislota fosfingacha qaytariladi:



Fosforning(V) birikmalari. P_2O_5 - oq kristall modda. U oson bug'lanadi (bug'lanish harorati $359^{\circ}C$), va P_4O_{10} tarkibli molekular kristall panjara hosil qiladi.

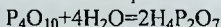


23.2-rasm. Fosfor(V) oksid molekulasining tuzilishi

P-O- bog'larining uzunligi 0,162 nm bo'lsa, **P=O** bog'lari qisqaroq va 0,139 nm ga teng (23.2-rasm). Bundan tashqari polimer shakl o'zgarishi P_2O_5 ham ma'lum. U ancha yuqori suyuqlanish haroratiga ega (suyuqlanish harorati taxminan $580^{\circ}C$) va kimyoviy faolligi kamroq. P_2O_5 suv bilan shiddatli ta'sir etib fosfat kislota hosil qiladi. Shuning uchun undan gazlarni quritishda foydalaniladi. Agar fosfor(V) oksid sovuq suv bilan ta'sir etsa metafosfat kislota hosil qiladi:



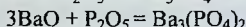
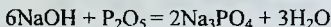
P_2O_5 ning issiq suv bilan ta'sirida pirofosfat kislota hosil bo'ladi:



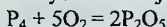
Agar R_2O_5 qaynoq kislota bilan ta'sirlashsa ortofosfat kislotaqa aylanadi:



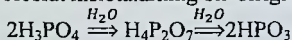
P_2O_5 - asoslar va asosli oksidlar bilan fosfat kislota tuzlarini hosil qiladi.



P_2O_5 - fosforni havoda to'la yonishi natijasida hosil bo'ladi.



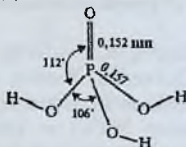
Orto-, meta-, pirofosfat kislotalarning bir-biriga o'tish sxemasi:



H_3PO_4 - kam miqdorda suv bilan aralashtirilganda siropsimon suyuqlik hosil bo'ladi. Meta-, piro-, ortofosfat kislotalarning anionlarini farqlash uchun $AgNO_3$ bilan reaksiyasidan foydalaniladi.

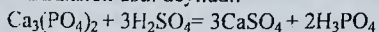
Metafosfat kislotalari Ag^+ bilan oq cho'kma hosil qiladi. Metafosfat kislotalari (HPO_3)_x x=2,3,6 turdagi polimer moddalaridir. Orto- va pirofosfat kislotalaridan farq qilib metafosfat kislota oqsil moddalarini cho'ktiradi, bu uing polimer xarakterini ko'rsatadi. Pirofosfat kislotalari anioni oq cho'kma $Ag_4P_2O_7$ ni hosil qiladi. Lekin u tuxum oqsilini cho'ktira olmaydi. Ortofosfat kislota H_3PO_4 $AgNO_3$ bilan sariq cho'kma hosil qiladi.

Ortofosfat kislota o'rtacha kuchli elektrolit ($K_1=7,52 \cdot 10^{-3}$, $K_2=6,31 \cdot 10^{-8}$, $K_3=1,26 \cdot 10^{-12}$) hosil qiladi. Uning turli tuzlari ma'lum: NaH_2PO_4 ; Na_2HPO_4 ; Na_3PO_4 . Ortofosfat kislotalarning molekulasining tuzilishi (23.3-rasm) ko'rsatilgan. Markaziy atom fosfor sp³ gibridlangan. P-O bog'ining uzunligi 0,157 nm, P=O bog'i bo'lsa 0,152 nm ga teng, O-P-O valent burchaklar 106° ni tashkil etadi (23.3-rasm).



23.3-rasm. Ortofosfat kislota molekulasining tuzilishi

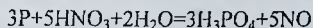
Texnikada ortofosfat kislota kalsiy fosfatni sulfat kislota bilan parchalash orqali olinadi. Bunda 85% li siropsimon fosfat kislota hosil bo'ladi. Bu usul ekstraksion usul deyiladi.



Hosil bo'lgan kislota CaSO_4 dan suvda eritib ajratiladi. Filtrlash orqali erimaydigan tuz ushlab qolinadi.

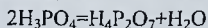
Termik fosfat kislota olish uchun kalsiy fosfatdan avval fosfor, so'ngra fosfor(V) oksid undan esa H_3PO_4 olinadi.

Laboratoriyada H_3PO_4 fosforni 30% li nitrat kislota bilan oksidlaganda hosil bo'ladi:



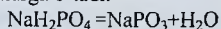
Metafosfat kislota $(\text{HPO}_3)_n$ polimer tuzilishga ega. Bu kislota shishasimon moddadir. Eritmada polimerlar holatida mavjud. Ular zaharli birikmalarga kiradi. Uning tuzlari $\text{Na}_3\text{P}_3\text{O}_9$, $\text{Na}_4\text{P}_4\text{O}_{12}$, $\text{Ca}_3(\text{P}_3\text{O}_9)_2$ ma'lum.

Pirofosfat kislota (yoki difosfat kislota) ortofosfat kislotani 260°C gacha qizdirishda hosil bo'ladi:

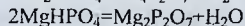
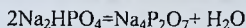


Bu kislota tashqi ko'rinishidan yumshoq shishasimon modda bo'lib suvda oson eriydi. Kislota ning o'rta va nordon tuzlari ma'lum. Bunday tuzlarga $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$, $\text{NaH}_3\text{P}_2\text{O}_7$, $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$, $\text{Na}_3\text{HP}_2\text{O}_7$ kiradi. Tuzlar suvda yaxshi eriydi va kislotali tabiatga ega bo'ladi.

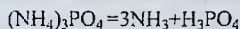
Barcha ortofosfat kislota sinining tuzlari tarkibida natriy, kaliy va ishqoriy metallar va ammoniy ionlari bo'lsa ular suvda eriydi. Bu tuzlarning tarkibida boshqa metallar (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Ba^{2+} va boshqalar) bo'lsa, ular suvda yomon eriydi. Ortofosfatlarning o'ziga xos tarafi tuzlarining qizdirishga munosabatidir. Bunda digidroortofosfatlar qizdirilganda metafosfatlarga o'tadi:



Gidrofosfatlar qizdirilganda esa difosfatlarga yoki pirofosfatlarga aylanadi:



O'rta tuzlar yoki ortofosfatlar qizdirilganda ammiak va kislota ga parchalanadi:



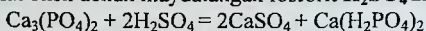
Kimyoviy toza ortofosfat kislota tibbiyotda, oziq-ovqat sanoatida, sun'iy achitqilar (xamirturush) va salqin ichimliklar tayyorlashda

ishlatiladi. Ortofosfat kislotasining tuzlari qattiq suvlarni tozalashda keng qo'llaniladi.

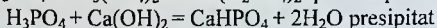
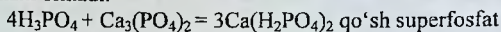
O'g'itlar ishlab chiqarish. Fosfat kislota tuzlari qishloq xo'jaligi uchun katta ahamiyatga ega. Fosfor oqsil moddalarning tarkibiga kiradi. O'simliklar fosforni tuproqdan, fosfat kislota tuzi holida oladi. Lekin uning miqdori tuproqda kam bo'ladi. Erning hosildorligini oshirish uchun fosforli o'g'itlar solinadi.

Tabiiy fosforitlar va apatitlar kam eriydigan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ holida bo'ladi. Shunday holatda ular maydalansa suyak talqoni deyiladi va ular ham o'g'it sifatida ishlatiladi. Ularning eruvchanligi yomonligi sababli fosforitlar eruvchan nordon tuzlarga o'tkaziladi.

Superfosfat olish uchun maydalangan fosforit H_2SO_4 aralashtirilsa:



bunda gips va kalsiy digidrofosfat hosil bo'lib u suvda yaxshi eriydi. Hosil bo'lgan tuz oddiy superfosfat deyiladi. Shunga o'xshash boshqa o'g'itlar ham olinadi:



Ko'p miqdorda ammoniy fosfati (triammofos) $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ ishlatiladi.

M.N.Nabiev (1915-1995) O'zbekiston FA akademigi, kimyo fanlari doktori, professor, kalsiy fosfatga nitrat kislota bilan ishlov berish usulini taklif etgan. Superfosfatlarni sifatini yaxshilashda ishtirok etgan. O'zbekistonda fosforli, azotli, kompleks o'g'itlar ishlab chiqarishga asos solgan olim hisoblanadi.

Hozirgi paytda Chirchiq elektrokimyo kombinatida ammiakli selitra, vodorod, ammiak, azot, nitrat kislota, karbamid ishlab chiqarish yo'lga qo'yilgan.

O'g'itlar O'zbekistonnig turli zavodlarida ishlab chiqaziladi. "Navoiyazot" birlashmasi, Samarqand superfosfat zavodi, Olmaliq kimyo zavodi hozirgi paytlarda fosforli va azotli o'g'itlar ishlab chiqarishga asoslangan.

Fosfor va uning birikmalarini tibbiyotdagi ahamiyati. Fosfor organik birikmalar juda muhim biokimyoviy jarayonlarda ishtirok etadi. Fosforsiz miya to'qimalarida moddalar almashinuvi sodir bo'lmaydi. Miyadagi fosforilaza fermenti polisaxaridlarning gidrolizlanish jarayoni va sintezini boshqarib turadi. Uglevodlarning miya to'qimalarida oksidlanishida fosforopirid nukleotidlar va noorganik fosfatlar juda muhim o'rin tutishi aniqlangan. RNK va DNK mononukleotidlari o'zaro

fosfat kislota qoldiqlari bilan bog'langanligini esga olsak, bu fosfor birikmalarini ahamiyatini yana bir bor namoyish etadi.

Natriy digidrofosfat tibbiyotda oshqozonning kislotaliligi ortib ketganida ishlatiladi. U "urodan" preparatini tarkibiga bo'ladi.

Mavzuni mustahkamlash uchun nazorat savollari

1. Fosforning: a) konsentrlangan HNO_3 ; b) $\text{Ba}(\text{OH})_2$; v) CuSO_4 eritmalari bilan reaksiya tenglamalarini yozing.

2. Ammoniy tuziga 0,5 n 2 l Ishqor eritmasi qo'shilganda qancha hajm (n.sh.) ammiak hosil bo'ladi? (J: 64,2 l).

3. Tarkibi 60% mis va 40% kumushdan iborat 10 g qotishmani eritish uchun nitrat kislotaning 30% li eritmasidan ($\rho=1,18 \text{ g/sm}^3$) qancha hajm kerak? Nitrat kislota azot(II) oksidigacha qaytariladi deb olinsin (J: 53,5 l).

4. 18,2 g kalsiy fosfidning Ca_3P_2 gidrolizlanishida hosil bo'lgan fosfinni yoqsak qancha fosfor(V) oksid hosil bo'ladi? (J: 14,2 g).

5. Superfosfat tarkibida 20% P_2O_5 borligi aniqlangan. O'g'it tarkibidagi $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ning protsent miqdori aniqlansin. (J: 33%).

6. 7. Fosforning olinish reaksiyasini yozing.

8. Fosforning konsentrlangan nitrat kislota va kaliy gidroksidlar bilan reaksiya tenglamalarini yozing.

24. IVA GURUH ELEMENTLARI. UGLEROD VA KREMNIYNING BIRIKMALARI

Uglerodning olinishi va xossalari. Qo'zg'almagan holda uglerod atomi $1s^2 2s^2 2p^2$ elektron formulaga ega. Unda valent elektronlardan ikkitasi juftlashgan. Bu holda uglerod atomi uchta kovalent bog' hosil qilishi mumkin: ulardan ikkitasi almashinish mexanizmi bo'yicha, uchinchi esa donor-akseptor mexanizmi bo'yicha hosil bo'ladi. Birinchi ikkitasi juftlashmagan elektronlar hisobiga, uchinchi esa $2p$ - bo'sh orbital hisobiga. Ana shunday bog'lanish CO molekulasida kuzatiladi.

Uglerod atomining qo'zg'algan holatga o'tishi $2s$ -elektronlaridan bittasini $2p$ -orbitalga o'tishi bilan sodir bo'ladi. Natijada qo'zg'algan atom 4 ta singlet elektron bilan tavsiflanadi va 4 ta kimyoviy bog' hosil bo'lishini ta'minlaydi. qo'zg'alish uchun zarur bo'lgan energiya ikkita qo'shimcha kovalent bog'lanish hosil bo'lishi hisobiga kompensasiyalanadi. d -orbitali bo'lmaganligi uchun uglerodning maksimal valentligi 4 ga teng bo'ladi.

Uglerod atomlari orasidagi σ -bog'ning puxtaligi boshqa gomoatomli bog'larning ichida eng puxtasi. Uning gomozanjirli birikmalarini ko'pligi shu bilan tushuntiriladi.

Uglerod tabiatda nisbatan ko'p tarqalmagan. Uning ulushiga 0,1 mas. % to'g'ri keladi. Shunga qaramay uglerodni tirik va o'lik tabiatda o'rni katta.

Oddiy modda sifatida tabiatda uning uch xil modifikatsiyasi mavjud-olmos, grafit va karbin. Ularning uchchalasi ham uglerodning xar xil kristallokimyoviy tuzilishga ega bo'lgan gomoatomli birikmalari. Amorf uglerod (saja, ya'ni qurum) uglerodning aloxida allotropik shakli emas. U har xil orientatsiyalangan mayda grafit kristallardan iborat.

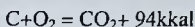
Olmos - rangsiz tiniq, nurni kuchli sindiradigan modda. U tabiatda topilgan barcha moddalardan qattiq, mo'rt. Olmosda uglerod atomlari sp^3 gibridlangan orbitalar orqali bog'langan.

Grafit - oddiy sharoitda barqaror bo'lgan uglerodning allotropik shakl o'garishi. U kulrang - qora rangga ega bo'lib metallik yaltiroqlikka ega bo'lgan yumshoq modda. Grafitda uglerod atomi sp^2 gibridlangan. Atomlar orasidagi bog'lanish kovalent xarakterga ega. Bog'lanish burchagi 120° . Oltiburchakka perpendikulyar ravishda benzoldagi kabi π_{p-p} bog'lanish bo'ladi va uning elektr o'tkazuvchanligi, metallik yaltiroqligi shu bilan tushuntiriladi.

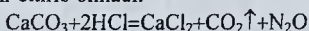
Karbin - qora mayda kristallardan iborat bo'lgan poroshok. Unda xar bir atom sp - gibridlangan holda bo'ladi. 800° da grafitga aylanadi.

Kimyoviy jixatdan olmos va grafit odatdagi sharoitda inert moddalar. Ishqor va kislotalarning ta'siriga barqaror. Karbinning reaksiyaga munosabati olmos va grafitga nisbatan faolroq. Uglerod amorf holatda osonroq yonadi. To'g'ridan-to'g'ri uglerod galogenlardan faqatgina fluor bilan reaksiyaga kirishadi. Yuqori temperaturada u oltingugurt va azot bilan reaksiyaga kirishadi.

Havoda "amorf" uglerodni yoqilsa kislorod bilan oson reaksiyaga kirishadi:



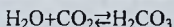
Olmos va grafit $700 - 800^{\circ}C$ da yonadi. Laboratoriyada CO_2 ni $CaSO_3$ ga HCl ta'sir ettirib olinadi:



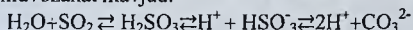
CO_2 molekulasi chizig'li $O=C=O$ tuzilishga ega. Rangsiz, nordon ta'mga ega gaz. Odatdagi sharoitda 60 atm. bosimda rangsiz suyuqlikka aylanadi. CO_2 da kislorodga moyilligi ugleroddan katta moddalargina yonadi. Masalan:



Havoda 0,03% CO_2 bor. Suvda deyarli yaxshi eriydi: (1:1 nisbatda). Bunda qisman karbonat kislotasi hosil bo'ladi:



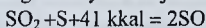
Ammo reaksiya chapga kuchli siljigan, CO_2 ning suvdagi eritamsida quyidagicha muvozanat mavjud:



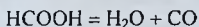
Qizdirilganda CO_2 uchib ketadi va muvozanat chapga, ishqor qo'shilganda esa H^+ ionlari bog'lanib, o'ngga siljiydi.

Ikki asosli kislota bo'lganligi uchun ikki qator tuz hosil qiladi: o'rta (SO_3^{2-} anioni bilan) va nordon (HCO_3^- anioni bilan).

Uglerod uchun xarakterli oksidlardan yana biri is gazi (SO). U qizdirilgan S bilan SO_2 ning reaksiyasi natijasida hosil bo'ladi:

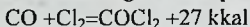


Bu reaksiya qaytar bo'lib $400^{\circ}C$ da to'la-to'kis chapga, $1000^{\circ}C$ dan yuqorida o'ngga siljigan. Oz miqdordagi CO ni chumoli kislotasini parchalab olish mumkin:

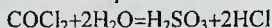


Is gazi rangsiz, suvda kam eriydigan va u bilan reaksiyaga kirishmaydigan gaz. CO ishqor va kislotalar bilan reaksiyaga kirishmaydi. Juda ham zaharli hisoblanadi. Kimyoviy jihatdan CO

ko'proq birikish reaksiyasiga uchraydi va qaytaruvchi vazifasini o'taydi. Yuqori temperaturada SO kislorod, xlor, oltingugurt, ba'zi metallar bilan reaksiyaga kirishadi. Havoda CO 700°C da ko'kimtir rang berib yonadi. Katalizator ishtirokida xlor bilan fosgen hosil qiladi:

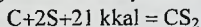


Fosgen rangsiz, o'ziga xos xidli, juda ham zaharli gaz. Suvda kam eriydi, ammo asta - sekinlik bilan parchalanadi.

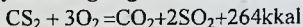


CO to'g'ridan-to'g'ri ba'zi metallar bilan reaksiyaga kirishadi. Natijada metallarning karbonillari hosil bo'ladi ([Fe(CO)₅]; [Ni(CO)₄]; [Mo(CO)₆] va boshqalar).

Uglerodning oltingugurt bilan reaksiyasi endotermik reaksiya:



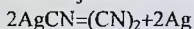
CS₂ uchuvchan, rangsiz suyuqlik. Suvda erimaydi va u bilan reaksiyaga kirishmaydi. Uning bug'lari zaharli va oson yonib ketadi:



U yog'larni, smolalarni yaxshi eritadi. Uglerodning azotli birikmalaridan eng ahamiyatlisi vodorod sianid (HCN). U CO va ammiakdan olinadi:



Vodorod sianid uchuvchan, rangsiz suyuqlik. Suv bilan xar qanday nisbatda aralashadi va sianid kislotasini hosil qiladi. Kislotada xossasi nixoyatda kuchsiz. Shuning uchun tuzlardan osongina ajratib olinadi. Kislotada ham, uning tuzlari ham nihoyatda zaharli. Kumush sianidini 350°C da qizilsa sian yoki disian ajraladi:



U rangsiz, zaxarli gaz. Kimyoviy xossa jihatidan galoidlarga o'xshaydi. Bunda galoid rolini bir valentli radikal CN bajaradi.

Kaliy sianidni oltingugurt bilan qo'shib qizilsa rodanid kislotasining tuzi hosil bo'ladi:



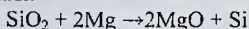
Erkin holdagi HCNS rangsiz gaz, -90°C da suyuq, -110°C da oq kristall massa. Gaz holdidagi molekular, suyuq va qattiq holda polimer. Uning ko'pgina tuzlari rangsiz, odatdagi sharoitda suvda yaxshi eriydi.

Uglerodning galoidli birikmalari CF₄ umumiy formulaga ega. Elementlar birikishidan faqatgina flor bilan biriktirib hosil qilinadi. Oshqalari esa bilvosita usullar bilan olinadi. Ularning ichida eng ahamiyatlisi uglerod tetraxlorid. Suvda erimaydi. Kimyoviy jixatidan

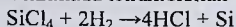
inert modda. Odatdagi sharoitda ishqorlar bilan ham, kislotalr bilan ham reaksiyaga kirishmaydi. Yaxshi erituvchi vazifasini o'taydi.

Kremniy. Kremniyning tabiatda 3 ta barqaror izotopi bor: ^{28}Si , ^{29}Si , ^{30}Si . Er qa'rida massa bo'yicha 27.6% ni tashkil qiladi (kisloroddan keyin ikkinchi o'rinda). Kremniy tabiatda SiO_2 , silikat anhidrid, qumtuproq va silikat kislota tuzlari (silikatlar) holida uchraydi. Uning birikmalaridan alyumosilikatlar (dala shpati, slyuda, kaolin) ayniqsa keng tarqalgan. Kremniy menerallar va tog' jinslari tarkibidagi bosh element hisoblanadi. O'simlik va hayvon organizmida ham bo'ladi.

Kremniyning elektron konfiguratsiyasi $\text{KL} - 3s^2 3p^2$. Dastlab 1811-yilda J.L.Gey-Lyussak va L.J.Tenar tomonidan olingan. Erkin holdagi kremniy mayda oq qum, kremniy(IV) oksidni magniy bilan qizdirib olinadi:



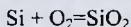
Texnikada tetraxlorsilan – SiCl_4 dan ajratib olinadi.



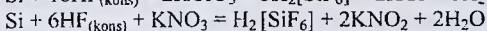
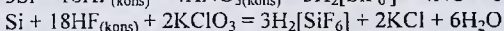
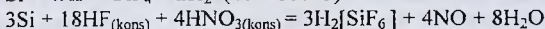
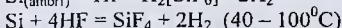
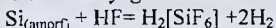
Kristall holdagi kremniy qo'ng'ir – kulrang bo'lib smolasimon yaltiroq. Uning kristall to'ri tomonlari markazlashgan kub shaklida (olmosga o'xshash) bo'ladi.

Kremniy yarimo'tkazgich bo'lib, IQ-nurlarni o'tkazadi (qaytarish xususiyati 0.3, sindirish ko'rsatkichi 3.87). Undan fotoelement, kuchaytirgich va tok to'g'rilagichlar tayyorlanadi. Kremniy asosida tayyorlangan elementlarning 250°C gacha ishlay olishi undan foydalanish sohaslarini kengaytiradi.

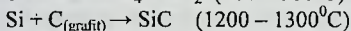
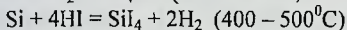
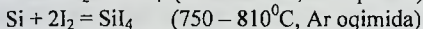
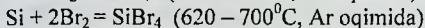
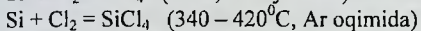
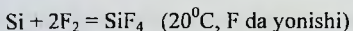
Kimyoviy xossalari. Kremniy suyuqlantirilgan metallarda eriydi, asta-sekin sovutilganda, oktaedrik panjara hosil qilib kristallanadi, oksidlanish darajasi -3, +2 va +4. Past temperaturada u kimyoviy jihatdan inert hisoblanadi. Kislorod atmosferasida 400°C dan yuqori sharoitda oksidlanadi.



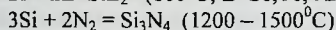
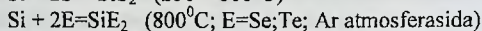
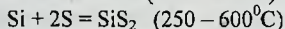
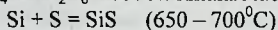
Gaz holdagi HF bilan oddiy sharoitda, HCl va HBr bilan esa $400 - 500^\circ\text{C}$ da reaksiyaga kirishadi.



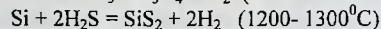
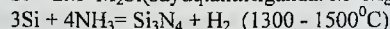
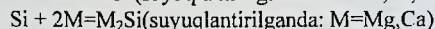
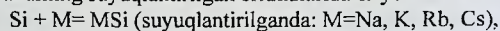
Kremniy galogenlar, vodorod va uglerod bilan birikib tegishlicha kremniy galogenidlar, silanlar va karbid hosil qiladi.



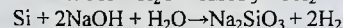
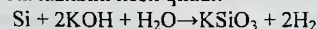
Oltinugurt va azot bilan ($600 - 1000^\circ\text{C}$ da) ham birikadi. Bor bilan SiB_4 va Si_2B_6 kabi birikmalari ma'lum.



Kremniy HF bilan HNO_3 aralashmasida, ishqor va ko'pgina metallarning suyuqlantirilgan eritmalarida eriydi.



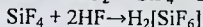
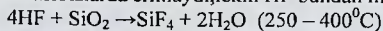
Ishqorlar kremniy bilan reaksiyaga kirishib, vodorod va silikat kislota tuzlarini hosil qiladi:

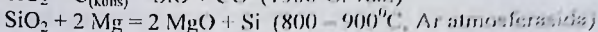
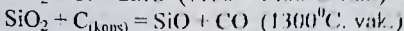
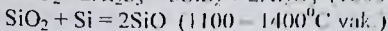
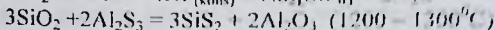
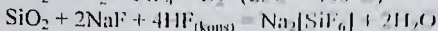
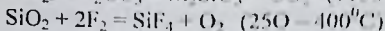
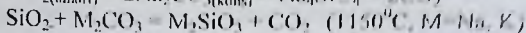
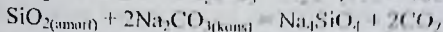
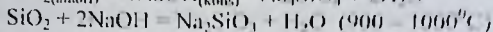
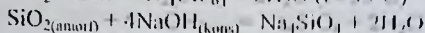
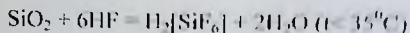


Kremniyning ko'pgina metallar bilan hosil qilgan silitsidlari (Mg_2Si , FeSi , Cr_3Si) qiyin eriydigan elektr tokini o'tkazuvchi materiallardan hisoblanadi. Bular xossalari jihatidan intermetall birikmalarni eslatadi.

Kremniy dioksid SiO_2 tabiatda kvars holdida uchraydi. Kvars ning tiniq, rangsiz kristallari olti qirrali piramidada joylashgan olti qirrali prizma shaklida bo'lib to'g' billuri deyiladi. Aralashmalar ta'sirida binafsha rangga kirgan tog' billuri ametist, qo'ng'ir rangli tutunsimon topaz deyiladi. 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 kvars ning mayda qismidir.

Kvars oddiy sharoitda suv bilan ta'sirlashmaydi, lekin bosim ostida qizdirilgan suvda 100°C dan yuqorida eriydi. Shu usullan foydalanib, sun'iy kvars ning monokristallari (30 sm va undan yuqori) o'stiriladi. Kvars kislotalarda erimaydi, lekin HF bundan mustasno.

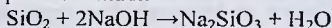


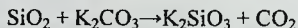


Kvars toza kremniy, kvars shisha, silikatsit abraziy *materiallari* qimmatbaho toshlar tayyorlashda xomashyo hisoblanadi.

Kvars shisha UB nurlarni o'tkazadi, yuqori temperaturaga *chidamli*. Uning termik kengayish koeffitsienti juda kichik bo'lib isitilganda yoki sovutilganda hajmi o'zgarmaydi. Kvars shishani 1500°C gacha qizdirib sovuq suvga tushirilganda unga hech nima qilmaydi. Oddiy shisha buyumlar bir oz qizdiriganda suv tomchilari ta'siriida darz ketadi. Kvars shisha kimyo sanoatida laboratoriya asboblari yasashda, o'tga va kuchli reagentlarga chidamli idishlar, quvur (naycha) va reaktorlar tayyorlashda qo'llaniladi. Tibbiyotda, kino, ilmiy ishlar va boshqa qator sohalarda keng qo'llaniladigan simob lampalari ham kvars shishadan tayyorlanadi.

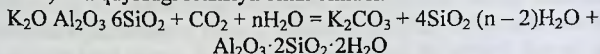
Silikat kislotalar umumiy formulasi $n\text{SiO}_2 \cdot m\text{H}_2\text{O}$ bo'lib, bu erda $n=1-2$, $m=1-2$ ga teng. Erkin holda metasilikat kislota — H_2SiO_2 , ortosilikat kislota H_4SiO_4 va dimetasilikat kislota — H_2SiO_5 ajratib olingan. Bular ikki negizli kuchsiz kislotalar hisoblanadi. To'yingan suvli eritmalarida zollar hosil qiladi, $\text{pH} > 5-6$ da bular gellarga aylanadi, quriganda silikagellar vujudga keladi. Yangi olingan gel suv. kislota va ishqorlarda ma'lum miqdorda eriydi. Silikat kislota suvda colloid eritma hosil qiladi. Silikat kislota tarkibidagi suvning kamaya borishi uning suvda kislota va ishqorlarda eruvchanligi pasaya boradi. U qizdirilganda suv va silikat angidridga ajraladi. Silikat kislota silikatlariga HCl yoki NH_4Cl ta'sir ettirib olinadi. Kremniyning poligalogenli birikmalari (SiCl_4) gidrolizlanganda ham silikat kislota hosil bo'ladi. Ishqoriy metallar silikatlarini suvda eriydi. Bular eruvchan shishalar deyiladi. Eruvchan shishalar kvars ni ishqoriy metallar karbonatlari yoki gidroksidlari bilan qizdirib olinadi:





Molekulasida ikki va undan ortiq kremniy atomlari bo'lgan kislotalar polisilikat kislotalar deyiladi. Bular oddiy silikat kislotalar kondensatlanishidan hosil bo'ladi. Bunday kislota tuzlari polisilikatlar deyiladi. Silikat va polisilikatlarning tuzilishi rentgen nurlar orqali tekshirilganda kristall panjaralarda tetraedr shakldagi SiO_4^{4-} anionlari bir biri bilan kislorod atomlari orqali birikkanligini ko'rsatadi. Tetraedr markazida kremniy atomi joylashgan bo'lib uning cho'qqilarida kislorod atomlari turadi. Kristall tuzilishiga qarab silikatlar 6 ta sinfga bo'linadi. Bular: yakka yakka ortosilikatlar, piro-silikatlar, siklik silikatlar, cheksiz zanjirlardan iborat bo'lgan piroksin va amfibollar va boshqalar kiradi.

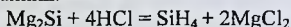
Turli tuproqlarning asosini kaolin tashkil qiladi. U oddiy dala shpati (ortoklaz) dan quyidagi reaksiya bilan olinadi.



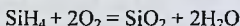
Toza kaolin juda kam uchraydi. Oq rangli kaolin toza hisoblanadi va ozgina kvars – qum aralashmasiga ega bo'ladi. Toza kaolin chinni ishlab chiqarishda ishlatiladi.

Kremniyning vodorodli birikmalari (Silanlar). Umumiy formulasi $\text{Si}_n\text{H}_{2n+2}$ bo'lib, $n=1-8$. Bular kremnovodorod deb ham ataladi. (uglevodorodlarga o'xshash): SiH_4 -monosilan, Si_2H_6 -disilan, Si_3H_8 -trisilan, Si_4H_{10} - tetrasilan bog'i C-C bog'iga nisbatan ancha kuchsizligi sababli kremniy atomlari o'zaro uzun zanjirli (-Si-Si-Si-) birikmalar hosil qilish xususiyatiga ega emas. Silanlar uglevodorodlarga nisbatan birmuncha beqaror. Dastlabki ikki vakili gaz, qolganlari engil uchuvchan zaharli suyuqliklar bo'lib, suv ta'sirida parchalanadi. Spirt, benzin, oltingugurt va vodorodda eriydi, kislotalar bilan (HCl bundan mustasno) reaksiyaga kirishmaydi, galogenlar bilan portlab reaksiyaga kirishadi, ishqorlar bilan birikadi.

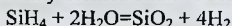
Monosilan – SiH_4 trietoksilanni 20-80°C da natriy ishqori ta'sida parchalab olinishi mumkin. Uni metallar silitsidlariga kislota yoki ishqor ta'sir ettirib olish mumkin:



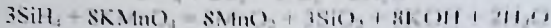
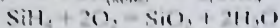
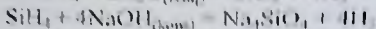
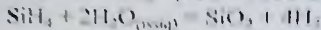
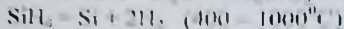
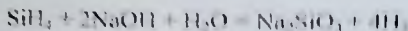
Monosilan havoda o'z – o'zidan oksidlanib (yonib), kremniy dioksid bilan suvga aylanadi:



Suv ta'sirida esa kremniy dioksid bilan vodorod hosil bo'ladi:



Ushbu reaksiya ishqoriy muhitda yana ham tezroq boradi:

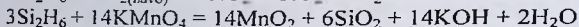
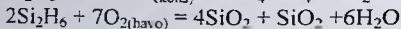
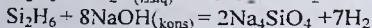
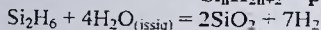


Kremniyning elektromusbat elementlar, asosan metallar bilan hosil qilgan birikmalari silisidlar deyiladi. Ishqoriy va ishqoriy er metallar, mis va rux gruppachalari metallari bilan bergan silisidlari suv bilan parchalanadi, kislota va ishqorlar bilan ta'sirlanadi. Havoda qizdirilganda va galogen bug'leri ta'sirida alangalanadi. Bug' yoki eritilgan oltingugurt, fosfor, selen va tellur bilan reaksiyaga kirishadi.

Metallarning silisidlari kremniy va metallar aralashmalarini qizdirish ($500-1200^\circ\text{C}$), metallar oksidlarini Si yoki SiO_2 bilan aralastirish qizdirish, metallarni SiCl_4 va H_2 bilan reaksiyaga kiritish yoki K_2SiF_6 hamda metall oksidlari aralashmasini elektroliz qilish yo'li bilan olinadi. Temir, marganes, bor silisidlari, volfram va molibden disilisidlari ana shunday usul bilan tayyorlanadi va ko'plab ishlatiladi.

Silisidlar kermetlar komponenti, issiqlik va korroziyaga chidamli futerovkalar tayyorlash uchun xomashyo hisoblanadi.

$\text{Si}_n\text{H}_{2n+2}$ — polisilanlar



Sitallar. Bir guruh olimlar tominidan sanoat miqyosida metallurgiya sanoatining tashlandiqlari hisoblangan shlakdan — ajoyib xossalarni o'zida mujassamlashtirgan yangi material-sitallni kashf qildilar. Qisman kristallangan shishasimon fazodan iborat sitall juda yuqori mexanik pishqlik va kimyoviy chidamlikka egadir. Texnikada sitallar pirokeram va devitrokeram nomi bilan ham ma'lum. Mikrokristallar kattaligi 1 μm 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.

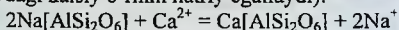
Sitallardan truboprovodlar, kimyoviy reaktorlar, nasos detallari, fil'eralar, taleskop uchun astroko'zgular, elektroliz vannalari uchun futerovka materiallari, elektroizolyatorlar, korroziyaga chidamli qurilish konstruksiyalari va boshqalar tayyorlanadi. Fotositallar esa mikromodel

plitalari, matbuot sxemalari panellari va fotoelektron ko'paytirgichlar tayyorlashda ishlatiladi.

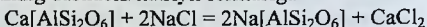
Seolitlar. Umumiy formulasi $M_{2/n} Al_2O_3 \cdot xSiO_2 \cdot yH_2O$ bo'lgan alyumosilikatlar bo'lib, M – ishqoriy yoki ishqoriy er metal, n – uning oksidlanish darajasi. Oddiy sharoitda bir xil tuzilishli bo'shliqlar suv molekulari bilan to'lgan bo'ladi. Suv bo'shliqdan chiqarilib yana to'ldirilishi mumkin.

Seolitlar boshqa moddalarni yutish (adsorbsiyalanish) xususiyatiga ega. Bularning ba'zilar eritmalaridagi ionlarning ekvivalent miqdoriga almashtirish xususiyatiga ega bo'ladi. Seolitlar turli kattalikdagi molekularni ajratish xususiyatiga egaligi tufayli molekulyar elaklar sifatida foydalaniladi. Muhim seolitlardan biri natrolit – $Na_2[Al_2Si_3O_{10}] \cdot 2H_2O$ bo'lib, sanoat va xalq xo'jaligining keng sohalarida ishlatiladi.

Sintetik seolit olish maqsadida natriy silikat va alyuminat aralashmasi $80-100^{\circ}C$ da kristallanadi. Kristalitga 15-20 % yopishqoq loy qo'shiladi va diametri 2-4 mm bo'lgan seolit donalari tayyorlanadi. Kation almashinishi natijasida ($CaCl_2$ eritmasida) natriyli birikmasidan kaliyli birikmasiga o'tish mumkin. Permutit nomli alyumosilikatlar bug' qozonlarida ishlatiladigan suvni yumshatish maqsadida qo'llaniladi (suvdagi kalsiy o'rmini natriy egallaydi):



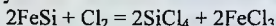
Hosil bo'lgan kalsiyli permutit $NaCl$ eritmasiga tushirsak, u qaytadan o'zining dastlabki natriyli formasiga o'tadi:



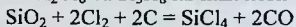
Seolitlarga ion almashtirgichlar deb qarash mumkin. Oddiy seolitlarda SiO_2 ning Al_2O_3 ga mol nisbatani 1 dan 2 gacha bo'ladi. Bu nisbat kislotalarga seolitlarda (erionit, mordenit, klinoptilolitda) 6 dan 10 gacha bo'ladi. Seolitlar moddalarni quritishda, aralashmalarni ajratish, ion aralashtirgichlar, katalizator sifatida qo'llaniladi.

Kremniyning galogenli birikmalari. Kremniy galogenlar bilan oson reaksiyaga kirishadi.

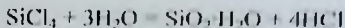
Kremniy galogenidlardan $SiCl_4$ bilan SiF_4 muhim ahamiyatga ega. $SiCl_4$ quyidagi reaksiya asosida olinadi:



Ushbu reaksiya da Si_2Cl_6 va Si_3H_8 lar ham hosil bo'ladi:

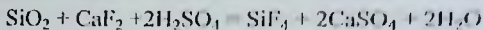


$SiCl_4$ $-57^{\circ}C$ da qaynab, $-68^{\circ}C$ da qotadigan rangsiz suyuqlik, zichligi- 1.5237. Suvda tez gidrolizlanadi:



Asosan kremniy organik sintezda qo'llaniladi.

SiF_4 —flyuorit H_2SO_4 bilan kremniy dioksidning o'zaro ta'siridan hosil bo'ladi:



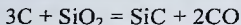
SiF_4 — o'tkir hidli rangsiz gaz bo'lib, suvda gidrolizlanadi. Spirt va atsetonda eriydi. Ftorsilikatlarni termik parchalab olinadi. SiF_4 — geksaftorsilikat kislota $\text{H}_2[\text{SiF}_6]$ va anorganik flordlarni olishda asosiy xomashyodir.

Geksaftorsilikat kislota — SiF_4 ning gidrolizidan hosil bo'ladi. Bu kislota erkin holda turganda HF bilan SiF_4 ga parchalanadi. Suvli eritmasida barqaror ikki negizli kuchli kislota hisoblanadi (eritmaning dissosiyalanish darajasi 76%). SiF_6^{2-} -oktaedrik tuzilishga (sp^3d^2 — gibridlanishga) ega.

Geksaftorsilikat kislota tuzlari (ftorsilikatlar) ma'lum. Bularning ko'plari suvda yaxshi eriydi, faqat natriy, kaliy, rubidiy, seziiy va bariy ftorsilikatlari nisbatan kam eriydi.

Geksaftorsilikat kislota va uning ba'zi birikmalari dezinfeksiyalash ishlarida yog'och konservanti o'rnida, shisha tayyorlashda, tuproqlarni mustahkamlovchi reagent sifatida va boshqa sohalarda qo'llaniladi.

Kremniy karbid (karborund) — SiC. SiC — qattiq, qiyin eruvchan modda. Uning kristall panjarasi olmosnikiga o'xshash. Kremniy karbid elektr pechlarida kremniy dioksidni uglerod bilan yuqori temperaturada qizdirib olinadi:

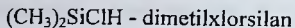


U kislorod ishtirokida eritilgan ishqorlar bilan tez reaksiyaga kirishadi. 600°C dan yuqori temperaturada xlor bilan reaksiyaga kirishadi, 1300°C dan yuqorida esa gidrolizlanadi.

Uning qattiqligi olmosnikiga yaqin. karborund yarim o'tkazgich xossaga ega. Toza karborund elektr tokini yaxshi o'tkazadi.

Abraziv material sifatida elektr pechlarida, matritsalar tayyorlashda, o'tga chidamli buyumlar ishlab chiqarishda, diod va fotodiodlarda keng qo'llaniladi.

Kremniyorganik birikmalar. Silikonlar. Molekulasida bitta va bir nechta kremniy atomi uglerod atomi bilan to'g'ridan — to'g'ri yoki boshqa element atomlari orqali bog'langan birikmalar bo'lib, monosilan hosilalari sifatida qaraladi. Kremniy organik birikmalarda bargha o'rinosarlar ko'rsatiladi:



$\text{Cl}_2\text{SiCH}_2\text{SiCl}_3$ – bis - (trixlorsilil) metilen

Monomer holdagi kremniyorganik birikmalar element holatidagi kremniy yoki SiCl_4 , HSiCl_3 yoki Si_2Cl_6 ni organik birikmalar bilan reaksiyaga kiritish asosida hosil qilinadi. Bular kremniyorganik polimerlar (silikonlar) olishda xizmat qiladi.

Kremniyorganik polimerlar makromolekula zvenosida kremniy atomlari bo'ladi. Asosiy zanjir tuzilishiga qarab ular 3 guruhga bo'linadi:

1. Guruhga anorganik zanjarda ketna – ket keluvchi Si va organogen elementlar, O yoki N yoki S atomlari bo'lgan poliorganosiloksanlar kiradi.

2. Guruhga C atomlari ketna – ket joylashgan organoanorganik anjirli birikmalar, poliorganosiloksanlar (fenilen) silanlar kiradi.

3. Guruhga Si atomlari yon zanjirli birikmalar (polialkilensilanlar) kiradi.

4. Molekulyar massalari yuqori bo'ladi. Kremniyorganik birikmalardan bo'lgan polidimetilsiloksanning molekulyar massasi 2 800 000 ga boradi.

Mavzuni mustahkamlash uchun nazorat savollari

1. Kremniyning tabiatda tarqalishi, olinishi xossalari.
2. Kremniyning kimyoviy xossalari.
3. Kvars ning tuzilishi va xossalari
4. Yashma, ametist, agat bir-biridan qanday farq qiladi?
5. Kvars shishaning qanday sohalarda ishlatiladi.
6. Polisilikatlar nima?
7. Silikat kislotalarning olinishi xossalari qanday?
8. Silikat kislota tuzlarining olinishi va xossalari
9. Probirkalarda NaOH , Na_2CO_3 va NaHCO_3 eritmasi bor. Qaysi probirkada qanday modda borligini aniqlang.

25. METALLARNING UMUMIY XOSSALARI

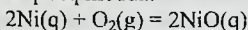
Metallar uchun umumiy xususiyatlardan biri ularning tashqi elektron pog'onalarida 1 dan 3 tagacha elektron bo'lishidir. Metallarga barcha s- elementlar kiradi (vodorod va geliydan tashqari). Metallarga barcha d- va f- elementlar ham mansub. IVA guruhdagi barcha - elementlar ham (bordan tashqari) metallar hisoblanadi. IVA va VA guruhdagi p- elementlar – Ge, Sn, Pb, As, Sb va Bi ham metallar va ularning tashqi valent elektronlari 4 ta yoki 5 tadan ekanligini inobatga olish kerak.

Metallar uchun xos bo'lgan umumiy fizik xossalarga: o'ziga xos yaltiroqlik, elektr tokini o'tkazuvchanlik, sim hosil qilishi, oson parchinlanishi va metallik kristall panjarali tuzilishga ega bo'lishidir.

Metallar uchun eng muhim xossalardan biri metallga xos yaltiroqlik va qattqlik. Eng engil metallar jumlasiga kaliy, rubidiy va sezii kiradi. Bu metallarni yog'ga o'xshatib pichoq bilan kesish mumkin. Metallar issiqlik va elektr tokini o'tkazadi. Umuman olganda metallar bolg'alanuvchan (ular yupqa plastinka holigacha bolg'alanadi) va plastik (ingichka sim holigacha cho'ziladi) bo'ladi. Simobdan tashqari barchasi xona temperaturasida qattiq moddalar, (simobning suyuqlanish nuqtasi - 39°C) simob xona haroratida suyuq holatda bo'ladi. Ikkita metall xona temperaturasidan biroz yuqori haroratda suyuqlanadi, sezii 28.4°C va gallii 29.8°C da. Boshqa hollarda ko'plab metallar juda yuqori temperaturada suyuqlanadi. Masalan, yoritish chiroqlarining simlarida ishlatiladigan volfram 3400°C da suyuqlanadi. Metallar orasida eng qattiq xrom. Bu metall hatto oynani kesadi. Metallar odatda, past ionlanish energiyasiga ega va shu sababli oson kationlar hosil qiladi. Natijada metallar kimyoviy reaksiyalarda oksidlanadi (elektronini yo'qotadi). Atomlarning asosiy xossalari orasida (atom radius, elektron konfiguratsiya, elektronga moyillik va boshqalar) birinchi ionlanish energiyasi elementning metall yoki metallmaslik xossalari namoyon qilishini ko'rsatuvchi eng yaxshi indikator hisoblanadi. 25.1-rasmda metall va metallmaslarning ionlari ko'rsatilgan. Ishqoriy metallar ionlarining zaryadi har doim $1+$, ishqoriy er metallarini esa $2+$ bo'ladi.

Bu ikki guruhdan biriga mansub atomlar tashqi s-elektronini oson yo'qotadi va nodir gazning elektron konfiguratsiyasiga ega bo'lib qoladi. p-orbitali qisman egallangan guruhlar (3A-7A guruhlar) tegishli metallarni kationlari ularning tashqi p-elektronlarini yo'qotishi (Sn^{2+} dagi kabi) yoki tashqi s- va p- elektronlarini yo'qotishi (Sn^{4+} dagi kabi) evaziga hosil bo'ladi. Yonaki guruh ionlarining zaryadlari aniq namunalarga bo'ysunmaydi. Yonaki guruh metallarining xarakterli

tomonlaridan biri ularning bittadan ortiq kation hosil qilishidir. Masalan, Fe^{2+} va Fe^{3+} birikmalari ikkalasi ham juda umumiy. Metall va metallmasdan iborat birikmalar odatda ion tuzilishli moddalar. Masalan, ko'plab metallarning oksidlari va xloridlari ion tuzilishli qattiq moddalar. Masalan, nikel metali va kislorod orasidagi reaksiyaning mahsuloti Ni^{2+} va O^{2-} ionlarini saqlovchi qattiq modda:



Qizil chiziq metallar va metallmaslarni ajratadi.

1A																	3A	4A			
H ⁺	2A																			H ⁺	Ne
Li ⁺																					Ar
Na ⁺	Mg ²⁺	Oraliq metallari																Al ³⁺			Br
K ⁺	Ca ²⁺	Sc ³⁺	Ti ⁴⁺	V ⁵⁺	Cr ⁶⁺	Mn ⁷⁺	Fe ³⁺	Co ³⁺	Ni ²⁺	Cu ²⁺	Zn ²⁺						Se				
Rb ⁺	Sr ²⁺																	Cl			
Cs ⁺	Ba ²⁺																	S			

25.1-rasm. Elementlarning namunaviy oksidlanish darajalari

Eslab qoling: vodorod ham musbat ham manfiy oksidlanish darajalariga ega, +1 va +2. Oksidlar muhim ahamiyatga ega chunki, kislorod tabiatda keng tarqalgan.

Metallik xususiyatining ortishi	Metallik xususiyatining ortishi																	
	1A	2A											3A	4A	5A	6A	7A	8A
	1	2											13	14	15	16	17	18
	H	He											B	C	N	O	F	Ne
	Li	Be	3B	4B	5B	6B	7B	8B	9B	10B	11B	12B	Al	Si	P	S	Cl	Ar
	Na	Mg	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
	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	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	

- ☐ Metallik
☐ Amfoter
☐ Metallmas

25.2-rasm. Metallarning davriy sistemadagi o'rni

D.I.Mendelevning davriy sistemasida metallarning o'rnini aniqlash uchun vodoroddan astatga tomon quyidagicha chiziq tortamiz.

Davrlar - horizontal qatorlar

1A
1
H

2A
2
He

Elementlar atom raqamining o'rtib borishi tartibida joylashtirilgan

Qadimiy chiziqlar metallarni metallamastlardan ajratadi

Guruhlar - vertikal ustunlar
o'xshash xususiyatlarga ega elementlarni o'z ichiga oladi

1A 1 H	2A 2 He																	3A 13 B	4A 14 C	5A 15 N	6A 16 O	7A 17 F	8A 18 Ne																		
3 Li	4 Be																	5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne																		
11 Na	12 Mg	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar																	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe																								
55 Cs	56 Ba	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu																									
87 Fr	88 Ra	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr																									

☐ Metall

☐ Amfoter

☐ Metallmas

25.3-rasm. Metallarning davriy sistemadagi o'rnini

Chiziqlarning pastki qismida metallar joylashganini ko'rishimiz mumkin.

1A (1)	2A (2)											3A (13)	4A (14)	5A (15)	6A (16)	7A (17)	8A (18)
H	He											B	C	N	O	F	Ne
Li	Be	3B (3)	4B (4)	5B (5)	6B (6)	7B (7)	8B (8)	9B (9)	10B (10)	11B (11)	12B (12)	Al	Si	P	S	Cl	Ar
Na	Mg	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
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	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	113	114	115	116	117	118

Metall

Metallmas

Anfoter

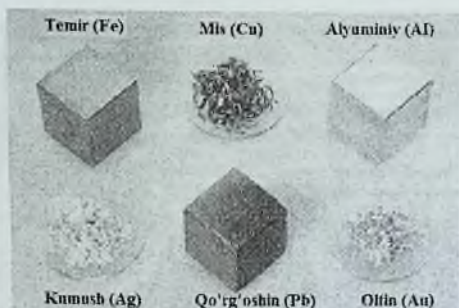
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

A

B

25.4-rasm. Elementlarning davriy sistemasi

Ayrim metallarning namunalarini quyidagi ko'rinishda misol qilib ko'rsatishimiz mumkin.



Temir (Fe)

Mis (Cu)

Alyuminiy (Al)

Kumush (Ag)

Qo'rg'oshin (Pb)

Oltin (Au)

Skandiy, Sc; 3B(3)

Titan, Ti; 4B(4)

Vanadiy, V; 5B(5)

Xrom, Cr; 6B (6)

Marganes. Mn; (7B)

Temir, Fe 8B(8)

Kobalt, Co; 8B(9)

Nikel. Ni; 8B(10)

Mis, Cu; 1B(11)

Ru, Zn; 2B(12)



25.5-rasm. 4-davr yonaki guruh metall birikmalarining ranglari.

Chapdan o'ngga tomon, skandiy oksidi(oq), titan(IV) oksidi (oq), vanadiy sulfat digidrati (och ko'k), natriy xromat (sariq), marganes(II) xloridi digidrati (och pushti), kaliy ferrisianati (qizil-yo'q sariq), kobalt(II) xloridi geksagidrati (binafsha rang), nikel(II) nitrat geksagidrati (yashil), mis(II) sulfat pentagidrati (ko'k), rux sulfat pentagidratlar (oq) keltirilgan.

Metallarning kimyoviy xossalari. Metallarning kimyoviy xossalari ularning elektron berishi va metall ionlariga aylanishiga bog'liqdir. Metallar orasida ishqoriy metallar kuchli qaytaruvchilardir. Davrda qaytaruvchilik xossasi o'ngdan chapga qarab, guruhda yuqoridan pastga qarab ortadi.

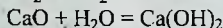
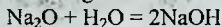
25.1-jadval

4-davr yonaki guruh metallarining elektron orbitalarini to'lib borishi

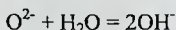
Element	orbital diagrammasi (qisman)			juftlashmagan elektronlar soni
	4s	3d	4p	
Sc	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow$ 	 	1
Ti	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow$ $\uparrow$ 	 	2
V	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow$ $\uparrow$ $\uparrow$ 	 	3
Cr	$\uparrow$	$\uparrow$ $\uparrow$ $\uparrow$ $\uparrow$ $\uparrow$	 	6
Mn	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow$ $\uparrow$ $\uparrow$ $\uparrow$ $\uparrow$	 	5
Fe	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$ $\uparrow$ $\uparrow$ $\uparrow$ $\uparrow$	 	4
Co	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow$ $\uparrow$ $\uparrow$	 	3
Ni	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow$ $\uparrow$	 	2
Cu	$\uparrow$	$\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$	 	1
Zn	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$	 	0

Ko'p metall oksidlari asosli. Suvda eriydiganlari suv bilan reaksiyaga kirishib, quyidagi namunada ko'rsatilgani kabi metall gidroksidlarini hosil qiladi:

Metall oksidi + suv = metall gidroksidi

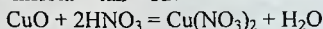


Metall oksidining asosiligi suv bilan reaksiyaga kirishadigan kislorod ion tufaylidir:

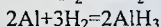
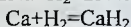
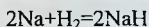


Hatto suvda erimaydigan metall oksidlari ham o'zlarining asoslik xususiyatini kislotalar bilan reaksiyaga kirishib tuz va suv hosil qilishi orqali namoyon etadi:

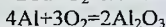
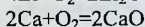
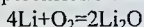
Metall oksidi + kislota = tuz + suv



Metallarning metallmaslar bilan birikmalari. Ular vodorod bilan gidridlar hosil qilib:



Kislorod bilan oksidlar, peroksidlar olinib:



Galogenlar bilan fluoridlar, xloridlar, bromidlar hosil qilsa, oltingugurt bilan sulfidlar, fosfor bilan fosfidlar, azot bilan nitridlar, uglerod bilan karbidlar, kremniy bilan silitsidlar hosil qiladi.

Metallarning kislorodli birikmalari. Ishqoriy metallar faqat litiy kislorod bilan xona sharoitida oksid hosil qiladi. Boshqa ishqoriy metallar kislorod bilan (natriy) peroksidlar hosil qilsa, kaliy, rubidiy va seziylar superoksidlarni hosil qiladi. Qolgan ko'pchilik metallar oksidlar hosil qiladi.

Agar metall o'zgaruvchan valentlikka ega bo'lsa metallning eng kichik valentligi asosli xossaga, o'rta valentligi amfoter xossaga, eng yuqori valentligi esa kislotali xossaga ega bo'ladi.

SrO asosli oksid unga asos **Cr(OH)₂**; **Cr₂O₃** – amfoter oksid, unga ham asos **Cr(OH)₃** va ham kislota (**HCrO₂** – metaxromit va **H₃CrO₃** – ortoxromit kislota); **CrO₃** – kislotali oksid bo'lib uning kislotalari **H₂CrO₄** xromat va **H₂Cr₂O₇** dixromat kislotalidir.

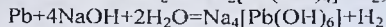
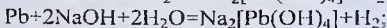
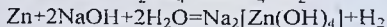
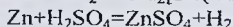
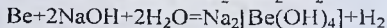
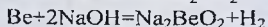
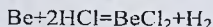
Shunga o'xshash xossalar MnO va Mn_2O_3 bo'lib, bu oksidlar asosli ($\text{Mn}(\text{OH})_2$ va $\text{Mn}(\text{OH})_3$); MnO_2 amfoter oksid ($\text{Mn}(\text{OH})_4$; H_2MnO_3 ; H_4MnO_4) MnO_3 va Mn_2O_7 kislotali oksidlar (H_2MnO_4 va HMnO_4).

Metallarning kislotalar bilan ta'siri. Fe , Al , Zn , Mg kabi aktiv metallar H_2SO_4 , suyultirilgan HCl , H_3PO_4 , CH_3COOH o'xshash kislotalar bilan ta'sir etib shu metallning tuzini hosil qiladi va reaksiyada vodorod ajraladi. Xuddi shu kislotalar bilan Cu , Ag , Hg , Au , Pt kabi passiv metallar eritmada ta'sir etmaydi. Bunda tuz hosil bo'lmaydi va vodorod ajralmaydi.

Konsentrlangan sulfat kislota (96%) Fe , Al , Cr , Au , Pt kabi metallar bilan eritmada ta'sirlashmasdan ularni passivlaydi. Cu , Hg , Ag ga o'xshash metallar Konsentrlangan kislota ta'sirida shu metallning tuzini hosil qilib oltingugurt(IV) oksidini (SO_2) hosil qiladi. Zn , Mg , Ca kabi faol metallar Konsentrlangan sulfat kislota ta'sirida shu metallning tuzini va SO_2 (yoki S va H_2S) hosil qiladi.

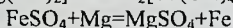
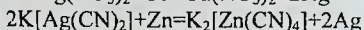
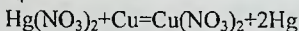
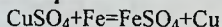
Konsentrlangan nitrat kislota ham (63%li) Fe , Al , Cr , Au , Pt kabi metallar bilan ta'sirlashmaydi. Cu , Hg , Ag ga o'xshash passiv metallar bilan ta'sirlashib, shu metallning tuzini va azot(IV) oksidini hosil qiladi (NO_2). Agar shu metallar suyultirilgan nirtat kislota bilan ta'sirlashsa (3-50% li), bu holda metallning tuzi va azotning(II) oksidi hosil bo'ladi. Zn , Mg , Ca ga o'xshash aktiv metallarning Konsentrlangan nitrat kislota bilan ta'sirida, shu metallarning tuzi va azotning turli oksidlari, hatto azot hosil bo'lishi (NO_2 , N_2O va N_2) kuzatiladi. Agar shu metallar va Al , Fe suyultirilgan kislotalar bilan ta'sirlashsa, metallarning tuzi bilan birga azot oksidlari va hatto ammiak tuzlari hosil bo'ladi (NO , N_2 va NH_4NO_3).

Metallarning ishqorlar bilan ta'siri. Ishqorlar bilan faqat amfoter metallar ta'sir etadi. Bunday metallar qatoriga Be , Zn , Al , Ge , Sn , Pb kabi metallar kiradi. Bu metallar ham kislotalar ham asoslar bilan reaksiyaga kirishadi.



Ge , Sn , Al kabi metallar ham kislotalar va ham ishqorlar bilan ta'sirlashadi.

Metallar o'zlaridan aktivligi kam bo'lgan metallarni tuzlaridan siqib chiqaradi:



Metallar asosidagi biogen elementlar. Birinchi, ikkinchi va uchinchi guruh s-elementlar makroelementlar (natriy, magniy, kaliy, kalsiy) jumlasiga kiradi. Metallardan litiy, storsniy va alyuminiy fiziologik aktiv metallar jumlasidan hisoblanadi.

d-elementlar orasida hayotiy muhim elementlardan: marganes, temir, rux, mis, kobalt hisoblanadi. Oxirgi paytlarda titan, xrom va vannadiyning fiziologik roli kattaligi aniqlandi. Molibden ko'pgina oksidlanish-qaytarilish fermentlari tarkibiga kirishi topilgan.

Metallarning olinish usullari. Metallarning olinish usullari to'g'risidagi soha va fan metallurgiya deyiladi. Metallurgiya qora va rangli metallurgiyaga bo'linadi. Qora metallurgiya asosan temir, cho'yan va po'lat olish bilan shug'ullanadi. **Su, Ag, Au, Cr, Ni, Mn** va boshqa metallar olish sohasi rangli metallurgiyaga tegishlidir.

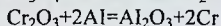
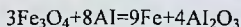
Tabiatda metallar erkin holda ham uchraydi. Odatda bunday metallarning aktivligi kam. Bularga **Au** va **Pt** kiradi. **Cu, Ag** va boshqa metallar bo'lsa ham erkin holda va ham birikma holda uchraydi.

Ba'zi metallarning tabiatda faqat birikmalari uchraydi. Bunday birikmalarga oksidlar, karbonatlar, sulfidlar va murakkab minerallar kirib, minerallrda bir paytni o'zida bir necha metallar bo'lishi mumkin.

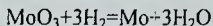
Metallarni olinish usullari uchga bo'linadi: pirometallurgiya, gidrometallurgiya va elektrometallurgiyalar hisoblanadi.

Pirometallurgiya jarayonida oksidlar, sulfidlar, karbonatlar va boshqalardan yuqori haroratda qaytarib metallarni ajratib olish tushuniladi. Qaytaruvchilar sifatida ko'mir, **CO**, faol metallar, vodorod, metan va boshqalardan foyadalaniladi. **ZnS** tutgan ruda kislorodda yoqilib, oksidga aylantiriladi, keyin **CO** yoki ko'mir bilan qaytarilib metallga aylantiriladi. **Fe**, uning qotishmalari, **Cu, Zn, Cd, Sn, Ge, Pb** va boshqa metallar pirometallurgiya usullarida olinadi.

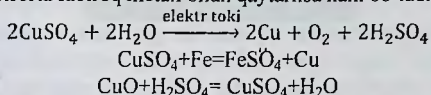
Agar metallarni qaytarish jarayonida aluminiy ishlatilsa, aluminatermiya deyiladi. Masalan, shu usul bilan magnetitdan temir olinadi:



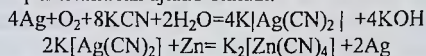
Mn, Cr, Ti, Mo, W larni olishda uglerod ishlatilsa karbidlar hosil bo'lib qolgani uchun ular faqat metallotermik usullarda olinadi. Qaytarishda vodorod ishlatilsa vodorodtermiya deyiladi. Bu usulda Mo, W kabi metallar olinadi.



Gidrometallurgiya metallarni rudalardan eritmaga o'tkazish orqali ajratib olishdir. Eritmadan metallar turli usullar bilan ajratib olinadi. Masalan, mis(II) oksiddan mis olishda, avval mis birikmasi eritmaga o'tkazilib, so'ngra elektroliz usuli bilan ajratib olinishi mumkin. Eritmadan birorta faolroq metall bilan qaytarilsa ham bo'ladi.



Gidrometallurgiya jarayoni Cu, Au, Ag olishda juda qo'l keladi. Masalan, Au yoki kumush olishda ruda tarkibidagi metall avval eritmaga kompleks birikma hosil qilish orqali o'tqazilib, songra birorta arzonroq metali (Zn) orqali eritmadan ajratib olinadi.



Ag, Au, Cu, Zn, Cd, U, Mo ana shu usullar yordamida olinadi.

Elektrometallurgiya usulida metallarni ajratib olishda elektrolizdan foydalaniladi. Bu usul ishqoriy, ishqoriy-er metallari, aluminiy olishda qo'l keladi. Bunda inert (grafit, ko'mir, iridiy, tantal) kabi erimaydigan elektrodlar va eriydigan (**Cu, Ni, Zn**) elektrodlar ishlatiladi. Ba'zan elektroliz metallarni tozalash (rafinatsiya) uchun ham kerak bo'ladi.

Qotishmalar. Tangalar nimadan yasaladi? Tangalar yasashda an'ana bo'yicha mis, kumush va oltin ishlatilgan, ammo zamonaviy tangalar odatda boshqa metallardan tayyorlanadi. Tanga zarb qilishda ishlatilishi uchun metal yoki metallar birikmasi (qotishma deb ataladi) korroziyaga chidamli bo'lishi kerak. U shuningdek qo'pol foydalanishlarga bardosh berishi uchun etarlicha qattiq va mashinalar tangani aniq zarb etishi uchun etarlicha mustahkam bo'lishi kerak.



Nozik tangalar yasash mumkin bo'lgan ba'zi metallar, masalan marganes-Mn tanga zarb qilishni juda qiyinlashtirib qo'yadi. Uchinchidan metallning narxi undan zarb etilgan tanga narxidek yuqori bo'lmasligi kerak. Masalan, agar tangalar bugun toza misdan yasalgan bo'lsa, metall tangadan qimmatroq bo'ladi, shunday qilib tangalar ularning bahosi uchun qayta suyuqlantiriladi. Tangalar bugungi kunda asosan ruxdan yasaladi va mis bilan qoplanadi. Tanga yasash uchun an'anaviy qotishmalardan biri — bu mis bilan nikel aralashmasidir. Bugungi kunda faqat AQSh nikeli shu qotishmadan qilingan. Bu qotishma kupronikel deyiladi va uning tarkibida 75% mis va 25% nikel bor. Odatda kumush dollar deb yuritiladigan AQSh tanga dollari tarkibida hech qanday kumush yo'q. U 88.5% mis, 6% rux, 3.5% marganes va 2% nikeldan iborat. 2007-yilda AQSh kongresi sobiq AQSh Prezidentlari sharafiga yangi 1\$ lik tangalar turini yaratdi. Tangalar mashhur bo'lolmadi va materiallar g'amlanib qoldi. AQSh ning Moliya muassasi sekretari 2011-yilning dekabrda tangalarning keyingi zarb etilishini to'xtatishga buyruq berdi.

Mavzuni mustahkamlash uchun nazorat savollari

1. Metallarning fizikaviy xossalarini umumiyliqi qanday sabablarga bog'liq?

2. Qalay va qo'rg'oshin birikmalarida qanday oksidlanish darajalarini namoyon qiladi? Bu birikmalarning oksidlovchi-qaytaruvchi xossalarini tavsiflang.

3. Metallarning elektrokimyoviy aktivlik qatoridagi o'rniga faktorlar ta'sir ko'rsatadi?

26. METALLARNING KORROZIYASI

Korroziyani kelib chiqishi. Aksariyat metallar havo, tuz, suv, kislota va ishqor eritmasi ta'siri ostida buziladi. Metallarning umuman, turli moddalarning tashqi muhit bilan ximiyaviy yoki elektroximiyaviy ta'sirlanish natijasida buzilishi va emirilishi korroziya deyiladi. Korroziya so'zi lotincha "corrodere" so'zidan olingan bo'lib, uning ma'nosi emirilish, buzilish demakdir. Korroziya xalq xo'jaligida juda katta zarar etkazadi.

Statistika ma'lumotlariga qaraganda, qora metallarning taxminan 1/9 qismi korroziya oqibatida emirilib ketadi. Ko'pincha kichik, lekin muhim qismining korroziyaga uchrashi oqibatida butun boshliq stanok ishdan chiqadi. Korroziya uchragan metal buyumlarni almashtirish ancha mablag' va mehnat talab qiladi (kanalizatsiya hamda vodoprovod trubalarini almashtirishni esga oling). Korroziyaga bardosh beradigan materiallarning yo'qligi ba'zan yangi texnologiya protsesslarini joriy qilishga halaqit beradi va hokazo. Zanglab emirilish xillari – korroziya – bu detallning tashqi muhit ta'sirida kimyoviy yoki elektrokimyoviy emirilishidir (zanglash va emirilib ketish, maydalanib zarrachalar ajralib chiqish). Korroziya xalq xo'jaligiga katta zarar etkazadi. To'qimachilik va engil sanoatda ko'pincha bo'yash, pardozlash mashinalari, teriga ishlov berish, yo'ngli teriga ishlov berish kabi korxonalarning mashinalari korroziyaga uchraydi. Chunki bu sohalarida mashinalar kuchli kimyoviy moddalar muhitida o'ta nam holatida ishlaydi. Masalan: lub tolasini xo'l yig'ishtirish, paxta ipini xo'l eshish, oxorlash, xo'l to'qish kabi sohalarida.

Tashqi sharoitga qarab, metallar turli xil korroziyaga uchrashi mumkin. Korroziyaning xillari o'zining mohiyati, mexanizmi jihatidan bir-biridan juda katta farq qiladi. Korroziya fizik-ximiyaviy xarakteri jihatidan ikki xil bo'ladi: kimyaviy korroziya va elektrokimiyaviy korroziya.

Kimyoviy korroziya – metallning elektr o'tkazmaydigan muhit otida ishlash jarayonida sodir bo'ladi. Unda yuzalarda oksidalanish qaytarilish reaksiyasi bo'ladi, metal elektronlari kislota atomiga o'tadi. Metallning kislorod, vodored sulfide, oltingugurt gazi, galogenlar bilan reaksiyaga kirishi bunga misol bo'la oladi, elektr o'tkazmaydigan suyuqliklarda ham korroziya uchrashi mumkin. Eng ko'p tarqalgan korroziya elektrokimiyaviy korroziyadir.

Elektrokimiyoviy korroziya - metallar elektrolit eritmalari muhitida(kislotalar, tuzlar, ishqorlar, nam havo gazlari kabi)o'zaro

ta'sirda turganda bo'ladi. Metall suyuqlik eritmalarda turganda suyuqlik korroziya, nam havo yoki gazlarda turganda gaz korroziya bo'ladi.

Havoning namlik darajasiga qarab korroziya quyidagicha bo'lishi mumkin: xo'l holatdagi zanglash- bunda havoning nisbiy namligi 100 % atrofida bo'ladi, detall yuzasida ko'z bilan ko'rish mumkin bo'lgan yupqa nam qavatni oddiy ko'z bilan ko'rib bo'lmaydi, havoning nisbiy namligi 100 % dank am bo'ladi.

To'qimachilik mashinalari sanoati detallarida ko'pincha nam korroziya uchraydi. Masalan yigiruv, to'quv sexlarida havo suniy ravishda namlab turiladi. Bu holatda mashina detallari yuzasida kapillyar kondensatsiya tufayli na to'planadi.

Qavariq yuzalarga nisbatan botiq yuzalarida nam yaxshiroq to'planadi. bunday gazlar yuzasida yig'ilgan namlikning elektr o'tkazuvchanligini oshiradi. Metallning zanglashi yuzasidan boshlanib asta-sekin chuqurlikga keta boshlaydi, yuzaning rangi o'zgaradi, zang bilan qoplanadi, yarqirashi yo'qoladi eng asosiysi metallning mexanik xususiyatlari eyilishiga chidamliligi pasayib ketadi va og'ir idishdan chiqish holati (avariya) ga olib keladi.

Zanglab emirilish uch xil bo'ladi:

1) Tekis, 2) Mahalliy va 3) Kristallararo zanglash.

Detailarning mustahkamligi ham shunga mos kamaya boshlaydi. Bu jarayonning tezligi - vaqt birligi ichida yo'qolgan metallning massasiga teng. Mahalliy korroziyada metal yuzasining ayrim joylarida emirilish sodir bo'ladi. Bu xil zanglash xavfliroq, chunki ayrim zanglagan joylarda kuchlanishlar konstruksiyai bo'ladi va bu detallning sinishiga sabab bo'lishi mumkin.

Notekis zanglash – metal yuzasining ayrim joylarida har-xil chuqurlikda emirilish kuzatiladi. Zanglashdagiga qaraganda notekis zanglashda detall tezroq emirilishi mumkin. Notekis zanglash turlari quyidagicha bo'ladi:

- mahalliy korroziya;
- nuqtaviy korroziya;
- qavatma-qavat korroziya;
- selektiv (tanlangan, saylanma) korroziya;
- kristallararo korroziya;
- transkristall korroziya.

Nuqtaviy korroziya – kichik uchastka atrofida bo'lib, uning chuqurligi ancha katta bo'ladi. Nuqtaviy korroziya xarakteristikallari:

1. Birlik yuzadagi nuqtalar

2. Zanglash chuqurliklari

3. Zanglagan yuzani zanglamagan yuzaga nisbati.

Qavatma-qavat korroziya – qavatli matiriallardan tayyorlangan detallarning qirg'oqlrida uchraydi. Bunda zanglar asosiy masaladan qavatma-qavat ko'cha boshlaydi. Ammo bunday korroziya kam uchraydi.

Selektiv korroziya – metal malum bir kimyoviy aktiv modda bilan reaksiyaga kirishib, zanglash sodir bo'ladi. Latun materialini ruxdan tozalash jarayonida uchrashi mumkin. Bunda metal yuzasida darzlar paydo bo'ladi.

Ipsimon korroziya – boshqacha nomi elektro kimyoviy korroziya – ingichka uzun metal tolalari ko'rinishiga ega galvanik yupqa, shaffof qoplamlar ostida, bo'yoq dareylari chuqurlari ichida uchraydi. Havo namligi 65-93 % bo'lgan sharoitda hosil bo'ladi. Ko'rinishini buzadi, detall emirilishiga ta'siri yo'q hisoblanadi.

Kristallararo korroziya – metal kristall zarrachalar orasi bo'ylab hosil bo'ladi va rivojlanadi. Metal tashqarisidan yaxshi ko'rinmasligi mumkin.

Bu xil korroziya detallni mustahkamligini keskin susaytirib yuboradi va avariya olib kelishi mumkin.

Kristallararo korroziya elektrokimyoviy jarayonlar ta'sirida vujudga kelishi mumkin. Transkristall korroziyada kristallarga tik yo'nalishda darzlar paydo bo'ladi va ancha chuqurlikga ega bo'lishi natijasida detallarning mexanik xususiyatlari pasayib ketadi va to'satdan sinishga olib keladi. Detallda hosil bo'lgan ichki kuchlanishlar metal kislotalarni dedyurmatsiyalanishi yoki burib yuborishi mumkin. Natijada metal zanglashini tezlashtirish yoki biror no'qtaga to'plashi mumkin. Mahalliy korroziyadan asta-sekin kristallararo korroziya o'sishi mumkin. Transkristall korroziyasida esa o'zgaruvchan siklik yuklanish holatida bo'lib, ancha kichik kuchlanishda ham emirila boshlaydi. Yuzada juda ko'p darzhalar paydo bo'ladi. Unda kuchlanishlar to'plana boshlaydi va transkristall korroziya hosil bo'ladi. Yuzalarga himoya qoplami berish, uning g'adir-budirliklarini kamaytirish va zanglashga chidamli metallardan foydalanish yo'li bilan korroziyani kamaytirish mumkin.

Elektrokimyaviy korroziyaning mexanizmini tushuntirishda, uni eksperiment yo'li bilan isbotlashda va unga qarshi kurash choralarini qidirib topishda asosan B.A.Kistyakovskiy, G.V.Akimov va S.A.Balezinning ishlari alohida o'rin tutadi.

Korroziya oqibatida oksidlar va gidroksidlar hosil bo'ladi. Shunday qilib, korroziyaning ximiyaviy sababi metallarning o'z oksid va gidroksidlariga nisbatan beqaror bo'lishidir. Korroziya mexanizmi galvanik element hosil bo'lishidan iborat. SHunday qilib, metallarning elektrokimiyaviy korroziyaga uchrashi ularda elektr toki paydo bo'lishi bilan bog'liqdir.

Ishqalanish koeffitsienti katta bo'lgan juftlarda – ishqalanish korroziyasi uchraydi. Juftlar bir-biriga qattiq qisilgan holatda tebranma harakatda bo'ladi. Yuzadan qattiq metall zarrachalari ko'chib chiqadi va havoda oksidlanib, yana qattiqroq zarrachaga aylanadi va asosiy massadan yana zarrachalarni ko'chira boshlaydi. Natijada korroziya tezlashib ketadi.

Atmosfera korroziyasi havoning namligiga, zararli gazlarning aktivligiga bog'liq. Yuzalarda hosil bo'ladigan yupqa suv qatlami, elektrolit vazifasining ko'p jihozlari atmosfera korroziyasiga uchraydi. Metallning korroziyaga chidamliligi 10 ballik shkala bo'yicha o'lchanadi va bir yildagi zang qavati qalinligiga qarab belgilanadi. Chidamlilikning quyidagi darajalari mavjud:

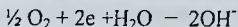
1. Mutlaqo turg'un – 0,001 mm/yildan oz 1 ball.
2. Yuqori darajada turg'un – 0,001 dan 0,005 gacha 2 ball 0,005 dan 0,01 gacha 3 ball.
3. Turg'un – 0,01 dan 0,05 gacha 4 ball, 0,05 dan 0,7 gacha 5 ball.
4. Past darajada turg'un – 0,1 dan 0,5 gacha 6 ball, 0,5 dan 1,0 gacha 7 ball.
5. Turg'unmas – 10 dan yuqori.
6. Juda oz darajada turg'un – 1 dan 5 gacha 8 ball, 5 dan 10 gacha 9 ball.

Metallar sof bo'lmay, ularga ma'lum darajada boshqa metallar aralashgan bo'ladi. Metall buyumlar esa, ko'pincha, metallarning qotishmalaridan tayyorlanadi. Shuning uchun metaall yoki metall buyum elektrolit eritmasiga tushirilsa, yoki nam havo ichida qoldirilsa, galvanik elementlar hosil bo'ladi. Metallarning o'zi bir qutb bo'lsa, undagi aralashma ikkinchi qutb bo'ladi va shu metallarning o'zi qutblarni tutashtiruvchi o'tkazgich vazifasini bajaradi. Natijada galvanik elementlar ishlay boshlaydi. Bu vaqtda yuqorida ko'rib o'tiganidek, elektromanfiyroq metal manfiy qutb bo'lib, gidratlangan ion ($M^+ \cdot nH_2O$) hoida eritmaga o'tadi.

Katodda esa eritmadagi H_3O^+ ionlari metallardan elektronni olib zaryadsizlanadi (qaytariladi):



Natijada katod uchastkada vodorod ajralib chiqadi. Shunday qilib, korroziya metal yuzasidan elektron ketishi bilan bog'langan. Elektron metallardan faqat H_3O^+ ta'siridagina emas, oksidlovchilar masalan, kislorod ta'sirida ham ketishi mumkin.



Bu galvanik elementlar boshqa galvanik elementlardan o'zining nihoyatda kichikligi bilan farq qiladi. Korroziya protsessida hosil bo'lgan galvanik elementlar microelement yoki submikroelement deyiladi. Bu galvanik elementlarning oddiy galvanik elementlardan yana bir farqi shuki, ular, ko'pincha ko'p (ikkitadan ortiq) qutbli bo'ladi. Bunday ko'p qutbli galvanik elementlarning ishlash prinsipi oddiy – ikki qutbli galvanik elementlarning ishlash prinsipidan farq qilmaydi.

Korroziya protsessida haqiqatdan ham mikroelementlar hosil bo'lishini G.B.Akimov tajribalar asosida isbot qildi va umuman elektr tokining korroziyaga ta'sirini to'la tekshirdi.

Mikroelementlarda katod va anod bir-biriga juda yaqin turishi natijasida metal yuzasi yalpi korroziyalanadi, agar katod va anod oralig'i nisbatan katta bo'lsa, metal xol-xol korroziyalanadi. SHuni ham aytib o'tish kerakki, vaqt o'tishi bilan katod va anod qismlar bir-biriga nisbatan siljishi mumkin.

Metall toza bo'lganda ham, uning turli joylari turli fizik-ximiyaviy xossaga egaligi natijasida microelement hosil bo'lishi mumkin. Masalan, toza alyuminiy yoki temir tayoqchasi bukilsa, bukilgan joyi anod, bukilmagan joyi esa anod bo'ladi. Temir tayoqchalarning bukilgan joyi ko'proq korroziyalanganligini ko'rgan bo'lsangiz kerak. Kristallarning yuzasi anod, kristallarning ichi esa katod bo'ladi. Katod protsessini osonlashtiruvchi moddalarning mavjudligi korroziyani tezlatadi. Masalan, katod qismida vodorod ioni qaytarilayotgan bo'lsa, eritmada mavjud bo'lgan oksidlovchilar (masalan, suvda erigan kislorod) ajralib chiqayotgan vodorod atomi bilan birikib, H^+ ionning qaytarilishini osonlashtiradi (kislorod qutbsizlanish).

Elektrokimiyaviy korroziyaning elektr toki vujudga kelishi bilan bog'liqligini ko'rib chiqdik. Shunday ekan, korroziya tezligi elektr tokining miqdoriga, bu esa element qutblaridagi potentsiallar ayirmasiga proporsional bo'ladi. Shuning uchun, qutblanish (qutblovchi moddalar) elektrokimiyaviy korroziyani susaytiradi, aksincha, yuqorida kislorod misolida ko'rib o'tilganidek, qutbsizlantiruvchi moddalar korroziyani tezlashtiradi.

Korroziyaning borishiga pH qiymati katta ta'sir etadi. H^+ ionlar konsentratsiyasining ko'payishi ularning katodda zaryadsizlanishini osonlashtirdi va, demak, korroziyani kuchaytiradi. So'nggi vaqtlarda elektrokimyaviy korroziyaning yana bir xili topildi. Bu xil korroziya, ko'pincha, suyuq metallar (masalan, amalgama) kislota yoki passivroq metallarning kationi bor eritmalarda eriganda ro'y beradi. Korroziya protsessida mikrogalvanik elementlar hosil bo'lmaydi.

N.Frumkin, Y.M.Kolotirkin va boshqa olimlar suyuq metallarning kislota va passivroq metallar eritmasida erishini tekshirib, bu protsessning miqdoriy qonunini topishga muvaffaq bo'ldilar. Tekshirishlarning ko'rsatishicha, bir jinsli yuzalarda metallarning erishi, ya'ni korroziyalanishi eruvchi modda ionning eritmaga o'tishi hamda vodorodning (yoki undan passivroq metallning) ajralib chiqishi bilan boradigan yonma-yon elektrokimyaviy reaksiyalardan iborat

Korroziyaga ta'sir qiluvchi omillar. Korroziyaga ta'sir qiluvchi sabablar ko'p, asosiylari quyidagilar kiradi:

- Metallarning tuzilishi (tarkibi va muhit)
- Metal yuzasining holati
- Ichki kuchlanishlar
- Tayyorlash usuli
- Muhit tabiati
- Temperature ta'iri
- Metall tarkibi va tuzilishi:

Hamma metallar korroziyalanadi, faqat biri ozroq, biri ko'proq. Bu metallarning tarkibiga bog'liq. Masalan **Po'latni** olaylik: uning tarkibiga kirgan har-xil kimyoviy elementlar korroziyaga turlicha ta'sir qiladi. Biri korroziyani tezlashtirsa, boshqasi sekinlashtiradi, ba'zilari esa mutlaqo ta'sir qilmasligi mumkin. Masalan:

Mis 0.15 % dan ortiq bo'lsa sekinlashtiradi

Nikel 3 % dan ortiq bo'lsa sekinlashtiradi

Xrom 3 % dan ortiq bo'lsa sekinlashtiradi

Marganes 0.7 % dan oz bo'lsa ta'sir qilmaydi, 0.7 % dan ortiq bo'lsa tezlashtiradi

Fosfor 0.12 % gacha bo'lsa ta'sir qilmaydi

Kremniy ozroq bo'lsa ta'sir qilmaydi

Oltinugurt ozroq bo'lsa ta'sir qilmaydi, 0.15 % bo'lsa va mis bo'lmasa tezlashtirad.

Uglerod 0.15 % dan ortiq bo'lsa tezlashtiradi

Konstruksion uglerodli po'latning ko'p markalari korroziyaga turg'unlik darajasi bo'yicha, 4- yoki 5- gruppalariga kiradi, ya'ni korroziyaga unchalik chidamli emas. Shuning uchun ularga xrom, nikel va mis qo'shiladi. Zanglamaydigan po'lat tarkibida 12-14 % xrom bo'ladi. Xrom metal yuzasida yupqa oksid qavatini hosil qiladi va metal zanglamaydi. Zanglamaydigan po'latning 1x12, 2x13 va 3x13 markali gruppalari korroziya turg'unligiga egadirlar. Ularga termik ishlov berilgan zanglashga chidamliligi ortadi.

Cho'yan: oddiy, kulrang cho'yan tarkibi bir xil bo'lmaganligi uchun po'latga nisbatan korroziyaga chidamli emas.

Modifikatsiyalangan cho'yan kuchli erituvchi muhitida yuqori darajada zanglashga chidamlidir. 60 % li sulfat kislotasi va erigan holatdagi o'yuvchi natriy muhitida uning chidamliligi juda yuqori bo'ladi. Bunday cho'yanga misol qilib silikopalsiy bilan modifikatsiya qilingan cho'yanni olishimiz mumkin. Uning tarkibida C-2.9 dan 3.2 %, Si-0.8 %, Cr - 0.4 dan 0.8 % gacha, Ni- 0.6 dan 0.8 % gacha metallar borligi aniqlangan.

Namligi katta bo'lgan muhitda perlit strukturali titan (misli) zanglashga chidamlidir. Uning tarkibida 1 % gacha misning bo'lishi sababli korroziyaga osonlikcha uchramaydi. Uni yanada chidamli cho'yan qilish uchun tarkibiga xrom va nikel qo'shish kerak bo'ladi. Bog'langan cho'yan oddiy holatda zanglashga chidamlidir. Chunki uning yuzasi oksidlangan yupqa himoya qavatiga ega. Cho'yan gruppasiga kiruvchi yuqori darajada ligirlangan temir uglerodli qotishmalar ham ancha kimyoviy barqarordir. Temir kremniyli (Si-14.5 % gacha), kremniy molibdenli (Si-13.5 dan 16 % gacha, Mo-3.25 dan 4 % gacha) va ko'p xromli (Cr-25 dan 36 % gacha) bo'lgan cho'yanlarni bunga misol qilishimiz mumkin. Ular pardoqlash va bo'yashda keng qo'llaniladi.

Qo'rg'oshin - pardoqlash va bo'yash jihozlarida keng qo'llaniladi. Sulfat kislotasi va uning tuzlari erimalarida qo'rg'oshin yuqori darajada kimyoviy turg'unlikka ega. Uning yuzasida $PbSO_4$ dan iborat metal bilan mustahkam bog'langan yupqa qavat hosil bo'ladi va zanglashdan himoya qiladi. Biroq sulfat kislotaning konsentratsiyasi 80 % (issiqlik holati 85-90°C) va 92 % sovuq holatdan ortib ketgan yupqa parda emiril boshlaydi va zanglashga chidamlilik yo'qoladi. Sulfat kislotasi tarkibida azot kislotasining qoldiqlari, qo'rg'oshin tarkibida aluminiy, rux qalaylarini bo'lishi uning zanglashga chidamliligini pasaytiradi. Idish va trubalarda chiqindilarni o'tirib qolishi ham qo'rg'oshinda mahalliy korroziyani

hosil qiladi. Qo'rg'oshin kavsharlab ulangan, biriktirilgan joylarda ham kuchli zanglashi mumkin.

Alyuminiy – u ham tez korroziyalanadi, boshqa moddalar bilan tez reaksiyaga kirishadi, lekin nitrat va sirka kislotalaridan yuqori darajada kimyoviy turg'undir. Aluminiy yuzasida kuchli himoya qatlami hosil bo'lib, metal bilan qattiq bog'langan, shuning uchun u zanglamaydi. Aluminiy o'shiladigan ko'p moddalar (temir, rux, mis) uning chidamliligini pasaytiradi. Payvandlangan va parvarishlangan joylaridan tez korroziyalanadi. Mexanik ishlov berishda hosil bo'ladigan ichki kuchlanishlar zanglashni tezlashtiradi.

Metallarni korroziyadan saqlash usullari. So'nggi vaqtlarda korroziyaga qarshi olib borilayotgan kurash usullaridan biri metal o'rniga yuqori polimer moddalarni ishlatilishidir. Bu tadbirning tobora taraqqiy qilishiga qaramay, xalq xo'jaligida qora metallar hali uzoq vaqt ishlatilishi turgan gap. Shuning uchun, metallarni korroziyadan saqlash masalasi muhim masalalardan biri bo'lib qoldi.

Korroziyaga qarshi kurash usullarining hammasi metal yuzalarini elektrolit muhitdan ajratish va elektr tokini kamaytirishga asoslangan. Biz bu usullarning ba'zilar bilan tanishib o'tamiz.

Korroziyaning borishiga oksid va gidroksidlardan iborat korroziya mahsulotlari katta qarshilik ko'rsatadi. Bu mahsulotlar metall yuzasida yupqa parda hosil qiladi. Bu parda metallni yanada korrozilanishdan saqlab qoladi. Oksid yoki gidroksid pardalarning korroziyadan saqlash rolini V.A.Kistiyakovskiy yaxshi tekshirgan. Masalan, alyuminiy temirga qaraganda yuqori musbat potensialga ega bo'lganligi uchun temirdan ko'ra osonroq korroziyalanishi kerak. Lekin, shunga qaramasdan, atmosferada alyuminiy korroziyaga temirdan ko'ra ancha chidamliroq. Buning sababi shuki, alyuminiy korroziyalanganda, uning sirti zich oksid parda bilan qoplanib qoladi. Bu parda qalinlashgan sari (ularning qalinligi 50-100 Å ga etadi) metall ichiga havo kirishi qiyinlashadi, natijada korroziya to'xtaydi. Ana shunday pardalar hamma metallarda ham bo'ladi. Lekin ularning korroziyadan saqlash xususiyati har xildir.

Metallar passivlanganda ularning korroziyaga bardosh berish xususiyati kuchayadi. Metallarning passivlanishida yuqorida aytib o'tilgan oksid va shu singari pardalarning asosiy rol o'ynashi aniqlangan hamda ularning ion holida eritmaga o'tishi qiyinlashadi.

Metallarning konsentrlangan nitrat kislota bilan ishlov berilganda yoki anodda qaytarilishida o'z aktivligini yo'qotishi ularning passivlanish protsessi deyiladi. Ba'zi metallarni (temir, nikel, xrom va

boshqalarni) konsentrlangan nitrat kislotadan tashqari, bizromat, permanganate singari oksidlovchilar bilan ham passivlash mumkin.

Ba'zi metallar (xrom, oltin, platina va boshqalar) sovuqda havodagi kislorod ta'sirida ham passivlanishi mumkin. Passivlangan metallarda reaksiyaga kirish xususiyati zaif bo'ladi va kuchlanish qatorida o'z o'mini o'zgartiradi. Shunga ko'ra, elektrod protsesslarda aktiv holdagidan boshqacharoq reaksiya beradi. Masalan, elektroliz vaqtida xromdan yasalgan anod eritmaga aktiv holda Cr^{3+} kationi, passiv holda esa CrO_4^{2-} anioni beradi. Marganestdan yasalgan anod, passivlanish darajasiga qarab, Mn^{2+} , Mn^{3+} yoki MnO_4^- ioni yuboradi. Passiv holdagi temir mis tuzlari eritmasidan misni siqib chiqara olmaydi.

Passivlangan metallar turli usullar bilan aktiv holga keltirilishi mumkin. Passivlanish metal yuzasining oksidlar bilan qoplanishidan iborat bo'lganligi uchun, metallni qaytarish yoki pardani metall yuzasidan qirib tashlash yo'li bilan bu metallni aktiv holga keltirish mumkin.

Shuni ham aytib o'tish kerakki, yuza pardalarining roli va ta'siri, yuqorida aytib o'tilganidek, oddiy emas, balki murakkabroqdir.

Korroziyaga qarshi kurashning eng ko'p qo'llaniladigan usuli korrozilanishi mumkin bo'lgan metallning yuzasiga boshqa metallar qoplashdir. Bu hozirgi vaqtda qoplamlar asosan metall yuzasini elektrolit muhitdan ajratib, mikrogalvanik elementlar hosil bo'lashiga yo'l qo'ymaydi. Shuning uchun qoplamalar zich bo'lishi, korroziyadan saqlanuvchi metal yuzasiga bir tekisda va yaxshi yopishishi kerak turli qoplamalar ishlatiladi.

Qanday qoplamdan foydalanish korrozilanuvchi metall yoki metal buyumning qaysi sharoitda ishlashiga bog'liqdir. Masalan, turar-joylarda ishlatiladigan va zarb emaydigan, ishqalanmaydigan metal buyumlar laklanadi yoki ularning yuzasiga ximiyaviy usulda ishlov beriladi: temir buyumlar toblanadi, fosfatlantiriladi, alyuminiy buyumlar esa oksidlantiriladi.

Suyuqlik ichida (suvda, tuz, kislota va asos eritmalarida) ishlashga mo'ljallangan metal buyumlar metall va metallmaslar bilan qoplanadi. Suv yoki nam havoda ishlaydigan buyumlar ruxlanadi, sulfat kislota ichida ishlaydigan buyumlar qo'rg'oshin bilan qoplanadi, idish-tovoq, sovun zavodi asboblari, umuman, organik moddalar eritmasi va oziq-ovqat mahsulotlari uchun mo'ljallangan buyumlar esa nikellanadi va hokazo.

Agar buyumlarni korroziyadan saqlash bilan birga, ularni mexanik ta'sirlarga chidamli ham qilish kerak bo'lsa, bunday buyumlar yuzasi xrom bilan qoplanadi.

Metall yoki metal buyumlarni korroziyaga bardosh beradigan materiallar bilan qoplash usullariga to'xtalib o'tamiz.

Eng ko'p tarqalgan usul bir metallning yuzasini boshqa metal bilan qoplash usulidir. Qora metallar (temir va po'lat) ruxlanadi, qalaylanadi, xromlanadi va hokazo.

Bu metallarning korroziyadan saqlash harakteriga qarab, ular ikki gruppaga: anod qoplam va katod qoplam gruppalariga bo'linadi. Anod qoplamda, ma'lum muhitda, qoplanayotgan metal qoplanuvchi metallga qaraganda manfiyroq elektrod potensialiga ega bo'ladi, ya'ni kuchlanish qatorida qoplanuvchi metallardan yuqorida turadi. Katod qoplamda bularning aksi bo'ladi. Temirni rux bilan qoplash anod qoplamga, temirni qalay bilan qoplash katod qoplamga kiradi.

Agar qoplam qoplanuvchi metallni tashqi muhitdan to'la ajratib tursa, bu ikki xil qoplam orasida prinsipial farq qolmaydi. Lekin qoplamlarning bir joyi emirilsa va qoplanuvchi metal tashqi muhit bilan tegishib qolsa, ular orasida farq hosil bo'ladi. Bu holni ruhlash va qalaylash misolida tushuntirmiz.

Anod qoplamda (masalan ruhlashda) qoplamning bir joyi ko'chib, temir nam havo bilan tegishib qolgan bo'lsin. Bu vaqtda xuddi shu joyda mikrogalvanik element hosil bo'ldi. Ruh temirga qaraganda elektromanfiyroq bo'lganligi uchun, ruh anod qismi, temir katod qismi bo'lib qoladi. Natijada ruh korrozilana boshlaydi va ruhning hammasi emirilib bo'lguncha temir korrozilanmaydi. Demak, anod qoplamda qoplam buzilsa, qoplamning o'zi korrozilanib, qoplanuvchi metall korrozilanmaydi.

Katod qoplamda anod qoplamidagining aksi bo'ladi. Masalan, temir qalay bilan qoplanganda qalay qavatining bir joyi buzilsa, qalay-temir qutblaridan iborat mikroelement hosil bo'ladi. Bu vaqtda qalay katod qism, temir esa anod qism bo'lib qoladi.

Natijada, qalay korroziyalanmaydi, temir esa emirila boshlaydi.

Shunday qilib, katod qoplamda qoplam buzilsa, qoplangan metal korrozilana boshlaydi.

So'nggi vaqtlarda kislotali muhitda boradigan korroziyaga qarshi kurashda sekinlatuvchilar (ingibitorlar) keng ko'lamda ishlatila boshladi. Biz kislotali muhitda boradigan korroziya hodisasiga to'xtalib o'tamiz.

Metallarning erishiga ba'zi moddalar yoki ularning aralashmasi katta ta'sir etadi. Bu moddalar qo'shimchalar deyiladi. Qo'shimchalar ikki xil bo'ladi: ularning bir xili erishni sekinlatadi, ikkinchi xili esa erishni tezlatadi. Birinchi xil moddalar sekinlatuvchilar (yoki ingibitorlar) ikkinchi xil moddalar tezlatuvchilar (yoki stimulyatorlar) deyiladi. Bu moddalarning ta'siri elektrod sig'imini kattalashtirish yoki kichiklashtirishdan iborat.

Kislota eritmasiga 0.01-1,0 foizgacha nitrotoluolsulfokislota qo'shilsa po'latning erishi 20 baravar chamasi tezlashadi, shu miqdorda pikrin kislota, nitrobenzol qo'shilsa erish tezligi 5-10 marta ortadi.

Ingibitorlar ko'pincha, organik moddalar bo'ladi. Ularni ximiyaviy tarkibi jihatidan bir necha gruppaga bo'lish mumkin. Masalan, tarkibida azot bo'lgan birikmalar-aminokislotalar, aminlar, amidlar, alkaloidlar va boshqalar; tarkibida oltingugurt bo'lgan birikmalar – sulfokislotalar, giobirikmalar va boshqalar, aldegid bilan aminlarning o'zaro hosil qilgan birikmalari va hokazo. Eng kuchli ingibitorlar bularning aralashmalaridir.

Ingibitorlarni ta'sir qilish mexanizmi jihatidan ham bir necha gruppaga bo'lish mumkin. Ularning ba'zilari metallarning yuzasiga o'tirib, yupqa parda hosil qiladi va natijada, metallni korroziyadan saqlaydi, ba'zilari metallning hamma yuzalariga bir tekis emas, balki faqat katod va anod qismlarigagina adsorbilanadi; ba'zilari esa eriyotgan metal ioni ta'sirida kaogullanadi va hokazo.

Ko'pincha korroziyaga qarshi kurashda, korrozilanuvchi metallga turli moddalar qo'shiladi, ya'ni ularga ximiyaviy ishlov beriladi. Masalan, po'latga xrom va nikel qo'shilsa, po'lat zanglamaydigan bo'ladi.

Qo'shiladigan bu moddalarning ta'siri ham turlicha bo'ladi. Ularning ba'zilari anod fazaning termodinamik puxtaligini oshiradi. ba'zilari ularni passivlaydi, ba'zilari katod qismining yuzasini yaxshilaydi, ba'zilari esa korroziya mahsulotini metal yuzasiga yaxshi yopishtiradi va hokazo.

Metallarni korroziyadan saqlash. Metallarni korroziyadan saqlash uchun bir qancha tadbirlar ko'riladi:

1. Metal sirtini boshqa metall bilan qoplash. Bu maqsadda ishlatiladigan metallning standart elektrod potentsiali metallarning aktivlik qatorida korroziyadan saqlanishi kerak bo'lgan metallnikiga qaraganda manfiy qiymatga ega bo'lishi zarur. Masalan, temirni rux bilan qoplash (anod qoplash) nihoyatda katta foyda keltiradi, chunki

temir buyum uning sirtini qoplagan ruxning hammasi tugamaguncha emirilmaydi. Temirni qalay bilan qoplaganizda katod qoplamaga ega bo'lamiz, chunki qoplovchi metal qoplanuvchi metallga qaraganda passivroq bo'ladi. Katod qoplamaning biror joyi ko'chsa, himoya qilinuvchi metall, ya'ni temir juda tez ishdan chiqadi.

2. Metallni metal bo'lmagan moddalar bilan qoplash. Metallarni sirtini lak, bo'yoq, rezina, tez qurimaydigan mineral moylar (solidol, texnik vazelin) bilan qoplash, emal bilan qoplash va hokazolar metallni korroziyadan saqlaydi

3. Metallarga turli qo'shimchalar kiritish. Odatdagi po'latga 0.2-0.5% mis qo'shish bilan po'latning korroziyaga nisbatan mustahkamligini oddiy sharoitdagiga qaraganda 1,5-2 marta oshirish mumkin. Zanglamaydigan po'lat tarkibida 12% ga qadar xrom bo'ladi. Bu xrom passiv holatda bo'lib, po'latning korroziyaga qarshiligini kuchaytiradi. Po'latga nikel va molibden qo'shilganida uning korroziyaga chidamliligi yanada ortadi. Tarkibida 18% xrom va 8 % nikel bo'lgan po'lat hech zanglamaydi.

4. Metal sirtini kimyoviy birikmalar bilan qoplash. Maxsus kimyoviy amallar o'tkazib, metall sirtini korroziyaga chidamli birikmalar pardasi bilan qoplash mumkin. Bunday padalar-oksidi, fosfatli, xromatli va hokazo padalar nomi bilan ataladi, ular bir necha sinfga bo'linadi. Metall sirtida korroziyaga chidamli oksid parda hosil qilish jaraayoni oksidirlash deyiladi.

Metall buyumlarini oksidlashning uch xil usuli mavjud:

1. Metal buyum sirti yuqori temperaturada organik moddalar bilan oksidlantiriladi (qoraytiriladi, ko'kartiriladi va hok.).

2. Metall buyum oksidlovchi moddalar ishtirokida (MnO_2 ; $NaNO_3$; $K_2Cr_2O_7$ kabi) konsentrlangan ishqor eritmasi bilan suyuqlikning qaynash temperaturasigacha qizdiriladi.

3. Metall buyumni biror elektrolit eritmasida anod qutbga joylab elektroliz o'tkaziladi; bu jarayon anodirlash deyiladi.

Po'lat buyumlarni oksidirlash natijasida hosil bo'ladigan himoya parda asosan temirning magnitli oksidi Fe_3O_4 dan iborat bo'ladi, u nihoyatda zichdir.

Metall buyum sirtida fosfatli himoya padalar hosil qilish uchun buyumga fosfat kislotaning temirli yoki manganestli tuzlarining qaynoq eritmasi bilan ishlov beriladi. Natijada metallning sirti juda puxta va suvda erimaydigan fosfat parda bilan qoplanadi.

Korroziyaning aktivatorlari va ingibitorlari. Korroziya jarayonining tezligiga eritmalarda bor ionlar, ya'ni H^+ va OH^- ionlari konsentratsiyasi, eritmaning pH qiymati katta ta'sir etadi. Masalan, eritmada H^+ ionlari konsentratsiyasi ortsa, korroziya kuchayadi, OH^- ionlari konsentratsiyasining ortishi temirning zanglashini susaytiradi, lekin gidroksidlari amfoter xossaga ega bo'lgan metallar (Zn , Al , Pb) ning korroziyasi ortganda tezlashadi.

Korroziyani tezlatuvchi moddalar korrozion aktivatorlar deb ataladi. Bularga floridlar, xloridlar, sulfatlar, nitratlar, qisman bromida va yodidlar kiradi. Dengiz suvida xloridlar ko'p bo'lgani uchun metallar bu suvda ko'l suvidagiga qaraganda tezroq zanglaydi.

Korrozion muhitga qo'shilganida metallarning korroziyasini susaytiradigan moddalar korrozion ingibitorlar deb ataladi (Oxlincha inhibeo-to'xtatish so'zidan olingan). Ular jumlasiga aminlar, mochevina, tiomochevina, sulfidlar, aldegidlar xromatlar, fosfatlar, nitritlar, silikatlar va hokazolar kiradi. Masalan, temir yoki po'lat tushirilgan suvga 0.3-0.4% Na_2CrO_4 qo'shilsa, korroziya tezligi sezilarli darajada pasayadi. Suvga geksametafosfat ($NaPO_3$)₆, $NaNO_2$ hamda Na_2SiO_3 lar qo'shilganida ham temir va po'latning korroziya tezligi kamayadi. Agar suvga Na_2SiO_3 bilan $Na[SiF_6]$ qo'shilsa, alyuminiyning korroziya tezligi juda pasayib ketadi.

Ayniqsa, kislotali muhitda metallarni korroziyadan saqlash uchun ingibitorlar katta ahamiyatga ega. Bunday muhinda metallarning ingibitorlar ishtirokida korroziyadan saqlanish sababi shundaki ingibitor faqat metall sirtiga yutilib, zang sirtini qoplamaydi. Yupqa ingibitor qavati bilan qoplangan metall sirtiga kislotalar ta'sir eta olmaydi. Korrozion ingibitorlar keng ko'lamda qo'llanilmoqda.

Atrof-muhit ta'sirida metallardan tayyorlangan ko'p buyumlar metallarning oksidlanishi natijasida oksidlar, gidroksidlar, tuzlar kabi kimyoviy birikmalar hosil qilib emiriladi. Korroziyaning quyidagi turlari kuzatiladi: kimyoviy korroziya, biokimyoviy yoki biokorroziya, elektrokimyoviy korroziya. Korrozion jarayonning bo'rish sharoitiga ko'ra korroziyaning quyidagi turlari farqlanadi: atmosferaviy, suyuqlikda yoki elektrolitlarda, tuproqda yoki er ostida, elektrokorroziya, tirqish korroziya, kuchlanish ostidagi korroziya.

Korrozion muhitga ishlov berish. Metall atrofidagi muhitdan zararli qo'shimchalar chiqarib tashlanib, erigan kislorod va tuzlar miqdori kamaytirilsa, ular ta'sirida korroziyalanadigan metallarning

korroziyalanishini kamaytirish uchun korroziyani sekinlatuvchi ingibitorlar deb ataluvchi moddalar ishlatiladi.

Ingibitorlar – maxsus moddalar bo'lib, korrozion muhitga oz miqdorda (10^{-6} - 10^{-3} mol/l) qo'shilganda korrozion jarayon tezligini keskin pasaytiradi yoki butunlay to'xtatadi. Ingibitorlar sifatida turli individual organik va noorganik moddalar hamda ularning aralashmalari qo'llaniladi. Ingibitorlar atmosferadagi, kislotali muhitdagi, dengiz suvidagi, sovutgich suyuqliklardagi, oksidlovchilardagi, moylar va boshqalardagi korroziyadan metallarni himoya qilishda ishlatiladi. Ingibitorlarning himoyalash xususiyati ularning metal sirtiga adsorbsiyalanib, katod va anod jarayonlarini sekinlashtirish bilan bog'liq.

Elektrokimyoviy himoya. Elektrokimyoviy himoyaning mohiyati shundaki, unda himoya qilinuvchi inshoot doimiy tok manbasi katodiga ulanadi. Natijada inshootning o'zi katodga aylanadi. Korroziyadan bunday saqlanish katod himoyasi deyiladi. Bunda anod sifatida metal holdagi lom ishlatiladi va u korroziyaga uchrab himoyalanuvchi buyubni korroziyalanishdan saqlaydi. Protektor himoyada- himoya qilinadigan metallga undan ko'ra faolroq metall plastinkalar – protektorlar birlashtiriladi. Hosil bo'lgan galvanik juftda protektor – anod, himoya qilinadigan konstruksiya esa katod vazifasini o'taydi. Bunda protektor asta-sekin emiriladi va metal konstruksiyaning korroziyalanishi esa deyarli to'xtaydi. Hozirgi vaqtda nafaqat yangi himoya usullari balki metallarni almashtirish imkoniyatini beruvchi plastmassalar, kislotaga chidamli sement va boshqalar ham yaratilmoqda.

27. LITIY GURUHCHASI ELEMENTLARI

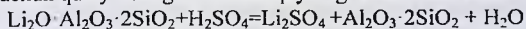
Birinchi grupp asosiy gruppachasi elementlari, tabiatda tarqalishi. Birinchi grupp asosiy gruppachasi elementlari ishqoriy metallar deb atalib, ular Li, Na, K, Rb, Cs va Fr elementlaridan iborat. Bu elementlarning tashqi elektron qavatlari s^1 elektronlari mavjud. Shuning uchun bu elementlar kimyoviy reaksiya paytida 1 elektronni osongina yo'qotib kuchli qaytaruvchi xossasini namoyon qiladi va doimo +1 oksidlanish darajasiga ega bo'ladi. Bu elementlarda Li dan Fr ga tomon atom radiuslari kattalashadi, ammo ion zaryadlari o'zgarmaydi. Shuning uchun bu elementlarning metallik va qaytaruvchilik xossalari ortib boradi. Bu elementlarni ishqoriy metallar deb atalishiga sabab, ular suv bilan shiddatli reaksiyaga kirishib, asos va vodorod hosil qiladi. Hosil bo'lgan asoslari kuchli ishqorlardir.

Tabiatda uchrashi. Ishqoriy metallar sof holda tabiatda uchramaydi. Ko'pgina elementlarga o'xshab, ular alyumosilikatlar tarkibida uchraydi. Litiyning eng muhim minerallari lepidolit $K_2O \cdot 2Li_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$, Fe(OH)₂, spodumen $Li_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$, ambligonit $LiAlPO_4OH$ va boshqalar. Natriy minerallari tosh tuz $NaCl$, Glauber tuzi $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$, kriolit Na_3AlF_6 , bura $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$, silvinit $NaCl \cdot KCl$, Chili selitrası $NaNO_3$, dala shpati $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ holida uchraydi. Kaliy minerallari silvinit $NaCl \cdot KCl$, dala shpati $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$, silvin KCl , karnallit $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$ va o'simlik kuli tarkibida K_2CO_3 holida uchraydi.

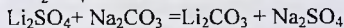
Rubidiy elementi tabiatda keng tarqalgan bo'lishiga qaramay, mustaqil minerallar hosil qilmaydi. Tabiatda u kaliyning yondoshi hisoblanib, turli tog' jinslari, ayniqsa, alyumosilikatlar tarkibida uchraydi. Seziy elementi rubidiyga qaraganda ancha siyrak element hisoblanadi. Tarkibida eng ko'p seziy bo'lgan mineral poluitsit $4Cs_2O \cdot 4Al_2O_3 \cdot 18SiO_2 \cdot 2H_2O$ dir. Fransiy elementi minerallari tabiatda uchramaydi, uning izotoplari sun'iy ravishda hosil qilinadi.

Olinishi. Tarkibida yuqoridagi elementlar bo'lgan minerallar birinchi navbatda boyitiladi (ortiqcha jinslar chiqarib tashlanadi).

Boyitilgan rudalar tarkibidagi elementlarni eritmaga yoki qayta ishlash uchun qulay holatga keltirilib quyidagi usullar bilan olinadi:



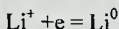
Hosil qilingan Li_2SO_4 ni karbonatlar holida cho'ktiriladi:



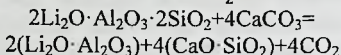
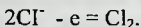
Hosil qilingan karbonatlar HCl ishtirokida eritmaga o'tkaziladi.



Hosil qilingan LiCl ni 1:1 nisbatda KCl tuzi bilan aralashtirib suyuqlantiriladi va elektroliz qilinadi. Bunda anod sifatida grafitdan, katod sifatida temir elektrodlardan foydalaniladi. Katodda Li metali qaytariladi:



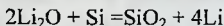
Anodda esa xlor ioni oksidlanadi:



Hosil qilingan litiy minerali ishqor ta'sirida eritmaga o'tkaziladi:
 $\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = 2\text{LiOH} + \text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$

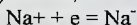
Hosil qilingan LiOH eritmasi HCl ta'sirida LiCl tuziga aylantiriladi, eritmani bug'latib qolgan LiCl tuzi suyuqlantirib elektroliz qilinadi.

Toza holdagi litiy metali litiy oksidi Li_2O ni kremniy yoki alyuminiy bilan qaytarib olinadi:

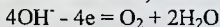


Natriy metali asosan ikki xil usul bilan olinadi:

1. Natriy gidroksidni suyuqlantirib, elektroliz qilinadi. Bunda katod temirdan, anod esa nikeldan yasaladi, katodda Na ioni qaytariladi:



Anodda esa OH^- ionlari oksidlanib, kislorod ajralib chiqadi:

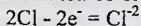


Bu usul toza natriy olinishi va jarayonning past temperaturada olib borilishi kabi afzalliklarga ega. Lekin xom ashyo sifatidagi NaOH ning tannarxi birmuncha yuqoriligini eslatib o'tish lozim.

2. NaCl tuzi suyuqlantirib, elektroliz qilinadi. Bu usulda xom ashyo sifatida toza holdagi NaCl ishlatilsa, NaCl bilan Na metalining suyuqlanish temperaturalarari bir-biriga yaqin bo'lgani uchun natriy metalini sof holda ajratib olish anchagina noqulaydir.

Bundan tashqari, natriyning to'yingan bug' bosimi taxminan havoning to'yingan bug' bosimiga yaqin qiymatga ega, bu esa natriyning ko'p yo'qotilishiga sabab boladi.

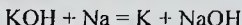
Shuning uchun NaCl tuziga NaF, KCl yoki CaCl_2 tuzlari aralashtirilib, uning suyuqlanish temperaturasini kamaytirib, elektroliz qilinadi. Katodda Na va ionlari qaytariladi. Bu aralashma bug'latilib, haydab Na ajratib olinadi. Anodda esa Cl^- ioni oksidlanadi:



Yuqorida ko'rib o'tilgan usullarni kaliy metalini olish uchun qo'llab bo'lmaydi. Chunki kaliyning reaksiyaga kirishish xususiyati kuchli,

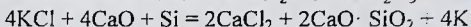
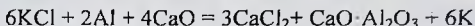
ya'ni ajralib chiqayotgan kislorod bilan tezda oksidlanib ketadi. Shuning uchun kaliyni olishda quyidagi usullardan foydalaniladi:

1. Suyuqlantirilgan KOH yoki KCl eritmasidan kaliyni natriy bilan siqib chiqariladi:



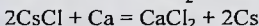
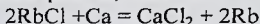
2. KCl va NaCl tuzlari aralashmasini suyuqlantirib elektroliz qilinadi. Katodda qaytarilgan Na va K aralashmalari vakuumda haydalib kaliy ajratib olinadi.

3. KCl tuzi vakuumda alyuminiy yoki kremniy bilan qaytarib olinadi:

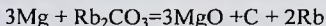


Rubidiy va seziyni olishning eng qulay usullari quyidagicha:

1. Xlorli birikmalarini qizdirib, vakuumda Ca bilan qaytariladi:



2. Karbonatlari yoki xloridlari yuqori temperaturada Mg yoki CaC_2 ishtirokida qaytariladi:



Li, Na, K metallari sanoatda germetik berkitilgan temir idishlarda laboratoriyada esa kerosin ostida saqlanadi. Rb va Cs metallari payvandlangan shisha ampulalarda saqlanadi.

Xossalari. Li, Na, K, Rb elementlari oqish kumush rangli yaltiroq. Cs sarg'ish - tilla rangli, oson suyuqlanadigan metallardir. Havoda o'z-o'zidan oksidlanadi. Oksidlanish jarayoni nam havoda shiddatli ravishda ro'y beradi. Bu elementlar issiqlikni va elektr tokini yaxshi o'tkazadi. Kaliy va rubidiy kuchsiz radioaktiv xossa namoyon qiladi. Fransiyning uzoq, yashaydigan izotoplari yo'q. Eng uzoq yashaydigan izotopining yarim emirilish davri 21 minutni tashkil etadi (27.1-jadval).

Hamma ishqoriy metallar kuchli qaytaruvchilardir. Ularning standart elektrod potentsiallari manfiy bo'lib, mutlaq qiymatga ega. Ishqoriy metallar hosil qilgan birikmalarda ko'pincha ion bog'lanish mavjud. Bu bog'lanish litiydan seziyga tomon gruppaga bo'yicha kamayib boradi. Suyuqlantirilganda elementlar ionlashgan holatda bo'lib, elektr tokini yaxshi o'tkazadi. Ishqoriy metallar ionlari kompleks birikmalar hosil qilmaydi, chunki ularning musbat zaryadlari kichik, radiuslari esa

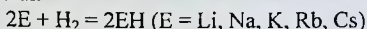
kattadir. Bundan tashqari, ularning tashqi elektron qavatlarida d - elektronlar mavjud emas.

27.1-jadval

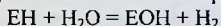
Litii guruhchasi elementlarining tavsiflari

Asosiy kattaliklar	Li	Na	K	Rb	Cs	Fr
Atom massa	6,94	22,99	39,1	85,47	132,9	[223]
Elektron formulasi	2s ¹	3s ¹	4s ¹	5s ¹	6s ¹	7s ¹
Atom radiusi,nm	0,155	0,189	0,236	0,248	0,268	0,280
Ion radiusi,nm	0,066	0,095	0,133	0,148	0,268	—
Suyuql. harorati, ⁰ C	179	98	63	39	29	—
Zichligi,g/sm ³	0,53	0,97	0,85	1,5	1,9	—
Ionlanish energiyasi						
M→Me ⁺	5,39	5,14	4,34	4,18	3,89	3,98
Er po'stlog'ida tarqalishi, mol qism	0,02	2,4	1,4	7·10 ⁻³	9,5·10 ⁻⁹	—

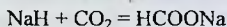
Birikmalari. Ishqoriy metallar vodorod bilan qizdirilganda birikib gidridlar hosil qiladi:



Bu gidridlar ionli panjaraga ega bo'lgan qattiq kristall moddalardir. Gidridlarda vodorod ioni H⁻ anion rolini bajaradi. Buni suyuqlantirilgan yoki ammiakli eritmalarini elektroliz qilish natijasida anodda vodorod molekulasining hosil bo'lishi bilan isbotlash mumkin. Gidridlarning termik barqarorligi LiH dan CsH ga tomon gruppaga bo'yicha kamayib boradi. Ishqoriy metallarning gidridlari kuchli qaytaruvchilardir. Suv bilan shiddatli reaksiyaga kirishib vodorodni siqib chiqaradi:



Qizdirilganda gidridlar CO₂ bilan birikib organik birikmalar hosil qiladi:

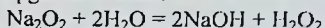


Ishqoriy metallar gidridlarining reaksiyaga kirish xususiyati

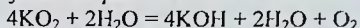
LiH dan CsH ga o'tgan sari ortib boradi. H amma ishqoriy metallar kislorod bilan oson reaksiyaga kirishadi. Ortiqcha miqdorda kislorod ishtirokida litii Li₂O va qisman Li₂O₂ hosilqiladi, natriy esa Na₂O va Na₂O₂ K, Rb, Cs lar esa E₂O va E₂O₂ tarkibli oksid va qo'sh peroksidlar hosil qiladi.

Litii va natriy oksidlari rangsiz, kaliy va rubidiy oksidlari sariq, sezii oksidi esa qizg'ish tusli moddalardir. Bu metallarning peroksidlari diamagnit O₂ ioniga, qo'sh peroksidlari esa paramagnet O⁻¹ ioniga ega

bo'lib, neytral molekulasidan bog'lanish energiyasi bilan qisman farq qiladi. Peroksidlar va qo'sh peroksidlar kuchli oksidlovchilardir. Ishqoriy metallarning peroksidlari vodorod peroksidning tuzlari bo'lib, suvda erishi natijasida to'liq gidrolizlanadi:



Hosil bo'lgan H_2O_2 ishqoriy muhitga tezda suvga va kislorodga parchalanib ketadi. Ishqoriy metallarning qo'sh peroksidlariga suv ta'ir ettirilsa, kislorod ajralib chiqadi:

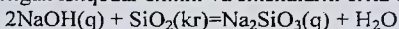


Ishqoriy metallarning oksidlari suv bilan yaxshi reaksiyaga kirishib, gidroksidlar hosil qiladi:

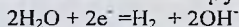


Ishqoriy metallarning gidroksidlari rangsiz, suvda yaxshi eriydigan, oson suyuqlanuvchi kristall moddalardir. Sanoatda eng ko'p ishlatiladigan ishqorlar asosan o'yuvchi natriy (NaOH) va o'yuvchi kaliy (KOH) dir. Bu ishqorlar kuchli kristallogidratlar bo'lgani uchun havodagi namni o'ziga oson biriktirib oladi.

Suyuqlantirilgan ishqodlar chinni va shishalarni erita oladi:



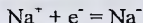
Uyuvchi natriy texnikada asosan NaCl eritmasini elektroliz qilish usuli bilan olinadi. Bunda katod sifatida temirdan, anod sifatida grafitdan yasalgan elektrodlar ishlatiladi. Katodda suv qaytariladi:



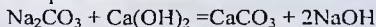
Anodda xlor ioni oksidlanadi:



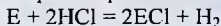
Katodda qaytarilmagan Na^+ ionlari bilan OH^- birikib NaOH ni hosil qiladi. Bunday NaOH uncha toza bo'lmaydi, chunki uning tarkibida elektrolizga uchramagan NaCl bo'ladi. Toza holdagi NaOH olish uchun, katod sifatida simobdan foydalaniladi. U holda katodda vodorod ajralib chiqmay, natriy ioni qaytariladi:



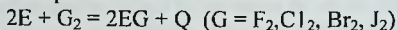
Ajralib chiqqan Na metallini simob uzida eritib amalgama hosil qiladi. Amalgama suvli idishlarga solinganda tarkibidagi Na erib, NaOH hosil qiladi. Ba'zi hollarda NaOH ni soda eritmasini ohakli suv bilan ishlov berish usuli orqali olish mumkin:



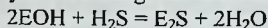
Hamma ishqoriy metallar kislotalar bilan reaksiyaga kirishib, tuz hosil qiladi va vodorodni siqib chiqara oladi:



Ishqoriy metallar o'zgina qizdirilganda galogenlar bilan birikib galogenidlarni hosil qiladi:

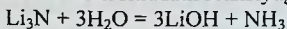


Metallarga oltin gugurt ta'sir ettirib yoki ishqorlarni vodorod sulfid bilan neytrallab ishqoriy metallarning sulfidlari hosil qilinadi:



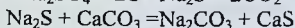
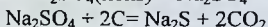
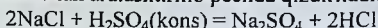
Ishqoriy metallardan faqatgina Li oddiy sharoitda azot bilan birikib nitrid hosil qiladi: $6Li + 3N_2 = 2Li_3N$

Litiyning bu nitridi suv bilan shiddatli reaksiyaga kirishadi:

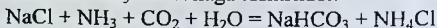


Boshqa ishqoriy metallarning nitridlari yuqori temperaturada va elektr uchqunlari ta'sirida hosil qilinadi, ular oddiy sharoitda beqaror bo'lgan gazlardir. Ishqoriy metallar ko'p asosli kislotalar qoldiqlari bilan o'rta E_2CO_3 , E_2SO_3 , E_2SO_4 , E_3PO_4 va nordon $EHCO_3$, $EHSO_4$, $3HSO_4$, EH_2PO_4 , E_2HPO_4 , EHS tuzlar hosil qiladi. Bu elementlarning nordon tuzlar hosil qilishi va ularning termik barqarorligi grupp bo'yicha Li dan Cs ga qarab ortib boradi. Ishqoriy metallarning tuzlari asosan suvda yaxshi eriydigan moddalardir. Xalq xo'jaligining ko'pgina sohalarida keng qo'llaniluvchi soda hozirgi paytda quyidagi uch usul bilan olinadi:

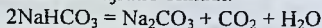
1. Leblan usuli. Bu usulda osh tuziga konsentrlangan sulfat kislota ta'sir ettirib natriy sulfat hosil qilinadi. Hosil qilingan natriy sulfat ohaktosh va ko'mir bilan aralashtirilib pechda qizdiriladi:



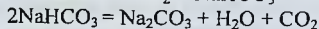
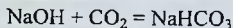
2. Solvey usuli. Bu usulda osh tuzi ammiak va karbonat angidrid bilan to'yintirilib $NaHCO_3$ cho'kmaga tushiriladi.



Cho'kmani qizdirib soda ajratib olinadi.



3. Elektrolitik usul. Osh tuzi eritmasini elektroliz qilish natijasida hosil bo'lgan o'yuvchi natriyni karbonat angidrid ta'sirida cho'ktirib, so'ngra uni qizdirib soda olinadi:



Hosil bo'lgan CO_2 yana qayta ishlatiladi.

Ishlatilishi. Ishqoriy metallar va ularning birikmalari organik moddalarni sintez qilishda, alyuminiy ishlab chiqarish, shisha va keramik moddalar olish, sun'iy tola ishlab chiqarish va mineralitlar olishda

ishlatiladi. Vatanimizda qurilayotgan soda zavodi (Qoraqalpog'istonda) 2004-yili ishga tushdi.

Ishqoriy metallarning tibbiyotda va farmatsiyada ishlatilishi. Hozirgi paytda litiy ionning organizmdagi o'rni ancha yaxshi o'rganilgan. Litiy ionlari inson psixikasidagi o'zgarishlarda asqotishi topilgan. Natriy birikmalari organizmda asosan hujayra atrofidagi suyuqliklarda mavjud (qonda, limfa va ovqat hazm qilish shiralarida). NaCl hisobiga organizmdagi qon bosimi boshqarilib turadi. O'rtacha odam vazniga (70 kg) nisbatan organizmda kaliy 250 g, natriy –70 g ni tashkil etadi.

Kaliy ionni organizmda hujayra ichidagi ion hisoblanadi. U ko'pgina boikimyoviy va fiziologik jarayonlarda, masalan nerv impulslarining harakatida ishtirok etadi. Kaliy ionining qonda mo'tadil miqdorda bo'lishi yurakni normal ishlashi uchun kerak. Bir sutkada 2-3 g kaliy kerak bo'ladi.

Natriy gidrokarbonat (NaHCO_3) ichdan antatsid modda sifatida buyuriladi, shuningdek ingalyasiya, chayish, uvish uchun tavsiya etiladi. Tibbiyotda amaliyotida natriyning (xloridi, bromidi, iodidi, sulfati, tiosulfati, nitriti va b.) hamda kaliyning (xloridi, bromidi, iodidi va b.) keng qo'llaniladi.

Natriy xloridning (NaCl) suvdagi 0,9%li eritmasi izotonik eritma deyiladi. U organizm ko'p suyuqlik yo'qotganda quyiladi. 3-5-10 %li eritmaları gipertonik eritma deyiladi va yaralarga yiring tortuvchi vosita sifatida qo'yiladi. 2-5% li NaCl AgNO_3 bilan zaharlanish sodir bo'lganda buyuriladi, shunda AgCl cho'kmasi hosil bo'lishi hisobiga zaharlanish oqibatları tezda so'nadi.

Natriy bromid (NaBr) va kaliy bromid (KBr) tibbiyotda tinchlantiruvchi vosita sifatida ishlatiladi. Ular bosh miya qobig'idagi qo'zg'alish va tinchlantirish jarayonlarini me'yoriga keltiradi.

Natriy yodid (NaJ) bo'qoq va endokrin kasalliklarini davolashda tavsiya etiladi.

Mavzuni mustahkamlash uchun nazorat savollari

1. Ishqoriy metallarning umumiy tavsifi.
2. Litiy seziy qatorida kimyoviy xossalarning o'zgarishi.
3. Ishqoriy metallarni qanday olish mumkin?
4. Ishqoriy metallar havoda qanday o'zgarishlarga uchraydi.?
5. Ishqoriy metallarni suvda erishini izohlang?
6. Soda va uning turlari va ularning farqlarini izohlang?
7. Kalsilansialangan soda deganda nimani tushunasiz?

8. Ishqoriy metallar nima maqsadda ishlatiladi?
9. Ishqoriy metallar tabiatda qanday tarqalgan?
10. Seziyning lotincha ma'nosi va kim aniqlagan?
11. Ishqoriy metal oksidlari xossalari?
12. Ishqoriy metal galogenidlari olinishi va xossalari?
13. Ishqoriy metal tuzlari olinishi va xossalari?

28. BERILLIY GURUHCHASI ELEMENTLARI

Berilliy guruhi elementlariga umumiy tavsifi. Bu guruh metallari qatoriga berilliy, magniy, kalsiy, stronsiy, bariy va radiy kiradi. Ular erkin holatda ishqoriy metallarga nisbatan qattiqroq. Ular engil metallar, ammo ishqoriy metallardan suyuqlanish harorati balandroq. Xossalari jihatidan berilliy alyuminiyga o'xshab ketadi. Ularda diagonal o'xshashlik kuzatiladi. Bu guruh elementlarining eng asosiy ko'rsatkichlari 1-jadvalda keltirilgan. Bu guruh elementlarining oksidlanish darajasi +2. Ularning sirtqi qavatida ns^2 holatda 2 tadan elektron bor. Bu guruh metallarining xossalari ishqoriy metallarnikiga qaraganda kuchsiz. Atom radiusi kattalashgan sari qaytaruvchi xossalari kuchayib boradi.

Be^{2+} , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} , Ra^{2+} qatorida ionlarning radiusi ortib shu metallar gidroksidlarining asoslik xossalari kuchayadi.

Bariy, stronsiy va bariy qadimdan ishqoriy - er metallari nomi bilan mashhur. Bunday nom metallarning gidroksidlarini ishqoriy xossaga ega ekanligidan kelib chiqqan (27.1-jadval).

27.1-jadval

II A guruh elementlarining asosiy kattaliklari

Asosiy kattaliklar	Be	Mg	Ca	Sr	Ba	Ra
Atom massa	9,01	12,31	40,0	87,62	137,3	[226]
Elektron formulasi	$2s^2$	$3s^2$	$4s^2$	$5s^2$	$6s^2$	$7s^2$
Atom radiusi, nm						
Me^{2+} ion radiusi, nm	0,113	0,160	0,19	0,215	0,221	0,235
Suyuql. harorati, $^{\circ}C$	0,034	0,074	7	0,120	0,193	0,194
Zichligi, g/sm ³	1283	650	720	718	—	—
Ionlanish energiyasi, $Me \rightarrow Me^+$	1,85	1,74	0,10	2,63	3,76	—
Er po'stlog'ida tarqalishi, %	9,323	7,645	4	5,695	5,212	5,28
	$3,8 \cdot 10^{-4}$	1,9	847	$3,4 \cdot 10^{-2}$	$6,5 \cdot 10^2$	$1 \cdot 10^{-10}$
			1,54			
			6,13			
			3			
			3,3			

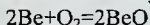
Berilliy. Berilliy 1827 yilda Veller berilliy xloridni kaliy bilan qaytarib olgan. Er sharida kam tarqalgan. Asosan berill minerali holatida uchraydi $[Be_3Al_2(SiO_3)_6]$, uning tarkibida 14% BeO mavjud. Aleksandrit (xrizoberill) minerali quyidagi tarkibga ega $BeO \cdot Al_2O_3$ (Fenakit) minerali ham bor bo'lib uning formulasi $2BeO \cdot SiO_2$. Metall holatdagi

berilliy uning birikmalarini elektroliz qilib olinadi. Elektroliz uchun olingan suyuqlanma 50% BeCl_2 va 50% NaCl (mass. %) bunda aralashmaning suyuqlanish harorati 300°C ga kamayadi (BeCl_2 niki 440°C).

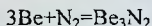
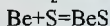
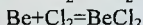
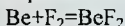
Tabiatda uchraydigan berilliy izotopining massa soni 9 ga teng.

Xossalari. Berilliy kulrang tusli engil metall. Qattiq va mo'rt modda. Metallning sirti oksid parda bilan qoplangani uchun kimyoviy faolligi kam.

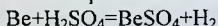
Qizdirilganda kislorod va havoda berilliy oksidini hosil qiladi:



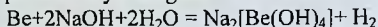
Bir oz isitilganda galogenlar, oltingugurt va azot bilan ta'sirlashib ancha barqaror birikmalar hosil qiladi:



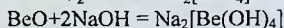
Suyultirilgan sulfat va xlorid kislotada eriydi. Issiq nitrat kislotada eriydi, lekin soviq nitrat kislotada passivlashadi.



Berilliy ishqorlarda eriydi va gidroksoberillatlar hosil qiladi:

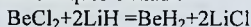


BeO ($t_{\text{suyuq}} 2560^\circ\text{C}$) va $\text{Be}(\text{OH})_2$ ham amfoterlik xossasiga ega. **BeF₂** ishqoriy metallar floridlari bilan flor berillatlar hosil qiladi. **BeF₂** suvda yaxshi eriydi.

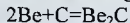


Berilliy tuzlari oson gidrolizga uchraydi, bu tuzlar zaharli, lekin shirin ta'mli bo'ladi. Kislotali muhitda $[\text{Be}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ akva kompleks hosil bo'ladi. Ishqoriy muhitda bo'lsa $[\text{Be}(\text{OH})_4]^{2-}$ gidrokso komplekslar barqaror bo'ladi. Berilliy va uning birikmalari chang holatda atmosferada tarqalgani juda xavfli.

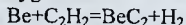
BeH_2 polimer strukturali qattiq modda. U berilliy xloridning efirdagi eritmasiga litiy gidridi ta'sir qilib olinadi:



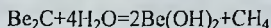
Berilliy karbidlari o'zgaruvchan tarkibga ega (**Be₂C** va **BeC₂**).



Yuqori haroratda berilliyga asetilen ta'siridan olinadi:



BeC_2 gidrolizida asetilen hosil bo'ladi. Agar Be_2C ga suv ta'sir ettirilsa:



BeCl_2 suvda yaxshi eriydi. O'ziga suv tortuvchi rangsiz modda.

Berilliy ko'p metallar bilan qotishmalar hosil qiladi. Berilliy asosida inter metall birikmalar berillidlar olingan. Bu qotishmalar yuqori haroratda suyuqlanadi. Bunday qotishmalar samolyotsozlikda ishlatiladi (TiBe_{12} , MoBe_{12} , NbBe_{12} va boshqlar).

Berilliy birikmalari o'simliklar uchun xavfsiz, lekin tirik organizm uchun zaharli. Organizmda berilliy eruvchan fosfatlar hosil qilgani uchun ham suyakni bo'sh va mo'rt qilib qo'yadi. Berilliy birikmalari teriga ta'sir etadi.

CaCO_3 , gips - $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, fosforitlar - $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ma'lum. Kalsiy floridlar va apatitlar holida ham keng tarqalgan. Kalsiy gidrokarbonat $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, magniy gidrokarbonat $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ va kamroq $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$ tabiiy suv tarkibidagi.

Kalsiy guruhchasi. Bu guruhchaga kalsiy, stronsiy, bariy va radiyni kiritish mumkin. Er po'stlog'ida kalsiy miqdori 3 %. Tabiatda ohaktosh, marmar muvaqqat qattiqlikni hosil qiladi.

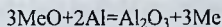
Er qobig'ida kalsiyning oltita, stronsiy ning to'rtta va bariyning ettita turg'un izotopi bor. Eng ko'p tarqalgan izotoplarga: $^{40}_{20}\text{Ca}$ (96,97%), $^{88}_{38}\text{Sr}$ (82,56%) va $^{138}_{56}\text{Ba}$ (71,66%).

Ishqoriy-er metallarining galogenidlari, nitratlari va boshqa tuzlari deyarli gidrolizlanmaydi. Bariy tabiatda og'ir shpat BaSO_4 holida, viterit holida BaCO_3 uchraydi. Stronsiy ning muhim minerallari stronsianit SrCO_3 va selestin SrSO_4 hisoblanadi.

Galogenidlar ammiak ta'sirida ammiakatlar hosil qiladi. Ammiakatlarda ishqoriy-er metallarining koordinatsion soni 8 ga teng. $[\text{Ca}(\text{NH}_3)_8]\text{Cl}_2$; $[\text{Sr}(\text{NH}_3)_8]\text{Cl}_2$ va $[\text{Ba}(\text{NH}_3)_8]\text{Cl}_2$. Ammiakatlarning barqarorligi kalsiydan bariyga qarab zaiflashadi.

Ca-Sr-Ba qatorida metallarning suv bilan ta'siridagi faolligi ortib boradi.

Olinishi. Kalsiy, stronsiy va bariy asosan suyuqlanmalar elektrolizi orqali olinadi. Bu metallar erkin holda aluminotermiya usulida ham elektr pechlarda vakuumda olinishi mumkin:



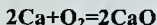
Metallarning faolligi yuqori. Shuning uchun bu metallar ishqoriy metallarga o'xshash saqlanadi.

Xossalari. Erkin holda kalsiy, stronsiy, bariy oq kumushsimon metallardir. Havoda ularning sirti tezda oksid parda bilan qoplanadi. Kalsiy anchagina qattiq. Stronsiy va bariy qattiqligi qo'rg'oshinga o'xshab ketadi.

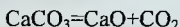
Metallarning faolligi **Ca-Sr-Ba-Ra** qatorida ortib boradi.

Kalsiy va uning analoglari peroksidlar (**MeO₂**) va superoksidlar (**MeO₄**) hosil qiladi.

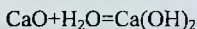
Kalsiy. Havoda kalsiy sirti oksid parda bilan qoplanadi. Bunda uning oksidi hosil bo'ladi:



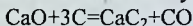
CaO oq qattiq modda suvda kam eriydi. Sanoatda ohaktoshni parchalab olinadi:



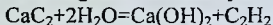
Kalsiy oksidi kuydirilgan ohak yoki so'ndirilmagan ohak nomi bilan ma'lum. Kalsiy oksidi suv bilan ta'sirlashib so'ndirilgan ohakni hosil qiladi.



Qizdirilganda kalsiy oksidi ta'sirida kalsiy karbidi hosil bo'ladi:

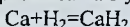


Kalsiy karbidi gidrolizlanganda atsetilen ajralib chiqadi:

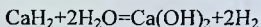


Bu reaksiyadan texnikada asetilen olish uchun ishlatiladi.

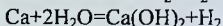
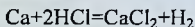
Vodorod atmosferasida qizdirilsa kalsiy gidridini hosil qiladi:



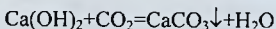
Kalsiy gidridi oson gidrolizga uchraydi hamda kalsiy gidroksidi va vodorod hosil qiladi:



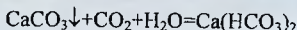
Kalsiy kislotalar va suv bilan shiddatli ta'sirlashadi va bu jarayonlarda vodorod ajraladi:



Kalsiy gidroksidi kuchli asos. Bir litr suvda 1,56 g kalsiy gidroksidi eriydi. Bu asosning to'yingan eritmasi ohakli suv deyiladi va qurulishda ishlatiladi. Agar ohakli suvdan karbonat angidrid **CO₂** o'tkazilsa oq cho'kma hosil bo'ladi:



Agar **CO₂** o'tkazish davom ettirilsa cho'kma erib, kalsiy idokarbonat hosil bo'ladi:



Kalsiy silikat va kalsiy alyuminatlar asosida sement hosil bo'lib, bulardan portlandsement quyidagi tarkibga ega: Ca 58-66%; SiO₂ 18-26%; SO₃ 0,5-2,5 %; MgO 1-5%, Fe₂O₃ 2-5%, Na va K 2%.

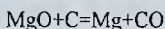
Kalsiyning eng muhim tuzlari qatoriga kalsiy karbonat CaCO₃ kiradi. Kalsiyning sulfidlari, fosfatlari yomon eriydi.

Magniy. Magniy tabiatda keng tarqalgan. Uni 1808-yilda X.Devi magniy sulfatini elektroliz qilib olgan. Asosiy minerallari magnezit MgCO₃; dolomit MgCO₃·CaCO₃; karnallit KCl·MgCl₂·6H₂O. Dengiz suvida MgCl₂ ning miqdori 0,38 % ga boradi, lekin ba'zi ko'llarda uning miqdori 30% ga ham etadi. Magniyning er po'stlog'idagi miqdori 2 % atrofida.

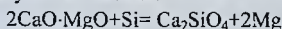
Tabiatda magniyning uchta izotopi bor: ¹²Mg (78,6%), ¹²Mg (10,11%), ²⁶Mg (11,29%). Uning uchta sun'iy izotopi ham olingan.

Olinishi. Magniy MgCl₂ yoki suvsizlantirilgan karnallitni elektroliz qilib olinadi.

Magniy oksidi yuqori haroratda ko'mir bilan qaytarilishi orqali ham olinishi mumkin:



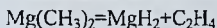
Magniy olish uchun yuqori haroratda (1200-1300°C) elektr pechlarda va vakuumda dolomitni parchalab, hosil bo'lgan mahsulotlarga kremniy ta'sir ettiriladi:



Xossalari. Magniy oq, kumushsimon, engil metall. Havoda kam o'zgaradi, unung ustini oksid pardasi qoplagan.

Magniy kislotalardan oson vododorodni siqib chiqaradi. Suv bilan qaynatilganda oson tasir etadi. Havoda qizdirilganda MgO va ozgina Mg₃N₂ hosil qiladi.

Magniy gidridi MgH₂ kumush rang qattiq modda. U 175°C da magniy dimetilning parchalanishidan hosil bo'ladi:

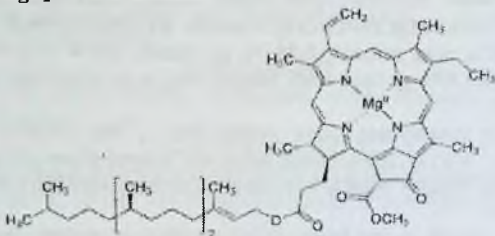


Magniyga vodorod ta'sir etilganda ham agar katalizator sifatida magniy iodid ishlatilsa magniy gidridi hosil bo'ladi.

MgO MgCO₃ dan olinadi. U kuydirilgan magneziy deyiladi. Magniy oksidi 2800°C da suyuqlanadigan kristall modda. Undan o'tga chidamli buyumlar, idishlar va tugel yasaladi. Mg(OH)₂ suvda kam eriydigan, o'rtacaha kuchli elektrolit. EK=1,2·10⁻¹¹. Mg(OH)₂ magniy tuzlariga ishqorlar ta'sir ettirilib olinadi. Magniy tuzlariga soda qo'silganda gidroksikarbonatlar hosil bo'ladi. Bu tuz oq magneziy nomi bilan tibbiyotda ishlatiladi. Tabiatdagi silikatlardan talk

$3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ bolalar upasi tarkibiga kiradi. Asbest $\text{CaO} \cdot 3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2$ issiq saqllovchi material sifatida ishlatiladi.

$\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dengiz suvidan olinadi. Uni asosida magnezial sement tayyorlanadi. Magniy sulfat- $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ geptagidrat, taxir tuz deyiladi. Magniy karbid MgC_2 asetilenidlar jumlasiga kiradi. Magniyning suvda yomon eriydigan tuzlari qatoriga $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$, MgCO_3 , MgF_2 kiritish mumkin.



28.2-rasm. Magniyning kompleks birikmasi: xlorofilning tuzilishi.

R_1 -gidrofil radikal; R_2 -gidrofob radikal

Magniyning kompleks birikmalari (28.2-rasm) o'simliklar va hayvonlar hayotida muhim o'rin tutadi. Magniy o'simliklarda yashil rang beruvchi xlorofildagi asosiy kompleks hosil qiluvchi markaziy ion hisoblanadi. Bu kompleksda Mg^{2+} markaziy ion unung koordinatsion soni 4 ga teng. Ligand sifatida turli guruhlar bilan bog'langan pirrol halqalari turadi. II A guruhdagi barcha kationlar ichida Mg^{2+} ionida azot atomi tutgan birikmalar bilan koordinasion bog' hosil qilishga moyilligi kuchli bo'lsa, bu guruhning qolgan elementlarida bo'lsa kislorod bilan koordinasiyalanishga moyilliga yuqoridir.

29. BOR GURUHCHASI ELEMENTLARI

Bor guruhi elementlariga B, Al, Ga, In va Tl kiradi. Gruppachadagi barcha elementlar p-elementlarga kiradi. Bor guruhchasi elementlaridan bor metallmaslik xossalarini namoyon qiladi. Bu guruhchasining qolgan elementlari metallardir. Bu esa ularning atom radiuslarini ($B=0,097$ nm; $T=0,171$) ortishiga va tashqi elektronining yadrodan ekranlanishiga bog'liq. Ular atomlarining tashqi energetik pog'anasida uchta elektron (s^2p^1) bor. Shu sababli ularning ko'pgina xossalari o'xshash. Bu elementlar kimyoviy birikmalarida +3, (bor -3 ham) oksidlanish darajasini namoyon qiladi, talliy uchun +1 oksidlanish darajani ang barqarordir. Guruhda alyuminiydan talliyga qarab metallik xossalari ortib boradi.

Bu guruhcha elementlarining tartib raqami ($Z=5$) B dan ($Z=81$) Tl gacha ortib borishi bilan ularning oksid va gidroksidlari asosli xossalari kuchayib, kislotalik xossalari kuchsizlanib boradi.

29.1-jadval

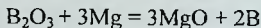
Bor guruhi elementlarining asosiy kattaliklari

Asosiy kattaliklar	B	Al	Ga	In	Tl
Atom massa	10,81	26,98	69,72	114,82	204,37
Valent elektronlari	$2s^22p^1$	$3s^23p^1$	$4s^24p^1$	$5s^25p^1$	$6s^26p^1$
Atom radiusi, nm	0,091	0,143	0,139	0,166	0,171
Me^{3+} shartli ion radiusi, nm	0,02	0,057	0,062	0,092	0,105
Suyuqlanish harorati, °C	2075	660	29,8	156,4	304
Zichligi, g/sm ³	2,34	2,70	5,90	7,31	11,85
Ionlanish energiyasi,					
$E \rightarrow E^+$	8,30	5,99	6,00	5,79	6,11
$E^- \rightarrow E^{2+}$	25,15	18,8	20,5	18,9	20,4
$E^{2+} \rightarrow E^{3+}$	37,90	28,4	30,7	28,0	29,8
Er po'stlog'ida tarkalishi, mol kism	$6 \cdot 10^{-1}$	6,6	$4 \cdot 10^{-2}$	$1,5 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-2}$
Oksidlari	B_2O_3	Al_2O_3	Ga_2O_3	In_2O_3	Tl_2O_3
Gidroksidlari	H_3BO_3	$Al(OH)_3$	$Ga(OH)_3$	$In(OH)_3$	$Tl(OH)_3$

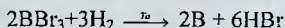
Bor gruppachasi elementlarining olinishi, xossalari, vodorodli birikmalari. Tabiatda uchrashi. Bor elementi 1808 yilda Gey-Lyussak tomonidan ochildi va u tabiatda birikmalar xolida uchraydi. Bu birikmalardan H_3BO_3 -borat kislota yoki sassolin, $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ -bora, datolit- $CaHBSiO_5$ va borasit- $2Mg_3B_{8015}MgCl_2$ umuman borli 87 ta minerali bor.

Tabiatda $^{10}_5B$ (18,45%) va $^{11}_5B$ (81,55%) ikkita izotopdan iborat.

Olinishi. Bor asosan bor oksididan magniy yordamida qaytarish, ya'ni metallotermiya usuli bilan olinadi:



Metallotermik usul bilan olingan bor uncha toza bo'lmaydi. Toza holatdagi bor uning birikmalarini suyuqlantirib elektroliz qilish usuli bilan olinadi. Juda toza xoldagi borni, bug' holatdagi bor bromidni 1000-2000°C da, chug'latilgan tantal simi ishtirokida vodorod bilan qaytarib bor olish mumkin. Bunda vodorod ham hosil bo'ladi. Reaksiyada borni tozaligi 99,5 % tashkil etadi. Reaksiya tantal simi katalizatorligida olib boriladi.



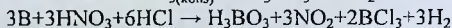
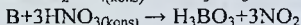
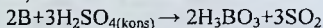
Kaliy tetraflorboratdan faol metallar, masalan, natriy bilan qaytarish orqali: $\text{KBF}_4 + 3\text{Na} = 3\text{NaF} + \text{KF} + \text{B}$

Kristall holatdagi bor olish uchun borning vodorodli birikmalarini parchalash xam mumkin: $\text{B}_2\text{H}_6 = 2\text{B} + 3\text{H}_2$

Xossalari. Bor 2 xil: amorf va kristall allotropik shakl o'zgarish holatida uchraydi. Amorf bor xidsiz, yuqori suyuqlanish va qaynash haroratiga ega, ko'ng'ir modda. U issiqlik va elektr tokini yomon o'tkazadi.

Kristall bor kora rangli (suyuqlanish harorati 2300°C, qaynash harorati 2550°C atrofida), kristall panjarasi tetragonal tuzilishga ega. Yarim o'tkazgich xossasiga ega. Borning tabiatda kam tarqalganligi uning yadrosini neytronlar bilan oson ta'sirlanishi orqali tushuntiriladi.

Bor inert modda, oddiy sharoitda faqatgina fluor bilan birika oladi. Qizdirilganda esa, xlor, brom va oltingugurt bilan reaksiyaga kirishadi. Borga suyultirilgan kislotalar ta'sir etmaydi. Qizdirilganda, konsentrlangan sulfat, nitrat kislotalarda va zar suvida eriydi:

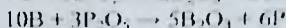


Oksidlovchi moddalar ishtirokida bor ishqorlar bilan reaksiyaga kirishadi: $2\text{B} + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaBO}_2 + 3\text{H}_2$

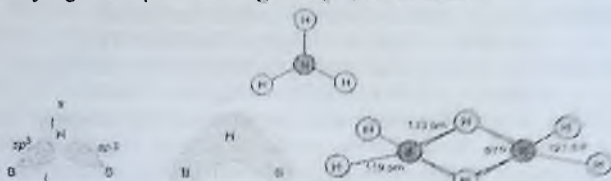
Bor oksidi faqat kislotali xossalarni namoyon qiladi, alyuminiy oksidi amfoter, qolgan oksidlar (Ga_2O_3 , In_2O_3 , Tl_2O_3) asosli xossalarni namoyon qiladi. H_3BO_3 kislotadir, $\text{Al}(\text{OH})_3$ amfoter gidroksid hisoblanadi.

Bor oksidi BO_3 ning xosil bo'lishi Gibbs energiyasi yuqori o'lganligi tufayli ($G_{298} = 1178 \text{ kJ/mol}$), bor qizdirilganda SiO_2 , P_2O_5 ,

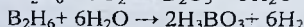
CO₂ kabi barqaror oksidlar bilan sam reaksiyaga kirishib, kuchli qaytaruvchilik xossalarini namoyon qiladi:



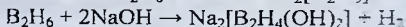
Birikmalari. Borning vodorodli birikmalari boranlar deb ataladi. Xalq xo'jaligida ko'p ishlatiladigani B₂H₆ diborandir.



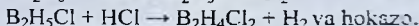
Borovodorodlar (boran) juda shiddatli reaksiyaga kirishuvchi moddalardir. Ularning ko'pchiligi xatto ochiq zavoda o'z-o'zidan alangalanib, katta issiqlik ajratib yonadi. Shu sababli bu moddalar raketa yoqilg'isi sifatida ishlatiladi:



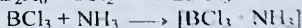
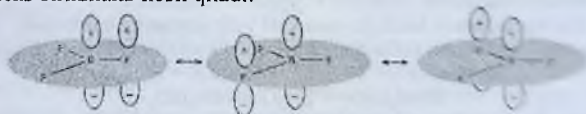
Diboran ishqoriy va ishqoriy-er metallari va ularning gidroksidlari bilan reaksiyaga kirishadi: $B_2H_6 + 2Na \rightarrow Na_2[B_2H_6]$



Diboran kislotalar bilan bosqichli almashinish reaksiyalariga kirishadi: $B_2H_6 + HCl \rightarrow B_2H_5Cl + H_2$



Diboran galogenlar borning galogenidlarini hosil qiladi. Bor galogenidlari ammiak va ishqoriy metallar galogenidlari bilan birikib, kompleks birikmalar hosil qiladi:

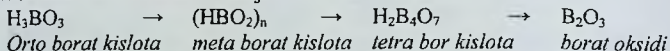


Bor galogenidlari suv ta'sirida yaxshi gidrolizlanadi:

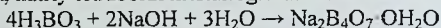


Bor gruppachasi elementlarining oksidlari, olinishi, xossalari.

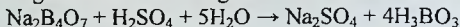
Bor oksidi va borat kislotasi. Bor oksidi B_2O_3 ok kristall modda borat kislotani suvsizlantirish natijasida xosil buladi.



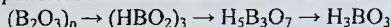
Borat kislotaga ishqor ta'sir ettirganda poliboratlari, agar NaOH ta'sir ettirilsa, natriy tetraborat kristallogidratini xosil buladi:



Bor tuzlariga kislota ta'sir ettirganda borat kislota xosil buladi:



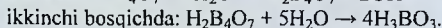
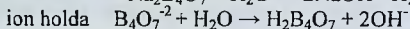
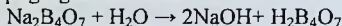
Borining kislorodli birikmalari asosan polimer tuzilishli bo'lib, -B-O-B- bog'lari molekulaning asosiy tuzilishini belgilaydi. SHunga asosan bor oksidi $(B_2O_3)_n$ tarkibga mos keladi. $(B_2O_3)_n$ juda osonlik bilan H_2O molekulari bilan ta'sirlashadi. Buni gidratlanish reaksiyasi deyiladi. $(B_2O_3)_n$ ning gidratlanish reaksiyasi natijasida bor kislotalari - polimetaborat, poliortoborat va ortoborat kislotalari xosil buladi:



Agar bor kislotalarini kizdirilsa tarkibidan suv chikib ketishi natijasida yuqoridagi reaksiya teskari yo'nalishda borib $(B_2O_3)_n$ hosil bo'ladi.

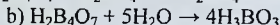
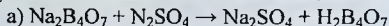
Bu kislotalardan ko'p ishlatiladigani orborat kislota - H_3BO_3 . Oddiy sharoitda oq rangli, qo'lga tegsa yog'simon iz qoldiruvchi, qavat-qavat tuzilishli modda. Bu tuzilish H_3BO_3 tarkibidagi vodorod va kislorod atomlarining B bog'i xosil qilishiga asoslangan.

Aksariyat borat kislotalari metallar bilan turli tarkibli tuzlarni xosil qiladi. Ulardan biri natriy tetraborat - $Na_2B_4O_7$ bura tuzidir. Bu tuz suvda yaxshi eriydi. aniqrog'i gidrolizlanadi:

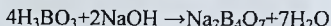


Bu tuz eritmasi kuchsiz asos ($pH > 7$) xossasiga ega buladi.

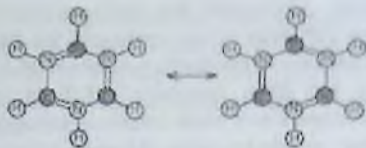
$Na_2B_4O_7$ ga kuchli kislotalar ta'sir ettirib ortoborat kislota olinadi:



Bura hosil qilish uchun bor kislotalari NaON bilan 2:1 nisbatda qayta ishlanadi:

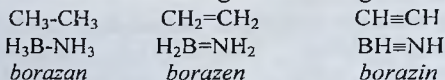


Bor organik birikmalar. Agar ingichka uzun nay orqali yopiq idishdan bor etilefiri qizdirib chiqarilsa u juda yaxshi yonadi. Oxirgi paytlarda bororganik birikmalar katta ahamiyatga ega bo'lmokda.



B-O-B, -B-N-B-, B-R-B, B-S-B. Masalan, $B_3N_3H_6$ -borazol, juda kizirarli, rangsiz suyuqlik (suyuqlanish harorati- $58^{\circ}C$, qaynash harorati $55^{\circ}C$). Tarkibi va strukturasi benzolga o'xshaydi. Shuning uni "Anorganik benzol" deb yuritiladi. Xuddi shunaqa birikmalar difenil va naftalinga o'xshagani ham olingan. Bu moddalar raketa yorilishi sifatida ishlatiladi.

Borning azot bilan birikmalari uglevodorodlarga o'xshaydi:



B-N dagi to'rtinchi bor sp^3 gibridlanish tufayli yuzaga kelgan. Bunda azotning bog'lanmagan elektronlar jufti va borda sp^3 gibrid orbital hosil qilishda ishtirok etadi.

Ishlatilishi. Bura ko'pinga metallarni kovsharlashda, o'tga chidamli shishalar olishda va analitik kimyoda moddalar analizida ishlatiladi. Bor atomi yadrosi osonlikcha neytron biriktirib olish xususiyatiga ega. Shu sababdan bor birikmalari yadroviy energetikada yadro jarayonlarini susaytiruvchi sifatida ishlatiladi. Bor (Cr, Zr) kabi ko'pchilik d- va f metallar bilan birikib yuqori haroratga chidamli ($2000-3000^{\circ}C$) va kimyoviy ta'sirga bardoshli boridlar xosil qiladi. Shu xossalariga asoslanib, ko'pchilik boridlardan va qotishmalaridan reaktiv dvigatellar detallari, gaz turbinalarining parraklari tayyorlanadi. Ba'zi boridlar katalizator sifatida, elektron asboblarning katodlarini yasashda ishlatiladi.

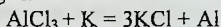
Boranlar raketa yoqilg'isi sifatida ishlatiladi.

Bor oksidi, bor tuzlari shisha tarkibiga qo'shilganda (3-12% B_2O_3) kimyoviy barqaror va yuqori haroratga bardoshli shisha turlari tayyorlanadi, borat kislota medisinada ishlatiladi.

Bor bilan uglerod birikmasi borouglerod-karbonat xam deyiladi. Birikmalar yuqori haroratga bardoshli karboranli polimerlar ishlab chikarishda ishlatiladi. Bor karbidi B_4C - yuqori haroratga bardoshli ($T_{suyuql} = 2623 K$). Juda katta qattqlikka ega bo'lgan modda. Azot bilan bor birikib boro nitrid (BN) ni xosil qiladi. Bor nitridining kattikligi olmos kattikligiga yaqindir. Borazon metallarni kesishda ishlatiladi.

Tibbiyotda ishlatilishi. Tibbiyotda bor birikmalaridan ortoborat kislota va bura tashqaridan ishlatish uchun antiseptik modda sifatida tavsiya etilgan. Ortoborat kislotaning lipidlarda yaxshi erishi lipid membranalari orkali xujayralarga tez kirib borishiga sabab bo'ladi. Shu sababli oqsillarning denaturatsiyasi ro'y berib mikroorganizmlar halok bo'ladi.

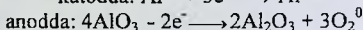
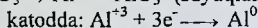
Alyuminiy. Bor guruhchasining ikkinchi elementi alyuminiydir. Alyuminiy 1887 yilda Viyoller tomonidan alyuminiy xloridni kaliy metali bilan qaytarib olgan:



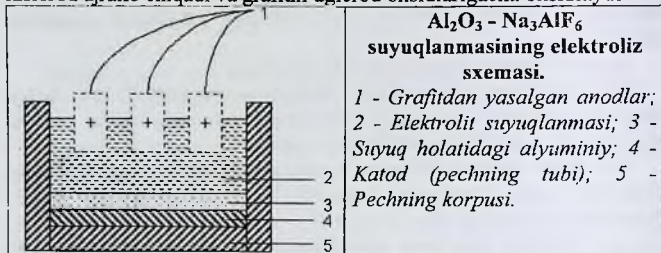
Alyuminiy atomi radiusi bornikidan kattaroq bo'lgani sababli ionlanish energiyasi kichikroq, shuning uchun ham alyuminiyning metallik xossalari bornikiga qaraganda kuchliroq namoyon bo'ladi. Alyuminiy amfoter elementdir.

Al - ning tabiatda tarkalgan birikmalari: $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ - boksit (korund), $\text{Me}_2[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$; $\text{Me}_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$; $\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$ muskovit, $(\text{Na},\text{K})_2[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$ - nefelin, $\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$ - kaolinit, $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$ - kriolit. Al ning er yustlogidagi umumiy miqdori 5,5 % ni tashkil etadi. Alyuminiy tabiatda faqat birikma xolida uchraydi.

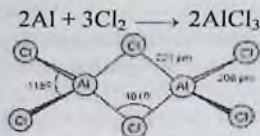
Olinishi. Alyuminiy asosan, boksit $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ - dan elektroliz usuli bilan olinadi. Boksitning suyuqlanish haroratini pasaytirish uchun floridlar CaF_2 , MgF_2 , AlF_3 qo'shiladi elektroliz jarayoni quyidagicha boradi:



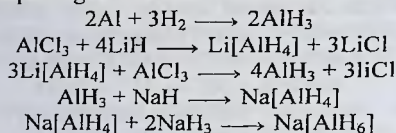
Elektrolizyor korpusi katod vazifasini bajaradi. Unda alyuminiy suyuq holatda ajralib chiqadi ($T_{\text{suyuq}} = 660^\circ\text{C}$). Grafitdan yasalgan anodda kislorod ajralib chiqadi va grafitni uglerod oksidlarigacha oksidlaydi.



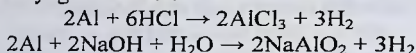
Xossalari: Al - oq, kumushsimon, plastik (yumshoq), yengil, yaxshi elektr o'tkazuvchan, havoda oksidlanuvchi metall. Kimyoviy xossalari jihatdan aktivlik qatorida ishqoriy yer metallaridan keyin tursada, sirtida oksid parda hosil qilgani uchun passiv metall. Al - metallmaslar bilan reaksiyaga kirishadi:



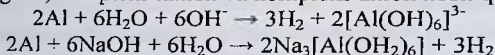
Alyuminiy, ishqoriy metallar kabi, gidrid hosil qilish xossasiga ega, ular oddiy va kompleks gidridlar xolida bo'ladi:



Alyuminiy amfoter xossaga ega bo'lganligi sababli ham kislota, ham asoslar bilan reaksiyaga kirishadi:

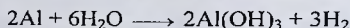


Shuningdek, kompleks kation va kompleks anion hosil qiladi:



Hosil bo'lgan kompleks tuz natriy geksagidroksaalyuminat deb aytiladi. Al metali ishqorlar bilan kislotalarga nisbatan tezroq reaksiyaga kirishadi. Chunki alyuminiyning kislotali muhitda oksidlanish potentsiali qiymati ishqoriy muhitdagi qiymatidan katta va alyuminiy metali ochiq havoda tezlik bilan kimyoviy barqaror oksid parda - Al_2O_3 hosil qiladi, ko'pchilik hollarda Al - metalini eritish uchun shu oksid parda metall sirtidan olib tashlanishi kerak.

Alyuminiyning ustki oksid pardasini o'tkir asbob yordamida, yoki amalgama hosil qilib olib tashlansa, alyuminiy shiddat bilan suvda eriydi:



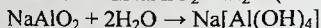
Nitrat va sulfat kislotalar bilan alyuminiy ta'sirlashganda ham uning sirtida oksid parda hosil bo'ladi va bu oksid himoya qavat vazifasini bajaradi. Shu sababli alyuminiy metali bu kislotalar bilan qiyinroq ta'sirlashadi.

Alyuminiy oksidi - Al_2O_3 oq rangli, suvda erimaydigan modda. Amorf va kristall holatda mavjud bo'lib, kislota va ishqorlarda eriydi. Yuqori haroratga chidamli modda hisoblanadi. Tabiatda Al_2O_3 - boksit nomi bilan ataladigan mineral holda bo'ladi. Ko'pchilik hollarda $\text{Al}(\text{OH})_3$ ni termik parchalab olinadi:

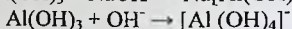
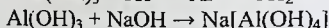
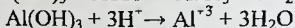
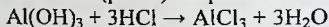


Bu usul bilan olinadigan Al_2O_3 glinozem deyiladi.

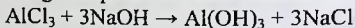
Alyuminiy oksidi amfoter bo'lganligi sababli, kislota va ishqorlarda eriydi. $\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ (qiyin boradi)



Alyuminiy gidroksidi $\text{Al}(\text{OH})_3$ suvda ($\text{pH}=7$) erimaydigan, amfoter xossaga ega bo'lgan oq amorf modda. Lekin eritma muhiti keskin o'zgarsa ($\text{pH}<7$) kislotalar va ($\text{pH}>7$) ishqorlar ta'sirida eriydi:

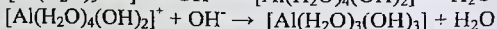
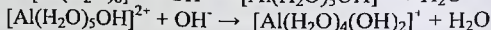
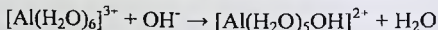


Barcha suvda erimaydigan gidroksidlar kabi alyuminiy gidroksidi ham alyuminiy tuzlariga ishqor ta'sir ettirib olinadi:

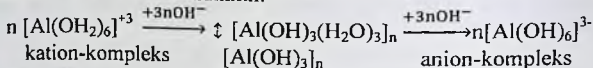


Reaksiya uchun olingan reagentlar tuz: ishqor 1:3 qat'iy ekvimolyar nisbatda bo'lishi shart.

Bu reaksiya quyidagicha boradi. Al - tuzlari suvda eriganda Al^{3+} ioni gidratlangan $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ holatda bo'ladi, reaksiyada shu ion qatnashadi:

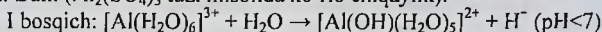


Hosil bo'lgan kompleks birikma $[\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot (\text{H}_2\text{O})_3]$ polimer tuzilishli bo'lib, $\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ tarkibga to'g'ri keladi. $[\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot (\text{H}_2\text{O})_3]$ - amfoter modda, uning kislota va ishqorda erishini quyidagi umumiy sxema bilan tushuntirish mumkin:

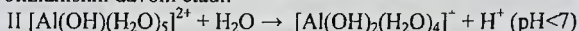


Bu tenglamaga asosan kislotali ($\text{pH}<7$) eritmalaridan alyuminiyning kristallogidratlari: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$; $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$; $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ olinadi. Ishqoriy ($\text{pH}>7$) eritmalaridan turli alyuminat tuzlari $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4(\text{H}_2\text{O})_2]$; $\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$ olinadi.

Al - tuzlari gidrolizlanadi. Gidroliz reaksiyalari bosqichli xarakterga ega. Buni ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ tuzi misolida ko'rib chiqaylik):



Hosil bo'lgan kompleks ion - pentakvo-gidrokso-alyuminat ion eritmaning pH-iga, haroratga va tuzning konsentratsiyasiga bog'liq holda gidrolizlanishni davom etadi:



Keyingi bosqichda:



Lekin, oxirgi bosqich juda kamdan-kam boradi. Odatda gidroliz I, II bosqichlarda to'xtaydi va alyuminiyning gidrokso tuzlari: $[\text{Al}(\text{OH})(\text{H}_2\text{O})_5]\text{SO}_4$; $[\text{Al}(\text{OH})_2(\text{H}_2\text{O})_4]_2\text{SO}_4$ hosil bo'ladi. Agar gidroliz oxirigacha borganda edi $\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ suvda deyarli erimaydigan modda hosil bo'lar edi. Lekin Al^{3+} ning ko'pchilik tuzlari tiniq eritmalar hosil qiladi. Buning sababi alyuminiy tuzlarining gidrolizi oxirigacha bormasligidir.

Alyuminiy gidroksidining degidratlangan, ya'ni suvsizlantirilgan shakli alyumogel texnikada adsorbent sifatida ishlatiladi. Alyumogelning mexanik va ximiyaviy jixatdan barqaror bo'lishining sababi $\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ tarkibidagi ($> \text{Al} - \text{O} - \text{Al} <$) "oksol" bog'lari harorat ta'sirida

H

(- $\text{Al} - \text{O} - \text{Al} -$) "oksi" bog'larga aylanib ketishidir.

Alyuminiy qator gidroksi, o'rta va qo'sh tuzlar xosil qiladi. Bulardan galogenli, sulfatli, nitratli, asetatli tuzlari suvda yaxshi eriydi. Alyuminiy qo'sh tuzlari achchiqtoshlar, $(\text{NH}_4)_2\text{Al}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, teri oshlashda, to'qimachilik sanoatida gazlama buyashda ishlatiladi.

Alyuminiy birikmalarining ishlatilishi. Alyuminiy oksidi $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ tabiatda kristall holatda uchraydi va korund deb ataladi. Qum aralashgan mayda korund jilvir deyiladi. Ozgina xrom qo'shimchasi bo'lgan korund kristallari *yoqut* deb ataladi. Yoqut nihoyatda qattiq toshdir, shuning uchun u soatsozlikda ishlatiladi.

Alyuminiy metalining engilligi ($2,7 \text{ g/sm}^3$) sababli samolyotsozlikda, xalq xo'jaligida, uy-ruzg'or buyumlari yasashda; kimyoviy jihatdan barqarorligi tufayli kimyoviy apparatura, elektr simlari, kondensator tayyorlashda, alyuminiy folgasi, oziq-ovqat va farmasevtika sohasida ishlatiladi.

Alyuminiyning eng muhim qotishmasi dyuralyumin, tarkibi 94% Al, 4% Cu, 0,5% Mg, Mn, Fe, Si - dan iboratdir. Alyuminiy va uning

birikmalari turli xil qotishmalar olishda, keramika, sement va shisha olishda, organik moddalarni sintez qilishda ishlatiladi.

Galliy, belgisi - Ga. 1875-yilda fransuz kimyogari Lekok de Buabodran tomonidan rux tarkibidan spektr usuli bilan topildi. (Yunoncha Gallia-Galliya, Fransiyaning eski nomi), (lotincha Gallium), davriy sistemaning III guruh elementi, tartib raqami 31, atom massasi 69,72. Galliy kumushdek oq tetragonal kristall, yumshoq metall; $t_{suyug}=29,8^{\circ}\text{C}$, $t_{qayn}=2205^{\circ}\text{C}$, zichligi $6,0947\text{ g/sm}^3$, ikki izotopdan iborat Ga^{60} (60,5%), Ga^{71} (39,5). Sun'iy olingan radioaktiv izotoplari ham bor. 1871-yilda D.I.Mendeleev 31 raqamli elementning borligini va xossalarini o'zi kashf etgan davriy qonunga asoslanib, oldindan aytgan edi.

Minerallari. Er kurrasida uning tarkibi $1,5 \cdot 10^{-3}$ (og'irligi bo'yicha) boshqa minerallarda uchraydi. Izomorf qo'shimcha bo'lib, masalan, alyuminiy, temir, rux aldhamasi mineralida uchraydi. Germanit mineralida galliyning yuqori miqdori uchraydi. Boksit va nefelinda galliy miqdori 0,04 dan 0,001% gacha bo'ladi. Ko'mirda galliy germaniy bilan uchraydi. Ko'mir kulida esa 0,1 dan 0,001% gacha bo'ladi.

Ishlatilishi. Termometrlar va optik ko'zgular tayyorlashda ishlatiladi; birikmalari zaharli, bularning fiziologik ta'siri simob va margimush birikmalaridan kuchliroq; tibbiyotda ishlatiladi. Yarim o'tkazgich elektronikasida galliyning qotishmalari amalgama shaklida bo'lib, stomatologiya sohasida ishlatadi.

Qotishmalari. Galliy elementining kadmiy va qalay elementlari bilan qotishmalari mavjud.

Texnologiyasi. Tabiatda galliy tarqoq holda, asosan, alyuminiy minerallarida uchraydi va ulardan olinadi. Galliy izlari rux rudalarida ko'p bo'ladi, bundan tashqari toshko'mir kullarida galliy miqdori anchagina aniqlangan (1,5 gacha). Galliy tabiatda alyuminiyning yo'ldoshi bo'lib, asosan, alyuminiy sanoatidagi mahsulotdan ajratib olinadi. Asosiy xomashyo glinozyomni qayta ishlash mobaynida boksitlar tanlab eritilganda galliy eritmaga o'tadi. Eritma karbon oksidi (karbonlash) bilan bir necha bor purkalanib, galliyni cho'kma holiga cho'ktiradi va qayta eritadi. Natijada $\text{Al}(\text{OH})_3$ eritmada kamayib borsa, galliy esa eritmaga o'tadi. Olingan eritma yana qayta karbonlanadi va galliy cho'ktiriladi. Cho'kma NaOH da eritilgach, ikkilamchi qo'shimcha kimyoviy elementlardan tozalanadi, so'ng eritma elektrolizga jo'natilib, elektr toki yordamida galliy metall holida ajratib olinadi. Ikkinchi usul alyuminiy-anodli qotishma ham galliy uchun

xomashyo hisoblanib, u $700-800^{\circ}\text{C}$ harorat ostida kuydiriladi, so'ng ishqor yordamida qayta ishlanib, yuqorida qayd etilgan texnologiya orqali ajratib olinadi.

Indiy – belgisi - In. 1865-yilda kashf etilgan [spektr chizig'ining nil (indigo) rangidan], (lotincha indium). Indiy davriy sistemaning III guruh kimyoviy elementi, tartib raqami 49, atom massasi 114,82. Oson eriydigan kumushrang-oq yumshoq metall; zichligi $7,31 \text{ g/sm}^3$, $t_{\text{suyuq}}=156,4^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{qayn}}=2050^{\circ}\text{C}$.

Minerallari. Indiy tarqoq elementlar qatoriga kiradi. Rux, qalay, qo'rg'oshinning sulfidli minerallarida aralashma ko'rinishida uchraydi, bolg'alanuvchan tetragonal kristallik metall, suvda erimaydi, kislotalarda eriydi.

Ishtatilishi. Indiy korroziyaga qarshi qoplamalar, oson eriydigan qotishmalar, shishani metallga yopishtirish uchun kavsharlar tayyorlashda ishlatiladi. Indiy qog'ozga qo'yilganda qora iz qoldiradi. Shunday engil eruvchanligi bo'lganligi uchun podshipniklarni moylashda ishlatiladi. Boshqa metallar indiy bilan qoplasa, metaini korroziyadan yaxshi saqlaydi. Tish qoplash qotishmasiga indiy qo'shilsa, qoplamasining mustahqamligini oshiradi. Indiy bilan qalay qoplamasi (1:1 og'irligi bilan) oynani oyna bilan yoki metall bilan yaxshi kavsharlaydi. 47°C da suyuqlantiriladigan qotishma 18,1% bilan 41,22, 1-Pb, 10,6-Sn va 8,2-Cd dan tibbiyotda murakkab singan suyaklarni gipslashda foydalaniladi.

Qotishmalari. Indiy va uning birikmalari (nitrid InN , fosfid InP , antimonid InSb) texnikada keng qo'llaniladi. Indiy(III) sulfid In_2S_3 sariq modda. Indiy(III) xlorid In_2Cl_3 .

Texnologiyasi. Indiy sanoatda rux, qalay va qo'rg'oshin sanoati chiqindilari va yarim mahsulotlaridan olinadi. U, asosan, rux va qo'rg'oshin sanoatidagi xomashyoda uchraydi, shuning uchun ham uning mahsuloti, asosan, changidan ajratib olinadi. Avvaliga u eritiladi, so'ng bir necha bor gidrolitik tozalash usulida qo'llanilgach, indiyli eritma ammoniy kukuni yordamida sementasiya qilinadi, olingan indiyli kristall modda kislotali eritmada eritilib, elektroliz orqali ajratib olinadi.

Talliy – belgisi - Tl. (lotin. thallium), (yunon. thalassa 1861-yilda ingliz fizigi Kruks tomonidan spektr analiz orqali topilgan va yashil shox spektrning och yashil chiziqlariga ko'ra shunday ataldi) - davriy sistemaning III guruh elementi, tartib raqami 81, Ar-204,38. Talliy - ko'kish-oq rangli yumshoq metall, zichligi $11,850 \text{ g/sm}^3$, $t_{\text{qayn}}=303^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{qayn}}=1457^{\circ}\text{C}$. Er yuzida $3 \cdot 10^{-4} \%$ joylashgan.

Minerallari. Uning bir qancha minerallari mavjud, biroq u sochma holda uchragani uchun ham ko'proq qo'rg'oshin, mis, rux, temir minerallari tarkibida uchraydi.

Ishlatilishi. Talliy karbonat Tl_2CO_3 yorug'lik nurini kuchli sindiradigan shishalar ishlab chiqarish uchun, talliy sulfat $Tl_2(SO_4)_3$, qishloq xo'jaligida kemiruvchilarga qarshi kurashishda ishlatiladi (talliyning barcha birikmalari juda zaharli), tibbiyotda ishlatiladi. Keng ko'lamda bo'lmasa ham, har holda, talliy turli-tuman maqsadlarda ishlatiladi. Uning birikmalaridan optik, lyuminessent va fotoelektr asboblari uchun materiallar ishlab chiqarishda foydalaniladi. Talliy sulfati zaharli ximikat sifatida qishloq xo'jaligida foydalaniladi.

Qotishmalari. Talliy, asosan, qalay va qo'rg'oshinli kislota bardosh, podshipnikbop va boshqa qotishmalar tarkibiga kiradi. Qotishmalari kislotalarga chidamli. Talliy qo'rg'oshin asosli podship-nik qotishma tarkibiga kiradi. Masalan, 72% - Pb, 15% - Sb, 5% - Sn, 8% - Tl. Qo'rg'oshin qotishmalarini talliy bilan ligirlash ularning korroziyaga mustaqamligini oshiradi. 70% - Pb, 20% - Sn, 10% - Ti HCl va azot kislotasiga chidamli. Qattiq jismlarni zichlik bo'yicha ajratadi, minerallarda, og'ir suyuqliklarda foydalaniladi – molonat suvli eritmali va talliy formiati (klerich suyuqligi), shuningdek, talliyning engil eruvchi tuzlari $TlAg(NO_3)_3$, $TlHg(NO_3)_2$ mavjud.

Texnologiyasi. Talliy olish uchun asosiy xomashyo manbai bu og'ir rangli metallar ajratib olish sanoatining ikkilamchi mahsulotlari, changi va texnogen chiqindilari hisoblanadi. Xususan, mis, rux, qo'rg'oshin ishlab chiqarish sanoatidan chiqayotgan oqava va texnologik gazlar tarkibida changda uchraydi va u sulfat kislotasi sexida ushlanadi. Ba'zida rux elektrolitini tozalash paytida olinadigan misli kadmiy kek ham xomashyo manbai bo'la oladi. Ushbu mahsulotlar va chiqindilar tarkibida 0,01% dan 0,15 gacha talliy uchraydi. Metall holida talliy uch xil usulda olinadi: 1) karbonat sulfat va perxloratorlarning elektrolizi orqali; 2) eritmadan rux orqali sementasiya yo'li bilan cho'ktiriladi; 3) talliy xloridi yoki oksaliti qaytaruvchi birikmalar yordamida qaytariladi. Talliy bemaol pichoq bilan qirgasa bo'ladi.

30. XROM GURUHI ELEMENTLARI

Xrom, molibden va volfram VI guruhning qo'shimcha guruhini tashkil etadi. Bu guruh elementlarining umumiy xossalari jadvalda keltirilgan. Shu qator bo'ylab ionlanish energiyasi va suyuqlanish harorati ortib boradi. Molibden va xrom o'zlashish xossalarga ega. Xrom uchun +3 va +6 oksidlanish darajasi xarakterli, chunki +2 oksidlanish darajasiga ega birikmalar beqaror. Molibden va volfranda +6 oksidlanish darajasiga ega bo'lgan birikmalar ko'p uchraydi. Umuman, bu guruhcha elementlari uchun 0, +1, +2, +3, +4, +5, +6 oksidlanish darajasiga ega birikmalari uchrashi kuzatiladi.

Oddiy moddalar holatida xrom, molibden va volfram og'ir kumushrang yaltiroq metallardir. Ularning orasida volfram eng yuqori suyuqlanish haroratiga ega. Ularning xossalari qo'shimchalar ta'siri etadi. Texnik xrom eng qattiq moddalardan biri bo'lgan holda toza xrom bunday xossaga ega emas. VIB guruh elementlarining muhim xossalari jadvalda keltirilgan.

30.1-jadval

VI B guruh elementlarining eng asosiy kattaliklari

Asosiy kattaliklar	Xrom	Molibden	Volfram
Atom massa	52,01	95,95	183,92
Elektron formulasi	$3d^5 4s^1$	$4d^5 5s^1$	$5d^4 6s^2$
Atom radiusi, nm	0,127	0,139	0,140
Ion radiusi, nm	0,035	0,065	0,069
Ionlanish energiyasi	6,8	7,10	8,0
$M \rightarrow Me^+$			
Suyuql. harorati, °C	1875	2620	3380
Zichligi, g/sm ³	7,2	10,2	19,3
Er po'stlog'ida tarqalishi, %	$2 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$

H_2CrO_4 va $H_2Cr_2O_7$ va ularning tuzlari kuchli oksidlovchilardir. Cr^{+6} , Mo^{+6} , W^{+6} qatorida chapdan o'ngga birikmalarning barqarorligi ortadi, lekin oksidlovchilik xossalari zaiflashadi. H_2CrO_4 - H_2MoO_4 - H_2WO_4 qatorida kislotalarning kuchi keskin kamayadi.

Tabiatda xromning to'rtta, molibdenda ettita, volfranda beshta barqaror izotoplar uchraydi. Bu metallarning hammasi hajmiy markazlashgan panjarada kristallanadi.

Xrom va uning birikmalari

Tabiatda uchrashi. Temirli xromtosh holida uchraydi. Cr_2FeO_4 yoki $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$ xrom miqdori foizlarda 15% dan 40 % gacha boradi. Qo'rg'oshinli qizil ruda PbCrO_4 (krokoit ham deyiladi). Xromli oxra Cr_2O_3 .

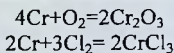
Molibden MoS_2 - molibdenit tarkibida, volfram bo'lsa – sheelit (CaWO_4) va volframit [$(\text{Fe}, \text{Mn}) \text{WO}_4$] holatida uchraydi.

Xrom tutgan mineral 1766- y. I.G. Leman tomonidan ochilgan "Sibir qizil qo'rg'oshini" deb atalgan. Xrom dastlab 1797 y. **Vokelen** tomonidan bo'yoq modda PbCrO_4 tarkibidan ajratib olingan. "**Xrom**" so'zi "**rangli**" demakdir. Haqiqatda xromning ko'p birikmalari yorqin rangga ega.

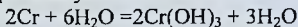
Xossalari. Xrom – oq yaltiroq, qattiq va mo'rt metall hisoblanadi. U qaytaruvchi xossasini namoyon qilib, 2 tadan 6 tagacha elektron beradi. Shuning uchun kimyoviy reaksiyalarda sharoitga qarab +2, +3 va +6 oksidlanish darajasiga ega bo'ladi.

Xromning sirti juda yupqa va ko'z ilg'amaydigan pishiq oksid pardaning borligi sababli kimyoviy jihatdan passiv element hisoblanadi. Juda qattiq metall bo'lib zichligi $\rho=7,2 \text{ g/sm}^3$ ga teng, 1890°C da suyuqlanadi va 2430°C da qaynaydi.

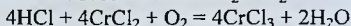
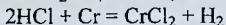
Xrom metalli hajmi markazlashgan kub holida kristallanadi. Kristall panjarada koordinasion son 8 ga teng bo'ladi. Konsentrlangan nitrat kislota yoki zar suvida (HNO_3+3HCl) xromni passivlashtiradi. Unga odatdagi sharoitda kislorod va nam havo ta'sir etmaydi. Qizdirilganda sirti oson oksidlanib metallmaslar bilan shiddatli reaksiyaga kirishadi.



Xrom fluor bilan oson reaksiyaga kirishadi. Harorat ta'sirida oltingugurt, kremniy va brom bilan ham ta'sirlashadi. Maydalangan kukun holida suvni parchalaydi.

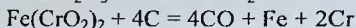
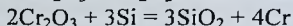
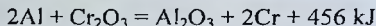


Suyultirilgan HCl da va H_2SO_4 da erib, xrom +3 tuzlariga aylanadi:

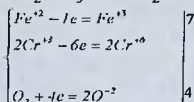
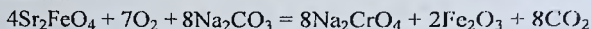


HNO_3 , zar suvi (1:3 HNO_3 va HCl) oddiy haroratda xromni passivlashtiradi. Lekin HCl da uzoq vaqt qaynatilsa vodorod ajraladi. Keyin bu reaksiya sovuqda ham davom etadi. Passivlangan xrom o'zini nodir metallga o'xshab tutadi.

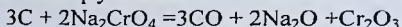
Xromning olinishi. Sof metallni alyuminotermiya usuli bilan olish mumkin.



Sanoatda xrom olish uchun temir xromitdan dastlab xrom(III) oksid olinadi. Buning uchun xromli temirtosh kislorod va soda bilan suyuqlantiriladi. Keyin natriy xromatdan uglerod yordamida xrom(III) oksidi olinadi.



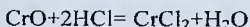
Hosil bo'lgan Na_2CrO_4 suvda eritilib qo'shimchalardan tozalanadi va quritilb ko'mir bilan qaytariladi:



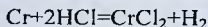
Texnikada ishlatilishi. Tarkibida 1-2% Cr tutgan po'lat qattiq va mustahkam bo'ladi. Po'latda 12% xrom bo'lganda zanglamaydigan po'lat hosil bo'ladi. Xrom metall buyumlarni qoplashda ishlatiladi, masalan, eltiral, nixrom, xromal.

Xrom(II) birikmalari. Cr^{+2} nihoyatda beqaror birikmalar hosil qiladi. Ular kuchli qaytaruvchilardir. CrO – qora kukun.

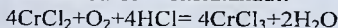
Qizdirilganda suyultirilgan HCl bilan ta'sirlashadi. Xrom(II) oksid kislotalarda eriydi:



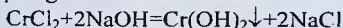
Maydalangan xrom kislotalardan vodorodni siqib chiqazadi:



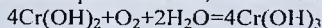
Havo kislorodi ishtirokida Cr^{2+} oksidlanadi:



$\text{Cr}(\text{OH})_2$ – sariq rangli. Tuzlaridan olinadi:



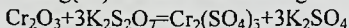
Xrom(II) gidroksidi beqaror birikma, oson oksidlanadi:



CrCl_2 – rangsiz kristall suvda eriydi. Eritmada havo rangli $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ akva komplekslar hosil qiladi. Eng barqaror birikmasi $\text{Cr}(\text{CH}_3\text{COO})_2$.

Xrom (III) birikmalari. Terichilik sanoatida xrom tuzlaridan pishiq xromli terilar olishda ishlatiladi. Cr^{3+} birikmalari barqaror.

Cr_2O_3 – xromli oxra, yashil rangli kukun, suyuqlanish harorati 2265°C . Qiyin suyuqlanuvchan kimyoviy jihatdan inert. Suvda, kislotalarda va ishqorlarda erimaydi. Kaliy pirosulfat bilan suyuqlantarsa xromning(III) valentli birikmalariga o'tadi:

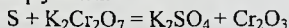


Xrom (III) oksidni olinish usullari:

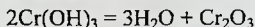
Uglerod bilan qaytarish:



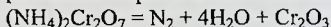
Oltinugurt bilan qaytarish:



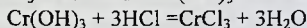
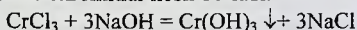
Harorat ta'sirida parchalanish:



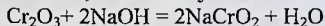
Dixromatlarni parchalash orqali ham oson olinadi:



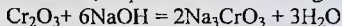
Xrom (III) – oksidini soda yoki ishqorlar bilan suyuqlantirish natijasida meta- va ortoxromitlar hosil bo'ladi.



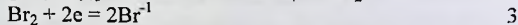
HCrO_2 – metaxromitlar, tuzlari mavjud:



H_3CrO_3 – ortoxromitlar, faqat tuzlar holda olingan:



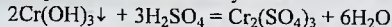
Xrom (III) gidroksidi kuchli oksidlovchilar ta'sirida ishqoriy muhitda Cr^{+6} birikmalariga o'tadi.



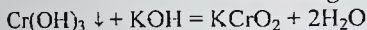
$\text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$ o'rniga $\text{Cr}(\text{OH})_3$, CrCl_3 , NaCrO_2 , $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ ni olish mumkin. Oksidlovchilar sifatida bo'lsa Cl_2 , I_2 , NaClO_3 , NaNO_3 , H_2O_2 va boshqalar olinadi.

Xrom birikmalarida Cr^{+3} kationi ko'k rangli (xrom(III) sulfat, xrom(III) nitrat, xrom(III) xlorid), xrom(III) anion holda bo'lsa (CrO_2^-), yashil rangli bo'ladi (natriy xromit, kaliy xromit).

Kaliy xromli achchiqtoşga oz miqdorda ishqor qo'shsak, xrom(III) gidroksid cho'kmaga tushadi. U amfoter bo'lganligi uchun kislotalarda ham ishqorlarda ham oson eriydi:

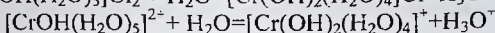
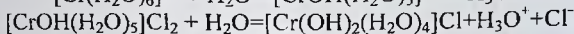
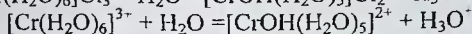
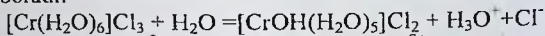


ko'k rang

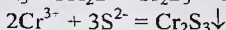
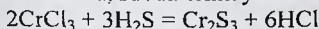


yashil rang

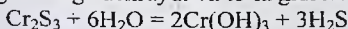
Xrom(III) tuzlari gidrolizga uchraydi. Jarayon kation mexanizm bo'yicha boradi:



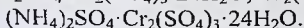
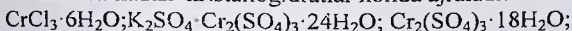
Cr_2S_3 — qora kristall modda, suvda erimaydi.



Bu tuz kuchli gidrolizga uchraydi va to'la gidroliz sodir bo'ladi.



Cr^{3+} tuzlari eritmadan kristallogidratlar holda ajraladi:



Xrom (III) birikmalarining koordinasion soni 6 ga teng komplekslar hosil qiladi:

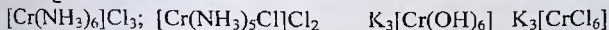


ko'k binafsha rangli

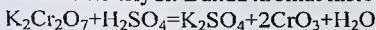
och yashil rangli

tim

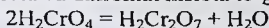
yashil rangli



Xrom(VI) birikmalari. Xrom(VI) oksidi, xromat kislotasining angidridi — to'q qizil rangli ignasimon kristallga ega. (suyuqlanish harorati 197°C). Suvda oson eriydi. Bunda xromat kislotasi hosil bo'ladi.

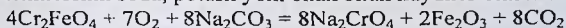


Bu kislota erkin holda olinmagan. O'rtacha kuchli kislota. Xromat angidridiga xromat kislota va dixromat kislota to'g'ri keladi.

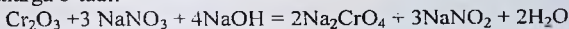


Suyultirish ortishi bilan muvozanat H_2CrO_4 tarafiga qarab suriladi.

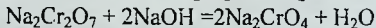
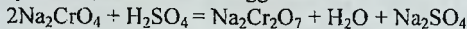
Xrom(VI) oksidi zaharli. Natriyli yoki kaliyli xromat texnikada xromli temirtoshni soda, potash yoki ohak bilan kuydirib olinadi.



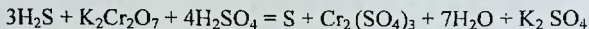
Agar xrom(III) oksidiga ishqor va oksidlovchi qo'shilsa, xromatlarga o'tadi:



Agar natriy xromatga kislota qo'shilsa, muvozanat chapga suriladi. Agar ishqor qo'shilsa, muvozanat o'ngga suriladi:

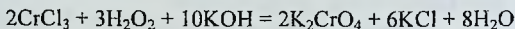


Dixromat kislota tuzlari ayniqsa kislotali muhitda juda kuchli oksidlovchidir:

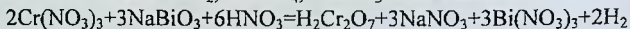


H_2S o'rniga KJ , Na_2SO_3 , NaNO_2 olish mumkin.

Xromatlar xromning (III) tuzlarini ishqoriy sharoitda oksidlab oson olinadi:

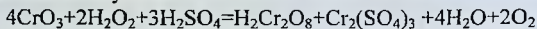


H_2O_2 o'rniga boshqa oksidlovchilar NaNO_3 , KClO_3 ishlatish mumkin. Bixromatlar olish uchun xrom(III) tuzlariga kislotali muhitda kuchli oksidlovchilar PbO_2 , KMnO_4 , NaBiO_3 ta'sir ettiriladi.

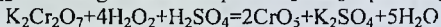


O

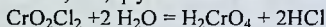
Xromning peroksid shaklidagi birikmalari ma'lum. Ular peroksikislotalar deyiladi.



$\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_{12}$ -ko'k rangli efirda barqaror. H_3CrO_8 - qizil ranglidir.



Reaksiya paytida efir qavatining siyoh rangga bo'yalishi kuzatiladi. Xromning birikmalaridan CrO_2Cl_2 qizil qo'ng'ir rangli suyuqlik (Suyuqlanish harorati $-96,5^\circ\text{C}$, qaynash harorati 117°C).



K_2CrO_4 kaliy xromat suvsiz kristallanadi. Suvda yaxshi eriydi (20°C da 100 g suvda 62,9 g tuz eriydi). Na_2CrO_4 kristallari tarkibida 4, 6, 10 molekula suv ushlaydi. Uning suvda eruvchanligi yaxshi. Natriy dixromatga kaliy xlorid ta'sir ettirilib kaliy dixromat olinadi.

Suvda yomon eriydigan xromatlar qatoriga PbCrO_4 va BaCrO_4 kiradi. Ular sariq bo'yoq sifatida ishlatiladi.

CrF_6 kam o'rganilgan, beqaror, sariq, limonga o'xshash rangli kukun. MoF_6 va WF_6 ham ma'lum.

Xrom va uning analoglari geksakarbonilli neytral komplekslar hosil qiladi $[\text{E}(\text{CO})_6]$. Geksakarbonilxrom $[\text{Cr}(\text{CO})_6]$ rangsiz kristall modda. Metallarning karbonillaridan toza metallar olish ucun foydalaniladi.

MoO_3 oq-sarg'ish modda (suyuqlanish harorati 795°C), suvda kam eriydi. Bu oksid ishqorlarda erib molibdatlar hosil qiladi. Molibdatlarga nitrat kislotasi ta'sir ettirilsa H_2MoO_4 ning ignasimon kristallari hosil

bo'ladi. Tabiatda FeWO_4 va MnWO_4 , CaWO_4 volframat kislotalarining tuzlari uchraydi. WF_6 , WO_3 , WCl_6 sof holda barqaror moddalardir.

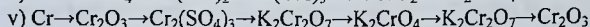
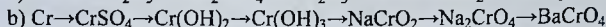
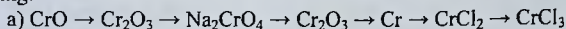
Mavzuni mustahkamlash uchun nazorat savollari

1. 44,1 g kaliy dixromatning yuqori temperaturada koks bilan o'zida ta'sirlashishidan olingan xrom(III) oksidining miqdorini aniqlang va bunda qancha litr gaz (n.sh.) ajralishini hisoblang.

2. Xromli aralashma nima? Uni qizdirganda boradigan reaksiya tenglamasini yozing.

3. Molibdat kislota sulfat, nitrat kislotalari bilan qanday birikmalar hosil qiladi? Bu reaksiyalar molibdat kislotalarining qanday xossasini namoyon qiladi?

4. Quyidagi o'zgarishlarni amalga oshirish reaksiya tenglamalarini yozing:



5. $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ va $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$ tuzlari gidrolizining molekular va ionli tenglamalarini yozing, eritma muhitini ko'rsating.

31. TEMIR VA UNING BIRIKMALARI

Temir oilasining umumiy tavsifi. VIII B guruh elementlari tarkibiga uchta uchlik elementlari kiradi. Birinchi uchlik temir, kobalt va nikel kirib, ikkinchi uchlik ruteniy, rodii va palladii kiradi. Uchinchi uchlik elementlari bo'lsa o'z tarkibiga osmiy, iridiy va platinani oladi. Bulardan Fe, Co, Ni temir oilasini, qolganlarini platina metallari deyish mumkin.

Bu guruh elementlarining tashqi qavatida ikkitadan elektron bor. Tashqaridan ikkinchi qavatda esa 5 tadan 10 tagacha elektron bo'lib ularning almashinishda eng ko'pi bilan 8 ta elektron ishtirok etadi. Barcha elementlarning d orbitallari to'lmagan, faqat Pd da d- orbitallari elektronlarga to'lgan hisoblanadi. Pd da elektron qulashi sodir bo'lgan (5 s dan elektronlar 4 d ga o'tgan). Bu guruhchada gorizontaal o'xshashlik nihoyatda kuchli.

Fe	$3d^6 4s^2$	Co	$3d^7 4s^2$	Ni	$3d^8 4s^2$
Re	$4d^7 5s^1$	Rh	$4d^8 5s^1$	Pd	$4d^{10} 5s^0$
Os	$4f^{14} 5d^6 6s^2$	Ir	$4f^{14} 5d^7 6s^2$	Pt	$4f^{14} 5d^9 6s^1$

VIII B guruh elementlari ichida temir, kobalt va nikelning xossalari o'xshashlik kuzatiladi. Bu metallarning asosiy kattaliklari 31.1-jadvalda keltirilgan.

31.1-jadval

Temir oilasi elementlarining asosiy kattaliklari

Asosiy kattaliklar	Temir	Kobalt	Nikel
Atom massa	55,847	58,933	58,71
Elektron formulasi	$3d^6 4s^2$	$3d^7 4s^2$	$3d^8 4s^2$
Atom radiusi, nm	0,126	0,125	0,124
E^{2+} , ion radiusi, nm	0,084	0,078	0,074
E^{3+} , ion radiusi, nm	0,067	0,064	0,062
Suyuql. harorati, °C	1539	1492	1455
Zichligi, g/sm ³	7,87	8,84	8,91
Ionlanish energiyasi $M \rightarrow Me^{2+}$	7,89	7,87	7,63
Er po'stlog'ida tarqalishi, %	5,1	$3 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-3}$

Bu elementlarning 3d-elektronlari yadro bilan ancha mustahkam bog'langan. Shu sababli yuqori oksidlanish darajasiga ega bo'lgan birikmalari beqarordir. Bu elementlar oksidlari MeO , Me_2O_3 , gidroksidlari $Me(OH)_2$ va $Me(OH)_3$ formulaga ega. Temirning +3, kobalt va nikelning esa +2 birikmalari barqarorroqdir.

Temir birikmalarini tabiatda uchrashi. Temir qadimdan ma'lum bo'lgan elementlardan biridir. Bu metall to'grisida ma'lumotlar eramizdan oldingi 2500-3000 yil ilgari uchragan. Temir eng ko'p tarqalgan kimyoviy elementlardan biri hisoblanadi. Uning er po'stlog'idagi mol ulushdagi miqdori 2% ga ga boradi. U tuproq, har xil minerallar, gemoglobin, xlorofil tarkibida bo'ladi. Temirni kometalarda, saturn halqasida va quyoshda borligi aniqlangan. Temir erkin holda meteoritlar tarkibida uchraydi.

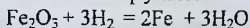
Temirning eng muhim rudalari. Magnitli temirtosh yoki magnetit Fe_3O_4 , bunda temirning miqdori 73 % ga boradi. Qizil temirtosh yoki boshqacha gematit- Fe_2O_3 (60%) va qo'ng'ir temirtosh yoki limonit $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ (60%). Temir shpati yoki $FeCO_3$ - siderit ham ma'lum. Eng ko'p uchraydigan birikma temirli kolchedan yoki pirit FeS_2 . Temir gemoglobinning asosiy qismi hisoblanadi.

Fizik xossalari. Kimyoviy toza temir oq kumushsimon metall. U alyuminiydan bir oz qattiqroq. Oltin va kumushga nisbatan yumshoq. Temirni to'rtta allotropik shakl o'zgarishlari ma'lum. Bularga α , β , γ va σ - temirlar kiradi. α -temir $769^\circ C$ gacha, β -temir esa $910^\circ C$ gacha, γ -temir $1400^\circ C$ va σ - (to'rtinchi shakl o'zgarish) $1510^\circ C$ gacha mavjud. Agar temir tarkibida C, Si, Mn bo'lsa allotropik shakl o'zgarishlar aralash holida bo'ladi.

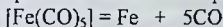
Toza temir suyuqlanish harorati $1539^\circ C$, lekin $600^\circ C$ da yumshoq bo'lib qoladi. $1000^\circ C$ da sim qilib cho'zilishi va bir-biriga ulanishi mumkin.

Temirning olinishi. Laboratoriya sharoitida temir uning tuzlari eritmalarini elektroliz qilib olinishi mumkin. Buning uchun temir(II) yoki temir(III) xlorid eritmasi elektroliz qilinadi. Agar elektroliz oddiy sharoitda o'tkazilsa, olingan temir tarkibida ko'p vodorod eriydi. Jarayonni yuqori haroratda olib borib katodda temirni toza qavatini hosil qilish mumkin. Bunda ularni tarkibida vodorod bo'lmaydi.

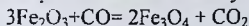
Temir oksididan vodorod bilan qaytarib:

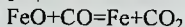
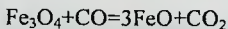


Havosiz joyda pentakarbonil temirni qizdirish orqali:

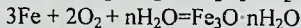
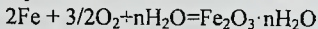


Texnikada temir rudalaridan cho'yan olinadi. Uning suyuqlanish harorati $1100^\circ C$. Cho'yan tarkibida 95% temir, 1,7% dan ortiq uglerod hamda oltingugurt, fosfor, kremniy va marganes bo'ladi. Domna jarayonida quyidagi reaksiyalar sodir bo'lib cho'yan hosil bo'ladi:

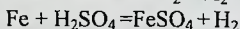
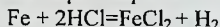




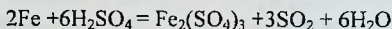
Temirning xossalari. Namlangan havoda temir tez qorayib qoladi. Suvda quyidagi reaksiya sodir bo'ladi:



Kislotalardan vodorodni siqib chiqaradi:

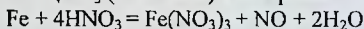


Konsentrlangan sulfat kislota bilan qaynatilganda SO_2 hosil qilishi kuzatiladi:

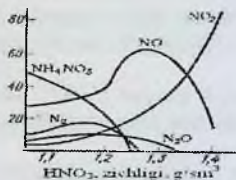


100 % li konsentrlangan sulfat kislota temirni passivlashtiradi. Yuqori konsentrsiyali nitrat kislota ham temirni passivlashtiradi.

Temir suyultirilgan nitrat kislota bilan NO , NO_2 , N_2 , N_2O yoki juda suyultirilgan bilan NH_4NO_3 (31.1-rasm) hosil qiladi:

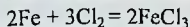


HNO_3 , %

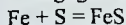


31.1-rasm. Temir bilan qaytarilishda nitrat kislota konsentrsiyasining qaytarilish mahsulotlariga ta'siri

Xlor ishtirokida temirning (III) birikmalari olinadi:



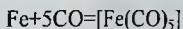
Oltinugurt bilan sulfidlar hosil bo'ladi:



Azot va fosfor temir bilan fosfidlar, nitridlar hosil qilib, ular metallarga xos birikmalardir: Fe_2N , Fe_4N , Fe_3Si , Fe_3P , Fe_2P .

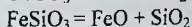
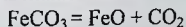
Temir vodorod bilan gidridlar hosil qiladi. Bular quyidagilar FeH , FeH_2 , FeH_3 va FeH_6 gidridlar hosil bo'ladi.

Fe^0 birikmalari. Agar temir kukuni ustidan $150-200^\circ\text{C}$ haroratda $1 \cdot 10^4 - 10^4$ kPa bosimda CO o'tkazilsa pentakarboniltemir hosil bo'lishi aniqlangan:

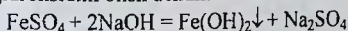


Bu birikma uchuvchan sariq rangli suyuqlik (suyuqlanish harorati- 26°C , qaynash harorati 103°C), organik erituvchilarda yaxshi eriydigan, lekin suvda erimaydigan modda. Temirning yana ham murakkab tarkibli karbonillari olingan: $[\text{Fe}_2(\text{CO})_9]$, suyuqlanish harorati 100°C . Bu birikma ikki yadroli kompleks hisoblanadi. Temirning nitrozillari $[\text{Fe}(\text{NO})_5]$ ham olingan. Shunga o'xshash birikmalar Ru, Os, Ni uchun ham xos hisoblanadi.

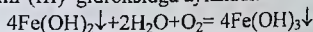
Fe^{2-} birikmalari. FeO oson oksidlanadigan qoramtir tusli kukun. U temirning birikmalarini parchalab olinadi:



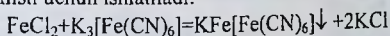
Temir (II) gidroksidini olish uchun:



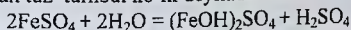
$\text{Fe}(\text{OH})_2$ och ko'kimtir rangli kukun, u havoda tez qorayadi va oxiri qo'ng'ir rangli temir (III) gidroksidga aylanadi:



Temir(II) tuzlari oson gidrolizga uchraydi. NaOH va qizil qon tuzi Fe^{2+} ionini ochish uchun ishlatiladi:

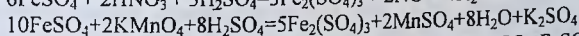
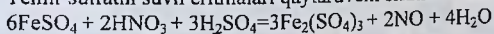


Hosil bo'lgan tuz turnbul ko'ki deyiladi.



Temir kuporosi $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Temir sulfatni suvli eritmaları qaytaruvchi sifatida ishlatiladi.



Laboratoriyada Mor tuzi ko'p qo'llaniladi: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4$.

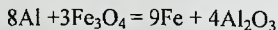
Temir(II) deyarli barcha kislotalar bilan tuzlar hosil qiladi. Eritmalardan bug'latilganda $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (temir kuporosi), $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{FeBr}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Fe}(\text{ClO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ kabi kristallogidratlar hosil bo'ladi. Eritmada $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ akva kompleks baror.

Yomon eriydigan tuzlarga FeS —qora rangli, FeCO_3 —oq rangli kiradi. FeSO_4 zaharli gazlarni ushlab qolish uchun ishlatiladi. Temirning(II) valentli tuzlari ko'p. Fe^{2+} uchun koordinasion son 6 xarakterli. $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$; $[\text{FeF}_6]^{4-}$ va boshqa ko'p komplekslar ham ma'lum. Ularning ichida $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ sariq qon tuzi ko'p ishlatiladi.

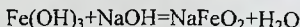
Temirning anion kompleksi-ferratlar beqaror birikmalardir. Ular ko'proq qo'sh tuzlarga o'xshaydi. Masalan, $\text{Me}_2[\text{FeCl}_4]$, $\text{Me}_2[\text{Fe}(\text{CNS})_4]$. Suvsiz muhitda va qaytaruvchilar ishtirokida $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ni konsentrlangan

ishqorlarda qaynatib yashil rangli - $\text{Na}_4[\text{Fe}(\text{OH})_6]$ va $\text{Ba}_2[\text{Fe}(\text{OH})_6]$ olingan. Gidrosiferratlar(II) suvli muhitda tez buziladi.

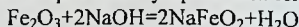
Fe^{3+} birikmalari. Temir(III) oksidi Fe_2O_3 (qora qizil rangdan qizilgacha o'zgaradi). Temirli surik, mumiy0, oxra bo'yoq sifatida ishlatilishi ma'lum. Termimli aralashma bu alyuminiy va temir(II,III) oksidining aralashmasi, bu aralashma relslarni payvand qilishda, aviabombalar tayyorlashda ishlatiladi. Bu aralashma portlashidan ko'p energiya chiqadi:



$\text{Fe}(\text{OH})_3$ –qizil-jigar rangli, amfoter xossaga ega, lekin ishqorlarda kam eriydi:



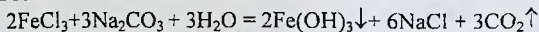
Temir (III) oksidi ishqorlarda suyuqlantirilsa ferritlar hosil bo'ladi:



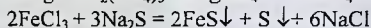
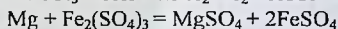
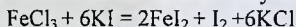
Temir (III) ga tegishli bo'lgan H_3FeO_3 (ortoferrit) va HFeO_2 (metaferrit) kislotalarning tuzlari (K_3FeO_3 , KFeO_2) olingan.

Temir (III) ko'pgina tuzlar hosil qiladi. $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ achchiq tosh deyiladi.

FeCl_3 tuzlari oson gidrolizga uchraydi. Soda ishtirokida to'la gidroliz sodir bo'ladi:



Fe^{3+} birikmalari oksidlovchi xossasini namoyon qiladi:

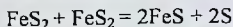


Tibbiyotda FeCl_3 qon to'xtatuvchi modda sifatida ishlatilishi ma'lum. Bu tuz ishqoriy metallar xloridlari bilan qo'sh tuzlar hosil qiladi. $\text{Na}[\text{FeCl}_4]$, $\text{Na}_3[\text{FeCl}_6]$, $[\text{Fe}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$, $\text{Fe}(\text{II})$ ning ammiakatlaridan ko'ra barqaror.

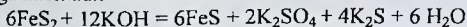
Yangi olingan $\text{Fe}(\text{OH})_3$ konsentrlangan ishqorlarda eriydi va qizil rangli gidoksi komplekslar hosil qiladi:



Muhim birikmalardan FeS_2 pirit hisoblanadi. Pirit ham oksidlovchi va ham qaytaruvchi.

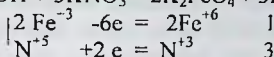
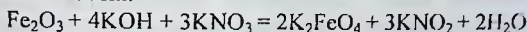


Bu reaksiya oltingugurt olishda ishlatiladi. Pirit disproporsialanish reaksiyasiga kirishadi:



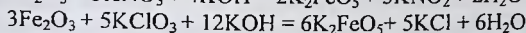
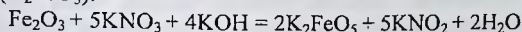
906°C da temir karbidlar hosil qiladi (Fe_3C).

Temirning oksidlanish darajasi +6 va +8 bo'lgan birikmalari. Ferrat kislotaning (H_2FeO_4) tuzlari ma'lum. Bularga bariy ferrat (BaFeO_4) kiradi, bu oksidlovchi.

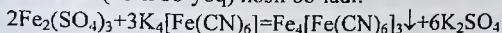


K_2FeO_4 kristall modda, qizil rangga ega. Eruvchanligi jihatidan xromatlar va dixromatlarga o'xshash. Ishqoriy metallarning tuzlari eruvchan, bariy va stronsiy tuzlari esa erimaydi.

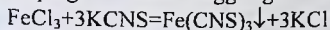
Temirga tegishli peroksoferrat kislotasining (H_2FeO_5) ham tuzlari ma'lum (K_2FeO_5):



Temir (III) birikmalariga sariq qon tuzi ta'sir ettirilsa Berlin zangorisi cho'kmasi (ko'k bo'yoq) hosil bo'ladi:

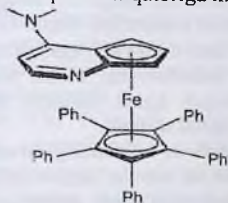


$\text{Fe}(\text{III})$ birikmalariga kaliy rodanid ta'sir ettirilsa ham, to'q qizil cho'kma hosil qilib u qonga o'xshash rangga ega:



Yuqorodagi ikki reaksiya Fe^{3+} ionlari uchun sifat reaksiya hisoblanadi. Temirning juda ko'p kompleks birikmalari ma'lum. Bularga kaliy geksasianoferrat(II) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, sariq qon tuzi, yoki kaliy geksasianoferrat(III) $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ qizil qon tuzi, $[\text{Fe}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ geksamintemir(III) xloridlar misol bo'ladi.

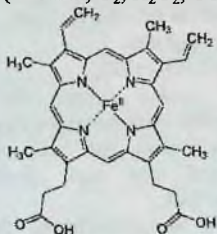
Ferrosen (31.2-rasm) 171°C da suyuqlanadigan, 249°C da qaynaydigan sariq rangli kristall modda. Uning formulasi $[\text{Fe}(\text{C}_2\text{H}_5)_2]$. metall atomi o'rtada, ikki chekkasida ikkita C_2H_5 radikal joylashgan. Ferrosen molekulasining elektronlari soni 18 taga etadi. Ularning 8 tasi temirga, 10 tasi C_2H_5 radikaliga tegishli. Bu komplekslar sendvich strukturali komplekslar qatoriga kiradi.



31.2-rasm. Ferrosen molekulasining tuzilishi

Biologik jarayonlarda tarkibida temir tutgan oqsillar katta ahamiyatga ega. Bularga gemoglobin, mioglobin, sitoxromlar, katalaza va peroksidaza kiradi. Gemoglobin eritrositlarning asosiy qismi hisoblanadi. U o'pkadagi to'qimalarga kislorod etkazib berib, kislorod tashuvchi bo'lib, yana tashqi nafas olishni ham ta'minlaydi. Mioglobin, sitoxrom va katalaza esa hujayralarning nafas olishini ta'minlaydi. Yuqoridagi oqsillarning har biri oqsil qismdan va u bilan bog'langan aktiv markazlardan tashkil topgan.

Aktiv markazlarda makrosiklik kompleks birikma gem hisoblanadi (gem grekcha "gema" qon degani). Bu komplekslarda makrosiklik ligand sifatida tetradentant birikma porfirin ishtirok etadi (31.3-rasm). Kompleks markazida temir joylashgan bo'lib, kvadrat uchlarida donor atom azot joylashgan. Umuman kompleks oktaedrik konfigurasiyaga ega hisoblanadi. Beshinchi orbital esa azot atomi orqali aminokilota (gistidin) bilan bog'langan. Oltinchi orbital bo'sh va u past molekulyar liganlarni (masalan, O_2 , H_2O_2 , CO , CN^- va boshqalar) bog'lashi mumkin.



31.3-rasm.
Gemoglobinning tuzilish
formulasi

Gemoglobin va unga o'xshash metallokomplekslarning xossalari ba'zi zaharli moddalar, masalan, CO (is gazi) va sianidlar ta'sirida keskin o'zgarishi mumkin. Shuning uchun havo tarkibiga aralashgan CO gemoglobin bilan karbonilgemoglobin hosil qilishi tufayli organlarga kislorod etib borishi keskin kamayadi. Buning ustiga CO ning kompleks hosil qilish qobiliyati kisloroddan ko'ra o'n marta yuqoridir. Ana shu tufayli havoda juda oz kislorod bo'lsa ham u gipoksiyaga, ya'ni kislorod etishmasligiga olib keladi. CO bilan zaharlanishni oldini olish uchun bemorni tezda toza havoga olib chiqish kerak. Shunda muvozanat oksigemoglobin hosil bo'lishi tarafa qarab suriladi.

Temir oilasining ahamiyati. Temir va kobaltning tabiatdagi roli juda muhimdir. Temir barcha o'simlik va hayvon organizmlari uchun zarur element hisoblanadi. Odam organizmida temir gemoglobin, jigar, taloq, orqa miya, buyrak, qon plazmalari tarkibida uchraydi. Turli

to'qimalarda temirning miqdori 4-5 g ni tashkil qiladi. O'simliklarda temir nafas olishni ta'minlovchi fermentlar tarkibiga kirib, xlorofill pigmentini sintez bo'lishida ishtirok etadi. Temir birikmalari tirik organizmda to'qimalarga kislorod etkazib berish, oksidlanish-qaytarilish jarayonlariga katalizatorlik qilish, elektron tashish kabi muhim xossalarga ega.

Gemoglobin va mioglobin to'qimalarning nafas olishini ta'minlaydi. Ular tarkibida temir(II) birikmalari bo'ladi. Gemoglobin ikki vazifani bajaradi: u kislorodni o'pkadan to'qimalarga tashiydi, CO_2 ni bo'lsa to'qimalardan o'pkaga tashiydi. Temirning qolgan birikmalari organizmdagi turli xil oksidlanish-qaytarilish kabi biokimyoviy jarayonlarda ishtirok etadi.

Organizmga temir etishmasa, kamqonlik kasalligi boshlanadi, odamning madori qurib, o'zini behush sezadi, kayfiyati buziladi. Bunda organizmga qaytarilgan temir beriladi. Masalan feramid. Feramid bu temir hamda nikotin kislotasi amidining kompleks birikmasi bo'lib bu modda Toshkent farmasevtika institutida prof. M.A.Azizov rahbarligida institutning markaziy ilmiy tekshirish laboratoriyasida ishlab chiqarilgan va tibbiyotga joriy etilgan.

Bundan tashqari tibbiyotda FeCl_3 qon to'xtatuvchi modda sifatida ham ishlatiladi. $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ va temir laktati va temir gliseratining ham ishlatilishi ma'lum. Ortiqcha temir yurak-qon tomirlari, jigar va o'pka faoliyatini buzilishiga sabab bo'ladi.

Biotizimlarda kobalt birikmalarining ayniqsa, B_{12} vitaminining ($\text{C}_{63}\text{H}_{96}\text{N}_{14}\text{PCo}$) ahamiyati katta. B_{12} kompleks birikma bo'lib, uning tarkibida kobalt(III) bo'ladi. B_{12} vitamin organizmda o'sish, qon aylanishi, eritrositlarning etilishi, qonning ivishi, uglevod va lipidlar almashinuvini boshqaradi. Odam organizmida bu vitamin etishmasa, xuruj qiluvchi kamqonlik zo'rayadi, organizmning turli yuqumli kasalliklarga bardoshi susayadi. Hayvon va odam organizmi ichak devoralari B_{12} vitaminini ishlab chiqaradi.

Nikel ham biokimyoviy jarayonlarda qatnashib, fermentlar faoliyatiga ta'sir qiladi. Tarkibida oltingugurt tutgan aminokislotalar sintezini faollashtiradi.

Qolgan VIII B guruh elementlari ichida platinaning kompleks birikmalari organizmda oksidlanish jarayonlarini boshqarishda qatnashishi aniqlangan. Sis holatdagi tuzilishga ega bo'lgan platina(II) va platina(IV) larning kompleks birikmalari xavfli o'smalarga(saraton) qarshi samarali vositaligi topilgan.

Tibbiyotda anemiyaga qarshi temir, temir(II) sulfat, temir(III) sulfat, temir(II) xlorid, temir(III) oksid, temir(II) laktat va boshqa temir birikmalarini tutgan moddalar dori sifatida keng qo'llaniladi. Masalan: qaytarilgan temir, temir glitserifoafat, gemostumulin, fitoferrolaktol, ferropleks, konferon, ferum-lek, ferrosen, feramid va boshqalar. Anemiyaga qarshi samarali vositalardan biri vitamin B₁₂ hisoblanadi. Bu vitamin boshqa kasalliklarda ham samaralidir.

ADABIYOTLAR

1.Martin S. Silberberg. Principles of general chemistry // Chemistry-Textbooks. 3rd Edition. New York. P. 913.

2.Parpiyev N.A., Raximov H.R., Muftaxov A.G. Anorganik kimyo (nazariy asoslari) // - Toshkent, "O'zbekiston", 2000. -479 b.

3.Parpiyev N.A., Muftaxov A.G.,Raximov H.R. Anorganik kimyo (nazariy asoslari) // - Toshkent, "O'zbekiston", 2003.-504 b.

4.D.Shriver, P. Atkins. Inorganic Chemistry // Published in Great Britain by Oxford University Press, New York, 2010.

5.J.E.House. Inorganic Chemistry // Elsevier, Illinois Wesleyan University 2013. R 832

6.Алов Н.В., Барбалат Ю.А., Борзенко А.Г., Гармаш А.В., Долманова И.Ф., Золотов Ю.А., Карякин А.А., Моросанова Е.И., Пасекова Н.А., Плетнев И.В., Проскурнин М.А., Прохорова Г.В., Сергеев Н.М., Фадеева В.И., Шеховцова Т.Н. Основы аналитической химии // Учебник. В 2 т. Т. 2 . 5-е изд. 2012. – 416 с.

7.N.T.Turabov, Sh.A.Kadirova, Z.A.Smanova, J.N.Todjiyev, S.R.Razzoqova, Sh.S.Nazirov. Oksidlanish – qaytarilish reaksiyalarida kimyoviy reaksiyalarni yangi tenglashtirish usullari (Monografiya) // T. "Fan va taraqqiyot". 149 b.

MUNDARIJA

Soʻz boshi.....	3
1 Kirish. Nazariy kimyo.....	5
2 Materiya va uning xossalari.....	8
2.1 Ilmiy tadqiqotlarni oʻtkazishda qoʻllaniladigan oʻlchov birliklari.....	16
3. Atom-molekulyar taʼlimot.....	25
4. D.I.Mendeleevning davriy qonuni va davriy jadvali.....	38
4.1 Elementlarni klassifikatsiyasi va davriylik.....	38
4.2. Davriy sistema va uning tuzilishi.....	41
4.3. Elementlarning davriy va davriy boʻlmagan xossalari.....	44
4.4. Davriy qonun va davriy sistemaning taraqqiyoti.....	48
5. Materiyaning tarkibiy qismlari.....	50
5.1 Oddiy va murakkab moddalar, aralashmalar.....	50
5.2. Atomning yadro modeli yaratilishi.....	58
5.3. Kvant nazariyasi va atom tuzilishi.....	62
5.4. Yorugʻlikning zarra xususiyati.....	69
6. Kovalent bogʻlanish.....	80
7. Ion bogʻlanish.....	90
7.1. Ion tuzilishli moddalar xossalarini oʻrganish.....	97
7.2. Vodorod bogʻlanish.....	99
7.3. Metall bogʻlanish.....	100
8. Valent bogʻlar usuli. Gibridlanish.....	104
9. Moddalarning agregat holatlari.....	113
10. Kimyoviy reaksiya turlari.....	121
11. Kimyoviy reaksiya tezligi.....	126
12. Kimyoviy muvozanat.....	141
13. Eritmalar.....	147
14. Eritmalarning kolligativ xossalari.....	156
15. Eritmalarning dissosilanish nazariyasi.....	162
16. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari.....	172
17. Elektroliz.....	216
18. Vodorod.....	226
19. VIIA guruh elementlari.....	231
20. VIA guruh elementlari. Kislorod, ozon va ularning xossalari.....	237
21. Oltinugurt, selen, telur va ularning xossalari.....	243
22. VA guruh elementlarining umumiy tavsifi. Azot va uning birikmalari.....	252

23.	Fosfor va uning birikmalari.....	262
24.	IVA guruh elementlari. uglerod va kremniyning birikmalari.....	272
25.	Metallarning umumiy xossalari.....	283
26.	Metallarning korroziyalanishi.....	293
27.	Litiy guruhchasi elementlari.....	307
28.	Berilliy guruhchasi elementlari.....	315
29.	Bor guruhchasi elementlari.....	321
30.	Xrom guruhi elementlari.....	333
31.	Temir va uning birikmalari.....	340
	Adabiyotlar.....	349
	Mundarija.....	350

Kadirova Shaxnoza Abduxalilova
Raxmonova Dilnoza Salamovna
Razzoqova Surayyo Razzoqovna
Todjiyev Jamoliddin Nasiriddinovich

KIMYONING ZAMONAVIY MUAMMOLARI

**Kimyo (fan yo'nalishi bo'yicha) mutaxassisligida ta'lim oluvchi
magistratura talabalari uchun**

“Tafakkur avlodi” nashriyoti, 2021

Muharrirlar:	Sh. Raupova A. Abdusalilov
Texnik muharrir:	Y. O'rinov
Badiiy muharrir:	Z. Shoimov
Musahhiha:	D. Beknazarova
Dizayner:	Y. O'rinov

Nash.lits. № 2013-975f-3e5e-d1e5-
f4f3-8537-2366, 20.08.2020 y.

Terishga 24.08.2021-yilda berildi. Bosishga 29.12.2021-yilda ruxsat
etildi. Bichimi: 60x84 1/16. Ofset bosma. «Times New Roman»
garniturası. Shartli b.t. 22.0. Nashr b.t. 20.46.

Adadi 300 nusxa. Buyurtma № O-09.

Bahosi shartnoma asosida.

“Tafakkur avlodi” nashriyoti, 100190, Toshkent shahri,
Yunusobod-9, 13-54. e-mail: tafakkur_avlodi@mail.ru

“Tafakkur avlodi” MCHJ bosmaxonasida bosildi.
Toshkent shahri, Olmazor tumani, Nodira ko'chasi, 1-uy.
Telefon: +99890 000-33-93