

Professor SOBIRJON MASHARIPOV



TIBBIY KIMYO

Tibbiyot oliygohi talabalari uchun



2018 yil

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA ORTA TA'LIM VAZIRLIGI

S.MASHARIPOV

Bilim sohasi: «Gumanitar soha» - 100000
«Sog'liqni saqlash va ijtimoiy ta'minot» - 500000
Ta'lim sohasi: «Pedagogika» - 110000
«Sog'liqni saqlash» - 510000

TIBBIY KIMYO

fanidan

«Tibbiy kimyo»

o'quv qollanmasi

5111000 – Kasb ta'limi (5510100-Davolash ishi)

5510100 – Davolash ishi

5510300 – Tibbiy profilaktika ishi

5510900 - Tibbiy biologiya ishi

Toshkent 2018

Tuzuvchilar:

Masharipov S. – TTA tibbiy va biologik kimyo kafedrasini professori

Taqrizchilar:

Aminov S.N. – Toshkent farmatsevtika instituti anorganik, analitik, fizik va kolloid kimyo kafedrasining professori

Allayeva M.J.- TTA farmakologiya kafedrasining mudiri, b.f.d.

Darslik TTA IJIK ning tibbiy-biologik fanlar bo`limida muhokama qilindi
“ 28” oktabr 2017y. Bayonnoma № 8

Darslik TTA ilmiy kengashida tasdiqdan o`tdi.
“ ” oktabr 2017y. Bayonnoma №

Mundarija

SO'Z BOSHI	3
I-BOB TIBBIY KIMYO FANIGA KIRISH.....	6
1.1. KIMYO VA ATROF MUHIT.....	6
II BOB. BIOGEN ELEMENTLAR KIMYOSI.....	8
2.1 BIOLOGIK FAOL ELEMENTLARNING SINFLANISHI	11
2.2 AYRIM BIOGEN ELEMENTLARNING ODAM ORGANIZMIDAGI BIOLOGIK FAOLLIGI.....	14
2.3 EKOLOGIYANING BUZILISHI VA UNING ODAM ORGANIZMIGA TA'SIRI	43
2.4 ENDEMIK PROVINSIYALAR (ENDIMIYALAR) VA ENDEMIK KASALLIKLAR	46
2.5 RADIOAKTIV ELEMENTLAR.....	48
III-BOB ERITMALAR.....	61
3.1 . ERITMALAR NAZARUYASI	61
3.2 ERITMALAR KONSENTRATSIYASI VA ULARNI IFODALASH USULLARI.....	63
3.3 ERISH JARAYONI VA ERUVCHANLIK	67
3.4 GAZLARNING SUYUQLIKLARDAGI ERITMALARI.....	72
3.5 ERITMALARNING KOLLIGATIV XOSSALARI. OSMOS VA OSMOTIK BOSIM	74
3.6 ERITMA USTIDAGI TO'YINGAN BUG`BOSIMI. RAUL QONUNI.....	84
3.7 ERITMALAR QAYNASH HARORATINING ORTISHI, MUZLAH HARORATINING KAMAYISHI.....	86
3.8 ELEKTROLIT ERITMALARINNG XOSSALARI.....	87
3.9 SUYULTIRISH QONUNI.	89
3.10 SUVNING DISSOLVATSIYALANISHI. VODOROD KO'RSATKICH. INDIKATORLAR	91
3.11 ERITMALAR KONSENTRATSIYASINI ANIQLASH. TITRIMETRIK TAHLIL.....	92
3.12 pH NING TIBBIYOTDAGI AHAMIYATI.....	97
IV-BOB KISLOTA-ASOSLI MUVOZANAT. BUFER SISTEMALAR.....	104
4.1 BUFER SISTEMALARNING TARKIBI	104
4.2 BUFER SISTEMALARNING TIBBIYOTDAGI AHAMIYATI	119
V-BOB KIMYOVIY TERMODINAMIKA VA BIOENERGETIKANING ILMIY ASOSLARI	127
5.1 KIMYOVIY TERMODINAMIKADA FOYDALANILADIGAN TUSHUNCHALAR	128
5.2 TERMODINAMIKANING NOLINCHI QONUNI.....	132
5.3 TERMODINAMIKANING BIRINCHI QONUNI	134
5.4 TERMODINAMIKANING IKKINCHI QONUNI.....	137
5.5 TERMODINAMIKANING UCHINCHI QONUNI.....	143
5.6 KIMYOVIY TERMODINAMIKA.....	144
5.7 BIOLOGIK SISTEMALAR TERMODINAMIKASI.....	147
5.8 BIOENERGETIKA VA UNING ILMIY ASOSLARI.....	152
VI-BOB KOMPLEKS BIRIKMALAR.....	157
6.1 KOMPLEKS BIRIKMALAR TUG'RIDAGI A. VERNER NAZARIYASI.....	157
6.2 LIGANDLARNING KOORDINATSION SIG'IMI	163
6.3 KOMPLEKS BIRIKMALARINING NOMLANISHI.....	166
6.5 KOMPLEKS BIRIKMALARNING IZOMERIYASI.....	168
6.6 s, p, d-ELEMENTLARINING KOMPLEKS HOSIL QILISHGA MOYILLIGI.....	169
6.7 KOMPLEKS BIRIKMALARNING BARQARORLIGI.	172
6.8 ICHKI KOMPLEKS BIRIKMALAR XELATLAR	174
6.9 ENDOGEN KOMPLEKS BIRIKMALAR.....	175
6.10 XELATOTERAPIYA ASOSLARI	184
XII-BOB ELEKTROKIMYO	189
7.1 ELEKTR O'TKAZUVCHANLIK.....	190

7.2 KONDUKTOMETRIYA	196
7.3 MUVOZANATLI ELEKTROD JARAYONLARI	201
7.4 O'LCHOVCHI VA SOLISHTIRISH ELEKTRODLARI.....	204
7.8 OKSIDLANISH-QAYTARILISH POTENSIALI.....	210
7.9 POTENSIALLARINING TIBBIYOT VA BIOLOGIYADAGI AHAMIYATI.....	212
XIII -BOB - SIRT HODISALARI. ADSORBSIYA	215
8.1 SIRT ENERGIYASI VA SIRT TARANGLIK	216
8.2 ADSORBSIYA.....	219
8.3 SIRT TARANGLIK IZOTERMASI.....	224
8.4 MOLEKULAR VA ION ALMASHUVCHI ADSORBSIYA. TANLAB ADSORBSIYALASH.....	229
8.5 SIRT HODISALARINING TIBBIYOTDAGI VA BIOLOGIYADAGI AHAMIYATI.....	239
IX -BOB DISPERS SISTEMALARNING FIZIK VA KIMYOVIY ASOSLARI.....	242
9.1 DISPERS SISTEMALARNIG TURLARISHI	243
9.2 KOLLOID ERITMALARNING OLISH USULLARI.....	245
9.3 KOLLOID ERITMALARNI TOZALASH USULLARI.....	248
9.4 KOLLOID ZARRACHALARNING TUZILISHI	250
9.5 KOLLOID SISTEMALARNING MOLEKULAR-KINETIK XOSSLARI	254
9.6 KOLLOID ERITMALARNING OPTIK XOSSLARI.....	255
9.7 KOLLOIDLARNING KOAGULLANISHI.....	257
9.8 ELEKTROLITLARNING KOAGULLOVCHI TA'SIR MEKANIZMI	261
9.9 KOLLOID ZARRACHALARDAGI ELEKTROKINETIK POTENSIAL. ELEKTROLITLARNING ELEKTROKINETIK POTENSIAL QIYMATI IGA TURLI HIL OMILLARNING TA'SIRI.....	268
9.10 ELEKTROFORETIK USULNING TIBBIYOTDA QO'LLANILISHI.....	278
9.11 DISPERS BIOSUYUKLIKlarda BORADIGAN JARAYONLAR	275
9.12 KOLLOID ERITMALARNING TIBBIYOTDAGI AHAMIYATI.....	279

SO'Z BOSHI

Hozirgi zamon tibbiyot ilmining rivojida kimyo fani muhim o'rin tutadi. Zero, bu fanning rivoji tufayli juda ko'p tibbiy manbalar o'rganiladi va ayrim og'ir kasalliklarni davolash imkoniyati tug'iladi. Kimyoni chuqur bilmasdan turib, kimyoviy moddalarning inson organizmiga ta'sirini bilib bo'lmaydi, busiz esa malakali shifokorlar bo'lib yetishish mumkin emas. Shuning uchun ham tibbiyot instituti talabalari shifokorlik kasbini mukammal egallash va muvaffaqiyatli ishlash uchun kimyo sohasidagi muayyan bilim va ko'nikmalarga ega bo'lishi lozim.

Diqqatingizga taklif etilayotgan ushbu darslik kimyo bo'yicha zarur bilim va ko'nikmalarni hosil qilishga yordam beradi degan umiddamiz.

Darslikda tibbiy kimyoning eng muhim nazariy masalalari, reaksiyalar mexanizmini biomanbalar asosida tahlil etilgan, keltirilgan reaksiyalar mexanizmi haqidagi bilim va ko'nikmalar kelgusida to'g'ridan- to'g'ri biokimyoviy jarayonlarni izohlash uchun xizmat qiladi. Amaliy mashg'ulotlarning aksariyat qismi klinik laboratoriyalarda hozir qo'llanilayotgan yoki qo'llanilishi mumkin bo'lgan tahlil usullari hisoblanadi.

Kimyo moddalarniig tabiatda kuzatiladigan turli-tuman holatlarini va ularing bir-birlariga aylanish hollarini o'rganuvchi tabiiy fanlardan biridir.

Bo'lajak shifokorlar uchun tibbiy kimyo alohida ahamiyat kasb etadi, chunki tirik organizmda kechadigan har qanday jarayonlar, o'ziga xos xususiyatlarga ega bo'lgani holda kimyo va fizikaning umumiy qonuniyatlariga muvofiq amalga oshadi.

Inson tafakkurining izlanishlari va tibbiy ehtiyoj tufayli biokimyo, bioanorganik va bioorganik kimyo, biofizik kimyo kabi bir qator yangi fanlar yuzaga kelib jadal rivojlanib bormoqda. Bu hol biologik va kimyoviy hodisalar o'rtasida uzviy bog'lanish borligining yorqin isboti insoniyat tarixi davomida tibbiyot kimyo bilan uzviy bog'langan va unga tayangan holda taraqqiy etib keldi.

Tibbiy kimyo tabiatda uchraydigan, yuqori samarali dorivor moddalarni sintez qilishga, farmakologik vositalarining bir-biriga mos kelishi va optimal dozirovka masalasini hal etishga, yangi yuqori samarali dorivor vositalarni izlashga imkon yaratadi.

Nazariy kimyo kursi va kimyo amaliyotining uzviy bog'liqlikda o'rganilishi talabalarning fanga doir malaka, ko'nikma va bilimlarining mustahkamlanishiga yordam beradi. Bunda mazkur kitob beminnat yordamchi bo'lar deb o'ylaymiz.

Mualliflar

I BOB. Tibbiy kimyoga kirish.

1.1. Kimyo va atrof muhit.

Tibbiy kimyo fanining nomi (inglizchadan «medical chemistry») to'g'ridan-tog'ri dorivor moddalar kimyosi deb talqin qilinadi. Hozirgi vaqtda u kimyo fanining sohasi sifatida biologik faol moddalrni izlab topish, ularni tarkibini isbotlash, sintezlash va organizmga ta'sir etish mexanizmini molekular darajada o'rganadi. Shuningdek tibbiy kimyoning izlanishlari biologik faol moddalar ta'sir etayotgan organizm

metabolitlarining tuzilishi, ularning kimyoviy tarkibi, fizik-kimyoviy holatlari, bioenergetikasini o'rganishga ham qaratilgan. Ko'rib turibmizki tibbiy kimyo fanlararo ilm sohasi bo'lib, bioanorganik, biofizik, kolloid, bioorganik kimyo va to'liq shakillanib bo'lgan, tan olingan biokimyo, farmakologiya va farmatsevtik kimyo kabi fanlar asosida vujudga kelib, rivojlanib kelayotgan fandır.

Ko'p asrlar davomida tabiiy fanlar rivojlanishi natijasida tibbiyot va kimyo o'rtasida juda chuqur bog'liqliklar vujudga kelgan. Bu fanlarni bir biriga singib ketishidan yangi ilmiy yo'nalishlar fanlar orasida o'z o'rnini topib kelmoqda. Ular fiziologik jarayonlarni, kasalliklar kelib chiqishi sabablarini, farmakologiya asoslarini molekulyar darajada o'rganishga qaratilgan. Xayot jarayonini molekulyar darajada o'rganilishi kerakligining sababini tushintirish oson, chunki "tirik xujayra - bu katta va kichik bir biri bilan tinimsiz ta'sirlashayotgan molekulalardir". Umumiy kimyo shu molekulalarni atom-molekulyar ta'limot nuqtai nazaridan, o'zida shu moddalarni saqlagan eritmalarning tarkibi, xossalarni o'rgansa, analitik kimyo elementlar va ularning birikmalarini xossalarni o'rganadi. Odam organizmining biologik suyuqliklarini eritma, bufer eritma, kolloid eritma sifatida ko'rganimiz uchun, eritmalar kimyosini o'rganishsiz organizmning tarkibini o'rganish to'liq bo'lmas edi. Biologik suyuqliklar o'z tarkibida anorganik moddalarni ionlar holatida ham tutadi. Shundan kelib chiqqan holda elektroliz jarayoni, elektrolitlar kimyosi, elektrod va oksidlanish-qaytarilish potentsiallarini o'rganish tibbiyot oliy o'quv yurtlarida o'qish uchun zarur sohalardan bo'lib kelgan. Sirt hodisalari, kolloid sistemalarning fizikasi va kimyosi asoslarini bilish, organizmda kechadigan sorbsiya, desorbsiya, elektrkinetik xodisalar mohiyatini tushinib yetishga asos bo'ladi. Bioorganik kimyo xujayra va to'qimalar tarkibini tashkil qiluvchi biologik faol moddalar va organizmni sog'lomligini ta'minlovchi dorivor moddalarning tuzilishi va xossalarni o'rganadi.

Kimyo fani hozirgi zamon tibbiyotini rivojlanishida muhim o'rinni egallab, vrach ma'lumotining ajratib bo'lmaydigan bir qismidir. Tibbiyot fanining va sog'liqni saqlash ishlarining rivoji mutaxassislarni fundamental fanlardagi bilimlarini kerakli darajada chuqur o'rganilishi kerakligini talab qiladi. Buning ustiga tibbiyot nafaqat kasalliklarni davolash bilangina chegaralanib qolmay, ekologiya, toksikologiya, biotexnologiyalar va b. bilan ham shug'ullanib, ijtimoiy ta'minot sohasining katta bir qismiga aylanib bormoqda.

Kimyoning umumiy, analitik, fizik va kolloid, organik kimyo bo'limlari tibbiyot oliy o'quv yurtlarining o'quv rejalarida alohida ko'rilmaganligi sababli bu bo'limlar "Tibbiy kimyo" fanining bir qismi sifatida o'rganiladi.

Kimyo fani bizni o'rab turuvchi dunyo tarkibi, tuzilishi, xususiyatlari va moddalar reaksiyasini o'rgatadi. Kimyo bilan atrofingizda har kuni, har bir ishlatayotgan buyum va bajarayotgan ishingizda to'qnashasiz. Kimyoviy jarayonni ovqat tayyorlaganingizda, kir yuvish vaqtida oqartiruvchi modda qo'shganingizda, avtomobilingizni o't oldirganingizda kimyoviy jarayonni bajarasiz. Kumush qorayganda yoki antiasidli birikmalar suvda eriganda kimyoviy reaksiya amalga oshadi. Karbonat angidrid va suv energiyasining uglevod energiyasiga aylanishi kimyoviy reaksiyadir va shuning uchun o'simlik o'sadi. Ozuqa moddalar hazm bo'lishida energiya va sog'liq uchun zarur bo'lgan moddalarga parchalanish kimyoviy reaksiyasi amalga oshadi.

II-Bob. Biogen elementlar kimyosi

O'simlik, hayvon va odam organizmi keng ma'noda ma'lum bir elementlar yig'indisidan tarkib topgan molekulalar hamda ularning o'zaro va tashqi muhit bilan uzluksiz ta'sirlashuvidan iborat bo'lgan murakkab kimyoviy sistema sifatida qaralishi mumkin.

Er qurrasida D. I. Mendeleev davriy sistemasida keltirilgan elementlardan 90 ga yaqini sezilarli miqdorda tarqalgan bo‘lib, ulardan yarmiga yaqini keng tarqalgan biologik sistemalar tarkibiga kiradi. Bu elementlar o‘zaro nafaqat atom tuzilishi va kimyoviy xossalari bilangina emas, balki organizmdagi miqdoriy ulushlari (vazn%) bilan ham farqlanadi:

Kislorod	62%	Kaliy	0,23%
Uglerod	21%	Oltingugurt	0,16%
Vodorod	10%	Xlor	0,1%
Azot	3%	Natriy	0,08%
Kalsiy	2%	Magniy	0,027%
Fosfor	1%	Temir	0,01%

Rux, mis, brom, marganets, yod va boshqalarning miqdori 0,01% dan kichik. Elementlarning organizmdagi miqdori turli omillarga bog‘liq bo‘lib, ulardan asosiylari quyidagilardir:

- elementlarning tabiatda tarqalgan miqdori;
- element tabiiy birikmalarining tirik organizmlar tomonidan o‘zlashtirish imkoniyati.

Elementlarning tabiatda tarqalgan va organizmda saqlanadigan miqdori orasida ma’lum bog‘liqlik mavjud. Aksariyat hollarda tabiatda keng tarqalgan elementlar odam organizmida ko‘p miqdorda saqlanadi. Si va Al ham tabiatda keng tarqalgan elementlar bo‘lsada, ularning organizmidagi miqdori juda kam bo‘ladi ($\sim 10^{-5}$ — $10^{-4}\%$). Buning asosiy sababi ularning tabiiy birikmalarining (SiO_2 va Al_2O_3) suvda eruvchanligi juda kichik bo‘lganligi uchun organizm tomonidan kam o‘zlashtiriladi. Titan elementining tabiatdagi miqdori misnikidan bir necha yuz marotaba ko‘pdir. Shunga qaramasdan tirik organizmdagi mis miqdori titannikidan bir necha barobar ortiqdir. Elementlarning tabiatdagi va hayvon organizmidagi bunday nomutanosibligining sabablaridan biri mis ionlarining o‘simliklar tarkibidagi oqsil, aminokislotalar va h.k. bilan titanga qaraganda barqaror komplekslar hosil

qilishidir. Natijada o'simliklarda ko'p miqdorda misli birikmalar bo'ladi va oqibatda organizmga ko'plab kirish imkoniyatiga ega bo'ladi. Odam organizmi turli biogen elementlarga bo'lgan talabini asosan ozuqa mahsulotlari hisobiga qoplaydi.

Biosfera va biokimyo. Har qanday tirik organizmning hayotiy faolligi, unda sodir bo'ladigan modda almashinuv jarayonlarining o'ziga xosligi shu organizm joylashgan atrof-muhitning kimyoviy tarkibiga uzviy ravishda bog'liq bo'ladi. Organizmlarning shakllanishi va taraqqiy qilishiga kimyoviy elementlarning yer qobig'i va uning sathi (suv, havo) dagi miqdori, o'zlashtira olinishi mumkin bo'lgan shakllari va boshqa geokimyoviy omillar katta ta'sir ko'rsatadi. Buning natijasida tirik organizm atrof-muhitga biokimyoviy va morfologik jihatdan yondoshib, undagi kimyoviy elementlardan o'z ehtiyojiga yarasha foydalanadi.

Masalan er qobig'ida uchraydigan mikroorganizmlar ma'lum sharoitda o'zida kobalt, mis, rux, yod va boshqa elementlarni juda ko'p miqdorda yig'a oladi. Ularning ba'zi turlari shu elementlarni ularning tabiiy birikmalaridan o'zlashtiribgina qolmasdan, balki metall holatigacha qaytarish xususiyatiga ham ega bo'ladi. O'zida temir va marganets ionlarini gidrooksid holida yig'adigan mikroorganizmlarga Metallogenium mikrobinisi misol tariqasida keltirish mumkin.

Yerdagi hayotiy shakllarning tarqalish chegaralarini, hayotiy jarayonlarning saqlanishi mumkin bo'lgan chegara qiymatlarini va sharoitlarni o'rganadigan fan *biosfera haqidagi fan* deb ataladi. Bu fanning asoschisi V.I.Vernadskiy hisoblanadi. Biosferaning o'lcham chegaralarini yuqori nuqtasi er sathidan 12—15 km balandlik (troposfera) va 5 km er ostigacha bo'lgan qiymatni tashkil etib, shu chegaralarda hayotiy faollik kuzatiladi. Ba'zi bakteriyalar juda past temperaturalarga (-200°C va undan past), zamburug' sporolari esa issiqlikka ($\sim 150\text{—}180^{\circ}\text{C}$) chidamli bo'ladi. Hayotiy jarayonlar saqlana oladigan bosim qiymatlari 800 mPa dan (drojjalar) to 0,1 Pa (urug'lar, sporalar) gacha bo'lishi mumkin.

Yuqorida keltirilgan misollardan ko‘rinib turibdiki biosferaning chegarasi ancha katta qiymatga ega ekan. Ammo shunga qaramasdan faol hayotiy jarayonning temperatura chegara qiymatlari odatda 0 dan +50°C gacha, bosim qiymati esa ~ 1013 gPa ni tashkil etadi. Bundan tashqari tirik organizmlarning asosiy qismi qalinligi 150-200 m bo‘lgan biosfera o‘lcham chegaralarida yig‘ilgandir.

Er kurrasining biosferasini shakllantiruvchi tirik organizmlarning 3 mln. ga yaqin turi mavjud bo‘lib, ulardan 300 mingdan ortiqrog‘i o‘simliklarga to‘g‘ri keladi. O‘simliklar biosfera umumiy massasining 97-98%ini tashkil etadi. Qolgan 2-3% esa mikroorganizm va hayvonlarga to‘g‘ri keladi. Bu massaning milliondan bir bo‘lagini inson tashkil etadi. Inson o‘z hayot va mehnat faoliyatida atrof-muhitga faol ta’sir ko‘rsatadi va buning natijasida biogen elementlarning miqdoriy nisbatlarini o‘zgarishiga olib keladi.

Inson faoliyati oqibatida atrof-muhitning (suv, tuproq, havo, o‘simlik, hayvon organizmlari) kimyoviy tarkibi o‘zgaradi. Bu esa o‘z navbatida odam organizmidagi biologik faol elementlarning miqdoriy nisbatlarini o‘zgarishiga olib keladi. Oqibatda odam organizmida sodir bo‘ladigan qator biologik, biokimyoviy jarayonlar o‘zgaradi va turli kasalliklar kelib chiqadi. Tirik organizmlarning, shu jumladan inson faoliyati natijasida atrof-muhit geokimyosining (er kimyosining) o‘zgarishini o‘rganadigan fan biogeokimyo deb ataladi. Bu fanning asosiy vazifasi o‘zaro uzviy ravishda bog‘liq bo‘lgan quyidagi ikki yo‘nalishdan iboratdir:

- tirik organizmlar (asosan insonlar) ta’sirida atrof-muhit kimyosining o‘zgarishi va bunday o‘zgarishga uchragan muhitning organizmlarga ta’sir qonuniyatlarini aniqlash;
- atrof-muhitning dastlabki geokimyoviy tarkiblarga yaqin bo‘lgan chegaralarida saqlab qolish va organizmlarni o‘zgargan atrof-muhit salbiy ta’siridan muxofaza qilish yo‘llarini ishlab chiqish.

2.1 Biogen elementlarning sinflanishi

Tirik organizmdagi hayotiy jarayonlarda bevosita ishtirok etuvchi yoki shu moddalar tarkibiga kiruvchi elementlar biologik faol yoki **biogen elementlar** deb ataladi. Biogen elementlarning sinflanishi ularning elektron tuzilishi, organizmdagi miqdori, bajaradigan vazifalarining ahamiyati va boshqa qator tushunchalarga asoslangandir. Biogen elementlar elektron tuzilishi bo'yicha **s, p** va **d** elementlarga ajratiladi.

Organizmdagi miqdori bo'yicha biogen elementlar quyidagicha sinflanadi:

Makrobiogen elementlar — organizmdagi umumiy miqdori 1% va undan ortiq bo'lgan elementlar. Bularga O, C, H, N, Ca, P misol bo'ladi;

Oligobiogen elementlar — organizmdagi miqdorlari 0,01—1% ni tashkil etadigan elementlar. Bunday elementlarga Mg, Fe, K, Na, Cl, S kiradi;

Mikrobiogen elementlar — organizmdagi miqdori 0,01% dan kichik bo'lgan elementlardir (Au, Se, Bi, Hg, Br, I va boshqalar).

Elementlarning bunday sinflanishi ba'zi hollarda shartli hisoblanadi. Bunga sabab inson yashayotgan atrof-muhitdagi elementlarning miqdor ulushlarining farqidir. Masalan muhitda nikel miqdori ortiq bo'lsa, uning organizmidagi ulushi ham yuqori bo'ladi. Bu esa o'z navbatida uning mikrobiogen elementlarga mos keladigan miqdorlarga etib borishga va demak, sinflanishining o'zgarishiga sabab bo'ladi.

Elementlar tirik organizmlarda bajaradigan vazifalarning ahamiyatliligi bo'yicha quyidagi uch asosiy sinfga bo'linadi.

Hayotiy zarur bo'lgan elementlar. Bunday elementlarga barcha makrobiogen va ko'pchilik mikrobiogen elementlar kiradi va ular bo'lmasligi yoki miqdorining keskin kamayishi hayotiy jarayonlarning to'xtashi yoki sezilarli darajada buzilishiga olib keladi.

Hayotiy ahamiyatga ega bo'lishi mumkin bo'lgan elementlar. Bunday elementlarga tirik organizmlarda doimiy ravishda uchraydigan, ammo qanday biokimyoviy jarayonlarda bevosita ishtirok etishi oxirigacha aniqlanmagan elementlar kiradi. Bunday elementlarga Cr, Ni va Cd larni misol tariqasida

keltirish mumkin. Jumladan, organizmdagi xrom miqdorining kamayishi qondagi qand miqdorining nisbatan ortishiga olib keladi. Ammo shu bilan bir qatorda hanuzgacha xromning qand metabolizmida bevosita ishtirok etishini isbotlaydigan biror-bir dalil ma'lum emas.

Biologik ahamiyati oxirigacha aniqlanmagan elementlar. Bu sinf elementlari boshqa sinf elementlari singari tirik organizmda doimiy ravishda uchraydi. Ammo ulardan farqli ravishda organizmda qanday molekulalar tarkibiga kirishi, biror-bir biologik ahamiyatga ega ekanligi aniqlanmagan. Biologik vazifasi mutloq noaniq bo'lgan bunday elementlarga Bi, U, Ru larni keltirish mumkin.

Odam organizmida davriy sistemadagi elementlardan 80 dan ortig'i saqlanib, ular o'zaro nafaqat bajaradigan biologik xossalari, umumiy miqdori bilangina emas, balki turli a'zo va to'qimalarda o'zgacha taqsimlanishi bilan ham farqlanadi. Elementlarning turli a'zolarida o'zaro farqli ravishda tarqalganligi ularning *topografiyasi* deb ataladi.

Elementlarning ma'lum bir a'zo va to'qimalarda taqsimlanish miqdori tashqi muhitning qator omillariga, iste'mol qiladigan asosiy mahsulot turlari va miqdoriga, insonning yoshiga, jinsiga, mehnat turiga va boshqalarga bog'liq bo'ladi.

Masalan, *biogeokimyoviy hudud* (ma'lum bir biogeokimyoviy tarkibga ega bo'lgan biosfera bo'lagi) suvida saqlangan ftor miqdori normadagidan (~ 1 mg/l) kamayib ketsa ($\leq 0,5$ mg/l) karies (tish kasalligi) kelib chiqishiga, ortib ketsa ($> 1,2$ mg/l) tish emal qavatining yemirilishining oshishiga olib keladi. Bunga sabab ftorning asosiy miqdori tishlarda yig'ilishidir. Agar biogeokimyoviy hududda yod miqdori kam bo'lsa *endemik* (aynan shu geografik joyga xos bo'lgan) bo'qoq kasalligi kelib chiqadi. Chunki J_2 qalqonsimon bezda ishlab chiqiladigan maxsus gormon (tirozin) tarkibiga kirib, uning faolligini ta'minlab beradi. Yodning bezdagi miqdorining kamayishi esa faolligi kam bo'lgan

gormonni ko'plab ishlab chiqishiga va bezning gipertrofiyasiga (kattalashib ketishiga) sabab bo'ladi.

Odam organizmining o'sish va ulg'ayishining turli davrlarida ma'lum a'zo va to'qimalarida saqlanadigan elementlarning miqdori o'zaro farqlanishi mumkin.

Jumladan, xomilaning jigaridagi mis va yangi tug'ilgan bola jigaridagi molibden miqdori voyaga etgan odamnikidan 10 marotaba ko'p bo'ladi.

Buyrakda saqlanadigan kadmiy, qon zardobidagi mis va temir miqdori bolaning yoshi ortib borgan sari ko'paya borib, 10-15 yosh orasida katta yoshdagi odamlarnikiga teng miqdorga etadi.

Qari odamlar o'pkasida saqlangan titan miqdori yangi tug'ilgan bolanikidan 10 barobar ortiq bo'ladi.

Organizmning fiziologik holati va tashqi muhit ta'siri ham elementlarning miqdoriy ulushlarining o'zgarishiga olib keladi. Masalan, ayollarning xomilador bo'lishi ularning qonida saqlanadigan Cu, Mn, Ti va Al miqdorining ortishiga olib keladi. Qo'rg'oshin ishlab chiqarish sexlari (zavod) da ishlaydigan odamlar qoni tarkibidagi shu elementning miqdori normaga qaraganda 2-4 barobar ko'p bo'ladi.

Ba'zi a'zolar o'zida qator elementlarni ko'plab yig'ish xususiyatiga egadir. Bunday a'zolar aynan shu elementlar uchun depo bo'lib hisoblanadi va ulardagi elementlar organizmning extiyojiga qarab asta-sekin sarflanish imkoniyatiga ega bo'ladi. Masalan, asosiy depolardan biri, jigar, unda 20 dan ortiq elementlar (Fe, Co, Si, Cu, Mn, Zn va h. k.) ko'plab yig'iladi. O'z navbatida As ning asosiy deposi teri to'qimalari bo'lib hisoblanadi.

2.2 Ayrim biogen elementlarning odam organizmidagi biologik faolligi.

Biogen elementlarning ta'sir effektining o'ziga xos tomonlaridan biri ularning bir necha biologik jarayonlarda ishtirok etishidir. Masalan, rux ionlari faqat jinsiy bezlar faoliyatida ishtirok etibgina qolmasdan balki, oqsil, yog'lar,

karbonsuvlar va mineral modda almashinuvida ham ishtirok etadi. Mis va temir ionlari faqat organizmda sodir bo'ladigan oksidlanish-qaytarilish jarayonlari bilangina bog'liq bo'lib qolmasdan, balki qon hosil bo'lishiga ham ta'sir etadi. Biogen elementlarning organizmdagi ta'siri ularning miqdoriga ham bog'liq bo'lib, ularning ta'sir tabiati ikki turga bo'linadi.:

Biotik ta'sir. Bunday ta'sir turi biogen elementlarni organizmda saqlanadigan miqdor chegaralarida qo'llanishida kuzatiladi. Biogen elementlar bunday miqdorlarda ishlatilganda o'z biologik faolligini organizmning fiziologik to'siqlarini (bar'erlarini) qo'zg'atmagan va ular tomonidan qarshi ta'sir ko'rsatilmagan sharoitda amalga oshiradi.

Toksiko-farmakologik ta'sir. Biogen elementlarning biotik miqdoridan ancha yuqori bo'lgan konsentratsiyalarda ishlatilishi fiziologik to'siqlarning (hujayra membranalari va boshqalar) «funksional buzilishi» orqali o'tadi va ko'p hollarda zaharlovchi ta'sir ko'rsatadi.

Litiiy. Odam organizmida doimiy uchraydigan mikrobiogen s — elementlarga tegishli bo'lib, uning umumiy miqdori $1 \cdot 10^{-4}\%$ atrofida bo'ladi. Asosiy miqdorlari jigar, o'pka va mushaklarda yig'iladi. Shu bilan bir qatorda uning hujayra ichki va tashqi muhitidagi miqdori o'zaro farqlanadi. Jumladan, jigar hujayralaridagi litiy miqdori, shu hujayralararo suyuqliklardagi miqdoridan 3 barobar kam, mushak hujayralaridagi miqdori esa hujayralararo suyuqlikda saqlanadigan miqdoridan 2,5 barobar ko'p bo'ladi. Litiy azot almashinuvini kuchaytirib mushaklardagi NH_3 miqdorini kamaytiradi.

Odam organizmidagi litiy miqdorining kamayishi turli ruxiy kasalliklarning (manikal-depressiv psixoz, shizofreniya va boshqalar) kelib chiqishiga olib keladi. Bu xastaliklar sabablari litiyning natriy va kaliy ionlarining hujayralararo suyuqliklardan nerv hujayralariga o'tkazishni boshqaruvchi fermentlar faolligiga ta'sir etishi bo'lib, uning miqdorining buzilishi natriy — kaliy balansining o'zgarishiga olib kelishidir. Jumladan hujayralardagi natriy miqdorining ortib ketishi depressiya, kamayishi — maniya holatlarini keltirib chiqaradi. Bulardan

tashqari litiy ionlari noradrenalinning hujayra ichki dezaminlanishini (NH_2 guruhining chiqib ketishi) kuchaytirib, uning erkin miqdorini kamaytiradi. Natijada noradrenalinning miya to'qimalaridagi adrenoretseptor markaziga bo'lgan ta'siri kamayadi. Katta miqdordagi litiy ionlari neyronlarning dofaminga bo'lgan sezuvchanligini orttiradi. Bu misollar litiyning nerv sistemasiga ko'rsatadigan psixotrop ta'siri neyrokimyoviy mexanizmlar asosida amalga oshishini ko'rsatadi.

Litiy tuzlari padagra kasalligini davolashda ishlatiladi. Bu kasallikning kelib chiqish sababi kam eruvchan natriy uretatning hosil bo'lishi va uning suyak bo'g'imlari sathlarida, tog'aysimon to'qimalarida va teri osti to'qimalarida yig'ilib qolishidir. Bemorlarga litiyli dori moddalari berilganda Li^+ uretatlardagi natriyni siqib chiqarib eruvchanligi yaxshi bo'lgan litiy uretatini hosil qiladi va oqibatda kasallik asoratlari yo'qoladi.

Tibbiyotda tarkibida litiy saqllovchi quyidagi moddalardan foydalaniladi:

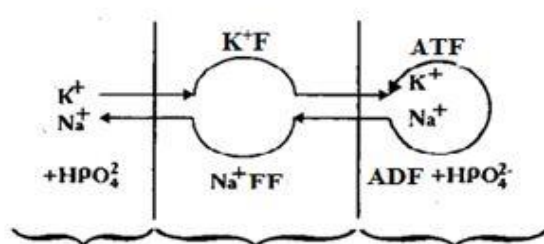
Litiy karbonat — Li_2CO_3

Litiy oksibutirat — $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOLi}$

Natriy. Nihoyatda katta hayotiy ahamiyatga ega bo'lgan oligobiogen s- element bo'lib, odam organizmidagi umumiy miqdori 0,25% ni tashkil etadi. Unga 24 soat ichida bo'lgan talab 4-7 g. Uning asosiy miqdori xlorid, gidrokarbonat va fosfat tuzlari tarkibida saqlanib, qondagi miqdori $\approx 0,32\%$, suyaklardagi miqdori 0,6%, mushak to'qimalaridagi miqdori esa 0,6-1,5% ni tashkil etadi.

Natriy turli biomolekulalar tarkibiga kirib, kaliy, kalsiy va magniy ionlari bilan birgalikda nerv impulslarini hosil qilish va o'tkazishda, osmotik bosimni saqlab turishda katta ahamiyat kasb etadi. Uning xlorli tuzi oshqozon shirasi tarkibidagi HCl sintezlanishida asosiy komponent vazifasini bajaradi. Natriy odam organizmidagi ahamiyatli bufer (karbonatli va fosfatli) sistemalari tarkibiga kiruvchi ion bo'lib, kislota-asos muvozanatini boshqaruvida bevosita ishtirok etadi.

Natriy hujayra tashqi muhit suyuqligining ioni bo'lib, uning nerv hujayra sirtqi muhitidagi miqdori hujayra ichidagidan qariyb 10 barobar ko'p bo'ladi. O'z navbatida K^+ hujayra ichki muhit ioni bo'lib, uning sitoplazmadagi miqdori nerv hujayrasi tashqi muhitidagi miqdoriga qaraganda 20 barobar ortiq bo'ladi. Bunday konsentratsiya nomutanosibliklari doimiy energiya sarfini talab qiladi va uning kelib chiqishi «natriy-kaliy nasosi» deb atalgan jarayon orqali ta'minlanadi. Jumladan nerv hujayra membranalarida serin aminokislota bilan birikkan maxsus fosfoprotein (F) bo'lib, u K^+ bilan Na^+ ga qaraganda barqarorligi katta bo'lgan kompleks (K^+F) hosil qiladi.



2.1 -rasm. Natriy va Kaliy ionlarining xujayra membranasi orqali biotransporti

Bu kompleks kaliy ionini hujayra ichkarisiga olib o'tadi va u erdagi ATF bilan ta'sirlashib fosforlashgan fosfoprotein (FF) hosil qiladi va kaliyni ajratib chiqaradi:



Hosil bo'lgan FF hujayra ichki muhitdagi Na⁺ ni o'ziga biriktiradi va uni membrana orqali tashqi muhitga olib chiqadi. Shundan so'ng FF bir vaqtning o'zida ham Na⁺, ham fosfat ionidan ajralib o'zining dastlabki holatini tiklaydi (2.1-rasm).

Organizmdagi natriy ionlarining miqdorini kamayishi osmotik bosimni boshqa ionlar bilan tiklanmaydigan darajada o'zgarishiga olib keladi. Oqibatda suyuqlik hujayra ichiga kira boshlaydi va hujayralar shishib ketadi. Uning miqdorini ortib ketishi esa hujayra ichidagi suvning hujayralararo muhitga chiqishini kuchaytiradi.

Natriyning tibbiyotda ishlatiladigan birikmalari:

NaCl - izotonik (0,86%) va gipertonik (3%, 5% va 10%) eritmalar sifatida foydalaniladi.

NaBr-nerv sistemasining ko'zg'aluvchanligi ortib ketganda undagi ko'zg'alish va tinchlantirish jarayonlarini o'zaro mutanosiblashtirishda qo'llaniladi. Undan nevrosteniya, nevroz, isteriya, uyqusizlik, epilepsiya va boshlang'ich davrdagi qon bosim kasalligini davolashda foydalaniladi.

NaJ - gipertirioz, endemik bo'qoq kasalligida, nafas yo'llarining shamollashida, ko'z kasalligida (katarakta va boshqalar), bronxial astmada ishlatiladi.

NaHCO₃ - antatsid (kislotaga qarshi) modda sifatida qo'llaniladi. Jumladan oshqozon shirasining kislotaliligi ortib ketganda, yuqumli kasalliklar, intoksikatsiyalar natijasida kelib chiqqan metabolik atsidoz hollarida ishlatiladi. Osmotik diurezni kuchaytiruvchi modda sifatida buyrak gipertoniyasi va surunkali buyrak etishmovchiligida foydalaniladi.

Na₂S₂O₃·5H₂O - margumush, simob, qo'rg'oshin; CN⁻, J⁻ va Br⁻ saqllovchi moddalar bilan zaharlanganda antidot (zaharga qarshi) modda sifatida ishlatiladi. Turli allergik kasalliklarda, artritlarda, nevralgiyada, qo'tir kasalligini davolashda ishlatiladi.

Na₂HAsO₄·7H₂O—nevrozlarda, organizm quvvatini oshirish maqsadida, engil kamqonlik (anemiya) kasalliklarida qo'llaniladi.

Na₂B₄O₇·10H₂O— antiseptik modda sifatida tashqi a'zolari davolashda va yosh bolalarning epilepsiya kasalligida ishlatiladi.

Bulardan tashqari tibbiyotda **Na₂SO₄·10H₂O** (glauber tuzi) va **NaNO₂** tuzlari tegishlicha ich yumshatuvchi va qon tomirlarini kengaytiruvchi moddalar sifatida ishlatiladi.

Kaliy. Makrobiogen element bo'lib, barcha to'qimalarda uchraydi. Katta yoshdagi odamning kaliy ioniga 24 soat davomida bo'lgan talabi 2-3 mg/kg, bolalarniki esa 12-13 mg/kg ni tashkil etadi. Uning asosiy depolari - qon hujayralar sitoplazmasi, jigar va taloq. Kaliy hujayra ichki ioni bo'lib, uning

umumiy miqdoridan 98% ga yaqini hujayra ichki suyuqligida oqsillar, karbon suvlar, kreatin va fosfatlar bilan birikkan holda saqlanadi. U natriy singari, osmotik bosimni saqlash va nerv impulslarini hosil qilishda katta ahamiyatga ega. U mushaklar qisqarishini yaxshilaydi. Uning miqdoriy ortishi yurakning qo'zg'aluvchanligi hamda o'tkazuvchanligining pasayishi bilan davom etadi va shu orqali yurakning bir maromida (teskari ta'sirga ega bo'lgan Na^+ bilan birgalikda) ishlashini ta'minlab beradi. Kaliy qator fermentlarning (E) faolligini ularning substartga (S) bo'lgan moyilligini oshirish orqali kuchaytirib beradi. Bunda u E va S orasida ko'priqcha vazifasini bajaradi: $\text{E} \rightarrow \text{K}^+ \rightarrow \text{S}$. Masalan, K^+ ta'sirida piruvatkinaza fermentining fosfoenolpiruvatga bo'lgan moyilligi ortadi. Bundan tashqari substrat ta'sirida K^+ ning fermentga bo'lgan moyilligi 100 barobar ortadi. Kaliy ionlarining membranadan hujayra ichiga o'tishi tabiiy antibiotiklarga tegishli bo'lgan valinomitsin va nonaktinlarga (ionoforlarga) bog'liq bo'ladi. Jumladan, valinomitsin K^+ bilan hujayra membranasi satxida barqarorligi katta ($\text{Na}^+ \rightarrow$ valinomitsin kompleksiga qaraganda 1000 marotaba katta bo'lgan) kompleks hosil qiladi va K^+ membrana satxida tutib qolinadi. Shundan so'ng bu ion bevosita membranada joylashgan ionofor bilan birikadi va oqibatda hujayra ichiga o'tadi.

Kaliyning quyidagi birikmalari tibbiyotda ko'p ishlatiladi.

KCl — yengil diuretik modda sifatida, gipokaliemiya, turli aritmiya hollarida, kuchli qayd qilish hollarida foydalanildi.

KBr va **KJ** qo'llanilishi **NaBr** va **NaJ** singaridir.

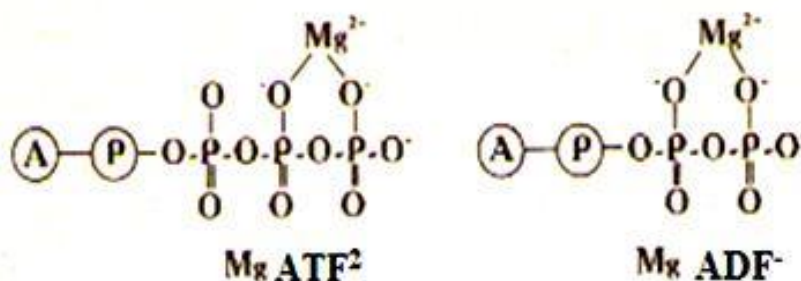
CH_3COOK — engil siydik haydovchi (diuretik) modda sifatida ishlatiladi. Suv yig'ilib qolish hisobiga buyrak va yurakning shishib ketgan xolatlarini yo'qotishda yaxshi foyda beradi.

KMnO_4 — antiseptik modda bo'lib, yaralarni yuvishda, ginekologik va urologik muolajalarda qo'llaniladi.

Magniy. Oligobiogen s-element bo'lib uning odam organizmidagi miqdori $\sim 0,42$ g/kg tashkil etadi. Bu element katta ahamiyatga ega. Masalan, Mg^{2+} ionlari

xlorofill tarkibiga kirib, uning xossalarini belgilashda bevosita ishtirok etadi. Odam organizmidagi 15 ga yaqin fermentlar tarkibida magniy bo'ladi va ularning faolligini ta'minlashda ishtirok etadi. Bu fermentlar ko'pincha fosfor guruhlar bilan ta'sirlashish xususiyatiga ega bo'lib, fosfoefir bog'larini gidrolizlash, substratlardagi fosfat qoldiqlarining ichki molekulyar tashilishini ta'minlab ^{hormon} va boshqa qator jarayonlarni amalga oshiradi.

2.2



4.2-rasm. ATF va ADF larning magniyli komplekslari
(A- adenin, P- riboza qoldiqlari)

Magniy va marganets ionlari ATF va ADF tarkibiga kirib, ularning makroergik tabiatini belgilashda katalizator vazifasini bajaradi (2.2-rasm). Magniy ionlari ribosomalar (RNK sintezi sodir bo'ladigan organellalar) tarkibiga kirib, ularning ikkita subbirliklarini (subbirlik—oqsil molekulasini) o'zaro bog'lovchi ko'priqchalar vazifasini o'taydi. Magniy ionlarining sitoplazmadagi konsentratsiyasi kamayganda ribosomalarining ikki subbirliklari dissotsilanadi; oqibatda hujayraning oqsil sintezlovchi xossalari buziladi va turli saraton kasalliklari kelib chiqadi. Hujayradagi Mg^{2+} nuklein kislotalari bilan kompleks hosil qilish va shu orqali ularning konformatsiyasini barqarorlashtirish xususiyatiga ega. Bu ion ta'sirida nerv impulslarini o'tkazish jarayonlari, mushaklar qisqaruvi ta'minlanadi. Magniy ionlarining hujayra sitoplazmasidagi miqdori tashqi muhitdagi miqdoridan yuqori bo'ladi. Kalsiy ionlari uchun buning teskarisi kuzatiladi. Shu asosda hujayralarda Mg^{2+} va Ca^{2+} ionlarining almashinuvi Mg^{2+} , Ca^{2+} — nasosi orqali borishini taxmin qilish mumkin. Tibbiyotda magniyni quyidagi birikmalari ishlatiladi:

MgO—giperatsid gastitlar, oshqozon va on ikki barmoqli ichak yaralarida antatsid modda sifatida qoʻllaniladi.

Mg(OH)₂·4MgCO₃·H₂O—suv ochadigan va kislotali muhitga ega boʻlgan yaralarni davolashda sepma dori sifatida, oshqozon shirasi kislotaliligi oshganda antatsid modda hamda engil surgi sifatida foydalaniladi.

MgSO₄·7H₂O—ichilganda surgi dori sifatida taʼsir etadi. Qon tomirlarga yuborilganda nerv sistemasini tinchlantiradi va shuning xisobiga qon bosimning kamayishiga olib keladi. Oʻn ikki barmoqli ichakdan oʻt haydalishini kuchaytiradi.

MgO(85%) + MgO₂(15%) —magniy peroksid — dispepsiyalarda, oshqozon va ichaklarda bijg‘ish jarayonlari kuchayib ketganda hamda ich diareyada ishlatiladi.

Kalsiy. Makrobiogen s — element bo‘lib, odam organizmi umumiy massasining 2% ni tashkil etadi. Odamning kalsiyga 24 soat ichida bo‘lgan talabi bir gramm atrofida bo‘ladi. Organizmda saqlanadigan kalsiyning umumiy miqdoridan (~ 1400 g 70 kg odam tana vazniga) 98—99% suyak va tish to‘qimalari tarkibida bo‘ladi. Jumladan suyaklarning mexanik barqarorligini ta‘minlovchi kalsiy tuzining tarkibi $\text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot 3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. Bu tuzdagi bir qism kalsiy Mg^{2+} ga, bir qism OH^- guruhlar esa F^- ioniga almashingan bo‘ladi.

1. Ion holida.
2. Eruvchan, ammo noelektrolit birikmalar.
3. Yuqori molekulyar birikmalar bilan bog‘langan holda (asosan oqsilli komplekslar). Kalsiyning bunday shakl ko‘rinishlari o‘zaro qaytar muvozanat jarayoni orqali bog‘langan bo‘ladi.

Qon tarkibidagi kalsiy miqdorining normal qiymatidan (9-11 mg%) kamayishi (~5-7 mg%) nerv sistemasining qo‘zg‘aluvchanligini ortib ketishiga olib keladi. Qon tarkibidagi Ca^{2+} protrombinni aktiv trombinga o‘tkazish orqali qon ivish jarayonini ta‘minlab beradi. Bundan tashqari u mushaklar qisqarishi va bo‘shashishi jarayonlarida ham ishtirok etadi.

Odam organizmiga tushgan kalsiy ichaklarning shilliq qavatida saqlanadigan maxsus oqsil moddasi bilan bog‘lanadi, shu yo‘sinda tutib qolinadi. O‘z navbatida bu oqsilning sintezlanishi D vitamiga bog‘liq bo‘lib, vitaminning organizmdagi miqdoriy kamayishi bu oqsilning sintezlanishi va demak, Ca^{2+} tutib qolinishini kamaytiradi. Natijada suyaklar elastikligi ortib ketadi va raxit kasalligi kelib chiqadi.

Tibbiyotda Ca^{2+} ning quyidagi birikmalari ishlatiladi:

CaCl₂·6H₂O - qalqonsimon bezning faolligi kamayganda, kalsiemiya hollarida, turli allergik kasalliklarda, tomir sistemasining o‘tkazuvchanligini

pasaytirishda (nur kasalligi, pnevmoniya, plevrit va h. k.), turli teri kasalliklarida (qichima, ekzema, psoriaz va h. k.) qo'llaniladi. Kuchli qon oqish jarayonini toxtatish, magniy tuzlari bilan zaharlanganda esa antidot sifatida ishlatiladi.

CaCO₃ - antatsid modda sifatida ishlatiladi.

Ca(CH₃CH(OH)COO)₂·5H₂O - kalsiy laktat - CaCl₂ qo'llanilgan hollarda foydalaniladi.

Ca(HOCH₂(CHOH)₄COO)₂·H₂O - kalsiy glyukonat — qo'llanishi CaCl₂ va kalsiy laktat kabidir.

Ca(OOCCH(NH₂)(CH₂)₂COOH)₂ - kalsiy glutaminat - tan jaroxati oqibatida kelib chiqqan epilepsiyani, tuberkulyoz, meningit, poliomieliit va turli asab kasalliklarini davolashda ishlatiladi, kalsiy glitserofosfat - raxit kasalligini davolashda, kuchli toliqqanlik hollarida qo'llaniladi.

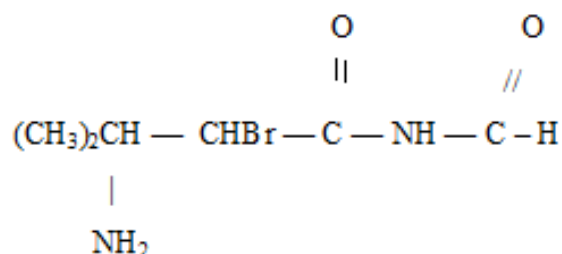
Xlor. Odam organizmining 0,08% ni (og'irlik foizini) tashkil etadigan oligobiogen element bo'lib, asosan ionlashgan holda bo'ladi. U Na⁺ va K⁺ ionlari bilan birgalikda tirik organizmning osmotik bosim qiymatlarini belgilash hamda nerv impulslarining o'tkazuvchanligini ta'minlashda ishtirok etadi. Shu sababli uning kamayishi suv balansi va nerv o'tkazuvchanligining buzilishiga olib keladi.

Tibbiyotda uning NaCl tuzi bilan bir qatorda elementning kislota shakli ham qo'llaniladi.

HCl - (8,2—8,4% suvli eritma) — oshqozon shirasining kislotaliligi kamayib ketganda ishlatiladi. Tarkibida temir saqlagan dorivor moddalarning so'rilishi va o'zlashtirilishini kuchaytiruvchi modda sifatida shu preparatlar bilan birgalikda qo'llaniladi.

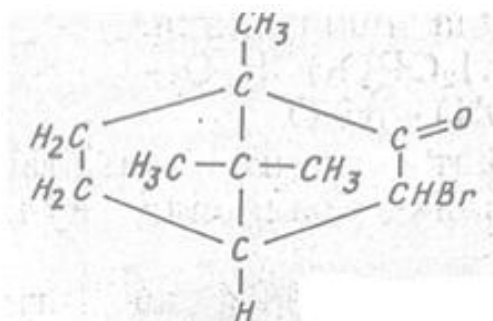
Brom. Mikrobiogen p - element bo'lib, uning asosiy depolari vazifasini gipofiz, qalqonsimon bez, taloq, aorta tomir devorlari hamda buyrak usti bezi bajaradi. Organizm ozuqa moddalari tarkibida tushgan bromning umumiy miqdorining 1/5 qismini o'zida tutib qola oladi. Brom ta'sirida qalqonsimon bezning faolligi kamayish hollari kuzatiladi. Jumladan, uzoq vaqt brom

saqlovchi moddalarning organizmga tushishi bu bez tarkibidagi yod miqdorining kamayishi oqibatida uning gipertrofiyasi (kattalashib ketishi) va gipoterioz xolatlarini keltirib chiqaradi. Bu element markaziy nerv sistemadagi tormozlanish holatlarini kuchaytiradi. Tibbiyotda bromli moddalar NaBr va KBr tinchlantiruvchi vositalar sifatida ishlatiladi. Bulardan tashqari tarkibida brom bo'lgan quyidagi moddalar ham qo'llaniladi.



Bromizoval (bromural)—tinchlantiruvchi va uyqu, dori sifatida foydalaniladi

2.



Bromkamfora – tinchlantiruvchi va yurak ishini yaxshilovchi modda sifatida nevrasteniya va yurak nevrozlarida ishlatiladi.

Yod. Bu elementning odam tanasidagi umumiy miqdori 20-25 mg ni tashkil etadi. Bu miqdorning yarmiga yaqini mushaklarda, 1/10 qismi terida, 1/17 qismi suyaklarda saqlanadi. Qalqonsimon bezdagi yod miqdori ~6 mg ni tashkil etadi. Yodning qondagi o'rtacha (normal) miqdori 12,6 mkg% ni tashkil etadi. Gipoterioz holatida bu miqdor 5 mkg% gacha kamayishi mumkin. Miksedema kasalligida esa bu miqdor yana ham kam bo'ladi. Yodli gormonlar organizmning o'sishi, fiziologik va psixik rivojlanishiga bevosita ta'sir etadi.

Yodning etishmovchiligi endemik bo'qoq kasalligini kelib chiqishiga sabab bo'ladi. Yer kurrasida 1960 yilga qadar bo'qoq kasalligi bilan og'rigan 200 mln. ga yaqin odam bo'lgan. Bu kasallikning kelib chiqishi faqat yod miqdorining

kam bo'lishigagina emas, balki boshqa biogen elementlarning miqdoriga ham bog'liq bo'ladi. Masalan, yod kam bo'lgan biogenokimyoviy provinsiyalarda mis miqdori ham kam bo'ladi. Shu sababli endemik bo'qoq kasalligini davolashda yodli preparatlar bilan bir qatorda misli moddalardan foydalanish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Tarkibida yod saqlagan va tibbiyotda ishlatiladigan moddalar quyidagilardir:

Yodning spirtidagi 10% eritmasi - antiseptik modda sifatida teri yuzasi, yara atrofini ishlashda qo'llaniladi.

Lyugol eritmasi — 1 qism J_2 + 2 qism KJ + 17 qism H_2O - tomoq va og'iz bo'shliqlarini ho'llash (dezinfeksiyalash) maqsadida ishlatiladi.

CHJ₃ - yodoform - sepki va surtki dorilar tarkibiga antiseptik modda sifatida kirib, yiring bog'lagan yaralarni davolashda qo'llaniladi.

Mis. Misning odam organizmidagi umumiy miqdori 100-150 mkg tashkil etadi. Asosiy deposi jigardir. Organizmdagi mis ko'p hollarda oqsillar (fermentlar) va vitaminlar bilan birikkan bo'ladi. Shu bilan birga misning o'ziga xos xususiyatlari oksidlovchi fermentlar, jumladan sitoxromoksidaza va seruloplazminlar tarkibida aniq namoyon bo'ladi. Mis miqdorining kamayishi sitoxromoksidazalik faollikni normaga qaraganda 8 marotabagacha pasayishiga olib keladi. Mis miqdorining fiziologik qiymatlargacha ortishi esa bu faollikning qayta tiklanishiga sabab bo'ladi. Qon zardobidagi misning asosiy qismi oqsil moddalari (α -globulinlar) bilan birikkan holda bo'ladi. Bu kompleks *seruloplazmin* deb ataladi va u jigarda sintezlanib, shundan so'ng qon tarkibiga o'tadi.

Mis ionlari qator fermentlar (ishqoriy fosfotaza, so'lak amilazasi, lipazalar va h.k.) tarkibidagi SH—guruhlar bilan ta'sirlashib kompleks hosil qiladi va ferment faolligini kamayishiga olib keladi.

Ozuqa mahsulotlari tarkibida mis mo'l bo'lishi ularda B1 vitamin miqdorining ortishiga va organizm tomonidan yaxshi o'zlashtirilishiga olib

keladi. Shu bilan bir qatorda organizmdagi misning miqdori ortishi vitamin C ning kamayishiga olib keladi. Bunga asosiy sabab mis askorbinoksidaza fermenti (vitamin C ni oksidlovchi ferment) tarkibiga kirib, uning faolligini orttirib yuborishidir. O'z navbatida vitamin A ning miqdorini ortishi mis va askorbinoksidazaning faolligini pasayishiga olib keladi. Mis qon hosil bo'lish jarayonida ishtirok etadigan elementdir. U eritrotsitlar tarkibiga kirib, ularning yetilishiga va gemoglobin sinteziga ijobiy ta'sir ko'rsatadi. Bunda mis ta'sirida temirning almashinish jarayonlarining faollashuvi kuzatiladi. Mis organizmdagi karbon suv almashinuviga ta'sir etadi. Masalan, qand kasalligi bilan og'rigan bemorlarga 2,5 mg $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ berilganda ularning qoni va siydigidagi qand miqdorining kamayishi kuzatiladi. Tibbiyotda $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ning 0,25% suvli eritmasi antiseptik modda (kon'yunktivitlarda) sifatida ishlatiladi. Uning 1% li eritmasi kam qonlikda qo'llaniladi. Ba'zan bu tuz viteligo (pes) kasalligini davolashda qo'llanilishi mumkin. Rux. Uning turli a'zo va to'qimalardagi miqdori o'zaro farqlanadi. Masalan, uning qondagi miqdori 0,8-0,9 mg% ni tashkil qilib, shundan 35% qizil qon tanachalarida (eritrotsitlarda), 12% - qon zardobida, 3% esa oq qon tanachalarida (leykotsitlarda) saqlanadi. Qon zardobidagi rux ionlarining ~ 34% globulinlar bilan, qolgan miqdori esa oqsillar bilan beqaror birikkan bo'lib shu holda tashiladi. Organizmga tushgan rux ionlari 3 soat ichida ko'p miqdorda oshqozon osti bezi, jigar va buyraklarda yig'iladi va shundan so'ng boshqa a'zo hamda to'qimalarga tarqaladi. Ichki sekretiya bezlarining shu jumladan jinsiy bezlarning faoliyati ko'p hollarda rux ionlariga bog'liq bo'ladi. Masalan, gipofizning gonodatrop gormoniga rux ionlarining qo'shilishi gormon ta'sir effektini 40-50 barobar ortishiga olib keladi.

Rux insulin gormoni tarkibiga kirib, uning gipoglikemik ta'sirini oshiradi. Qand kasalligida siydik orqali organizmdan chiqib ketadigan rux miqdori normadagidan 3-4 barobar ortiq bo'ladi. Bu biogen elementning ahamiyatli

xususiyatlaridan yana biri uning organizmning immunitetni oshirishda ishtirok etishidir.

Amaliy tibbiyotda tarkibida rux saqlagan quyidagi moddalardan foydalaniladi:

ZnO—sepma dori (teri namligini o'ziga tortuvchi), dezinfeksiyalovchi modda sifatida turli teri kasalliklarini davolashda ishlatiladi.

ZnSO₄·7H₂O—antiseptik modda sifatida konyuktivitlarda, surunkali kataral loringitda qo'llaniladi.

Marganets. Deyarli hamma a'zo va to'qimalarda uchraydi, boshqa biogen elementlar singari qator fermentlar tarkibiga kiradi, oqsil va vitaminlar bilan bog'langan bo'ladi. Masalan, Mn²⁺ leysinaminoekzopeptidaza fermentining faol markazini tashkil qiladi, qon va to'qima fosfatazalari, qon zardobi peptidazalari, fosfoglyukomutaza va boshqa qator fermentlar uchun esa aktivator vazifasini bajaradi.

Marganets qator vitaminlarning almashinuviga ta'sir etadi. Jumladan Mn²⁺ organizm tomonidan B₁ vitaminini o'zlashtirishda ishtirok etishi mumkin. Mn²⁺ miqdorining kamayishi B₁ bo'yicha avitaminoz yoki gipovitaminoz holatlarining kelib chiqishiga sabab bo'ladi. Marganets ioni ta'sirida glyukozadan vitamin C sintezlanish jarayonlari kuchayadi. Bu biometallning organizmdagi taqchilligi vitamin E ning miqdorining kamayishiga olib keladi.

Marganets ta'sirida insulinning gipoglikemik ta'siri kuchayib qondagi qand miqdorining kamayishi kuzatiladi. Bu element ta'sirida qondagi xolesterin miqdori kamayib, ateroskleroz kasalligining tuzalishi tezlashadi. Bundan tashqari Mn²⁺ tuzlari qizil qon tanachalari va gemoglobin miqdorining ortishiga olib keladi. Elementlarning bunday xossasi uning eritrotsitlar tarkibiga kirib, porfirinlar sinteziga ta'sir etishi bilan bog'liq bo'lishi mumkin.

Qator yuqumli kasalliklarda marganetsning qondagi miqdori sezilarli darajada ortadi. Bu organizmning ximoya turlaridan biri bo'lib, Mn²⁺ boshqa

elementlar bilan bir qatorda qondagi zaharli moddalarni kompleks birikmalar holida bog'laydi.

Tibbiyotda uning quyidagi birikmalari ishlatiladi:

KMnO₄ — dezinfeksiyalovchi modda sifatida;

MnSO₄—ateroskleroz kasalligini davolashda boshqa moddalar bilan birgalikda ishlatiladi.

Temir. Odam organizmidagi temirning umumiy miqdori 4-6 g yoki 50-60 mg/kg ni tashkil etadi Organizmdagi temirning eng ko'p miqdori (60-75%) qizil qon tanachalarida (gemoglobinda), 15-16% temir oqsilli kompleks tarkibida, 3-5% mioglobinda, 0,1% ga yaqin fermentlar tarkibida bo'ladi. Odam organizmidagi temir hosil qiladigan endogen komplekslar o'z xossalariga ko'ra quyidagilarga bo'linadi.

Temir geminli komplekslar — gemoglobin, sitoxrom oksidazalar, peroksidazalar, katalazalar, mioglobin (mushak temiri).

Nogemin — temirli komplekslar — ferritin, gemosiderin, ferroaskorbat va h. k. (to'qima temiri).

Zardobdagi temir kompleksi — siderofillin (transferin).

Yuqoridagilardan tashqari organizmdagi temir tez (gemoglobindagi, zardobdagi va iliklarda saqlanadigan temir) va sekin almashinadigan (ferment va depolardagi temir) sinflarga bo'linadi. Temir almashinuvi va uni qon tarkibidagi miqdorining boshqaruvi jigar orqali amalga oshadi. Almashinuv jarayoni qon zardobida saqlangan va temir tashuvchi vazifasini bajaruvchi transferin deb ataluvchi oqsillar hisobiga bo'ladi. Transferin bilan bog'langan temir ionlari qon zardobidan iliklarga tashiladi va u erda qon hosil qilish jarayonida bevosita ishtirok etadi. Qizil qon tanachalarining fiziologik parchalanishi natijasida ajralib

chiqqan temirning 9/10 qismi yana qaytadan shu shaklli elementlarning tarkibiga

o'tadi, qolgan qismi esa organizmdan ichak sistemasi orqali chiqib ketadi.

Temir ionlari qator fermentlar tarkibiga kirib (katalaza, sitoxromlar, oksidazalar va h. k.) oksidlanish-qaytarilish jarayonlarida bevosita ishtirok etadi. Temir immunobiologik jarayonlarda katta ahamiyatga ega. Organizmdagi temir miqdorining kamayishi alimantar anemiya (kamqonlik) kelib chiqishi va immunitetning kamayib ketishiga sabab bo‘ladi.

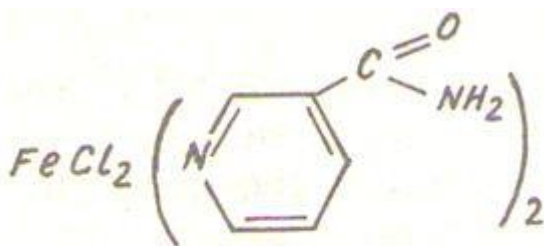
Temirning asosan quyidagi birikmalari tibbiyotda ishlatiladi.

Fe - qaytarilgan temir — gipoxrom (temir etishmasligi) anemiyasini davolashda ishlatiladi.

FeSO₄·7H₂O qo‘llanilishi qaytarilgan temir singaridir.

Fe₂(CH₂OH-CHO(PO₃)-CH₂OH)₃·nH₂O — temir glitserofosfat — gipoxrom anemiya, asteniya holatlarida foydalaniladi.

Fe(CH₃-CH(OH)-COO)₂·3H₂O — temir laktat — gipoxrom anemiyani davolashda ishlatiladi.



Feramid

Feramid — postgemorragik (qon yo‘qotish oqibatida kelib chiqqan kamqonlik) va temir kamchiligi kamqonliklarida ishlatiladi. Yuqoridagilardan tashqari kamqonlik kasalligini davolashda feropleks, konferon, ferrokal, kaferid, gemofer, ferrotseron, ferbitol, ferkofen, ferrum lek, oksiferriskarbon deb atalgan dorivor moddalar ham ishlatiladi.

Kobalt. Kobalt tirik organizmlardagi turli oqsil moddalari, aminokislotalar, platsenta va boshqalar bilan bog‘langan bo‘ladi hamda nixoyatda katta ahamiyatga ega bo‘lgan vitamin B₁₂ (kofaktor) tarkibiga kiradi.

Kobalt qon hosil bo‘lishida ishtirok etadi. U temir ionlarining yangi hosil bo‘layotgan qizil qon tanachalardagi gemoglobin tarkibiga kirishini

jadallashtiradi. Shu sababli kamqonlik kasalliklarida temirli moddalar bilan birgalikda Cu^{2+} va Co^{2+} tuzlarini qo'llash yaxshi natijalar beradi.

Kobalt oqsil, yog'lar, karbon suvlar almashinuviga hamda organizmning o'sishi va rivojlanishiga faol ta'sir etadi. Bu element ta'sirida to'qimalarda yig'iladigan A, C, K va B guruh vitaminlarning miqdori ortadi, nikotin kislota (vitamin PP), piridoksin (B_6) sintezlanishi kuchayadi. Kobaltning organizmga yuborilgan kichik miqdori gipoglikemiya, katta miqdori esa giperglikemiya holatlarini chaqiradi. Bu elementning organizmga kam miqdorda tushishi kalsiy va fosfor o'zlashtirilishining kamayishiga olib keladi. Kobalt ta'sirida suyak va ichak fosfatazalari, karboksilaza, arginaza, katalaza, ko'pgina peptidazalar faolligi ortadi,

suksinatdegidraza va sitoxrom oksidaza fermentlarining faolligi kamayadi.

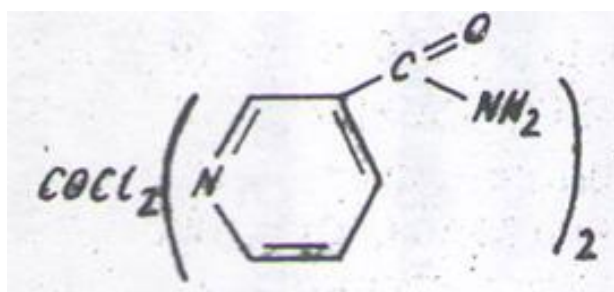
Kobalt ta'sirida qalqonsimon bezlardagi yod miqdori esa keskin kamayib ketadi.

Tibbiyotda uning quyidagi birikmalari dori sifatida ishlatiladi:

Sianokobalamin (B_{12}) - kamqonlikda, nurlanish kasalligida, chaqaloqlar distrofiyasida, jigar xastaligida, bolalar serebral falajida, turli teri kasalliklarida va boshqa ko'pgina kasalliklarda qo'llaniladi.

Oksikobalamin - B_{12} ning analogi hisoblanadi va sianokobalamin singari ishlatiladi.

Kobamamid - B_{12} ning tabiiy kofermenti bo'lib yuqoridagi moddalar singari qo'llaniladi.



Koamid – gipoxrom, gipoplastik kamqonliklarni davolashda foydalaniladi.

Ba'zi noorganogen elementlarning zaharli ta'siri. Kimyoviy elementlar ikki turga organogen va noorganogenga farqlanadi:

1. ***Organogen elementlar*** — tirik organizmdagi moddalarga tarkibiy qism sifatida kirib, ularning xossalarini belgilaydigan elementlar.

2. ***Noorganogen elementlar*** — tirik organizmlarda ma'lum miqdorda saqlanadigan, ammo biron-bir biologik faol moddalar tarkibiga kirishi hamda hayotiy jarayonlarda bevosita ishtirok etishi aniq bo'lmagan elementlar. Ularning organizmdagi miqdorini birmuncha ko'payishi organizmga zaharlovchi ta'sir ko'rsatishga olib keladi.

Ko'pgina elementlar va ularning birikmalari uchun atrof-muhitda mavjud bo'lishi mumkin bo'lgan hamda odam organizmiga zarar keltirmaydigan miqdori aniqlangan. Bu kattalik element mavjud bo'lishining *chegara konsentratsiyasi* (ChK) deb ataladi. Elementlarning bu qiymat chegarasidan ortib ketishi ekologik xavfli muhit kelib chiqishiga olib keladi.

Elementlarning zaharli ta'siri ularning atom tuzilishiga, endogen komplekslanish xossalariga, organizmda depolanish xususiyatiga va boshqa qator omillarga bog'liq. Umuman olganda odam organizmiga ozuqa moddalari, suv va havo orqali doimiy ravishda turli element birikmalari tushib turadi. Ularning miqdorlari ChK dan kam bo'lganligi sababli organizmga deyarli zarar ko'rsatmaydi. Ammo ularning miqdori ortib borishi zaharlanish hollarining kelib chiqishiga sabab bo'ladi. O'z-o'zidan tushunarliki ularning miqdori qanchalik yuqori bo'lsa, salbiy ta'sir oqibati ham shunchalik og'ir bo'ladi.

Elementlar ta'sir effektining ular miqdoriga bog'liqligi shu element birikmalarini tibbiyotda qo'llash imkoniyatini yaratadi. Jumladan, tarkibida noorganogen elementlar saqlovchi moddalarni kam miqdorlari turli kasalliklarni davolashda qo'llanishi odam organizmi zaharlanishiga olib kelmasligiga asoslangandir. Ammo ana shu miqdor kasalliklar chaqiruvchi

mikroorganizmlarning o'sishi va ko'payishini to'xtatish hamda ularni nobud qilishga yetarli bo'ladi.

Organogen va noorganogen elementlarning miqdoriga bog'liq bo'lgan zaharli ta'siri ularning organizmning tuzilish birliklariga (membrana, hujayra organellalari, hujayra, to'qima, a'zolar tuzilishi) buzuvchi omil sifatida ta'sir etishi bilan belgilanadi. Shunga binoan elementlarning ta'sirini belgilashda quyidagilardan foydalaniladi:

1) ***kritik effekt;***

2) ***hujayra va a'zolar uchun kritik miqdor (konsentratsiya);***

3) ***kritik a'zo.***

Bu tushunchalar kimyoviy moddalarning ta'sirini oldindan aytib berish va uning zaxarlovchi tabiatining oldini olishda katta ahamiyatga ega.

Kimyoviy modda yoki elementning zaharli ta'siri natijasida kuzatiladigan har qanday salbiy o'zgarishlar shu modda va elementning *kritik effekti* deb ataladi. Hujayra faoliyatini anomal darajada buzilishiga olib keladigan elementning eng kichik miqdori shu elementning hujayra uchun *kritik miqdori* deyiladi. Bu anomal o'zgarishlar qaytar va qaytmas tabiatga ega bo'lishi mumkin. Elementning miqdori kritik konsentratsiyadan qanchalik yuqori bo'lsa, hujayraning funksional buzilishi shunchalik kuchli bo'ladi. Hujayraning nobud bo'lishiga olib keladigan elementning eng kichik miqdori hujayra uchun ***letal (o'lim chaqiradigan) miqdor*** deb ataladi.

Elementning a'zolar faoliyati buzilishiga olib keladigan eng kichik miqdori aynan shu a'zo uchun kuzatiladigan *kritik miqdori* deb ataladi.

Aynan biror-bir sharoitda element ta'sirida kritik holat kelib chiqqan har qanday a'zo - *kritik a'zo* deb ataladi. Shuni ham ta'kidlab o'tish zarurki o'zida tashqi muhitdan tushgan elementning eng ko'p miqdorini saqlaydigan har qanday a'zo kritik tabiatga ega bo'lavermaydi. A'zolarining kritik tabiati ulardagi jarayonlarning qay darajada o'zgarganligi bilan belgilanadi. Kritik a'zolar yana *nishon-a'zolar* deb ham ataladi. Masalan, organizmda simob miqdori ortsa turli

a`zolar zararlanadi. Ammo eng kuchli zararlanish buyraklarda kuzatilib, ularning faoliyati keskin buziladi. Shu sabali simob ionlari uchun nishon-a`zo buyraklar hisoblanadi.

Bariy. Bariyning birikmalari kimyo, to`qimachilik va shisha ishlab chiqarish sanoatida keng ishlatiladi. Uning eruvchan tuzlari nihoyatda zararlidir. Masalan,  $\text{BaCl}_2$  uchun havodagi chegara konsentratsiyasi  $0,4 \text{ mg/m}^3$  ni tashkil etadi. Bundan  $\text{BaSO}_4$  mustasno bo`lib, uning eruvchanligi nihoyatda kichik, zichligi esa katta ($4,5 \text{ g/sm}^3$) bo`lganligi sababli u rentgenologiyada keng qo`llaniladi.

Odam organizmidagi bariy tuzlarining miqdori $0,35 \text{ g}$ dan ortsa lohaslik, silliq mushaklar spazmi, qon tomirlarining torayishi oqibatida qon bosimining ko`tarilishi, yurak urishining tezlashuvi, aritmiya va boshqa kasalliklar kelib chiqadi. O`tkir gastroentrit va leykotsitoz kuzatiladi. Jigar hujayralari yog`to`qimalariga aylana boshlaydi. Suyak tarkibidagi Ca^{2+} ionlarining miqdori kamayib, Ba^{2+} miqdori ko`payadi. Oqibatda suyaklar deformatsiyasi va sinuvchanligi ortadi va bu holat bariyli raxit deb ataladi.

Stronsiy. Bu element tuzlarining zaharligi Ba^{2+} ga qaraganda biroz kam bo`ladi. Ammo shunga qaramasdan uning organizmda ko`plab yig`ilishi (osteotrop element) suyaklar tarkibidagi  $\text{Ca}^{2+}$  ning kamayishi va  $\text{Sr}^{2+}$  ortishi (antagonistik ta`sirlashuv) hisobiga stronsiyli raxitni keltirib chiqaradi. O`z navbatida  $\text{Ca}^{2+}$  ionlari miqdorining ortishi  $\text{Sr}^{2+}$  ning organizmdagi o`zlashtirish miqdorining kamayishiga olib keladi.

Atom elektrostansiyalari ishlashi jarayonida radioaktiv stronsiy hosil bo`ladi va u organizmda yig`ilib kamqonlik, leykoz (qon saratoni) va boshqa turdagi saraton kasalliklarini keltirib chiqaradi. Shu bilan bir qatorda ^{89}Sr va ^{90}Sr izotoplarining kichik miqdorlari tibbiyotda, jumladan suyak saraton kasalliklarini davolashda ishlatiladi.

Kadmiy. Sanoatda yengil eruvchan qotishmalar olishda (bosmaxonalarda) ishlatiladi. CdS fluorissensiyalashuvchi bo`yoqlar tarkibiga kiradi. Cd^{2+} uchun ChK suvda — 10 mkg/l , tuproqda 200 mkg/kg ,

havoda esa $0,1 \text{ mg/m}^3$ dan oshmasligi kerak. Odam organizmiga tushgan Cd^{2+} ionlari asosan jigar va buyrakda yig'iladi. Bu element antagonistik ta'sirlashuv hisobiga organizmdagi Zn^{2+} va Ca^{2+} ionlarini keskin kamaytiradi va rux hamda kalsiy etishmovchiligi natijasi hosil bo'ladigan kasalliklarni keltirib chiqaradi. Kadmiy fermentlardagi CH — guruhlar bilan birikib endogen komplekslar hosil qiladi va fermentlar faolligini kamaytirib yuboradi.

Bu element ta'siri ostida yurak-qon tomir sistemasi zararlanadi, turli saraton kasalliklari kelib chiqadi, buyrak faoliyati buziladi. Ichak sistemasiga (kapillyar yorilishi hisobiga) qon oqish hollari kuzatiladi. Modda almashinuvi keskin buzilishi oqibatida jigar xujayralari yog'to'qimalariga aylana boshlaydi. Kadmiy stomatologiyada plombalovchi amalgamalar tarkibida qo'llaniladi.

Simob. Bu element nihoyatda xavfli bo'lib HgSO_4 va HgCl_2 ozuqa mahsulotlari bilan organizmga tegishlicha $0,192 \text{ mmol/kg}$ va $0,136 \text{ mmol/kg}$ miqdorlarda kirishi oshqozon-ichak sistemasi, jigar, buyrak, turli bezlarni faoliyatini buzib yuboradi va o'lim chaqiradi. Hg ning havodagi ChK si $1 \cdot 10^{-5} \text{ mg/m}^3$ dan oshmasligi kerak. Nafas yo'llari bilan organizmga kirgan simob bug'lari MNC ni zararlaydi. Simob bilan zaharlanish oqibatida oshqozon-ichak sistemasida qattiq og'riq paydo bo'ladi, surunkali qayd qilish kuzatiladi. Axlat bilan qon ajralib chiqadi. O'tkir zaharlanish oqibatida oshqozon va ichaklarda yaralar paydo bo'ladi, hamda ularning chirishi (nekrozi) kuzatiladi. Surunkali zaharlanishda teri sathidagi junlar (soch, qosh va h. k.) to'kilib ketadi, tishlar va tirnoqlar tushib ketadi. Biosferadagi simob miqdorining ortishi bo'qoq, yukumli kasalliklar, nafas va qon aylanish sistemalarining hamda siydik yo'llari, quloq, tomoq va burun xastaliklarining ko'payishiga sabab bo'ladi.

Simob birikmalari tibbiyotda antiseptik moddalar sifatida teri va boshqa tashqi a'zolar kasalliklarini davolashda qo'llaniladi.

HgO—teri (seboriya) va koʻz kasalliklarida (keratit, konʻyuktivit va h. k.) 2 % li surtki dori sifatida ishlatiladi.

HgCl₂ — juda kam miqdorlarda antiseptik modda sifatida teri kasalliklarini davolashda qoʻllaniladi.

Hg₂Cl₂ — surtki dori sifatida blennoreya va koʻz shox pardalari kasalliklarida qoʻllaniladi.

Hg(CN)₂·HgO—simob oksitsianid. Uning oʻta suyultirilgan eritmaları (1:5000—1:10000) dezinfeksiyalovchi modda sifatida blennoreya, gonoreya, konʻyunktivitlar, sistitlar bilan kasallangan aʼzolarni yuvishda ishlatiladi.

HgNH₂Cl — simob amidoklorid — antiseptik surtki dori sifatida teri kasalliklarini (piodermiya va h. k.) davolashda foydalaniladi.

Alyuminiy. Uning suv havzalaridagi ChK— 0,016 mg/l, havodagi ChK esa 0,5 mg/dm³ dan oshmasligi kerak. Aks holda u odam organizmga koʻp miqdorda tushadi va fosfat kislota qoldiqlarini saqlovchi biologik faol moddalarning metabolizmini buzadi.

Toʻqimalar metabolizmining energetik taʼminoti ATF/ADF nisbatlari bilan bogʻliq boʻladi. Alyuminiy ionlari esa PO₄³⁻ qoldiqlari bilan birikib $ATF \leftrightarrow ADF + F_n \leftrightarrow AMF + 2F_n$ muvozanatini oʻngga surilishiga olib keladi va toʻqimalardagi modda almashinuvini buzilishiga sabab boʻladi. Jumladan, ATF miqdorining kamayishi ichaklar orqali glyukozaning soʻrilishi hamda jigardagi glikogen miqdori kamayishiga olib keladi. Organizmning oʻsishi va rivojlanishi susayib ketadi.

Alyuminiy Mg²⁺ ionlariga antagonist boʻlganligi sababli ribosomalarning makrotuzilishini buzadi. Bu esa oʻz navbatida nuklein kislotalar sintezlanishiga taʼsir etadi va saraton kasalliklarining shakllanishiga sabab boʻladi. Alyuminiy miqdori juda ortib ketganda skeletlarda raxitsimon oʻzgarishlar kuzatiladi. U toʻqima oksillari bilan barqaror ravishda birikib, ulardagi modda almashinuvining buzilishiga olib keladi.

Tibbiyotda $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ shilliq qavatlar kataraktasida qo'llaniladi. Bundan tashqari $Al(OH)_3$ antatsid modda sifatida, $Al(OH)(CH_3COO)_2$ (Burov suyuqligi) mexanik ezilgan to'qimalarga kompress sifatida qo'yiladi.

Qo'rg'oshin. Uning havodagi ChK —0,01 mg/m³ ni tashkil etadi. Organizmga $Pb(CH_3COO)_2$ ning 145 mg/kg miqdorda tushishi o'lim bilan tugaydi.

Nafas yo'llari bilan o'pkaga kirgan qo'rg'oshin bug'lari va shu element saqlagan changlar butun o'pka orqali so'riladi. Bu jarayon bronxiola va alveolalarda jadal ravishda amalga oshadi. O'z navbatida ularning qon sistemasiga o'tadigan miqdori zarracha o'lchamlariga bog'liq bo'ladi. Masalan, zarra o'lchami 0,65 mkm bo'lsa 65 ± 2 %, agar 0,75 mkm bo'lsa, 46-57 % qo'rg'oshin birikmalari qonga so'riladi.

Organizmga tushgan qo'rg'oshinning asosiy miqdori qizil qon tanachalarida va suyaklarda (4-50 %) yig'iladi. Depolardagi Pb^{2+} uzoq vaqt (hatto butun hayot davomida) saqlanib, u erdan qonga o'tib organizm zaharlanishining doimiy xavfini yaratadi.

Qon sistemasida qo'rg'oshinning asosiy miqdori qizil qon tanachalarining membranasidagi SH, PO_4^{3-} va boshqa guruhlar bilan birikadi va ularning gemolizlanishiga sabab bo'ladi. Suyaklardagi qo'rg'oshin iliklardagi qator fermentlarning faolligini kamaytirish orqali gemoglobin tarkibiga kirgan porfirin halqasi sintezlanishini susaytirib yuboradi va qo'rg'oshinli kamqonlikni (plumbizm) keltirib chiqaradi. Suyaklardagi qo'rg'oshin miqdorining ortishi Ca^{2+} ionlari miqdorining kamayishiga va suyaklar deformatsiyasining kuchayishiga olib keladi.

Qo'rg'oshin bilan zaharlanish oqibatida milklarda dog'lar paydo bo'ladi, nerv sistemasi ishdan chiqadi, ichki a'zolarida qattiq og'riq paydo bo'ladi. Kam quvvatlik, bosh aylanishi, xushdan ketish, falajlanish hollari kelib chiqadi. Bu metall ionining SH- guruhlarga bo'lgan moyilligi yuqori bo'lib, u qator

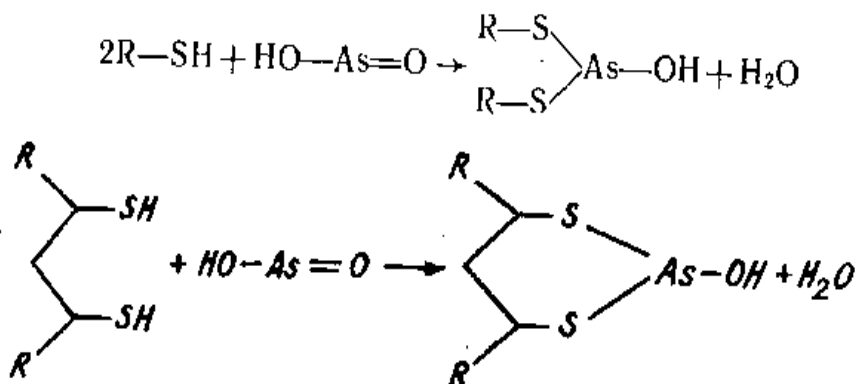
fermentlar va oqsillarning shu guruhleri bilan komplekslanib, ular faolligining kamayishiga olib keladi.

Qo'rg'oshinning oqsil moddalari bilan birikishining moyilligi yuqori bo'lganligi asosida uning ba'zi birikmalari tibbiyotda qo'llaniladi. Masalan:

PbO — plastirlar tarkibiga kiritilib, teri yiringli kasalliklarini, furunkullar, karbonkullarni davolashda qo'llaniladi.

Pb (CH₃COO)₂ · 3H₂O—teri shilliq qavatlarini davolashda qo'llaniladi.

M a r g i m u s h . Bu element kuchli zaxarlovchi ta'sirga ega bo'lib, uning havodagi ChK si 0,3 mg/m³, suvdagi miqdori esa 0,05 mg/l dan oshmasligi kerak. Arsenitlar (As(III) birikmalari) tiol guruhlarini (SH) zaharlovchisidir. Jumladan oqsil va fermentlarning SH- guruhleri quyidagi ta'sirlashuvlar orqali ingibirlanadi:



Margimushning eng kuchli zaharli xususiyatga ega bo'lgan hosilalaridan biri bo'lgan arsin (AsH₃) yuqori darajada qaytaruvchilik tabiatiga ega bo'lib, gemolitik zahar tabiatiga ega. U birinchi navbatda gem faolligini ingibirlaydi:

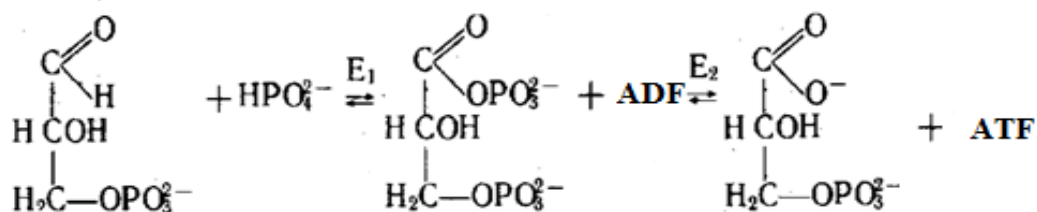


Buning natijasida eritrotsitlar gemolizi kuchayib ketadi va buyrak kanalchalari yopilib qolishiga sabab bo'ladi. Bu esa o'z navbatida o't kislotalari va ularning metabolitlarini siydik orqali chiqib ketishini kamaytiradi va tananing sarg'ayib ketishiga olib keladi.

Yuqoridagilardan farqli ravishda arsenat ionlari (HAsO₄²⁻) qator fosforlanish jarayonlariga ta'sir etib, HPO₄²⁻ ionlari bilan raqobatlanishi oqibatida bu jarayonlarning buzilishiga olib keladi. Bunda HPO₄²⁻ ionlari

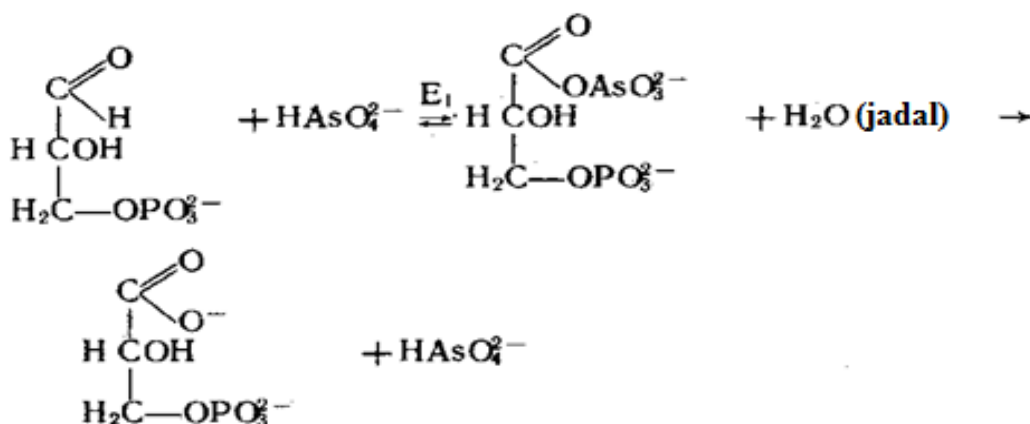
ishtirokida glitseraldehid-3-fosfat 1,3- difosfatglitseratga va shundan so'ng 3-fosfoglitseratga aylanadi.

Buning natijasida ATF ajralib chiqadi:



bu erda E_1 — glitseraldehid-3-fosfatdehidrogenaza, E_2 - ADF-kinaza.

Arsenat ionlari bu jarayonning oxirgi mahsulotining tabiatiga ta'sir etmagan holda, uning yo'nalishini o'zgartirib yuboradi. Buning natijasida ATF sintezlanishi to'xtaydi:



Bundan tashqari, arsenatlar mitoxondriyalardagi pirouzum kislotasining metabolismm jadalligining kamayishiga olib keladi. Buning asosiy sababi HAsO_4^{2-} ionlarining fosforlanishi jarayoniga salbiy ta'sir etishi va fermentlarning ditiol guruhlar bilan bog'lanishi bo'lib hisoblanadi. Oqibatda karbon suvlar, aminokislota va yog'larning metabolismmi buziladi.

Odam organizmining margimush bilan o'tkir zaharlanishida uning asosiy miqdori parenximatoz a'zolarida, surunkali zaharlanishda esa suyak, teri va sochlarda yig'iladi. Uning ta'siri ostida kapillyarlar falajligi kelib chiqadi. Margimushning ba'zi birikmalari nekroz chaqiradi.

Organizmdagi margumush miqdori keskin ortib ketganda nerv hujayralari yog' moddalariga aylanadi, turli saraton kasalliklari paydo bo'ladi. Bundan

tashqari «**qora oyoq kasalligi**» kelib chiqadi. Bunda oyoq barmoqlari, ba’zida esa qo’l barmoqlari ham gangrenaga uchrab qorayib ketadi. Bunga sabab mayda (periferiya) qon tomirlarining zararlanishi natijasida barmoqlar kislorod va ozuqa moddalar bilan to’liq ta’minlanmasligidir.

Margumushning oz miqdorlari qizil qon tanachalarining miqdorini orttirish va organizm quvvatini oshirish xususiyatiga ega. Bu elementning yuqorida ko’rsatib o’tilgan xususiyatlarining o’ziga xosligi uning birikmalarining tibbiyotda qo’llash imkoniyatlarini yaratadi.

As₂O₃ ning nekroz chaqirish xususiyati uning teri kasalliklarida va stomatologiyada (pulpani nekrozlashda) qo’llanishiga sabab bo’ladi.

KAsO₂—kamqonlikda, nevrasteniyada, nevrozlarni davolashda va organizmi kuchli toliqqan bemorlarga tavsiya etiladi.

Neovarsenol, miarsenol va osarsol zaxm (sifilis) kasalligini davolashda qo’llaniladi.

V i s m u t. Organizmga og’iz bo’shlig’i orqali tushgan vismut tuzlari oson gidrolizlanib, kam eruvchan moddalar hosil qiladi. Bundan tashqari, ular oshqozon-ichak sistemasidagi oqsil moddalar bilan barqaror birikmalar hosil qiladi va shu hollarda tashqariga chiqarib yuboriladi. Shu sababli bu elementning odam organizmiga ko’rsatadigan toksik ta’siri ko’p jihatdan uning qondagi miqdorining ortib ketishi va buning oqibatida a’zolarida anomal katta miqdorlarda yig’ilishi bilan belgilanadi.

Vismut ionlari qon tarkibidagi va hujayra ichki suyuqligidagi oqsillar, aminokislotalar va boshqa biologik faol moddalarning NH₂- guruxlari bilan donor-akseptor bog’i orqali birikadi va ularning faolligiga ta’sir ko’rsatadi. Bu element ta’siri ostida buyraklardagi Zn²⁺, Cu²⁺ ionlarning miqdori keskin ortib ketadi va tegishlicha 32,6-62,9 va 13-25 mkg/g ni tashkil etadi.

Organizmdagi vismut ionlari miqdorining ortishi yurak ishini zaiflashtiradi, katta miqdorlari esa MNS falajligini keltirib chiqaradi. Uning asosiy miqdori buyraklarda depolanib, uning faoliyati buzilishiga sabab bo’ladi. Vismutning

teridagi miqdorining ortishi esa uning qizarishiga va qichima hamda dermatitlar kelib chiqishiga sabab bo'ladi.

Tibbiyotda vismut saqlovchi quyidagi moddalar qo'llaniladi:

1. Vismutning asosli nitrat tuzi — $\text{Bi}(\text{OH})_2\text{NO}_3$, BiONO_3 va $\text{BiO}(\text{OH})$ aralashmalaridan iborat bo'lib, oshqozon-ichak kasalliklarida (enterit, kolit, yaralar hosil bo'lganda) va antiseptik modda sifatida qo'llaniladi.

Qalay. Odam organizmining zaharlanishiga asosan yuqori toksiklikka ega bo'lgan $\text{Sn}(\text{CH}_3)_4$ va SnH_4 lar sabab bo'ladi. Bundan tashqari, qalay bilan zaharlanish benzin tarkibiga qo'shiladigan $\text{Sn}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$ hisobiga ham bo'lishi mumkin. Qalay bilan zaharlanishning asosiy belgilaridan biri gematokrit, gemoglobin va qizil qon tanachalarining kamayishi bilan davom etadigan kamqonlik kasalligidir. Buning asosiy sababi Sn^{2+} ning gem sintezida qatnashuvchi σ - aminolevulinatdegidrataza fermentining SH — guruhleri bilan komplekslanishi bo'lib, oqibatda gem sintezi keskin kamayib ketishidir. Bundan tashqari qalay ionlari glutationreduktaza, glyukoza-6-fosfatdehidrogenaza, laktat va suksinatdehidrogenaza fermentlarining SH- guruhleri bilan bog'lanib, ularning ham faolligini kamaytiradi.

Organizmda qalayning ko'p miqdorda yig'ilishi stenoz kasalligini keltirib chiqaradi. Buning natijasida teri va yuqori nafas yo'llari zararlanadi. Jumladan, o'pka rentgenogrammasida ko'rinadigan qora dog'lar paydo bo'ladi, milkning qorayish holatlari kuzatiladi. Qalay miqdorining ortishi organizmdagi Ca^{2+} ionlariniig ko'plab yig'ilishi va Mg^{2+} ning miqdoriy kamayishi bilan boradi (sinergistik va antagonistik ta'sirlashuv). Bundan tashqari, bu element bilan zaharlanish ruhiy kasalliklar kelib chiqishiga sabab bo'ladi. Jumladan, qalay bilan zaharlangan bemorlarning (6 oydan 10 oygacha bo'lgan davrlarda) 59 % da ensefalopatiya, 38 % esa ongiy zaiflik holatlari kuzatiladi. Tibbiyotda davolash maqsadida qalay saqlovchi moddalar qo'llanilmaydi.

Biogen elementlarning organizmdagi miqdor o'zgarish oqibatlari. Biogen elementlarning tirik organizmdagi faoliyati, o'zlashtiriladigan va

saqlanadigan miqdorlari qator omillarga bog'liq. Bularga elementlar orasidagi ta'sirlashuvlar misol bo'ladi. Bunday ta'sirlashuvlar ikki turga bo'linadi.

Sinergistik ta'sirlashuv — element boshqa bir elementning biologik ta'sir qiymatini oshiradi. Bunday elementlar ***sinergistlar*** deb ataladi.

Antagonistik ta'sirlashuv — element boshqa bir elementning biologik ta'sir qiymatini kamaytiradi. Bunday elementlar ***antagonistlar*** deb ataladi.

Elementlarning o'zaro sinergistik va antagonistik ta'sirlashuvi murakkab bo'lib organizmda sodir bo'ladigan jarayonlarga katta ta'sir ko'rsatadi. Masalan, odam organizmidagi Cu^{2+} miqdorining kamayishi iste'mol qilinayotgan ozuqa moddalarining tarkibida temir miqdori etarli bo'lganda ham kamqonlik kasalligi kelib chiqishiga olib keladi. Buning asosiy sababi organizmdagi temir ionlarining o'zlashtirilishi mis ta'sirida tezlashadi. Bu elementning taqchilligi temir ionlarining kam o'zlashtirilishiga olib keladi. O'z navbatida temir kamchiligi natijasida kelib chiqadigan kamqonlikda bemorga temir preparatlari bilan birga misli tuzlar qo'shib berilishi bu xastalikni tezda yo'qolishiga olib keladi. Bu elementlarning biologik xossalari bunday bog'liqligi ularning o'zaro sinergist biogen elementlar ekanligini ko'rsatadi.

Natriy va kaliy ko'pincha antagonistik ta'sirlashuvda bo'ladi. Masalan, organizmdagi natriy ionlari miqdorining ortishi kaliyning kamayishiga olib keladi. Qonda ortiqcha miqdorda kaliy ionlari bo'lganda aldosteron gormonining sekretsiyasi kuchayadi, natriy ionlari esa bu jarayonni susaytiradi. O'zaro antagonistik ta'sirlashuvga Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlari ham egadir. Jumladan Mg^{2+} ionlari ta'sirida faollashadigan qator fermentlar (adenozinuchfosfataza, argeninsuksinatsintetaza va h. k.) Ca^{2+} ionlari tomonidan ingibirlashadi. O'z navbatida miozindagi adenozinuchfosfataza fermenti Ca^{2+} ta'sirida faollashadi, Mg^{2+} ta'sirida esa ingibirlanadi.

Odam organizmida margumush miqdorining ortishi unga sinergist bo'lib hisoblangan Sb^{3+} miqdorining ko'payishiga olib keladi. Bu ikki element

qalqonsimon bezda yig'ilib, uning faolligini kamaytiradi va yodga antagonist bo'lib, endemik bo'qoq kasalligini keltirib chiqaradi.

Biror-bir elementning miqdori bir vaqtning o'zida bir necha elementlarning organizm tomonidan o'zlashtirilishiga ta'sir etishi mumkin. Misol tariqasida quyidagilarni keltirish mumkin:

Rux ionlari miqdorining ortishi Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ va K^+ ionlarining organizmda o'zlashtirilishini kamayishiga olib keladi; alyuminiyning miqdoriy ortishi Ca^{2+} , Mg^{2+} va K^+ ning kamayishiga sabab bo'ladi; tashqi muhitdan ko'plab Ni^{2+} va Co^{2+} tushishi shu organizmda azot, fosfor, Ca^{2+} va K^+ kam o'zlashtirilishini keltirib chiqaradi.

Elementlarning o'zaro antagonistik va sinergistik ta'sirlashuvi hamda tashqi muhitdan organizmga biogen elementlarning o'ta ko'p yoki o'ta kam kirishi (ozuqa, suv va havo orqali) qator patologik holatlarga olib keladi. Bundan tashqari, biogen elementlarning organizmdagi miqdoriy o'zgarishlari qator kasalliklar oqibatida ham shakllanishi mumkin. Masalan, buyraklarning ajratish qobiliyati buzilganda hujayralardagi kaliy ionlari qon zardobiga ko'plab ajralib chiqadi. Bu esa organizm tomonidan kaliy o'zlashtirilishining ortishiga sabab bo'lishi mumkin. Natijada bu elementning miqdori ortib ketadi hamda gipoglikemiya kelib chiqishi kuzatiladi.

Jigar kasalliklarida biogen elementlarni o'zlashtirishda ishtirok etuvchi oqsil tabiatli moddalar sintezlanishining buzilishi hisobiga organizmdagi elementlar miqdori kamayib ketadi. Jumladan transferinlarning kamayishi Fe^{3+} o'zlashtirilishiga, seruloplazminning kamayishi esa Cu^{2+} o'zlashtirilishiga salbiy ta'sir etadi. Qoqshol (stolbnyak) zahari organizmdagi Ca^{2+} ionlari transportining buzilishiga olib keladi. Natijada MNS va mushak-nerv sistemalari orasida nerv impulsining o'tishi buziladi.

Odam organizmiga elementlar ko'rsatayotgan ta'sir ularning xususiyati bilan bir qatorda miqdoriga ham bog'liq bo'ladi. Jumladan, elementlarning ta'sir effekti ularning 24 soatda organizmga kirayotgan miqdoriga qarab *kamchil*

(defitsit), biotik, zaharlovchi (toksik) va nobud qiluvchi (letal) turlarga bo'linishi mumkin. Shu sababli har qanday element ma'lum bir biotik miqdorda turli biologik jarayonlarga ijobiy ta'sir etishi, katta miqdorlarda esa xuddi shu jarayonlarning buzilishiga olib kelishi mumkin.

Biogen elementlarning organizm tomonidan o'zlashirilishining buzilishi ba'zi irsiy kasalliklarda ham kuzatiladi. Jumladan, Menkes sindromi X xromasomalar bilan bog'liq bo'lib, Cu^{2+} almashinuvining buzilishini keltirib chiqaradi. Natijada buyraklardagi Cu^{2+} miqdori keskin ortadi, jigar va bosh miyadagi miqdori esa kamayadi. Bu biogen elementning organizmdagi miqdoriy o'zgarishlari shu a'zo hujayralaridagi Cu^{2+} ionlarini bog'lay oladigan oqsil molekulalari sintezlanishining genetik (irsiy) buzilishi natijasida kelib chiqadi.

Irsiy kasalliklardan yana biri Konovalov-Vilson xastaligi bo'lib, bunda qon zardobidagi mis miqdori normaga qaraganda qariyb ikki barobar kamayadi; jigardagi miqdori esa keskin ortib ketadi. o'z navbatida Cu^{2+} ning jigardagi ortiqcha miqdori asta-sekin yoki nixoyatda tez qonga ajralib chiqishi mumkin. Natijada quyidagi ikki holat kuzatilishi mumkin.

1. Misning asta-sekin ajralib chiqishi natijasida elementning qon zardobidagi miqdori normaga qaraganda 5-10 barobar ortib ketadi. Bu esa jigar hujayralarining yog' moddalariga aylanishiga, jigar, bosh miya va boshqa a'zolarida qaytmas darajadagi patologik holatlar kelib chiqishiga olib keladi.

2. Misning jigar hujayralaridan qonga nixoyatda tez ajralib chiqishi katta miqdordagi qizil qon tanachalarining gemolizlanishiga olib keladi. Bu esa organizm uchun o'lim bilan tugashi ham mumkin. Yuqorida aytib o'tilganlar asosida organizmdagi yoki ba'zi to'qimalardagibiogen elementlarning miqdor o'zgarishlarining kelib chiqishiga olib keladigan quyidagi asosiy omillarni

ko'rsatib o'tish mumkin:

- ozuqa moddalar tarkibida saqlanadigan biogen elementlarning miqdoriy o'zgarishlari organizmdagi elementlar disbalansini keltirib chiqaradi;

- elementlarning o'zaro sinergistik va antagonistik ta'sirlashuvi natijasida biron elementning miqdoriy o'zgarishi boshqa elementlarning ortishiga (sinergistlar) yoki kamayishiga (antagonistlar) olib keladi;
- organizmdagi ayrim biokimyoviy jarayonlar o'zgarganda biogen elementlarning o'zlashtirilishida ishtirok etuvchi moddalarning (asosan oqsillarning) sintezining buzilishi hisobiga elementlarning o'zlashtirilish miqdorida nomutanosiblik kelib chiqadi;
- irsiy kasalliklarda organizm yoki uning ma'lum a'zolari tomonidan biogen elementlarning o'zlashtirilishida o'zgarishlar kuzatiladi. Natijada ba'zi a'zoldagi elementlarning miqdori keskin ortadi yoki kamayib ketadi.

2.3. Ekologiyaning buzilishi va uning odam organizmiga ta'siri

Odam organizmi ochiq termodinamik sistema bo'lganligi sababli unda borayotgan jarayonlar atrof-muhitga bevosita bog'liq bo'ladi. Bu esa atrof-muhitdagi har qanday o'zgarish odam organizmiga bevosita ta'sir etishiga olib keladi. O'z navbatida inson ham o'z hayotida atrof-muhitga ta'sir etib, unda o'zgarishlar hosil qiladi. Natijada atrof-muhit geokimyoviy tarkibining o'zgarishi kuzatiladi. Bu esa kimyoviy elementlarning geokimyoviy sikllardagi ishtirokiga ta'sir etadi: elementlarning atmosfera, tuproq va suvdagi migratsiyasi, biologik davriy aylanishi buziladi. Bularning hammasi atrof-muhit ekologiyasining o'zgarishiga sabab bo'ladi. Atrof-muhit ekologiyasiga katta va surunkali xavfni sanoat ishlab chiqarish jarayonlari keltirib chiqaradi. Jumladan, sanoatda po'lat va cho'yan ishlab chiqarish natijasida ajraladigan gazlar tarkibida ko'plab Fe, Ca, Mg, Pb, Hg, Cu, As, Cr va boshqa elementlar oksidlari bo'lib, ular atrof-muhitga tarqaladi va undagi biogeokimyoviy jarayonlarga bevosita ta'sir etadi. Qazilmalar tarkibidan bir tonna mis ajratib olish jarayonida hosil bo'ladigan sanoat changining miqdori 2,09 tonnani tashkil etadi. Ushbu chang tarkibida ~ 15 % Cu, ~4 % As, Pb, Zn va Hg, ~60% temir bo'ladi. Bu elementlar atrof-muhitga tarqalib, unga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Har yili yer shariga tushadigan kosmik chang miqdori 1 mln.

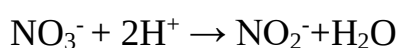
tonna atrofida bo‘ladi. Shu vaqt ichida sun‘iy ravishda hosil bo‘lgan sanot changi bir necha yuz mln. tonnani tashkil etadi. Bir yil davomida yer qaridan ajralib chiqqan gazlar 10 mln. tonnani tashkil etadi. Xuddi shuncha vaqt ichida hosil bo‘lgan sanoat gazlari esa (SO_2 miqdori hisoblanmagan holda) — 100 mln. tonna atrofida bo‘ladi. Ekologiyaning buzilishi omillaridan yana biri avtomobillar hisoblanadi. Ularning dvigatellari ishlashi hisobiga atrof-muhitga zaharli gazlar va qo‘rg‘oshin ajralib chiqadi. Hisoblarga ko‘ra 450 mln. avtomobil yil davomida atrof-muhitga 360 mln. tonnadan ortiq is gazi, 72 mln. tonnaga yaqin turli azot oksidlari ajratib chiqar ekan. Atrof-muhitdagi elementlar va ular birikmalari nisbatlarining har qanday o‘zgarishi biogeokimyoviy provinsiyalardagi elementlarning nomutanosibliklariga va demak, ularning anomal nisbatlarining shakllanishiga olib keladi. Bundan tashqari elementlarning o‘zaro sinergistik va antogonistik ta’sirlashuvini hisobga olgan holda klarklardagi miqdori o‘zgarmay qolgan elementlarning odam organizmiga tushishi va o‘zlashtirilishida ham nomutanosibliklar kelib chiqishi mumkin. Shunga ko‘ra atrof-muhitni muxofaza qilish insonni muhofaza qilish bilan barobar bo‘lib, tibbiyot xodimlarining asosiy e’tiborini jalb qilishi kerak bo‘lgan muammolardan biri bo‘lib hisoblanadi. Ekologiyaning buzilishi hisobiga atrof-muhit tomonidan odam organizmiga ko‘rsatiladigan salbiy ta’sirlar quyidagi turlarga bo‘linadi: 1) *kimyoviy ta’sir*; 2) *fizikaviy ta’sir*; 3) *biologik ta’sir*. Bu ta’sirlarning har biri ularni keltirib chiqaradigan omillar bo‘yicha *tabiiy* va *antropogen* turlarga bo‘linadi. Kelib chiqishi evolyusiya davomida shakllanadigan atrof-muhitning o‘ziga xos tomonlari yuqorida keltirilgan ta’sirlarning tabiiy turini shakllantiradi. Sun‘iy tabiatga ega bo‘lib, insonning atrof-muhitga ta’siri oqibatida shakllangan ta’sir turi antropogen deb ataladi.

Birinchi ta'sirlar majmuasiga kimyoviy moddalar kirib, ularning odam organizmiga ko'rsatadigan salbiy ta'siri ikki turga bo'linadi:

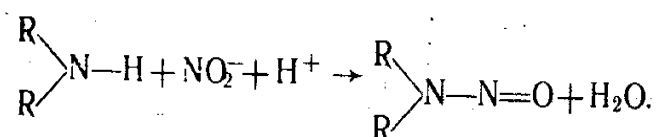
- *Umum zaharlovchi ta'sir;*

- *O'ziga xos (spetsifik) zaharlovchi ta'sir.*

Bulardan ikkinchi tur zaharlanish oqibatlari ayniqsa havfli bo'lib, ularning ta'sirida qaytmas patologik jarayonlar (konserogen ta'sir, irsiyatga ta'sir va h. k.) sodir bo'ladi. Masalan, organizmga ko'p miqdorda NO_3^- va NO_2^- ionlarining tushishi saraton kasalligi kelib chiqishiga sabab bo'ladi. Jumladan, nitrat ionlari oksidlanish-qaytarilish jarayonlari hisobiga NO_2^- ionlarigacha qaytariladi:



Hosil bo'lgan nitrit ionlari ikkilamchi aminlar bilan ta'sirlashib kuchli kanserogen (saraton chaqiruvchi) nitrozoaminlarni hosil qiladi:



Bu jarayon faqat to'qimalarda emas, balki oshqozon-ichak sistemasida ham borishi mumkin. Hosil bo'lgan konserogen modda esa qonga so'rilib organizmning turli a'zolarida saraton o'simtalari paydo bo'lishiga sabab bo'ladi.

Fizikaviy ta'sirlarning tabiiy turlariga havo namligining, quyosh radiatsiyasining yer magnit maydoni qiymatining o'zgarishini misol qilib keltirish mumkin. Uning antropogen turiga esa ishlab chiqarish bilan bog'liq bo'lgan kichik tebranishlarni (vibratsiya), nurlanish (ultrabinafsha, infraqizil, rentgen) miqdorlarining ortishini misol tariqasida keltirish mumkin.

Biologik ta'sirning kelib chiqishi ko'p hollarda mikroorganizmlarga bog'liq. Bunda antropogen ta'sir turi insonning atrof-muhitga ta'siri natijasida suv havzalaridagi, havo va tuproqdagi mikroorganizmlarning miqdori va turlarining o'zgarishidan iborat bo'ladi. Natijada biosferadagi patogen (kasallik

chaqiruvchi) mikroorganizmlarning miqdori ortadi va epidemik (yuqumli) kasalliklar kelib chiqish holatlari kuzatiladi.

2.4 Endemik provinsiyalar (endemiylar) va endemik kasalliklar.

Endemiylar kelib chiqishi bo'yicha quyidagi turlarga ajraladi:

- *tabiiy endemiylar*;
- *texnogen endemiylar*.

Tabiiy endemiylarga evolyusiya davomida shakllangan va farqli tarkib hamda tabiatga ega bo'lgan biogeokimyoviy provinsiyalar kiradi.

Texnogen endemiylar biogeokimyoviy provinsiyalarga turli ishlab chiqarish orqali texnik (texnologik) ta'sir ko'rsatish tufayli shakllanadi. Texnogen endemiya natijasida shakllanadigan endemik nobopliklar quyidagi kasalliklar kelib chiqishiga sabab bo'ladi:

1. Sanoat texnogen endemik kasalliklari. Bu tur kasalliklar sanoat ishlab chiqarish jarayonining atrof-muhitga, shu jumladan odam organizmiga ta'siri natijasida shakllanadi va bu kasalliklar kasb kasalliklari deb ataladi. Bunday kasalliklarga kremniy yoki berilliy ishlab chiqarishda bevosita band bo'lgan odamlar organizmidagi kremniy (SiO_2) miqdorining ortib ketishi hisobiga kelib chiqadigan silikozni va Be^{2+} ortib ketishi natijasida shakllanadigan berilliozni misol tariqasida keltirish mumkin.

2. Qo'shni texnogen endemik kasalliklar. Bunday kasalliklar aynan biror-bir ishlab chiqarish bilan bevosita bog'liq bo'lmagan ammo, shu ishlab chiqarish natijasida kelib chiqqan ekologik tabiati nobob endemik provinsiyalarda yoki unga qo'shni biogeokimyoviy provinsiyalarda yashaydigan odamlarda kuzatiladi. Masalan, ba'zi er osti boyliklari ochiq holda qazib olinadi. Buning natijasida ularning bir qismi atrof-muhitga tarqaladi va suv, o'simliklar hamda hayvon mahsulotlari orqali odam organizmiga ko'plab kiradi. Bu esa turli endemik holatlarning shakllanishi va kasalliklar kelib chiqishiga olib keladi.

3. Transagressiv endemik holatlar va kasalliklar. Bular endemiylardan uzoqda bo'lgan biogeokimyoviy provinsiyalarda kuzatiladi va ularning shakllanishiga

ekologik nobopliklarni keltirib chiqaradigan moddalarning havo va suv orqali uzoq masofalarga transportlanishi sabab bo'ladi. Masalan: Orol dengizining qurib borishi hisobiga havoga chang sifatida ko'tariladigan tuz miqdori nafaqat O'rta Osiyo va Qozog'istonning qator xududlarida ekologik nobopliklar keltirib chiqaribgina qolmasdan, balki Evropagacha ham etib bormoqda. Bundan bir necha yillar avval hasharotlarga qarshi kurashish uchun DDT moddasi ishlatilar edi. Bu modda o'ta zaharli bo'lib, uzoq vaqt atrof-muhit, organizmlarda parchalanmasdan saqlanib qoladi va saraton kasalliklari kelib chiqishiga sabab bo'ladi. Bu moddaning atrof-muhitga tarqalishini (migratsiyasini) o'rganish shuni ko'rsatdiki, uning ma'lum miqdori Antarktidadagi pingvinlar qonida ham topilgan. Hozirgi vaqtda bu moddaning ishlab chiqarilishi to'xtatilgan.

Endemik provinsiyalardagi elementlar miqdorining nomutanosibligi hisobiga kelib chiqadigan kasalliklar ikki turga bo'linadi.

1. Monomikroelementozalar — ko'p hollarda faqat bitta elementning organizmdagi miqdorining ortib yoki kamayib ketishi natijasida kelib chiqadigan kasalliklar. Bunga, ftor miqdori o'zgarishi bilan bog'liq bo'lgan va yuqorida aytib o'tilgan tish kasalliklarini keltirish mumkin.

2. Polimikroelementozalar — kasallik kelib chiqishi bir vaqtning o'zida bir necha elementlarning miqdoriy o'zgarishlari bilan bog'liq bo'ladi. Bunga misol tariqasida bir vaqtning o'zida J_2 , Cu, Mn miqdoriga bog'liq bo'lgan endemik bo'qoq kasalligini keltirish mumkin.

Mikroelementozlar kelib chiqishi bo'yicha birlamchi va ikkilamchi tabiatga ega bo'lishi mumkin.

Ko'p hollarda birlamchi elementozlar oqibatida kelib chiqadigan kasalliklar tashqi muhit faktorlari ta'sirida shakllanadi. Bunga misol tariqasida yuqorida qayd etilgan bo'qoq kasalligini keltirish mumkin.

Mikroelementozalarning ikkilamchi tabiati endogen (organizmning ichki muhit tabiati) omillarning o'zgarishi oqibatida kelib chiqadi va ko'p hollarda tashqi muhit omillari ta'sir etmagan hollarda shakllanadi. Bunga

jigar xastaliklari bilan bog‘liq bo‘lgan va temir o‘zlashtirilishining kamayishi hisobiga kelib chiqadigan kamqonlik kasalligini misol qilib keltirish mumkin.

2.5. Radioaktiv elementlar

Zamonaviy tasavvurlarga ko‘ra, barcha elementlar atomlarining yadrolari *proton* va *neytronlar* (umumiy nomi nuklonlar) dan iborat. Protonning massasi 1,0073 m.a.b. ga va zaryadi +1 ga teng. Neytronning massasi 1,0087 m.a.b. ga, zaryadi esa 0 ga teng (zarracha elektr neytraldir). Proton bilan neytronning massasini deyarli bir xil deyish mumkin.

Neytron kashf etilgandan keyin tez orada rus olimlari D. D. Ivanenko bilan E. N. Gapon yadro tuzilishining proton-neytron nazariyasini yaratdilar (1932-y.). Bu nazariyaga muvofiq: vodorod atomining yadrosidan boshqa barcha atomlarning yadrolari Z protonlar bilan ($A - Z$) neytronlardan tashkil topgan, bunda Z — elementning tartib raqami, $A - Z$ — massa soni. Massa soni A atom yadrosidagi protonlar Z bilan neytronlarning N umumiy sonini ko‘rsatadi, ya’ni,

$$A = Z + N$$

Proton bilan neytronlarni yadroda tutib turuvchi kuchlar *yadro kuchlari* deyiladi. Bular juda qisqa masofalarda (10^{-15} m atrofida) ta’sir etuvchi nihoyatda katta kuchlar bo‘lib, itarilish kuchlaridan katta bo‘ladi.

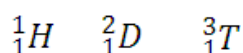
Yadroda atomning deyarli barcha massasi to‘plangan. Masalan, xlor atomida elektronlar hissasiga $1/1837 \times 17 = 0,009$ qismi (xlor atomi massasining 0,03%) to‘g‘ri keladi. Yadroning massasiga nisbatan elektronlarning massasini hisobga olmaslik mumkin.

Yadroning xossalari, asosan, proton va neytronlar soni, ya’ni yadroning tarkibi bilan aniqlanadi. Masalan, kislorod atomining yadrosi da 8 proton va $16 - 8 = 8$ neytron bo‘ladi.

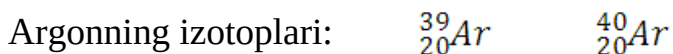
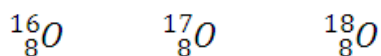
Tekshirishlar shuni ko‘rsatadiki, tabiatda bitta elementning massasi turlicha bo‘lgan atomlari mavjud bo‘lishi mumkin. Masalan, xlorning massasi 35 va 37

bo'lgan atomlar uchraydi. Bu atomlarning yadrolarida protonlar soni bir xil, lekin neytronlarning soni turlicha bo'ladi.

Bitta elementning yadro zaryadlari bir xil, lekin massa sonlari turlicha bo'lgan atomlar turlari *izotoplar* deyiladi. Har qaysi izotop ikkita kattalik: massa soni (tegishli kimyoviy element belgisini chap tomonining yuqorisiga yoziladi) va tartib raqami (kimyoviy element belgisini chap tomonining pastiga yoziladi) bilan xarakterlanadi. Masalan, vodorodning protiy, deyteriy va tritiy nomli izotoplari quyidagicha tasvirlanadi:



Barcha kimyoviy elementlarning izotoplari borligi ma'lum. Masalan, kislorodning massa sonlari : 16, 17, 18 bo'lgan izotoplari bor:



Tabiiy elementlar orasida massa sonlari o'zaro teng, lekin yadro zaryadlari har xil bo'lgan elementlar — *izobarlar* deb ataladi.

Bunday zarrachalarga misol tariqasida atom massalari 40 ga teng bo'lgan kaliy va argonni, atom massalari 54 ga teng bo'lgan xrom va temirni, atom massalari 123 ga teng bo'lgan surma va tellurlarni keltirish mumkin. Izotoplar bilan izobarlardagi yadro zarrachalar tarkibi har xil bo'lgan yana bir guruh zarrachalar — izotonlar ham ma'lum.

Atomlar yadrosida neytronlar soni bir xil bo'lgan zarrachalar izotonlar deb ataladi. Yuqoridagilardan tashqari, elektronlar soni bir xil bo'lgan atom (molekula yoki ion) lar ham mavjud. Bunday tuzilishga ega bo'lgan atom (molekula yoki ion)lar *izoelektronlar* deb ataladi.

Masalan: geliy He da izoelektronlar bo'lishi mumkin — H_2 , H^- , Li^+ , Be^{+2} , B^{+3} , C^{+4} zarrachalari neon Ne ga izoelektronlar hisoblanadi — CH_4 , NH_3 , H_2O , D_2O (og'ir suv), HF , Na^+ , Mg^{+2} , Al^{+3} , Si^{+4} , P^{+5} , S^{+6} , Cl^{+7} zarrachalari.

Yuqorida aytilgan ayni element izotoplari kimyoviy jihatdan bir-biridan farq qilmaydi, degan tushuncha vodorod izotoplari uchun amal qilmaydi, chunki vodorod elementining izotopi protiy (massa soni 1 ga teng) bilan og‘ir izotop — deuteriy (massa soni 2 ga teng) bir-biridan farq qiladi. Reaksiya tezligi unda qatnashuvchi zarrachalar harakat tezligi bilan bog‘liq bo‘lishi sababli „og‘ir suv“ (D_2O) oddiy suvga nisbatan kimyoviy reaksiyalarda sustroq qatnashadi. Biologik jarayonlar bunday suv ishtirok etganda sustlashadi, fermentlar faoliyati keskin pasayadi. Massa soni 3 ga teng bo‘lgan vodorod elementining izotopi — tritiy (T_2O — o‘ta og‘ir suv) kislorodli birikmasining bunday xossalari yanada katta farq qiladi.

Shunday qilib, turli xil kimyoviy elementlar atomlari yadrolarining tarkibi bir xil emas, shu sababli elementlar atom massalari jihatidan bir-biridan farq qiladi. Yadro tarkibida protonlar mavjudligi tufayli yadro musbat zaryadlangan. Yadroning zaryadi son jihatdan elementning tartib raqamiga tengligi sababli u atomning elektron qobig‘idagi elektronlar sonini belgilaydi va bu bilan kimyoviy elementning xossalarini ham belgilab beradi.

Yuqorida keltirilgan mulohazalar kimyoviy elementga yangi ta’rif berishga va davriy qonun ta’rifini aniqlashga imkoniyat yaratadi: ***Kimyoviy element — yadro zaryadlari bir xil bo‘lgan atomlar yig‘indisidan iborat.*** Elementlarning xossalari, shuningdek, elementlar birikmalarining xossa va shakllari ularning yadro zaryadiga davriy ravishda bog‘liqdir.

Elementlar orasida radioaktivlikka ega bo‘lganlari muhim o‘rinni egallaydi. ***Radioaktivlik - bu ba'zi bir elementlarning beqaror izotoplarining o'z-o'zidan nur tarqatib barqaror izotoplarini hosil qilishidir.*** Radioaktivlik ikki turga bo‘linadi - tabiiy va su'niy radioaktivlik.

Tabiiy radioaktivlik. Davriy jadvalning 19-chi elementigacha ko‘pchilik elementlarning yadrolari barqarorlikka egadir. 20-chi elementdan boshlab elementlar bir yoki bir nechta izotoplarga ega. Ularning yadrolari, yadro kuchlari protonlar orasidagi itarilish kuchlarini qoplay olmaganlari uchun,

beqaror bo'lib, ortiqcha energiyasini ajrata boshlaydi. Bunday yadro radiaktiv yadro deyiladi va radioaktiv nur tarqatib, barqaror yadro hosil qilishga intiladi.

Elementlarning tabiiy izotoplari odatda juda ko'p yillar davomida nur tarqatib, ularning bu xususiyati izotopning yarim yemirilish davri deb nomlanadi. Ba'zi bir tabiiy izotoplar millionlar yillar davomida nur tarqatishi mumkin.

Radioaktivlikning tibbiyotdagi ahamiyati. Tibbiyotda ishlatiladigan izotoplarning yashash davri kichik bo'lishi kerak. Organizma ortiqcha zarar keltirmasliklari uchun, ular juda qisqa davr vaqt ichida radioaktivligini yo'qotishi zarur. Masalan texnetsiy-99 m o'zining nurining yarmini 6 soat ichida ajratib bo'lishi kerak. Shunda uning yemirilish mahsulotlari ikki kechayu kunduzda organizmni tark etadi.

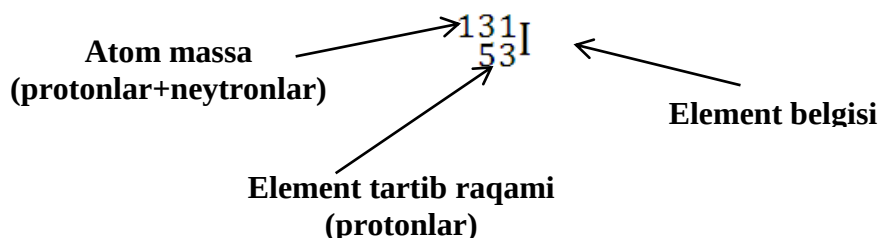


Zamonaviy tashxis usullarida texnika asboblari keng qo'llanadi. Ular qatorida kompyuter tomografiya (KT), magnit-rezonansli tomografiya (MRT), magnit-ko'p qavatli kompyuter tomografiya (MSKT), pozitron-emission tomografiya (PET) va boshqalar.

Tekshiruvlarini o'tkazishdan avval radiologlar bemorni bu usullarni foydali va zararli taraflari bilan tanishtirishlari kerak. A'zolar shakli, qon oqimining yurak mushaklariga yetib borish yo'llarini nazorat qilish uchun bemor organizmiga o'zidan radioaktiv nurlarni chiqaruvchi indikatorlar yuboriladi. Radiolog-vrachlar radioaktiv nur turlari va radiatsiyaning organizmga ta'siri haqida o'zlari bilishi va bemorlarni ogohlantirishlari zarur. Ular o'z tekshiruvlarida kontrast modda ishlatadilar, shuning uchun uni tayyorlash usullarini bilishlari va nazorat qila olishlari shart. Sun'iy radioaktiv izotoplarni sintez kilinganidan keyin 1934 yilda radiatsion tibbiyot faniga asos yaratilgan. Radioaktiv izotop ilkbor 1937-yilda Berkli shahrida Kaliforniya

universiteti olimlari tomonidan leykemiya kasalligini davolashda ishlatilgan. Tibbiyotda radioaktivlikni ishlatishda birinchi yutug'lar 1946 yilda qalqonsimon bezning faoliyatini tashxis qilish, giperterioz va qalqonsimon bez saraton kasalligini davolashda yod izotopi ishlatilib erishilgan edi. Xozirgi vaqtda radioaktiv moddalar jigar, qora taloq, kalqonsimon bez, buyraklar, bosh miya tasvirini olish va yurak kasalliklarini tashxisida keng qo'llanadi. Yadro tibbiyotining yutuqlari asosida bugungi kunda organizmning har bir a'zosining tuzilishi va faoliyati haqida to'liq ma'lumot olish mumkin vabu o'z navbatida kasalliklarni ilk boshlanish davrida aniqlab, o'z vaqtida davolashni boshlash imkoniyatini beradi.

Radioaktiv nurlanish uch turga bo'linadi: alfa (α), beta (elektronli - β^- va pozitronli β^+), va elektromagnit nurlanish -gamma (γ) nurlanish. O'zidan nur tarqatayotgan element izotopi radioaktiv izotop deb nomlanadi. Ko'pchilik nurlanish turlarida yadroda protonlar soni o'zgaradi - bu esa bir turdagi atom boshqa turdagi atomga aylanganligidan dalolat beradi. Atomlarni o'rganishida, bu turdagi o'zgarishlarni o'z vaqtida Dalton ham kuzatgan edi. Atom yadrosida protonlarining soni 93 dan yuqori bo'lgan elementlar yadro laboratoriyalarda su'niy yo'l bilan olingan va ular faqat radioaktiv izotoplarga egadir. Izotoplar belgisi yozilganda, ularning atom massasi chap tarafdagi yuqori burchakda, yadro zaryadi past burchakda tasvirlanadi. Elementning protonlari soni elementning tartib raqamiga, elektronlari soni protonlar soniga, atom massasi esa protonlar va elektronlar yig'indisiga teng. Masalan qalqonsimon bezi kasalliklarini tashhis qilishda va davolashda qo'llanadigan radioaktiv yod elementi yadrosining tarkibi quyidagicha ifodalanadi: massa soni 131 va tartib raqami 53:



Bu misoldagi izotop yod-131 yoki I-131 deb nomlanadi.

Sun'iy radioktivlik. Radioaktivlikni bu turida yadro reaksiyalari yadro laboratoriyalarida olimlar tomonidan amalga oshiriladi va yangi turdagi atomlar yadrosi yaratiladi. Buning uchun atomning barqaror izotopi elementar zarrachalar (α , β , β^+ , γ , neytron, proton, deyttron) lar bilan bambordimon qilinadi va yangi turdagi atom yadrosi hosil bo'ladi. Shu usul bilan xozirgi kunda yangi elementlar kashf etilmoqda.

Organizmدا a'zolar holati va ularning shakllarini o'zgarmaganligini aniqlash uchun radiolog a'zolarda to'planadigan radioizotoplardan foydalanadi. Organizm xujayralari radioaktiv bo'lmagan atomni radioaktividan ajrata olmaydi, shuning bu izotoplar organizmدا juda tez o'rnini topadi. Radioaktiv izotoplar radioaktiv energiyani chiqara boshlaydi, shuning uchun ularni skaner sezib, a'zolar holati haqida ma'lumot beradi. Yadro tibbiyotida ishlatiladigan ba'zi izotoplar jadvalda keltirilgan.

1. Jadval

Radioizotoplarni tibbiyotda qo'llanilishi

Izotop	Yarim yemirilish davri	Nurlanish turi	Tibbiyotda ishlatilishi
Au-198	2,7 kun	Beta	Jigar tomografiyasi; Abdominnal saratonni davolash
Ce-141	32,5 kun	Beta	Oshqozon-ichak kasalliklar tashhisi; Yurakka qon kelishini o'lchash
Cs-131	9,7 kun	Gamma	Prostata bezining braxiterapiyasi
F-18	110 daqiqa	Pozitron	Pozitron-emission tomografiya (PET)
Ga-67	78 soat	Gamma	Qorin bo'shlig'ini tekshirish; o'smatalarni bor-yo'qligini aniqlash
Ga-68	68 daqiqa	Gamma	Oshqozon osti bezini tekshirish

I-123	13,2 soat	Gamma	Qalqonsimon bez, bosh miya, prostata bezi saratonini davolash
I-131	8,0 kun	Beta	Greyvs kasalligia, bo'qoq, gipertireoz, prostata bezi saratonini davolash
Ir-192	74 kun	Gamma	Ko'krak saratoni, prostata bezini davolashda
P-32	14,3 kun	Beta	Leykemiya davolashda, qizil qon tanachalarini, pankreatik saratonni davolashda
Pd-103	17 kun	Gamma	Prostata bezining braxiterapiyasi
Sr-85	65 kun	Gamma	Suyakdagi shikastlanishlarni aniqlashda, miyaning skanerida
Tc-99m	6,0 soat	Gamma	Yurak mushagi, bosh miya, jigar, yurak, o'pka, suyak, qora taloq, buyraklar, qalqonsimon bez tasvirini olishda olishda yadro tibbiyotida eng ko'p qo'llanadigan izotop
Y-90	2,7 kun	Beta	Jigar saratonini davolashda

Radioaktivlik, radioaktiv izotoplar, yadro reaksiyalar nazariyasini bilish va qo'llay olish, bo'lg'usi shifokor amaliyotida eng muhim yo'nalishlardan biridir.

Yadro reaksiyalari — bu atom yadrolarining elementar zarrachalar bilan va bir-biri bilan o'zaro ta'sirlashishi natijasidagi o'zgarishidir.

Yadro reaksiyalari tabiatda va sun'iy usulda ro'y beradi. Tabiiy yadro reaksiyalari radioaktiv elementlarning parchalanishi tufayli sodir bo'ladi. Radioaktiv elementlar o'zidan α -, β -, γ - nurlar chiqarib, boshqa element yadrolarini hosil qiladi.

Yadro reaksiyalari β - parchalanish, α - parchalanish kabi asosiy turlarga bo'linadi. α - parchalanishda elementning tartib raqami 2 birlikka kamayadi.

β - parchalanishda elementning tartib raqami bir birlikka ortib, yadroning massa soni o'zgarmay qoladi.

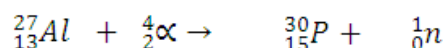
Ayrim yadro reaksiyalarida pozitron (${}_{+1}^0e$) yoki ($+\beta$) zarracha hosil bo'lib, yadroning massa soni o'zgarmasdan, tartib raqami bir birlikka kamayadi.

Ba'zi yadro reaksiyalarida yadro β -zarrachani biriktirib oladi. Bunda tartib raqami bir birlikka kamayadi, yadro massasi o'zgarmaydi.

Yadro reaksiyalari yordamida radioaktiv xususiyati bor izotoplar (radioaktiv izotoplar) olinadi. Ularning hammasi beqaror va radioaktiv parchalanish natijasida boshqa elementlarning izotoplariga aylanadi.

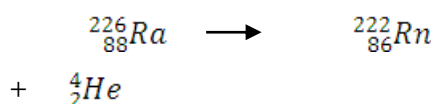
Barcha kimyoviy elementlarning radioaktiv izotoplari olingan. Ularning taxminan 1500 turi ma'lum. **Faqat radioaktiv izotoplardan tarkib topgan elementlar radioaktiv elementlar deyiladi.** Bular $Z=43$, 61 va $84-105$ elementlardir.

Bunday reaksiyalarning tenglamalarini yozish massa va zaryadning saqlanish qonunlariga asoslangan. Bu degan so'z, tenglamaning chap qismida massalar yig'indisi bilan zaryadlar yig'indisi tenglamaning o'ng qismidagi massalar yig'indisi bilan zaryadlar yig'indisiga teng bo'lishi kerak. Masalan:

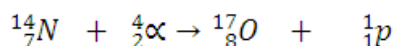


Hosil bo'lgan radioaktiv fosfor pozitron manbasi bolib, kremniy radioaktiv izotopiga aylanadi.

Radiyning radioaktiv parchalanib, radon bilan geliy hosil qilishini quyidagicha yozish mumkin:

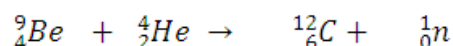


1919- yilda Rezerford azot atomlarining yadrolarini α -zarrachalar bilan bombardimon qilib, birinchi marta sun'iy ravishda yadro reaksiyasini amalga oshirdi:



Barqaror (radioaktiv emas) izotoplardan 300 ga yaqini ma'lum. D.I. Mendeleyev elementlar davriy sistemasidagi ko'pchilik kimyoviy elementlar ana shunday izotoplardan tarkib topgan. Ba'zi elementlarda barqaror izotoplar bilan birga uzoq vaqt yashaydigan radioaktiv izotoplari ham bo'ladi.

Kimyoviy xossalari jihatidan radioaktiv izotoplar barqaror izotoplardan deyarli farq qilmaydi. Shuning uchun ular „nishonlangan atomlar“ sifatida ishlatiladi, bunday atomlar radioaktivligining o'zgarishiga qarab berilgan element barcha atomlarining xususiyatini va ularning siljishini kuzatishga imkon beradi. Radioaktiv izotoplar ilmiy tekshirish ishlarida, sanoatda, qishloq xo'jaligida, tibbiyotda, biologiya va kimyoda keng ko'lamda ishlatiladi. J. Chedvik yadro reaksiyasi yordamida neytronni ochishga muvaffaq bo'lgan:



D.I. Mendeleyev davriy sistemasida urandan keyin turgan (transuran) elementlari radioaktiv hisoblanadi. Ular turg'un izotoplarga ega emas. Yadro parchalanishi hodisasi hisobiga bunday elementlar atomlari nisbatan turg'un atomlarga aylanadi.

Atom yadrolarining bo'linishi ularga elementar zarrachalar, ko'proq neytronlar ta'sirida bo'ladi. Uran-235 yadrosining bo'linishini quyidagicha yozsa bo'ladi:

Har bir uran yadrosi parchalanishi juda katta miqdordagi energiya ajralishi bilan boradi. Zamonaviy yadro energetikasining asosi uran parchalanishi reaksiyasiga asoslangan:



Radiatsiyadan zararlanish. Radiatsiya o'tish yo'lida molekulalar bilan to'qnashib, ulardan elektron otilib chiqadi va beqaror ionlar hosil bo'ladi. Agar shu ionlantiruvchi nurlanish odam tanasi orqali o'tsa, u suv molekulalari bilan ta'sirlashib, elektronini siqib chiqaradi va H_2O^+ zarrachalari hosil bo'ladi va bu o'z navbatida keraksiz kimyoviy

jarayonlar sodir bo'lishiga olib keladi. Radiatsiyaga eng sezgir hujayralar deb bo'linishi juda tez yuz beradigan hujayralar hisoblanadi, ular qatorida – orqa miya suyuqligi, teri, jinsiy a'zolar, ichak va o'sayotgan bolalar hujayralari. Shikastlangan hujayralar kerakli bo'lgan moddalarni hosil qilmay qoladi. Masalan, orqa miya hujayralari shikastlansa, eritrotsitlar ishlab chiqarilishi buziladi. Agarsperma, tuxumdon uoki homila hujayralari shikastlansa, bolalarda tug'ma yetishmovchiliklar vuudga keladi. Aksincha katta odamlarning asab, mushak, jigar, suyak hujayralari rivojlanib bo'lganligi uchun bo'linmaydi va radiatsiya ta'siriga chidamli bo'ladi. Rak hujayralari tez bo'linadigan bo'ladi. Ular radiatsiya ta'siriga juda sezgir bo'lganligi uchun, ularni halokatga uchratish uchun radiatsiya nurlaridan foydalaniladi. Rak hujayralarini o'rab turgan sog'lom hujayralar, aksincha ctkinlik bilan bo'linadi va radiatsiya nuri ta'siridan kamroq zarar ko'radi. Shunga qaramay radiatsion nur o'smatalar hosil bo'lishiga, leykemiya va genetik mutatsiyalarga olib keladi.

Radiatsiyadan himoyalanih. Radiolog-texnologlar, kimyogarlar, radioaktiv izotoplar bilan ishlaydigan vrachlar va hamshiralar kerakli darajada radiatsiyadan himoyalanihlari zarur. Alfa zarrachalar eng katta massa va zaryadga ega bo'lganligi uchun ulardan to'g'ri tanlangan ekran yordamida himoyalanih kerak. Nur zarrachalari havo molekulalari bilan to'qnashguncha, bir necha santimetr havodan uchib borib, elektronlarni o'ziga qamrab olib, geliy atomiga aylanadi. Alfa zarrachalardan hatto qog'oz varag'i, ustimizdagi kiyim, terimiz ham himoya qiladi. Laboratoriya, tashqi kiyim, qo'lqoplar ham ma'lum darajada radiatsiyadan himoyalaydi. Shunga qaramay alfa nurini ajratuvchi zarrachani yutub yoki hidlab yuborilsa organizmning ichki a'zolari jiddiy shikastlanadi. Beta zarrachalarning zaryadi ham, massasi ham kichik bo'lishiga qaramay, ular ancha tez harakatlanadi va uzoq masofaga ta'sir ko'rsatadi. Ular havoda bir necha metrga uchub o'tib, qog'ozdan, kiyimdan o'tib tanaga 4-5 mm ga singib oladi. Beta zarracha ta'siridan teri yuzasi yonishi va kuyishi mumkin, lekin ularning faolligi ichki a'zolarga yetib borish uchun yetarli emas. Og'ir

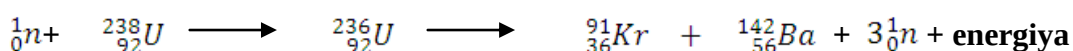
ustki kiyim, laboratoriya xalati, qo'lqoplar ma'lum darajada beta nurlardan saqlaydi. Gamma nurlar havodan katta masofalarga uchib o'tadi, ko'pchilik materiallardan, shu jumladan teri va boshqa to'qimalardan o'tib, ichki a'zolari shikastlaydi. Gamma nurlar juda havfli hisoblanadi. Ulardan himoyalash uchun zichligi juda yuqori metallardan yoki polimr kompozitlardan yasalgan ekranlar ishlatiladi. Radioaktiv izotoplar bilan ishlagan tibbiyot hodimlari himoyalovchi kiyim, qo'lqop kiyib, qalqon ortida turib ishlashlari kerak. Radioaktiv materiall tashib o'tish uchun qo'rg'oshindan yasalgan konteynerlar ishlatiladi.

Nurlanish kasalliklari. Nur kasalligiga havodagi, oziq ovqat tarkibidagi, yer qatlamidan chiqayotgan turli xil nurlar, radioaktiv moddalar sababchi bo'ladi. Nur kasalligida organizmda fiziologik sistemalar va ma'lum bir hujayra tuzilish birliklarining ishi izdan chiqadi. Bu kasallik ko'p komponentlik va ko'p bosqichli bo'ladi. Nur kasalligini ta'sir etayotgan nur tashqi yoki ichki bo'lishi, turli to'qimalarda yig'ilib borishiga qarab o'tkir kechuvchi va surunkali turlarga bo'linadi.

Aholi uchun havsiz hisoblanadigan doza yiliga 1 mZv, radiatsiya bor zonalarda ishlovchilar (stansiya, qutqaruvchilar, harbiylar va b.) uchun yiliga 20 mZvni tashkil qiladi. Organizmda tarqalishi bo'yicha radioaktiv moddalarni 4 guruxga bo'lish mumkin: *suyaklarda* - kalsiy, stronsiy, radiy, plutoniy; *jigarda* — seriy, lantan, plutoniy va b.; *qalqonsimon bezda* — yod; *butun organizm bo'ylab teng taqsimlanadigan*— tritiy, uglerod, inert gazlar, seziy va b.

Radioaktivlikni tibbiyotda ishlatilishi. Radioizotoplar tibbiyotda nashhis qoyish, davolash, davolash jarayonini dinamikasini kuzatish sohalarida qo'llanadi. Masalan radioizotoplar bilan skanerlash, pozitron-emission tomografiya, kompyuter tomografiya, magnit-rezonansli tomografiya, braxiterapiya (nur-kontakt terapiya). Bu usullar tibbiyotning rivojlanib kelayotgan sohalari bo'lib, "Yadro tibbiyoti" deb nomlanadi.

Yadrolarning bo‘linishi va yangi yadrolarning hosil bo‘lishi, zanjirli reaksiyalar zamonaviy, yangi energiya manbayini hosil qilishda asos bo‘lib xizmat qiladi. 1930-yillar davomida olimlar uran-235 ni neytronlar bilan bombardimon qilish natijasida u ikkita kichikroq yadroga bo‘linishi va ko‘p miqdorda energiya ajratishini aniqladilar. Bu – yadrobo‘linishi tashfiqoti edi. Atom parchalanishida ajraliyotgan energiya atom energiyasi deb nomlana boshladi. Yadro bo‘linishining oddiy tenglamasi quyidagidek tasvirlanadi:



Agar hosil bo‘lgan mahsulotlar – krypton, bariy va uchta neytronlar massasini juda katta aniqlik bilan topish imkoniyati bo‘lganda, ularning massasi boshlang‘ich massaga ko‘ra ma‘lum darajada kam ekanligi ma‘lum bo‘lardi. Bir gramm uran bo‘linishida 3 tonna ko‘mir yoqilishidan hosil bo‘ladigan energiya ajraladi.

Zanjirli reaksiyalar. Bo‘linish, neytron uran yadrosi bilan to‘qnashishidan boshlanadi. Hosil bo‘lgan yadro beqaror bo‘lib, maydaroq bo‘lgan yadrolarga bo‘linadi. Bolinish jarayonida yana bir nechta neytronlar va ko‘p miqdorda gamma nurlarnish va energiya hosil bo‘ladi. Ajralib chiqayotgan neytronlar yuqoriroq energiyaga ega bo‘lib boshqa uran-235 yadrolarini bombardimon qiladi. Zanjirli reaksiyada juda ko‘p uran miqdori bilan ta’sirlasha oladigan yuqori energiyali neytronlar soni juda tez ko‘payib boradi. Zanjirli reaksiyani to‘xtatmay amalga oshirish uchun uran-235 ning yetarli miqdori to‘planib kiritik massaga yetkazib olinishi kerak. Shunda hosil bo‘layotgan neytronlarning deyarli barchasi uran-235 bilan to‘qnashadi. Bu holatda issiqlik energiyasining miqdori shunday darajaga yetadiki, atom portlaydi.

Termoyadro reaksiyalari. Termoyadro reaksiyasida ikkita kichikroq bo‘lgan yadrolar kattaroq yadro hosil qilish uchun birlashadi. Bunda massa kamayib, yadro bo‘linishidan ham ko‘proq energiya ajraladi. Lekin sintez

reaksiyasida vodorod yadrolarining itarilish kuchini yengib, ularni birlashishini ta'minlash uchun $100\,000\,000\,^{\circ}\text{C}$ temperatura zarur bo'ladi. Bunday birlashish reaksiyalari Quyosh va boshqa yulduzlarda sodir bolib, bizni issiqlik va yorug'lik bilan ta'minlaydi.

Quyoshda ishlab chiqarilayotgan juda katta energiya miqdori har sekunda $6 \cdot 10^{11}$ kg vodorod birlashishidan hosil bo'ladi. Yadro sintezi reaksiyasida vodorod izotoplari birlashib geliyga aylanadi va juda katta energiyani ajratadi. Olimlar kelgusida termoyadro sintez reaksiyalari radioaktiv chiqindilarining yarim yemirilish davri kichikroq va miqdori iloji boricha kamroq bo'lishini kutishmoqda. Lekin shu vaqtgacha termoyadro reaksiyalarini o'tkazish eksperiment bosqichida chunki kerakli bo'lgan, juda yuqori temperaturalarga erishish qiyin, va temperaturani bir meyorda ushlab turish undan ham qiyin. Butun dunyoda ilmiy tekshirish guruhlar yadro sintezi reaksiyalarini nazorat qilish texnologiyalari ustida ishlab, yadro energiyasini ishlab chiqarishni bizning hayotimizda oddiy jarayonga aylantirishga intilmoqdalar.

Atom elektrostansiyalarida uran-235 miqdori kritik massadan kamroq bo'ladi, shuning uchun u zangir reaksiyasiga yetmaydi. Bo'linish reaksiyalari, uran namunasi tarkibidagi tez harakatlanuvchi neytronlarni ushlab qoladigan maxsus sterjenlar yordamida boshqariladi. Shunday qilib bo'linish kamroq va sekinroq yuz beradi va energiya ishlab chiqarilishi nazorat ostida bo'ladi. Nazorat ostidagi bo'linish jarayonidan ajralib chiqayotgan energiya bug' hosil qilishga sarflanadi. Bug' esa elektr energiya ishlab chiqaradigan generatorni ishga tushiradi. Eng katta muammolardan biri – bu radioaktiv chiqindi moddalar hosil bo'lishidir. Ba'zi bir izotoplarining yarim yemirilish davri juda katta bolishi mumkin. Masalan plutoniy-239 ning yarim yemirilish davri 24000 yilni tashkil qiladi. Bu chiqindilarni atrof muhitga zarar keltirmaydigan yerda saqlanishi juda muhim. Bir qator mamlakatlarda yadro jarayonining chiqindilarini Yer uzasidan 1000 m chuqurlikda joylashgan g'orlarda saqlashadi. Yadro energetikasi bilan bog'liq bo'lgan bir qancha muammolar mavjud. Bu muammolarni ham yechimi

topilsa atom elektrostansiyalaridan olinadigan energiya, odomzodning energiyaga bo'lgan ehtiyojini bir qismini qondirishi mumkin

3-BOB ERITMALAR

3.1. Eritmalar nazariyasi

Eritmalar deb, ikki va undan kop tarkibiy qismlardan tashkil topgan, termodinamik jihatdan turg'un, o'zgaruvchan tarkibli bir jinsli sistemalarga aytiladi. Bir eritma xajmining barcha qismidagi kimyoviy tarkibi va fizik xossalari bir xil bo'ladi. Moddalarning oddiy aralashtirishdan farqli o'laroq, eritishda eritmalar hosil qiladigan zarrachalar o'rtasida o'zaro ta'sirlanish ro'y beradi. Eritishda o'z agregat holatini saqlab qoladigan modda *erituvchi* deyiladi; u odatda eritmada ko'p miqdorda bo'ladi.

Eritmalar uch agregat holatda — *qattiq, suyuq va gazsimon* (bug'simon) holatda bo'lishi mumkin. Qattiq eritmalarga metallarning ba'zi qotishmalari, masalan, oltin bilan mis qotishmasi, gazsimon holatdagi eritmalarga esa havo misol bo'ladi.

Shifokorlarni ayniqsa suyuq eritmalar qiziqtiradi. Qon plazmasi, siydik, limfa va boshqa biologik suyuqliklar shular jumlasidandir. Ular oqsillar, lipoidlar, uglevodlar, tuzlar va hokazolarning juda murakkab aralashmalaridan iborat. Xossalari va katta-kichikligi turlicha bo'lgan bu zarrachalarning o'zaro fizik-kimyoviy ta'sir ko'rsatish qonuniyatlari ham, ularni o'rab olgan suv molekulalari bilan ta'sirlanish qonuniyatlari ham organizmning hayot faoliyati uchun juda muhimdir.

Eritmalarning turlari. Eritmalarda moddalar turli darajadagi dispers (ya'ni maydalangan) holatda bo'lishi mumkin. Zarrachalarning katta-kichikligi eritmalarning ko'pgina fizik-kimyoviy xossalarini bildiradigan muhim belgi bo'lib xizmat qiladi. Zarrachalarning katta-kichikligiga karab eritmalar **chin** (zarrachalari 1mmk dan kichik) va **kolloid eritmalar** (zarrachalari 1 dan 100 mmk gacha) ga

bo'ladi. Chin eritmalar erigan modda ionlarga dissotsiatsiyalanishi yoki dissotsiatsiyalanmasdan molekulalar xolida qolishiga karab ionli yoki molekulyar bo'lishi mumkin. Zarrachalari 100 *mmk* dan katta bo'lgan aralashmalar osilmalar - dag'al dispers sistemalar deyiladi. Ularga suspenziya, emulsiya, aerazollar, ko'piklar va har xil kukunlar kiradi.

Ionli eritmalar suvda yaxshi dissotsiatsiyalanadigan tuzlar kislotalar, asoslar, masalan NaCl, Na₂SO₄, HCl, NaOH va boshqalar eritilganda olinadi. Glyukoza, mochevina, glitserin va dissotsilanish xususiyatiga ega bo'lmagan boshqa moddalar **molekulyar eritmalar** hosil qiladi. Chin eritmalarining hammasi tarkibining gomogenligi va erigan zarrachalar bilan erituvchi o'rtasida fizik sath ajralishi bo'lmasligi bilan farq qiladi.

Kolloid eritmalariga maxsus usulda tayyorlangan temir (III)-gidroksid, mishyak(III)-sulfidi, bariy sulfat va inson a'zolaridagi barcha suyuqliklar kiradi. Ularning molekulalari ma'lum sharoitda kattaligi 1 dan 100 *mmk* gacha yetadigan zarrachalar shaklida birikadi. Kolloid eritmalar xossalari jihatidan chin eritmalaridan keskin farq qiladi. Ular geterogendir, chunki fazalari — erigan modda (dispers faza) va erituvchi (dispers muhit) orasida ajralish sathi mavjuddir.

Yuqori molekulyar birikmalar — oqsillar, polisaxaridlar, kauchuk eritmaları chin eritmalar xossalariga ham, kolloid eritmalar xossalariga ham ega bo'lib, maxsus guruhga ajratiladi. Ko'pgina yuqori molekulyar birikmalar tegishli erituvchilarda kolloid eritmalarining xossalariga ega bo'lgan eritmalar hosil qiladi. Ular sekin-asta diffuziyalanadi dializatsion membranalardan o'tmaydi, zarrachalarning katta-kichikligi kolloidlardagiga mos keladi (1-100 *mmk*).

Biroq kolloidlardan farqli o'laroq, yuqori molekulyar birikmalarining eritmalarida satx chegarasi bo'lmaydi, bundan tashqari, ular ma'lum suyuqliklarda stabilizator yoki tashqi energiya

talab qilmasdan o'z-o'zidan erib ketish xususiyatiga ega. Yuqori molekulyar birikmalarning eritmaları nihoyatda turg'un bo'ladi. Zarrachalarning olchami katta bo'lishiga qaramasdan, satx chegarasi bo'lmasligining sababi shundaki, yuqori molekular moddalarning zarrachalari odatda to'yinmagan uglevodorodlar yoki aminokislotalar, monosaxaridlar yoki boshqa moddalarning molekulalaridan tarkib topgan juda uzun zanjirlarni o'ziga xos bo'lgan «tugun» dan iborat. Bu zanjirlar uzun bo'lishiga qaramay qalinligi bir molekulali qalinligidan ortiq bo'lmasligi satx chegara bo'lmasligini ko'rsatadi va eritmaları xossalari jixatidan chin eritmalarga yaqinlashadi.

3.2. Eritmalar konsentratsiyasi va ularni ifodalash usullari

Bo'lajak shifokorlar o'z faoliyatlarida eritmalar bilan ish ko'rishlariga to'g'ri keladi. Shuning uchun ham berilgan konsentratsiyali eritmalarıni tayyorlashni, turli fizik-kimyoviy doimiyliklardan hisoblashlarda foydalanishni, konsentratsiyani ifodalash usullarini, shuningdek eritmaning pH qiymatini topish va undan amalda foydalanishni bilishlari zarur.

Eritmaning konsentratsiyasi deb, eritma yoki erituvchining aniq massa miqdorida yoki aniq hajmida erigan moddaning miqdoriga aytiladi.

Kimyoda quyidagi eritma konsentratsiyalari ishlatiladi: massa ulushi, hajm ulushi (koproq gazli eritmalar uchun ishlatiladi), mol ulushi, molyar konsentratsiya (molyarlik), molyar ekvivalent konsentratsiya (normallik), titr, molal konsentratsiya va boshqalar.

Massa ulushi — bu erigan modda massasining ($m_{\text{erigan modda}}$) eritmaning umumiy massasi (m_{eritma})ga bo'lgan nisbatidir. Eritmaning massasi o'z navbatida erigan modda va erituvchi massalarning yig'indisiga teng. Massa ulushi o'lchamsiz kattalik bo'lib, ulush yoki foizlarda ifodalanadi.

$$\omega = \frac{m_{\text{erigan modda}}}{m_{\text{eritma}}} \quad \text{yoki} \quad \omega = \frac{m_{\text{erigan modda}}}{m_{\text{eritma}}} \cdot 100\%$$

Misol. 240 g suvda 60 g Na_2SO_4 , tutgan eritmadagi Na_2SO_4 ning massa ulushini hisoblab toping.

Yechish. Ma'lumki, eritmaning massasi erituvchi va erigan moddalarning massalari yig'indisiga teng:

$$m_{\text{eritma}} = m_{\text{H}_2\text{O}} + m_{\text{Na}_2\text{SO}_4} = 240\text{g} + 60\text{g} = 300\text{g}$$

Tenglamaga tegishli qiymatlarni qo'yib, Na_2SO_4 ning massa ulushini topamiz:

$$\omega_{\text{Na}_2\text{SO}_4} = \frac{m_{\text{Na}_2\text{SO}_4}}{m_{\text{eritma}}} = \frac{60}{300} = 0.2 \text{ yoki } 0.2 \cdot 100\% = 20\%$$

Hajm ulushi φ - bu erigan modda hajmini eritmaning umumiy hajmiga bo'lgan nisbatidir. Eritmaning yoki aralashmaning umumiy hajmi erigan modda va erituvchilar hajmining yig'indisiga teng bo'ladi. Hajm ulushi o'lchamsiz kattalik bo'lib, ulush yoki foizlarda ifodalanadi.

$$\varphi = \frac{V_{\text{erigan modda}}}{V_{\text{eritma}}} \text{ yoki } \varphi = \frac{V_{\text{erigan modda}}}{V_{\text{eritma}}} \cdot 100\%$$

Misol. 4 l SO_2 va 2 l H_2 aralashmasidagi SO_2 ning hajm ulushi hisoblab toping.

Yechish.

$$V_{\text{SO}_2} = 4\text{l}, \quad V_{\text{H}_2} = 2\text{l}; \quad V_{\text{aralashma}} = V_{\text{SO}_2} + V_{\text{H}_2} = 4\text{l} + 2\text{l} = 6\text{l}$$

$$\varphi_{\text{SO}_2} = \frac{V_{\text{SO}_2}}{V_{\text{aralashma}}} = \frac{4\text{l}}{6\text{l}} = 0,66 \cdot 100\% = 66\%$$

Mol ulushi. Erigan modda mollar miqdorining eritma mollar miqdoriga nisbati bilan o'lchanadigan kattalik eritmaning mol ulushi deyiladi.

$$\mu = \frac{V_{\text{erigan modda}}}{V_{\text{eritma}}} \text{ yoki } \mu = \frac{V_{\text{erigan modda}}}{V_{\text{eritma}}} \cdot 100\%$$

Mol —bu 0,012 kg (12 g) uglerodning ^{12}C izotopi tarkibidagi atomlar soniga teng bo'lgan elementar zarrachalar (molekula, atom, ion, elektron va boshqalar) ni tutuvchi moddaning miqdori bo'lib, u modda massasining shu moddaning molekulyar massasiga bo'lgan nisbatidan aniqlanadi:

$$\nu_{\text{erigan modda}} = \frac{m_{\text{erigan modda}}}{M_{\text{eritma}}}$$

Misol. 90 g suv va 9,8 g H_2SO_4 dan tarkib topgan eritmadagi sulfat kislotaning mol ulushini hisoblab topish lozim bo'lsin.

Yechish. H_2SO_4 ning mol miqdorini aniqlaymiz:

$$\nu_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{m_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{M_{\text{H}_2\text{SO}_4}} = \frac{9,8\text{g}}{98\text{g/mol}} = 0,1\text{mol}$$

H_2SO_4 ning eritmadagi mol ulushini hisoblab topamiz:

$$\mu_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{\mu_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{\mu_{\text{eritma}}} = \frac{\mu_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{\mu_{\text{H}_2\text{O}} + \mu_{\text{H}_2\text{SO}_4}} = \frac{0,1}{0,1 + 5,0} = 0,019(1,9\%)$$

Molyar konsentratsiya (molarlik). Bir litr eritmadagi erigan moddaning mollar miqdori bilan o'lchanadigan qiymati molyar konsentratsiya deb nomlanadi, u C_m bilan belgilanadi:

$$C_m = \frac{\nu_{\text{erigan modda}}}{V_{\text{eritma}}} = \frac{m_{\text{erigan modda}} / M_{\text{erigan modda}}}{V_{\text{eritma}}} = \frac{m_{\text{erigan modda}}}{M_{\text{erigan modda}} \cdot V_{\text{eritma}}} \text{mol/l}$$

Misol. 7l / 0,25 molyarlik eritma tayyorlash uchun natriy gidrofosfatdan (Na_2HPO_4) qancha olish zarur bo'ladi?

Yechish. Yuqoridagi tenglamani erigan modda massasiga nisbatan yechib, berilgan qiymatlarni o'rinlariga qo'yamiz.

$$m_{\text{erigan modda}} = C_m \cdot M_{\text{erigan modda}} \cdot V_{\text{eritma}} = C_m \cdot M(\text{Na}_2\text{HPO}_4) \cdot V_{\text{eritma}} = \\ = 0,25\text{mol/l} \cdot 142\text{g/mol} \cdot 7\text{l} = 248,5\text{g}$$

Demak, natriy gidrofosfatdan 248,5 g olish lozim ekan.

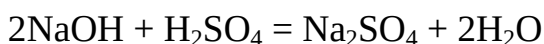
Molyar ekvivalent konsentratsiya (normallik) — bu 1 l eritmadagi erigan moddaning ekvivalent miqdorini ifodalovchi konsentratsiya bolib, erigan moddaning ekvivalent miqdorini eritmaning umumiy hajmiga (litrd) nisbatidir, va C_N bilan belgilanadi:

$$C_N = \frac{V_{ekvivalent}}{V_{eritma}}, mol / l$$

Moddaning ekvivalent miqdori modda massasining shu moddaning ekvivalent massasiga bolgan nisbatiga tengdir:

$$V_{ekvivalent} = \frac{m_{modda}}{E_{m(modda)}}$$

O'z navbatida moddaning ekvivalent massasini topish uchun moddaning molyar massasini ekvivalentlik omiliga (f_{ekv}) ko'paytirish kerak: $E_m = M \cdot f_{ekv}$, g/mol. Bu yerda: E_m — moddaning ekvivalent massasi. Ekvivalentlik omili (f_{ekv}) - o'lchamsiz kattalik bo'lib, moddaning kislota-asosli reaksiyalarida bir vodorod ioniga yoki oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida bir elektronga to'g'ri keladigan mavjud yoki shartli zarrachalar ulushini ifodalaydi. Ekvivalentlik omili berilgan reaksiya stexiometriyasi asosida hisoblanadi. Masalan:



$$f_{ekv}(\text{NaOH}) = 1; \quad f_{ekv}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{1}{2}$$

$$\text{Tuzlar uchun } f_{ekv}(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = \frac{1}{6}$$

Molyal konsentratsiya (molallik). Bir killogramm erituvchidagi erigan moddaning mollar miqdori bilan o'lchanadigan qiymati molyal konsentratsiya deb nomlanadi, u C_B bilan belgilanadi:

$$C_B = \frac{V_{erigan\ modda}}{m_{erituvchi}} = \frac{m_{erigan\ modda} / M_{erigan\ modda}}{m_{erituvchi}} = \frac{m_{erigan\ modda}}{M_{erigan\ modda} \cdot m_{erituvchi}} mol / kg$$

Titir - bu erigan modda massasining eritma hajmiga bo'lgan nisbatidir.

$$T = \frac{m_{\text{eriganmodda}}}{V_{\text{eritma}}} g / ml$$

Misol. 4,2 g sirka kislota tutgan 840 ml eritmaning titrini aniqlang.

Yechish. Tegishli qiymatlarni yuqoridagi tenglamaga qo'yib, T ni aniqlaymiz:

$$T = \frac{m_{\text{CH}_3\text{COOH}}}{V_{\text{eritma}}} = \frac{4,2g}{840ml} = 0,005g / ml$$

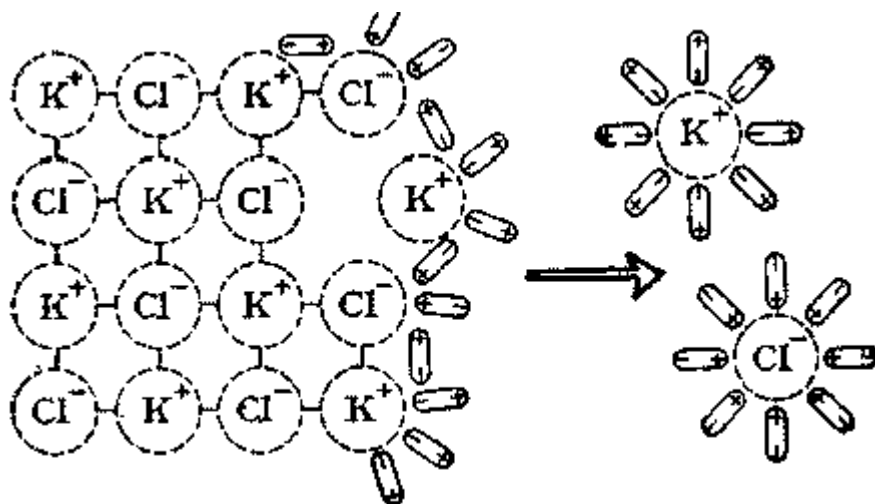
Eritmalarning molyar ekvivalent konsentratsiyasi va ekvivalent massasi ma'lum bo'lsa, uning titri quyidagi tenglama bilan ham topiladi:

$$T = \frac{C_N \cdot E_{m\text{modda}}}{1000} g / ml$$

Mikrogramm — foiz konsentratsiya (mkg%) 100 mg eritmada erigan moddaning mikrogrammdagi miqdorini ko'rsatadi. Bu o'lchov birligi bilan qon, qon zardobi va boshqalarda mikroelement, vitamin, gormonlar va boshqa biologik faol birikmalarning konsentratsiyasi ifodalanadi.

3.3 Erish jarayoni va eruvchavlik

Erish jarayoni erigan modda bilan erituvchi zarrachalarning o'zaro ta'sirlanishiga sabab bo'ladi. Qattiq moddalarniig suvda erishini va molekulalarning ionlarga dissotsiylanishi quyidagicha tasvirlash mumkin:



Suv dipollari qutbli molekulalarning elektr maydoniga tushar ekan, moddaning kristall panjaralari periferiyasida joylashgan qutbli guruhlar yoki ionlar atrofida orentirlanadi. Suv dipollari molekula yoki ionni o'ziga tortib molekulalar yoki ion bog'larini oldin susaytiradi, keyin esa uzadi.

Jumladan, suv Na^+ va Cl^- yoki Na^+ va Br^- ionlari o'rtasidagi bog'lanish zichligini taxminan 80 marta kamaytiradi. Ajralib chiqqan molekulalar yoki ionlar eritmadagi barcha zarrachalarning issiqlik harakati ta'sirida harakat qilib (diffuziyalanib), erituvchi molekulalarining orasida teng taqsimlanadi.

Erishda eriydigan modda molekulalarining bog'lanishlari uzilibgina qolmay, balki erituvchi molekulalarining assotsiatsiyasi ham buziladi. Hosil bo'ladigan eritmada ham erituvchi molekulalaridan, ham erigan modda molekulalaridan (ayniqsa uning kontsentratsiyasi katta bo'lganda), shuningdek ikkala molekuladan yangi assotsiatsiyalar vujudga keladi.

Erituvchi va eritilayotgan modda molekulalarining assotsiatsiyasini va uning kristallaridagi bog'lanishni uzadigan energiyaning asosiy qismi ajralib chiqayotgan ionlar yoki molekulalar solvatatsiya (gidratatsiya) dagi ekzotermik jarayonda ajralib chiqadi. Har bir ionga bir molekula suv birikadigan bo'lgandagina, «gidratatsiya energiyasi» 34 *kkal/molni* tashkil etishi hisoblab chiqilgan. Masalan, KCl ning to'la dissotsilanishiga yetarli energiya bo'lishi uchun hosil bo'ladigan har bir ionga besh molekula suv birikishi kerak.

Erish jarayoni issiqlik chiqishi yoki yutilishi bilan boradi. U bir tarafndan, qattiq moddaning suyuq holatga (ya'ni uning erishiga) o'tishi uchun sarflangan energiyaga, ikkinchi tarafdan erituvchi bilan eritilayotgan modda zarrachalarining o'zaro ta'sir ko'rsatishidan ajralib chiqadigan solvatatsiya issiqligiga bog'liq bo'ladi. Eritishga sarflanadigan energiyaning miqdori (ya'ni moddaning erish issiqligi) ajralib chiqadigan solvatatsiya issiqligidan ortiq bo'lsa, erish jarayoni **endotermik** bo'ladi. Aksincha, erish issiqligi kam, solvatatsiya issiqligi ko'p bo'lsa, erish jarayoni **ekzotermik** bo'ladi.

Ba'zi tuzlarning erishda issiqlik yutish xossasidan sovitadigan aralashmalar tayyorlash uchun foydalaniladi. Masalan, $110 \text{ g Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ni 100 ml suvda eritilganda, harorat — 8°C gacha pasayadi. 150 g KSCN ni shu miqdor suvda eritilganda, eritmaning harorati — $23,7^\circ \text{C}$ gacha pasayib ketadi. Qattiq va suyuq moddalarning erish qobiliyati ko'p jihatdan ularning o'z molekulalarining qutubliligiga ham bog'liq. Masalan, ionlar hosil qilmaydigan qandlarning yaxshi eruvchanligi ularning molekulalarida qutibli spirt gruppalarini ko'p miqdorda bo'lishiga sabab bo'ladi.

Aksincha, ko'p sonli uglevodorod gruppalaridan tashkil topgan qutbli bo'lmagan molekulalar, masalan, alifatik (yog') kislotalar, fenol, efir molekulalari o'ziga yetarli miqdorda suv molekulalarini «tortishga» qobiliyatli bo'lmagani uchun ularning assotsiatsiyasini buzolmaydi. Shuning natijasida bunday moddalarning bir-birida erishidagi masalan, fenolning suvda erishi keskin cheklanib qoladi, bu ko'rsatib o'tilgan moddalarning ularning zichligiga muvofiqlik bilan bir-biridan ajralishiga olib boradi. Lekin shunday bo'lsa ham ma'lum temperaturadagi eruvchanligiga qarab fenol qavatida suv, suv qavatida esa fenol aniq bir proportsional miqdorda bo'ladi.

Molekulalar kuchsiz qutublangan moddalar, masalan, alifatik kislotalar, molekulalari kuchsiz qutblangan (masalan, efir) yoki qutbli bo'lmagan (benzol) erituvchilarda birmuncha yaxshi eriydi.

Shunday qilib, suyuqliklarning bir-birida eruvchanligi ularning kimyoviy tuzilishiga bog'liq. Suv bilan simob amalda bir-birida erimaydi, suv bilan fenolning bir-birida eruvchanligi cheklangan. Spirtlar spirtida cheksiz eriydi. Aralashtiriladigan moddalarning kimyoviy tuzilishi qanchalik yaqin bo'lsa ularning bir-birida eruvchanligi shunchalik yuqori bo'ladi harorat ortishi bilan ko'pchilik suyuqliklarning suvdagi eruvchanligi ortadi.

Eruvchanlik ko'paytmasi. Ko'pchilik elektrolitlar suvda yaxshi eriydi. Faqat ba'zi tuzlar (AgCl , BaSO_4 , va boshqalar) yomon eriydi. Biz suvda mutlaqo erimaydigan moddalar bo'lmaydi, desak, hech qanday mubolag'a qilmagan

bo'lamiz. Ba'zi kuchli elektrolitlar suvda yomon eriydi. Bunday moddalar kam erisa ham, eritmada faqat ionlar holida bo'ladi.

Yomon eriydigan elektrolitlarning eruvchanligi ularning eruvchanlik ko'paytmasi bilan baholanadi. Masalan, AgCl ning eruvchanlik ko'paytmasini ko'rib chiqamiz. Faraz qilaylik, bir stakan tubidagi AgCl cho'kmasi ustiga suv solaylik. AgCl zarrachalari kristalldan ajralib suvga o'ta boshlaydi. Bu jarayonning tezligi massalar ta'siri qonuniga muvofiq:

$$V_1 = k_1 [\text{AgCl}]$$

bilan ifodalanadi. Eritmada bu jarayonga qarama-qarshi jarayon ham boradi. Ag^+ ionlari bilan Cl^- ionlari birikib, qaytadan AgCl ga o'ta boshlaydi. Uning tezligi:

$$V_2 = k_2 [\text{Ag}^+] [\text{Cl}^-]$$

shaklida ifodalanadi.

Ma'lum vaqt o'tgach, sistema muvozanat holatiga kelib, ikkala jarayon tezligi tenglashadi.

$$V_1 = V_2$$

Tezliklar qiymatini V_1 va V_2 o'rniga qo'ysak:

$$k_1 \cdot [\text{AgCl}] = k_2 \cdot [\text{Ag}^+] \cdot [\text{Cl}^-]$$

$$\text{yoki } \frac{k_1}{k_2} = \frac{[\text{Ag}^+] \cdot [\text{Cl}^-]}{[\text{AgCl}]}$$

$$\frac{k_1}{k_2} = K \quad \text{deb qabul qilsak,}$$

$$K = \frac{[\text{Ag}^+] \cdot [\text{Cl}^-]}{[\text{AgCl}]} \quad \text{bo'ladi}$$

AgCl kam eriydigan modda bo'lgani uchun uning konsentratsiyasi $[\text{AgCl}]$ ni o'zgarmas kattalik deb qabul qilib, o'zgarmas sonlarni formulaning bir tarafiga o'tkazamiz:

$$K [\text{AgCl}] = [\text{Ag}^+] [\text{Cl}^-]$$

U holda, ifodaning chap tomondagi hadini o'zgarmas qiymat **EK** bilan belgilash mumkin. Natijada quyidagi tenglama kelib chiqadi:

$$EK = [Ag^+] \cdot [Cl^-]$$

Tenglamadagi **EK** — eruvchanlik ko'paytmasi nomi bilan yuritiladi. Umumiy holda, yomon eriydigan elektrolit AB ning eruvchanlik ko'paytmasi quyidagicha ifodalanadi:

$$EK = [A^+] \cdot [B^-]$$

bu yerda: $[A^+]$ va $[B^-]$ ayni elektrolitning to'yingan eritmasidagi A^+ va B^- ionlarining konsentratsiyalari.

Demak, oz eriydigan elektrolitning to'yingan eritmasidagi ionlar konsentratsiyalarining ko'paytmasi ayni temperaturada o'zgarmas kattalikdir. Bu kattalik **eruvchanlik ko'paytmasi** deb ataladi.

Eruvchanlik ko'paytmasi elektrolitning erish qobiliyatini miqdor jihatdan baholaydi. Masalan, agar NaCl ning to'yingan eritmasiga HCl gazi yuborilsa, erigan holatdagi NaCl ning anchagina qismi cho'kmaga tushadi. Chunki eritmada qaror topgan muvozanatli sistemaga HCl qo'shilganida, Cl^- ionlarining konsentratsiyasi oshib ketganligi sababli muvozanat chap tomonga siljiydi.

Eruvchanlik ko'paytmasining qiymati kimyoviy reaksiyalarda cho'kma tushish yoki tushmasligi holatlarini, va bir nechta moddalar aralashmasidan chokmalar tushish ketma-ketligini aniqlash imkoniyatini beradi.

Agar ayni eritmadagi ionlar konsentratsiyalari ko'paytmasi $[A^+] \cdot [B^-]$ shu AB moddaning EK sidan katta bo'lsa:

$$EK_{AB} < [A^+] \cdot [B^-]$$

eritma o'ta to'yingan bo'lib, cho'kma hosil bo'ladi;

Agar oz eriydigan kuchli elektrolit eritmasida ionlar konsentratsiyalarining ko'paytmasi $[A^+] \cdot [B^-]$ shu moddaning EK sidan kichik bo'lsa:

$$EK_{AB} > [A^+] \cdot [B^-]$$

eritma to'yinmagan bo'lib, cho'kma hosil bo'lmaydi; cho'kma.

Agar oz eriydigan kuchli elektrolit eritmasida ionlar konsentratsiyalarining ko'paytmasi $[A^+] \cdot [B^-]$ shu moddaning EK siga teng bo'lsa:

$$EK_{AB} = [A^+] \cdot [B^-]$$

eritma to'yingan hosoblanadi.

Ayni elektrolitning EK si qanchalik kichik bo'lsa, u modda suvda shunchalik oz eriydi. Shuning uchun bir nechta oz eriydigan elektrolitlar aralashmasiga cho'ktiruvchi ion qo'shilganda, cho'kmaga, birinchi navbatda, EK si eng kichik bo'lgan modda tushadi.

Eruvchanlikni hisoblash. Agar ayni elektrolitning EK si ma'lum bo'lsa, uning eruvchanligini topish mumkin. Elektrolitning eruvchanligi to'yingan eritmaning konsentratsiyasi bo'lib, $\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ yoki $\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ bilan ifodalanadi. Kation va anionlarning eruvchanligi ham $\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ yoki $\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ larda o'lchanadi.

3.4 Gazlarning suyuqliklardagi eritmaları

Gazlarning suyuqliklarda erishini gazlarning suyuqliklar bilan absorbttsilanishi deb ataladi. Ko'pchilik xollarda bunday eritmalarining konsentratsiyasi uncha katta bo'lmaydi.

Gazlarning suyuqliklardagi eruvchanligi erigan modda va erituvchining tabiatiga, gazning bosimiga, haroratga, erituvchida boshqa begona moddalar eriganligiga bog'liq boladi.

Erishning modda tabiatiga bo'liqligi. Suyuqliklar va qattiq jismlarni eritishda bo'lganidek molekulalari qutbli bo'lgan gazlar qutbli eritmalarda bir muncha yaxshi eriydi. Ba'zi gazlar eritilganda erituvchi erigan modda (masalan, CO_2 yoki NH_3) bilan kimyoviy reaksiyaga kirishadi yoki ionlarga dissotsiyanadi (HCl). Bu ularning eruvchanligini keskin oshiradi. Molekulalari gutbsiz bo'lgan gazlar (H_2 , O_2 , N_2 va b.) suvda yomon eriydi.

Erishning bosimga bog'liqligi. Gazlarning suvdagi eruvchanligi **Genri qonuni** bilan baholanadi:

Gazlarning ozgarmas haroratda, 1000g erituvchida mollar bilan ifodalangan eruvchanligi uning eritma ustidagi bosimiga tug'ri proporsionaldir

$$C = k p$$

bu erda C-suyuqlikdagi erigan gazning molyar konsentratsiyasi; p - gaz bosimi; k- bosim 1 atm bo'l ganda 1000 g erituvchida erigan gazning mo'l miqdoriga teng bo'l gan eruvchanlik koeffisienti. Koeffitsient k- gaz, erituvchi tabiatiga va temperaturaga bog'liq kattalik.

Bosim oshirilganda gazlar eruvchanligining ko'payishi, jumladan, bosim ostida CO₂ to'yintirilgan gazli ichimliklar tayyorlashda keng qo'llanadi. Eritma ustida gazlar aralashmasi bo'l sa, ularning har biri partsial bosimiga yarasha eriydi. Bu – fiziologik jarayonlarda qon orqali kislorod va karbonat kislota tashilishida katta ahamiyatga ega, qattiq va suyuq moddalarning eritmalaridan farqli o'larok harorat ko'tarilishi bilan gazlarning eruvchanligi kamayadi. Bu xususiyatdan, jumladan laboratoriyalarda suvni qaynatish yo'li bilan gazlarni, CO₂ ni yo'qotish uchun foydalaniladi.

Shuni aytib o'tish kerakki, bosim o'zgarishi ta'sirida gazlar eruvchanligining o'zgarishi odam organizmining og'ir patologiyasiga sabab bo'lishi mumkin. Atmosfera bosimining keskin pasayib ketishi, masalan, g'avvoslar yoki kessonchilar katta chuqurliklardan keskin ko'tarilib chiqqanda, baland uchishlardan so'ng germetik kabina yoki skafandrlarni birdan ochib-qo'yilganda qon «qaynab» unda erigan gazlarning ajralishi natijasida hosil bo'lgan, gaz pufakchalari miyadagi va boshqa a'zolaridagi mayda tomirlarni berkitib qo'yadi, bu og'ir kasalliklarga va odamni o'limga ham olib kelishi mumkin.

Ikkinchi tomondan, so'nggi yillarda anemiyaning turlarida va boshqa kasalliklarda bemorlarni havodagi kislorod bosimi oshirilgan palatalarga joylashtirib, to'qimalarni kislorod bosimi bilan ta'minlanishini yaxshilashga urinishlar qilinyapti. Davolashning bu usulida gazli gangrenani davolaganda,

ya'ni yara chuqurliklarida va nekrozlangan to'qimalarda kislorodsiz sharoitlarda. ko'payadigan mikroblarga qarshi kurashda yahshi natijalar olingan.

Erishga harorat ta'siri. Gazlarni suvda erishi odatda issiqlik chiqishi bilan borib, u ekzotermik jarayon hisoblanadi. Shuning uchun harorat ko'tarilishi bilan gaz moddalarning suvdagi eruvchanligi kamayadi. Kasalliklar hurujida, tana harorati kotarilishi qonda kislorod erishini kamaytiradi.

Erishga begona moddalar ta'siri. Rus olimi I. M. Sechenov gazlarning eruvchanligini o'rganar ekan, eritmada elektrolitlar borligidan gazlar eruvchanligining kamayishini aniqlab berdi. Gazlarning eruvchanligiga boshqa eritilgan moddalar ham ta'sir ko'rsatadi deb, quyidagi qonunni kiritdi:

Eritmada begona moddalarning mavgudligi gazlarning suvdagi eruvchanligini kamaytiradi:

$$S_1 = S_0 e^{-RC}$$

bu erda: S_1 — gazning topilishi kerak bo'lgan eruvchanligi S_0 — gazning toza erituvchidagi eruvchanligi; e - natural logarifmning asosi; R - gaz, elektrolit tabiatiga va temperaturaga bog'liq bo'lgan konstanta; C — elektrolitning konsentratsiyasi. Ya'ni, elektrolitlar eritmalarida suvga nisbatan gazlar erishi kamayadi.

Qonda elektrolitlar, oqsillar, lipidlar va boshqa moddalar bo'ladi; ularning konsentratsiyasi qondagi O_2 va CO_2 ning eruvchanligiga birmuncha ta'sir ko'rsatib, ma'lum darajada o'zgarib turishi mumkin.

3.5 Eritmalarning kolligativ (umumlashtirilgan) xossalari

Eritmalarning qator xususiyatlari unda erigan moddaning tabiatiga bog'liq bo'lmasdan, balki uning miqdoriga, jumladan molyar konsentratsiya qiymatiga bog'liq bo'ladi. Eritmalarning bunday xossalari — **kolligativ (umumlashtirilgan) xossalari** deb ataladi.

Tabiati jihatidan ideal eritmalarga yaqin bo'lgan sistemalarning umumlashtirilgan xossalari deganda osmotik bosim, eritma satxidagi to'yingan

bug' bosimining kamayishi, qaynash haroratining ortishi va muzlash haroratining pasayishi holatlari tushuniladi.

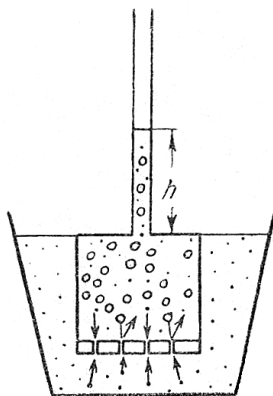
Ideal eritmalaridagi (real eritmalaridan farqli ravishda) komponent zarrachalarining o'zaro ta'sirlashuv kuchlari bir xil bo'lib, zarrachalar tabiatiga bog'liq bo'lmaydi. Masalan, A va B komponentlardan iborat sistemada bo'lishi mumkin bo'lgan A—A, B—B va A—B turlardagi molekulalararo ta'sirlashuv kuchlari bir xil bo'ladi. Shu sababli ideal eritmalar komponentlarining xossalari ularning dastlabki (individual) xossalaridan deyarli farq qilmaydi. Bunday eritmalar xossalarini Vant-Goff va Raul qonunlari yordamida tushuntirish mumkin.

Osmos va osmotik bosim. Eritmalarning biologik nuqtai nazardan eng muhim xossasi osmosdir. Tabiatda ko'pincha eritmalar erituvchidan faqat erituvchi zarrachalari o'ta oladigan membranalar bilan ajratiladi. Bu holda eritilgan modda erituvchiga diffuziyalana olmaydi va bunda erituvchining eritmaga o'tishi kuzatiladi xolos, ya'ni erituvchi ikkala tomonga ko'chib yuradi, lekin shunday bo'lsa ham u eritmaga teskari tomondagiga qaraganda ko'prok o'tadi. Masalan, shisha naychaning og'zini suv o'tadigan, lekin saxaroza molekulalari o'ta olmaydigan sellofan yoki kollodiydan yasalgan membrana bilan yopib, naychaga saxarozaning konsentrlangan eritmasidan quyib suv solingan idishga tushirilganda bir oz vaqt o'tgandan so'ng naychadagi suyuqlik ancha ko'tarilib qolganligi qayd kilinadi. Idishdagi suvning analizi saxaroza yo'qligini ko'rsatadi. Bunda faqat erituvchi (suv) molekulalarigina membranadan o'tadi. ***Osmos — erituvchi molekulalarining yarim o'tkazuvch membranalar orqali erituvchidan eritmaga (yoki kichik kontsentratsiyali eritmadan katta kontsentratsiyali eritmaga) o'tishidir.***

Erituvchining membrana orqali bir tomonlama harakatlanishining sababi shuki, membrana satxining past tomoniga erituvchining molekulalari ko'p yondashadi. Yuqorida esa suyuqlikning ma'lum hajmini membranadan o'ta olmaydigan erigan modda molekulalari egallagani uchun erituvchi molekulalari

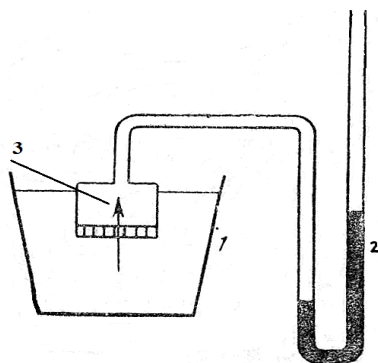
undan kam yondashadi. Shu sababdan vaqt birligida erituvchining molekulari pastdagiga qaraganda yuqoriga ko'prok o'tadi.

Osmos natijasida eritmaning hajmi ko'payadi va uning kontsentratsiyasi asta-sekin kamayib boradi; membrana orqali eritmaga o'tadigan erituvchi suyuqlik ustuni h ni tepaga ko'taradi va, binobarin, gidrostatik bosimni oshiradi. (3.1-rasm) Shu bilan bir vaqtda membrana orqali teskari tomonga, ya'ni eritmadan erituvchiga ko'chayotgan erituvchi molekularining soni ham oshib boradi. Asta-sekin ikkala tomonga ko'chib yuradigan erituvchi molekularining miqdori tenglashadi, gidrostatik bosim va eritmaning suyulishi ma'lum miqdorga yetib, osmotik muvozanat vujudga keladi. Osmos natijasida ko'tarilib, osmotik muvozanatda karor topgan eritma ustunining balandligi h bilan o'lchanadigan ortiqcha gidrostatik bosim, (3.1-rasm) osmotik bosim deb ataladi.



1.1– rasm. Osmotik yacheyka sxemasi

Osmotik bosimni o'lchash uchun turli hil osmometrlar qo'llaniladi. Statik turdagi eng sodda osmometrlardan biri **Pfeffer osmometri** (rasm 1.2) sopol silindrdan iborat bo'lib, devorlarining teshiklari mis ferrotsianid pardasi bilan qoplangan. Silindrning manometr bilan tutashadigan ichki bo'shligiga tekshirilayotgan eritma joylashtiriladi.



1.2-rasm.Pfeffer osmometri sxemasi:

1-erituvchi solingan idish, 2- membrana 3-eritmali katakcha 4-monometr

Sopol idishni erituvchiga botirilganda erituvchining molekulari yarim o'tkazuvchan parda orqali o'tadi, natijada osmometrda manometr qayd qiladigan ortiqcha bosim vujudga keladi. Osmotik muvozanat yuzaga kelgan paytda o'lchab olingan bu bosim ana shu eritmaning **osmotik bosimiga** to'g'ri keladi.

Eritmalarning osmotik bosimi toza erituvchiga nisbatan o'lchanadi (yoki hisoblab chiqiladi). Osmotik yacheyka eritmaga botirilsa, yacheykada paydo bo'ladigan osmotik bosim yacheykaning ichidagi va tashqarisidagi toza erituvchiga nisbatan hisoblab chiqilgan osmotik bosimlarning ayirmasiga teng bo'ladi.

Osmos vujudga kelishi uchun turli kontsentratsiyadagi eritmalarini yarim o'tkazuvchan (faqat erituvchi o'ta oladigan) membrana orqali bir-biriga tutashtirish kerak. Kollodiy, sellofan, mis ferrotsianidi va boshqalardan tayyorlangan membranalar ko'pgina eritmalar uchun yarim o'tkazuvchan membrana hisoblanadi. Membranalarning yarim o'tkazuvchanligini tushuntirish uchun bir necha nazariyalar taklif etilgan. Bulardan hozirgi vaqtda hammadan ko'p tanilgan nazariyalardan biri «**G'alvir**» nazariyasidir. Bu nazariyaga binoan, membrana erigan modda molekularidan kichik bo'lgan erituvchi molekularinigina o'tkazadigan ma'lum o'lchamdagi teshiklarga ega. Erituvchanlik nazariyasiga muvofiq membranadan faqat tanlangan moddalargina

o'tadi. Masalan, piridindagi qand eritmasini va sof piridinni ajratib turadigan rezina membrana orqali faqat piridin molekulalari erib o'tadi.

Hozirgi zamon osmometrlari texnik rivojlanish bilan birga hamqadam rivojlanib bormoqda. Ularning asosida ham tanlab o'tkazish nazariyasi yotadi.



Vant-Goff qonuni. Turli xil eritmalar uchun osmotik bosimni o'lchashda shu ma'lum bo'ldiki, osmotik bosim qiymati eritma konsentratsiyasi va haroratga bog'liq bo'lib, erigan modda va erituvchi tabiatiga bog'liq emas ekan. Noelektrolitlarning suyultirilgan eritmaları uchun ularni quyidagicha ifodalash mumkin. *O'zgarmas haroratda osmotik bosim erigan moddaning molyar konsentratsiyasiga to'g'ri proportsionaldir*

$$\frac{\pi_1}{\pi_2} = \frac{c_1}{c_2}$$

Molyar konsentratsiya doimiy bo'lganda osmotik bosim absolyut haroratga to'g'ri proportsionaldir.

$$\frac{\pi_1}{\pi_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

Bu ikki qonundan shunday xulosa kelib chiqadiki, bir xil molyar konsentratsiya va haroratda turli xil noelektrolitlarning eritmaları bir xil osmotik bosimni yuzaga keltiradi, ya'ni noelektrolitlarning ekvimolyar eritmaları izotonik (Avogadro qonuniga o'xshash) bo'ladi.

Bu bog'liqliklarni tahlil qilib, Vant-Goff 1887 yilda osmotik bosimning eritma konsentratsiyasi va haroratga bog'liqligi, gazlarning bosimini huddi shu omillarga bog'liqligiga o'hshab ketishini inobatga olib quyidagi qonunni tavsiya qildi:

Eritgan modda berilgan haroratda gaz holatida bo`lib eritma egallab turgan hajmga teng hajmni egallaganda ko`rsatishi mumkin bolgan bosimi osmotik bosim deyiladi.

Bundan kelib chiqadiki, ideal eritmaning osmotik bosimini Mendeleev-Klapeyron $pV = \nu RT$ tenglamasidan p ni π ga almashtirib hisoblab topish mumkin ekan. $C_M = \frac{\nu}{V}$ ekanligini hisobga olsak, Vant-Goff qonuning matematik ifodasini keltirib chiqaramiz:

$$\pi = cRT$$

bu erda: π – osmotik bosim, c – molyar konsentratsiya, R – universal gaz doimiysi, T – absolut harorat.

Demak, noelektrolitlar suyultirilgan eritmalarining osmotik bosimi molyar konsentratsiya (c) va absolyut temperaturaga (T) to`gri proportsionaldir:

Eritmalarining osmotik bosimini aniq o`lchashlar Vant- Goff tenglamasini juda suyultirilgan eritmalar uchungina tatbiq qilish mumkin ekanligini ko`rsatdi.

Kichik molekulyar moddalarning chin eritmalaridagi osmotik bosim uchun eritilgan zarrachalarning katta-kichikligi yoki shakli emas, balki ularning sonigina ahamiyatga ega. Vant-Goff formulasi bo`yicha bir hil konsentratsiyali har qanday eritmalar bir hil osmotik bosimga ega bolishlari kerak edi. Amalda esa elektrolit moddalar eritmalaridagi osmotik bosim zarrachalar soni ko`proq bo`lganligi birmuncha yuqori ekanligi aniqlandi. Shuning uchun tenglamaga qo`shimcha ko`paytiruvchi – izotonik koeffitsient kiritiladi:

$$\pi = icRT$$

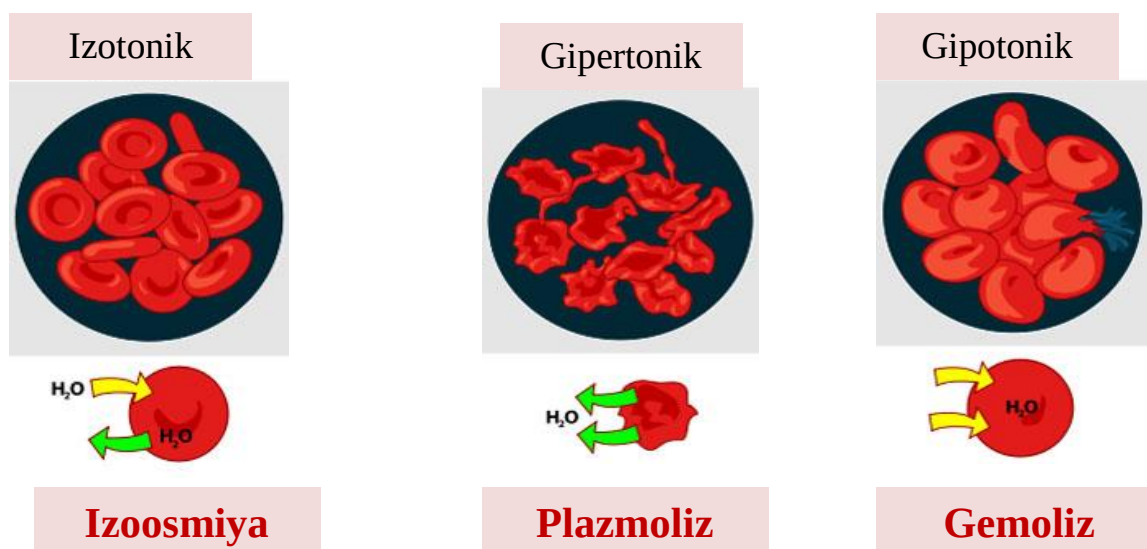
Bu koeffitsient elektrolitning dissotsiatsiyanish darajasi α bilan bog`liq bo`lib, binar elektrolit (NaCl) uchun $i = 1 + \alpha$, trinar elektrolit (CaCl_2) uchun $i = 1 + 2\alpha$ va h. formulalari yordamida hisoblanadi.

Osmotik bosimning biologik ahamiyati. Osmos o`simlik va xayvon organizmlari uchun katta ahamiyatga ega. U xujayra va xujayralararo strukturalarni etarlicha suv bilan ta`minlab turishga yordam beradi. Bunda vujudga keladigan osmotik bosim hujayralarning turgorligiga, ya`ni ularning o`ziga xos tarangligiga sabab bo`ladi, shu bilan birga to`qimalarning elastikligini, a`zolarining ma`lum shaklda bo`lishini saqlab turishga va boshqalarga yordam beradi. To`qima va hujayralarda suvning mo`l-ko`l bo`lishi ko`pgina xilma-xil fizik va kimyoviy jarayonlar: moddalar gidratlanishi va dissotsiatsiyasi, gidroliz, oksidlanish reaksiyalarining normal o`tishi uchun zarur va hokazo.

Har bir tirik xujayraning yarim o`tkazuvchanlik xossasiga ega bo`lgan pardasi yoki protoplazmaning sirt qavati bo`ladi. Masalan, eritrotsitlarning pardasidan anionlar va suv bemalol o'tsa ham bir qator kationlar (masalan,  $K^+$  va  $Na^+$ ) o'ta olmaydi. O`simlik yoki xayvon hujayralari distillangan suvga solinsa, suvning ko`chib hujayra ichiga suv o`tib bo`kishiga, keyin esa parda yorilib xujayra ichidagi bor narsaning okib ketishiga olib kelishi mumkin. Bunday tajribada eritrotsitlardan foydalanilsa, suv gemoglobin bilan qizil rangga bo`yaladi. Hujayra pardalarini (yoki protoplazmaning ustki qavatlarini) yorish yo`li bilan hujayralarning parchalanishi **lisis deb** ataladi. Eritrotsitlar parchalangan hollarda **gemoliz** deb ataladi.

Tuzlarning to`yingan eritmalarida aksincha, hujayralarning burishishi (**plazmoliz**) qayd qilinadi. Bu — hujayra — suv tashqaridagi bir qadar kontsentrangan - eritmaga o`tishi sabab bo`ladi.

Gemoliz va plazmoliz jarayonlari hujayra moddalarining funksional holatiga, xususan hujayra pardalari o`tkazuvchanligining o`zgarishiga bog`liq bo`ladi. Buning natijasida tuzlar va qandning kontsentrangan eritmaları turg'un plazmolizni paydo qilsa, mochevina va glitserin eritmalaridagi plazmoliz vaqtincha xarakterga ega bo`lib, spirt, efir, xloroform eritmalarida plazmoliz bo`lmaydi. Bu moddalar hujayra membranalari orqali osonlik bilan o`tadi.



Bosimi osmotik bosimga teng qilib olingan standart eritmalar *izotonik* eritmalar deyiladi (izos — grekcha soʻz boʻlib, teng demakdir). Osmotik bosimi standartdagidan koʻra yuqori boʻlgan eritmalar ***gipertonik***, bosimi standartdagidan kam boʻlgan eritmalar ***gipotonik*** eritmalar deb ataladi.

Odamning qoni, limfasi, toʻqima suyuqliklari koʻpgina moddalardagi molekula va ionlarining suvli eritmalaridan iborat. Ularning jami osmotik bosimi 37°C da $7,7\text{ atm}$ ni tashkil qiladi. $0,9\%$ ($0,15\text{ M}$) li NaCl eritmasining bosimi ham shuncha, demak, u *qon bilan izotonik*dir. Uni koʻpincha *fiziologik eritma* deb ham atashadi (bu atama hozirgi vaqtda uncha oʻrinli emas, deb hisoblansa ham). Buning sababi shundaki, qonning tarkibiga faqat NaCl emas, balki boshqa bir qancha tuzlar va oqsillar ham kiradi. Bular ham osmotik jihatdan faol moddalardan iborat. Shu sababdan tuzlar va oqsillarning odam qoni tarkibidagi nisbatlarga toʻgʻri keladigan miqdorda tutgan eritmalar birmuncha fiziologik eritmalar boʻladi. Aytib oʻtilgan eritmalar jarrohlikda qon oʻrnini bosuvchilar sifatida qoʻllaniladi.

Biologik suyuqliklarning har xil organizmlardagi osmotik bosimi turlicha, masalan, baqada osmotik qon bosimi odamdagi osmotik qon bosimidan birmuncha pastroq, tuzi koʻproq miqdorda boʻladigan suvda yashaydigan baʼzi

dengiz hayvonlarida esa u yuqoriroq bo'ladi. Ma'lumki, erdan suvni surib oladigan o'simlik to'qimalarida osmotik bosim 5- 20 atmga, cho'lda va sho'rrok yerlarda o'sadigan ba'zi ovsimliklarda esa xatto 170 atm ga yetadi. Eng yuqori bosim o'simliklarning yer usti qismidagi uchlarida: barglarida va ayniqsa, nihollarida bo'lishi kuzatilgan. O'simliklarda, shuningdek bir talay dengiz hayvonlari va akula baliqlarida to'qima suyuqliklarining osmotik bosimi tashqi muhitdagi osmotik bosimga qarab ma'lum darajada o'zgarib turadi.

Birmuncha yuqori darajada tuzilgan hayvonlar, tashqi muhitga bog'lanmagan holda, doimiy osmotik qon bosimiga ega bo'ladi. Odam organizmi ichki muhitning bir qator fizik-kimyoviy ko'rsatkichlarining doimiyligi bilan, shu jumladan osmotik qon bosimi bilan ham baholanadi. Bu ko'rsatkich **izoosmiya** deyiladi. Izoosmiyaning buzilishi hujayra plazmolizi yoki lizisi boshlanishidan oldinroq organizmni halokatga olib keladi. Ko'p miqdor ortiqcha suv kiritish yoki tuzlarni intensiv yo'qotish (masalan, ter bilan) natijasida osmotik bosimning pasayishi qusish, tutqalok, bosh aylanishiga, xatto organizmning xalok bo'lishiga olib keladi va xokazo. Osmotik bosimni ko'p miqdor tuzlar kiritish yo'li bilan oshirish esa suvning qaytadan taqsimlanishiga olib boradi. Qaysi to'qimalarda ortiqcha tuzlar to'plansa, shu erga suv yig'ilib o'sha to'qimalarda (avvalo teri osti kletchatkasida) shish paydo qiladi; shu bilan birga shilliq pardalarning suvsizlanishi tashnalikka, nerv sistemasi va boshqa hayotiy muhim organizmlar normal faoliyatining buzilishiga sabab bo'ladi.

Izoosmiyani saqlab qolishda qatnashadigan mexanizmlarga ba'zi to'qimalar (jigar to'qimasi, teri osti kletchatka to'qimasi)ning ortiqcha suv va tuzlarini o'zida ushlab qolish, deponirlash xossalarini, shuningdek organizmning ana shu moddalarni siydik va ter bilan tez chiqarib tashlash xususiyatini kiritish kerak. Izoosmiyani saqlab turishda buyrak ayniqsa muhim rol o'ynaydi. Yuqorida ko'rsatib o'tilgan jarayonlarni organizmda avvalo nerv sistemasi va ichki sekretiya bezlari tartibga solib turadi. Butun organizmdagi qonning osmotik bosimi xatto og'ir patologik sharoitlarda juda ham kam ko'tariladi.

Bu to`g`rida Gamburgerning tajribasi qiziqarli. Otga 5% li glauber tuzi eritmasidan 7 l kiritilganda qonning osmotik bosimi ikki baravar ko`tarilishi kerak edi. Lekin izoosmiyani saqlovchi mexanizmlar ta`siri natijasida bosim juda kam ko`tarilgan, bir necha minutdan so`ng esa deyarli normaga tushgan.

Shunga qaramasdan to`qimalarning chegaralangan sohalarida osmotik bosimning o`zgarishi ancha katta bo`lishi mumkin. Masalan, ma`lum bir joylarning yallig`lanishida oqsil molekulalari ancha mayda massali fragmentlarga bo`linib, yallig`lanish o`chog`ida zarrachalarning kontsentratsiyasini oshirib yuboradi. Suv atrofdagi to`qima va tomirlardan «osmotik yacheyka» ga aylanib qolgan shu o`chog`ga intiladi va shu o`chog`da osmotik bosimni ancha oshiradi. Yiringli o`chog`da «bosim» sezilishi hammaga ma`lum; yorilganda yoki kesilganda yiring suyuqligi u yerdan sezilarli bosim ostida otilib chiqadi.

Odam va hayvonlar organizmiga faqat izotonik eritmalarini ko`p miqdorda kiritish mumkin. Bunday eritmalar bemorlarga ba`zan sutkasiga bir necha litrlab yuboriladi. Masalan, og`ir operatsiyadan so`ng *qon* bilan yo`qotilgan suyuqlik o`rnini to`ldirish uchun jarrohlik operatsiyalarda qorin bo`shlig`ini yorib ichak halqalarni qurib qolmasligi uchun fiziologik eritmaga namlangan doka salfetaklar qo`yib turiladi.

Klinika amaliyotida gipertonik eritmalar ham qo`llaniladi. Masalan, ko`z ichi bosimining yuqori bo`lishi bilan kechadigan glaukomada ko`z oldi kameronidan ortiqcha namlikni «tortib olish» uchun bu eritmalar kam miqdorda qon tomiriga yuboriladi.

Jarrohlikda tasma shaklida kesilgan dokani NaCl ning gipertonik eritmasida ho`llab yiringli yarani bog`laydigan gipertonik bog`lamlar keng qo`llaniladi; osmos qonunlariga binoan, yara suyuqligi doka bo`ylab tashqariga chiqadi, bu yarani yiring, mikroorganizmlar, parchalanish maxsulotlari va boshqalardan doimo tozalanib turishiga yordam beradi.

Me`da – ichak traktida yomon so`riladigan surgi dorilar sifatida foydalaniladigan $MgSO_4$ va Na_2SO_4 tuzlari ham gipertonik eritmalar xolida ishlatiladi natijada suv shilliq pardadan ko`p miqdorlarda ichak bo`shligiga o`tdi bu – sulfatlarning ich suruvchi bo`lib ta`sir etishiga yordam beradi.

Tuz yoki qandning katta kontsentrtsiyalaridan oziq-ovqat maxsulotlarini konservalash uchun ishlatilishi ham ko`pchilikka ma`lum. Bu sharoitlarda mikroorganizmlar plazmolizga uchrab jonsiz bo`lib qoladi.

Organizmdan ajratib olingan a`zo va to`qimalarni eksperimental tekshirishlarda izoosmik (izotonik) muhit yaratish juda ham zarurdir.

3.6 Eritma ustidagi to`yingan bug` bosimi. Raul qonuni

Bug`lanishi mumkin bo`lgan har qanday qattiq yoki suyuq modda satxida uning gaz agregat holatidagi ma`lum bir miqdori saqlanadi. Natijada moddaning bu ikki agregat holatlari (qattiq-gaz, suyuq-gaz) orasida dinamik muvozanat qaror topadi.

Ma`lum bir haroratda moddaning bug` holatiga o`tish tezligi uning kondensatsiya xisobiga dastlabki (masalan, eritma) holatiga o`tish tezligiga teng bo`lganda kuzatiladigan bug` bosimi — *eritma ustidagi to`yingan bug` bosimi* deb ataladi.

Toza erituvchi ustidagi to`yingan bug` bosimi shu erituvchida tayyorlangan eritma satxidagi bug` bosimidan yuqori bo`ladi. Masalan, 20°C da toza suv satxidagi to`yingan bug` bosimi 23,37 gPa ga teng bo`ladi. Agar shu suvda  $\omega = 0,9\%$  bo`l gan NaCl eritmasi tayyorlansa uning satxidagi to`yingan bug` bosimi 20°C da 22,60 gPa ni tashkil etadi.

Eritma satxidagi to`yingan bug` bosimini qiyamati sof erituvchi satxidagi bosimdan kam bo`lishini quyidagicha tushuntirish mumkin (erigan modda bug`lanmaydigan holatlar uchun).

1. Yuqorida qayd qilib o`tilgandek to`yingan bug` bosimi hosil bo`lishi uchun moddaning suyuq va gaz agregat holatlari orasida dinamik muvozanat

qaror topishi shart. Erituvchida biror-bir modda eritilganda (eritma hosil boʻlganda) bu muvozanat holatining buzilishi kuzatiladi. Oʻz navbatida Le Shatel'e-Braun qonuniga asosan sistema oʻzining dastlabki muvozanat holatiga yaqin holatni tiklashga harakat qiladi. Bunga - eritmani suyultirish orqali erishiladi. Shu sababli sistema erituvchining miqdoriy ulushini oshirishi uchun (eritmani suyultirish uchun) uning bugʻlanadigan miqdor ulushini kamaytirishga majbur boʻladi. Natijada eritma satxidagi toʻyingan bugʻ bosimi kondensatsiyaning kuchayishi xisobiga dastlabki qiymatdan kichik boʻladi.

2. Moddalarning bugʻlanish tezligi uning satx yuza qiymatlariga bogʻliq boʻladi: yuza qancha katta boʻlsa bugʻlanish ham shuncha kuchli boʻladi. Sof erituvchidan farqli ravishda eritmaning sirt yuzasining maʼlum qismi erigan modda zarrachalari bilan qoplangan boʻladi. Bu esa erituvchi molekulalariga toʻgʻri keladigan nisbiy sirt yuzasini kamayishiga olib keladi. Natijada erituvchi ning bugʻlanish imkoniyati chegaralanib, toʻyingan bugʻ bosimi qiymat jihatidan kamayadi.

Toʻyingan bugʻ bosimining kamayishi erigan modda miqdoriga bogʻliq boʻlib, buni F. M. Raul qonuni yordamida ifodalash mumkin: *erituvchining eritma satxidagi bosimining nisbiy kamayishi erigan moddaning mol ulushiga yaʼni erigan moddaning mol miqdorining shu modda va erituvchining mol miqdorlarining yigʻindisiga boʻlgan nisbatiga tengdir.*

Bu qonun quyidagi matematik ifodaga ega:

$$\frac{p_0 - p}{p_0} = \frac{n}{n + n_0}$$

Bu yerda p_0 — sof erituvchi satxidagi toʻyingan bugʻ bosimi, p — eritma satxidagi toʻyingan bugʻ bosimi, n — erigan modda va n_0 — erituvchining mol miqdori; $n/(n + n_0)$ — erigan moddaning mol ulushi.

Bu qonun ideal eritmalarga tegishli boʻlganligi sababli u oʻta suyultirilgan eritmalar uchun haqli boʻladi. Shuning uchun bu tenglamani quyidagicha yozish mumkin:

$$\frac{p_0 - p}{p_0} \approx \frac{n}{n_0} .$$

Agar erigan modda elektrolit xususiyatiga ega bo'lsa bu ikki tenglamaga Vant-Goffning izotonik koeffitsienti kiritib yoziladi:

$$\frac{P_0 - P}{P_0} = \frac{in}{in + n_0} \quad \text{va} \quad \frac{P_0 - P}{P_0} \approx \frac{in}{n_0}$$

Raul qonunining matematik ifodasidan turli suyuqliklar, shu jumladan organizm biosuyuqliklari satxidagi to'yingan bug' bosimi qiymatini topish mumkin. Masalan, qon tarkibida erigan moddalarning miqdori 0,31 mol/l ga teng bo'ladi. Toza suv satxidagi (H_2O — qon sistemasining erituvchisi) to'yingan bug'bosimi $37^{\circ}C$ da 61,78 gPa ga teng. Shu qiymatlardan va yuqoridagi tenglamadan foydalangan holda qon satxidagi to'yingan bug'bosimining $37^{\circ}C$ dagi qiymatini topish mumkin.

3.7 Eritmalar qaynash haroratining ortishi, muzlash haroratining kamayishi.

Suyuqlikning qaynash harorati deb, suyuqlik satxidagi bug' bosimining tashqi muhit bosimiga teng bo'ladigan holatini keltirib chiqaradigan harorati qiymatiga aytiladi. Bosim qiymati 101325 Pa ga teng bo'lgandagi suyuqlik qaynashini keltirib chiqaradigan harorat **normal qaynash** harorati deb ataladi.

Muzlash harorati deb suyuqlik satxidagi to'yingan bug' bosimining suyuqlikdan ajralib tushgan kristall (qattik) faza satxidagi to'yingan bug' bosimiga teng bo'lganda kuzatiladigan harorati qiymatiga aytiladi.

Sof erituvchi va uning asosida tayyorlagan eritmalarning qaynash (T_q) va muzlash (T_m) haroratlari orasida farq qiymatlari kuzatiladi: eritmadan farqli ravishda sof erituvchining qaynash harorati (T_q) kichik, muzlash harorati (T_m) esa katta qiymatlarga ega bo'ladi .

Erituvchi va eritmaning qaynash va muzlash haroratlari orasidagi farqi Raul qonunidan xulosalar yordamida tushuntiriladi: ***suyultirilgan eritmaning qaynash haroratining ko'tarilishi, muzlash haroratiining kamayishi uning molyal konsentratsiyasiga (molyalligiga), to'g'ri proporsionaldir.***

$$\Delta T_q = EC_B \qquad \Delta T_m = K \cdot C_B$$

Ebulioskopik va krioskopik doimiylarining ma'nosi eritma molyalligi 1 mol/kg ga teng bo'lganda ularning sof erituvchi va eritma qaynash va muzlash temperaturalarining qiymatlari farqiga teng bo'lishi bilan belgilanadi:

$$\Delta T_q = E \quad \Delta T_M = K$$

Krioskopik usul (eritmaning muzlash haroratini aniqlashga asoslangan usul) yordamida moddalarning molyar massasini aniqlash mumkin. Buning uchun quyidagi tenglamadan foydalaniladi:

$$M = K \frac{m_1(\text{erigan modda})1000}{m_0 \cdot \Delta T_M},$$

bu erda M—aniqlanayotgan moddaning molyar (molekulyar) massasi; m_1 va m_0 —erigan modda va erituvchining eritmadagi massalari; ΔT_M sof erituvchi va eritmaning muzlash temperaturalari orasidagi farq.

Modda molyar massasini ebulioskopik usul bo'yicha aniqlashda yuqoridagiga o'xshash tenglamadan foydalaniladi:

$$M_v = E \frac{m_1 \cdot 1000}{m_0 \cdot \Delta T_K}$$

3.8 Elektrolit eritmalarining xossalari.

Eritilmada yoki suyuqlamada elektr tokini o'tkazadigan moddalar **elektrolitlar** deb ataladi.

Eritmalarning elektr o'tkazuvchanligini birinchi bo'lib 1805 yilda Litvalik olim F. Grotgus izoxlab bergan. XIX asrning oxirlarida shved olimi S. Arrhenius elektrolitik dissotsiatsiya nazariyasini yaratdi. Ba'zi tuzatishlar kiritilgan bu nazariya hozirgacha o'z ahamiyatini yo'qotmagan. Bu nazariya eritmalarining elektr o'tkazuvchanligini shunday izoxlab beradiki, *elektrolit molekulalari suvda va ba'zi boshqa eritmalarda elektr zaryadlar tashuvchi zarrachalarga — ionlarga dissotsiyanadi.*

Elektr o'tkazuvchanlik elektrolitlar eritmalarining o'ziga xos xossasidir. Eritmalarning boshqa xossalari — diffuziya, osmotik bosim va xokazolar eng avval eritilgan modda zarrachalari (molekulalari va ionlari) ning umumiy

miqdoriga bogʻliq; elektr oʻtkazuvchanlikka faqat elektrolit ionlari sabab boʻladi.

Elektrolitlarning ionlarga dissotsiyanish qobiliyati mazkur elektrolit kuchining oʻlchami boʻlib xizmat qiladi. Yaxshi dissotsiyanadigan elektrolitlar **kuchli elektrolitlar** (NaCl , Na_2SO_4 , HCl va boshqalar), yomon dissotsiyanadigan elektrolitlar (CH_3COOH , H_2CO_3 , NH_4OH va boshqalar) esa **kuchsiz elektrolitlar** deb ataladi.

Vant-Goff koeffitsienti. Noelektrolitlar eritmalarining barcha asosiy xossalari elektrolitlar eritmaları uchun ham xosdir. Biroq, elektrolitlar eritmalarida, noelektrolitlar eritmaları uchun aniqlanganidek, molyar konsentratsiya bilan osmotik bosim, qaynash haroratining koʻtarilishi va boshqalar oʻrtasida proportsionallik boʻlmaydi.

Elektrolitlar eritmalarida osmotik bosim va qaynash harorati ularning molyar konsentratsiyalaridan kutilgandan yuqori, muzlash harorati esa past boʻladi. Bu oʻzgarishlarning sababi elektrolitlarning dissotsiyanishidir. Elektrolitlar dissotsiyanishi natijasida eritmada kinetik faol zarrachalar soni (molekula va ionlar yigʻindisi) noelektrolitlarning ekvimolyal eritmalaridagiga qaraganda ancha koʻp boʻladi.

Elektrolitlar uchun, qoʻllaniladigan qonunlardan noelektrolitlarning eritmaları uchun ham foydalanish uchun Vant-Goff ning izotonik koeffitsientini tuzatish sifatida kiritiladi. Vant-Goff koeffitsienti elektrolit eritmasida kinetik jihatdan aktiv zarrachalarning haqiqiy konsentratsiyasi va binobarin osmotik bosimi, muzlash haroratining pasayishi, bugʻ bosimining pasayishi, qaynash haroratining koʻtarilishi noelektrolitlarning ekvimolyal eritmasidagiga qaraganda necha marta koʻp boʻlishini koʻrsatadi.

Vant-Goff koeffitsientini tekshirilayotgan eritmaning osmotik bosimini bevosita Pfeffer osmometri bilan yoki kriometrik usul bilan oʻlchab aniqlash mumkin. Koeffitsient i qiymatini nazariy hisoblab chiqish oson. Kuchsiz elektrolitning suvli eritmasida bir vaqtning oʻzida ionlar va dissotsilanmagan

molekulalar boʻladi. Suvda elektrolitning molekulalari erigan, bulardan n dissotsilangan, deb faraz qilamiz, u holda dissotsilanmagan molekulalar soni $N-n$ ga, hosil boʻlgan ionlar soni esa $m \cdot n$ ga teng boʻladi, bu erda m — elektrolitning bitta molekulasida qancha ionga dissotsilanishini koʻrsatadigan son.

i - koeffitsientidan foydalanib, Raul qonunini undan kelib chiqadigan natijalarni va osmotik bosim qonunlarini elektrolit eritmalariga nisbatan qoʻllash mumkin.

$$\Delta t_{\text{muz}} = i K C_B$$

$$\pi_{\text{osm}} = i c R T$$

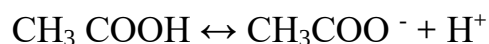
Bir xil haroratda, xajm birligidagi erituvchida teng miqdor zarrachalar (molekulalar va ionlar) ga ega boʻlgan elektrolit eritmaları izotonik boʻladi. Molyar konsentratsiyalari bir xil boʻlgan ikkita elektrolit eritmasining qaysi birida dissotsilanish darajasi kattaroq boʻlsa oʻsha eritmaning osmotik bosimi yuqori boʻladi. Dissotsiyanish darajasi bir xil boʻlgan elektrolit eritmalarining qaysi birida dissotsiyanlangan ionlar soni koʻp boʻlsa, shu elektrolit eritmasida osmotik bosim yuqoriroq boʻladi.

Kuchsiz elektrolitlar. Kuchsiz elektrolitlar eritmalarida toʻla dissotsiyanlanmaydi. Har bir elektrolitning ionlarga parchalanish qobiliyati dissotsiyanlanish darajasi va dissotsiyanlanish konstantasi bilan baholanadi. Dissotsiyanisiga uchragan molekulalar sonining n umumiy molekulalar soni $n+N$ ga nisbati dissotsiyanlanish darajasi deyiladi va α bilan belgilanadi.

3.9 Suyultirish qonuni.

Ostvald kuchsiz elektrolitlar eritmasi uchun dissotsiyanis doimiysi K , dissotsiyanlanish darajasi α va eritmalarining molyar konsentratsiyasi c oʻrtasidagi oʻzaro bogʻlanish borligini aniqlab beradi.

Bu oʻzaro bogʻlanishni sirka kislotasining dissotsiyanlashi misolida koʻrib chiqamiz.



Kislotaning dissotsilangan molekular soni va binobarin, hosil boʻlgan $[H^+]$ va $[CH_3COO^-]$ ionlarning har birida konsentratsiya $c \alpha$ ga teng. U holda dissotsilanmagan molekularning konsentratsiyasi $[c - c\alpha]$ yoki $c(1 - \alpha)$ boʻladi. Ion va molekular konsentratsiyalarining bu qiymatini CH_3COOH ning dissotsilanish reaksiyasining muvozanat doimiysi tenglamasiga qoʻysak:

$$K = \frac{CH_3COOH^- [H^+]}{[CH_3COO]} = \frac{c\alpha \cdot c\alpha}{c(1-\alpha)} \text{ boʻladi.} \quad \text{Demak,} \quad K = \frac{c \alpha^2}{1 - \alpha}$$

Bu tenglama Ostvald kashf etgan suyultirish qonunining matematik ifodasidir.

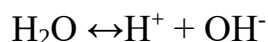
Yuqoridagi tenglamalarga muvofiq Ostvaldning suyultirish qonuni quyidagicha taʼriflanadi: ***kuchsiz binar elektrolitlarning dissotsilanish darajasi ularning konsentratsiyalarining kvadrat ildiziga teskari proportsional yoki suyultirishning kvadrat ildiziga toʻgʻri proportsional boʻladi.*** Kuchsiz elektrolitlar eritmasining konsentratsiyasi oshsa dissotsiatsiya darajasi kamayib nol darajasiga intiladi.

Dissotsiatsiya darajasi haroratga bogʻliqdir. Bir qator elektrolitlar uchun harorat koʻtarilgan sari dissotsiatsiya darajasi ham oshadi. Baʼzilarida, jumladan NH_4OH bilan CH_3COOH da dissotsiatsiya darajasi muayyan qiymatgacha oshadi, keyin esa haroratning koʻtarilishiga qaramay kamayib ketadi. Bundan tashqari dissotsiya darajasi eritmada boshqa ionlarning ishtirok etishiga bogʻliq.

Umumiy ion, (masalan, kuchli va kuchsiz kislota aralashmasida vodorod ion) boʻlganda berilgan kuchsiz elektrolitning muvozanat doimiysi tenglamasiga ana shu ionning umumiy konsentratsiyasi kiradi. Kuchsiz elektrolitlarning dissotsilanish darajasi umumiy ionga ega boʻlgan kuchli elektrolit qoʻshilganda keskin kamayib ketadi. Kuchsiz elektrolitlar dissotsilanishiga amalda taʼsir etmaydi. Elektrolitlar aralashmasida umumiy ionlar boʻlmasa, oʻzaro taʼsir sust boʻlib, eritmadagi ionlar kuchining oʻzgarishiga bogʻliq boʻladi.

3.10 Suvning dissotsilanishi. Vodorod ko'rsatkich. Indikatorlar

Kimyoviy va biokimyoviy jarayonlar kechishida muhitning kislotali, ishqoriy yoki neytral bo'lishi katta ahamiyatga ega. Eritma muhiti vodorod ko'rsatkichi (pH) qiymati bilan baholanadi. pH tushunchasini kiritish uchun suvning ionlanishini ko'rib chiqish kerak. Suv juda kuchsiz elektrolit bo'lib, juda oz miqdorda vodorod va gidroksid ionlariga ajraladi. Suvning ionlanish tenglamasini quyidagicha yozamiz:



Suvning ionlanish doimiysi juda kichik va 298° K da:

$$K_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]} = 1,8 \cdot 10^{-16} \text{ ga teng bo'ladi.}$$

Shuning muvozanat konsentratsiyasini uning boshlang'ich molyar konsentratsiyasiga deyarli teng deb hisoblasa bo'ladi:

$$K_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{55,56} = 1,8 \cdot 10^{-16}; [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14} \text{ mol/l}$$

Har qanday suvli eritmada, 298° K temperaturada vodorod ionlari bilan gidroksid ionlarining ko'paytmasi o'zgarmas kattalik bo'lib, suvning ionli ko'paytmasi deyiladi. $[\text{H}_2\text{O}]$ qiymatimng doimiyligidan quyidagi tenglama kelib chiqadi:

$$[\text{H}^+] = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}} \cdot [\text{H}_2\text{O}]}{[\text{OH}^-]} \text{ va } [\text{OH}^-] = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}} \cdot [\text{H}_2\text{O}]}{[\text{H}^+]}$$

Ulardan foydalanib, turli modda eritmalaridagi vodorod va gidroksid ionlarining konsentratsiyalarini hisoblab chiqarish mumkin. Toza suvda $[\text{H}^+]$ va $[\text{OH}^-]$ ionlarining konsentratsiyasi o'zaro teng. 298° K da ular quyidagi qiymatga ega bo'ladi:

$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = \sqrt{K_{\text{H}_2\text{O}} \cdot [\text{H}_2\text{O}]} = \sqrt{1 \cdot 10^{-14}} = 1 \cdot 10^{-7} \text{ mol/l}$$

Bu sharoitda muhit neytral bo'ladi. Kislotali muhitda $[\text{H}^+]$ ionlarining konsentratsiyasi $[\text{OH}^-]$ ionlarining konsentratsiyasidan ko'p bo'ladi:

$$[\text{H}^+] > [\text{OH}^-]; [\text{H}^+] > 10^{-7} \text{ mol/l}$$

Ishqoriy muhitda $[H^+] < [OH^-]$ bo'lib, $[H^+] < 10^{-7}$ mol/l bo'ladi. Muhitni vodorod ko'rsatkichi (pH) qiymati bilan ifodalash ancha qulay.

Suvning ionli ko'paytmasi tenglamasi ($[H^+][OH^-] = 10^{-14}$) ni logarifmlasak, u quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\lg[H^+] + \lg[OH^-] = -14 \text{ yoki } (-\lg[H^+] + (-\lg[OH^-]) = 14$$

$$-\lg[H^+] \text{ ni pH deb, } -\lg[OH^-] = pOH \text{ deb belgilaymiz}$$

Unda

$$pH + pOH = 14$$

Vodorod ko'rsatkichi pH deb, eritmadagi vodorod ionlari konsentratsiyasining manfiy ishora bilan olingan o'nlik logarifmiga teng qiymatiga aytiladi:

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

Gidroksid ko'rsatkichi (pOH) deb, eritmadagi gidroksid ionlari konsentratsiyasining manfiy ishora bilan olingan o'nlik logarifmiga aytiladi:

$$pOH = -\lg[OH^-]$$

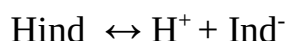
pH qancha kichik bo'lsa H^+ ionlarining konsentratsiyasi shuncha katta, ya'ni muhitning kislotaligi yuqori bo'ladi, aksincha, pH qancha katta bo'lsa H^+ ionlarining konsentratsiyasi shuncha kichik, ya'ni muhitning ishqoriyligi yuqori bo'ladi.

Tabiat va texnikadagi turli-tuman jarayonlarda pH ning ahamiyati nihoyatda kattadir. Kimyoviy oziq-ovqat va to'qimachilik sanoatida hamda sanoatning boshqa tarmoqlaridagi ko'pchilik ishlab chiqarish jarayonlari muhitning muayyan qiymatida, ya'ni ma'lum muhitdagina sodir bo'ladi.

3.11 Eritmalar konsentratsiyasini aniqlash. Titrlash. Eritmalar konsentratsiyasini aniqlashning ko'pgina usullari mavjud. Bu usullarni analitik kimyoning miqdoriy tahlil qismi o'rganadi. Tiddiy kimyoda shu usullar ichidan hajmiy tahlilning titrlash usuli keng qollanadi. U tekshirilayotgan eritma tarkibidagi moddaning to'liq reaksiyaga kirishishi uchun zarur bo'lgan konsentratsiyasi aniq eritmadan qancha hajm sarflanishini aniqlashga

asoslangan. Konsentratsiyasi aniq bo'lgan eritmalar *titrlangan* yoki *ishchi eritmalar* deyiladi. **Titrlash** jarayoni deb konsentratsiyasi aniq eritmani noma'lum konsentratsiyali eritma ustiga tomchilatib quyib turishga aytiladi. Titrlash ekvivalent nuqtagacha davom ettiriladi. **Ekvivalent nuqta** shunday holatki, bunda titrlash vaqtida reaksiyada ishtirok etayotgan moddalar bir biri bilan ekvivalent miqdorda o'zaro ta'sirlashadi. Shuning uchun reaksiya oxirini bilish yoki ekvivalent nuqtani aniq topish katta ahamiyatga ega. Ekvivalent nuqtani aniqlash uchun indikatorlardan foydalaniladi. **Indikatorlar** shunday moddalarki, ular reaksiya vaqtida ishtirok etib, ekvivalent nuqtaga yetganda ko'z bilan seza oladigan (rangning o'zgarishi, cho'kma hosil bo'lishi va h.k.) biror o'zgarish hosil qilish xususiyatiga ega. Ba'zan indikatorlar vazifasini reaksiyaga kirishayotgan moddalardan biri bajarishi mumkin.

Suvdagi eritmalarda kislota-asosli indikatorlar kuchsiz kislota yoki kuchsiz asos xossalarini namoyon qilib, ularning dissotsilanmagan molekulalari bir xil rangda, dissotsiyalanganda hosil bo'ladigan ionlar boshqa rangda bo'lish xususiyatiga ega. Masalan, fenolftalein, metiloranj va lakmus kuchsiz kislotalar deb qaralsa, ularning dissotsilanishini umumiy holda quyidagicha yozsa bo'ladi:



O'zida indikator saqlagan eritma ustiga kislota qo'shilsa $\text{HCl} = \text{H}^+ + \text{Cl}^-$, vodorod ionlari indikator ionlarini bog'laydi $\text{H}^+ + \text{Ind}^- \rightarrow \text{HInd}$, natijada muvozanat chapga — indikator molekulalari hosil bo'lishi tarafiga siljiydi.

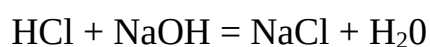
Eritmaga ishqor qo'shilsa $\text{NaOH} = \text{Na}^+ + \text{OH}^-$, hosil bo'lgan OH^- ionlari H^+ ionlari bilan birikib kam dissotsiatsiyalanadigan suv molekulalarini hosil qiladi $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$. Natijada muvozanat o'ngga siljiydi, ya'ni eritmada indikator anionlarining Ind^- konsentratsiyasi oshadi: $\text{HInd} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Ind}^-$

Ishqorning ozgina ortiqcha miqdorda qo'shilishi eritma rangini indikator ionining rangiga aylanishiga olib keladi. Demak, indikator rangining o'zgarishi eritmaning pH qiymatiga bog'liq.

Titrlash davomida reaksiya muhitining o'zgarishiga qarab indikator tanlash uchun, albatta reaksiyaga kirishayotgan moddalar orasidagi reaksiya tenglamasini yozib, reaksiya oxirida hosil bo'ladigan tuz tarkibiga e'tibor beriladi. Buning natijasida eritmada hosil bo'lishi mumkin bo'lgan muhit aniqlanadi (neytral, kislotali, asosli). Bu esa o'z navbatida hosil bo'lgan pH muhitda o'z rangini o'zgartira oladigan indikatorlarni tanlashga imkon beradi. Masalan, metiloranj indikator kislota bilan ishqorni titrlayotganda shu muhitning $\text{pH} = 3,1-4,4$ oralig'ida o'zining rangini o'zgartirish orqali reaksiya oxirini yaqqol ko'rsatadi (ya'ni kislotalik muhitda). Bu indikator ikki rangli bo'lib, ishqoriy muhitda sariq rangga o'tadi. Lakmus indikator o'z rangini $\text{pH} = 5,0-8,0$ oralig'ida o'zgarliradi. Kislotali muhitda u qizil rangga ega bo'lib, ishqoriy muhitda ko'k ranglidir. Fetioltalein bir rangli indikator bo'lib, u muhit $\text{pH} = 8,0-10,0$ bo'lganda (asosli muhitda) o'z rangini o'zgartiradi, ya'ni rangsiz holatdan binafsha rangiga kiradi. Metil qizil indikator ikki rangli bo'lib unung rangi $\text{pH} 4,4 - 6,2$ oralig'ida o'zgaradi. U kislotali muhitda qizil, ishqoriy muhitda sariq rangga bo'yaladi.

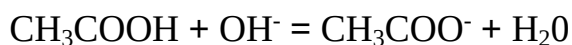
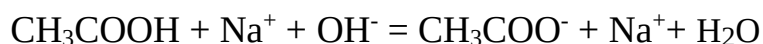
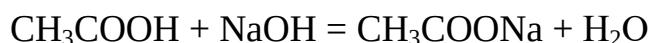
Indikatorlar o'z rangini asta-sekin o'zgartirishi mumkin bo'lgan pH qiymatining ikki oralig'i shu indikatorning o'tish oralig'i deyiladi. Indikatorning rangini o'zgartirish oralig'ida bo'lgan va titrlash tugagan nuqtasini ko'rsatuvchi pH qiymati indikatoming **titrlash nuqtasi** deyiladi (titrlash ko'rsatkichi). Quyida titrlashning har xil holatlarida eritmalarining kislotaligi va asosligining o'zgarishini ko'rib chiqamiz.

Kuchli kislotani kuchli asos bilan titrlash yoki aksincha. Kuchli kislolani kuchli ishqor bilan titrlash davomida eritmaning ekvivalent nuqtasida suv va tuz hosil bo'ladi, hosil bo'lgan tuz gidrolizga uchramaydi. Masalan:

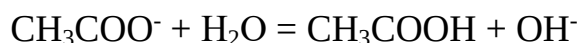
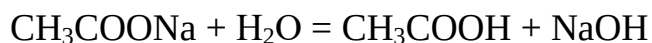


Shuning uchun kuchli kislota va kuchli ishqorni bir-biri bilan titrlaganda reaksiyaning ekvivalent nuqtasida muhit neytral, yani $\text{pH} = 7$ ga teng bo'ladi. Titrlashda o'tish oralig'i pH i — 4,0—10,0 gacha bo'ladi. Shuni nazarda tutgan holda kuchli kislota kuchli asos bilan titrlaganda o'tish oralig'i pH i 4 dan 10 gacha bo'lgan xohlagan indikatoridan foydalanish mumkin (metiloranj, metilqizil, fenolftalein, lakmus va boshqalar).

Kuchsiz kislota kuchli asos bilan titrlash. Kuchsiz kislota kuchli asos bilan titrlaganda reaksiyaning ekvivalent nuqtasida eritmada suv bilan tuz hosil bo'ladi:

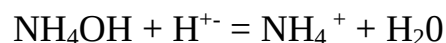
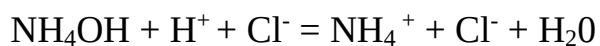
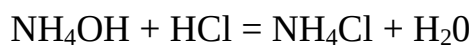


Hosil bo'lgan tuz anion bo'yicha gidrolizlanadi va muhit ishqoriy bo'ladi:

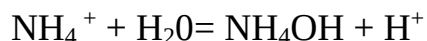
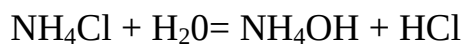


Shuning uchun ekvivalent nuqtaning pH qiymati shu holat uchun 8 dan 10 gacha, ya'ni kuchsiz kislota kuchli asos bilan titrlaganda reaksiyaning ekvivalent holatida ishqoriy muhit hosil bo'ladi, titrlashda pH ning keskin o'zgarish oralig'i 6 dan 11 gacha bo'ladi. Demak, kuchsiz kislota kuchli asos bilan titrlashda fenolftalein (rang o'zgarish oralig'i pH - 8—10 gacha) va timolftalein (pH oralig'i 9,3 dan 10,5 gacha) indikatorlaridan foydalaniladi.

Kuchsiz asosni kuchli kislota bilan titrlash. Kuchsiz asosni kuchli kislota bilan titrlaganda reaksiyaning ekvivalent holatida, eritmada tuz va suv hosil bo'ladi:



Hosil bo'lgan tuz kation bo'yicha gidrolizlanadi:



Shuning uchun (titrlashda pH qiymatining keskin o'zgarish oraligi 3 dan 7 gacha bo'lganligi uchun) eritmaning pH qiymati ekvivalent nuqtada 4,6 ga teng bo'ladi. Demak, kuchsiz asosni kuchli kislota bilan titrlashda rang o'zgartirish oraligi $\text{pH}_i = 3,1-4,4$ bo'lgan metiloranj yoki 4,4-6,2 gacha berilgan metil-qizil indikatorlaridan foydalanish mumkin. Umuman titrlash uchun shunday indikator tanlanadiki, uning rang o'zgartirish oralig'i pH ning keskin o'zgarish oralig'iga mos kelsin.

Neytrallashtirish usulining klinik-dagnostik ahamiyati shundun iboratki, bu usul yordamida asosan kislota-asosli xossalarga ega bo'lgan anorganik va biologik moddalarning miqdori aniqlanadi. Tibbiyot amaliyotida ko'pgina oziq-ovqat mahsulotlari, ichimlik suvining kislotaligi va asosligi shu usul bilan aniqlanadi. Kislota-asosli moddalarning biologik muhiti hujayralarga va tirik a'zolarining biologik faoliyatiga ta'sir etadi. Kislotali muhitning sezilarli o'zgarishi, albatta organizm ish faoliyatining o'zgarishiga sabab bo'ladi. Shuning uchun me'da shirasini, qonni, siydikning kislotailigini aniqlash tibbiyot amaliyotida kasallikni aniqlashda ishlatiladigan tahlil usullaridan biri hisoblanadi.

Tabiatni muhofaza qilishga oid ko'pgina muammolarni yechishda, sanoat korxonalarining chiqindi suvlarini tozalagunga qadar va tozalangandan keyin kislota-asosli moddalarni miqdoriy jihatdan aniqlashda, ekologik muammolarni hal qilishda bu usul ma'lum ahamiyatga ega. Suv ham muntazam ravishda kuzatib turiladi. Suvdagi HCO_3^- va CO_3^{2-} ionlari konsentratsiyasi ning ortiqchiligi suvning ishqoriyligini oshiradi, sifati va ta'mini yomonlashtiradi. Bundan tashqari, HCO_3^- ioni kalsiy va magniy kationlari eruvchanligining oshirishi hisobiga gidrokarbonatli qattiqlikni oshirish qobiliyatiga ega. Shuning uchun suvning sifat darajasini (ishqoriyligini) aniqlashda doimo HCO_3^- va CO_3^{2-} ionlarining konsentratsiyasi e'tiborga olinadi.

Ayrim asosiy elementlar, masalan, uglerod, azot, xlor, brom, oltingugurt, fosfor, ftor va boshqalarni saqlagan organik va biologik sistemalarni o'rganishning so'nggi bosqichida kislota-asosli titrlashni o'z ichiga olgan usullardan foydalaniladi. Buning uchun aniqlanayotgan element turli kimyoviy reaksiyalar yordamida kislota yoki asosga aylantirilib, keyin uni qayta titrlash mumkin. Bu usul dorishunoslik kimyosida dori-darmonlarni tahlil qilishda, tegishli texnik-me'yoriy hujjatlar asosida dori-darmonlarning sifatini belgilashda keng qo'lianiladi.

Vodorod ionining konsentratsiyasini aniqlash ko'pgina hollarda a'zolarida ro'y beradigan fiziologik o'zgarishlarni tushunishga yordam beradi. Jarayon muhiti mikroblar, o'simliklarning hayotiy faoliyatida, ayniqsa odam va hayvon a'zolarida boradigan o'zgarishlarga katta ta'sir ko'rsatadi. Vodorod ion konsentratsiyasining doimiyligi a'zo ichki muhiti uchun asosiy doimiyliklardan biri hisoblanadi. Qon va qon bilan bog'liq bo'lgan hayvon organizmi suyuqliklarida pH deyarli doimiy boladi. Odam qonining pH qiymati juda kam o'zgaradi, u taxminan 7,36 atrofida bo'ladi,

Odam tanasining harorati 37°C da suvning ionli ko'paytmasi $K_{H2O} = 3,13 \cdot 10^{-14}$ ga teng bo'ladi. Neytrallanish nuqtasi shu haroratda pH qiymatining 6,75 ga to'g'ri kelishini bildiradi. Demak, qon va inson organizmi suyuqliklari $t = 37^\circ\text{C}$ da kuchsiz ishqoriy, me'da shirasi kuchli kislotali (pH - 1,7) bolsa, ichak shirasi ishqoriy (pH = 8,0) bo'ladi. Qonning pH qiymatining bir necha o'nli ulushga o'zgarishi organizmda kechadigan hayotiy faoliyatning buzilishiga olib keladi, Masalan, qon pHining oshishi qon tomirlarining kengayishiga, pH ning kamayishi esa qon tomirlarining toraishiga olib keladi.

3.12 pH ning tibbiyotdagi ahamiyati

Har qanday eritma xolidagi biosistema (biosuyuqliklar) aniq pH qiymatiga ega bo'ladi. Biosistemalardagi pH qiymatining fiziologik chegara qiymatidan kamayishi — **atsidoz**, ortib ketishi — **alkaloz** deb ataladi.

Odam tanasining asosiy biosuyuqliklaridan biri qon boʻlib, organizmdagi hayotiy jarayonlarni meʼyorida borishi uning pH qiymati ($7,36 \pm 0,04$) bilan uzviy ravishda bogʻliq boʻladi.

Qonning pH qiymatining oʻzgarishi xisobiga atsidoz ($\text{pH} < 6,8$) yoki alkaloz ($\text{pH} > 8,0$) holatlari kelib chiqsa, organizmga xalokatli taʼsir etishi mumkin. (4.1-jadval)

3.1-jadval

Odam organizmidagi biosuyuqliklarning pH qiymati chegaralari

№	Biosistemalar	pH oʻrtacha qiymatlari	pH oʻzgarish fiziologik chegaralari
1	Qon zardobi	7,36	7,26—7,47
2	Orqa miya suyuqligi	7,6	7,35—7,80
3	Koʻzni namlovchi suyuqlik	7,4	7,4
4	Soʻlak	6,75	5,6—7,6
5	Oshqozon shirasi	1,65	1,0—2,0
6	Oshqozon osti bezi shirasi	8,0	6,0—9,0
7	Ingichka ichak suyuqligi	6,5	5,2—7,1
8	Oʻt yoʻllaridagi safro	7,35	6,2—8,5
9	Oʻt pufagidagi safro	6,8	5,6—7,9
10	Siydik	5,8	4,5—7,0
11	Axlat	7,2	7,0—7,5
12	Koʻz yoshi suyuqligi	7,7	7,6—7,8
13	Sut	6,75	6,6—6,9
14	Teri katlamlaridagi ichki xujayra suyuqligi	—	6,2—7,5

15	Jigar xujayralarining ichki suyuqligi	6,45	6,4—6,5
----	---------------------------------------	------	---------

Oshqozon shirasi barcha biosuyuqliklar ichida eng kuchli kislotali muxitga ega. Buni asosan shira tarkibidagi xlorid kislota belgilaydi. Xlorid kislota faqat muxit pH qiymatini belgilab qolmasdan, quyidagi o`ta ahamiyatli jarayonlarda ham bevosita ishtirok etadi:

1. Faol bo`lmagan pepsinogeni faol pepsinga aylantiradi;
2. Mikroblarga nisbatan kuchli bakterisid ta`sir ko`rsatadi;
3. Sekretin garmoni va oshqozon osti bezi shirasini ishlab chiqarishga ijobiy ta`sir ko`rsatadi;
4. Pilorik sfinkterning ochilishini reflektor mexanizmi orqali ta`minlab beradi;
5. Ozuqa moddalari bilan birga oshqozonga tushgan oqsillarni denaturatsiyalash va yumshatishda ishtirok etadi;
6. Pepsinlarni faollashtirish uchun zarur bo`lgan kislotali muxit hosil qiladi.

Oshqozon-ichak sistemasining kasalliklarida oshqozon shirasining kislotaliligini o`rganish katta ahamiyatga ega. Shiradagi kislotalilikning quyidagi turlari bor: *umumiy kislotalilik va shiradagi xlorid kislota miqdori.*

Oshqozon shirasining umumiy kislotaliligi deganda uning tarkibiga kirgan va kislota tabiatiga ega bo`lgan moddalar (erkin va bog`langan xlorid kislota, organik kislotalar, HPO_4^{2-} , H_2PO_4^- ionlari) tushuniladi. Shiradagi HCl kislotalilik *bog`langan va erkin  $\text{HCl}$  kislotaliligidan* iborat. Uning bog`langan turi HCl ning shira tarkibida bo`lgan oqsil moddalar bilan birikishi orqali kelib chiqadi, erkin xoldagi  $\text{HCl}$  esa bog`lanmagan kislota qismini tashkil etadi. Oshqozon shirasining kislotalik qiymati yoshga bog`liq bo`ladi (4.2 jadval).

4.2-jadval

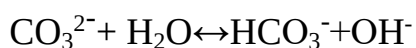
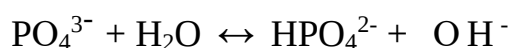
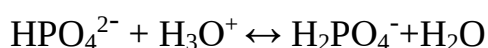
Oshqozon shirasi kislotaligining yoshga bog`liqlik ko`rsatkichlari

Ko`rsatkichlar	Yosh					
	yangi	1-2 oy	1 yosh	4—7	7—	kat.

	tug'ilgan			yosh	11yosh	odam
pH	7,0	5,8	3.4	2,5	2,0	0,9-2
Erkin HCl (titrlash birligi)	0,5	0,8—4,5	6,0—10	10—15	15—20	30—40
Umumiy kislotalik (titrlash birligi)	2.9	3,6—10	12—21	20—35	35—50	40—60
Bog'langan HCl (titrlash birligi)	2,3	2,8—5,5	6—11	10—20	20—30	10—20
Pepsin (shartli birlik)	2,0	2.8	16—32	16—32	16—32	16—32
Ximozin (shartli birlik)	—	16—32	256—512	512	512	—

Qator kasalliklar natijasida oshqozon shirasining kislotaliligi fiziologik qiymat chegaralaridan ortib ketishi ($\text{pH} < 1,0$), kamayishi ($\text{pH} > 2,0$) va xatto nolga teng bo'lishi mumkin; Oshqozon shirasi tarkibida HCl va pepsinning qolmasligi axiliya, faqat HCl yoqolishi **axlorgi d r i ya** kislotalilikni kamayishi — **gi p o x l o r g i d r i ya**, ortishi — **gi p e r x l o r g i d r i ya** deb ataladi.

Siydik pH qiymatining fiziologik chegaralaridagi o'zgarishi qator sabablarga bog'liq bo'ladi. Jumladan go'sht maxsulotlarini iste'mol qilish kislotalilikni ortishiga, o'simlik maxsulotlarini iste'moli esa ishqoriylikni ortishiga olib keladi. Og'ir jismoniy ish bajarish natijasida mushaklardan qonga, qondan esa siydikka ko'p miqdorda sut kislotasi va fosfat ionlari ajralib chiqadi va siydik kislotaliligini orttiradi. Odatda siydikning kislotaliligini ortishi H_2PO_4^- ishqoriylikning ortishi esa HPO_4^- va HCO_3^- ionlari konsentratsiyasining ortishiga bog'liq:



Siydik kislotaliligi quyidagi ikki turga bo'linadi:

1. **Chin kislotalik** $H_2PO_4^-/HPO_4^{2-}$ bilan belgilanadigan erkin vodorod ionlari miqdori.

2. **Titration (analitik) kislotalilik.** Erkin (disotsiatsiyalanadigan) va bogʻlangan (dissotsiatsiyalanmaydigan) vodorod ionlarining miqdori.

Biologik sistemalardagi pH qiymatlarining fiziologik chegaralaridan ortib yoki kamayib ketishi ularda boradigan biokimyoviy jarayonlarga bevosita taʼsir koʻrsatadi. Bunga yaqqol misol shu sistemada sodir boʻladigan ferment-substrat taʼsirlashuvlarining oʻzgarishidir, chunki fermentlar faolligi maʼlum bir pH qiymati (pH - optimumi) chegarasi orasida boʻladi xolos. (4.3-jadval)

3.3-jadval

Baʼzi fermentlarning faolligini belgilaydigan pH qiymat chegaralari

Fermentlar	pH — optimumi
Pepsin	1,6—2,5
Katepsin B	4,5—5,0
Ichak saxarazasi	5,8—6,2
Sulak amilazasi	6,8—7,0
Katalaza	6,8—7,0
Ureaza	7,0—7,2
Pankreatik lipaza	7,0—8,5
Tripsin	7,5—8,5
Arginaza	9,5—10,0

Muxit pH qiymatining oʻzgarishi ferment faolligiga taʼsiri ularning ionlasha oladigan funktsional guruxlarining tabiati oʻzgarishi bilan bogʻliq. Bu esa fermentlarning faol markazlari fazoviy tuzilishining oʻzgarishiga olib keladi.

Yuqorida keltirilgan va boshqa qator jarayonlar odam organizmidagi suv molekulalari xisobiga sodir bo`ladi. Suvning asosiy komponentlik tabiatini uning organizmdagi nisbiy ulushi va bajaradigan vazifalari orqali ko`rsatish mumkin.

Odam organizmining umumiy vaznining taxminan 46—52% ini suv tashkil etadi. U quyidagi asosiy vazifalarni bajaradi:

1. Organizm va tashqi muxitni o`zaro bog`laydi.
2. Asosiy erituvchi bo`lganligi sababli organizm ichki suyuq fazasining asosini tashkil etadi.
3. Xujayra, xujayra elementlari va a`zolari o`zaro bog`laydi.
4. Ko`pgina biokimyoviy jarayonlarda (gidroliz, gidratatsiya) bevosita ishtirok etuvchi modda bo`lib xisoblanadi.

Organizmdagi suv balansi uning qabul qilish va chiqib ketish miqdorining mutanosiblashganligi xisobiga saqlanib turadi. Odam organizmining 24 soat davomida suvga bo`lgan extiyoji - 2 litrni tashkil etadi va bu miqdorning taxminan 0,3-0,4 litrini to`qimalarda sodir bo`ladigan terminal oksidlanish (nafas olish) natijasida hosil bo`ladigan suv tashkil etadi.

Organizmdagi suvning 2/3 qismi xujayralar ichki muhitida saqlanadi, qolgan miqdori esa xujayralararo muxitda joylashadi va u xujayralararo hamda qon tomirlari ichidagi (qon zardobi) suv turlariga bo`linadi.

Xujayralararo suv molekulalari tabiati jixatidan ikki guruxga ajraladi:

1. Bog`lanmagan va shu sababli nisbatan erkin xarakatlanadigan va oson almashina oladigan suv molekulalari.
2. Xujayralararo moddalar (kollogen tolalari, g`ovaksimon biriktiruvchi to`qima) bilan bog`langan suv molekulalari.

Bularning almashinishi aytarli darajada amalga oshmaydi. To`qimalarda yig`iladigan har bir gramm glikogen va oqsillar tegishlicha 1,5 va 3 ml suvni o`zi bilan bog`laydi.

Xujayralararo suyuqlik suvning **interstitial** sektorini (qismini) belgilab, tomirlar va xujayra ichki muhitini o`zaro bog`lovchi vosita vazifasini o`taydi.

Odam organizmidagi suv 4 hafta ichida to`liq almashinadi. Bu jarayon asosan organizmdagi suv va elektrolitlarning miqdorini boshqarib turadigan a`zo — buyraklar ishi hisobiga bo`ladi. Bundan tashqari buyrak nefron kanalchalari xujayralarida sodir bo`ladigan jarayonlar hisobiga qonning pH qiymatini boshqarib turishda ishtirok etadi. Bu jarayon $c(H^+)$ miqdorini o`zgartirishi orqali amalga oshiriladi, shu sababli siydikning pH ko`rsatkichi katta qiymat chegaralarida o`zgarib turadi. Inson organizmida pH ning fiziologik qiymat chegaralarida saqlanishi juda muhim. pH qiymatining keskin o'zgarishi sababli organizm halok bo'ladi. Mo'tadil sharoitda organizm kislotali-ishqoriy muhitning qisman o'zgarishiga bardosh bera oladi.

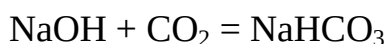
Kislota-asosli muvozanat holatining buzilishi yurak-tomir kasalliklarida ko'p kuzatiladi. Bunda pH kislotali muhit tomon siljiydi. Qandli, diabet kasalligi bilan og'rigan bemorlarda ham atsidoz kuzatiladi, me'da kasalliklarida me'da shirasining pHi ko'tarilishi ham, kamayishi ham mumkin, jigar kasalliklari (sirroz) da qonning kislotali-ishqoriy muvozanati ishqoriy muhit tomon siljib, pH -7,3 dan 7,6 gacha o'zgaradi.

Organizmnil yuqumli kasalliklarga chalinishi ham kislota- asosli muvozanati holatiga bog'liq bo'ladi. Masalan, vabo kasalliklarining vibrioni pH 7,6—9,3 bo'lganda ko'payadi. Demak, me'daning kislota ishlab chiqaruvchi funksiyasi yuqori bo'lgan taqdirda bu kasallikka chalinish ehtimoli kamroq bo'ladi.

Turli kasalliklarni samarali davolash maqsadida turli xil biologik namunalarda tibbiy tajribalar o'tkazishda kerakli muhitni vujudga keltirish uchun pH ni aniqlash katta ahamiyatga ega.

IV-bob Kislota-asosli muvozanat. Bufer sistemalar

Kislota va asos eritmalarining pH qiymati vaqt o'tishi bilan o'zgarib qoladi. Bunga asosiy sabab havodagi turli gazlarning kislota yoki asos eritmasiga yutilishi yoki idish devorlaridan ba'zi moddalarning erib eritmaga otishidir. Masalan, havodagi CO₂ ning erishi tufayli NaOH pH qiymatining o'zgarishiga asosan quyidagi reaksiya sababchi bo'ladi:



Odam organizmida vodorod ionlarining konsentratsiyasi o'zgarmaydi. Biologik suyuqliklarni bu hususiyati izogidriya deyiladi. Masalan, odam qonining pH i 7,36 ga teng. Bu ko'rsatkichni saqlab turish bir qancha fizik-kimyoviy va fiziologik mexanizmlarga bog'liq, eng muhimi organizm bufer sistemalarining birga ta'sir etishidir.

Bufer sistemalar (buferlar) deb, kislota yoki ishqor qo'shilganda ham, suyultirilganda ham vodorod ionlarining konsentratsiyasini etarlicha darajada o'zgartirmay saqlab turish xossasiga ega bo'lgan sistemalarga aytiladi.

4.1 Bufer sistemalarning tarkibi.

Bufer sistemalar (aralashmalar yoki eritmalar) tarkibi jihatidan ikki asosiy turga bo'linadi:

a) kuchsiz kislota va uning kuchli asos bilan hosil qilgan tuzi:

CH₃COOH + CH₃COONa - atsetatli bufer eritma

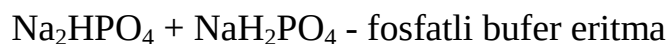
H₂CO₃ + NaHCO₃ - gidrokarbonatli (bikarbonatli) bufer eritma

PtCOOH + PtCOONa - oqsilli bufer eritma (Pt - protein)

b) kuchsiz asos va uning kuchli kislota bilan hosil qilgan tuzi:

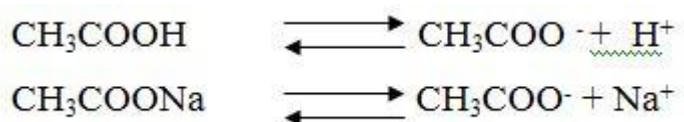
NH₄OH + NH₄Cl - ammiakli bufer eritma

Organizm muhitida pH ko'rsatkichini doimiy saqlashda ko'p asosli fosfat kislotaning nordon tuzlarining aralashmasi - fosfatli bufer sistema eng katta ahamiyatli bufer sistemalardan biri:



Fosfatli bufer sistemada NaH_2PO_4 kislota vazifasini, Na_2HPO_4 tuz vazifasini o'taydi.

Bufer sistemada vodorod ionlarining konsentratsiyasi nafaqat kuchsiz kislota yoki kuchsiz asos konsentratsiyasiga, balki kislota bilan umumiy anion va asos bilan umumiy kationga ega bolgan tuz konsentratsiyasiga ham bog'liqdir. Bu bog'liqlikni buffer sistemalarning pH ini hisoblash formulasi ifodalaydi. Bufer eritmaning pH qiymatini hisoblash formulasini keltirib chiqarishni atsetatli bufer eritma misolida ko'ramiz. Bu aralashmada quyidagicha ionlanish sodir bo'ladi:



Bufer aralashmadagi vodorod ionlarining konsentratsiyasi kislota molekulasining ionlanish darajasiga bog'lik. Massalar ta'siri qonuniga ko'ra, kislota ionlanish doimiysini quyidagicha yozish mumkin:

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

Bundan H^+ vodorod ionlarining konsentratsiyasini aniqlaymiz:

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

Sirka kislota kuchsiz kislota bo'lgani uchun ionlanish darajasi juda kichik, ya'ni eritmada ionlanmagan molekulalarning miqdori ko'p. Bu eritmaga natriy atsetat qo'shilsa, u Na^+ va CH_3COO^- ionlariga yaxshi ionlanib, sirka kislota ionlanishini yanada kamaytiradi. Eritmada ionlanmagan molekulalar ko'pligini e'tiborga olib, $[\text{CH}_3\text{COOH}]$ ni kislota umumiy konsentratsiyasiga teng deb, qabul qilamiz.

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = C_{\text{kislota}}$$

Eritmada CH_3COONa yaxshi ionlangani uchun barcha CH_3COO^- ionlari tuzning ionlanishidan hosil bo'ladi. Bu ionlarning konsentratsiyasini tuzning umumiy konsentratsiyasiga teng deb qarash mumkin, ya'ni

$$[CH_3COO^-] = C_{tuz} \quad u \quad holda \quad [H^+] = K \frac{C_{kislota}}{C_{tuz}}$$

Bu tenglamaga ko'ra bufer sistemalar vodorod ionlarining konsentratsiyasi kuchsiz kislota yoki kuchsiz asos disotsiyanlash doimiysi va kuchsiz kislota yoki kuchsiz asos konsentratsiyasiga to'g'ri va tuz konsentratsiyasiga teskari bog'liq.

Bu tenglamani logarifmlab, uning qiymatini (-1) ga ko'paytirsak, quyidagi formula kelib chiqadi:

$$-\lg[H^+] = -\lg K - \lg \frac{C_{kislota}}{C_{tuz}}$$

$-\lg[H^+] = pH$; $-\lg K = pK$ ekanligini hisobga olib, bu formulani quyidagi ko'rinishda yozishimiz mumkin:

$$a) \quad pH = pK_{kislota} - \lg \frac{C_{kislota}}{C_{tuz}} \quad yoki \quad pH = pK_{kislota} + \lg \frac{C_{tuz}}{C_{kislota}}$$

Xuddi shu yo'l bilan kuchsiz asos va uning tuzidan iborat bo'lgan bufer eritma uchun quyidagi tenglamalarni yozishimiz mumkin:

$$b) \quad pOH = pK_{asos} - \lg \frac{C_{asos}}{C_{tuz}} \quad yoki \quad pOH = pK_{asos} + \lg \frac{C_{tuz}}{C_{asos}}$$

$pOH = 14 - pH$ ekanligini hisobga olsak:

$$c) \quad pH = 14 - pK_{asos} + \lg \frac{C_{asos}}{C_{tuz}} \quad yoki \quad pH = 14 - pK_{asos} - \lg \frac{C_{tuz}}{C_{asos}}$$

Demak bufer aralashmalarining pH i kislota yoki asosning dissotsiyanlash konstantasiga va bufer aralashmalaridagi tarkibiy qismlar konsentratsiyasining nisbatiga bog'liq bo'ladi. Yuqorida keltirilgan a), b) va c) formulalar **Genderson-Gasselbax tenglamasi** deb nomlanadi. Bu tenglamalarda $pK_{kislota}$ pK_{asos} kuchsiz kislota yoki asosning ionlanish doimiysining manfiy o'nlik lagorifmidir.

Zaruriy pH qiymatli bufer aralashmalarni tayyorlash uchun tegishli dissotsiatsiya konstantalariga ega bo'lgan kislotalar yoki asoslardan foydalanish,

shuningdek tarkibiy qismlarning muayyan nisbatlarini tanlab olish kerak (5.1-jadval).

4.1-jadval

Bufer sistemalarning pH ko'rsatkichi

[kislota]: [tuz] yoki [acoc]: [tuz]	Bufer sistemalar pH i		
	Atsetatli	fosfatli	ammiakli
9:1	3,72	5,91	10,28
6:2	4,05	6,24	9,95
7:3	4,27	6,47	9,73
6:4	4,45 ,	6,64	9,55
4:6	4,63	6,81	9,37
5:5	4,80	6,98	9,20
3:7	4,99	7,17	9,01
2:8	5,23	7,38	8,77
1:9	5,57	7,73	8,43

Tarkibiy qismlari bir xil (masalan, 9:1) nisbatda bo'lgan asetatli, fosfatli yoki ammiakli bufer aralashmalarning pH qiymatlari turlicha, bu kislotalar va asoslardagi dissotsilanish doimiy qiymati turli xil bo'lishiga bog'liqdir (4.2-jadval).

4.2-jadval

Kuchsiz kislotalar va asoslarning dissotsilanish doimiylari

Moddaning nomi	K_{dis}
Chumoli kislota $HCOOH$	$2,0 \cdot 10^{-4}$
Sirka kislota CH_3COOH	$1,85 \cdot 10^{-5}$,
Fosfat kislota H_3PO_4	$1,00 \cdot 10^{-7}$ (K_2)
Karbonat kislota H_2CO_3	$3,0 \cdot 10^{-7}$

Ammoniy gidroksid NH_4OH	$1,87 \cdot 10^{-5}$
--	----------------------

Bufer sistemalarni suyultirishning pH ga ta'siri. Ko'pincha, oz miqdordagi biologik suyuqliklarni ma'lum hajmgacha suyultirib pH ini aniqlashga to'g'ri keladi shuning uchun bufer sistemalarni suyultirganda ularning reaksiya muhitini saqlab qolish muhim amaliy ahamiyatga ega.

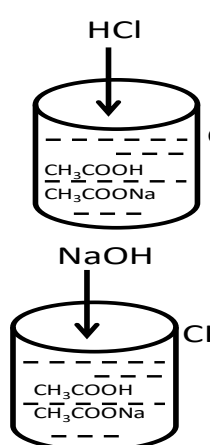
Bufer eritmalarini hatto ko'p (10-20 marta va bundan ham ortiq) suyultirganda ham ularning pH iga kam ta'sir qilishi tajriba yo'li bilan aniqlangan (4.3-jadval)

4.3-j a d v a l

Suyultirishning atsetatli buferdagi bir qancha ko'rsatkichlarga ta'siri

Buferning ko'rsatkichlari	Boshlang'ich konsentratsiya (0,1 m.)	10marta suyultirilganda (0,01 m.)	100 marta suyultirilganda (0,001 m.)
pH	4,62	4,67	4,78
$[\text{H}^+]$	$2,36 \cdot 10^{-5}$	$2,14 \cdot 10^{-5}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$
Natriy atsetatning dissotsilanish darajasi.	0,79	0,87	1,0

4.3-jadvaldan ko'rinib turibdiki, bufer eritma kuchli suyultirilganligiga qaramasdan uning pH qiymati kam o'zgaradi. Buferlanmagan eritmada, masalan kuchli kislota eritmasi 10 marta suyultirilganda vodorod ionlarining konsentratsiyasi ham shuncha marta kamayadi : masalan, 0,01 M HCl da $[\text{H}^+] = 10^{-2}$ (pH=2), eritma 100 marta suyultirilganda esa $[\text{H}^+] = 10^{-4}$ (pH=4) bo'ladi.



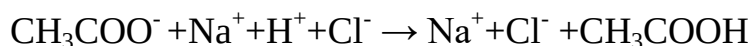
Bufer sistemalarni xuddi shu proporsiyalarda suyultirganda (ularning pH i tarkibiy qismlarining konsentratsiyasiga emas balki ularning nisbatiga bog'liq bo'ladi) ikkala tarkibiy qismlarining konsentratsiyasi bir xil

darajada kamayadi va shu sababli ularning nisbat qiymati, demak pH qiymati ham o'zgarmay qolaveradi

$$[H^+] = K \frac{0,1}{0,1} = K \frac{0.01}{0.01} = K \frac{0.001}{0.001}$$

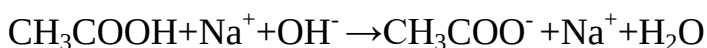
Bufer sistemalarning ta'sir mexanizmi. Bufer sistemalarning vodorod ionlarining konsentratsiyasi va eritma pH ini doimiy saqlab turish xususiyati bufer ta'siri mexanizmi deyiladi. Buni atsetatli bufer eritmaning ta'sir mexanizmi misolida ko'rib chiqaylik:

Atsetatli buferga xlorid kislota qo'shilganda HCl aralashmadagi tarkibiy qismlarning biri (CH₃COONa) bilan reaksiyaga kirishadi:



Tenglamadan ko'rinib turganidek, kuchli kislota ekvivalent miqdordagi kuchsiz kislota bilan almashtiriladi (bu holda HCl CH₃COOH bilan almashtiriladi). Ostvaldning suyultirish qonuniga muvofiq, sirka kislota konsentratsiyasining ortishi bilan uning dissotsilanish darajasi pasayadi, buning natijasida esa buferdagi H⁺ ionlarining konsentratsiyasi kam o'zgaradi.

Bufer eritmaga ishqor qo'shilganda vodorod ionlarining konsentratsiyasi va pH ham kam o'zgaradi. Ayni vaqtda ishqor buferning boshqa tarkibiy qismi (CH₃COOH) bilan neytrallanish reaksiyasiga kirishadi:



Buning natijasida qo'shilgan ishqor reaksiya muhitiga birmuncha kam ta'sir qiladigan kuchsiz asos tuzining ekvivalent miqdori bilan almashtiriladi (gidrolizga qarang) ana shu tuzning dissotsiylanishidan hosil bo'ladigan CH₃COO⁻ anionlari sirka kislota dissotsiylanishiga birmuncha susaytiruvchi ta'sir ko'rsatadi. Bu reaksiya jarayonida sirka kislota sarf bo'lgani uchun, H⁺ ionlarining ancha kamayishini kutish kerak edi. Biroq, aralashma (pH) ning faol kislotaliligi deyarli o'zgarmaydi chunki reaksiyaga kirishgan kislota ionlari H⁺ va CH₃COO⁻ o'rniga potensial kislotalilik hisobiga yangi H⁺ va CH₃COO⁻ ionlari hosil bo'ladi.

Kislota va ishqorlar kam miqdorda qo'shilganda pH qiymati deyarli o'zgarmaydi (4.4-jadval), bu moddalarni qo'shish davom ettirilganda pH qiymati anchagina o'zgaradi.

Keltirilgan ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, qo'shilgan 0,01M HCl atsetatli buferdagi pH ni 0,08 ga kamaytiradi xolos, 5 marta katta bo'lgan konsentratsiya (0,05 M HCl) esa pH qiymatini 0,5 ga kamaytiradi.

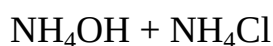
4.4-j a d v a l

0,1 M atsetatli bufer va H₂O ga turli konsentratsiyali kislotalar qo'shilganda pH ning o'zgarishi

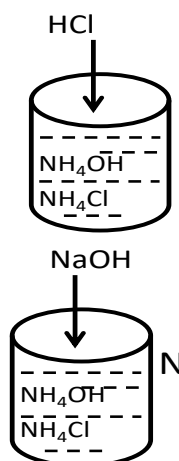
Sharoitlar	Atsetatli buferdagi pH	Suvdagi pH
pH boshlang'ich	4,73	7,0
Qo'shilgandan keyingi pH		
0,01 M HCl	4,65	2,02
0,05 M HCl	4,24	1,30
0,08 M HCl	3,78	1,12
0,10 M HCl	2,71	1,00

Shu bilan bir vaqtda shu konsentratsiyadagi kuchli kislota bufer ta'siriga ega bo'lmagan suvga qo'shganda pH 2,02 va 1,30 gacha kamayadi, bu-birinchi holda (pH 2,02 ga teng bo'lganda) vodorod ionlari konsentratsiyasining 100000 marta ko'payishiga to'g'ri keladi (dastlabki vodorod ionlarining konsentratsiyasi 10^{-7} mol/l dan, kislota qo'shilgandan keyin 10^{-2} mol/l gacha ortadi).

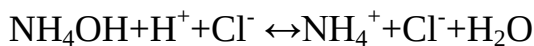
Ammiakli bufer sistema. Bu buferning tarkibida kuchsiz asos ($K=1,87 \cdot 10^{-5}$) bo'lib, uning kuchli kislota bilan hosil qilgan to'liq dissotsilanadigan ammoniyli tuzidan iborat.



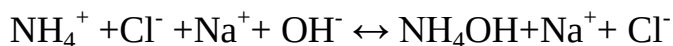
Ammiakli buferning ta'sir mexanizmi shundan iboratki, buferga kuchli kislota qo'shilganda neytrallanish reaksiyasi



sodir bo‘ladi va kislota tuzning ekvivalent miqdori bilan quyidagi tenglama bo‘yicha almashtiriladi:



Buferga qo‘shilgan ishqor tuz bilan reaksiyaga kirishadi, buning natijasida kuchsiz asos hosil bo‘ladi va aralashmaning pH qiymati kam o‘zgaradi:



Ammiakli buferdagi gidroksid ionlarining konsentratsiyasi

$$[\text{OH}] = K \frac{[\text{NH}_4\text{OH}]}{[\text{NH}_4\text{Cl}]} \quad \text{ga teng} \quad \text{yoki} \quad p\text{OH} = pK - \lg \frac{[\text{asos}]}{[\text{tuz}]}$$

Bufer sig‘imi. Bufer eritmalarning pH qiymatini saqlab turish imkoniyati cheksiz emas. Jadval 2.4 dan ko‘rinib turibdiki, ular ma’lum bir miqdor kislota yoki asos qo‘shilgandan so‘ng pH qiymatini o‘zgartiradi. Bufer eritmaning bu xossasi bufer sig‘imi bilan baxolanadi. **Bufer sig‘imi** – 1l bufer eritmaning pH qiymatini bir birlikka o‘zgartirish uchun qo‘shilishi kerak bo‘lgan kuchli kislota yoki asosning mol(millimol)dagi miqdori bilan o‘lchanadi:

$$B = \frac{C}{pH_1 - pH_0}$$

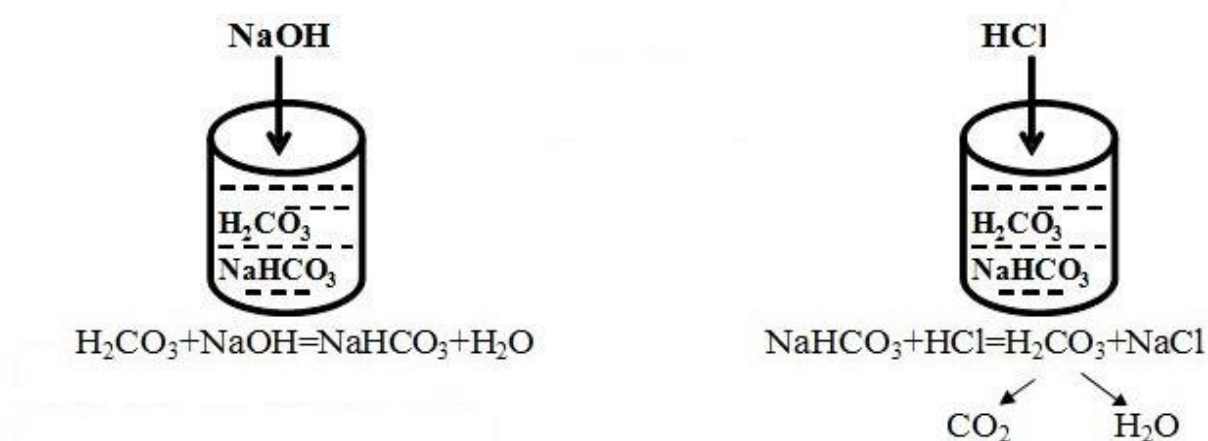
Bu erda, B — bufer sig‘imi; C- kuchli kislota yoki asosning miqdori; pH_0 — kislota yoki asos qo‘shilgunga qadar bo‘lgan eritmaning vodorod ko‘rsatkichi; pH_1 — kislota yoki asos qo‘shilgandan keyingi vodorod ko‘rsatkichi. Bufer sig‘imi - bufer aralashmadagi tarkiblar konsentratsiyasiga va bu konsentratsiyalar nisbatiga bog‘liq. Har qanday bufer eritmaning bufer sig‘imi $C \text{ kislota} = C \text{ tuz}$ yoki $C \text{ asos} = C \text{ tuz}$ bo‘lganda eng katta qiymatga ega bo‘ladi.

Bufer sistemalar tirik a‘zolar uchun muhim ahamiyatga ega. A‘zoldagi modda almashinish jarayonida ko‘p miqdorda kislotali va asosli xususiyatga ega bo‘lgan mahsulotlar hosil bo‘ladi. A‘zoldagi moddalar bufer xossaga ega ekanligidan ularda pH ning qiymati bir xilda saqlanadi. Biologik sistemalarda

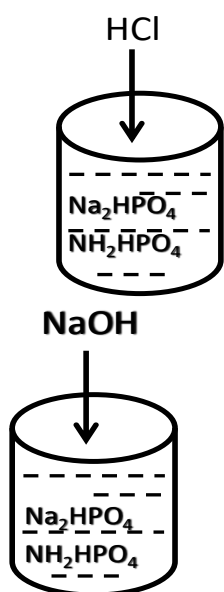
pH qiymatini, masalan qonda 7,4 dan 0,4 birlikka kamayishi yoki ko'payishi butun organizmning nobud bo'lishiga olib kelishi mumkin. Bundan shu narsa tushunarli bo'ladiki, pH ni berilgan tabiiy qiymatlarda o'zgartirmay turish tirik a'zolar uchun katta ahamiyatga ega.

Odam a'zolari uchun asosan gidrokarbonatli, gemoglobinli, fosfatli va oqsil bufer sistemalari muhim ahamiyatga ega.

Gidrokarbonatli bufer asosan hujayra tashqarisidagi buferdir. U karbonat kislota va natriy gidrokarbonat (yoki KHCO_3) dan tashkil topgan bo'lib, qonning kuchli bufer sistemasi hisoblanadi. Qonning umumiy bufer ta'sirining deyarli 10 foizi gidrokarbonat buferga to'g'ri keladi. Qon pH ining normal qiymatida, ya'ni $\text{pH}=7,4$ da, gidrokarbonat bufer sistemasining tarkiblar nisbati $\text{H}_2\text{CO}_3:\text{NaHCO}_3 = 1:20$ ni tashkil etadi. Qonga kuchli kislota yoki asos tushganda gidrokarbonat bufer sistema ta'sirini quyidagi sxemalarda tasvirlash mumkin:



Masalan: 1 l qon zardobiga 10 ml 0,1 M xlorid kislota qo'shilganda pH 7,4 dan 7,2 ga o'zgaradi, vaxolanki shuncha miqdordagi xlorid kislota 1 l fiziologik eritma (0,15 M NaCl eritmasi) pH ini 2,0 gacha o'zgartiradi. Gidrokarbonat ionlari ko'rinishida mavjud bo'lgan CO_2 ning hajmiy ulushi qonning ishqoriy zaxirasi deyiladi va odatda 50-70 % ni nashkil etadi.



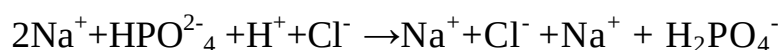
Fosfatli bufer sistema to'qima va ba'zi biologik suyuqliklarning (siydik, ovqat hazm qilish shirasi va boshqalar)

bufer sistemasi asosini tashkil etadi. Fosfatlarning qondagi konsentratsiyasi karbonatlarga nisbatan kamroq, shuning uchun bu bufer sistemaning samaraligi qonda past, umumiy qon bufer ta'sirining taxminan 1% ini tashkil etadi. Bu bufer ortofosfat kislotaning birlamchi (NaH_2PO_4) va ikkilamchi (Na_2HPO_4) tuz aralashmasidan iborat. Bu tuzlarning qanday nisbatlarda bo'lishiga qarab, 5,90 dan 7,80 gacha turli pH dagi bufer aralashmalarni olish mumkin. Fosfatli bufer sistemalar laboratoriya amaliyotida ko'p ishlatiladi, chunki ularning pH qiymatlari fiziologik jixatdan eng muhim reaksiya muhitining qiymatlariga to'g'ri keladi.

Fosfatli, buferning qiziq xususiyati shundaki, uning ikkala tarkibiy qismi ham kuchli elektrolitlardir, biroq shu bilan birga bu bufer ham kuchsiz kislotalar va ularning kuchli asoslar bilan hosil qilgan tuzlaridan tashkil topgan bufer sistemalariga qo'yiladigan talablarga javob beradi.

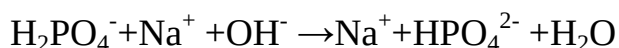
Birlamchi fosfat, dissotsilanishida hosil bo'ladigai fosfat kislota anioni H_2PO_4^- kam dissotsilanadi ($K=1,54 \cdot 10^{-7}$), shu sababli o'zini kuchsiz kislotadek tutadi. Fosfatli buferning ikkinchi tuzi Na_2HPO_4 - deyarli to'la dissotsilanadi va shu kuchsiz kislotaning kuchli asos bilan hosil qilgan tuzidan iborat.

Fosfatli buferning ta'sir mexanizmi atsetatli bufer ta'siriga o'xshash. Buferga kuchli kislota qo'shilganda:



tuzning miqdori kamayib, kam dissotsilanadigan kislota miqdori oshadi. Bufer ta'siri kuchli kislota (HCl) ning kuchsiz kislota (H_2PO_4^-) ga almashinishidan iborat bo'ladi.

Fosfatli buferga ishqor qo'shilganda:

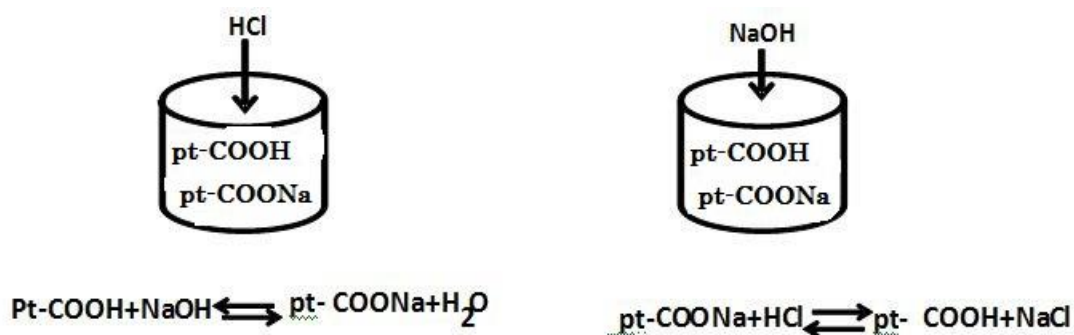


kislotaning miqdori kamayib, tuzning miqdori oshadi. Bu holda bufer ta'siri kuchli asos (ishqor) ning ikkilamchi tuzga almashinishidan iborat bo'ladi. Fosfat kislota tuzlari aralashmasidagi vodorod ionlarining konsentratsiyasi va pH quyidagi tenglamalarga to'g'ri keladi.

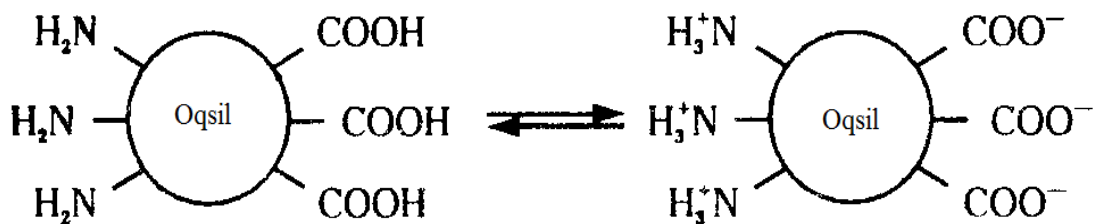
$$[H^+] = K \frac{C_{NaH_2PO_4}}{C_{Na_2HPO_4}} \quad pH = pK_{H_2PO_4} + \lg \frac{C_{tuz}}{C_{kislota}}$$

Oqsilli bufer sistema. Protein (oqsil) bufer sistemasi qon zardobidagi kislota-asos muvozanatini saqlashda yuqorida keltirilgan bufer sistemalarga nisbatan kamroq ahamiyatga ega.

Oqsil buferi ta'sir mexanizmini umumiy holda quyidagicha yozish mumkin

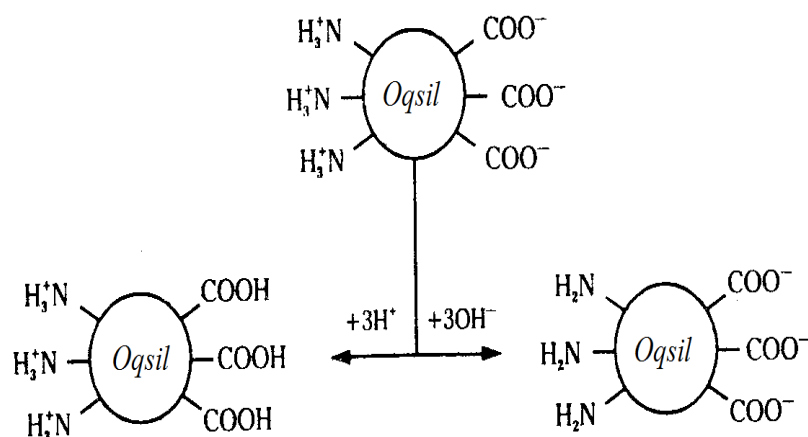


Hujayra va to'qimalar oqsil borligi uchun ma'lum miqdordagi kislota va ishqorni neytrallaydi. Oqsil molekulalari tarkibidagi karboksil va aminoguruxlar hisobiga ko'p negizli kislota va asos (amfolit) xususiyatiga ega bo'ladi. Bu guruxlar gidrofil bo'lib, asosan oqsillarning sirtida yig'iladi:



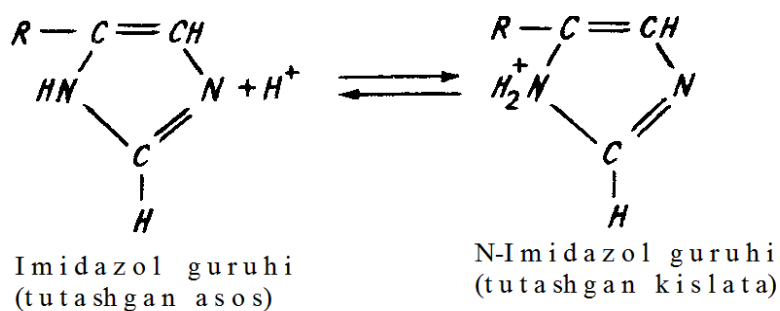
Protein bufer sistemalar ko'p hollarda kislotali sistema tabiatiga ega bo'ladi. Bunga sabab ularning tarkibiga kirgan va monoaminodikarbon kislotalariga mansub bo'lgan asparagin va glutamin kislotalarining nisbiy miqdorlarining ko'p bo'lishi va ularning karboksil guruxlarining oson dissotsiatsiyaga uchrashidir. Qon zardobida bo'lgan protein bufer sistemasi qondagi pH qiymati 7,2-7,4 bo'lgan chegaralarida eng katta effektivlikka ega bo'ladi.

Oqsillar amfolit xossali bo'lganligi uchun metabolik jarayonlar hisobiga qonga ajralib chiqqan H^+ va OH^- ionlarini bir vaqtning o'zida neytrallaydi:



Gemoglobin — oksigemoglobin bufer sistemasi qon bufer sig'iminin 75% ini tashkil etadigan eng kuchli bufer sistemadir. Jumladan u bikarbonat bufer sistemasidan qariyb 9 barobar kuchlidir.

Odam gemoglobininin oqsil (globin) qismida asos tabiatiga ega bo'lgan imidazol guruxini saqlagan gistidan aminokislotasining massa ulushi 8,1% ni tashkil etadi va bu 1 mol gemoglobinda 35 imidazol guruxi bo'lishiga moc keladi:

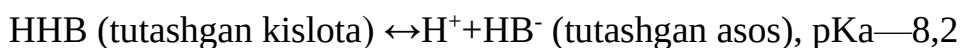


Bu esa gemoglobinni (HHB) bufer tabiati gistidin koldiklarining imidazol guruxlari orqali ta'minlanishini ko'rsatadi.

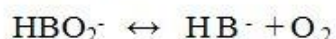
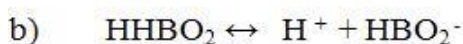
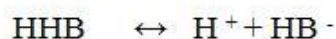
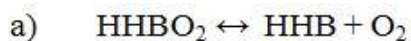
Gemoglobin qon sistemasidagi eritrotsitlarda saqlanib HCO_3^-/H_2CO_3 sistemasi bilan birgalikda undagi asosiy bufer sistemani tashkil etadi va bunda $pH = 7,25$ tengligini ta'minlab beradi.

Gemoglobin kislorod molekulasini biriktirishi natijasida o'pka alveolalarining kapillyarlarida oksigemoglobin ($HHBO_2$) hosil bo'ladi va kislorod arterial qon yordamida to'qima kapillyarlariga boradi va mioglobin

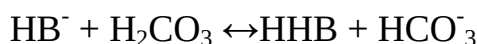
orqali to‘qimalarga o‘tadi. Bu reaksiyada ishtirok etayotgan HHB va HHBO₂ kuchsiz kislotali moddalar bo‘lib, HHBO₂ ning kislotalik xususiyati HHB ga qaraganda birmuncha kuchliroq bo‘ladi:



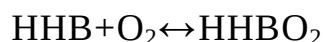
HHBO₂ ning HHB ga aylanishi ko‘p jixatdan CO₂ ga bog‘liq. Bunda quyidagi jarayonlar amalga oshishi mumkin:



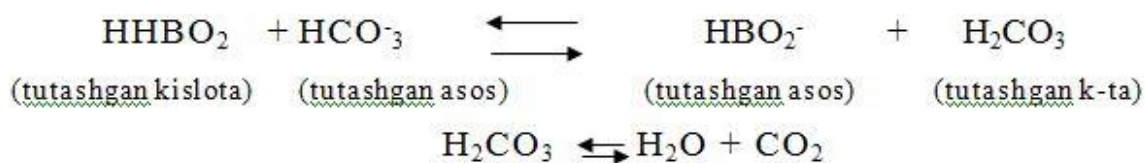
HHBO₂ dan HBO₂⁻ ga qaraganda kislorod oson ajralib chiqadi va H₂CO₃ hosil bo‘lishi hisobiga pH qiymatining kamayishi birinchi (a) jarayonning jadallashishiga olib keladi:



Hosil bo‘lgan HCO₃⁻ ionni eritrotsit membranasidan qonga o‘tadi. Venoz qon tarkibida bo‘lgan eritrotsitlardagi HHB molekulalari o‘pkada yana kislorod molekulasini biriktiradi:

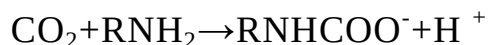


Eritrotsitlarda saqlanib qolgan gidrokarbonat ionni ta’sirida pH qiymati ortadi va natijada quyidagi jarayonlar amalga oshadi:

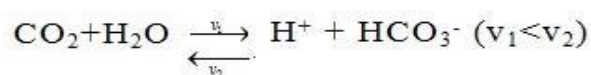


Shundan so‘ng CO₂ molekulalari o‘pka orqali atmosferaga chiqib ketadi. Hosil bo‘lgan HBO₂⁻ esa kislorod molekulalarini mustahkam biriktiradi va uni to‘qimagacha etkazib beradi.

CO₂ ning gemoglobin yordamida tashilishi uning oqsil qismidagi lizin aminokislotasining NH₂- guruxi bilan ta'sirlashib karbomiogemoglobin hosilasini sintezlanishi orqali ta'minlanadi:



O'pkadan 24 soat davomida 480l CO₂ ajralib chiqadi. Undagi gaz almashinuvining jadalligi qondagi CO₂ va H⁺ ionlarining miqdoriga bog'liq bo'ladi: qondagi CO₂ parsial bosimi ortsa yoki H⁺ miqdori ko'paysa nafas olish markazlari qo'zg'aladi va o'pka siqilishi hisobiga nafas chiqariladi. O'pka ventilyasiyasi natijasida tashqi muhitga CO₂ ning chiqishi qon sistemasidagi H⁺ ionlarining miqdori oshishini chegaralaydi:

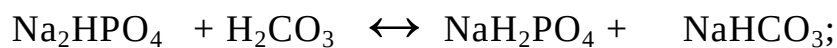


Nafas olish sistemasining kislota-asos muvozanatiga ta'siri ko'p vaqtni (1-3 min) talab qiladi, qon bufer sistemalari uchun esa bu muvozanat ~ 30 sek ichida qaror topadi. Bu esa nafas olish jarayonida kelib chiqadigan kislota-asos muvozanatining o'zgarishi kichik vaqt ichida dastlabki holatlarigacha tiklanishini ko'rsatadi.

Buyrakning kislota-asos muvozanatiga ta'siri uning qon tarkibidan kislotalilik muhitni belgilaydigan H⁺ va asos xususiyatli HCO₃⁻ ionlarini ajratib olish orqali amalga oshadi. Buyraklarda buzilgan kislota-asos muvozanati 10—12 soatda tiklanadi.

Buyrak hujayralarida H⁺ ionlarining konsentratsiyasi qiymatini saqlash Na⁺ ning reabsorbsiyasi (qayta qonga so'rilishi) va H⁺ sekretsiyasi (qondan buyrak hujayralari va buyrak bo'shliqlariga ajralib chiqishi) orqali sodir bo'ladi. Buyrakning bunday xususiyati bir necha bosqichda boradigan kimyoviy jarayonlar hisobiga ta'minlanadi.

Buyrak kapillyarlaridan o'tayotgan koptokcha (kalava) filtratidagi Na⁺ va boshqa kationlarning bir qismi reabsorbsiya hisobiga qon sistemasiga qaytadi. Bu jarayon Na₂HPO₄ ishtirokida distal kanalchalarida boradi:

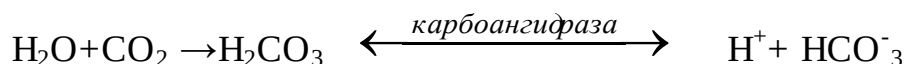


(tutash. asos) (tutash. k-ta) (tutash. k-ta) (tutash. asos.)

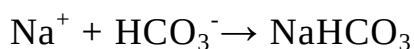
Hosil bo'lgan $\text{NaHCO}_3(\text{Na}^+ \text{ va } \text{HCO}_3^-)$ qonga reabsorbsiyalanadi, NaHPO_4^- esa siydik tarkibiga o'tadi va $\frac{C_{(\text{Na}_2\text{HPO}_4)}}{C_{(\text{NaH}_2\text{PO}_4)}}$ nisbatining o'zgarishiga olib keladi.

Jumladan bu nisbatlar qon sistemasida 1:4; ko'ptokcha filtratida 1:9 distal kanalchalaridan o'tayotgan siydik tarkibida esa 1:50 bo'ladi. Qonga reabsorbsiyalashib o'tgan va NaHCO_3 tarkibidagi Na^+ ionlarining o'rniga qondan siydik tarkibiga H^+ ionlari ajralib chiqadi va ular muhitning kislotaligini belgilaydi.

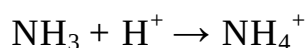
Organizmdagi Na^+ ionlarini saqlab qoladigan va ortiqcha H^+ ni chiqarib yuboradigan ikkinchi jarayon ularning buyrak to'qimalaridagi o'zaro almashinuvi bo'lib hisoblanadi. Buyrak kanalchalaridagi hujayralarda karbongidraza fermenti ta'sirida karbonat kislota hosil bo'ladi:



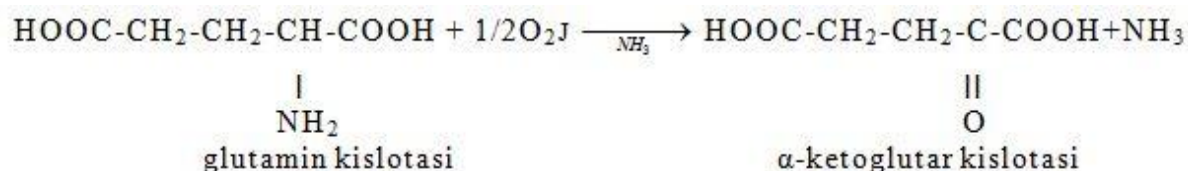
H^+ ionlari buyrak kanalchalariga o'tib HCO_3^- bilan birikadi va organizmdan H_2O va CO_2 hosil bo'lishi hisobiga chiqib ketadi. Ho'jayralarga esa vodorod ionlari o'rniga Na^+ ionlari o'tadi va qon sistemasiga qayta so'riladi:



Natriy ionlarining organizmda saqlanib qolishida buyraklarda ammiak hosil bo'lish jarayoni ham katta ahamiyatga ega. Ammiak molekullari kislotali moddalarni ammoniyli tuz holatigacha neytrallab, siydik orqali tashqi muhitga chiqarib yuboradi:



Organizmda ammiak aminokislotalar jumladan glutamin kislotaning (E — oksidaza fermenti) oksidlanish-dezaminlanishi hisobiga hosil bo'ladi:



Buyrak hujayralarida boradigan bu jarayonning tezligi qon sistemasining kislotalilik muhiti bilan uzviy bog‘liqdir: kislotalilikning ortishi ferment faolligini oshiradi va natijada dezaminlash jarayoni tezlashadi. Demak buyrakning kislota-asos muvozanatini boshqaruvidagi ishtiroki suv-tuz almashinuv jarayoniga bevosita bog‘liq.

4.2 Bufer sistemalarning tibbiyotdagi ahamiyati

Organizmning H^+ ionlari konsentratsiyasining ma’lum qiymat chegaralarida saqlay olish qobiliyati kamayganda kislota-asos muvozanati buziladi va natijada biosistemalarda atsidoz yoki alkaloz holatlari kuzatiladi.

Kislota-asos muvozanat qiymatlarining fiziologik ko‘rsatkich kattaliklaridan chetga chiqishi (2.5- jadval) turli sabablarga ko‘ra kelib chiqishi mumkin. Bu sabablarni umumlashtirgan holda uch turga bo‘lish mumkin:

- 1) O‘pkadan CO_2 ajratib chiqarish jarayonining buzilishi;
- 2) Metabolizm jarayonlarining o‘zgarishi natijasida ko‘p miqdorda kislota yoki asos xossali moddalarning hosil bo‘lishi.
- 3) Kislota yoki asos xossasiga ega bo‘lgan moddalarning buyrak orqali tashqi muhitga chiqarib yuborilishining buzilishi.

Ko‘p hollarda odam organizmidagi kislota-asos muvozanatining buzilishi bu uch turning birgalikdagi ta’siri natijasida kelib chiqadi.

Respirator yoki nafas atsidozi organizm uchun eng xavfli bo‘lgan kislota-asos muvozanatining buzilishiga olib keladi. Uning kelib chiqishiga nafas olishning bir minutdagi umumiy hajmining kamayishi sabab bo‘ladi va qator kasalliklar (bronxit, bronxial bug‘ma (astma), o‘pka emfizemasi va atalektaza, mexanik tabiatli asfiksiya, qon aylanishining susayishi va h.) natijasida shakllanadi.

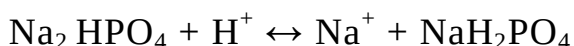
Bu holat alveolalardagi gaz diffuziyasi bo‘lganda ham kelib chiqadi. Bunday holatlarni keltirib chiqaradigan kasalliklarga surunkali diffuz interstitsial fibroz, o‘pka sarkoidozi, berillioz, asbestoz va boshqalarni misol tariqasida keltirish mumkin.

Dastlab, yuqorida keltirilgan kasalliklarda o'pkaning kompensator giperventilyasiyasi kuchayishi kuzatiladi va gaz almashinuv jarayoni tezlashadi. Ammo bu vaqtinchalik bo'lib CO₂ ning parsial bosimi (pCO₂>6 kPa) ortishi hisobiga muhitning kislotaliligi ortadi

To'qimalardagi metabolik jarayon hisobiga hosil bo'lgan CO₂ ning miqdori nafas orqali o'pkadan tashqi muhitga chiqib ketayotgan CO₂ ning miqdoridan ortiq bo'ladi. Bu esa o'z navbatida HCO₃⁻ ionlarining yanada ortishiga olib keladi va gidrokarbonat bufer sistemasining sig'imi ortib ketishiga sabab bo'ladi. Eritrotsitlardagi HCO₃ ionlarining ortishi u erga ko'plab Cl⁻ ionlarining kirishiga, plazmadagi Na⁺ ionlari esa u erdagi H₂CO₃ molekulalari bilan ta'sirlashib, kislotalikning yanada ortishiga olib keladi:



Bundan tashqari kislotalikning ortishi NaH₂PO₄ miqdorining ko'payishini keltirib chiqaradi:



Organizmدا CO₂ miqdorining ortishi gemoglobinning kislorodga bo'lgan moyilligini va bufer sig'imini pasaytiradi. Bu esa O₂ ning to'qimalarga kelishini kamaytiradi va gipoksiya holatini keltirib chiqaradi. Gipoksiyani chegaralash uchun organizm nafas olishni tezlashtirishga majbur bo'ladi, natijada hansirash holati kuzatiladi.

Qonning pH qiymatining kamayishi zardobdagi fosfat (asosan H₂PO₄⁻) va K⁺ ionlarining konsentratsiyasining ortishi, qondagi adrenalin va noradrenalin miqdorining ko'payishiga olib keladi. Yurak-qon tomir sistemasida qator o'zgarishlar kelib chiqadi. CO₂ miqdorining ortishi bosh chanogi ichidagi qon bosimining ko'tarilishi va bu bilan bog'liq bo'lgan koma holati kelib chiqishiga sabab bo'ladi.

Nafas atsidozi kelib chiqishi natijasida siydik tarkibidagi erkin kislotalar va ularning ammoniy tuzlarining miqdori ortib ketadi. Jigardagi siydikchil sintezlanishi jarayoni susayadi. Nafas atsidozi holatini yo'qotish maqsadida

o'pka faoliyatini normallashtiruvchi dorivor moddalardan foydalaniladi, nafas olinayotgan havodagi O_2 miqdori orttiriladi. Asoslilikni oshiradigan trisamin – $H_2NC(CH_2OH)_3$ preparatining 3,66 % (massa bo'yicha) eritmasi ishlatiladi.

Norespirator yoki metabolik atsidoz modda almashinuv jarayonlarining buzilishi hisobiga (qon va to'qimalardagi organik kislotalarning miqdori ortganda) kelib chiqadi. Metabolik atsidozda hujayralararo suyuqliklardagi asos tabiatli moddalar kamayib ketadi.

Organik kislotalarning miqdori quyidagi sabablarga ko'ra ortishi mumkin:

1. Organik kislotalar ko'p miqdorda hosil bo'ladi. Bunday hol gipoksiya, qand kasalligi, uzoq vaqt och qolish va bezgak tutish natijasida kuzatiladi.
2. Organik kislotalarning to'liq neytrallanmasligi yoki organizmdan chiqarib yuborish jarayonining susayishi. Metabolik atsidozning bunday tabiati buyraklar va ichak sistemasi faoliyatining buzilishida (masalan nefrit va surunkali ich ketish) kuzatiladi.

Bu atsidoz turlari rivojlanishining mexanizmi bir-biridan farq qiladi. Masalan, gipoksiyada uglevodlarning almashinuvi buziladi va anaerob glikoliz kuchayishi natijasida qonda ko'p miqdorda sut kislotalari yig'iladi. Bundan tashqari atsidoz holati hujayra katepsinlarini faollashuviga va oqsil molekullari gidrolizi kuchayishi hisobiga erkin aminokislotalarning qondagi miqdorini ortishiga olib keladi.

Surunkali qand kasalligida yuqori molekulyar yog' kislotalarining parchalanishi tezlashishi hisobiga qonda keton tanachalari ko'p miqdorda yig'iladi. Keton tanachalarining etarli darajada oksidlanmasligi qonning pH qiymatini 7,2-7,0 ga tushirib va qon bufer sistemalarining asos tabiatiga ega bo'lgan tarkibiy qismlarining miqdoriy ulushlari keskin kamayib ketishiga olib keladi (4.5-jadval). qon pH qiymatining kuchli buzilishi organizm uchun o'lim bilan tugallanadi.

Uzoq vaqt och qolish yoki kuchli jismoniy mehnat qilish natijasida jigarda yog' kislotalari oksidlanishining buzilishi hisobiga keton tanachalari ko'p

miqdorda hosil bo‘ladi. Bu ham atsidoz holatining kuchayishiga olib keladi. Buyraklardagi nefrit kasalligida metabolitik atsidoz organik kislotalar yoki ularning ammoniy tuzlarining siydik bilan kam miqdorda chiqib ketishi natijasida shakllanadi.

Yuqoridagilardan tashqari metabolik atsidoz organizmga fosfatli moddalarning kam tushishi, qalqonsimon bez faoliyatining susayishi, buyraklarda kam miqdorda ammiak hosil bo‘lishi orqali ham shakllanadi. Bulardan tashqari siydik haydovchi modda sifatida NH_4Cl ning ishlatilishi metabolik atsidoz kelib chiqish xavfini tug‘diradi.

Metabolik atsidoz holatni cheklash maqsadida qonga parenteral yo‘l bilan NaHCO_3 ning 8,4% eritmasini yoki trisamin yuborish mumkin.

*Respirator yoki nafas alkaloz*i o‘pkalarning giperventilyasiyasi keskin ortishi hisobiga CO_2 ning organizmdan tez va ko‘p miqdorda chiqib ketishi orqali shakllanadi

4.5 jadval

Qondagi kislota-asosli muvozanat holatlarining o‘zgarishi

Holat ko‘rsatkichlari	qon pH qiymati	pCO ₂ , kPa
Fiziologik qiymatlar	7,35—7,45	6,0
Metabolik atsidoz	<7,35	4,6—6,0
Nafas atsidozi	<7,35	>6,0
Metabolik alkaloz	>7,45	4,4—6,0
Nafas alkaloz	>7,45	<4,6

Nafas alkaloz

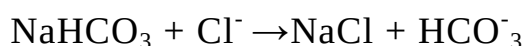
yuqumli kasalliklar oqibatidagi bezgaktutish (qaltirash), o‘tkir va surunkali gepatitlar, jigar komasi, qonga ishqoriy moddalar kiritilishi orqali kelib chiqadi. Bu holat yana sobmlan zaharlanish yoki miya o‘smalari ta’sirida o‘pka giperventilyasiyasi kuchayganda ham kuzatilishi mumkin.

Yuqoridagilardan tashqari havo tarkibidagi O_2 miqdori juda ko‘p bo‘lsa, yoki toza O_2 dan foydalanilsa qondagi kislorodning parsial bosimi va

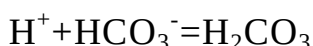
oksigemoglobin miqdorining ortishi kuzatiladi. Natijada o'pkadan chiqayotgan havo tarkibida CO₂ ning miqdori keskin ortib ketadi va alkaloz holati kelib chiqadi.

Alkaloz natijasida o'zgargan kislota-asos muvozanatining mutanosiblashishi organizmning ishqoriy rezervining quyidagi mexanizmlar yordamida kamaytirish orqali amalga oshadi.

1. Karbonat kislota etishmasligi hisobiga eritrotsitdagi Cl⁻ ionlari qon zardobiga o'tadi va u erdagi erkin HCO₃⁻ ionlarining miqdorini ko'paytiradi:



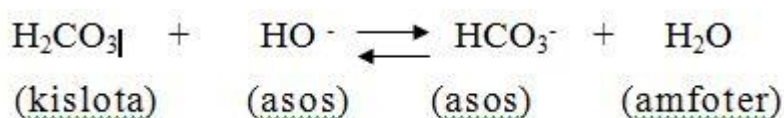
Natijada eritrotsitlar ishqoriy rezervi kamayadi va qondagi H₂CO₃ miqdori ortishi hisobiga uning kislotaliligi kuchayadi:



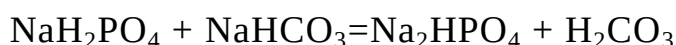
2. Qondagi HCO₃⁻ ionlari ko'payishi hisobiga uning ma'lum qismi siydikka o'tib, siydik ishqoriyligini orttiradi va tashqi muhitga chiqib ketadi.

Noresperator yoki metabolik alkaloz organizmdagi kislotali moddalarni ko'plab yo'qotilishi hisobiga hosil bo'ladi (4.6-jadval). Natijada hujayralararo suyuqlikda asos tabiatli moddalarning miqdori ortib ketadi.

Ortib ketgan asos tabiatli moddalar yoki organizmga sun'iy ravishda kiritilgan ishqoriy moddalar H₂CO₃ bilan ta'sirlashib ishqoriy manba miqdorini ortishiga sabab bo'ladi:



Natijada eritrotsitlardan qon zardobiga HCO₃⁻, Cl⁻ ionlari o'ta boshlaydi. O'pkadagi havo almashinuvi jarayoni susayganda hamda HCO₃⁻ miqdori ortganda qondagi H₂CO₃ ning konsentratsiyasi ko'payadi:



Hosil bo'lgan va biomuhit asosligini belgilaydigan Na₂HPO₄ va HSO₃⁻ ionlarining ortiqcha miqdori buyrak orqali (siydik tarkibida) tashqi muhitga chiqib ketadi. Oqibatda siydikning ishqoriyligi ortadi.

Metabolik alkalozning kelib chiqishini gipokaliemiya (kaliyning kamayib ketishi), davolash maqsadida ko'p miqdorda kortikosteroid gormonlar va diuretiklardan foydalanish hamda oshqozon shirasining ko'p miqdorda yo'qotilishi (surunkali qayd qilish) yoki uning kislotaligining keskin kamayishi sabab bo'lishi mumkin.

Yuqorida keltirilgan atsidoz va alkaloz holatlarining oqibati natijasida siydik pH ko'rsatkichi fiziologik qiymat o'zgarishi chegaralaridan cheklanadi. Shu sababli siydik pH ini tekshirish diagnostik ahamiyatga ega. Bundan tashqari u davolash jarayonining qanchalik effektiv ekanligini ko'rsatuvchi kattalik hamdir. Masalan, siydik pH qiymati quyidagi hollarda fiziologik qiymat chegaralaridan (4,5-7,0) chiqib ketishi mumkin.

1. Kislotali muhit tomon siljishi ($\text{pH} < 4,5$) - qand kasalligi, uzoq vaqt och qolish, buyrakning funksional qobiliyatining susayishi.

2. Ishqoriy muhit tomon siljishi ($\text{pH} > 7,0$) surunkali qayd qilish, shishlarning so'rilishi, siydik chiqarish yo'llarining infeksiyasi, sistit, siydik haydovchi moddalarni qo'llash.

Oshqozon shirasining pH qiymatini o'rganish oshqozon-ichak sistemasi kasalliklarining diagnostikasidagi asosiy kattalik bo'lib hisoblanadi (2.7-jadval). Masalan, gipoatsid gastriti yoki oshqozon saratoni (raki) gipoxloridriyaning kelib chiqishiga sabab bo'ladi. Oshqozon shirasi kislotaliligining keskin kamayishi yoki mutloq yo'qolishi organizmning yuqumli kasalliklarga chalinish extimoligini oshiradi. Jumladan vabo kasalligini chaqiradigan vibrionlar $\text{pH} = 7,6-9,2$ bo'lganda juda tez ko'payadi, hatto suyultirish nisbati 1:10000 bo'lganda ham kasal qo'zg'atish qobiliyatiga ega bo'ladi. Ammo ular kislotalik muhitda, shu jumladan oshqozon shirasida nobud bo'ladi. Agar oshqozon shirasining kislotaliligi keskin kamaygan yoki mutloq yo'qolgan bo'lsa organizmning vabo bilan kasallanish extimoligi kuchayadi.

4.6-jadval

Oshqozon shirasi pH qiymatining o'zgarishi hisobiga kelib chiqadigan patologik holat va kasalliklar

Oshqozon shirasi kislotaliligi	Patologik holatlar	Kasallik turlari
pH<1	Giperxloridriya	Giperatsid (ko'p kislotali) gastrit oshqozon va ichak yara (yaz va) kasalligini keltirib chiqaradi
pH=3-5	Gipoxloridriya	Gipoatsid (kam kislotali) gastrit
pH=5-7	Axlorgidriya	Shira tarkibida HCl bo'lmaydi
pH=5-7	Axiliya	Shira tarkibida HCl va pepsin bo'lmaydi (oshqozon saratoni)

Ba'zi mikroblar Na^+ ionlarining ichak shilliq qavatidan qayta so'rilishiga ta'sir etib bu jarayonni kamaytiradi yoki mutloq to'xtashiga olib keladi. Natijada qondagi izotonik holat buziladi. Organizmdan Na^+ , K^+ , HCO_3^- va Cl^- ionlari chiqib ketishi hisobiga ichak suyuqligidagi kislota-asos muvozanati o'zgaradi va nokompensator (o'rini qoplanmaydigan) atsidoz va suvsizlanish holati kuchayadi. Natijada dorivor moddalar bilan dastlabki holatga qaytarib bo'lmaydigan darajada suv-elektrolit almashinuv jarayonining va kislota-asos muvozanatining buzilishi kelib chiqadi va organizm halok bo'ladi. Bunday holatlar o'tkir ichak kasalliklarida, masalan ichburug' (dizenteriya) da kuzatiladi.

Ba'zan axlatning pH qiymati ham o'zgarishi mumkin. Masalan, uglevodlarning etarli miqdorda o'zlashtirilmasligi natijasida axlatning kislotaliligi ortadi. Natijada bijg'ituvchi bakteriyalar faollashib bijg'ish

dispepsiyasini keltirib chiqaradi. Oqsil moddalarining o'zlashtirilishining kamayishi yoki yo'g'on ichak yallig'lanishi natijasida chirituvchi bakteriyalarning faolligi oshadi va chirish dispepsiyasi hosil bo'lishi hisobiga axlatning ishqoriyligi ortadi.

Biologik suyuqliklardagi kislota-asos muvozanati o'zgarishini o'rganish katta ahamiyatga ega. Chunki bunda qaytmas patalogik jarayonlarning oldini olish mumkin bo'ladi.

Organizmدا sodir bo'ladigan va muhit kislotaliligining o'zgarishi bilan boradigan jarayonlarning oldini olish maqsadida klinikada qon, siydik oshqozon shirasi va boshqalarning kislotaliligi aniqlanadi. Masalan, qon sistemasidagi kislota-asos muvozanatini belgilaydigan quyidagi kattaliklarni aniqlash mumkin:

1. Qonning pH qiymatini o'lchash (kolorimetrik (rang o'zgarishi), potensiommetrik yoki titrimetrik usullar yordamida).
2. Qondagi CO_2 ning umumiy miqdorini o'lchash (monometrik mikrogazometrik va kolorimetrik usullar yordamida);
3. Qon zardobining ishqoriylik manbai (qonning CO_2 ni bog'lay olish qobiliyati) muvozanatdagi (bog'lanmagan CO_2 chiqarib yuborilgan) zardobda aniqlanadi;
4. Standart bikarbonat miqdori Astrup mikrousuli bilan aniqlanadi.
5. Bufer asoslari qon yoki zardobda aniqlanib, sistemadagi asos tabiatiga ega bo'lgan ionlarning (HCO_3^- va oqsil ionlari) umumiy miqdorini ko'rsatadi.

Kislota-asos muvozanatini saqlashda buyraklar katta ahamiyatga ega bo'lganligi sababli siydik tarkibi (gidrokarbonatlar, fosfatlar, oksalatlar va h. k.) va kislotaliligi o'rganiladi. Odatda siydikning pH qiymati universal lakmus yordamida aniqlanadi. Oshqozon shirasining kislotaliligi ko'p hollarda titrimetrik usul bilan aniqlanadi. Bunda NaOH ning 0,1 M eritmasidan foydalaniladi. Shira kislotaliligini pH – metrlar yordamida ham aniqlash mumkin.

V-bob

KIMYOVIY TERMODINAMIKA VA BIOENERGETIKANING ILMIY ASOSLARI

Termodinamika – bu energiyaning bir turidan boshqa turiga o'tishini o'rganuvchi fandir. Kimyoviy termodinamika — makroskopik sistemalarda sodir bo'ladigan turli kimyoviy va fizikaviy jarayonlarning energetikasini o'rganadigan fan. Uning vazifasi izlanishning termodinamik usullari va ular asosida yotgan termodinamika qonunlarini kimyoviy va fizik-kimyoviy hodisalar uchun qollashdan iboratdir.

Organizmning hayotiy faolligi va undagi jarayonlarning amalga oshishi bevosita atrofi muhit va organizm orasidagi energiya almashinuvi orqali ta'minlanadi. Demak har qanday jonli sistemaning eng asosiy xossasi va jonsiz sistemalardan farqlaridan biri — energiya o'zlashtirish va chiqarish, energiyani turli shakllarda transformatsiyalash, ko'payishni ta'minlovchi metabolik jarayonlarning energiyaga bo'lgan talabini ta'minlab berishdadir.

Har qanday kimyoviy jarayon natijasida yangi tarkib va tuzilishga, demak o'zgacha xossalarga ega moddalar hosil bo'ladi. Bu esa dastlabki va oxirgi moddalarning **energiya** qiymatlari orasida farq borligini bildiradi hamda atrof-muhit bilan energiya almashinuviga sabab bo'ladigan quyidagi ikki holatdan birini keltirib chiqaradi.

1. Atom, ion va molekulalarning o'zaro bog'lanish qiymatlari dastlabki holatga qaraganda barqaror bo'lsa issiqlik (energiya) ajralib chiqadi:
 $E_1 = E_2 + Q$, demak:

$$E_1 > E_2$$

2. Agap bu bog'lanish qiymatlari dastlabki holatdagidan kichik bo'lsa issiqlik (energiya) yutiladi: $E_1 = E_2 - Q$, demak: $E_1 < E_2$
(E_1 - dastlabki va E_2 oxirgi holatning umumiy energiya yig'indisi).

Biologik sistemalarda sodir bo'ladigan kimyoviy (biokimyoviy) jarayonlar qarama-qarshi tabiatga ega bo'lgan quyidagi ikki turga bo'linishi mumkin:

- o`zida kimyoviy energiya zaxirasini tutgan yuqori molekulyar moddalar hosil bo`lishi va jamlanishi *assimilyasiya* yoki *anabolizm* deb ataladi;

- murakkab moddalarning parchalanishi (destruksiya) hisobiga energiya ajralib chiqishi *dissimilyasiya* yoki *katabolizm* deyiladi.

Kimyoviy termodinamikaning eng asosiy vazifalariga uning biron-bir jarayonni, shu jumladan biokimyoviy jarayonlarni ham amalga oshirish imkoniyatlarini oldindan aytib berish, ularning chegara qiymatlarini belgilash va jarayonning oxirgi holatini (shu jumladan muvozanat holatini) tushuntirish kiradi.

5.1 Kimyoviy termodinamikada foydalaniladigan tushunchalar

Energiya — materiyaning bir turdan ikkinchi turga aylanishidagi ma'lum bir harakat turining miqdor o'lchami. U materiyaning harakat mezonini bo'lganligi sababli, hamma vaqt sistemaning ish bajarish qobiliyatini belgilaydi. Energiya bir necha turga bo'linadi:

Kimyoviy energiya — moddaning kimyoviy tabiati (tuzilishi, kimyoviy bog' turlari va h.k.) bilan belgilanadigan energiyadir

Mexanik energiya — makrojismlarning harakatini ta'minlaydigan va shu jarayon hisobiga sodir bo'ladigan ishni amalga oshiradigan energiya turidir. O'z navbatida bu energiya ikki qismga bo'linadi:

1. *Kinetik energiya* (E_{kin}) — zarrachalarning harakat tezligi bilan belgilanadigan energiya.

2. *Potensial energiya* (E_{pot}) — zarrachalarning o'zaro joylashuvi bilan belgilanadigan energiya.

Issiqlik energiyasi - atom va molekulalarning betartib (xaotik) issiqlik harakati hisobiga kelib chiqadigan kinetik energiya yig'indisidir.

Elektr energiyasi - elektr zaryadiga ega bo'lgan va shu sababli elektr maydonida harakatlana oladigan zarrachalar energiyasidir.

Tirik organizmlarda sodir bo'ladigan energiya almashinuvi yuqorida keltirilgan to'rtta energiya turlari chegaralarida sodir bo'ladi. Jarayon sodir bo'lishidagi ish qiymati — shu jarayon natijasida energiyaning bir turdan ikkinchi turga aylanish mezonidir. Jarayonning amalga oshishini ta'minlovchi ish (miqdor jixatidan) shu jarayon natijasida sodir bo'ladigan energiya turining bir ko'rinishidan ikkinchi ko'rinishiga aylanish miqdoriga tengdir.

Tirik organizmlarda bajariladigan ish quyidagi asosiy turlarga bo'linadi:

1 Kimyoviy ish turi — kimyoviy jarayonlar natijasida kichik molekulyar moddalardan yuqori molekulyar moddalar sintezlanishining ish miqdoridir. Bunga sabab yuqori molekulyar moddalarning (oqsillar, polisaxaridlar, nuklein kislotalari va boshqalar) sintezi energiya sarfini talab qiladi va shu sababli bu jarayonlar ish bajarish bilan boradi.

2. Nurlanish ish turi — hujayralarning kimyoviy energiyasi hisobiga shakllanadigan va nur tarqatish bilan davom etadigan energiya kamayishining ish miqdori. Buning oqibatida barcha tirik organizmlar, shu jumladan odam organizmi ham o'zidan o'ta kuchsiz elektromagnit nurlanish tarqatadi. Bu hodisa inson aurasining shakllanishiga olib keladi.

3. Mexanik ish turi — mexanik kuchlarga qarshi bajariladigan ish miqdori. Bunga odam mushaklarining qisqarishi hisobiga bajariladigan mexanik ishni misol qilish mumkin. Jumladan, mushaklarning qisqarishini amalga oshiradigan modda — aktomiozin oqsilidir. Uning qisqarishini ta'minlaydigan energiya esa ATF molekulasiining gidrolizi natijasida hosil bo'ladi:

4. Elektr ish turi — zaryad qiymatiga ega bo'lgan zarrachalarning (ionlarning) elektr maydonida tashilish ish miqdori. Buning oqibatida dastlabki va so'nggi (ish bajarilgandan keyingi) elektr potenciallari va elektr toklari qiymatlari orasida farq kelib chiqadi. Organizmda bu ish turi hujayralarda biopotensiallar hosil bo'lishida va ko'zgalishning hujayralararo o'tkazish hollarida kuzatiladi.

5. Osmotik ish turi —konsentratsiya qiymati kichik bo‘lgan eritma muhitida saqlangan modda zarrachalarini yarim o‘tkazuvchanlik tabiatiga ega bo‘lgan parda (membrana) orqali konsentratsiyasi katta bo‘lgan eritma muhitiga o‘tkazishning ish miqdori. Turli organizmlarda sodir bo‘ladigan bu jarayon ko‘p hollarda, o‘ziga xos tabiatga ega bo‘ladi va diffuziya kuchlarini yengishga sarf bo‘ladigan energiya qiymatlarining sarfini talab qiladigan faol transport asosida amalga oshadi.

Tirik organizmlardagi hayotiy jarayonlar oqibatida doimiy ravishda issiqlik energiyasi hosil bo‘ladi va ular ikki turga bo‘linadi:

1.Birlamchi yoki asosiy issiqlik energiyasi.

2.Ikkilamchi yoki faol issiqlik energiyasi.

Birlamchi issiqlik energiyasi (Q_1) bevosita qaytmas biokimyoviy jarayonlar hisobiga ajralib chiqadi va atrof-muhitga issiqlik tariqasida tarqaladi. Biokimyoviy jarayonlarning qaytmasligining sababi sarflanadigan umumiy energiya (E_u) miqdorining aynan shu jarayonni amalga oshirish uchun talab qilinadigan energiya miqdoridan (E_j) katta bo‘lishidir

Organizmda amalga oshayotgan ishni ta‘minlaydigan barcha foydali energiya turlari oqibat natijada (jarayon to‘liq amalga oshib bo‘lgandan so‘ng) issiqlikka aylanadi va bu o‘z navbatida ikkilamchi issiqlik energiyasini (Q_2) tashkil etadi. Masalan, yurak sistola holatini va demak qonni tomirlar bo‘ylab harakatini ta‘minlaydigan energiya pirovard natijada tomir devorlari va qonning tarkibiy qismlari orasida kelib chiqadigan ishqalanish kuchlarini engishga sarflanib issiqlikka (Q_2) aylanadi.

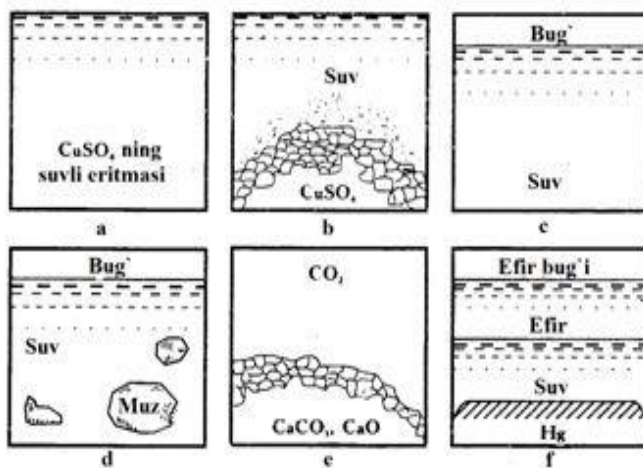
Sistema — tashqi muhitdan real yoki mafkuraviy sirt chegarasi bilan ajralgan moddalar yig‘indisidir. Sistemalar tabiatiga ko‘ra quyidagilarga bo‘linadi:

1) **Ochiq sistema** — b u n d a y sistemalar tashqi muhit bilan modda va energiya almashinuvi holatida bo‘ladi. Odam organizmi ochiq sistemaga tegishli bo‘lib, u .atrof-muhit bilan energiya (masalan issiqlik va nurlanish

energiyasi) va modda (masalan, oziq-ovqat maxsulotlari va tashlandiq moddalar) almashinuvini amalga oshiradi.

1) **Yopiq sistemalar** — bunday sistemalar tashqi muhit bilan faqat energiya almashinuvida ishtirok etadi. Bunga shartli ravishda isitgich yoki sovutgich apparatlarini misol qilib keltirish mumkin (isitgich spirali oksidlanishi yoki sovutgichdagi freon atrof-muhitga tarqalishini hisobga olmagan taqdirda).

3. Ajratilgan sistemalar — bunday sistemalarda tashqi muhit bilan modda va energiya almashinuvi sodir bo'lmaydi. Shartli misol tariqasida issiq suvli termosni keltirish mumkin. Termos devorini tashkil etadigan shisha suvda deyarli erimaydi. Ammo shu bilan bir qatorda mutloq erimaydigan modda yo'q. Termosdagi suv uzoq vaqt sovumasdan saqlanishi mumkin. Ammo bu holat cheksiz vaqt qiymatiga ega emas.



3.1-rasm. Sistema turlari:

a - bir fazali va ikki komponentli gomogen sistema; **b** - fazalar soni noaniq bo'lgan ikki komponentli barqarorlashmagan sistema; **c** - ikki fazali bir komponentli geterogen sistema;

d - uch fazali va bir komponentli geterogen sistema; **e** - uch fazali va uch komponentli geterogen sistema; **f** - to'rt fazali va uch komponentli geterogen sistema.

Agar biror-bir sistemaning makroskopik holati unda (tashqi muhit omillari ta'sir etmagan holda) amalga oshayotgan jarayonlar ta'siri oqibatida o'zgarmasa bunday holatga muvozanatda turgan sistema holati va unga to'g'ri keladigan qiymatlar muvozanat qiymatlari deb ataladi. Bunga,

to‘yingan eritmalaridagi dinamik muvozanatni misol tariqasida keltirish mumkin: eritmada moddaning qancha qismi cho‘kmaga tushsa, cho‘kmada bo‘lgan moddaning aynan shuncha miqdori eritmaga o‘tadi, ammo sistemaning makroxususiyati o‘zgarmasdan qoladi.

Sistema bir jinsli (fazali) bo‘lsa, ya’ni uning tarkibiy qismlari o‘zaro sirt chegaralari bilan ajralmagan bo‘lsa — gomogen, agar sirt yuzalari bilan ajralgan tarkibiy qismlardan iborat bo‘lsa — geterogen sistema deyiladi.

6

Fazal deb bir jinsli, bir xil tarkibli va demak bir xil fizik-kimyoviy xususiyatlarga ega bo‘lgan holda o‘zaro aniq sirt chegarasi bilan ajralgan (izolyasiyalangan) sistemaning tarkibiy qismiga aytiladi.

Demak gomogen sistemalar — bir fazali, geterogen sistemalar — ko‘p fazali bo‘ladi. Masalan, suvda CuSO_4 to‘liq erigan bo‘lsa, bir fazali gomogen sistema hosil bo‘ladi

-

5.2. Termodinamikaning nolinch qonuni.

Turli jismlarni ularni temperatura (issiqlik) ko‘rsatkichi bo‘yicha ma’lum bir tartibda joylashtirish mumkin. Masalan, suv molekullari agregat holatiga bog‘liq bo‘lgan temperatura qiymatlari bo‘yicha quyidagicha joylashtirilishi mumkin:

$$T_{H_2O(k)} < T_{H_2O(s)} < T_{H_2O(g)}.$$

Agar suvning shu agregat holatlari o‘zaro aralashtirilsa, ma’lum vaqt o‘tgandan so‘ng sistemada issiqlik muvozanati kelib chiqishi hisobiga ularning temperatura

qiymatlari tenglashadi: $T_{H_2O(k)} = T_{H_2O(s)} = T_{H_2O(g)}$. Umuman olganda termodinamikaning nolinci qonuni sistemada sodir bo'ladigan issiqlik muvozanatiga asoslangan bo'lib quyidagicha talqin etiladi:

Agar A va B jismlar bir-biriga bog'liq bo'lmagan ravishda C jism bilan issiqlik muvozanati holatida bo'lsa, ular (A va B jismlar) o'zaro issiqlik muvozanati holatida bo'ladi, ya'ni issiqlik muvozanati sistemaning xoxlagan nuqtalaridagi temperaturaning o'zaro tengligi bilan xarakterlanadi: $T(A)=T(C)$ va $T(B)=T(C)$ bo'lsa $T(A)=T(B)$ bo'ladi. Odam organizmi va tashqi muhit orasidagi, odam tanasi a'zolari orasidagi temperatura almashinuvlari, qator omillar bilan birga, termodinamikaning nolinci qonuni orqali ham tushuntiriladi.

Tirik organizmning eng muxim xossalaridan biri ularning gomeostaz holatini, ya'ni organizmning ichki muhit omillarining (parametrlarining) doimiyligini saqlab qolishga intilishidir. Buning uchun organizm o'zining ichki va tashqi muhit orasida bog'lanishini shunday o'zgartiradiki, natijada uning umumiy ichki muhit ko'rsatkichi deyarli o'zgarmagan holda saqlanib qoladi. Odam uchun gomeostatik kattaliklarni tana harorati, qonning osmotik bosimi, qondagi O_2 , glyukoza, turli ionlar konsentratsiyasi va boshqalar tashkil qiladi.

Masalan, odam kuchli jismoniy mexnat qilganda mushaklardagi kimyoviy oksidlanish kuchayib ketadi va natijada katta miqdorda issiqlik (Q_1 va Q_2) hosil bo'ladi. Organizm, mushaklardagi issiqlik qiymatlarini gomeostazis chegaralarida saqlab qolishga intilishi hisobiga teri yuzasidagi qon tomirlarini kengayish mexanizmini va ter ajratuvchi bezlarni ishini kuchaytirib yuboradi. Natijada, ortiqcha miqdordagi issiqlik a'zolarga emas, balki tashqi muhitga tarqaladi va oqibatda issiqlik hosil qilish hamda issiqlik yo'qotish jarayonlari mutanosiblashadi.

Agar odam organizmi, atrof-muhitning sovib ketishi oqibatida, o'zidan katta miqdorda issiqlik yo'qotsa mushak kaltirashi (titrash) kuzatiladi. Bunga sabab

organizm yo‘qotgan issiqlikni qoplash uchun mushaklarda sodir bo‘ladigan energiya hosil qilish jarayonining (oksidlanish glikolizini) kuchayishidir.

Odam organizmida termoboshqaruv markazi vazifasini gipotalamus bajaradi: old gipotalamus hujayralari organizmning atrof-muhitga issiqlik ajratib chiqarishini, orqa gipotalamus hujayralari organizmdagi issiqlik hosil qilish jarayonlarini boshqaradi.

5.3 Termodinamikaning birinchi qonuni

Termodinamikaning birinchi qonuni energiya va ish tushunchasiga asoslangan bo‘lib, ularning o‘zaro bog‘liqligini ko‘rsatadi.

Har qanday sistema ma’lum bir energiya miqdori bilan xarakterlanadi va uning to‘liq energiya miqdori (ΔE) uch turdagi energiya yig‘indisidan iborat bo‘ladi:

$$\Delta E = \Delta E_{\text{kin.}} + \Delta E_{\text{pot}} + \Delta U_{\text{ichki.}}$$

O‘z navbatida ΔE_{pot} qiymati umumiy energiya miqdoriga deyarli ta’sir etmaydi, ΔE_{kin} esa nolga yaqinlashadi. Demak sistemaning to‘liq energiya miqdori ko‘p hollarda ichki energiya (U_{ichki}) miqdoriga teng bo‘lgan kattalik sifatida qaralishi mumkin: $\Delta E = U_{\text{ichki}}$. Shu sababli sistema energiyasi deganda uning ichki energiya qiymatlari tushuniladi. O‘z navbatida U_{ichki} — sistema tuzilishini ta’minlaydigan jami kuchlar (atomlarning ilgarilama, burilish va tebranish energiyalari; yadro va elektronlarning energiyasi va h. k.) energiyalari yig‘indisi sifatida qaraladi. U_{ichki} juda ko‘p energiya turlari yig‘indisidan iborat bo‘lganligi uchun uning absolyut qiymatini amaliy jixatdan topib bo‘lmaydi. Shu sababli uning qiymati biror-bir jarayon amalga oshgandan keyingi (U_2) va dastlabki (U_1) ichki energiya qiymatlari orasida farq sifatida aniqlanadi: $\Delta U_{\text{ichki}} = U_2 - U_1$

Agar biror-bir sistemaga ma’lum miqdorda issiqlik (Q) berilsa bu holda Q sistemaning ichki energiyasining ortishiga (ΔU_{ichki}) va tashqi kuchlarga qarshi ish (A) bajarishga sarf bo‘ladi. $Q = \Delta U_{\text{ichki}} + A$.

Bu tenglama issiqlik o'zgarishini ifodalaydi (energiya saqlanish qonunining ifodasi bo'lib) va termodinamika birinchi qonunining matematik ifodasi hisoblanadi.

Har qanday makroskopik sistemalar doimiy miqdordagi energiyaga ega bo'ladi va bu energiyalar bir turdan ikkinchi turga o'ta olishi mumkin xolos. Energiya miqdori sistemaning tashqi muhit bilan energiya almashinuvi (energiya qabul qilishi yoki yo'qotishi) hisobigagina o'zgarishi mumkin. Bu qonundan quyidagi ikki postulat kelib chiqadi:

1-postulat. Hech qaerdan energiya olmasdan doimiy ravishda ishlovchi mashinani yaratib bo'lmaydi, ya'ni birinchi turdagi abadiy dvigatel bo'lishi mumkin emas.

2-postulat. Energiya o'z-o'zidan yo'q yoki paydo bo'lmaydi, balki bir turdan ikkinchi turga qat'iy ekvivalent miqdorlarda o'zgaradi.

Ikkinchi postulatga misol tariqasida odam organizmi va atrof-muhit orasidagi modda va demak energiya almashinuvi jarayonidagi umumiy energiya o'zgarishi miqdorlarini keltirish mumkin. Jumladan organizmga tushayotgan ozuqa maxsulotlarining energiya qiymatlari qanday miqdorga teng bo'lsa, ular to'liq o'zlashtirilib bo'lingandan so'ng organizm tashqi muhitga xuddi shuncha energiya (issiqlik) ajratib chiqaradi.

Sistema bilan bevosita yoki bilvosita ta'sirlashadigan va o'lchamlari nixoyatda katta qiymatga ega bo'lganligi sababli unga uzatilgan yoki undan olingan issiqlik miqdori temperatura o'zgarishiga olib kelmaydigan muhit - atrof-muhit deb ataladi.

Sistemaning termodinamik holati, uning kimyoviy tarkibi, sistemani tashkil etayotgan moddalar tabiati va uchta asosiy termodinamik kattaliklar: T , P va V qiymatlari bilan belgilanadi. Umuman olganda oxirgi uchta qiymat o'zgaruvchan yoki o'zgarmas (doimiy -constant) bo'lishi mumkin. Shunga ko'ra sistemaga berilayotgan issiqlik miqdori tabiati jixatidan o'zaro farqlanadigan jarayonlarga sarflanishi mumkin.

Izotermik jarayonlarda ($T = \text{const}$) issiqlik bir jismdan ikkinchi jismga temperatura qiymati o'zgarmagan holda uzatiladi. Ideal gazlar uchun ularning 1 mol miqdorining ichki energiyasi temperaturaga bog'liq ammo gaz egallagan hajm va uning bosimiga bog'liq bo'lmaydi.

Izoxorik jarayonlarda ($V=\text{const}$) sistemaning kengayish ish qiymati 0 ga teng ($p\Delta V=0$) bo'ladi. Demak, izoxorik jarayonlarda sistemaga berilgan issiqlik miqdori uning ichki energiyasini ortishiga sarf bo'ladi: $Q_v = U_2 - U_1 = \Delta U$

Izobarik jarayonlarda ($p=\text{const}$) sistemaga berilgan issiqlik miqdori uning ichki energiyasini orttirish va tashqi kuchlarga qarshi ish bajarishga sarf bo'ladi: izobar jarayonning issiqlik miqdori sistema entalpiyasining (H) o'zgarish mezoni bo'lib hisoblanadi:

$$\Delta H = Q_p = U + pV,$$

ya'ni p — const bo'lganda sistemaga berilgan issiqlik miqdori uning entalpiya qiymatini ortishiga sarf bo'ladi:

Entalpiya $p = \text{const}$ bo'lgan sistema ega bo'lgan energiyadir. Entalpiya son jixatdan ichki energiya (U) va potensial energiya (pV) yig'indilariga tengdir.

Entalpiya termodinamik funksiya bo'lib, T , V , p va U kabi sistema xossaligidan birini xarakterlaydi. Entalpiya holat funksiyasi bo'lganligi sababli H ning absolyut qiymatini topib bo'lmaydi va shu sababli termodinamik hisoblashlarda uning sistemaning bir holatdan ikkinchi holatga o'tganda kuzatiladigan qiymat kattaliklarining o'zgarishidan foydalaniladi (ΔH , kJ). Tirik organizmda sodir bo'ladigan jarayonlar asosan $V=\text{const}$ va $p = \text{const}$ sharoitlarda amalga oshadi. Demak biologik jarayonlarning issiqlik effektining umumiy qiymati biosistemalarning entalpiya qiymatlarini o'zgartirish, sistema tomonidan ish bajarish va birlamchi issiqlik energiyasi hosil qilishga sarf bo'ladi.

Termodinamikaning birinchi qonuni quyidagi savollarga to'liq javob bera olmaydi:

1. Energiyaning bir turdan ikkinchi turga o'tishi nima uchun aynan shu yunalishda amalga oshadi va nima uchun bu yo'nalish o'zgacha bo'lishi mumkin emas?

2. Energiyaning bir turdan ikkinchi turga aylanishi qay darajada to'liq amalga oshadi?

3. Nima sababdan qandaydir jarayon ma'lum bir sharoitda amalga oshadi, boshqasi esa aynan shu sharoitda amalga oshmaydi?

Umuman olganda termodinamikaning birinchi qonuni asosida mutloq yopiq sistemada reaksiya borishi yoki bormasligi haqida biror-bir ma'lumot olib bo'lmaydi.

Qator tekshirishlar natijasida reaksiyaning borishi va yo'nalishining asosiy mezonini uning oqibatida kelib chiqadigan energiya o'zgarishi va yangi sistemaning betartiblik kattaliklari qiymatiga bog'lik ekanligi aniqlanadi:

1. Energiya qiymatlari kamayishi bilan boradigan, ya'ni ekzotermik jarayonlarga o'z-o'zidan amalga osha oladi.

2. Betartiblik qiymati ortishiga olib keladigan jarayonlarga o'z-o'zidan amalga oshadi, ya'ni sistemalar tartibsizlik sari intiladi.

5.4 Termodinamikaning ikkinchi qonuni

Termodinamikaning ikkinchi qonuni asosida energiyaning bir turdan ikkinchi turga aylanishi jarayonida shu energiyaning ma'lum bir qismi atrof-muhitga issiqlik holatida tarqalishi tushunchasi yotadi. Masalan, odam organizmida bajarilayotgan biror-bir ishning amalga oshish jarayonida energiyaning ma'lum bir qismi birlamchi issiqlikka (Q_1) aylanadi va atrof-muhitga qaytmas darajada tarqaladi, ya'ni organizm Q_1 dan yana qaytadan ish bajarish uchun foydalana olmaydi. Bunga sabab issiqlik energiyasi boshqa energiya turlaridan farqli ravishda, eng nomutanosiblangan energiya turi bo'lib, mikrozarrachalarning betartib harakati bilan belgilanishidir.

S.Karno issiqlikning ishga aylanish sharoitini o'rganish orqali termodinamikaning ikkinchi qonuniga asos solgan quyidagi xulosaga keldi:

biror-bir manbadan olingan va issiqlik mashinasining ishini ta'minlaydigan issiqlik miqdori (Q_a) to'liqligicha ishga aylana olmaydi; uning ma'lum bir qismi atrof-muhitga (sovutgichga) uzatiladi (Q_b). Bu issiqlik turlari orasidagi farq ($Q_a - Q_b$) ishga aylangan issiqlikka teng bo'ladi. Jarayonning FIK (foydali ish ko'effitsienti) quyidagicha ko'rsatilishi mumkin:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

Yuqorida aytilganlarga ko'ra termodinamikaning ikkinchi qonuni quyidagi sharxlarga ega:

Issiqlik harorati past bo'lgan jismdan harorati yuqori bo'lgan jisimga o'z-o'zidan o'ta olmaydi. Ikkinchi tur abadiy mashinasini (issiqlikni to'liq ishga aylantiradigan $Q_a = A$) yaratish mumkin emas.

Termodinamikaning bu qonuni asosida qaytar va qaytmas jarayonlarning energiya va issiqlik miqdorlari orasidagi bog'liqlikni quyidagicha talqin qilish mumkin:

- qaytar jarayonlarda energiya issiqlikka aylanmaydi va shu sababli sistemadagi jarayon atrof-muxitning cheksiz kichik o'zgarishi natijasida o'z yo'nalishini teskari tomonga o'zgartira oladi.

- qaytmas jarayonlar energiyaning bir qismini issiqlikka aylanib atrof-muhitga tarqalishi bilan davom etadi va shu sababli atrof-muhitdagi cheksiz kichik o'zgarishlar jarayon yo'nalishiga ta'sir etmaydi.

Tirik organizm ochiq termodinamik sistema ekanligi hisobga olingan holda «biokimyoviy jarayonlar» termodinamik tabiati jixatidan qaytmasdir degan xulosaga kelish mumkin. Demak tirik organizmda sodir bo'layotgan biron jarayonning foydali ish ko'effitsienti 100% ga teng bo'lmaydi: $\eta < 1$. Bunga misol tariqasida ba'zi biologik jarayonlarning foydali ish ko'effitsientlarining o'rtacha qiymatlarini keltirish mumkin:

	$\eta, \%$
Glikoliz+terminal oksidlanish	42
Oksidlanuvchi fosforlanish	55
Mushaklar qisqarishi	40

Entropiya va unga ta'sir etadigan faktorlar.

Jarayonning o'z-o'zidan amalga oshishi sistemaning ichki energiyasining kamayishiga (minimal energiya tomon) intilishidan tashqari, uning tartibsizlik holati sari intilishi bilan ham belgilanadi.

Sistemaning tartibsizlik tomon intilishining mezoni entropiya faktori bilan baholanadi — S, uning o'lchov birligi — J/(mol·K). Entropiya — modda yoki sistema xossaligidan biri bo'lib temperatura, bosim, U va H singari ularning holati va tabiatiga bog'liq bo'ladi.

Entropiya deganda, reaksiya borishi natijasida hosil bo'layotgan issiqlik effektining absolyut temperaturaga bo'lgan nisbati tushuniladi: Q/T . Reaksiya borishi natijasidagi S ning o'zgarishini quyidagicha ko'rsatish mumkin:

$$\text{Qaytar jarayonlar uchun: } \Delta S = \frac{\Delta Q}{T}$$

$$\text{Qaytmaz jarayonlar uchun: } \Delta S > \frac{\Delta Q}{T}$$

$$\text{Ikkala jarayonning ifodasi : } \Delta S \geq \frac{\Delta Q}{T}$$

Entropiya holat funksiyasi bo'lganligi sababli, uning o'zgarishi (ΔS) jarayonning amalga oshish yo'liga (qanday oraliq bosqichlar orqali borganligiga) bog'liq bo'lmay, balki sistemaning dastlabki va so'nggi holatlarining farqi bilan belgilanadi:

$$\Delta S = S_{\text{so'nggi}} - S_{\text{dastlabki}}$$

Entropiya sistemaning holat extimolli (ω) bilan bog'liq bo'ladi: *har qanday termodinamik sistemaning extimollik holati qanchalik katta bo'lsa sistemaning, entropiya qiymati ham shunchalik katta bo'ladi.*

Avstriyalik fizik olim L.Bolsman entropiya va termodinamik ehtimollik (ω) o'rtasidagi bog'liqlikni quyidagicha ifodalagan:

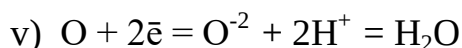
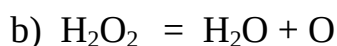
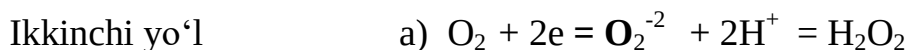
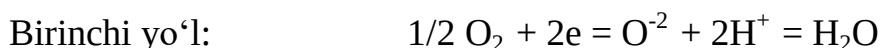
$$S = k \cdot \ln \omega$$

Bu yerda: S –entropiya, ω – termodinamik ehtimollik, k – Bolsman konstantasi $1,38 \cdot 10^{-23}$ Dj/K ga teng

Turli jarayonlarning entropiya qiymatlarini taqqoslash imkoniyatiga ega bo'lish uchun standart entropiya tushunchasi kiritilgan.

Standart entropiya deb (S°_{298}) standart bosim ($p^{\circ} \sim 1,013 \cdot 10^5$ Pa) va 298,15 K temperatura chegaralarida aniqlangan entropiya qiymatlariga aytiladi.

O'z-o'zidan amalga oshadigan (ya'ni $\Delta S > 0$) jarayonlarga misol tariqasida mitoxondriyalarda sodir bo'ladigan hamda proton va elektronlar ishtirokida boradigan terminal oksidlanishni keltirish mumkin. Bu jarayonning oxirgi maxsuloti asosan suv molekulasini bo'lib, uning hosil bo'lishi quyidagi o'zaro farqlanadigan ikki yo'l orqali amalga oshishi mumkin:



Ammo organizmda sodir bo'ladigan biologik oksidlanish jarayoni asosan birinchi yo'l orqali boradi. Buning sabablaridan biri H_2O va ikkinchi yo'lning birinchi bosqichida hosil bo'lishi mumkin bo'lgan H_2O_2 ning entropiya qiymatlari orasidagi farqdir: $S^{\circ}_{298}(H_2O) = 70,0$ va $S^{\circ}_{298}(H_2O_2) = 27,70$ J/ (mol·K). Suvning entropiya qiymati H_2O_2 entropiya ko'rsatkichidan katta bo'lganligi sababli jarayonning birinchi yo'l orqali amalga oshish ehtimolligi katta bo'ladi va shu sababli amalda terminal oksidlanishning so'nggi bosqichi asosan shu yo'l orqali tugallanadi. Ikkinchi yo'l oz miqdorda amalga oshib, unda sodir bo'ladigan jarayonlar (a) bosqich) natijasida hosil bo'ladigan H_2O_2 miqdori $\sim 7\%$ dan oshmaydi.

Demak ikkala yo‘l umuman olganda entropiya faktori jixatidan oddiy sharoitda amalga oshishi mumkin bo‘lmagan jarayonlardir (bundan, ikkinchi yo‘lning «b» jarayoni mustasno bo‘lib, oddiy sharoitda amalga oshadi). Bu jarayonlarning organizmda amalga oshishiga sabab ularning tutashgan fermentativ va ko‘p bosqichli tabiatga ega bo‘lishidir. Shu bilan bir katorda H_2O_2 hosil bo‘lishini belgilovchi omillardan biri ikkinchi yo‘ldagi «a» va «b» jarayonlarning umumiy entropiya qiymatlarining ortishidir. ($\Delta S^\circ = 25,78 \text{ J/(mol}\cdot\text{K)}$). O‘z navbatida H_2O_2 ning miqdor jixatidan H_2O dan kam hosil bo‘lishi esa ikkinchi yo‘l bo‘yicha kelib chiqadigan ΔS° qiymatining birinchi yo‘lga qaraganda ikki marotaba kamayib ketishidir.

Entropiya qiymatlari moddaning agregat holatiga bog‘liq bo‘ladi: zarrachalarning o‘zaro ta’sirlanishi qanchalik nomutanosib (betartib) bo‘lsa entropiya qiymati shunchalik katta bo‘ladi. Masalan, qandaydir X modda tashqi muhit ta’sirida o‘z agregat holatini quyidagi tartibda o‘zgartirsin: $X(q) \rightarrow X(\text{amorf}) \rightarrow X(s) \rightarrow X(g)$. Shu sababli uning entropiya qiymatlari ham chapdan o‘ngga qarab ortib boradi:

$S(k) < S(\text{amorf}) < S(s) < S(g)$. Bunday o‘zgarishlarga *faza o‘zgarishlari* deb ataladi va bu jarayonlar natijasida moddaning bir agregat holatidan ikkinchisiga o‘tayotgan vaqt ichida sistemadagi bosim va temperatura qiymatlari o‘zgarmas bo‘ladi. O‘z navbatida moddaning bir faza ko‘rinishidan ikkinchi faza ko‘rinishiga o‘zgarish jarayonidagi entropiyaning miqdori keskin ortadi. Fazalar almashinuv jarayoni entropiyasining miqdoriy o‘zgarishlari oxirgi va dastlabki fazalarning entropiya qiymatlari orasidagi farq qiymatlari bilan belgilanadi: so‘nggi fazadagi sistema betartibligi, dastlabki fazadagi sistema betartibligidan qancha katta bo‘lsa, fazalar o‘zgarishi natijasida kelib chiqadigan entropiya farqi (ΔS) shuncha ortadi.

Termodinamik jarayonlarning entalpiyasi va entropiyali omillari. Gibbs energiyasi

Shunday qilib oʻz-oʻzidan boradigan jarayonlar yoʻnalishi ikki omil – sistemaning bir tarafdin energiya minimumiga va ikkinchi tarafdin tartibsiz, haotik, ehtimolliqi yuqori holatga intilishidir. Oʻzgarmas bisim sharoitida bu birinchi omil entalpiya ΔH ni pasyishi bilan baholansa, oʻzgarmas hajmda ichki energiya ΔU ning oʻzgarishi bilan baholanadi. Sistemada kimyoviy yoki fizik-kimyoviy jarayon amalga oshishi uchun ehtimollik darajasi yuqori boʻlishi kerak, yaʼni entropiya ΔS omili yuqori boʻlishi kerak ekan. Oʻz-oʻzidan boradigan jarayonni amalga oshishi entalpiya va entropiya omillaridan qaysi biri ustun kelishiga bogʻliq. Bu ikki omilni bir biri bilan solishtirish imkiniyati boʻlishi uchun bu ikkita kattalik bir hil oʻlchov birligiga ega boʻlishi kerak. Buning uchun ΔS entropiyaning Dj/mol·K dagi qiymatini absolut haroratga koʻpaytirsan $T\Delta S$ koʻpaytmasi entalpiya ΔH ning oʻlchov birligidek Dj/mol boʻlib qoladi. Kimyoviy jarayonlarda tarqoqlik darajasini oshiruvchi entropiya omiliga har doim zarrachalarni tartibga soluvchi entalpiya omili taskari taʼsir koʻrsatib turadi. Entalpiya va entropiya omillarining ayirmasi Gibbs energiyasi deyiladi va ΔG bilan belgilanadi:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

Hisoblab topilgan ΔG qiymati jarayon borish bormasligining omili hisoblanadi. ΔG manfiy qiymatga ega boʻlsa ($\Delta G < 0$) jarayon oʻz-oʻzidan boradi; ΔG musbat qiymatga ega boʻlsa ($\Delta G > 0$) jarayon oʻz-oʻzidan bormaydi; $\Delta G = 0$ boʻlganda sistema muvozanat holatida ekanligi, va jarayonni amalga oshirish uchun ΔH ni kamaytirish va ΔS ni oshirish kerakligidan dalolat beradi.

$G = H - TS$ - bu sistemaning oʻzgarmas bosimdagi erkin energiyasi. Undan farqli ravishda oʻzgarma hajmdagi erkin energiya Gelmgols erkin energiyai F deyiladi va jarayonlarni termodinamik jihatdan tahlil qilganda ishlatiladi. Organizm faoliyati va biokimyoviy reaksiyalar yonalishini baholashda Gibbs energiyasini qollash maqsadga muvofiqdir.

5.5 Termadinamikaning uchinchi qonuni.

Qator tekshirishlar temperatura pasayib borishi bilan ΔS° qiymatining 0 ga yaqinlashib borishini ko'rsatdi. Bu nazariya termodinamikaning uchinchi qonuni sifatida qabul qilingan:

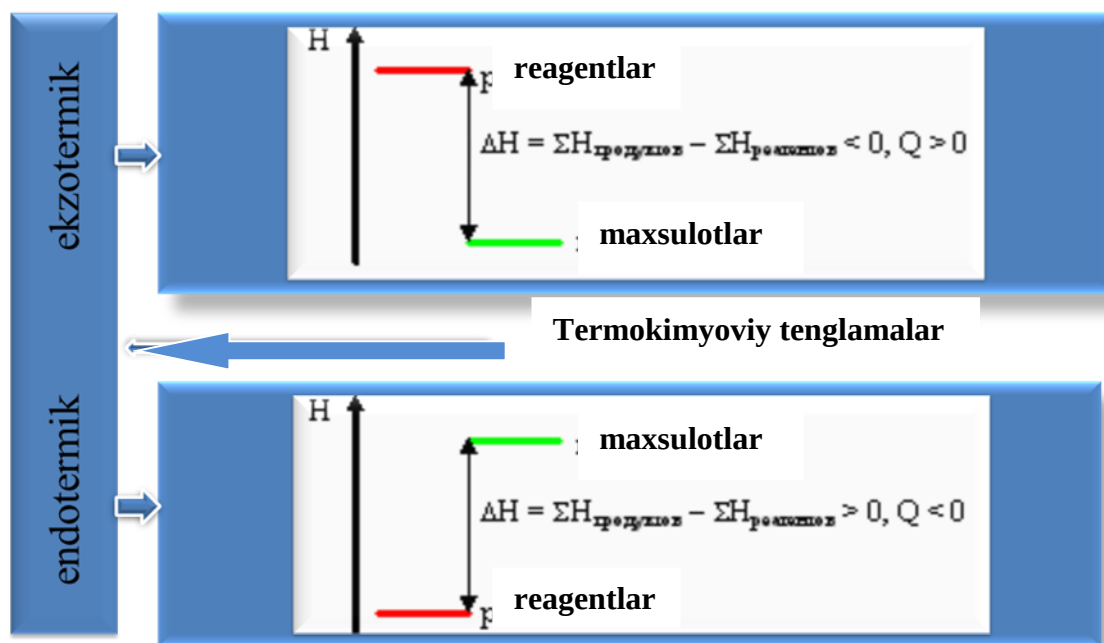
Kristall holatidagi kimyoviy elementning absolyut nol temperaturadagi entropiyasini nolga teng deb qabul qilinsa, har qanday moddaning entropiyasi so'nggi va ijobiy qiymatga ega bo'ladi, ammo absolyut nol temperaturada entropiya nolga teng bo'lishi modda ideal kristall holatda bo'lgandagina amalga oshadi.

Termodinamikaning uchinchi qonunidan kelib chiqadigan xulosalar asosida amaliy tibbiyotda qator davolash usullari ishlab chiqilgan (krioxirurgiya va krioterapiya). Masalan, yurakda operatsiya o'tkazish uni umumiy qon aylanish doirasidan vaqtinchalik (eng ko'pi bilan 10 min), qon tomirlarini bog'lash orqali, ajratishni talab qiladi. Ammo, temperaturani 28—30° C gacha pasaytirish orqali operatsiya vaqtini 25—40 minutgacha olib borish mumkin. Bunga sabab temperaturaning sun'iy pasaytirilishi organizmda sodir bo'ladigan metabolik jarayonlarni sekinlashtiradi va demak yurak funksiyalarini kritik darajagacha buzilishining oldini oladi. Masalan, temperaturani 28—30° gacha pasayishi odam organizmining kislorodga bo'lgan talabini 25% kamaytiradi, bosh miyadagi issiqlik hosil bo'lishini va yurak mushaklarining metabolizmini ikki barobar sekinlashuviga olib keladi.

5.6 Kimyoviy termodinamika .

Kimyoviy termodinamika reaksiyalarning isqlik effektlarini o`rganadi. Reaksiyaning isqlik effekti deb reaksiya davomida ajralib chiqqan yoki yutilgan isqlik miqdoriga aytiladi. Ko`pgina kimyoviy jarayonlar, shu jumladan tirik organizmlarda sodir bo`ladigan biokimyoviy jarayonlar ham isqlik effektining o`zgarishi bilan boradi. Isqlik ajralishi bilan boradigan jarayolar ekzotermik, isqlik yutilishi bilan boradigan jarayonlar endotermik jarayonlar deb nomlanadi. Jarayonlar borishida isqlik effektlarini o`zgarishini hisobga olib yoziladigan kimyoviy tenglamalar *termokimyoviy tenglamalar* deyiladi.

Ekzotermik jarayonlarda sistema o`zidan isqlik yo`qotgani sababli $H_2 < H_1$ bo`ladi:  $\Delta H < 0$  va yo`qotilgan isqlik miqdori manfiy ishora bilan belgilanadi. Ammo jarayon endotermik bo`lsa: $H_2 > H_1$ va $\Delta H > 0$, bunday holda sistema tomonidan yutilgan isqlik miqdori musbat belgi bilan ifodalanadi.



Demak ΔH va Q_p orasidagi farq quyidagilardan iboratdir:

-entalpiya qiymatlarining o'zgarishi (ΔH) sistemada sodir bo'ladigan o'zgarishlarga tegishli bo'ladi;

-issiqlik effektining (Q_p) o'zgarishi, $p = \text{const}$ bo'lganda, sistema bilan tutashib turgan atrof-muhitning bir bo'lagidagi o'zgarishlariga tegishli bo'ladi.

Jarayonning issiqlik effekti reaksiyada ishtirok etuvchi moddalarning holatiga (qattiq, suyuq, gaz, allotropic modifikatsiya turi) bog'liq bo'lganligi sababli termokimyoviy tenglamalardagi har bir moddaning agregat holati yoki allotropic modifikatsiyasi ko'rsatiladi. Reaksiyaning issiqlik effekti (ΔH) temperatura va bosimga bog'liq bo'lganligi uchun u standart sharoitda ($T=298,15^\circ\text{K}$ va $p=101,325 \text{ kPa}$) aniqlanadi va jarayonlarning standart entalpiyasi deyiladi.

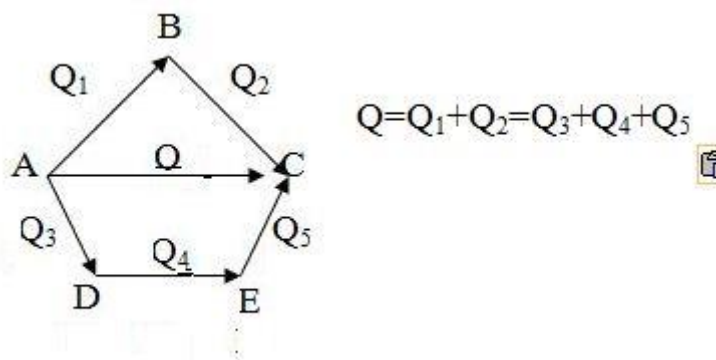
298,15K(25°S) va 101,325 kPa (1,013·10⁵ Pa) qiymatlari chegaralarida 1 mol moddaning oddiy moddalardan hosil bo'lishidagi reaksiyaning issiqlik effekti (ΔH) — standart sharoitdagi modda hosil bo'lishining issiqlik effekti yoki entalpiyasi deb ataladi va ΔH^0_{298} yoki ΔH° bilan belgilanadi.

Demak issiqlik effekti doimo 1 mol moddaga nisbatan hisoblanadi.

Modda hosil bo'lishidagi ajraladigan (yoki yutiladigan) issiqlik miqdori aynan shu modda parchalanganda yutiladigan (yoki ajraladigan) issiqlik miqdoriga teng bo'ladi.

Termokimyoning asosiy qonuni rus olimi G.I.Gess tomonidan 1840 yilda kashf qilindi. **Gess qonuni** quyidagicha tariflanadi: ***Reaksiyaning issiqlik effekti boshlang'ich va oxirgi moddalarning holatlarigagina bog'liq bo'lib, bosib o'tilgan yo'lga bog'liq emasdir.***

Yoki boshqacha qilib aytganda, ***kimyoviy reaksiyalarning issiqlik effekti uning ayrim bosqichlarining issiqlik effektlarning yig'indisiga teng:***



Termokimyoviy hisoblarda Gess qonunidan kelib chiqadigan xulosalar katta amaliy ahamiyatga ega.

Birinchi xulosa: Moddalarning parchalanish issiqligi ularning hosil bo'lish issiqligiga absolyut qiymatlari jixatidan teng bo'lib, ishoralari bilan bir-biriga qarama-qarshidir.

$$Q_{\text{parchalanish}} = -Q_{\text{hosil bo'lish}}$$

Ikkinchi xulosa: Kimyoviy reaksiyalarning issiqlik effekti reaksiyadan keyingi moddalarning hosil bo'lish issikliklarining yigindisidan, dastlabki moddalarning hosil bo'lish issikliqlarining yig'indisini ayirmasiga teng (stexiometrik koeffitsientlarini hisobga olgan holda):

$$Q_r = \sum Q_1 - \sum Q_2$$

$\sum Q_1$ – reaksiya natijasida hosil bo'lgan moddalarning hosil bo'lish issiqlik-

larining yig'indisi;

$\sum Q_2$ – reaksiya uchun olingan dastlabki moddalarning hosil bo'lish issiqliklarini yig'indisi.

Uchinchi xulosa: Kimyoviy reaksiyalarning issiqlik effekti, reaksiya uchun olingan dastlabki moddalarning yonish issiqliklarining yig'indisidan, hosil bolgan moddalarning yonish issiqliklarining yig'indisini ayirmasiga teng, (stixeometrik koeffitsiendlarini hisobga olgan holda):

$$Q_r = \sum Q_1 - \sum Q_2$$

ΣQ_1 - reaksiya uchun olingan dastlabki moddalarning yonish issiqliklarining yig'indisi;

ΣQ_2 - reaksiya natijasida hosil bo'lgan moddalarning yonish issiqliklarining yig'indisi.

Moddalarning erish issiqligi deb, bir mol moddaning juda ko'p miqdordagi erituvchida erishi natijasida ajralib chiqqan yoki yutilgan issiqlik miqdoriga aytiladi.

Neytrallanish issikligi deb, H^+ (H_3O^+) va OH^- ionlaridan standart sharoitda 1 mol suvning hosil bo'lishi natijasida chiqadigan issiqlik miqdoriga aytiladi.



Termokimyo qonunlari har xil kimyoviy reaksiyalarning shuningdek o'simlik, hayvon va odam a'zolarida boradigan reaksiyalarning ham issiqlik effektlarini hisoblashga yordam beradi. Gess qonuni har xil oziq-ovqatlarning energiyasini hisoblashda juda keng qo'llaniladi. Buning uchun ularning kalorimetrdagi yoqilganda hosil bo'lgan issiqlik miqdori aniqlanadi. Bu issiqlik Gess konuniga asosan, a'zodagi moddalarning oksidlanish natijasida chiqadigan issiqlik miqdoriga teng bo'ladi.

5.7 Biologik sistemalar termodinamikasi

Ko'p yillar davomida «termodinamikaning ikkinchi qonuni biologik sistemalarga, ularda sodir bo'layotgan jarayonlarni talkin etish va o'rganishga qo'llab bo'lmaydi» degan tushuncha saqlanib keldi. Darhaqiqat bu qonunga asosan har qanday sistemada biror-bir jarayonning amalga oshishi atrof-muhitga energiya chikarishi va sistemadagi erkin energiya miqdorining kamayishi bilan davom etishi kerak edi. Buning oqibatida gradient qiymatlari va ish bajarish qobiliyati kamayib termodinamik muvozanat kelib chiqadi. Ammo, biologik sistemalarda vaqt o'tishi bilan ish bajarish qobiliyati kamaymaydi — organizm o'z ish bajarish (yashash) qobiliyatini yillar davomida saqlab qoladi. Bundan tashqari organizmda gradient pasayishi bilan boradigan jarayonlar bilan bir

qatorda (masalan, diffuziyaga asoslangan passiv transport hodisalari), gradient ortishi bilan davom etadigan jarayonlar (masalan, energiya sarfini talab qiladigan aktiv transport hodisalari) ham sodir bo'ladi. Demak klassik termodinamika nuqtai nazaridan qaraganda — organizm bo'lishi mumkin bo'lmagan termodinamik sistemadir, ya'ni sodir bo'layotgan jarayonlar oxirigi natijada muvozanat holati bilan tugashi kerak. Organizm uchun muvozanat — yashash imkoniyatlarini chegaralanishi, ya'ni o'lim deganidir.

Termodinamikaning ikkinchi qonuni va biologik sistemalar orasidagi nomutanosibliklar faqat dastlabki qarashdagina to'g'ridek tuyuladi. Bunga asosiy sabab klassik termodinamika qonunlari yopiq sistemalar uchun ishlab chiqilgan bo'lib, har qanday organizm esa ochiq sistema bo'lib atrof-muhit bilan doimiy ravishda modda va energiya almashinuv holatida bo'ladi. Shunga binoan tirik organizmlar termodinamikasi -statsionar muvozanat holatidagi ochiq sistema termodinamikasi sifatida qaralishi kerak.

Atrof-muhit bilan modda va energiya almashinuvi holatida bo'lgan, ammo vaqt o'tishi bilan o'lchamlari (parametrlari) o'zgarmaydigan har qanday sistema statsionar holatdagi sistema deyiladi.

Tirik organizmlarga statsionar holat tushunchasini tadbqiq etganda quyidagini ta'kidlash mumkin.

Tirik organizmdagi umum biologik jarayonlar natijasida kelib chiqadigan o'lcham qiymatlari doimiy (o'zgarmas) chegaralarda bo'ladi, ya'ni vaqt birligi ichida organizmga tushgan yoki organizmdan chiqib ketgan modda va energiya miqdorlari o'zaro mutanosib chegaralar (muvozanat holatiga yaqinlashgan) qiymatida bo'ladi. Demak organizm o'z ichki muhitining nisbiy doymiyligini saqlab qolishga intiladigan statsionar holatidagi ochiq termodinamik sistemadir. Biologiyada buni *homeostaz holat* deyiladi. Tirik organizm o'z tabiati jixatidan kichik vaqt birligi ichida statsionar holat talabiga javob bermaydi. Ammo organizmning o'lchov qiymatlariga katta vaqt kesimida qaralganda ularni doimiy ekanligi, ya'ni tirik organizm statsionar sistema ekanligini ko'rish

mumkin. Masalan, 70 kg vaznli odam organizmida har 24 soatda 8000 kJ energiya hosil bo'ladi va shuncha energiya atrof-muhitga tarqaydi. Ammo shu vaqt ichida sog'lom organizm massasida, uning tuzilishi va tarkibida aytarli darajadagi biron o'zgarish hollari kuzatilmaydi. Statsionar holatidagi ochiq termodinamik sistema o'z tabiatiga ko'ra termodinamik muvozanat holatida turgan yopik sistemalariga o'xshashdir: Ularning o'xshash jixati vaqt o'tishi bilan sistema umum xossalari o'zgarmasligidadir.

Termodinamika nuqtai nazaridan biologik (ochiq) sistemalarda sodir bo'layotgan jarayonlarning borishi qator nomuvozanat holatlar kelib chiqishi va uning oqibatidagi termodinamik qiymatlarni (kattaliklarni) o'zgarishi bilan belgilanadi. Bunday sistemalardagi nomuvozanat holatlarini ta'minlovchi mezonlar vazifasini modda va energiya miqdorlarining o'zgarishi bajaradi.

Biosistemalarda sodir bo'layotgan anabolik va katabolik jarayonlar hamda tashqi muhit bilan modda almashinuvi jarayonlari entropiya qiymatlarining o'zgarishiga (ΔS yoki dS) olib keladi.

Biosistema entropiyasining o'zgarishi ikki sababga ko'ra amalga oshadi.

1. Sistema va tashqi muhit orasidagi ta'sirlashuv hisobiga kelib chiqadigan entropiya o'zgarishlari — dS_e . Masalan, organizmga tashqi muhitdan ozuqa moddalarining kirishi yoki organizmning tashqi muhitga tashlandik moddalarni chiqarishi.

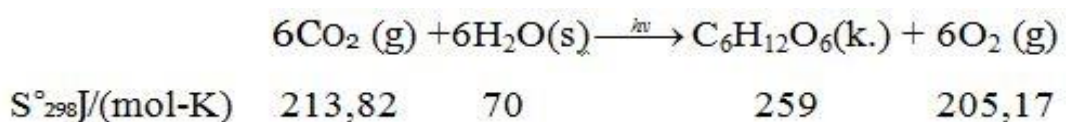
2. Sistema ichida sodir bo'layotgan biokimyoviy jarayonlar hisobiga kelib chiqadigan entropiya o'zgarishlari — dS_i . Masalan, yuqori molekulyarli ozuqa mahsulotlarining degradatsiyasi (parchalanishi) hisobiga entropiya qiymati o'zgaradi.

Sistemada sodir bulayotgan jarayonlar qaytar bo'lsa, entropiyaning qiymati o'zgarmaydi va $dS=0$. Har qanday qaytmas jarayonlar uchun esa $dS>0$. Mutloq yopik sistemalarda $dS=0$ bo'ladi.

Biosistemalar termodinamikasiga *manfiy entropiya* yoki *negentropiya* tushunchasi kiritilgan. Bunda organizmda sodir bo'ladigan entropiya

o'zgarishlari (dS) hamisha musbat, organizmga tashqi muhitdan tushayotgan moddalar hisobiga hosil bo'ladigan entropiya (negentropiya) esa hamisha manfiy qiymatga ega ($-dS$) deb qabul qilingan.

Ochiq termodinamik sistemaga mansub bo'lgan organizmdagi entropiya o'zgarmas bo'lishi, ortishi yoki kamayishi ham mumkin ekan. Ammo hamma hollarda «organizm — atrof-muhit» sistemasining entropiyasi ortadi va jarayon amalga oshadi. Bu termodinamikaning ikkinchi qonuniga to'liq mos keladi: sistemaning biror-bir qismidagi entropiya miqdorining kamayishi uning boshqa bir nuqtasidagi entropiya qiymatining ortishi bilan davom etadi. Buni quyidagi misol bilan tushuntirish mumkin. O'simlik hujayralarida fotosintez hisobiga CO_2 va H_2O molekulalaridan glyukoza hosil bo'lishi entropiya qiymatining kamayishi bilan davom etadi va demak reaksiya amalga oshishi mumkin emasdek tuyuladi:



Ammo tabiatda bu jarayon to'liq boradi. Bunga sabab glyukoza hosil bo'lishi va uning organizmdagi metabolizmi $dS > 0$ notengligini ta'minlab beruvchi «quyosh — o'simlik — odam organizmi» asosiy sistemasi chegaralarida sodir bo'ladi. Fotosintez jarayonidagi entropiya qiymatining kamayishi quyidagi ikki jarayon natijasida hosil bo'ladigan entropiya qiymati bilan qoplanadi:

1. Quyoshda sodir bo'ladigan yadro reaksiyalari hisobiga hosil bo'ladigan entropiya qiymati.

2. Glyukozaning odam organizmidagi yonishi hisobiga kelib chiqadigan entropiya qiymati.

Organizmda sodir bo'layotgan jarayonlar natijasida entropiya vaqt birligi ichida turli qiymatlarga ega bo'ladi. *Organizmdagi entropiyaning o'zgarish tezligi organizm ichida hosil bo'layotgan entropiya tezligi va tashqi muhitdan organizmga negentropiyaning tushishi tezliklarining algebraik yig'indisiga tengdir.*

Statsionar holatida turgan organizm uchun $dS/d\tau=0$ bo'lganligi sababli ichki muhit o'zgarishining hisobiga hosil bo'ladigan entropiya o'zgarishlari tashqi muhitdan tushayotgan manfiy entropiya o'zgarishlariga teng bo'ladi:

$$\frac{dS_i}{d\tau} = -\frac{dS_e}{d\tau}$$

Bu tenglama *statsionar xolat tenglamasi* deb ataladi. Statsionar holat termodinamik muvozanatdan farqli ravishda sistemadagi reaksiya borishi hisobiga vujudga keladi. Biosistemaning biron qismida uning statsionar holatining o'zgarishiga olib keladigan qandaydir jarayon amalga oshsa shu sistemaning boshqa bir nuqtasida bu jarayonga qarshi yo'nalgan bir yoki bir nechta yangi jarayonlar sodir bo'ladi. Statsionar sistemaning bunday xossasi *autostabilizatsiya* (o'z-o'zini stabillashtirish) deb ataladi.

Autostabilizatsiya odam organizmida autoboshqaruv mexanizmlari hisobiga amalga oshadi. Masalan, odam organizmiga ortiqcha miqdordagi tuzning tushishi qonning osmotik bosimiga sezilarli ta'sir etmaydi. Bunga asosiy sabab organizmning autoboshqaruv mexanizmlari hisobiga buyrakdan konsentrlangan (gipertonik) siydik ajralib chiqa boshlaydi.

Tirik organizmdagi jarayonlar qaytmas bo'lganligi sababli dS - ning vaqt birligi ichidagi o'zgarishi noldan katta bo'ladi $dS/d\tau>0$

Shunga asoslangan holda I.Prigojin ochiq termodinamik sistemalar uchun asosiy qonun bo'lgan va statsionar holatni belgilaydigan quyidagi nazariyani yaratdi.

Statsionar holatdagi ochiq termodinamik sistemalarda sodir bo'layotgan jarayonlar hisobiga kelib chiqayotgan entropiyaning hosil bo'lish tezligi aynan shu sharoit uchun bo'lishi mumkin bo'lgan eng kichik musbat qiymatga ega bo'ladi ($dS_i/d\tau \rightarrow 0$).

Termodinamikaning ikkinchi qonuniga ko'ra entropiyaning har qanday o'zgarishi sistemaning erkin energiyasining o'zgarishi bilan bog'liq

$$dG = dH - TdS$$

Demak sistema entropiyasining har qanday oʻzgarishiga qiymat belgisi jixatidan teskari boʻlgan Gibbs energiyasining oʻzgarishi toʻgʻri keladi

Statsionar holatda boʻlgan ochiq sistemaning Gibbs energiyasining tarqatish miqdori eng kichik qiymatga ega boʻladi. Demak biosistemalar oʻz gomeostaz holatini saqlashi uchun minimal energiya sarfi kerak.

5.8 Bioenergetika va uning ilmiy asoslari.

Tirik organizmdagi energiya transformatsiyasini (bir turdan ikkinchi turga oʻtishi, miqdor oʻzgarishlari va h.k.) oʻrganadigan fan *bioenergetika* deb ataladi. Tirik organizm oʻz faoliyatini saqlab qolish uchun energiya sarflaydi. Bu energiya oʻz navbatida ozuqa moddalarining oʻzlashtirilishi orqali hosil boʻladi va u organizm tomonidan turli kimyoviy jarayonlar energiyasiga oʻtkazilishi orqali saqlab qolinadi.

Odam organizmining energiyaga boʻlgan talabi uning jinsiga, mehnat faoliyati turiga, yoshiga, odam yashaydigan mintaqa tabiatiga, yil fasliga va boshqalarga bogʻliq (6.1-jadval). Organizmning energiya bilan taʼminlovchi ozuqa moddalarning asosiy qismi uglevodlar, yogʻlar va oqsillardir. Ularning organizm tomonidan oʻzlashtirilishi jarayonida turli miqdorda energiya ajralib chiqadi va uning miqdori quyidagi qiymat chegaralarida boʻladi: uglevod va oksillar uchun 16,5—17,2 kJ/g yoki 4,0—4,1 kkal/g; yogʻlar uchun 37,7—39,8 kJ/g yoki 9,0—9,5 kkal/g. Oʻrta hisobda odam organizmining energiya sarfi 55—60% uglevodlar, 20—25% yogʻlar va 15—20% oqsillar hisobiga qoplanadi. Buning uchun odam organizmida 24 soat davomida 320—500 g uglevod, 60—70 g yogʻ va 80—100 g oqsil moddalar dissimilyasiyaga uchraydi.

5.1- jadval

Baʼzi ozuqa maxsulotlarining kimyoviy tarkibi va kalloriyaligi (1 kg isteʼmol qilinadigan miqdoriga nisbatan)

Ozuqa maxsulotlari	Tarkibi, %					Kaloriyaligi	
	Oqsillar	yogʻlar	uglevodlar	suv	kulqoldigi	kkal/kg	kJ/kg
Javdari non	6,3	1,3	46,1	43,9	2,2	2270	9500
Bugʻdoy non	7,9	0,8	52,6	37,2	1,3	2550	10670
Grechka yormasi (krupa)	12,5	2,5	67,4	14,0	1,8	3510	14690
Makaron maxsulotlari	11,0	0,9	74,2	13,0	0,6	3580	14380
Shakar	—	—	99,9	0,1	—	4100	17150
Kungaboqar moyi (tozalanmagan)	—	99,8	—	0,2	—	9280	38830
Shoʻrtang sariyogʻ	0,5	83,0	0,5	14,9	1,1	7760	32470
Sigir suti (yogʻi olinmagan)	3,3	3,7	4,7	87,6	0,7	670	2800
Yogʻsiz suzma	16,1	0,5	2,8	79,0	0,7	860	3600
Tovuq tuxumi	12,5	12,0	0,5	74,0	1,1	1650	6900
Baliq (issiqda dudlangan treska)	26,0	1,2	—	70,9	1,9	1180	4940
1 nav mol goʻshti	18,5	10,5	—	70,5	1,0	1710	7150
Kartoshka	2,0	—	21,0	75,0	1,0	940	3430
Olma	0,4	—	11,3	86,5	0,5	510	2130

Ozuqa moddalar yuqori molekulyar tuzilishga ega boʻlib, ulardagi kimyoviy bogʻlanishlar beqaror boʻladi (bogʻ uzilishi katta energiya sarfini talab qilmaydi). Bu moddalar kichik entropiya va katta G hamda entalpiya qiymatlariga ega. Ularning organizm tomonidan oʻzlashtirilishi nisbatan oddiy tuzilishga ega (CO_2 , H_2O , NH_3 , $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ va h.k.) va oʻlchamlari kichik boʻlgan yangi moddalar hosil boʻlishi bilan davom etadi. Bu esa oʻz navbatida, entropiya omilining oʻrtishiga olib keladi.

Organizmدا vaqt birligi ichida hosil boʻladigan energiya miqdori aynan shu vaqtdagi fiziologik, biokimyoviy jarayonlarni amalga oshirish va tashqi muhit bilan issiqlik almashinish uchun talab qilinadigan energiya miqdoridan ortiq

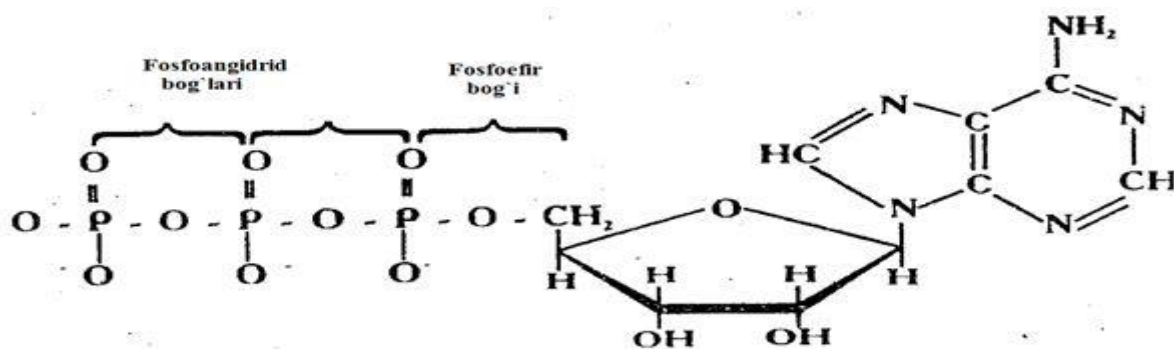
boʻladi. Shu sababli organizm ortiqcha energiya miqdorini maksimal saqlab qolishini ikki yoʻl bilan taʼminlaydi:

1. Har qanday makromolekulaning eng oddiy birikmalargacha oksidlanishi oddiy sharoitdan farqli ravishda bir bosqichli (a) emas balki koʻp bosqichli (b) boʻladi. Koʻp bosqichli jarayonning har bir bosqichida ajraladigan energiya miqdori kichik boʻlib, uning hisobiga bajariladigan ishning foydali koeffitsienti maksimum sari intiladi: $\eta \rightarrow \max$

2. Ortiqcha energiya miqdorlari organizmda makroergik (yuqori energiya saqlovchi) molekulalar sinteziga sarf boʻladi. Bu molekulalar oʻz tarkibida yuqori energiya qiymatiga ega boʻlgan fosfoangidrid bogʻini saqlaydi.

Tirik organizmdagi biokimyoviy va biologik jarayonlarni energiya bilan taʼminlovchi asosiy makroergik molekula vazifasini adenozin — 5' — uchfosfat (ATF) bajaradi. Shunday savol tugʻilishi tabiiy: «Nima sababdan organizmdagi makroergik molekula vazifasini qiymatlari ATF nikidan katta yoki kichik boʻlgan boshqa makroergik fosfatlar emas aynan ATF bajaradi?».

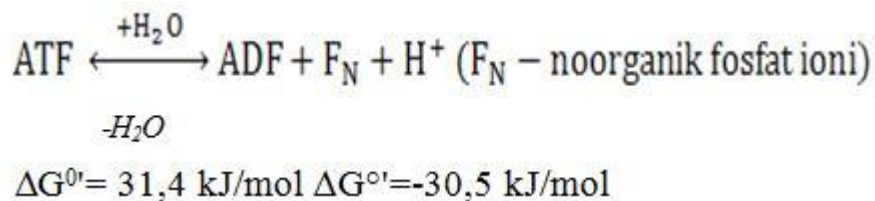
Bu savolga termodinamikaning birinchi qonuniga asoslanib javob berish mumkin. ATF dan energiyasi katta boʻlgan makroergik molekulalarining sintezi katta energiya talab qiladi. Shu sababli bu molekulalarni odam organizmidagi koʻp miqdordagi sintezi energetik nuqtai nazaridan noqulaydir. Oʻz navbatida qiymati kichik boʻlgan molekulalar sintezlansa yuqoridagidan farqli ravishda kam energiya sarfini talab qiladi. Ammo ularning gidrolizi natijasida ajralib chiqadigan energiya miqdori ham kam boʻladi. Demak, organizm bu holda ortiqcha energiya miqdorini saqlab qolishi uchun juda koʻp miqdorda ΔG^0 qiymatlari nisbatan kichik boʻlgan makroergik molekulalarni sintezlaydi. Natijada, jarayonlarning foydali ish koeffitsienti pasayadi. Shuning uchun bu jarayonlar organizm uchun ham noqulay. ATF molekulasi erkin energiya qiymatlari boshqa makroergik molekulaga nisbatan deyarli oʻrtacha qiymatga ega.



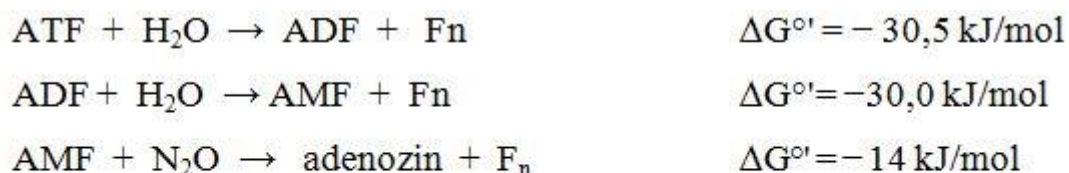
ATF molekulasi tuzilishi

Shu sababli aynan shu molekulaning sintezlanishi va undan energiya bilan ta'minlovchi manba sifatida foydalanish organizm uchun qulay.

ATF molekulasi energiya saqlovchi modda sifatida sintezlanishi va biologik, biokimyoviy jarayonlarni amalga oshirish uchun kerak bo'ladigan energiya bilan ta'minlash uning tarkibidagi fosfoangidrid va fosfoefir bog'larining tabiati orqali tushuntiriladi:



ATF hosil bo'lishining va gidrolizining standart erkin energiya miqdorlari 25-40 kJ/mol chegaralarida bo'ladi va bu qiymatning aniq miqdorlari jarayon amalga oshayotgan sistemaning pH, temperatura va boshqa qator omillariga bog'liq bo'ladi. Masalan, pH=7,0; T=310,15 K bo'lgan sharoitda magniy — ATF kompleksining bosqichli gidrolizi natijasida sistemaning energiya o'zgarish qiymatlari quyidagiga teng:



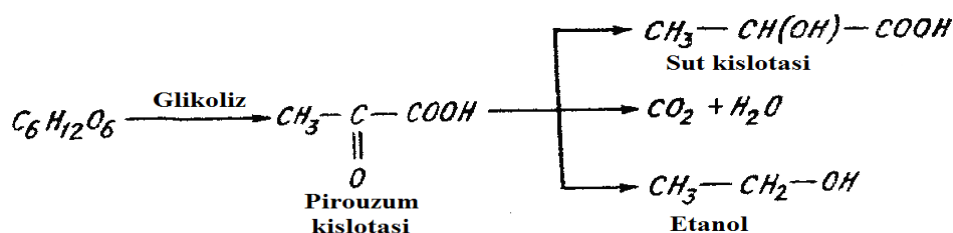
ATF molekulasidagi zaryad qiymatlari qayta taqsimlanadi. Natijada bir xil zaryad qiymatiga ega bo'lgan atomlar orasida elektrostatik itarilish kuchlari

kelib chiqadi, ya'ni molekula energiya jixatidan yuqori va noqulay holatga o'tadi. Hidroliz natijasida bu holat ancha kamayadi.

Gikoliz jarayonining ba'zi bosqichlarining termodinamik talqini.

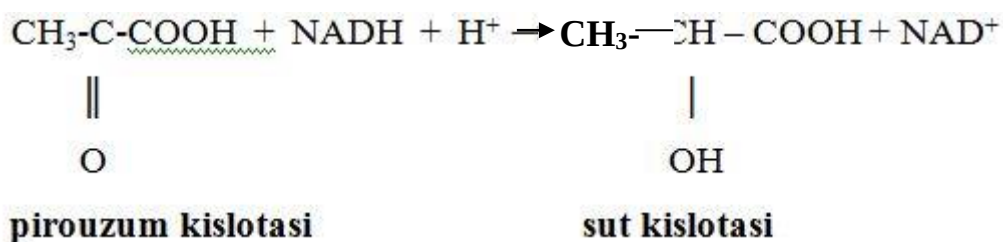
Har qanday organizm yashashi va hayotiy jarayonlarda ishtirok etishi uchun energiya sarflaydi. Shu jumladan odam (geterotrof turkumiga kiradi) o'z ehtiyoji uchun zarur bo'lgan energiyani boshqa organizmlarda hosil bo'lgan moddalarni (ozuqa moddalarni) o'zlashtirish hisobiga kelib chiqadigan energiya hisobida qoplaydi. Odam organizmining energiya bilan ta'minlaydigan asosiy moddalardan biri glyukozadir.

Glyukozaning turli organizmlardagi metabolizmning ba'zi bosqichlarini quyidagi umumlashgan chizma orqali ko'rsatish mumkin:



Demak, glyukozaning o'zlashtirilishi qaysi yo'ldan borishidan qat'iy nazar uning birinchi va umumiy bosqichi glikoliz jarayonidir. Glikoliz (glyukozaning pirouzum kislotaga aylanishi) jarayoni 10 bosqichda ketib, har bir bosqichda alohida xossalari fermentar ishtirok etadi va ATF molekulalarining sarfi bilan bir qatorda uning sintezi davom etadi.

Glikolitik almashinuv yo'li anaerob (kislorod talab qilmaydigan) jarayon bo'lib, uning natijasida hosil bo'lgan pirouzum kislotasi sut kislotasigacha qaytariladi.



Glikoliz jarayoni aytarli darajada effektiv emas. Chunki, uning so'nggi mahsulotlarida (pirouzum va sut kislotasi) ko'p miqdorda energiya saqlanadi.

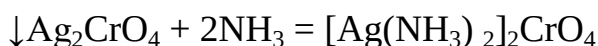
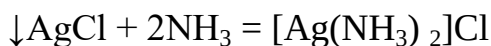
VI-bob

KOMPLEKS BIRIKMALAR

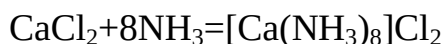
6.1 Kompleks birikmalar to`g`risidagi A.Verner nazariyasi

Tarkibiy qismlarining o`zaro ta`siri natijasida kristalda ham eritmada ham erkin holda turg`un bo`lgan murakkab ionlardan tashkil topgan molekulyar moddalarga kompleks birikmalar deyiladi.

Misol sifatida kumushning suvda erimaydigan tuzlariga ammiak tasir qilinganda hosil bo`lgan birikmalarni olish mumkin

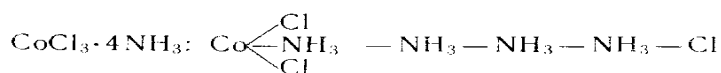
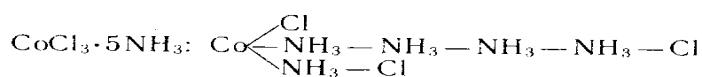
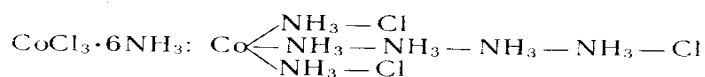


Ko`pchilik hollarda kompleks birikmalar suvlik eritmalarda hosil bo`ladi. Lekin boshqa hollarda ham ularning hosil bo`lishi kuzatilgan. Masalan 8 molekula gaz holdagi ammiakni qattiq holdagi kaliy xlorid ta`sirlashishidan quyidagi kompleks birikma hosil bo`ladi.



Nisbatan oddiy tuzilishli moddalar birikkanda hosil bo`ladigan maxsulotlarning xossalari ba`zan keskin o`zgarishi mumkin. Masalan,  $\text{CoCl}_3$  yoki  $\text{CrCl}_3$  tuziga ma`lum mikdorda NH_3 eritmasi qo`shilganda turli xossalarga ega bo`lgan moddalar hosil bo`ladi. Bu xossalar o`z navbatida dastlabki moddalarning nisbiy miqdorlariga bog`liq. Jumladan  $\text{CoCl}_3 \cdot 6\text{NH}_3$  eritmasiga  $\text{AgNO}_3$  qo`shilsa birikmadagi uchala xlor ioni cho`kmaga tushadi. Agar  $\text{CoCl}_3 \cdot 5\text{NH}_3$  ga  $\text{AgNO}_3$  qo`shilsa undagi xlor ionlarining $2/3$ qismi, $\text{CoCl}_3 \cdot 4\text{NH}_3$ da esa xlor ionlarining $1/3$ qismigina cho`kmaga tushishi kuzatiladi. Bunday mikdoriy farqlar birikmalar tarkibida xossalari jixatidan farq qiladigan xlor ionlari bo`lishini bildiradi.

Ushbu fikrlarga hamda XIX asr oxirida «element valentligi o`zgarmaydi» degan tushunchaga asoslangan holda Blomstrand va Iorgensen kompleks moddalar tuzilishini quyidagicha ifodalashni taklif etdilar:



Kompleks birikmalar uchun taklif etilgan Blomstrand — Iorgensenning zanjirli tuzilish nazariyasi qator kamchiliklarga ega bo‘lib, ko‘pgina noaniqliklarga ega. Jumladan yuqorida keltirilgan komplekslarda azot valentligi beshga teng. Bundan tashqari bu komplekslardagi xlor ionlarining xossalari ularning qanday elementlarga birikkanligi bilangina aniqlanadi. Shunga ko‘ra, kobalt bilan birikkan xlor Ag^+ bilan ta’sirlashmasligi kerak edi. Ammo bu nima sababdan CoCl_3 tuzidagi barcha xlor ionlari AgCl holida cho‘kmaga tushadiyu, $\text{CoCl}_3 \cdot 4\text{NH}_3$ tarkibida esa ikkita emas, balki fakat bitta xlor ioni cho‘kishini tushuntira olmasdi. Yuqorida keltirilgan komplekslardan tashqari Iorgensen tomonidan $\text{IrCl}_3 \cdot 3\text{NH}_3$ tarkibli kompleks olindi. Bu modda zanjirli tuzilish nazariyasiga ko‘ra $\text{CoCl}_3 \cdot 4\text{NH}_3$ ega bo‘lgan xossalarni namoyon qilishi kerak edi. Ammo u kutilgandan farqli ravishda noelektrolit tabiatiga ega bo‘lib, uning eritmasiga AgNO_3 qo‘shilganda cho‘kma hosil qilmadi.

A. Verner tuzlar va neytral molekularlar o‘zaro ta’sirlashganda hosil bo‘layotgan moddalar tarkibida zaryad qiymatiga ega bo‘lmagan molekular soni yoki bunday molekular hamda kislota anionlarining umum son qiymatlari ko‘p hollarda 6 yoki 4 ga teng bo‘lishini aniqladi:



Bundan tashqari, bir xil xossali kislota qoldig‘i saqlangan tuzlarning birikishidan hosil bo‘lgan maxsulotlar ham o‘z tarkibida 6 yoki 4 umum kislota qoldig‘i saqlashi aniqlandi:



Qator moddalarning suvli eritmalaridagi elektr o'tkazuvchanligini o'rganish ham yuqorida keltirilgan moddalar qiymatlarining o'zgacha ekanligini ko'rsatdi

Yuqorida qayd qilingan va boshqa muloxazalar asosida A.Verner koordinatsion nazariyaga asos soldi. Bu nazariyaning asosiy bandlari quyidagilardan iborat:

Ko'pchilik elementlar ikki tur valentlikni namoyon qiladi:

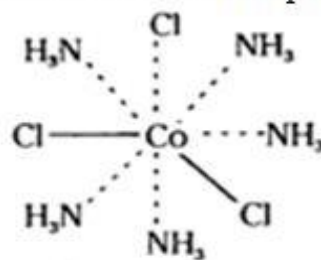
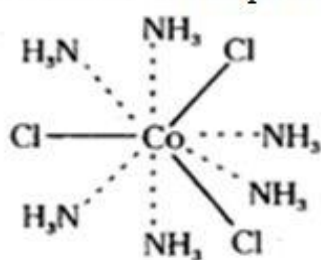
a) bosh (asosiy) valentlik va

b) yonaki valentlik

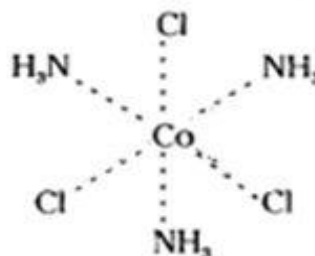
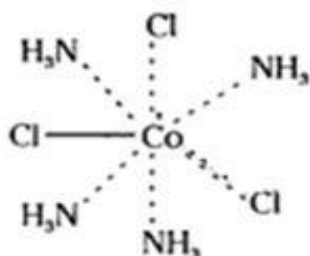
Har bir element birikmalar tarkibida o'zining bosh va yonaki valentliklarini to'yintirishga intiladi. Elementlarning yonaki valentliklari fazoda ma'lum bir va aniq yo'naluvchanlik tabiatiga ega bo'ladi.

Shunga asoslanib A. Verner yuqorida keltirilgan kobalt (III) komplekslarini quyidagicha tuzilishini taklif etadi:

$[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$ (kompleks 1); $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$ (kompleks 2);



$[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$ kompleks 3); $[\text{Co}(\text{NH}_3)_3\text{Cl}_3]$ (kompleks 4);



Kompleks birikmalarning bunday tuzilishiga asosan ichki va tashqi koordinatsion sferalar, markaziy atom, ligand, koordinatsion son tushunchalari kiritiladi.

1. Markaziy atom (ko'p hollarda metall-ioni) va u bilan bevosita birikkan ion yoki molekulalardan (ligandlardan) iborat sfera ichki koordinatsion sfera deb ataladi va u odatda o'rta qavs ichida yoziladi.

2. Markaziy atom bilan bevosita birikmagan, ammo ichki koordinatsion sfera yoki uning komponentlari bilan vodorod bog'lari yoki elektrostatik tortishuv kuchlari orqali birikadigan ion yoki molekulalardan tashkil topgan muxit tashqi koordinatsion sfera deb ataladi va ular o'rta qavslardan tashqarida yoziladi.

3. Markaziy atom bilan bevosita birikkan ligandlar soni $k o o r d i n a s i o n$ son deb ataladi.

Bunga asosan yuqorida keltirilgan komplekslarda markaziy atom kobalt, uning koordinatsion soni 6 ga teng ekanligini ko'rish mumkin.

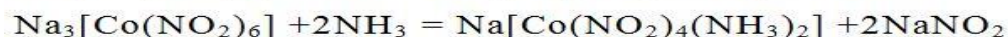
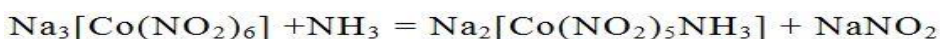
Ichki koordinatsion sfera tarkibiy qismlaridan bir yoki bir nechtasi ion tabiatiga ega bo'lsa hamda manfiy va musbat zaryadlarning umumiy

qiymatlarining yig'indisi o'zaro nomutanosib bo'lsa, ichki koordinatsion sfera ma'lum bir zaryad qiymatiga ega bo'ladi. Odatda bunday komplekslarning tashqi koordinatsion sferasi ion xossasiga ega bo'lib, ularning zaryad belgisi ichki sfera zaryadiga teskari, ammo miqdor jixatidan teng bo'ladi.

Masalan, $K_3[Fe(CN)_6]$ kompleksi uchun ichki koordinatsion sfera zaryadlarining yigindisi - 3 ga teng bo'ladi. Bunga sabab temir ionining zaryadi (oksidlanish darajasi) +3 ga, 6ta CN^- ning zaryadi - 6 ga teng bo'lishidir: $(+3) + (-6) = -3$.

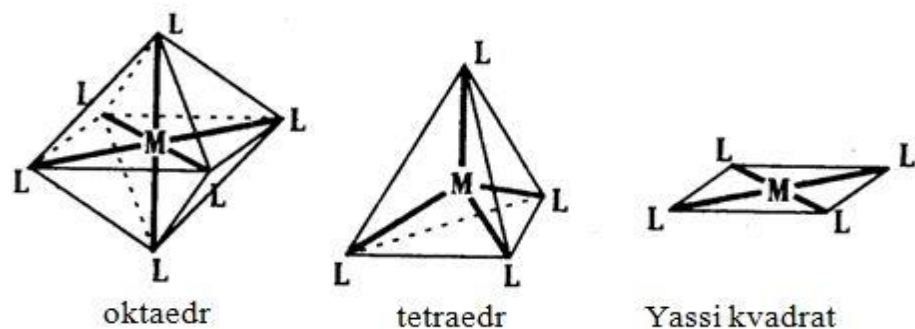


Kompleks birikmalarning asosiy xossalardan biri ularning ichki koordinatsion sferalarda bir vaqtning o'zida ham neytral molekular, ham kislota qoldig'i anionlarini saqlay olishi mumkinligidir. Shu bilan birga markaziy atomning koordinatsion soni ko'pincha o'zgaras qiymatga ega bo'lganligi sababli ichki sferaga biror-bir ligandning kirishi, u erdagi boshqa ligandning chiqib ketishi mumkin:

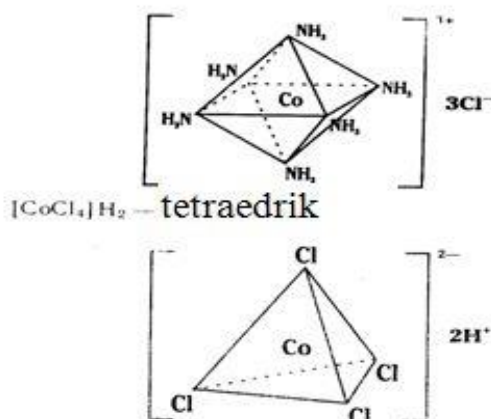


Komplekslarning bunday xossalari A. Vernerning koordinatsion nazariyasining ikkinchi bandini to'g'ri ekanligining isboti sifatida qaralishi mumkin.

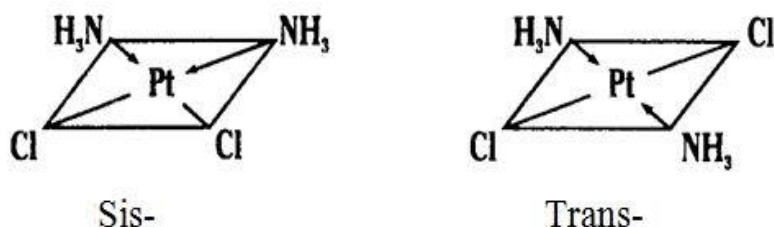
Bu qonunning uchinchi bandi asosida A. Verner koordinatsion soni 6 ga teng komplekslar oktaedrik tuzilishga, koordinatsion son 4 ga teng bo'lgan hollarda esa tetraedrik yoki yassi kvadrat tuzilishga ega bo'lishini ko'rsatib o'tdi:



Bunday tuzilishli komplekslarning markazida metall ioni (M) uning qirralarida esa ligandlar (L) joylashadi. Masalan $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ kompleksining ichki koordinatsion sferasi oktaedrik



sis- $[\text{Pt}(\text{NH}_3)\text{Cl}_2]$ va trans- $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ yassi kvadrat tuzilishiga ega:



Agar bir kompleks tarkibida bir necha xil ligandlar saqlansa, ular *aralash ligandli komplekslar* deb ataladi. Bunday komplekslarda tabiati jixatidan o‘zaro farqlanadigan ligandlar markaziy atom bilan turlicha birikishi mumkin:

Valent bog‘lar (ko‘p hollarda qutbli kovalent bog‘lar) orqali birikish chiziqcha orqali ko‘rsatilishi mumkin.

Ligandning bo‘linmagan elektron jufti va metallning bo‘sh yoki to‘lmagan kvant yacheykasi hisobiga bog‘ hosil bo‘lgandagi (tabiati jixatidan donor-akseptor bog‘ga yaqin bo‘lgan koordinatsion bog‘) birikishida bunday bog‘ strelka orqali belgilanadi.

Koordinatsion birikmalardagi markaziy atom bilan birikkan ligandlarning miqdori ko‘p hollarda metallning effektiv atom nomeri (EAN) qiymati bilan belgilanadi. EAN deganda kompleks hosil qiluvchi metall atomidagi elektronlar soni tushuniladi. Ko‘p hollarda markaziy atomning EAN belgilaydigan elektronlar soni qiymat jixatidan inert gazlardagi elektronlar soniga teng bo‘ladi. Masalan, $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}$ dagi Co(III) ning EAN quyidagicha aniqlash mumkin.

Co ning atom nomeri 27, demak unda 27 elektron bo‘ladi.

Co (III) dagi elektronlar soni: $27 - 3 = 24$.

$6(\text{:NH}_3): 2 \times 6 = 12$ (har bir NH_3 molekulasida kompleks hosil qilishda bitta elektron jufti bilan ishtirok etadi). $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ dagi Co(III) ning $\text{EAN} = 24 + 12 = 36$ elektron. EAN qoidasiga ko‘pgina metall karbonillari va ularning xosilalari bo‘ysunadi. Jumladan $\text{Ni}(\text{CO})_4$, $\text{Fe}(\text{CO})_5$, $\text{Fe}(\text{CO})_4\text{C}_2$ va $\text{Mn}(\text{CO})_5\text{Br}$ effektiv atom nomerlari kripton atomidagi elektron soni kabi 36 ga tengdir.

Ammo ayrim komplekslarning EAN qiymatlari boshqacha bo‘lishi ham mumkin. Masalan, $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ va $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ uchun EAN qiymatlari tegishlicha 50 va 38 ga teng bo‘lib, biror-bir inert gazda bo‘lgan elektronlar soniga mos kelmaydi.

6.2 Ligandlarning koordinatsion sig‘imi

Ligandlarning koordinatsion sig‘imi yoki dentatligi deb ularning markaziy atom atrofida egallay oladigan koordinatsion nuqtalar soniga aytiladi.

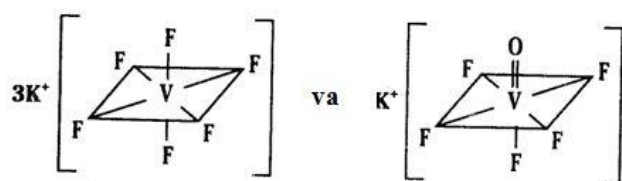
Ligandlar dentatligiga ko‘ra quyidagilarga bo‘linadi.

Bir dentatli ligandlar — markaziy atom atrofida bitta koordinatsion nuqtani (joyni) egallaydi.

Ikki dentatli ligandlar — markaziy atom atrofidagi ikkita koordinatsion nuqtani (joyni) egallaydi.

Uch va ko‘p dentatli ligandlar — markaziy atom atrofida uchta va undan ko‘p koordinatsion nuqtalarni (joylarni) egallaydi.

Odatda bitta atomdan iborat ligandlar monodentatli bo‘ladi. Masalan, $K_3[VF_6]$ va $K_2[VOF_5]$ komplekslarining tuzilishini quyidagicha ko‘rsatish mumkin:

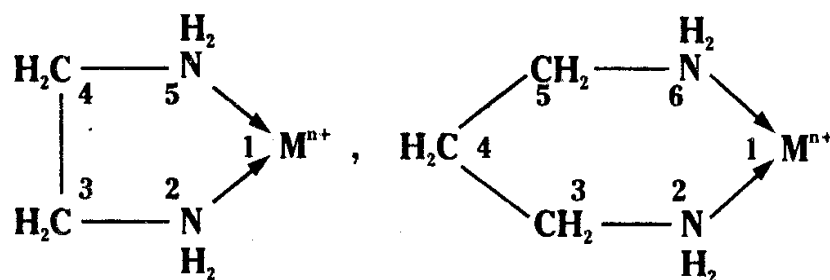


Bu birikmalardan birinchisida vanadiy ionining oksidlanish darajasi +3, ikkinchisida esa +5 ga teng. Har bir fluor ioni vanadiy bilan bitta bog‘ orqali birikib, faqat bitta koordinatsion nuqtani egallaganligi sababli ular bir dentatli ligandlardir. Ulardan farqli ravishda ikkinchi kompleks tarkibidagi kislorod atomi vannadiy bilan qo‘shbog‘ orqali birikkan. Ammo u ham, bir dentatli liganddir, chunki bitta koordinatsion joyni egallagan, xolos.

Ligandlarning markaziy atomga ikki va undan ortiq dentatli bo‘lishi metall saqllovchi yopiq xalqalar hosil bo‘lishiga olib keladi. Bunday xalqalar *metall xelatlar*, jarayon esa *xelatlanish jarayoni* yoki *xelatlanish effekti* deb ataladi.

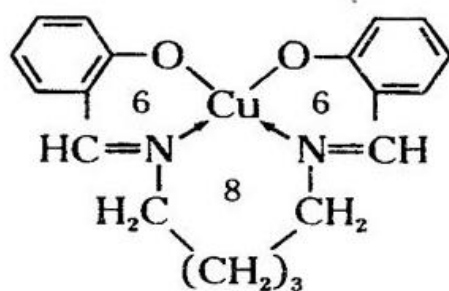
Kompleks birikmalar barkarorligini *metallxelat* hosil qiladigan atomlar soniga bog‘liqligini L. A. Chugaev aniqlagan va u «*Chugaevning xalqalar qoidasi*» nomi bilan ma’lumdir. Bu qoidaga asosan metall xelat hosil qilishda ishtirok etadigan atomlar soni 5 yoki 6 ga teng bo‘lganda barqarorligi katta bo‘lgan komplekslar hosil bo‘lishi imkoniyati yuqori bo‘ladi. Masalan, uglevodorodlarning diaminli hosilalari komplekslarining barqarorligi NH_2 —guruxlarining zanjirdagi joylashgan o‘rniga bog‘liq bo‘ladi.

Jumladan metall ionlari etilendiamin bilan 5 a'zoli, 1,3— propilendiamin bilan esa 6 a'zoli metallxelatlar hosil qiladi:



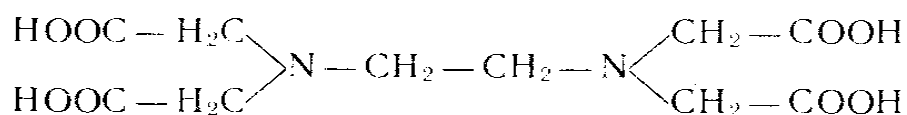
Ammo ikki aminoguruxlar orasidagi masofaning uzayishi kompleks birikmaning barqarorligini kamaytiradi va oqibatda xelatli kompleks hosil bo'lmaydi. Jumladan 1,4-butilendiamin va 1,5- pentilendiaminlar metallxelatlar hosil qilmay, balki ko'prikcha vazifasini bajaruvchi metall ionlari hisobiga polimer komplekslar hosil qiladi.

O'z navbatida kompleks tarkibida 5 yoki 6 a'zoli metall xalkalar bo'lishi, aynan shu modda hosil qilishi mumkin bo'lgan ko'p a'zoli xalqlarning barqarorlashuviga xam olib kelishi mumkin. Bunga misol tariqasida salitsil aldegidning 1,5-pentilendiaminli xosilasining Cu(II) bilan hosil qilgan kompleksini keltirish mumkin:



(raqamlar bilan metall xelat tarkibiga kirgan atomlar soni ko'rsatilgan)

Uch dentatli ligandlarga dietilenuchaminni — H₂NCH₂CH₂NHCH₂CH₂NH₂, to'rt dentatlilarga etilendiamindiatsetat - HOOCCH₂NHCH₂CH₂NHCH₂COOH va polidentat ligandlarga etilendiamintetraatsetat kislotalarni misol qilib keltirish mumkin.



Ligandlarning kompleks birikmalar tarkibida namoyon qiladigan dentatligi ularning tuzilishiga, funksional guruxlar tabiatiga, ularning o‘zaro ta’sirlashuvi, kompleks hosil bo‘lish sharoiti va boshqa qator omillarga bog‘liq bo‘ladi.

Ligandlar tarkibidagi funksional gurux tushunchasi quyidagi talqinga ega: *uglevodorod zanjiri tarkibiga o‘rinbosar sifatida kirgan hamda uglevodorod tabiatiga ega bo‘lmagan holda moddaning kimyoviy xossasini belgilaydigan atom yoki atomlar guruxi funksional gurux deb ataladi.*

6.3 Kompleks birikmalarining nomlanishi

Kompleks birikmalar nazariy va amaliy kimyo xalkaro ittifoqining (IUPAC) nomenklatura qo‘mitasi tavsiyasiga ko‘ra nomlanadi. Bu tavsiyanoma asosini quyidagilar tashkil etadi:

■ Kompleks birikmalarni nomlashda quyidagi tartibga rioya qilish kerak:

Ligandlar soni $\longrightarrow$ Ligandlar nomi $\longrightarrow$ Markaziy atom nomi $\longrightarrow$
Markaziy atom oksidlanish darajasi(rim raqamida) $\longrightarrow$ Tashqi sfera
ioni nomi

1. Ligandlar soni quydagicha nomlanadi: 1- mono; 2-di; 3-tri; 4-tetra; 5-penta; 6-geksa; 7- gepta; 8-okta va hakazo.

2. Anion ligandlar nomining oxiriga «O» qo‘shimchasi qo‘shiladi:
 Cl^- xloro; NO_2^- nitrito; SO_4^{2-} sulfo; CN^- -siano; I^- -iodo; Br^- -bromo; NO_3^- -nitro

3. Molekulyar ligandlar erkin molekulalar kabi nomlanadi ayrim cheklanishlarni hisobga olgan holda masalan: NH_3 – ammin; H_2O – akva; CO - karbonil

4. Markaziy atomni nomlaganda kompleks ionning zaryadiga etibor berish kerak. Anion komplekslarda markaziy atom lotincha nomiga at qo‘shimchasi qo‘shib nomlanadi. Masalan: Co^{3+} kobaltat ; Zn^{2+} sinkat ; Fe^{2+} ferrat

5. Kation va neytral komplekslarda markaziy atom o'zbekcha nomi bilan nomlanadi.

6. Aralash komplekslarda birinchi navbatda anion ligandlar alfavit bo'yicha nomlanadi. Undan keyin neytral ligandlar nomlanadi.

$K_3[Co(NO_2)_6]$ - geksanitritokobaltat(III) kaliy

$[Pt(NH_3)_2Cl_2Br_2]$ – dibromodixlorodiamminplatina (IV)

$[Pt(NH_3)_4](NO_3)_2$ - tetraamminplatina (II) nitrat

$[Cr(H_2O)_6]Cl_3$ – geksaakvaxrom (III) xlorid

$K_4[Fe(CN)_6]$ - geksatsianoferrat (II) kaliy

$K_3[Fe(CN)_6]$ - geksatsianoferrat (III) kaliy

$[Fe(CO)_5]$ pentakarbonil temir (0)

7.4 Kompleks birikmalarning sinflanishi

Komplekslarning sinflanishi asosan ligandlarning markaziy atom bilan birikish farqlari, ularning tabiati va tuzilishiga, ular birikkan markaziy atomning tabiati hamda soniga bog'liq bo'ladi.

Yuqorida aytilganlarga ko'ra komplekslarni quyidagi asosiy va ko'p jixatdan umumlashgan guruxlarga bo'lish mumkin:

1. Kompleks ionning zaryadiga ko'ra: Neytrali $[Pt(NH_3)_3Cl_4]^0$; kationli $[Pt(NH_3)_6]^{+4}Cl_4$; anionli $K_3[Fe(CN)_6]^{-3}$

2. Ligandlarning tabiatiga ko'ra :

2.1 Gidratlar

2.2 Akvakomplekslar

2.3 Atsidokomplekslar

2.4 Ammiakatlarga bo'linadi

2.1 Gidratlar deb kompleks birikma o'zining tashqi yoki ichki sferasida H_2O molekulalari tutgan kompleks birikmalarga aytiladi.

2.2 Agar suv ligand sifatida bo'lsa bunday kompleks birikmalarga akvakomplekslar deyiladi. $[Cr(H_2O)_6]Cl_3$

2.3 Agar ligand kislota qoldig'i bo'lsa bunday kompleks birikmalar atsidokomplekslar deyiladi. $\text{Na}_3[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]$; $\text{H}_2[\text{PtCl}_6]$; $\text{K}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$; $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$

2.4 Agar ligand NH_3 bo'lsa bunday kompleks birikmalar ammiakatlar deyiladi yoki aminatlar $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ deyiladi

3. *Molekulyar koordinatsion birikmalar* — ichki koordinatsion sferasi faqat molekulyar tabiatiga ega bo'lgan komplekslar: $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]\text{Cl}_2$, $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4(\text{H}_2\text{O})_2](\text{NO}_3)_3$

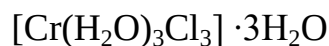
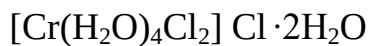
4. *Aralash atsidomolekulyar kompleks birikmalar* — ichki koordinatsion sferasi bir vaqtning o'zida kislota va molekulyar tabiatli ligandlardan iborat komplekslardir: $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$, $[\text{Cr}(\text{En})(\text{C}_2\text{O}_4)_2]$

6.5 Kompleks birikmalarning izomeriyasi

Kompleks birikmalarda tarkibi bir xil lekin tuzilishi va xossalari har xil bo'lgan birikmalar ya'ni izomerlar hosil boladi. Ularda izomeriya quyidagilarga farqlanadi:

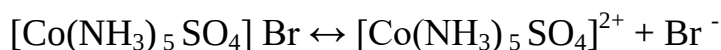
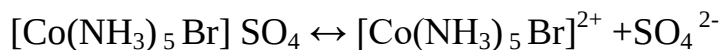
1. Gidrat izomeriyasi
2. Ion metomeriya (ionizatsion izomeriya)
3. Tuz izomeriyasi
4. Geometrik izomeriya
5. Koordinatsion polimeriya

1. Gidrat izomeriya deb tarqibi bir xil bo'lsada suv molekulasini bilan markaziy atom orasidagi bog'ning tabiati bilan farqlanadigan kompleks birikmalarga aytiladi. Tarkibi $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ bo'lgan birikmaning to'rt xil izomeri bo'ladi.



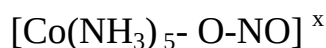
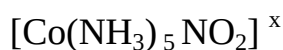
2. Ion metomeriyasi deb tarkibi bir xil bo'lgan lekin suvli eritmalaridagi ionlar bilan farqlanadigan kompleks birikmalarga aytiladi.

Ayrim tomonlari bilan bu izomer gidrat izomeriyaga o'xshab ketadi.



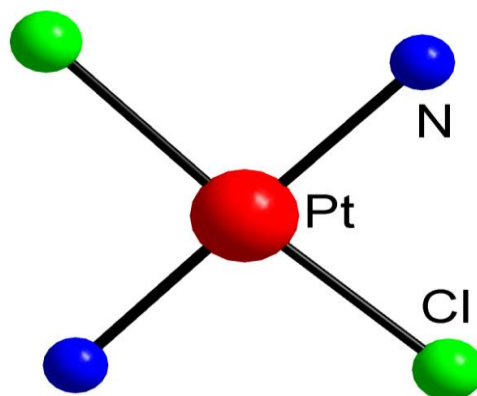
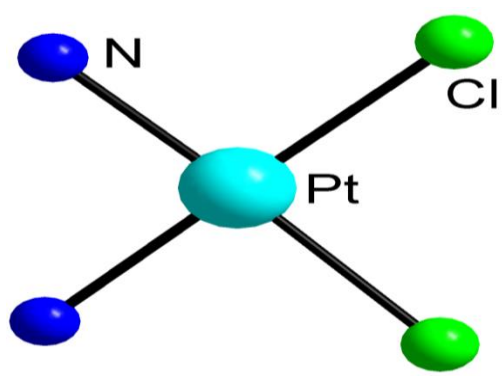
3. Tuz izomeriyasi deb tarkibi bir xil lekin anorganik ligandlarining tuzilishi bilan farqlanadigan kompleks birikmalarga aytiladi.

Masalan:



4. Geometrik izomeriya deb tarkibi bir xil lekin markaziy atom atrofida ligandlarning joylanishi bilan farqlanadigan birikmalarga aytiladi. Masalan:

$[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ – ikkita geometrik cis va trans izomerlarni hosil qiladi.



Biologik faolligi bo'yicha ular keskin farq qiladi: cis- izomeri onkologiyada himiyaterapiya usulida ishlatilsa, trans- izomeri zaxarli modda va cis- izomerning biologik xususiyatiga ega emas.

5. Koordinatsion polimeriya deb birikmada hamkationi, ham anioni kompleks bo'lib, tarkibidagi markaziy atom va ligandlar turlicha taqsimlanishi bilan bir

biridan farqlanadi. Masalan:



6.6 s, p, d-elementlarining kompleks hosil qilishga moyilligi

s-Elementlarga davriy jadval 1, 2 guruxining asosiy guruxchasida joylashgan elementlar kiradi. Ishqoriy metallar atom tuzilishlariga ko'ra ion bog' hosil qiladilar. Ularga azot, oltingugurt bilan kavalent bog' hosil qilish xarakterli emas. Ishqoriy metallarni maydalangan galogenidlarga quruq ammiak ta'sir qilganda uncha turgun bo'lmagan ammiakatlar hosil bo'ladi. Ular suvli eritmalarda oson parchalanadi. Ishqoriy metallar ammiakatlari ichida nisbatan turg'unroq litiyning ammiakati bo'lib u ammiakning konsentrlangan eritmasida saqlanishi mumkin. Ishqoriy metallarga nisbatan berilliy, magniy va ishqoriy er metallarining kompleks hosi qilishga moyilligi ancha katta. Ularning ichida kompleks hosil qilishga moyilligi nisbatan kattasi berilliy hisoblanadi.



Beriliy uchun kislota ionlari (vodorod)ni eritmaga ajratish bilan ionlanadigan akva komplekslar hosil qilish xarakterlidir.

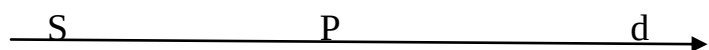


Magniy har xil xelat birikmalar hosil qiladi. Ulardan ayrimlari analitik kimyoda ishlatilsa, ayrimlari, masalan xlorofill, o'simliklar hayotida katta ahamiyatga egadir.

Ishqoriy er metallarda kompleks hosil qilishga moyillik kompleks hosil qiluvchi atomning radiusi ortishi bilan, ya'ni beriliydan bariy tomon, kamayib boradi.

Kompleks hosil qiluvchilik qobiliyati d- elementlarda eng yoqori. Bunga sabab bu elementlar kationlarida bo'sh elektron orbitalarining mavjudligidir, masalan Ag^+ , Cu^+ , Cu^{2+} , Hg^{2+} , Cd^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} va boshqalar.

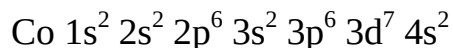
Agar s-, p- va d-elementlarning kompleks hosil qilishga bo'lgan moyilligini solishtiradigan bo'lsak u quyidagi tartibda oshib boradi.



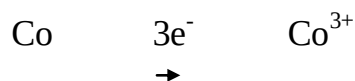
kompleks hosil qilishga moyillik

Kobaltning ammiakli kompleksidagi bog'larning tabiatini ko'raylik.

Buning uchun kobaltning elektron formulasini yozamiz. Uning elektron formulasi

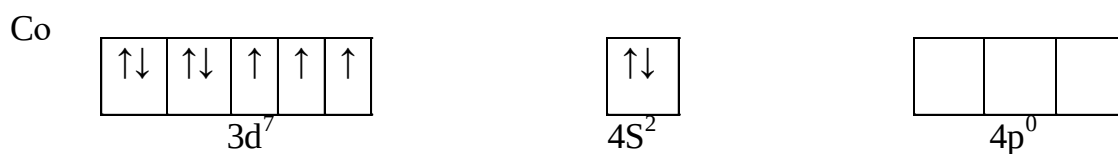


Agar uning uchta elektroni ajralsa Co^{3+} ioni xosil buladi.

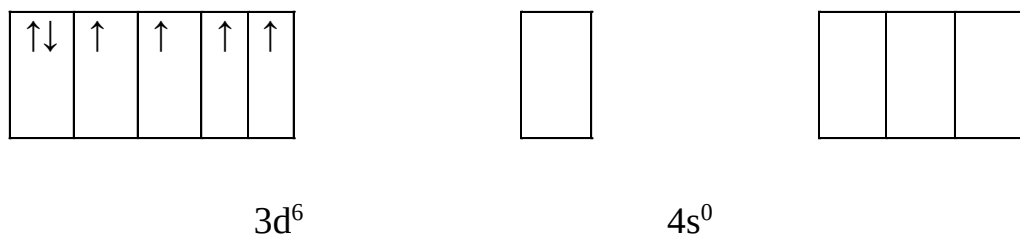


Bu ionning elektron formulasi: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 2p^6 3d^6 4s^0$

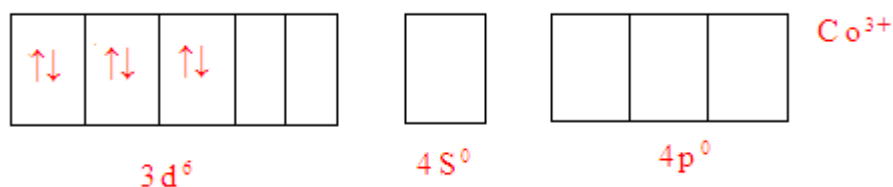
Kobalt atomining elektron-grafik formulasi:



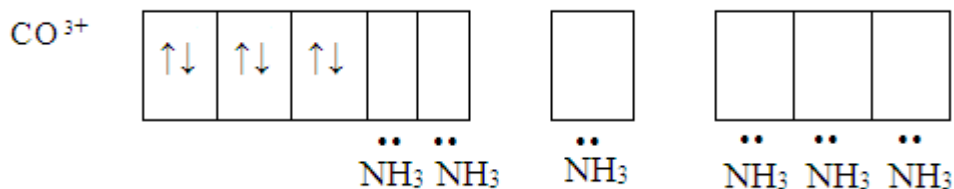
Co^{3+} ioni uchun



Ammiakning orbitallari ta'siri ostida Xund qoidasidan chekinish ro'y beradi.



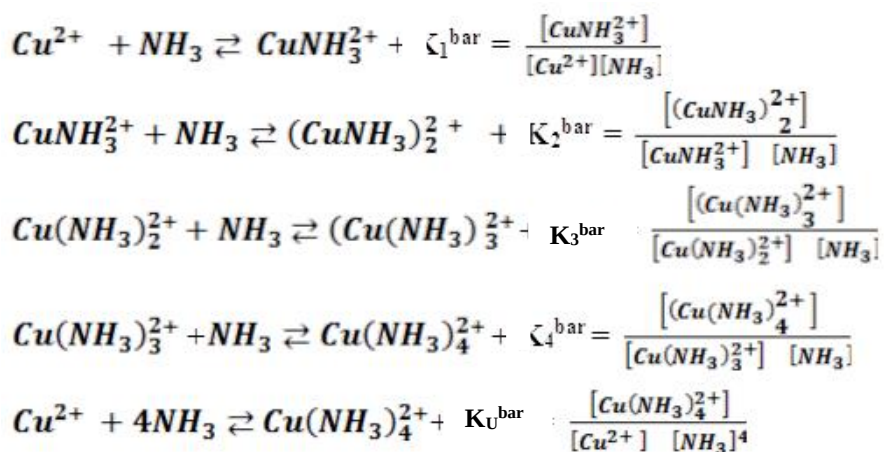
Ya'ni uning d qavatida 2 ta bo'sh orbital hosil bo'ladi. Ana shu bo'sh orbitalarning ammiakdagi azotning elektron juftlari bilan ta'sirlashishi ostida donor akseptorli bog' hosil bo'ladi.



Demak –kompleks birikmalarda markaziy atom bilan neytral ligandlar orasida kovalent bog‘ning bir turi hisoblangan donor- akseptorli bog‘lanish mavjud ekan. Bunda donor vazifasini ligand, akseptor vazifasini markaziy atom o‘taydi.

6.7 Kompleks birikmalarning barqarorligi

Tarkibida kompleks hosil qilishi mumkin bo‘lgan metall-ioni (masalan, Cu^{2+}) va ligand vazifasini o‘tay oladigan modda (masalan NH_3) saqlagan ikki eritma bosqichli komplekslanish asosida reaksiyaga kirishadi.



Bu bosqichlarda keltirilgan komplekslarning har biri o‘zaro kimyoviy muvozanat holatida bo‘ladi. Komplekslanishning har bir bosqichi hamda bu jarayon to‘liqligicha muvozanat doimiyliqi orqali ifodalanishi mumkin. Yuqoridagi tenglamalarda keltirilgan K_1^{bar} — K_4^{bar} — bosqichli barqarorlik doimiyliklari, K_u^{bar} esa umumiy barqarorlik doimiyliqi deb ataladi. O‘z navbatida K_u^{bar} bosqichli barqarorlik doimiyliklari bilan quyidagi bog‘liqlikka ega:

$$K_y^{\text{bar}} = k_1^{\text{bar}} \cdot K_2^{\text{bar}} \cdot K_3^{\text{bar}} \cdot K_4^{\text{bar}}$$

bar

Bosqichli barqarorlik doimiyliklarining ko'paytmalari ham barqarorlik (β) sifatida qaraladi va u har bir bosqichda hosil bo'lgan komplekslarning umumlashgan barqarorlik qiymatini belgilash imkoniyatini beradi:

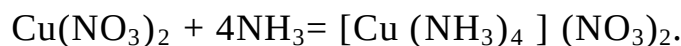
$$\beta_1 = K_1^{\text{bar}} = \frac{[CuNH_3^{2+}]}{[Cu^{2+}][NH_3]}$$

$$\beta_2 = K_1^{\text{bar}} \cdot K_2^{\text{bar}} = \frac{[CuNH_3^{2+}]}{[Cu^{2+}][NH_3]^2}$$

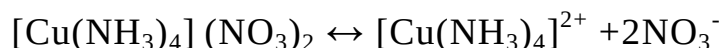
$$\beta_3 = K_1^{\text{bar}} \cdot K_2^{\text{bar}} \cdot K_3^{\text{bar}} = \frac{[Cu(NH_3)_3^{2+}]}{[Cu^{2+}][NH_3]^3}$$

$$K_u^{\text{bar}} = \beta_4 = K_1^{\text{bar}} \cdot K_2^{\text{bar}} \cdot K_3^{\text{bar}} \cdot K_4^{\text{bar}} = \frac{[Cu(NH_3)_4^{2+}]}{[Cu^{2+}][NH_3]^4}$$

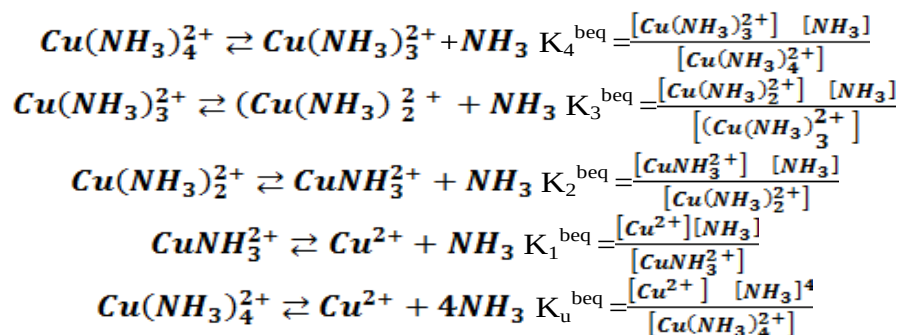
Yuqorida keltirilgan Cu^{2+} va NH_3 o'zaro ta'sirlashuvning molekulyar ko'rinishini quyidagi tenglama orqali ifodalash mumkin:



Bu kompleksning elektrolit dissotsilanishi bosqichma-bosqich boradi. Birinchi bosqichida u kuchli elektrolitlar singari (to'liq) dissotsilanadi:



Shundan so'ng kompleks ion dissotsilanishga uchraydi. Ammo uning dissotsilanishi kuchsiz elektrolitlar singari bo'lib, bosqichli ravishda amalga oshadi:



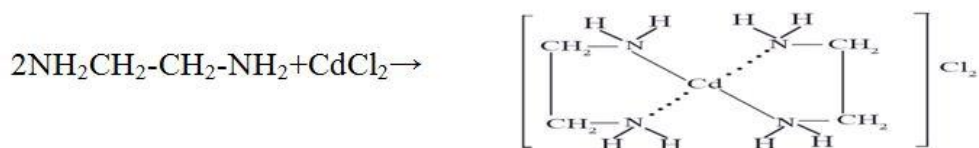
Bunday muvozanat holatlariga mos keladigan kattaliklar ($K_4^{\text{bek}} \text{---} K_1^{\text{bek}}$) bosqichli beqarorlik doimiyligi deb ataladi. Barqarorlik va beqarorlik doimiyligi o‘zaro quyidagi bog‘liqlikka ega:

$$K^{\text{bar}} = \frac{1}{K^{\text{beq}}} \text{ yoki } \beta = \frac{1}{K^{\text{beq}}}$$

6.8 Ichki kompleks birikmalar xelatlar

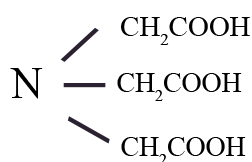
Markaziy atomi bir vaqtning o‘zida ligandning ikki va undan ortiq funksional guruxi bilan bog‘lanadigan kompleks birikmalar ichki kompleks birikmalar yoki xelatar deyiladi.

Masalan: ikki molekula etilendiaminni qadmiy tuzlari bilan ta’sirlanishi natijasida qo‘yidagicha ichki kompleks birikma, xelat hosil bo‘ladi:

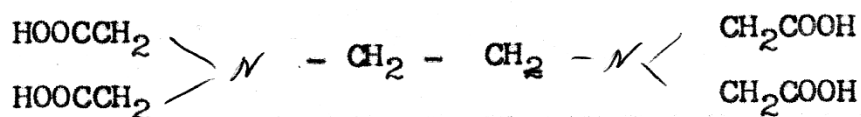


Ichki kompleks birikmalarning ligandlariga kompleksonlar deyiladi. Ko‘pchilik hollarda komplekson vazifasini aminopolikarbon kislotasi va uning hosilalari o‘ynaydi. Masalan: $\text{HN}_2\text{CH}_2\text{COOH}$

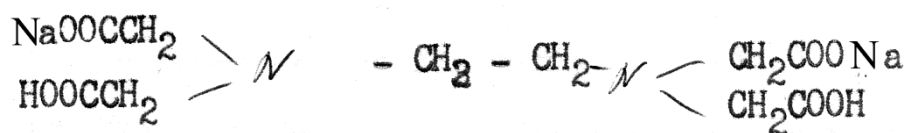
Nitril uch sirka kislotasi



Etilendiamintetrosirka kislotasi. (EDTSK)



EDTSK ko‘proq natriyli tuzi holida ishlatiladi, va trilon B nomi bilan yuritiladi.



Trilon B ko'pgina kationlar bilan turg'un komplekslar hosil qiladi va ko'pgina biotibbiyot ilmiy ishlarida keng ishlatiladi. Kompleksonlarni ishchi eritma sifatida ishlatishga asoslangan aniqlash usuliga kompleksometriya usuli deb aytiladi. Hozirgi vaktida 80 dan ortiq kimyoviy elementlarning kompleksometrik usul bilan aniqlash mumkin.

Tibbiyot va biologik ishlarda kompleksonlar va kompleksometriya usuli keng qo'llanilmoqda.

Masalan: Tirik a'zodagi Ca, Mg va boshqa mikroelementlarni aniqlash

- dorivor moddalarni taxlil qilishda
- suvni taxlil qilishda
- qonni saqlashda katalizator sifatida,
- odam a'zolariidan zaharli metallar ionlarini chiqarish uchun

6.9 Endogen komplekslanish jarayoni

Tirik organizmda saqlangan va biologik jarayonlarda ishtirok etuvchi metall ionlari (biometallar) va turli tabiatga ega bo'lgan ligandlar muttasil ravishda o'zaro ta'sirlashib, biokomplekslar hosil qiladi. Tirik organizmdagi komplekslanish jarayoni natijasida hosil bo'lgan mahsulotlar endogen komplekslar deb ataladi. Odam organizmidagi metall ionlarining aksariyat qismi barqarorligi nisbatan yuqori bo'lgan biokomplekslar hosil qila oladigan ligandlar (oqsillar, peptidlar, aminokislotalar va h. k.) bilan birikkan holda bo'ladi. Metall ionlarining organizmdagi miqdori qanchalik yuqori bo'lsa, ular shunchalik ko'p turdagi endogen komplekslar hosil qila olish imkoniyatiga ega bo'ladi (8.2-jadval). Metall saqlovchi endogen biokomplekslarning eng muxim vakillaridan biri fermentlardir. Ular metallga bog'liq bo'lgan faolliklarining o'zgarishiga qarab ikki asosiy sinfga

bo‘linadi.

1. Metall — ferment komplekslari — ular, tarkibidagi metall ioni tartib olinsa fermentning o‘ziga xos bo‘lgan faolligi kamayadi, ammo butunlay yo‘qolmaydi. Bunga misol tariqasida tarkibida Mg^{2+} , Mn^{2+} saqlagan aminoleysineptidazani, fosfatpiruvatgidrotazani (Mg^{2+} , Zn^{2+} , Fe^{2+} yoki Mn^{2+}) keltirish mumkin.

2. Chin metallenzimlar — ulardagi metall ionlari tartib olinsa ferment faolligi mutloq yo‘qoladi.

Bularga peroksidaza (Fe^{2+}), amilaza (Ca^{2+}), alkogoldehidrogenaza (Zn^{2+}) fermentlari misol bo‘la oladi.

8.2- jadval

Odam organizmidagi ba’zi biometallar miqdori na ularning metalloproteinli endogen komplekslarining soni

Biometall	Odam organizmida saqlanadigan miqdori, g/70 kg	Topilgan metalloproteinlar soni
Xrom	$1 \cdot 10^{-3}$	1
Vanadiy	$1 \cdot 10^{-3}$	2
Nikel	$1 \cdot 10^{-3}$	2
Kobalt	$5 \cdot 10^{-3}$	10
Marganets	$2 \cdot 10^{-2}$	12
Mis	0,1	30
Temir	3,0	70
Rux	2,3	110

Biometallarning fermentlar tarkibida endogen kompleks hosil qilish hisobiga bajaradigan vazifasi asosan quyidagilardan iborat:

– *katalitik jarayonlarni amalga oshirishda bevosita ishtirok etuvchi nooqsil tabiatli (koferment) faol markaz vazifasini bajaradi;*

–*apoferment (fermentning oqsil tabiatli tarkibiy qismi) konformatsiyasini katalitik jarayonni ta'minlab beradigan holatgacha o'zgartiradi;*

–*bevosita substrat (fermentativ o'zgarishga uchraydigan modda) bilan ta'sirlashib, uning reaksiya kobilyatini o'zgartiradi;*

–*kofermentning apofermentga birikishini ta'minlaydi yoki koferment faolligini oshiradi;*

–*ferment va substratning o'zaro bog'lanishini ta'minlovchi ko'priqchalar vazifasini bajaradi.*

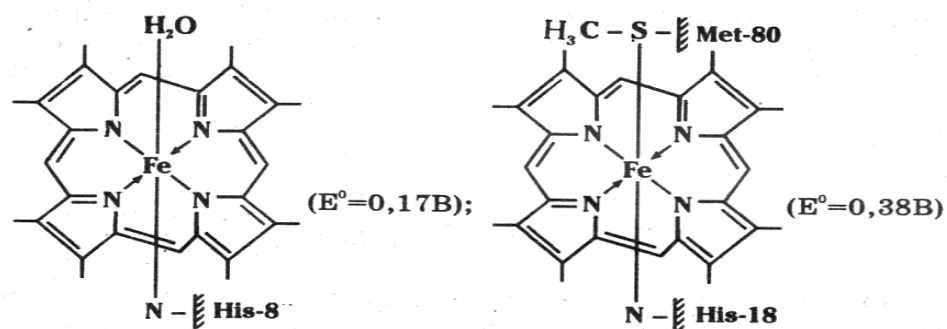
Shu bilan bir qatorda ferment bilan o'zaro bog'langan har qanday metall ioni faol markaz vazifasini bajaravermaydi. Masalan, alkogoldehidrogenaza tarkibida apoferment bilan birikishi jihatidan o'zaro farqli bo'lgan ikkita rux ionini tutgan metall-xelat markazlari mavjuddir. Shulardan birida apoferment to'rt dentatli ligand vazifasini bajaradi va *bu endogen kompleks markazi katalitik jihatidan nafaol bo'ladi*. Ikkinchi ruxli markazda esa oqsil uch dentat ligand ko'rinishida bo'ladi va undagi metall markazining to'rtinchi koordinatsion nuqtasi H_2O yoki OH^- guruxlari bilan egallangandir. Bu markaz katalitik faol bo'lib, undagi fermentativ jarayon suv yoki OH^- guruxini substrat tomonidan siqib chiqarish (ligand rakobati) hisobiga amalga oshadi:

Endogen komplekslar tarkibidagi biometallar ishtirok etadigan biokimyoviy jarayonlarning tabiati ko'p jihatdan o'zaro uzviy ravishda bog'lik bo'lgan quyidagi ikki asosiy mezon orqali belgilanadi:

– *metall bilan bevosita birikkan va apoferment dentatligini belgilaydigan funksional guruxlar tabiati (faol markaz tuzilishi);*

– *apoferment tuzilishidagi farqlar (ligand tabiati).*

Temirli endogen komplekslarga gemoglobin misol bo'la oladi:

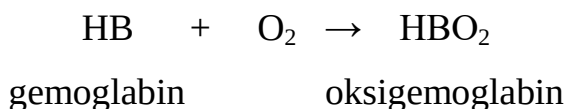


Kompleks hosil qiluvchi markaz vazifasini temir ionlari bajarishi hisobiga ular oksidlanish-qaytarilish jarayonlarida ishtirok etib, ma'lum bir E° qiymatga ega bo'ladi. Ularning faol markazlari tuzilishidagi qator o'xshashliklar (porfirin xalqasi borligi, temirning apoferment tarkibidagi gistidin aminokislota qoldig'i bilan birikkanligi) bilan bir katorida farqlar ham mavjuddir. Jumladan, gem tarkibidagi temirning koordinatsion nuqtalaridan birini H_2O molekulasiga egallagan bo'lib, gemoglobinning kislorod bilan birikishida (oksigemoglobin hosil bo'lishida) bu molekula ligand raqobatli natijasida kislorod molekulasiga almashinadi. Gemoglobindan farqli ravishda sitoxrom s dagi markaziy atomning oltita koordinatsion nuqtalari barqarorligi katta bo'lgan funksional guruxlar bilan bog'langandir. Shu sababli faol markaz substrat bilan bevosita ta'sirlanish imkoniyatiga ega bo'lmaydi va tirik organizmda oksidlanish-qaytarilish jarayonlarida (terminal oksidlanish) elektron tashuvchi vazifasini bajaradi. Demak fermentlarning metall saqlovchi faol markazlarining substratlar bilan ta'sirlashuvi ligand raqobati asosida sodir bo'ladi va bu jarayonning yo'nalishi barqarorlik doimiyligining qiymati bilan belgilanadi.

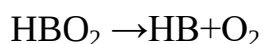
Bunga misol tariqasida odam organizmining is gazi bilan zaharlanishini keltirish mumkin. Is gazi gemdagi temirning oltinchi koordinatsion nuqtasini egallaydi va barqarorligi yuqori bo'lgani sababli u qonda saqlangan boshqa molekula yoki ionlar bilan almashinmaydi. Natijada gemoglobin kislorod tashish xususiyatini yo'qotadi, to'qimalarga kislorod etib bormaydi va organizm nobud bo'ladi. Gemoglobinning kislorod tashishi hamda is gazi bilan

zaxarlanishining soddalashtirilgan va barqarorlik doimiyliqi bilan bog'liq bo'lgan kimyoviy tenglamasini quyidagicha ko'rsatish mumkin:

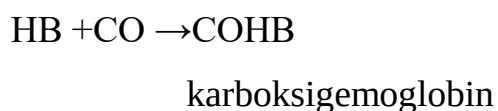
Agarda gemoglobinni HB bilan belgilasak, undan oksigemoglobin hosil bo'lishini quyidagicha ifodalashimiz mumkin.



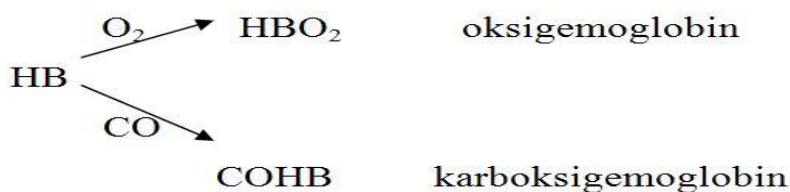
Bu reaksiyaga teskari jarayonni esa, ya'ni kislorodni a'zolariga tarqalishini quyidagicha yozsak bo'ladi.



Uglerod monoksidi (CO) qondagi gemoglobin bilan bog'lanib kompleks birikma karboksigemoglobin hosil qilish kobilyatiga ega. Bu reaksiyani quyidagicha yozishimiz mumkin:



Inson O₂ bilan birga CO bilan ham nafas olsa unda ikki xil birikma ya'ni oksigemoglobin va karboksigemoglobin hosil bo'ladi.



CO ni gemoglobin bilan bog'lanish kobilyati gemoglobinni kislorod bilan bog'lanish qobilyatidan 210 baravar katta bo'lganligi sababli birinchi navbatda karboksigemoglobin hosil bo'ladi. Shu sababli ozgina miqdordagi CO ham a'zolari kislorod bilan ta'minlovchi gemoglobinni faoligini yo'qotishi mumkin.

Masalan: Odam, tarkibida 0,1 % CO tutgan, havodan bir necha soat davomida nafas olish natijasida gemoglobinning 60%i karboksigemoglobinga aylanishi kuzatilgan.

Organizmida ma'lum jarayonlarni ta'minlab beruvchi fermentlar o'zaro faqat faol markazlari bilan emas, balki apoferment tarkibiga kiradigan

aminokislotalar tabiati (oksillarning birlamchi tuzilishi) bilan ham sezilarli darajada farqlanadi. Shuni ham aytib o'tish kerakki, apofermentning birlamchi tuzilishini har qanday o'zgarishi ularning fermentativ tabiatini keskin o'zgarishiga olib keladi. Bunday o'zgarishlarni turli gemoglobin molekulalarining apoferment qismlaridagi aminokislotalarning tarkibi va joylashuvining ketma-ketligi bilan bog'lik bo'lgan guruxlari misolida ko'rib chiqish mumkin.

Ayol xomilasining qonida gemoglobin F(HBF) saqlanib, uning kislorodga bo'lgan moyilligi (2,3- difosfoglitseratli sharoitda) juda katta bo'ladi. Shuning hisobiga xomila to'qimalari kislorodga nixoyatda boy bo'ladi. Xomila tug'ilgandan so'ng bir necha oy o'tgach HBF yo'qolib, u katta odam qonida bo'lgan HBA ga almashinadi. Bu ikki gemoglobin turi o'zaro apofermentlarning birlamchi tuzilishi bo'yicha farq qiladi.

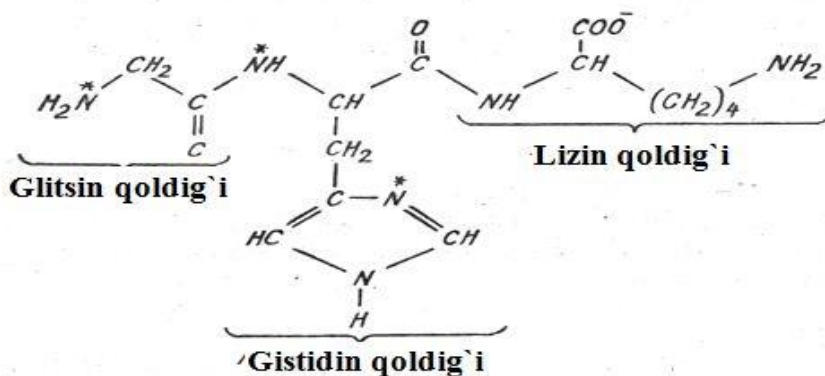
Negroid irqiga mansub bo'lgan odamlar qonida normal gemoglobindan (HBA) tashqari HBS ham uchraydi. Uning β -zanjiridagi oltinchi aminokislota o'rnida (normal gemoglobindan farqli ravishda) glutamin aminokislotasining koldig'i emas, balki valin qoldig'i joylashgan bo'ladi. Buning natijasida O_2 ning parsial bosim qiymati kichik bo'lganda eritrotsitlardagi HBS oson kristallanib, eritrotsitlar o'roq shakliga kiradi va gemolizlashadi. Shu sababli HBS bilan bog'liq bo'lgan kasallik *o'roqsimon hujayra anemiyasi* deb ataladi. Bu genetik kasallik bo'lib, bunday bemorlardan paydo bo'lgan farzandlarning qariyb 25% juda tez o'lib ketadi. O'z navbatida HBA dagi glutamin kislota qoldig'i (β —zanjirdagi) lizin aminokislotaga almashgan bo'lsa, HBS hosil bo'lishiga olib keladi. Shunisi qiziqki bunday o'zgarish HBS da kuzatilgan ko'ngilsiz oqibatlarga olib kelmaydi.

Anomal gemoglobinlarning bir turkumini HBM (metgemoglobin) oilasi tashkil etadi. Ularning kelib chiqish sababi apofermentning gem yaqinida joylashgan aminokislotalarning tabiatini o'zgarishidir. Masalan, HBM vakillaridan to'rttasida (α va β — zanjirlarida) gem bilan birikkan gistidin

aminokislota tirozin deb atalgan aminokislota qoldiqlariga almashingan bo'ladi. Buning natijasida ular tarkibida saqlangan temir ionlarining qariyb 50% qaytmas darajada oksidlangan (Fe^{3+}) holatda bo'ladi. Oqibatda qon qora tusga kiradi. To'qimalar kislorod bilan to'liq ta'minlanmaganligi sababli u erdagi qator biokimyoviy jarayonlarning borishi buziladi va turli kasalliklar kelib chiqadi.

Umuman olganda odam organizmida doimiy ravishda endogen komplekslar hosil bo'lishi va parchalanishi kuzatiladi. Bularga misol tariqasida organizmga ozuqa mahsulotlari bilan tushgan metall ionlarini o'zlashtirishni (biotransportni) keltirish mumkin. Masalan, rux ionlarining miqdorini tashqi muxitdan kirish hisobiga ortishi hujayra ichida maxsus metallotioninlar (ko'p miqdorda SH — guruxini saqlovchi oqsil moddalar) sintezlanishiga olib keladi. Ular Zn^{2+} —tionin endogen komplekslarni hosil qilishi tufayli Zn^{2+} — ionlarini hujayra devorlaridan ichki muhitga o'tkazib berishni ta'minlaydi. Shu bilan bir qatorda, bu jarayon metall raqobatli tabiatga ega bo'ladi. Jumladan, biomuhitda saqlangan Cd^{2+} yoki Mn^{2+} ionlarining miqdori ortsa, hujayraga Zn^{2+} — ionlarining tashib kiritilishi kamayadi. Ammo Co^{2+} va Cu^{2+} , Ni^{2+} ionlarining miqdori Zn^{2+} ga karaganda ~ 25 barobar ko'p bo'lsa ham ular bu ionning hujayra ichiga tashilishiga ta'sir etmaydi. Bu farqlar asosida Zn^{2+} ionlarining tioninli kompleks hosil qilish jarayoni metall raqobati asosida amalga oshib, bunda Zn^{2+} — tioninatlarning barqarorligi Cd^{2+} va Mn^{2+} — tioninatlariidan kam, Co^{2+} va Cu^{2+} Ni^{2+} tioninatlarnikidan esa yuqori ekanligini taxmin etish mumkin.

Biosistemalardagi endogen komplekslanish jarayonlari metall ionlarining zaxarliligini kamaytiradi. Masalan, qon zardobi tarkibida metall ionlarini tashuvchi vosita vazifasini bajaruvchi ligandlardan biri glitsil — gistidil — lizin uch peptid bo'lib hisoblanadi (metall ionlari bilan birikadigan funksional guruxlar yulduzcha bilan belgilangan):



Bu peptid Cu^{2+} , Zn^{2+} va Fe^{3+} ionlari bilan komplekslanib, ularning hujayraga notoksik (zararsiz) element sifatida kirishini ta'minlaydi. Bundan tashqari peptid albumin va α - globulin oqsillari tarkibiga kirib, ularni metall ionlari bilan kompleks hosil qilishiga yordam beradi.

Biologik sistemalar asosan to'rtta kimyoviy element ya'ni H, O, C va N dan tashkil topgandir. A'zolarning yashashi uchun zarur bo'lgan atomlarning ko'pchiligi shu to'rtta elementga to'g'ri keladi. Shunday bo'lsada biologik sistemalarni normal yashashi uchun ma'lum darajada boshqa elementlarning bo'lishi ham talab qilinadi. Bunday elementlarga asosan Ge, Si, Zn, Mn, Co, Mo ga o'xshash, o'zgaruvchan valentlikka ega bo'lgan metallar kiradi. Bu metallarning biologik sistemalardagi roli ularning har xil elektron donor guruxlar bilan kompleks birikma hosil qilishlariga asoslangandir. A'zolarda kataizatorlik vazifasini o'tovchi ko'pgina fermentlarning tarkibida ana shu metallar bordir.

Feramid preparati temir xloridning nikotin kislotaning amidi bilan hosil qilgan kompleksidir.

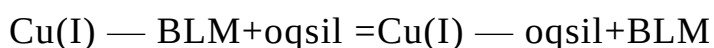


Tibbiyotda ishlatiladigan kompleks birikmalarning davolovchi xususiyatga ega ekanligi ularning organizmda qayta kompleks hosil qilishidir. Bu jarayon metall va ligand raqobati asosida boradi.

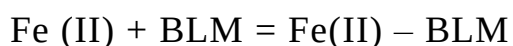
Turli saraton kasalliklarini davolashda belomitsits (BLM) antibiotigining misli kompleksidan foydalaniladi: Cu (II) — BLM. Bu kompleksning ta'sir mexanizmi quyidagilardan iborat.

1. Organizmga tushgan kompleks u erdagi sulfgidril guruxli (R—SH) moddalar bilan reaksiyaga kirishishi natijasida mis ioni bir valentlikgacha qaytariladi:

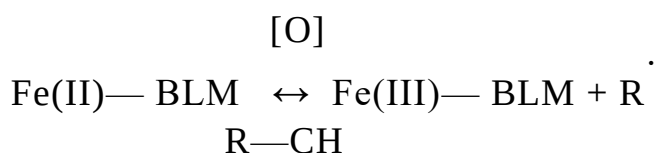
2. Hosil bo'lgan Cu(I)—BLM ning barqarorlik doimiysi kichik bo'lganligi uchun u oqsillar bilan reaksiyaga kirishadi. Natijada barqarorligi yuqori bo'lgan oqsilli kompleks hosil bo'ladi ;



3. Ajralib chiqqan BLM temir (II) — ioni bilan reaksiyaga kirishadi. Bunga sabab biomuxitlardagi Fe(II) ning miqdori mis miqdoridan - 25 marotaba ortiq bo'lishidadir:



4. Temirning BLM li kompleksi oksidlanib Fe(III) kompleksiga aylanadi. Bu esa radikal (R °) ajralib chiqishiga sabab bo'ladi:

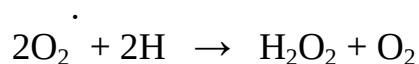


ko'p hollarda $[\text{O}] = \text{O}_2$.

Agar BLM konsentratsiyasi ~1,0 M bo'lsa, radikal sifatida OH⁻, O, O₂, Me bo'lsa, O₂ ajralib chiqadi. Bu radikallar o'z navbatida saraton hujayralaridagi DNK tuzilishini buzadi (bog'lar uzilishiga olib keladi). Natijada saraton hujayralari ko'payishdan to'xtaydi va nobud bo'ladi. Yuqoridagilar bilan bir qatorda hosil bo'lgan radikallar normal hujayra DNK siga ham salbiy ta'sir etadi. Bundan tashqari organizmga kirgan BLM biokimyoviy jarayonlar natijasida hosil bo'ladigan superoksid (O₂⁻) radikallarini qayta ishlaydigan (utilizatsiya kiladigan) va tarkibida Zn²⁺, Cu²⁺ yoki Mn²⁺ saqllovchi

superoksiddismutaza (COD) fermentlarining quyidagi jarayonning amalga oshirishdagi faolligining kamayishiga olib keladi.

COD+



Bunga sabab BLM ning COD faol metall saqlovchi markazlari bilan ta'sirlashuvi hisoblanadi. Bundan tashqari saraton kasalliklarida COD faolligi dastavval kamaygan bo'ladi. BLM esa bu faollikni yana ham kamaytirib yuboradi. Oqibatda organizmdagi $\text{O}_2^{\cdot}$ radikallar miqdori ortadi va ular organizmni zaharlaydi. Shu sababli BLM ning zararli ta'sirini kamaytirish va COD faolligini oshirish maqsadida bemorlarga Cu (II) — BLM bilan bir qatorda tarkibida metall saqlovchi hamda COD ta'siriga ega bo'lgan dorivor moddalar beriladi. Bunday moddalarga orgeteinni misol kilib keltirish mumkin. Uning tarkibi ~98%, Zn, Cu —COD dan iborat.

6.10 Xelatoterapiya asoslari

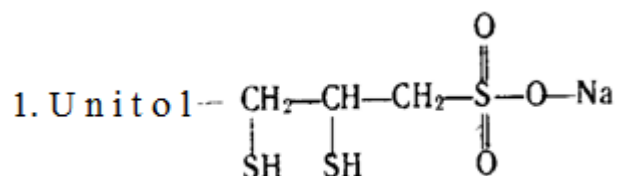
Tibbiyotning helatoterapiya usuli organizm og'ir metall ionlari bilan zaharlanganda ularni halqali (helatli) kompleksga bog'lab inson organizmidan chiqarib yuborishga asoslangan. Tirik organizmning metallar ta'sirida zaharlanishiga quyidagi omillar sabab bo'ladi.

1.Endogen komplekslanish omili.

Organizmga tushgan va uning zaharlanishiga sabab bo'ladigan metall ioni biologik faol moddalarning o'ziga xos tabiatini belgilovchi funksional guruhlar bilan barqaror komplekslar hosil qiladi. Natijada bu moddalar o'z faolligini kamaytiradi yoki mutloq yo'qotadi. Masalan, karboangidraza B fermentining faol markazi chuqur kovakcha tuzilishiga ega bo'lib, unda Zn^{2+} ionlari joylashadi. Bu ferment ishtirokidagi jarayon kovakchaga substrat (CO_2) molekulasi kirishi bilan amalga oshadi. Organizmga tashqi muhitdan kirgan simob miqdorining ortishi bu ferment faolligining kamayishiga olib keladi. Bunga Hg^{2+} ionlari katalitik

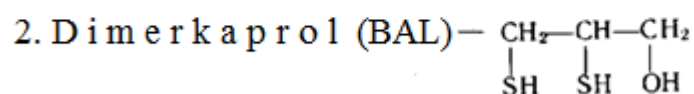
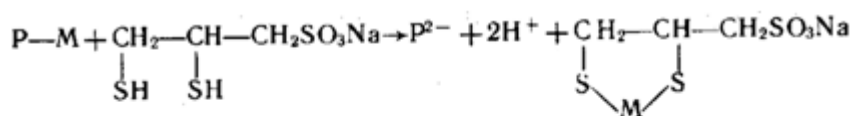
faol markazidan ancha narida joylashgan SH- guruhi bilan endogen kompleks hosil qilishidir. Natijada apofermentning konformatsiyasi (fazoviy tuzilishi) o'zgarib, substrat faol markazga kira olmaydi va demak ferment o'z faolligini yo'qotadi.

Tibbiyotda ishlatiladigan antidotlarga misol tariqasida quyidagilarni keltirish mumkin:



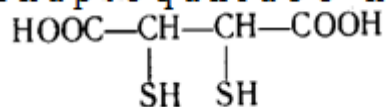
Bu antidot modda asosan margimush bilan zaharlanganda ishlatiladi. Qator hollarda og'ir metal ionlari bilan zaharlanganda (ayniqsa Hg^{2+}) ham bu antidotdan foydalaniladi.

Unitol metall ionlari bilan SH — guruhlarini hisobiga yuqori barqarorlikka ega bo'lgan besh a'zoli metallxelatlar hosil qilib, ularning zaharli ta'sirini kamaytiradi va organizmdan chiqarib yuboradi:



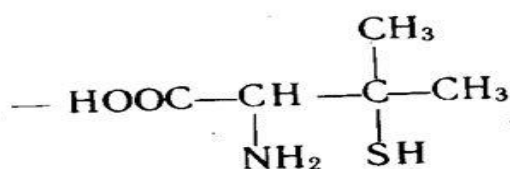
Unitol singari margimush va Hg, Cd, Au, Ti, Tl, Bi ionlari bilan zaharlanishda antidot sifatida ishlatiladi. Shu bilan birga simob tuzlari bilan zaharlanganda BAL dan ehtiyot bo'lib foydalanish zarur. Bunga sabab odam organizmi simobning organik moddalar bilan hosil qilgan birikmalari bilan zaharlanganda BAL ni qo'llash BAL — Hg birikmasining bosh miyada ko'plab yig'ilishiga olib kelishidir. Qo'rg'oshin bilan zaharlanishda BAL samarali natija bermaydi.

3 Dimerkaptoqahrabo kislatasi -



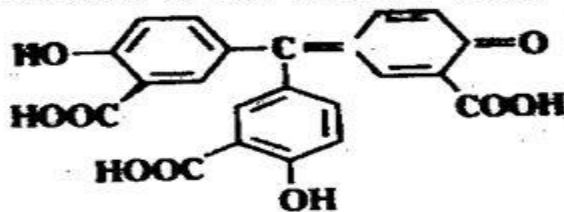
Bu antidot og'ir metall tuzlari (ayniqsa Hg^{2+}) bilan zaharlanganda ishlatiladi. Uning tarkibida xelat hosil qila oladigan to'rtta funksional guruh bo'lganligi sababli ular metal-ionlari bilan turlicha bog'lanadi: 2 ta SH — guruhlari orqali, COOH va SH — guruhlari yoki 4 tala funksional guruhlari orqali.

4. Penitsilamin



Uning tarkibidagi funksional guruhlari (NH_2 , COON, SH) metall ionlari bilan barqarorligi yuqori bo'lgan komplekslar hosil qiladi. Shuning hisobiga penitsilamin qator og'ir metall ionlarini (Hg^{2+} , Pb^{2+} , Cd^{2+} va boshqalar) organizmdan chiqarib yuborishda ishlatiladi. Bundan tashqari, bu antidot Cu^{2+} ionlari bilan komplekslashib, Konovalov — Vilson kasalligining xavfli asoratlarning oldini oladi. Bunga sabab Cu — penitsilamin kompleksining siydik orqali chiqib ketishi natijasida misning organizmdagi miqdorining kamayishidir.

5. Aurinuchkarbon kislotasi

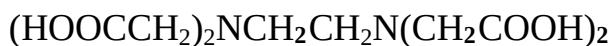


Bu antidotning ikkinchi nomi «alyuminon» bo'lib, undagi OH va COOH — guruhlari besh a'zoli metall — xelatlar hosil qilish imkoniyatiga ega. Bu antidot Be^{2+} va Al^{3+} ionlari bilan zaharlanganda qo'llanilib, yog'larda eriydigan

komplekslar hosil qiladi va shu orqali zaharli metall ionlarini hujayra ichki suyuqligidan olib chiqib ketadi.

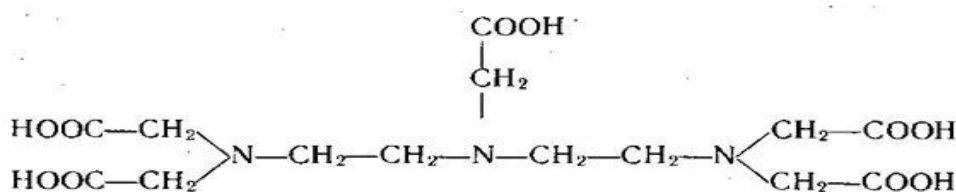
Etilendiamintetraatsetat

(EDTA)



Eng ko‘p ishlatiladigan antidotdir. Bevosita EDTA ning qo‘llanilishi organizmdan ko‘plab Ca^{2+} ionlarining chiqib ketishiga olib keladi. Shu boisdan tibbiyotda uning Ca^{2+} li tuzi (kalsiy tetatsin) dan foydalaniladi. Ammo u Hg^{2+} bilan zaharlanganda samarasizdir.

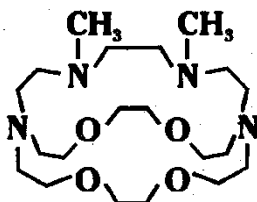
7. P e n t a t s i l (dietilentriaminpentaatsetat, DTPA) -



Bu antidot EDTA singari ko‘pgina og‘ir metallarni o‘zi bilan bog‘lay oladi. Ayniqsa DTPA Pb^{2+} va Cd^{2+} bilan zaharlanganda ko‘p ishlatiladi.

Qator hollarda organizmda yig‘ilib qolgan og‘ir metallarni tashqi muhitga chiqarib yuborish uchun makrotsiklik ligandlar, ayniqsa kriptandlardan keng foydalaniladi. Bu tur antidotlarning afzalligi ularning faqat ma‘lum tur metallarni (ularning ion-radiusi, funksional guruhlariga bo‘lgan moyilligiga qarab) selektiv (tanlangan) holda bog‘lashidir.

Masalan, tuzilishi quyidagicha bo‘lgan kriptand



biologik sistemalarda hayotiy ahamiyatga ega bo‘lgan Zn^{2+} va Ca^{2+} ionlari bilan mutloq bog‘lanmaydi. Ammo zaharli Cd^{2+} ionlari bilan juda barqaror bog‘lanib, ularni organizmdan olib chiqib ketadi.

Tibbiyotda zaharli metallarni organizmdan chiqarib yuborishda bir vaqtda bir necha antidotlardan foydalanish ham mumkin. Bunda ularning xossalari sinergistik effekt hisobiga kuchayib, bemorlarni davolash jarayoni ancha tezlashadi. Masalan, Hg^{2+} tuzlari bilan zaharlanishda unitiol va dimerkaptoqaxrabo kislotalarini qo'llash bemorlarning umumiy holatining (ularni alohida-alohida qo'llanishiga qaraganda) tez orada tuzalishiga, asteniya va vegetativ o'zgarishlarning yo'qolishiga olib keladi.

Antidotlarning sinergistik effektlari asosan quyidagilarga bog'liq.

1. Toksik metal ionlari va antidotlarning ta'sirlashuvi natijasida aralash ligandli komplekslar hosil bo'lib, metallning organizmdan chiqib ketishi tezlashadi, miqdori esa ortadi.

2. Antidotlar metall ionlari bilan bog'lanib, ularni organizmdan chiqarib yuborish jarayonlarining ma'lum bosqichlaridagina kompleks hosil qiladi. Natijada bu jarayon tezlashadi.

Antidotlarni noto'g'ri tanlash yoki me'yoridan ortiq qo'llash qator ko'ngilsiz oqibatlarga olib keladi. Masalan, Hg^{2+} ionlari bilan zaharlanganda EDTA ni qo'llash samarasizdir, chunki zaharli metall ioni saqlanib qolib, shu bilan bir qatorda EDTA organizmdagi biogen elementlar bilan kompleks hosil qilib ularni organizmdan chiqarib yuboradi. Oqibatda simobning zaharli ta'siri kuchayishi bilan birga biogen elementlar etishmovchiligi oqibatida kelib chiqadigan kasalliklar shakllanadi. Biogen elementlarning tanqisligi natijasida hosil bo'ladigan kasalliklar to'g'ri tanlangan, ammo me'yoridan ortiq miqdordagi antidotlardan foydalanish natijasida ham kelib chiqadi. Jumladan bemorlarga ortiqcha miqdordagi $CaNa_2EDTA$ (EDTA ning kalsiy natriyli tuzi) berilishi siydik tarkibida ajralib chiqayotgan temir miqdorining 13— 30 marotaba, axlat bilan ajralib chiqayotgan misning miqdorining esa 2 barobar ortishiga olib keladi. Buning natijasida mis va temir yetishmovchilik holatidagi kasalliklar kelib chiqadi.

XII-bob

ELEKTRKIMYO

Elektrkimyo - fizikaviy kimyoning bir qismi bo'lib, kimyoviy va elektr energiya turlarini bir biriga o'tishi qonun-qoidalarini o'rganadi. Elektr toki ta'sirida boradigan kimyoviy reaksiyalar - elektroliz deyiladi va unda elektr energiya kimyoviy reaksiya energiyasiga o'tadi. Kimyoviy reaksiya energiyasini elektr energiyaga o'tishiga misol qilib galvanik elementlarda boradigan jarayonni ko'rish mumkin. Bu jarayonlar elektrolit eritmaları va suyuqlanmalarida borib, ionlar xolati bilan bog'liq bo'ladi. Shuning uchun elektrkimyoda elektrolitlar eritmalarining xossalari, ionli muvozanatlar va elektrodlardagi jarayonlar o'rganiladi. Elektr tokini o'tkazuvchi jism o'tkazgich deb nomlanadi. o'tkazgichlar 2 turga bo'linadi: 1- chi tur o'tkazgichlar deb elektr toki faqat erkin elektronlar harakati tufayli vujudga keladigan o'tkazgichlarga aytiladi. Ularga misol qilib metallar, metall qotishmalari, ko'mir, grafit va b. olish mumkin. Bunday moddalardan elektr tokining o'tishi xech qanday kimyoviy o'zgarishsiz, tegishli jismni qizishiga olib keladi.

Elektr tokining o'tishi moddalarda kimyoviy o'zgarishlar sodir qilsa bunday moddalar 2- chi tur o'tkazgichlar yoki elektrolitlar deyiladi. Elektrolitlarga - tuz, kislota, asoslarning suvli erimtmaları, metallarning eruvchan oksidlari misol bo'la oladi. Eritmalarda elektr tokini musbat va manfiy zaryadlangan ionlar tashiydi.

Odam organizmida sodir bo'ladigan elektrokimyoviy hodisalar juda qiziqarli va hali etarlicha tekshirilmagan soha hisoblanadi. Ma'lumki, skelet mushaklarining harakatlari, yurak qisqarishlari, markaziy nerv sistemasi hujayralarining qo'zg'alishi va tormozlanishi, impulslarning nervlar bo'ylab tarqalishida elektr hodisalari yuz beradi. Elektr potenciallari, «tok ta'siri» paydo bo'ladi, ularni maxsus asboblardan topish va o'lchash mumkin. Yurak, bosh miya va skelet mushaklarining ba'zi kasalliklarini diagnostika qilish maqsadida

bu toklarni o'ldirib, yozib oladigan asboblari — elektrokardiograflar, elektroensefalograflar va elektromiograflar keng qo'llaniladi.

Biologik to'qimalar va suyuqliklarda ko'p miqdorda elektrolitlar bo'lib, ular elektr tokini ancha yaxshi o'tkazadi. Demak ular 2-tur o'tkazgich bo'lib elektr tokini zaryadlangan zarrachalar hisobiga o'tkazar ekan. Shunga asoslangan holda fizioterapiyada ionoforez, ya'ni dorilarni ionlar holida, teri va shilliq pardalar ustiga tegishli elektrodlar qo'yib berish muvaffaqiyat bilan qo'llaniladi.

7.1 Elektr o'tkazuvchanlik.

O'tkazgichning elektr tokini o'tkazish qobiliyati elektr o'tkazuvchanlik kattaligi bilan baholanadi. Elektro'tkazuvchanlik deb, moddalarning elektr tokini o'tkazish qobiliyatiga aytiladi. Elektro'tkazuvchanlik, L - tok o'tkazgich qarshiligining teskari ifodasidir:

$$L = \frac{1}{R}; \text{om}^{-1} \text{ (yoki Sm – simens)}$$

Ikkinchi tur o'tkazgichlari (elektrolitlarning eritmaları va qotishmalari) da elektr toki ionlar orqali uzatiladi.

Eritmalardagi ionlarning harakat tezligi metallardagi elektronlarning harakat tezligiga qaraganda kam, shu sababli masalan, mis va kumushning elektro'tkazuvchanligi eritmaların elektro'tkazuvchanligidan taxminan 1000 000 marta ko'p bo'lishi ajablanarli hol emas.

Eritmalarda solishtirma va molyar elektro'tkazuvchanlik tafovut qilinadi.

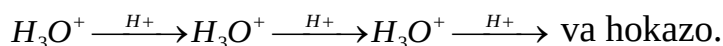
Ionlarning harakat tezligi. Eritma cheksiz suyultirilganda gazda va doimiy temperaturada ionlarning absolyut harakat tezligi har bir ionning o'ziga xos xususiyatidir. U ion zaryaining katta-kichikligiga, gidratlanish darajasiga, erituvchining xossalriga va hokazolarga qarab aniqlanadi. Shu bilan bir vaqtda eritma cheksiz suyultirilganda ionlar harakatini susaytiruvchi o'zaro ta'sir bo'lmaydi.

Ionlarning gidratlanishi muhim ahamiyatga ega: masalan, Li^+ ioni K^+ ioniga qaraganda kichik, shuning uchun suvsiz muxitda Li^+ ioni tezroq harakat qiladi.

Suvda Li^+ ioni K^+ ioniga qaraganda ko‘proq gidratlangani uchun sekinroq harakat qiladi. Buning sababi shuki, bir xil valentlikka (va, demak, bir xil zaryadga) ega bo‘lgan ionlarda atomlar radiusi kattalashgan sari zaryadlar zichligi kamayib, gidratlanish darajasini pasaytiradi va harakatchanligi ortadi. Temperatura oshib borgan sari ionlarning gidratlanishi kamayadi va ularning harakat tezligi oshadi.

Ko‘p zaryadli ionlarda bir zaryadlilarga qaraganda elektr zaryadi ko‘p bo‘ladi. Lekin ularning gidrat pardasi katta bo‘lgani uchun sekin harakat qiladi. Shuning uchun masalan, Ba^{2+} va Mg^{2+} ionlari kuchli gidratlangan Na^+ ionidan tezroq harakat qilsa ham, K^+ ionidan sekin harakat qiladi. Bir xil zaryadli ionlarning katta kichikligi va gidratlanishi turlicha bo‘lgani uchun harakat tezligi bilan farq qiladi.

H^+ va OH^- ionlarining harakat tezligi juda katta bo‘ladi. Ba’zi olimlarning e’tirof etishlaricha bu proton va gidroksillarning eritmada maxsus estafeta usulida harakat qilishidir. Bunda proton va gidroksillar tegishli elektrodga butun eritma bo‘ylab uzluksiz harakat qilmasdan, balki suvning bir molekulasidan ikkinchisiga (aniqrog‘i gidroksoniyadan), sakrab o‘tadi:



K^+ va Cl^- ionlari ancha yuqori tezlik bilan va eng muhimi, deyarli bir xil tezlik bilan harakat qiladi. Qizig‘i shundaki, to‘qima suyuqliqlari yuqori elektr o‘tkazuvchanlik xususiyatiga ega, masalan, elektrolitlar hujayra suyuqligining elektr o‘tkazuvchanligi 0,1-0,4% li KCl eritmasining elektr o‘tkazuvchanligiga mos keladi.

Solishtirma elektro‘tkazuvchanlik. Ma’lumki, o‘tkazgichning qarshiligi uning uzunligi l ga to‘g‘ri proporsional va ko‘ndalang kesimining yuzasi S ga teskari proporsionaldir

$$R = \rho \frac{l}{S}; \text{Om}$$

bu erda ρ - o‘tkazgich moddasining tabiatiga bog‘liq bo‘lgan solishtirma qarshilik.

R ning bu qiymati yuqoridagi tenglamaga qo'ysak quyidagi tenglamani hosil qilamiz

$$L = \frac{1}{\rho} \frac{S}{l} ; \text{Om}^{-1}$$

Solishtirma qarshilikka teskari proporsional bo'lgan $\frac{1}{\rho}$ qiymatni solishtirma elektr o'tkazuvchanlik deyiladi va χ bilan belgilanadi. Shunday qilib,

$$L = \alpha \cdot \frac{S}{l} ; \text{Om}^{-1}$$

Ikkinchi turdagi o'tkazgichlar uchun qo'llaniladigan tenglamalardan S elektrodlar satxni l esa elektrodlar orasidagi masofani ifodalaydi.

Elektrolit eritmasi uchun solishtirma elektr o'tkazuvchanlik deb 1 sm² yuzali, oralaridagi masofa 1 sm bo'lgan, ikki parallel elektrod o'rtasiga joylashtirilgan 1 sm³ elektrolit eritmasining elektr o'tkazuvchanligiga aytiladi.

Elektrolit eritmasidagi solishtirma elektr o'tkazuvchanlik qiymati ionlarning harakat tezligi va hajm birligidagi eritmadagi ionlar miqdori bilan bog'liq. Ionlarning harakat tezligi gidratlangan ionlarning katta-kichikligiga, eritmaning yopishqoqligi va zarrachalarning gidratlanishini o'zgartiradigan temperaturaga, ionlar zaryadining katta kichikligiga va elektrolitning konsentratsiyasiga bog'liq. Ionlar soni esa elektrolitning konsentratsiyasi, dissotsiatsiya darajasiga bog'liq bo'ladi. Elektrolit dissotsiatsiyaning o'zi ham temperatura va konsentratsiyaga bog'liqdir.

Temperaturaning ta'siri ancha muhimdir. Uning bir gradusga oshishi ionlar harakatini taxminan 1,5-2,7 marotaba tezlashtiradi. Masalan 0,1 M li KCl eritmasining 30°C dagi solishtirma elektr o'tkazuvchanligi 0°C dagiga qaraganda ikki barobar ortiq. Eritma konsentratsiyasini o'zgarishi solishtirma elektr o'tkazuvchanlikka ham ta'sir etadi. Konsentrlangan eritmalarini suyultirish ionlarning o'zaro ta'sirini kamayishi (kuchli elektrolitlarda) hisobiga yoki dissotsilanish darajasining birdaniga ko'payishi hisobiga (kuchsiz

elektrolitlarda) solishtirma elektr o'tkazuvchanlikni avval oshirishga keyin esa uni asta-sekin kamaytirishga olib keladi.

Molyar elektr o'tkazuvchanlik. Elektrolitlar eritmalarida elektro'tkazuvchanlik eritma konsentratsiyasiga bog'liq ekan, elektro'tkazuvchanlikni ifodalashning yana bir turini - *molyar (ekvivalent) elektr o'tkazuvchanlik* tushunchasini kiritish lozim. *Molyar elektr o'tkazuvchanlik deb, bir-biridan 1 sm masofada o'rnatilgan, ikki parallel platina elektrod orasiga joylashtirilgan, bir mol-ekvivalent elektrolit tutgan eritmaning elektr o'tkazuvchanligiga aytiladi va λ (lyambda) bilan belgilanadi.* Molyar elektr o'tkazuvchanlik solishtirma elektr o'tkazuvchanlikni, hajmi sm^3 ifodalangan eritmaning suyultirilganligining ko'paytmasiga teng

$$\lambda = \alpha \cdot \frac{1000}{C_N}; \text{Om}^{-1} \cdot \text{sm}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

Solishtirma elektr o'tkazuvchanlik qanday omillarga bog'liq bo'lsa, molyar elektra o'tkazuvchanlik ham xuddi shunday omillarga bog'liqdir. Solishtirma elektr o'tkazuvchanlik uchun tekshirilayotgan eritmaning hajmi doimiy (1sm^3) bo'lsa, ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik uchun esa har qanday hajmda bo'lishi mumkin.

Elektr o'tkazuvchanlik elektrolit eritmasidagi hamma ionlar hissasining yig'indisidir. Eritmadagi elektr toki ionlarimng elektrodلarga tomon harakatlanish tezligiga bog'liq bo'ladi. Ionlarning harakatchanligi ularning tabiatiga, erituvchi tabiatiga, harorat va erigan modda konsentratsiyasiga bog'liq. Ionlarning harakatlanish tezligi, shuningdek elektrodلardagi kuchlanishlar farqiga bog'liq ravishda ham o'zgaradi. *Qralaridagi masofa 1 m, kuchlanishlar farqi 1 V bo'lgan 2 ta elektrodلar orasida harakatlanayotgan ionlarning metr/soniyalar hisobidagi tezligi ionlarning absolut tezligi deyiladi.* Vodorod va gidroksid ionlari katta tezlikda harakatlanuvchi ionlar hisoblanadi. Bu kuchli kislota va asoslar eritma larining elektr o'tkazuvchanligi tuzlar erilmalariniug elektr o'tkazuvchanligidan yuqori ekanligini tushuntiradi. Kationlar absolut

tezligini V_k va anionlar absolut tezligini V_a bilan belgilasak, solishtirma tezlik quyidagiga teng bo'ladi:

$$n_a = \frac{V_a}{V_k + V_a}; \quad n_k = \frac{V_k}{V_k + V_a}$$

n_k va n_a lar **tashish soni** deyiladi. Absolut tezliklar V_k va V_a o'rniga ularga mutanosib kattalik bo'lgan ionlar harakatchanligidan foydalanish qulay:

$$l_k = F \cdot V_k; \quad l_a = F \cdot V_a$$

bu yerda: F — Faradey soni

Kuchsiz va kuchli elektrolitlarning ekvivalent elektr o'tkazuvchanligi suyultirilgan sari oshib boradi; cheksiz suyultirilganda kuchli elektrolitlar eritmasida ionlarning o'rtasida o'zaro ta'sir bo'lmaydi, kuchsiz elektrolitlar eritmasida esa ionlanish darajasi birga teng bo'ladi, molyr elektr o'tkazuvchanlik maksimal qiymatga etadi. Bunday suyultirishda molyr elektr o'tkazuvchanlik ionlarning harakat tezligiga bog'liq bo'ladi xolos.

Kolraush aniqlab berishicha, cheksiz suyultirilganda kation va anionlar bir-biriga bog'liq bo'lmagan holda elektr o'tkazadi, chunki bu sharoitlarda ionlar o'rtasidagi o'zaro ta'sir deyarli bo'lmaydi. Bu holda eritmaning molyr elektr o'tkazuvchanligi kation va anionlarning elektr o'tkazuvchanliklarining yig'indisiga teng bo'ladi (Kolraush qonuni).

$$\lambda_{\infty} = l_k + l_a$$

l_k va l_a qiymatlar kation bilan anionning harakatchanligi deyiladi

Molyr elektr o'tkazuvchanlik qiymatidan foydalanib kuchsiz elektrolitlarning dissotsilanish darajasini hisoblab chiqish mumkin.

Kuchsiz elektrolitlar suyultirilganda ularning dissotsiya darajasi α ortib, ionlar soni ko'payib boradi; shunga proporsional ravishda molyar elektr o'tkazuvchanlik ham oshib borib, elektrolit molekulalarining barchasi dissotsilanganda (ya'ni cheksiz suyultirilganda), maksimal qiymatga (λ_{∞}) etadi.

Shunday qilib, molyar elektr o'tkazuvchanlik λ_{∞} elektrolitning dissotsiatsiya darajasiga proporsionaldir

$$\lambda = k \cdot \alpha$$

To'liq dissotsilanishda $\alpha=1$, bir tarafdin, elektro'tkazuvchanlik maksimal qiymatiga yetadi, ya'ni $\lambda = \lambda_{\infty}$, ikkinchi tarafdin $\alpha=1$ bo'lganda $\lambda=k$ bo'ladi, u holda $k = \lambda_{\infty}$ ekan. Bu qiymatni yuqoridagi tenglamaga qo'ysak: $\lambda = \lambda_{\infty} \cdot \alpha$ bo'ladi, bundan elektrolitning dissotsiatsiya darajasi ana shu suyultirishda quyidagiga teng bo'ladi:

$$\alpha = \frac{\lambda}{\lambda_{\infty}}$$

bu erda: λ - ana shu suyultirilgandagi molyar elektro'tkazuvchanlik;

λ_{∞} - cheksiz suyultirilgandagi molyar elektro'tkazuvchanlik

Amalda λ_{∞} ma'lumot beradigan jadvallardan olingan onlar harakatchanligidan Kolraush qonuni asosida hisoblanadi, λ esa tajribada topiladi. Dissotsilanish darajasi α ning qiymati suyultirish qonuni tenglamasiga

$$K = \frac{a^2}{1-a} \cdot c$$

qo'yib, kuchsiz elektrolitlarning dissotsilanish doimiysini ham hisoblab chiqish mumkin:

$$\alpha = \frac{\lambda}{\lambda_{\infty}} \quad \text{bo'lgani uchun} \quad K = \frac{\lambda^2}{\lambda_{\infty}(\lambda_{\infty} - \lambda)} \cdot c$$

Bu tenglama elektr o'tkazuvchanliklarning topilgan qiymatidan bevosita K ni aniqlashga imkon beradi.

Kuchsiz elektrolitlar suyultirilganda dissotsiatsiya darajasi α oshadi, dissotsilanish konstantasi K esa o'zgarmaydi.

Eritmalarning ion kuchlari ko'paygan sari ionlar orasidagi o'zaro ta'sir ionlar harakatini yana ham sekinlashtiradi.

Kuchli elektrolitlarning berilgan va cheksiz suyultirilgandagi elektr o'tkazuvchanliklarining nisbati T_{λ} — *elektr o'tkazuvchanlik koeffitsienti* bilan

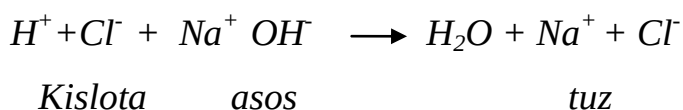
ifodalanadi. Bu molyar elektroʻtkazuvchanlik λ_v ning haqiqiy qiymati nazariy hisoblangandan necha marta kam ekanligini koʻrsatadi.

$$T_{\lambda} = \frac{\lambda_v}{\lambda_{Nazariy}}$$

7.2 Konduktometriya

Eritmalarning elektroʻtkazuvchanligini oʻlchab biron-bir fizik-kimyoviy kattalikni aniqlash konduktometriya usuli deb ataladi. Konduktometriyadan dissotsiatsiya darajasi va konstantasini aniqlash uchungina emas, balki eritmalaridagi elektrolitlarning konsentratsiyasini, ularning eruvchanligini; kislotalarning asosligini aniqlash uchun ham foydalaniladi. Konduktometrik titrlash usuli katta amaliy ahamiyatga ega.

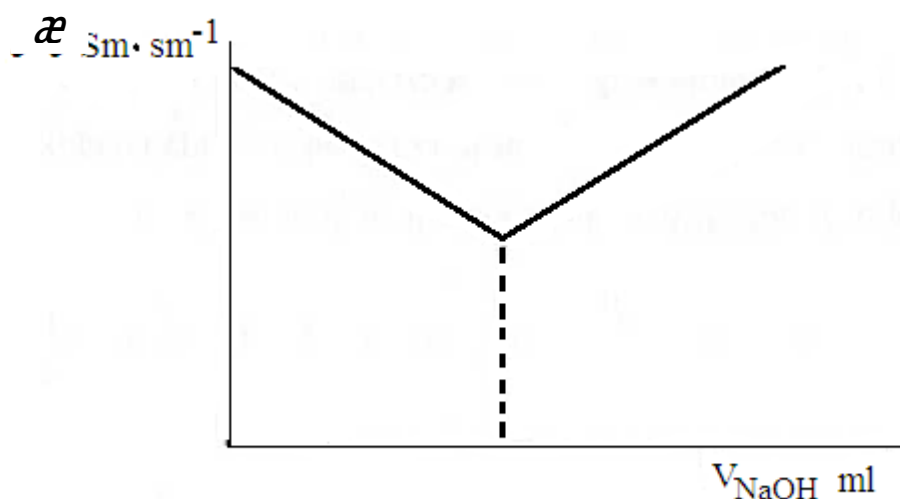
Konduktometrik titrlash usuli indikatorlarni qoʻllanib boʻlmaydigan loyqa yoki rangli eritmalarini tekshirishda katta ahamiyatga ega. Bu usul kislota (yoki asos) lar eritmalarida yaxshi elektr oʻtkazuvchanlikka sabab boʻladigan juda harakatchan H^+ (yoki OH^-) ionlarining ishtirok etishiga asoslangan. Titrlashda neytrallanish reaksiyasi roʻy beradi va bu ionlar oʻrniga eritmada bir qadar kam harakatchanlikka ega boʻlgan tuz ionlari toʻplanadi.



Kislota (yoki asos) ekvivalent miqdordagi asos (yoki kislota) bilan toʻliq neytrallangan paytda eritmaning elektr oʻtkazuvchanligi minimal boʻladi. Ortiqcha qoʻshilgan asos (yoki kislota) yana harakatchanligi yuqori boʻlgan OH^- (yoki H^+) ioilarini hosil qiladi va elektroʻtkazuvchanlik qaytadan keskin ortib boradi. 6.1-rasmda kuchli kislota bilan kuchli asos bilan konduktometrik titrlash egri chizigʻi keltirilgan.

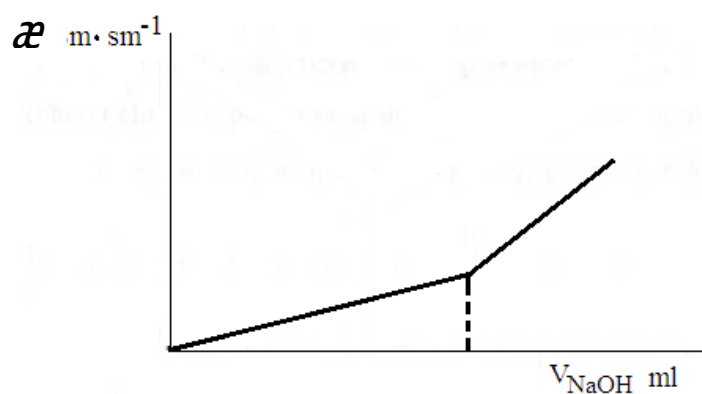
Titrlash egri chizigʻini chizish uchun abssissa oʻqiga ishchi eritma hajmining oʻzgarishi va ordinatalar oʻqiga eritmaning solishtirma elektr oʻtkazuvchanligini ishchi eritma hajmi ortib borishiga mos ravishda oʻzgarish qiymati qoʻyiladi. Toza bir xil elektrolit tutgan eritmalarining titrlash egri chizigʻida 1 marta sinish

kuzatiladi. Eritmada bir necha xil elektrolit bo'lsa yoki bosqichli reaksiyaga kirishuvchi moddalar bo'lsa, titrlash egri chizig'ida mos ravishda ikki va undan ortiq sinish kuzatiladi. Bu usulda ekvivalent nuqta grafik usulda yoki nazariy hisoblab aniqlanadi. Titrlash paytida eritmaning elektr o'tkazuvchanligi turli sabablar- ga ko'ra o'zgaradi. Masalan, kuchli kislotani kuchli asos bilan titrlashda juda harakatchan vodorod ionlari o'rniga kamroq harakatchan metall ionlari keladi, shuning uchun elektr o'tkazuvchanlik minimal qiymatgacha kamayadi (bu ekvivalent nuqtaga to'g'ri keladi), titrlash davom ettirilishi bilan metall ionlarining soni ortadi, ayniqsa, ortiqcha OH^- ionlar paydo bo'lishi bilan elektro'tkazuvchanlik keskin ortadi:



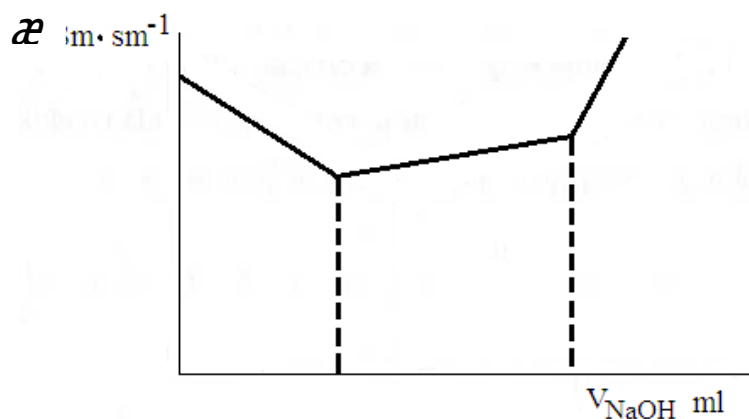
7.1 a Kuchli kislotani kuchli asos bilan titrlash egri chizig'i

Kuchsiz kislotani kuchli asos bilan titrlashda eritmaning elektr o'tkazuvchanligi ionlar konsentratsiyasi ortishi hisobiga ortadi, chunki kuchsiz ionlanuvchi kislota o'rniga yaxshi ionlanuvchi tuz hosil bo'ladi. Sekin ortib kelayotgan elektr o'tkazuvchanlik ekvivalent nuqtadan keyin ortiqcha OH^- ionlari hisobiga keskin ortib ketadi:



7.2 b Kuchsiz kislalani kuchli asos bilan titriash egri chizig'i

Kuchli va kuchsiz kislotalar aralashmasini titrlashda esa, avval kuchli kislota neytralanib, so'ngra kuchsiz kislota neytrallanadi. Shuning uchun ham elektr o'tkazuvchanlik kuchli kislota ning ekvivalent miqtasigacha kamayadi, so'ngra sekin-asta ortib borib, kuchsiz kislota ekvivalent nuqtasidan keyin keskin ko'tarilib ketadi:



7.3 v Kuchli va kuchsiz kislotalar aralashmasini kuchli asos bilan titrlash egri chizig'i

Elektr o'tkazuvchanlikni biologik ahamiyati. Konduktometrik tahlil usullari organizmning klinik holatini tezkor usul bilan baholashda yaxshi samara beradi. Turli to'qima va biologik suyuqliklarning elektro'tkazuvchanligi turlicha.

Orqa miya suyuqligi, limfa, o't (safro), qonning elektr o'tkazuvchanligi juda yuqori; mushak, teri osti kletchatkasi, bosh miyaning kul rang moddasi ham elektr tokini yaxshi o'tkazadi. O'pka, yurak, jigar elektr tokini birmuncha kam

o'tkazadi. Yog', nerv, suyak, asab to'qimalaridan tok juda kam o'tadi. Teri (shox qavati) elektr tokini hammadan kam o'tkazadi. Quruq epidermis elektr tokini deyarli o'tkazmaydi. Hujayralar o'rtasidagi bo'shliqlarda bo'ladigan suyuqlik hujayra suyuqliklariga qaraganda tokni yaxshiroq o'tkazadi, chunki hujayra qobig'i ko'pgina ionlarning harakatiga to'sqinlik qiladi. Qobiqlar oldida bir hil ionlar yig'ilib, ularning qutblanishi yuz beradi. Bularning hammasi to'qimalar orqali o'tayotgan o'zgarmas tok kuchini tutashtirilganidan $0,0001 \text{ sek}$ dan keyinok keskin (10— 100 marta) kamayishiga olib keladi. Shu sababli terining elektr o'tkazuvchanligiga asosan bez yo'llari, ayniqsa teri bezlari borligi sabab bo'ladi.

Qonda gematokrit ko'rsatkichlari ortishi bilan undagi qarshilik qiymati ortadi. Qonning ivishi jarayonida, ya'ni uning agregat holati o'zgarishida elektro'tkazuvchanlik o'zgaradi. Qonda fibrin (qon iviganida hosil bo'ladigan erimaydigan ferment) va qon quyqasi hosil bo'lsa elektro'tkazuvchanlik kamayishga boshlaydi. Elektr o'tkazuvchanlik kamayishi retraksiya (qisqarish, ichga tortish, g'ujlashish) va fibrinoliz (ferment ta'sirida fibrinning parchalanishi), ya'ni quyqada zardob ajralib, quyqa erishi boshlanguncha davom etadi. Erish boshlanishi bilan elektro'tkazuvchanlik orta boshlaydi.

Normal holatda inson siydiginitig solishtirma elektr o'tkazuvchanligi $(165-229) \cdot 10^{-2} \text{ Om}^{-1} \text{ sm}^{-1}$ orasida bo'ladi. Buyrak kasalliklariga uchragan odamlarda siydikning solishtirma elektro'tkazuvchanligi $(86,5-138,0) \cdot 10^{-2} \text{ Om}^{-1} \text{ sm}^{-1}$ gacha kamayib ketadi. Siydikning elektr o'tkazuvchanligi kamayishiga sabab NaCl konsentratsiyasining kamayishi va oqsil miqdorining ortishidir. Qand kasalligida ham siydikning elektro'tkazuvchanligi noelektrolit bo'lgan qand miqdorining ortishi hisobiga kamayib ketadi.

Tekshirishlar shuni ko'rsatadiki, me'da suyuqligida uning elektr o'tkazuvchanligi va umumiy kislofaligi erkin HCl bilan uzviy bog'liq. 18°C da solishtirma elektr o'tkazuvchanlik qiymati $(80— 100) \cdot 10^{-2} \text{ Om}^{-1} \text{ sm}^{-1}$

oralig'idagisi kam kislotalikni, $(100—125) \cdot 10^{-2} \text{ Om}^{-1} \cdot \text{sm}^{-1}$ mo'tadil kislotalilikni va $125 \cdot 10^{-2} \text{ Om}^{-1} \cdot \text{sm}^{-1}$ dan ko'pi yuqori kislotalilikni belgilaydi.

Elektrodiagnostika hamda elektroterapiyada elektr toki keng qo'llaniladi. Elektrdiagnostikadan turli asab va mushak kasalliklarida mushakning ta'sirlanishini aniqlashda foydalaniladi. Ba'zi bir kasalliklarda mushak va asab tolalarining elektr o'tkazuvchanligi o'zgaradi. Shunday qilib, elektrodinamika orqali organizmning zararlangan bo'laklari va kasallanish darajasi aniqlanadi.

Orqa miya kasalliklari rivojlanishida qon tarkibini tashkil qiluvchi moddalarning ba'zi birlarining konsentratsiya ko'rsalkichlari ko'tariladi. Bunday holatda ivigan qonning elektr o'tkazuvchanligi o'pka yallig'lanishi, diabet, ketonuriya, uremiya (azot chiqindilarining organizmda to'planib qolib, uning zaharlanishi) va jigar yallig'lanishlarida ham kamayadi.

Demak, tibbiy izlanishlarda konduktometrik usullardan foydalanish, olingan natijalar aniqligini oshirib, tahshis qo'yish va davolash uchun zarur bo'lgan ma'lumotlar olish jarayonini osonlashtiradi.

Fizioterapiyada davolash usullarini qo'llaganda tanaga doimiy tokning ikki elektrodi qo'yilsa, manfiy zaryadlangan ionlar va kolloid zarrachalar (shu bilan birga ko'pchilik oqsillar ham) anodga tomon harakat qiladi. Katodga esa gidratlangan musbat zaryadli ionlar keladi.

Fiziologik holatga qarab hujayralar oralig'idagi bo'shliq va bez yo'llari bo'shlig'i, ekskretning ion tarkibi va hokazolar o'zgaradi, natijada to'qimaning elektro'tkazuvchanligi o'zgaradi.

Shunday qilib, past chastotali o'zgarmas va o'zgaruvchan tok faqat hujayralararo oraliqlar bo'ylab o'tadi. Aksincha, yuqori chastotali o'zgaruvchan toklar uchun hujayralar qobig'i kam qarshilik ko'rsatadi, chunki tok harakatining yo'nalishi tez o'zgarganda qobiqlar qutblanishga ulgurolmaydi. Hujayra membranalari buzilganda to'qimalarning elektr o'tkazuvchanligi o'zgarmas va o'zgaruvchan tok uchun bir xil bo'lib qoladi.

O'zgarmas tok elektrodleri qo'yilganda to'qimalardagi harakatchan bir valentli H^+ , Na^+ va K^+ ionlari katod ustida to'planib konsentratsiyasi oshadi. Shuning natijasida ikki valentli kationlar anod ustida ko'payadi. Na^+ va K^+ ionlari katod atrofidagi hujayra qobiqlarini bo'shashtirib, ularning o'tkazuvchanligini kuchaytiradi. Natijada hujayra va to'qimalarga odatdagi sharoitlarda o'ta olmaydigan moddalar o'tadigan bo'lib qoladi. Bundan tashqari katodga elektroosmos tufayli keladigan suv atrofdagi to'qimalarning bo'kishiga sabab bo'ladi. Hujayraga kiradigan barcha moddalar dastlab ularning qo'zg'aluvchanligini oshiradi, keyinchalik ta'sir ettirilganda uni susaytirib, hujayralarni parabioz holatiga olib boradi. Anod oldidagi ikki valentli Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlari esa, aksincha, hujayra membranalarini zichlashtiradi, bu - ulardagi qo'zg'aluvchanlikning pasayishi bilan davom etadi. O'zgarmas tok qutblarini almashtirish ionlarning qayta taqsimlanishiga va hujayralar normal holatining tiklanishiga olib keladi.

Fizioterapiyada to'qimalardagi funksiyalarni, jumladan shikastlanish va hokazolar natijasida parabiostatik holatda bo'ladigan nerv funksiyasini tiklash uchun katod qo'yish qo'llaniladi. Ta'sirlangan to'qimalarning zo'r qo'zgaluvchanligini kamaytirish uchun anoddan foydalaniladi. Ionlarning elektr toki ta'sirida qayta taqsimlanishi muhit pH ni tubdan o'zgartiradi, modda almashinuvini oshiradi, bu yallig'lanish jarayonlarining yo'qolishiga, regeneratsiyaning tezlashuviga, chandiqlarning so'rilib ketishiga yaxshi ta'sir ko'rsatadi.

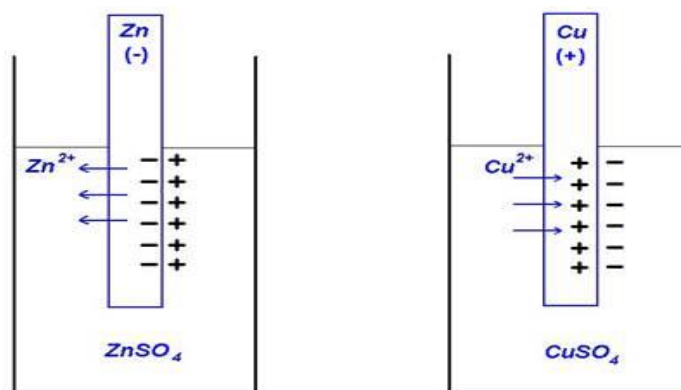
7.3 Muvozanatli elektrod jarayonlari

Elektrod – bu kamida ikki fazadan iborat elektrkimyoviy sistemadir. Elektrodlar qaytar va qaytmas turlarga bolinadi. Elektr tokining yo'nalishi o'zgartirilganda qaytar elektrodlarda teskari tarafga boradigan reaksiyalar vujudga keladi. Bunday elektrodga misol qilib o'z tuzining eritmasiga tushirilgan metallni olishimiz mumkin, masalan Cu/Cu^{2+} . Qaytmas elektrodlarda

teskari jarayon bormaydi va unga misni kislotadagi eritmasini misol qilamiz. Qaytar elektrodlardan qaytar elektkimyoviy zanjirlar (juftliklar, galvanik elementlar) tuzish mumkin. Potensialaniqlovchi jrayonlarda ishtirok etuvchi moddalarning hossalarga ko`ra elektrodlar quyidagicha turlanadi: birinchi va ikkinchi turdagi elektrodlar, gazli, orsidlanish-qaytaririlish va ionalmashuvchi elektrodarga. Elektrodning elektrik hususiyatining o`lchami – potensial, elektrkimyoviy zanjirniki esa – elektr urituvchi kuchdir .

Metall bilan suv (yoki elektrolit eritmasi) ning ajralish chegarasida elektr potenciallar ayirmasi vujudga keladi. Hozirgi zamon tushunchalariga ko`ra, metall suvga botirilganda erituvchining qutbli molekullari ta`siri ostida metallning kristall panjarasidan ionlar ajralib chiqishi yuz beradi. Kationlar eritmaga o`tishi natijasida metall o`zida qolgan elektronlar hisobiga birmuncha manfiy zaryadga ega bo`lib qoladi, bunga yondoshib turgan suv qavati esa metallning manfiy zaryadi ushlab turuvchi kationlar hisobiga musbat zaryadlanadi Metall bilan suv ajralish chegarasida qo`sh elektr qavat hosil bo`ladi.

Paydo bo`lgan potensial metall ionlarining keyinchalik suvga o`tishiga to`squinlik qiladi. Agar metall shu metalldan hosil bo`lgan tuz eritmasiga tushirilsa metall ionlarining eritmaga o`tishiga metallning eritmadagi ionlari qarshilik qiladi. Bu qarshilik eritmadagi metall ionlarini metallning kristall panjarasi tarkibiga kirishiga intilishida namoyon bo`ladi; bu qarshilik eritmadagi ionlar konsentratsiyasiga proporsionaldir.



9.4-rasm. Metall suvga tushirilganda qo`sh elektr qavatning hosil bo`lishi

Agar metall va uning tuzi eritmasidan iborat sistemada metall ionlarining eritmaga o`tishi jarayoni ustunlik qilsa metall manfiy zaryadlanadi. Agar metall ustiga kationlar «o`tirishi» jarayoni ustunlik qilsa u musbat zaryadga ega bo`ladi. Ikkala holda metall satxi bilan suyuqlikning yondoshgan qavati orasida potentsiallar ayirmasi yuzaga keladi.

Bu potentsiallar ionlarning metalldan yoki metallga ko`chishini davom etishi jarayonini chegaralab qo`yadi. Shu munosabat bilan har bir metall va uning ma`lum tuz konsentratsiyasiga qanday bo`lmasin biror potentsial to`g`ri keladi. Bunda vodoroddan yuqori turgan metallar manfiy zaryadlanadi, vodoroddan pastda joylashgan metallar esa musbat zaryadga ega bo`ladi. O`z tuzining eritmasiga botirilgan metal yuzasida hosil bo`ladigan potentsial **elektrod potentsial** deb ataladi.

Elektrod potentsialnig qiymati **E** Nernst tenglamasidan hisoblab topiladi:

$$E = E_0 + \frac{RT}{zF} \ln a$$

bu erda: E - standart elektrod potentsial (298 K da), R – universal gaz doimiysi; z - metall valentligi; F - Faradey soni (96500 kl); $\ln a$ eritmada metall ionlari aktiv konsentratsiyasining natural logarifimi.

Berilgan qiymatlar hisobga olinib, natural logarifm o`nli logarifmga o`tkazilganda formula quyidagi ko`rinishga kiradi:

$$E = E_0 + \frac{0.058}{z} \lg a$$

Elektrodlarda sodir bo'ladigan jarayonlarga bir qator omillarlar, jumladan ionlarning gidratlanishi, erituvchi molekulalari va eritmadagi boshqa ionlar (ularning ion kuchi) va hokazolar ta'sir etadi.

7.4 O'lchovchi va solishtirish elektrodlari

Potensial eritmadagi ionlar konsentratsiyasiga bog'liq bo'lgan elektrodlar o'lchovchi yoki indikator elektrodlari deyiladi. Ma'lum metall va uning tuzining ma'lum konsentratsiyadagi eritmasidan elektrod yasalsa (yarim element), uning potentsiali aniq va doimiy qiymatga ega bo'ladi. Bunday yarim element potentsiali noma'lum bo'lgan boshqa elektrodlarni taqqoslash uchun standart bo'lib xizmat qilishi mumkin. Bunday elektrodlar standart yoki solishtirish elektrodlari deyiladi. Ko'pchilik hollarda, standart elektrod potentsiali shartli ravishda nol deb qabul qilingan, normal vodorod elektrodi ishlatiladi. Unga boshqa elektrodlarning potentsiallari solishtiriladi. Shuningdek, har qanday elektrod, potentsialining qiymati aniqlangandan so'ng, standart elektrod sifatida ishlatilishi mumkin.

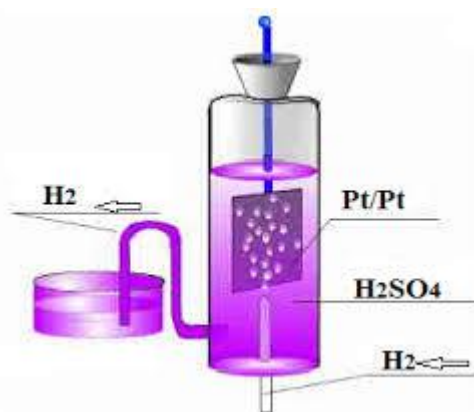
Elektrodlar hamma vaqt ham tuz eritmasiga botirilgan metall plastinkadan iborat bo'lavermaydi. Ba'zan tuz eritmasi o'rniga tarkibida kerakli tuz bo'lgan pasta (kalomel elektrod) dan foydalaniladi; metall plastinka vazifasini vodorod yoki kislorod shimdirilgan indifferent metall (oltin, platina)dan yasalgan plastinka bajaradi (bunday elektrod - gazli elektrod deyiladi) va hokazo.

Bu elektrodlarning hammasi ham plastinka bilan eritma o'rtasida ionlar almashinuviga asoslangan bo'lib, kation yoki anionga nisbatan (nima almashinishiga qarab) olinganda qaytar elektrodlar deb yuritiladi. Yuqorida ta'kidlangandek birinchi tur va ikkinchi tur elektrodlar tafovut qilinadi: birinchisi ionlarning bittasiga nisbatan qaytar (masalan, Yakobi—Daniel elementida elektrodlar mis yoki rux kationlariga nisbatan qaytar) elektrodlar,

ikkinchisi eritmadagi ikki xil ionlarga nisbatan qaytar elektrodlardir. Masalan, Hg^+ va Cl^- ionlariga nisbatan qaytar kalomel elektrod shular jumlasidandir.

Solishtirish elektrodleri sifatida ko'pincha normal elektrodlar qo'llaniladi. Bu tuz eritmasidagi metallga mos keladigan ionlarning aktivligi 1 mol/l ga teng keladigan elektrodlardir.

Normal vodorod elektrodi eritmadagi faqat bir ion -vodorod ioniga nisbatan qaytar bo'lgani uchun birinchi tur qaytar elektrodlar qatoriga kiradi. Bu elektrodning (9.5-rasm) bir qismi platinalangan plastinkani (ya'ni metallning vodorod bilan to'qnashish satxini oshirish maqsadida platina elektrolitik usulda g'ovak platina pardasi bilan qoplangan) platina sim bilan ulab kavsharlangan bo'ladi. Idish vodorod ionlarining aktivligi birga teng bo'lgan kislota eritmasi bilan to'ldiriladi. Keyin idishning bir tarafidan 1 atm bosim ostida toza vodorod yuboriladi. Gaz yuqoriga ko'tarilib gaz pufakchasini hosil qiladi va platinaga adsorbilanadi. Platinada H_2 molekulalari qisman vodorod ionlariga dissotsilanadi:



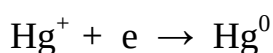
9.5-rasm. Normal vodorod elektrod

Shuning uchun ham vodorod bilan to'yingan platina suvdagi eritmaga tushirilganda platinali elektrod emas, balki vodorodli elektrod bo'ladi. Uning potensiali eritmadagi vodorod ionlarining aktivligiga, gazsimon vodorodning bosimiga va temperaturaga bog'liq bo'ladi. $a_{\text{H}^+}=1 \text{ mol/l}$ va H_2 ning bosimi 1 atm bo'lganda vodorod elektrodining potensiali shartli ravishda nolga teng deb qabul kilinadi. Vodorod elektrodi ko'pchilik hollarda solishtirish elektrodi sifatida

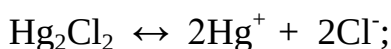
ishlatiladi, ammo uni eritmalar pH ini aniqlashda indikator elektrod sifatida ham qo'llash mumkin. Vodorod elektrodi juda aniq, lekin ish sharoitida juda sezgir bo'lganligi uchun ko'pincha boshqa gaz elektrodlerden ham foydalaniladi. Ular qatoriga kislorod va boshqa gaz elektrodleri kiradi, ularning tuzilishi ham vodorod elektrodining tuzilishiga o'xshash.

Kalomel elektrodi ishlash uchun ancha qulay. U metall (simob) ni shu metallning eriydigan tuzi (kalomel) bilan qoplanib, shu anion tutgan biror yaxshi eriydigan tuz eritmasiga tushirilgan elektrodlar guruhiga kiradi (9.6-rasm).

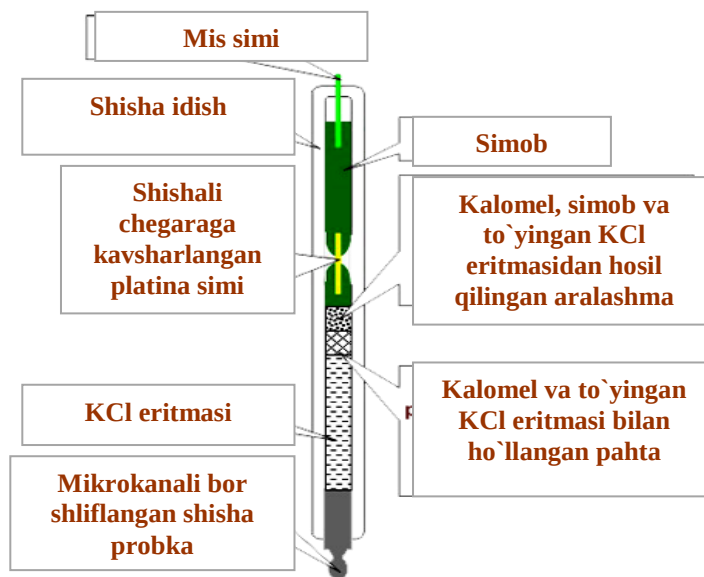
Elektrod ishlaganda metall qaytariladi:



ayni vaqtda Hg^+ ioni kalomelning dissotsilanishidan hosil bo'ladi



Muximi shuki, elektrodning potentsiali bog'liq bo'lgan simob ionlarining konsentratsiyasi Cl^- ionining konsentratsiyasi bilan belgilanadi, chunki xloridlar ko'p mikdorda bo'lsa, yomon eriydigan tuz Hg_2Cl_2 hosil bo'lib, cho'kmaga



7.6-rasm. Kalomel elektrodi

tushadi. Cl^- ionlarining asosiy massasi esa KCl ning dissotsilanishidan hosil bo'ladi. Shuning uchun kalomel elektrodining potentsiali

$$E = E_{0(kal)} + \frac{RT}{F} \ln a_{Cl^-}$$

tenglamasi bilan aniqlanadi, ya'ni eritmadagi xlor ionlarining aktivligiga bog'liq bo'ladi. Shu munosabat bilan kalomel elektrodi bir qaraganda simob elektrodi emas, balki xlor simob elektrodidir. Bu elektrod ham kation va anionga nisbatan qaytar bo'lgani uchun ikkinchi tur elektrodlar guruhiga kiradi. KCl eritmasining konsentratsiyasi qanchalik yuqori bo'lsa, kalomel shunchalik yomon dissotsilanadi va potensial kam bo'ladi: KCl ning 0,1 N eritmasida potensial 337 *mv*, 1N KCl eritmasida —282 *mv*, KCl ning to'yingan eritmasida esa 246 *mv*. Bu potentsiallar 25°Cda hosil bo'ladi. Temperatura pasaytirilganda ular birmuncha yuqori bo'ladi, KCl ning to'yingan eritmasidan elektrod tayyorlash oson bo'lgani va uzoq saqlangani uchun odatda shundan foydalaniladi.

So'ngi vaqtlarda kalomel elektrodida zaharli simob ishlatilgani uchun, uning qo'llanishi chegaralangan bo'lib, o'quv ishlarida ishlash prinsipi o'xshash bolgan xlor-kumush, yod-kumush va boshqa elektrodlar ham tobora keng qo'llanilmoqda.



7.7-rasm. Xlor-kumush elektrodi

Xlor-kumush elektrod AgCl tuzi bilan qoplangan va KCl eritmasiga botirilgan kumush simdan tashkil topgan. Xlor-kumush elektrodining potentsiali 25°C da 222 mv ga teng. Kalomel va xlor-kumushli elektrodlar ikkinchi tur elektrodlar qatoriga kiradi.

Oksidlanish-qaytarilish va ionalmashtiruvchi elektrodlar o`lchovchi (indikator) elektrodleri qatoriga kiradi. *Oksidlanish-qaytarilish elektrodleri* elektron o`tkazish hususiyatiga ega bo`lgan inert metallni bir moddaning ikki hil oksidlanish darajasini tutgan eritmasiga botirilganda hosil bo`ladi. Inert metall sifatida asosan platina yoki oltin olinadi. Bu elektrodlerining potentsiali moddaning oksidlangan va qaytarilgan shakllarining konsentratsiyasiga bog`liq bo`ladi. Oksidlanish-qaytarilish jarayonida vodorod ionleri ham ishtirok etsa, masalan hingidron elektrodida, bu elektrodni pH ni potensiometrlik usul bilan o`lchashda ishlatga bo`ladi.

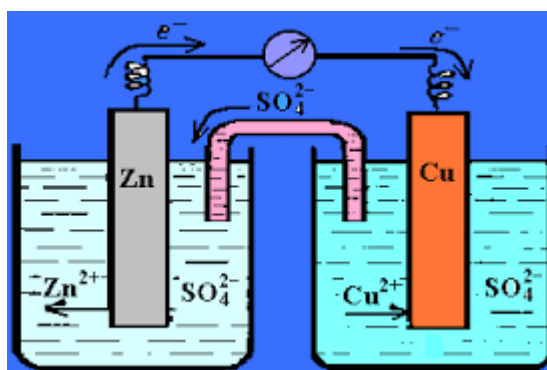
Ionalmashuvchi elektrodler ionit va eritmada iborat bo`ladi. Fazalar chegarasida ionit va eritma o`rtasida ion almashinish garayoni hisobiga potensial hosil bo`ladi. Bu elektrodler qatorida shisha elektrod eng asosiysidir. Uning potentsiali qalinligi juda yupqa (0,06-0,1 mm) maxsus shisha membrana va konsentratsiyasi doimiy bo`lgan xlorid kislota eritmasining chegarasida hosil bo`ladi. Shisha membrana ikki taraflama H<sup>+</sup> ionlerini tutgan eritmalar bilan to`qnashib, ion almashinuvida ishtirok etadi. Potensial qiymati eritmada vodorod va shisha tarkibidagi natriy ionlerining aktiv konsentratsiyasiga bog`liqdir.



7.8-rasm. Shisha elektrodlar

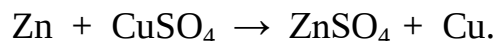
Shisha elektrod eritmalarning pH ini va ishqoriy metallarning aktiv konsentratsiyasini aniqlashda ishlatiladi. Shisha elektrodining ishlash nazariyasi shundan iboratki, shisha yuzasidagi natriy ionlari kristall panjaradagi silikat ionlaridan ajrab eritmaga o'tadi va ularning o'mini eritmadagi vodorod ionlari egallaydi. Shishaning yuzasi vodorod elktrodining hossalriga ega bo'lib qoladi.

Yakobi—Daniel galvanik elementi deyiladi. Rux aktiv metal bo'lganligi uchun — manfiy, mis esa passiv metal bo'lganligi uchun — musbat zaryadlanadi. Tashqi zanjir tutashtirilganda elektr toki yuzaga keladi, ayni vaqtda elektronlar ruxdan mis elektrodga o'tadi va unga o'tayotgan mis ionlariga qo'shiladi. Rux asta-sekin eriy boshlaydi, mis esa, aksincha, eritmadan ajralib chiqib, elektrodga cho'kadi. Elementning chap qismida hosil bo'ladigan ortiqcha Zn^{2+} ionlari KCl ni tutgan **agar- agar** bilan to'ldirilgan naycha orqali o'ng tomonga diffuziyalanadi, SO_4^{2-} ionlari esa chap tomonga o'tib, o'zaro muvozanatlanadi.



7.9- rasm. Yakobi-Daniel 211alvanic element shemasi

Misni rux bilan siqib chiqarish reaksiyasi elementdagi elektr energiya manbai bo'lib xizmat qiladi.



Ikkala metallning tabiati va konsentratsiyasi, aniqrog'i ulardagi ionlarning aktivligi bilan elementda paydo bo'ladigan elektr uyrituvchi kuch (E.Yu.K.) ning bog'lanishi quidagicha ifodalanadi:

$$E_x = E_1 - E_2$$

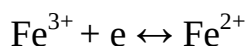
bu erda: E_x - E.Yu.K., E_1 va E_2 — qiymatlari Nernst formulasi bo'yicha topilgan, alohida olingan elektrodning potentsiallari.

Agar zanjirdagi elementning E.Yu.K. dan katta E.Yu.K. toki teskari tomonga yo'naltirilsa, elektrodlarda teskari kimyoviy jarayonlar yuz beradi. Rux elektroddan ajraladi, mis esa eriydi, sistema dastlabki holatga qaytadi. Tok teskari tomondan yo'naltirilganda teskari jarayonlar yuzaga keladigan bunday elementlar qaytar elementlar deyiladi. Sulfat kislotaga botirilgan mis va rux elektrodli element qaytmas elementga misol bo'la oladi. Uning ishi davomida rux eriydi, vodorod esa mis elektroddan ajralib chiqadi(6.5-rasm).

Tokni teskari yo'naltirilganda mis erib, rux elektroddan vodorod ajralib chiqadi. Shunday qilib, tok teskari tomonga o'tishi dastlabki holatinig qaytishiga olib bormaydi.

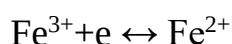
7.8 Oksidlanish-qaytarilish potentsiali

Ko'pincha eritmalarda bir vaqtning o'zida bitta moddaning ham oksidlangan, ham qaytarilgan shakllarining aralashmasi masalan, Fe^{3+} bilan Fe^{2+} , Cu^{2+} bilan Cu^+ va hokazolar bo'ladi. Ikkala shakl biridan ikkinchisiga o'tishi mumkin:



Moddaning bir vaqtning o'zida oksidlangan va qaytarilgan shakllarini tutadigan eritma oksidlanish-qaytarilish sistema (redoks sistema) sini hosil qiladi.

Har qanday redoks sistemaga indifferent elektrod — platina yoki oltin plastinka tushirilsa elektrod yuzasida **oksidlanish-qaytarilish potentsiali** vujudga keladi. Potensial paydo bo'lishining sababi shundaki,



tenglamasiga binoan bu sistemaga elektron qo'shilsa muvozanat o'ng tomonga, elektron olinsa chap tomonga siljiydi. Metall elektrod redoks sistemaga o'zining erkin elektronlarini berishi yoki, aksincha, undan elektron qabul qilishi mumkin. Agar oksidlangan shakl, masalan, Fe^{3+} ko'p bo'lsa, u temir Fe^{2+} gacha qaytariladi, elektrod esa elektron yo'qotib, musbat zaryadga ega bo'ladi. Aksincha qaytarilgan shakl (Fe^{2+}) ko'p bo'lsa, uning oksidlanishi yuz berib, elektrod manfiy zaryadlanadi. Bu jarayon muvozanat qaror topguncha davom etadi.

Ayni vaqtda elektrod redoks potentsialga ega bo'ladi. Uning qiymati quyidagi Nernst tenglamasi bilan aniqlanadi:

$$E = E_0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{[\text{oksid}]}{[\text{qayt}]}$$

bu erda E_0 – standart redoks potentsial (298 K da); R – universal gaz doimiysi; n – qaytarilgan shaklning bir molekulasini yoki ioni oksidlangan shaklga o'tishida yo'qotgan elektronlar soni; F – Faradey soni (96500 kl); $[\text{oksid}]$ va $[\text{qayt}]$ — eritmadagi tegishli shakllarning konsentratsiyasi. $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ sistemasi uchun bu tenglama Peters tenglamasi deb ataladi.

Berilgan qiymatlar hisobga olinib, natural logarifm o'nli logarifmga o'tkazilganda formula quyidagi ko'rinishga kiradi:

$$E = E_0 + \frac{0.058}{n} \lg \frac{[\text{oksid}]}{[\text{qayt}]}$$

Redoks sistemadagi potentsial eritmadagi moddaning ikki shakli o'rtasida yuz beradigan oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi natijasida paydo bo'ladi. Redoks sistemaga tushirilgan indifferent elektrodlar reaksiyada qatnashmasdan, elektron tashuvchisi vazifasini o'taydi, xolos.

Turli xil redoks sistemalarni solishtirish uchun standart redoks potensial E_0 tushunchasi kiritilgan. Bu potensial moddaning oksidlangan va qaytarilgan shakllarini teng konsentratsiyada tutadigan sistemaga joylashtirilgan elektrodda paydo bo'ladi (9.1-jadval).

7.1-jadval

25°C da ba'zi sistemalarning suvli eritmalaridagi standart redoks potenciallari E_0

Redoks-sistemalar	E_0, v
$\text{Cr}^{3+} + e \leftrightarrow \text{Cr}^{2+}$	-0,41
$2\text{H}^+ + e \leftrightarrow \text{H}_2$	-0
$\text{Cu}^{2+} + e \leftrightarrow \text{Cu}^+$	+0,167
$\text{Xinon} + 2e \leftrightarrow \text{gidroxinon.}$	+0,6994
$\text{Fe}^{3+} + e \leftrightarrow \text{Fe}^{2+}$	+0,771
$\text{Hg}^{2+} + e \leftrightarrow \text{Hg}^+$	+0,901
$\text{Te}^{2+} + e \leftrightarrow \text{Te}^+$	+1,211
$\text{Co}^{3+} + e \leftrightarrow \text{Co}^{2+}$	+1,84

Turli xil redoks sistemalarga joylashtirilgan ikkita indifferent elektroddan tarkib topgan zanjir oksidlanish - qaytarilish zanjiri deyiladi. Uning elektr yurituvchi kuchi elektrolardagi redoks potenciallarining ayirmasiga teng bo'ladi. Redoks potensialning qiymati standart redoks potenciallarga hamda har bir elektrod oldidagi oksidlangan va qaytarilgan shakllarning konsentratsiyalari nisbatiga bog'liq bo'ladi.

7.9 Potensiallarning tibbiyot va biologiyadagi ahamiyati

Biologik ob'ektlarda ham *diffuziya potentsiali* paydo bo'ladi: hujayralarning qobig'i zararlanganda ularning tanlab o'tkazuvchanligi buziladi va elektrolitlar hujayraga yoki undan tashqariga konsentratsiyalarning farqiga qarab diffuziyalana boshlaydi. Ayni vaqtda shikastlanish potentsiali, aslida esa diffuziya potentsiali yuzaga keladi. Uning miqdori 30—40 mv ga etishi mumkin.

Diffuziya jarayoni tugashi bilan potensial asta-sekin nolgacha pasayadi (odatda 1-2 soat mobaynida). Odatda zararlangan to'qima zararlanmagan to'qimaga nisbatan manfiy zaryadlanadi.

Organizm to'qimalarida, hatto bitta hujayra ichida ham *membrana va fazalar orasidagi potentsiallar* mavjud. Bunga hujayra ichining morfologik va kimyoviy bir turda bo'lmashligi sabab bo'ladi. Yurakning ishlashida, mushaklarning qisqarishida va hokazolarda ta'sir toklari paydo bo'ladi. Ta'sir toklarining paydo bo'lishini hujayra membranalarining o'tkazuvchanligi turli ionlar turlicha ekanligi natijasi deb qaraydigan nazariya bor. Shuning natijadida membrananing ikkala tomonida ionlar konsentratsiyasi bir xil bo'lmaydi. Qo'zg'alish vaqtida (mushaklarning qisqarishi va boshqalar) membranalarining tanlab o'tkazuvchanligi yo'qoladi va ular orqali ionlar oqimi o'tib, elektr toki yuzaga keladi.

1944 yilda rus olimlari D. N. Nasonov bilan V. Ya. Aleksandrov bioelektrik potentsiallar paydo bo'lish nazariyasini yaratdilar. Ular tinchlikda hujayra ichidagi elektrolitlar oqsillar bilan tanlanib birikadi, natijada protoplazma bilan elektrolitning suvdagi eritmasi o'rtasida potentsiallar farqi (tinchlik potentsiali) paydo bo'ladi deb hisoblaydilar. Hujayra qo'zgalganda yoki zararlanganda protoplazma oqsillarining fazali xossalari o'zgaradi, ionlarning taqsimlanishi boshqacha bo'ladi va shunga yarasha potensial ham o'zgaradi (ta'sir yoki zararlanish potentsiali paydo bo'ladi). Biroq, bu nazariyaning ko'p kamchiliklari bor, jumladan bu nazariya hujayra satxidagi membrana potentsialini hisobga olmay, qo'zg'alish va zararlanish ta'siri mexanizmini bir xil deb qaraydi va hokazo.

Biopotensial va biotoklar paydo bo'lishining boshqa nazariyalari ham bor. Bu nazariyalarga binoan tinchlik potentsiali tirik organizmdagina emas, balki qizdirish va formalin bilan o'ldirilgan hujayrada ham kuzatiladi. Bunga hujayralarning tashqi va ichki muhiti o'rtasida (ya'ni membrana potentsiallari) yoki bir hujayraning turli qismlari orasida (masalan, ustki va yadroga yaqin

turgan protoplazma qavatlari o'rtasida) kaliy, natriy va xlor ionlarining baravar taqsimlanmasligi sabab bo'ladi. Bu potensial fazalar o'rtasidagi potensiallarga aloqador bo'lib, hujayra protoplazmasi turli ionlarni bir xilda adsorbilanmasligi yoki hujayralarda ma'lum ionlarni tanlab o'tkazish qobiliyatiga ega bo'lgan membranalarning ishtirok etishi tufayli paydo bo'ladi va hujayra ichidagi moddalar almashinuvi xususiyatining natijasidir. Tinchlik potentsiali amfibiyalarda nerv tolalari uchun 70 *mv* issiqqonli hayvonlar yuragining mushak tolalari uchun 95 *mv* va hokazo. Hujayraning mikrostruktura xossalarini o'zgartiruvchi sabablar har xil bo'lib, ionlarning ozod bo'lishiga va diffuziylanishiga, ya'ni ba'zi hollarda ta'sir biopotentsiallari, ba'zan esa shikastlanish potentsiallarining paydo bo'lishiga olib keladi.

Tinchlikda hujayra sathi ichidagilarga nisbatan musbat zaryadlanganda qo'zgalishda hujayra satxining tegishli qismi manfiy potensialga ega bo'lishi aniqlangan. Hujayra satxida potentsiallar farqining reversiyasi («buzilishi») yuz beradi, ayni vaqtda ta'sir potentsialining qiymati tinchlik potentsialiing qiymatiga qaraganda ikki marta ko'payib ketishi mumkin. Amfibiya nervlari uchun ta'sir potentsialining qiymati 108 *mv*, issiqqonli hayvonlarning yurak mushaklari tolalari uchun 135 *mv* ekanligi aniqlangan.

Biologik muhit — kichik molekulali birikmalar (ionlar, molekulalar), yuqori molekular birikmalar (oqsillar, nuklein kislotalar) hamda hujayrani tashkil qiluvchi moddalarni o'z ichiga oluvchi ko'p jinsli sistemadir. Bunday muhitga qon zardobi, qon plazmasi, siydik, me'da suyuqligi, teri hamda to'qimalar sitoplazmasi va boshqalar misol bo'la oladi.

Inson organizmida oziqa moddalardan olingan kimyoviy energiya elektr energiyaga, mexanik energiyaga ayianadu. Bu hodisalar asosida turli xil oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari yotadi. Tirik organizmda asosiy elektron donori deb, organik moddalardagi vodorod atomi hisoblansa, elektron akseptori deb esa kislorod hisoblanadi. Ammo tirik organizmda vodorod bilan kislorodning to'g'ridan-to'g'ri birikishi yuz bermaydi. Organizmdagi murakkab

hodisalar elektronlar tashuvchisi vazifasini o'tovchi redoks sistemalar orqali amalga oshiriladi.

Bu sistemalarning oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga moyilligini redoks-potensial qiymatidan aniqlash mumkin. Sistemaning redoks potensial qiymati shu sistemani boshqa sistemaga elektron berishi yoki qabul qilishi xossasini baholovchi kattalikdir. Oksidlanish-qaytarilish potentsiali qiymatidan foydalanib, u yoki bu biologik hodisaning yo'nalishini aniqlash mumkin.

Redoks sistemalar qatoriga qon va to'qimalardagi ikki va uch valentli temir tutgan gem-gematin va sitoxromlar; oksidlangan va qaytarilgan shakllarda bo'ladigan askorbin kislota (vitamin C); glyutation sistemasi, sistin-sistein, kaxrabo, fumar kislotalar va boshqalar kiradi.

To'qimalardagi biologik oksidlanish jarayonida oksidlanayotgan substratdan elektron va protonlar kislorodga tashib o'tiladi. Bu oksidlanish-qaytarilish reaksiyalaridan iborat zanjirning har bir bosqichiga redoks potentsialning ma'lum qiymati to'g'ri keladi.

Shunday qilib, tibbiy kimyoda elektrkimyoning asoslarini o'rganish organizmning faoliyatini chuqurroq tushinishga imkon beradi; elektrdiagnostika va elektrterapiya usullarni elektrokimyo asoslarini tushingan xolda qo'llash davolash samarasini yuqoriroq darajaga ko'taradi.

8-BOB

SIRT HODISALARI. ADSORBSIYA

Kimyoviy va biologik sistemalar tarkibiy qismlarining o'zaro ta'sirlashuvi aksariyat hollarda ularning sirt yuzalarida sodir bo'ladi. Bunday ta'sirlashuvning o'ziga xosligi geterogen sistemalarda yakkol kuzatiladi va sirt yuzalarida joylashgan molekulalarning xususiyati bilan belgilanadi.

Sirt yuzasida joylashgan zarrachalar fazaning ichki hajmlaridagi zarrachalardan o'zining sirtga nisbatan joylashganligi, energetik holati (solishtirma energiyasi) hamda zichligi, qovushqoqligi va boshqa xossalari bilan

farqlanadi. Bularning hammasi sirt energiyasining nisbatan katta qiymatga ega ekanligini ko'rsatadi hamda sirt tarangligi paydo bo'lishiga sabab bo'ladi .

8.1 Sirt energiyasi va sirt tarangligi

Sirt yuzasida joylashgan molekulalarining qo'shni (ichki va tashqi muhit) molekulalar bilan ta'sirlashuvi sistemaning ichki hajmida joylashgan aynan shu turdagi molekulaning ta'sirlashuvidan farqli bo'ladi. Fazaning ichki muhitida joylashgan molekula va qo'shni zarrachalarning o'zaro ta'sirlashuvlari esa bir xil bo'ladi. Natijada bu ta'sirlashuvlar o'zaro mutanosiblashadi. Bundan farqli ravishda fazaning sirtqi yuzasida joylashgan molekulalarga bo'lgan ta'siri turlicha bo'ladi: ichki muhit (suyuq faza) molekulalarining ta'sir kuchi tashqi muhit (gaz) molekulalarining ta'siridan ancha yuqori bo'ladi. Natijada bu molekulaga suyuq fazaning bosimiga teng bo'lgan kuchlar ta'sir etadi va ular molekulaning fazaning ichki muhitga qarab intilishiga (tortilishiga) sabab bo'ladi .

Sirt yuzasida sodir bo'ladigan hodisalarga *sirt hodisalari* deb aytiladi. Sirt hodisalariga fazalar chegarasida sodir buladigan hodisalar va fazalarning o'zaro ta'siri tufayli yuzaga keladigan hodisalar kiradi.

Sirt hodisalari biologiya va tibbiyotda katta ahamiyatga ega. Bunga sabab ko'pgina biologik jarayonlar ya'ni fermentativ reaksiyalar, oqsillar sintezi va boshqa reaksiyalar fazalar sirtida borishidir. Har qanday tirik organizm ko'pgina sirt farqlaridan iborat. Masalan hujayralar sirti, hujayra yadrolari sirti, kolloid zarrachalar sirti, protoplazmalar sirti va qolaversa organizm bilan tashqi muhit orasidagi sirt farqi.

Sirt hodisalarining organizm faoliyatida ahamiyati juda katta. Masalan sirt hodisalari tufayli organizmdagi yog'larning harakati va hazm bo'lishi holat kislotalari yordamida boradi. Sirt hodisalari qatorida sorbsiya jarayonlari alohida o'rinni egallaydi.

Sorbsiya (lotincha «sorbeo») - soʻzidan olingan boʻlib, yutaman, soʻrman maʼnosini bildiradi. Mexanizmidan qatʼiy nazar bir moddaning (*sorbtiy*) ikkinchi modda (*sorbent*) bilan soʻrilishi sorbsiya deyiladi. Sorbsiyani mexanizmi boʻyicha adsorbsiya, absorbsiya, hemosorbsiya va kapillar kondensatsiyaga boʻlishadi.

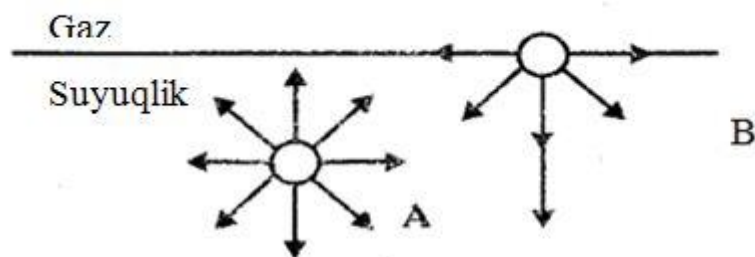
Sirt energiyasining qiymati sirt yuzasiga toʻgʻri proporsionaldir. 1 kg modda sirtiga solishtirma sirt deb aytiladi. Agar 1 kg temir boʻlagining solishtirma sirti qiymati $\approx 0,015 \text{ m}^2$ boʻlsa, ammiak sintezida ishlatiladigan temir katalizatorining solishtirma sirti $\approx 10000 \text{ m}^2/\text{kg}$ ga toʻgʻri keladi. Mana shu ikkala holatda sirt hodisalarining bir biridan farki yaqqol koʻrinadi. Solishtirma sirtni yana hamma zarrachalar umumiy sirtining maydalashga uchragan modda hajmiga nisbati bilan ham topiladi.

$$S_o = \frac{S}{V}$$

Solishtirma sirt S_o moddaning maydalanish, yaʼni disperslanish darajasiga toʻgʻri proporsionaldir. Disperslanish darajasi 1 kg moddadagi zarrachalar soni bilan aniqlanadi.

$$N = \frac{n}{m} \quad \begin{array}{l} m - \text{massa, kg} \\ n - \text{zarrachalar soni} \end{array}$$

Sirt chegarasidagi molekulalar ichkarida joylashgan molekulalardan farqli oʻlaroq bir tomonlama taʼsir ostida boʻladilar. Masalan, suyuqlik gaz sistemasini olib koʻraylik (7.1 rasm).



10.1-rasm. Fazaning ichki (A) va sirtqi (B) yuzalarida joylashgan molekulalarga ta'sir etayotgan kuchlar



Suyuqlik sirtida joylashgan B molekulalarga suyuqlik ichida joylashgan A molekulalar tomonidan bo'ladigan ta'sir kuchi katta bo'ladi. A molekulalarga ta'sir kuchlari to'rtala tomondan ham bir xil, suyuqlik sirtida joylashgan molekulalar suyuqlik ichida joylashgan molekulalar tomonidan bo'ladigan ta'sir kuchining kattaligi (gaz tomonidanga nisbatan) tufayli suyuqlik ichiga qarab tortiladi. Buning natijasida suyuqlik sirti kichik qiymatga intiladi. Bu erdan ko'rinib turibdiki suyuqlik sirtining o'rtasi ichkariga tortilgan. Suyuqliklar hamma vaqt erkin energiya qiymatini kamaytirishga harakat qiladi. Bunga esa sirt yuzasini kamaytirish hisobiga erishish mumkin.

Suyuqlik tomchisida suyuqlik sirt yuzasini kamaytirishga intilishi uchun shar shaklini olishga intiladi.

Tomchi

Sirt yuzasini 1 sm^2 ga oshirish uchun zarur bo'lgan energiya (yoki ana shu yuzani hosil qilish uchun zarur bo'lgan energiya) J/sm^2 larda ifodalangan qiymati 1 sm^2 yuzaga to'g'ri keladigan erkin energiya qiymatini ifodalaydi. Bu qiymat sirt tarangligi ham deyiladi. Bundan xulosa qilib shuni aytishimiz mumkinki sirt tarangligi σ 1 sm^2 yuzaga to'g'ri keladigan erkin energiya qiymatini bildiradi. Geterogen sistemaning erkin sirt energiyasi G sirt taranglik qiymati (σ) bilan fazalarni ajratib turuvchi sirt yuzasi ko'paytmasiga teng bo'ladi.

$$G = \sigma S$$

G – erkin energiya, σ – sirt tarangligi, J/sm². S – sirt yuzasi, sm²

8.2 Adsorbsiya

Fazalar chegarasida moddalar konsentratsiyasining ichkari hajmidagiga nisbatan o'zgarishiga adsorbsiya deyiladi. Birinchi marta ko'mirda gazlarni adsorbsiyalash qobiliyati borligini 1777 yilda D. Fontana topgandir. Keyinchalik ko'mirni bu xossasidan eritmalarni tozalashda T.E.Lovits foydalandi.

Adsorbsiya kuzatilishi mumkin bo'lgan fazalar chegarasi quyidagilar bo'lishi mumkin.

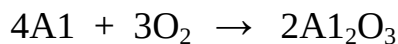
Qattiq	suyuq	Qattiq	gaz
suyuq	suyuq	suyuq	gaz

Boshqa moddalarni o'ziga yutish (adsorbsiyalash) qobiliyatiga ega bo'lgan moddalar *adsorbentlar* deyiladi. Yutilgan ya'ni adsorbsiyalangan modda *adsorbtiv* deb yuritiladi. Agarda sirtida boshlangan yutilish adsorbent ichiga tomon davom etsa bunday jarayonga *absorbsiya* deyiladi. Gazlarning suyuqliklarda erishi absorbsiyaga misol bo'ladi. Bundan shuni hulos qilishimiz mumkinki, adsorbsiya - sirt, absorbsiya esa hajm hodisasidir. Agarda yutilish natijasida kimyoviy reaksiya sodir bo'lsa bunday jarayonga *xemosorbsiya* deyiladi. Xemosorbsiya sirtida ham, hajm bo'ylab ham borishi mumkin. Xemosorbsiyaga misol qilib CO₂ ni CaO ga yutilishini keltirishimiz mumkin:



Xemosorbsiyada yangidan hosil bo'ladigan molekulalar adsorbent moddaning ichiga diffuziyalanadigan bo'lsa, sorbsion muvozanat birmuncha sekin sodir bo'ladi, chunki u diffuziya tezligiga bog'liqdir. Xemosorbsiyada sorbent sathida diffuziyalanmaydigan molekulalar paydo bo'lsa (parda hosil bo'lsa),

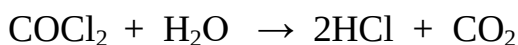
xemosorbsiya jarayoni sekinlashadi va to'xtab qoladi. Masalan, alyuminiy plastinkasi kislorodni sorbsiyalab, alyuminiy oksidi pardasi bilan qoplanadi. Bu - xemosorbsiya jarayonini tez to'xtatadi:



Xemosorbsiya, har qanday kimyoviy reaksiya singari, ekzo - yoki endotermik bo'lishi mumkin. Demak, temperatura ko'tarilishi bazi xemosorbsion jarayonlarni kuchaytiradi, ba'zilarini esa zaiflashtiradi.

Adsorbsiyani xemosorbsiyadan batamom ajratib bo'lmaydi. Odatda bu ikki jarayon birga bo'lib o'tadi. Adsorbsiya qaytar jarayondir. Adsorbilangan zarrachalar harakatsiz qolmaydi; ular adsorbentda hammasi bo'lib sekundning yuz va ming ulushida ushlanib turadi va desorbilanib, yangi zarrachalarga almashtiriladi; shu bilan birga ular adsorbentda mahkam o'rnashib olmasdan uning sathi bo'ylab ko'chib yurishi mumkin. Oqibat-natijada erkin va adsorbilangan zarrachalar o'rtasida dinamik adsorbsion muvozanat qaror topadi.

Turli xil moddalarning adsorbsion muvozanatga yetish tezligi turlicha: masalan, CO_2 ko'mirda adsorbilanganda muvozanat 20 sek o'tgandan keyin, O_2 adsorbilanganda — 2,5 soat, N_2 adsorbilanganda 20 soat o'tgach qaror topadi. Adsorbsiya tezligi turli adsorbentlardan amalda foydalanish uchun katta ahamiyatga ega. Masalan, protivogazdan o'tayotgan havo zaharli moddalar aralashmalaridan juda tez tozalanishi kerak, bu — adsorbsion jarayonlar juda katta tezliklarda o'tayotgandagina bo'lishi mumkin. Shuni ta'kidlab o'tish kerakki, protivogazdagi aktivlangan qo'mir bir qator zaharli moddalarning adsorbenti bo'libgina qolmasdan, balki ularning ba'zilarida parchalanish reaksiyalarida katalizator vazifasini ham bajaradi. Jumladan, aktivlangan ko'mir fosgen va xlorpikrin gidrolizida katalizatorlik qiladi:



Temperaturaning ko'tarilishi fizik adsorbsiyani pasaytiradi, chunki bunda adsorbsion qavatda molekulalarning harakati kuchayadi, adsorbilangan

molekulalarning orientatsiyasi buziladi, ya'ni desorbsiya ko'payadi. Ikkinchidan, temperaturaning ko'tarilishi adsorбилanadigan zarrachalarning energiyasini oshiradi, bu — aktivatsiya nazariyasiga muvofiq, kimyoviy adsorbsiyani kuchaytiradi. Demak, temperaturaning ko'tarilishi ba'zi hollarda adsorbsiyaga teskari jarayon - *desorbsiyani* kuchaytirsa, boshqa hollarda adsorbsiyani ko'paytaradi. Masalan, ko'pchilik gazlar uchun temperaturaning ko'tarilishi adsorbsiyani kamaytiradi shu bilan bir vaqtda temperatura -185 dan $+20^0$ gacha ko'tarilganda platinaga kislorodning adsorбилanishi 10 marta ko'payadi, chunki bunda kimyoviy adsorbsiya kuchayadi.

Gaz va bug'lar bosimining oshishi bilan adsorbsiya kuchayadi. Bug'lar adsorбилaganda ko'mir va boshqa g'ovaksimon adsorbentlarda bo'lib o'tadigan *kapillyar kondensatsiya* ko'tariladi. Kapillyarlarda kondensirlangan suyuqlik menisk (botiq) hosil qiladi, uning usti tekis sathga nisbatan ancha past bosimda bug'ga to'yinadi. Bu - adsorbent kapillyarlarida bug' kondensatsiyasini oshiradi. Kapillyar kondensatsiya ayniksa oson suyuqlanadigan gazlarda yaqqol ko'rinadi.

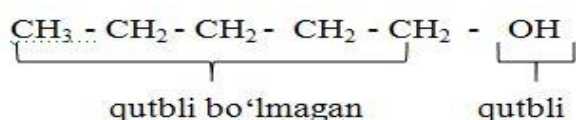
Adsorbsiya adsorbent va adsorbtivning kimyoviy va fizikaviy tabiatiga bog'likdir. Masalan, aktivlangan ko'mirda alifatik moddalarga qaraganda aromatik moddalar bir qadar yaxshi adsorбилanadi. Bir - gomologik qatorga ta'luqli moddalar adsorbsiyasi ko'pincha uglerod zanjiri ortib borishi bilan oshib boradi. Ko'pincha adsorbtivda qo'sh bog'lar soni ortib borishi bilan adsorbsiya oshadi.

Har xil moddalarning eritmada erishi natijasida suyuqlikning sirt tarangligi yoki ortadi, yoki kamayadi. Ayrim moddalar eritmadan adsorbsiyalanib yuza qavatida yig'iladi va sirt tarangligi qiymatini kamaytiradi. Bunday moddalarga, ya'ni adsorbent sirtida yig'ilib adsorbsiyalanib sirt taranglikni kamaytiradigan moddalarga *sirt faol moddalar* deyildi. Bunga misol qilib yog' kislotalarini, spirtlarni, ketonlarni, sovunlarni va har xil oqsillarni

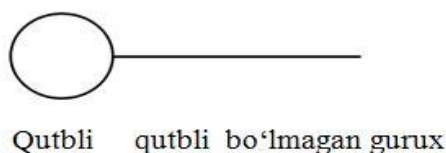
olishimiz mumkin. Berilgan yuzada adsorbsiyalanmaydigan va suyuqlik sirt taranglik qiymatini oshiruvchi moddalarga *sirt nofaol moddalar* deyiladi.

Suvga nisbatan sirt faol bo'lmagan modda sifatida anorganik kislotalar, tuzlar, asoslar, ayrim organik moddalarni keltirishimiz mumkin. Suvli eritmalaridan bo'ladigan adsorbsiyalarda erigan modda tarkibida qutbli (gidrofil) va qutbli bo'lmagan (gidrofob) guruxlarning bo'lishi katta ahamiyatga ega. Bir vaqtning o'zida ham qutbli ham qutbsiz guruxlar tutgan moddalarga *difil moddalar* deyiladi.

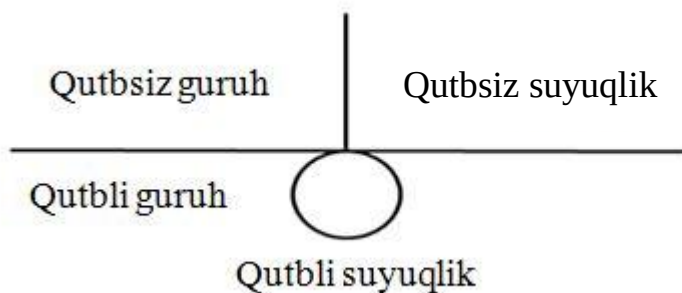
Difil moddalarga misol qilib amil spirtini keltirishimiz mumkin



Difil moddalarning tuzilishi shartli ravishda quyidagi belgi bilan ko'rsatiladi:



Sirt faol moddalar qutbli yoki qutbsiz erituvchilarda eritilganda erigan moddaga hajmdan sirtga o'tish energetik jihatdan qulaydir. Ikkita bir-biri bilan aralashmaydigan qutbli va qutbsiz suyuqlikda erigan moddaning joylanishini quyidagicha ifodalashimiz mumkin.



Adsorbsiya musbat (+) va manfiy (-) bo'lishi mumkin. Agarda yutilayotgan modda konsentratsiyasi sirtida ortishi kuzatilsa bunday adsorbsiya

musbat adsorbsiya deyiladi. Agarda modda miqdori sirtida hajmdagiga nisbatan kichik bo'lsa bunday adsorbsiya manfiy deyiladi. Dyuklo 1878 yilda va Traube 1884-86 yilda organik moddalarning suvli eritmalarini sirt taranglikga ta'sirini o'rganib bitta gomologik qator organik moddalar zanjirida $-CH_2-$ guruhlar soni ortishi bilan sirt taranglik kamayishini aniqlashdi. Ularning aniqlashlaricha moddalarning adsorbsiyalanishi, sirt faolligi quyidagilarga bog'liq bo'ladi:

- qutbli gurux tabiatiga
- molekulaning tuzilishiga
- uglevodorod radikalining uzunligiga.

Dyuklo-Traube qoidasiga binoan uglevodorod radikalini bitta metilen guruxiga ortishi moddaning sirt tarangligini kamaytirish qobiliyatini 3-3,5 marotaba orttiradi. Masalan: moy kislota $CH_3(CH_2)_2 - COOH$ valerian kislota $CH_2 - (CH_2)_3 - COOH$ nisbatan 1 ta metilen guruxga kamligi bilan farqlanadi. Ana shu ikkala kislota sirt faolligini solishtiradigan bo'lsak valerian kislotasiniki moy kislota nisbatan 3,2 marta ortiqdir. Sirt aktiv moddalar fazalar orasidagi sirt taranglikni kamaytirganligi sababli tirik organizmlarda boradigan fiziologik jarayonlarda katta ahamiyatga ega. Biologik suyuqliklar suvga nisbatan ancha kam sirt taranglikga ega. Shuning uchun ham sirt faol moddalar (CFM) (yog' kislotalar) hujayra membranalarida devorida yig'ilishi natijasida ularning va boshqa moddalarning shu membranalardan o'tishi osonlashadi.

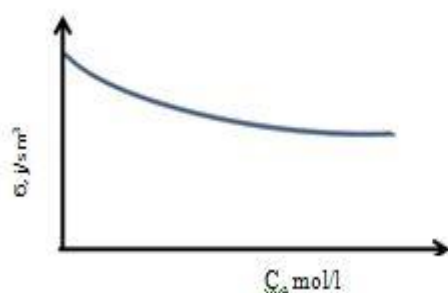
O't kislotalarning tuzlari yuqori sirt faollikga ega bo'lganligi sababli yog'larning emulsiyaga uchrashiga va ularning o'z-o'zidan organizmda sarflanishiga yordam beradi. Sirt faol moddalarning foydali tomoni borligi bilan birga zararli tomoni ham bordir. Masalan ular teri orqali so'rilganda atrof muhitdagi bor bo'lgan zararli moddalar ham organizmga so'rilishi mumkin. Sirt faol moddalarning yuqori konsentratsiyasi va ularning organizmga uzoq muddat ta'siri natijasida organizmda allergiya kasalliklari rivojlanishi mumkin.

8.3 Sirt taranglik izotermasi

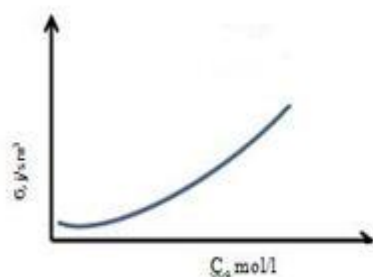
Harorat, konsentratsiya va boshqa kattaliklarning o'zgarishi bilan sirt tarangligini o'zgarishini ko'rsatuvchi egri chiziqga sirt taranglik izotermasi deb aytiladi

Sirt taranglik izotermasini chizish uchun ordinata o'qiga sirt taranglik qiymatini, absissaga konsentratsiyani qo'yamiz.

10 .1,2,3-rasmlarda CFM moddalarning eritmadagi konsentratsiyasi ortishi bilan sirt taranglikni o'zgarishi ko'rsatilgan.



10.1-rasm. Sirt faol moddalarning sirt taranglik izotermasi



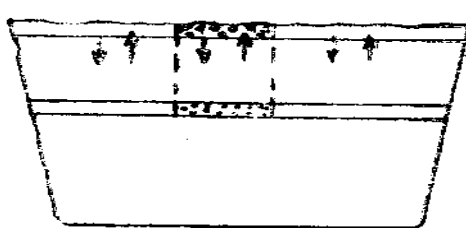
10.2-rasm. Sirt nofaol moddalarning sirt taranglik izotermasi



10.3-rasm. Sirt faollikka ta'sir qilmaydigan moddalarning sirt taranglik izotermasi

Suyuqliklarning harakatli sath yuzasidagi adsorbsiyasi. Suyuqliklar sathida suyuqliklarda erigan modda zarrachalari adsor bilanishi mumkin. Suyuqliklarning sirt yuzasidagi adsorbsiya harakatli sath adsorbsiyasi ham deyiladi. Adsorbsiya erish jarayoni bilan davom etib, erituvchi sathidagi qavat bilan uning ichki hajmi o'rtasidagi erigan modda zarrachalarining taqsimlanishga ta'sir qiladi. Termodinamikaning ikkinchi qonuniga muvofik, suyuqliklarning sirt energiyasi minimumga intiladi. Toza erituvchilarda bu energiya sathni qisqartirish yo'li bilan kamaytiriladi.

Eritmalarda sirt energiyasi suyuqlikning sath qavatida zarrachalar konsentratsiyasining o'zgarishi hisobiga kamayishi yoki ko'payishi mumkin. Sath qavatida modda to'planishi bilan birga davom etadigan adsorbsiya musbat adsorbsiya deb ataladi (10.4.-rasm). Sath qavatining adsor bilanadigan modda bilan to'la to'yinishi uning chegarasi bo'lib xizmat qiladi. Sirt faol moddalar (yog'lar, ko'pchilik alifatik kislotalar, ketonlar, spirtlar, xolesterin va boshqalar) musbat adsor bilanadi.



8.4-rasm. Suyuqlikdagi musbat adsorbsiya

Agar erigan modda suyuqlikning sirt tarangligini oshirsa, bunda u sath qavatidan adsorbent ichkarisiga haydaladi. Bunday adsorbsiya manfiy adsorbsiya deyiladi. Bu xolda $\Delta\sigma > 0$ va G manfiy qiymatga ega bo'ladi.

Adsorbtiivning sath qavatidan adsorbent (erituvchi) ichkarisiga to'liq siqib chiqarilishi manfiy adsorbsiyaiing chegarasidir. Konsentratsiyalar har xil bo'lishi natijasyada bu erda ham diffuziya sodir bo'ladi. Adsorbtiiv molekulalari sath qavati tomon yo'naladi. Shuning uchun sath qavatida oz miqdor bo'lsa ham adsorbtiiv bo'ladi. Sirt tarangligini keskin oshiradigan moddalar suyultirilgan eritmalarining sath qavatida deyarli bo'lmaydi. Sirt-nofaol moddalar -anorganik tuzlar, uglevodlar va boshqa moddalar manfiy adsorbilanadigan moddalardir.

Gibbs suyuqlikda eriydigan moddaning taqsimlanishi, uning sirt tarangligining maksimal darajada kamayishiga olib kelishini aniqlab beradi. U adsorbsiya qiymati G ni, ya'ni taxminan bir molekula qalinlikdagi 1 sm^2 qavatida suyuqlikning ichidagi xuddi shu hajmidagiga nisbatan yig'iladigan ortiqcha moddaning miqdorini aniqlaydigan tenglamani taklif etdi:

$$G = -\frac{c}{RT} \cdot \frac{\Delta\sigma}{\Delta c} = -\frac{c}{RT} \cdot \frac{(\sigma_2 - \sigma_1)}{(c_2 - c_1)}$$

Bu yerda: G — sirt adsorbsiyasi miqdori mol/sm^2

C – molyar konsentratsiya, mol/l

R – universal gaz doimiysi $8,3146 \text{ J} \cdot (\text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1})$

T – temperatura Kelvinda

$\frac{\Delta\sigma}{\Delta c}$ - sirt faolligi, konsentratsiya o'zgarishi bilan sirt taranglik

o'zgarishini ifodalaydi

Sirt faolligi $\frac{\Delta\sigma}{\Delta c}$ adsorbsiya qiymatini va uning ishorasini aniqlab beradi.

Agarda: 1) $\frac{\Delta\sigma}{\Delta c} < 0$ bo'lsa $G > 0$ adsorbsiya musbat (+), ya'ni erigan modda konsentratsiyasi ortishi bilan sirt taranglik qiymati kamayadi.

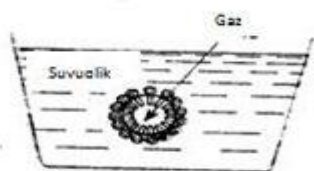
2) $\frac{\Delta\sigma}{\Delta c} > 0$ bo'lsa $G < 0$ manfiy (-) adsorbsiya kuzatiladi

3) $\frac{\Delta\sigma}{\Delta c} = 0$ bo'lsa $G = 0$ adsorbsiya hodisasi kuzatilmaydi.

Demak, adsorbsiya G sirt faolligining qiymati $\frac{\Delta\sigma}{\Delta c}$, yani c modda konsentratsiyasi va sirt tarangligiga bog'liqdir. Agar bunda sirt tarangligi kamaysa, ya'ni $\Delta\sigma < 0$ bo'lsa, G musbat qiymatga ega bo'ladi. Erigan moddaning konsentratsiyasi sirt qavatida suyuqlikning qolgan hajmidagiga nisbatan ancha yuqori bo'lib qoladi. Hosil bo'ladigan konsentratsiyalar ayirmasi albatta suyuqlikning sath qavatidan uning ichki tomon yo'nalgan diffuziyaga olib keladi va erigan modda zarrachalarining hammasini tamomila sath qavatiga o'tishiga to'sqinlik qiladi. Suyuqlikning sath qavatidagi erigan modda bilan uning qolgan hajmi o'rtasida harakatchan adsorbsion muvozanat qaror topadi.

Musbat va manfiy adsorbsiyani moy kislotaning suvdagi adsorbsiyasi misolida izoxlab berish mumkin. Moy kislotaning sirt tarangligi suyuqlikliknidagiga qaraganda kam bo'ladi. Moy kislotaning suvga qo'shilgan dastlabki qismi deyarli sath qavatidagina taqsimlanib, sirt tarangligini keskin pasaytirib yuboradi. Moy kislotaning keyin qo'shilgan qismi uning sath qavatidagi konsentratsiyasini tezda oshiradi, shuningdek suvning pastki qavatlaridagi diffuziyanishi ham oshadi. Suvning sirt tarangligi o'zgarib boradi, moy kislotaning sirt tarangligiga, ya'ni $0,0725 \text{ J/m}^2$ ga tenglashguncha asta-sekin davom etadi. Bu eritmaning sath qavati faqat moy kislota molekulalaridan iborat ekanligini, ya'ni musbat adsorbsiya oxirgi chegaraga yetganligini bildiradi. Agar moy kislotaga suv quyilsa adsorbsiya jarayoni teskari tartibda o'zgarib boradi. Suvning dastlabki quyilgan qismi manfiy

adsorbilanib, kislotaning sirt tarangligiga amalda ta'sir ko'rsatmaydi. Keyinchalik suv qo'shilganda sirt tarangligining progressiv ravishda oshib borishiga olib keladi. Demak, sirt tarangligi yuqori bo'lgan suyuqliklar sirt nafaol, sirt tarangligi bir qadar kichik bo'lgan moddalar esa sirt faol moddalar hisoblanadi.



7.7-Rasm. Havo pufakchasi atrofidagi sirt pardasi

Qon va hujayralarning protoplazmasidagi turli xil moddalarning manfiy va musbat adsorbsiyasi tirik organizmlarda modda almashinuvi uchun katta ahamiyatga ega. Biologik suyuqliklarning sirt tarangligi suvnikidagiga nisbatan ancha kam bo'ladi (10.1-jadval). Shuning uchun gidrofob moddalar, masalan, alifatik kislotalar qatori, aminokislotalar, steroidlar tomir devorlarining hujayra membranalaridan o'tishini osonlashtiradi.

10.1-jadval

Havo bilan ajralish chegarasidagi ba'zi suyuqliklar sirt tarangligining qiymatlari

Suyuqlik	Sath tarangligi, J/m ² hisobida
Simob	0,430
Suv	0,0725
Glitserin	0,0650
Odam qoni zardobi (38 °S da)	0,046-0,047
Etil spirt	0,022
Efir	0,016
Amyobalar sitoplazmasi (yor chegarasida)	0,005-0,015

Gidrofob zanjiri kalta bo'lgan difil molekulalarning gidrofil xossasi ustun turadi, shuning uchun, bunday molekulalar manfiy adsorbilanib, suvda yaxshi eriydi. Uglevodorod zanjiri uzayishi bilan molekulalarning gidrofob xossalari kuchayib boradi va ularning suvdagi eruvchanligi pasayadi.

Molekulalarning gidrofob xossalari ko'payishi bilan bir vaqtda ularning sirt faolligi ham ortib boradi.

Adsorbsiyalangan gaz yoki erigan modda miqdori adsorbentni tabiatiga, gaz yoki erigan modda tabiatiga, bosimga yoki konsentratsiyaga, temperaturaga bog'liq bo'ladi. 1sm² sirtida yutilgan va mollarda ifodilangan modda miqdori solishtirma adsorbsiya deyiladi va quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$G = \frac{X}{S}, \quad \text{mol/sm}^2$$

G- solishtirma adsorbsiya mol/sm² , X-adsorbentning mollar soni, S-adsorbent sirti, sm²

8.4 Molekulyar va ion almashuvchi adsorbsiya. Tanlab adsorbsiyalash

Dissotsiatsiyaga uchramagan molekulalar ya'ni noelektrolitlar adsorbsiyasiga molekulyar adsorbsiya deb aytiladi. Kuchli elektrolitlar adsorbsiyasiga ion almashuvchi adsorbsiya deyiladi.

Kuchli elektrolit ionlarining adsorbsiyasi ikki xil kuchlar ta'sirida bo'ladi:

1. Molekulyar sirt kuchlari
2. Ionlar adsorbsiyasi natijasida yuzaga keladigan elektrstatik kuchlar.

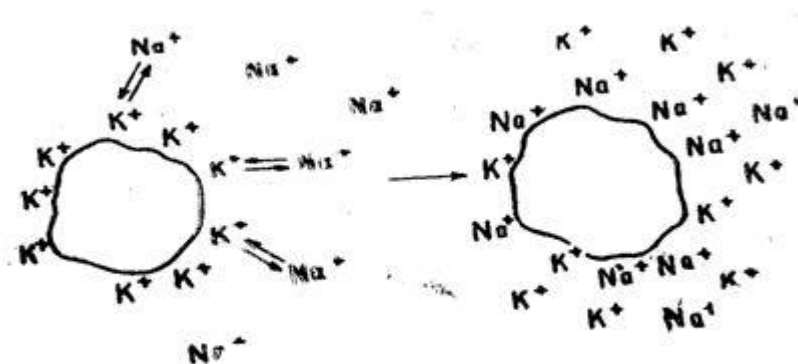
Ion almashuvchi adsorbsiyani asosan uchga bo'lishimiz mumkin.

1. *Ekvivalent adsorbsiya*
2. *Almashinish adsorbsiyasi*
3. *Maxsus (ya'ni tanlangan adsorbsiya)*

Ekvivalent adsorbsiyada kationlar va anionlarning ekvivalent holda ya'ni butunlay yutilishi kuzatiladi. Ekvivalent adsorbsiya mexanizmini quyidagicha ifodalashimiz mumkin. Elektrolitning yaxshi adsorbsiyalanuvchi ioni o'zining jufti - yomon adsorbsiyalanuvchi ionni tortadi. Buning natijasida yaxshi adsorbsiya kamayadi yomon adsorbsiyalanuvchi ionning adsorbsiyasi ortadi. Natijada ikkala ion ham bir xilda adsorbsiyalanadi.

Almashinish adsorbsiyasi. Almashinish adsorbsiyasi deb, adsorbentdagi bir moddani tashqi muhitdagi boshqa bir modda bilan almashtirish hodisasiga aytiladi. Odatda esa bu kuchsiz adsorbentni birmuncha kuchli bo'lgan adsorbent bilan siqib chiqarishdir; natijada adsorbentning aktiv markazlari uchun bo'lgan

«raqobatlashuvda» adsorbent ustida ikkala adsorbktiv ham adsorbilanishiga proporsional miqdorda bo‘lib qoladi. Masalan, adsorbktivlardan birining berilgan adsorbentda adsorbilanishi boshqasiga qaraganda 10 marta yuqori bo‘lsa, u 10 marta ko‘p adsorbilanadi (7.12-rasm). Biroq konkret modda ularning adsorbilanishi proporsionalligiga ta’sir etadi, ya’ni sinergizm va antogonizm hodisalari kuzatiladi.



8.11-rasm Ion almashinuvi adsorbsiyasining sxemasi.

Adsorbsiyaning tanlanishi. Birorta moddaning adsorbsiyasi boshqa moddalar adsorbsiyasidan ancha yaxshi bo‘lsa berilgan adsorbentda uning tanlanuvchanligi haqida fikr yuritish mumkin. Bu hol katta amaliy ahamiyatga ega - kerakli adsorbentlarni tanlab olib, murakkab, aralashmalardan qat’iy belgilangan moddalarni ajratib olish mumkin. Tanlangan adsorbsiyaning misollaridan biri ionli adsorbsiyadir. Panet-Fayans qoidasiga binoan qattiq adsorbent ko‘pincha adsorbent tarkibiga kiradigan yoki adsorbent bilan umumiy guruxga ega bo‘lgan ionlarni adsorbilaydi. Masalan, $H_2SO_4 + BaCl_2$ reaksiyada hosil bo‘ladigan $BaSO_4$ zarrachalarida birinchi navbatda H^+ , Cl^- , K^+ yoki NO_3^- ionlari emas balki SO_4^{2-} yoki Ba^{2+} ionlari adsorbilanadi. Ko‘p valentli ionlar bir valentli ionlarga qaraganda kuchliroq adsorbilanadi. Bir xil valentlikka ega bo‘lgan ionlar ham o‘lchamlari va gidratatsiya darajasi o‘rtasida farq bo‘lishi munosabati bilan turlicha adsorbilanadi. Ular adsorbsiya qobiliyatiga qarab liotrop qatorlardan joy oladi.

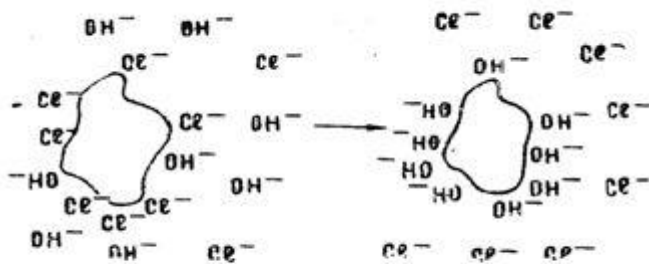


Ionli adsorbsiyaning bayon qilingan xususiyatlari kolloidlardagi stabilizatsiya va koagulyasiya jarayonlarida katta ahamiyatga ega. Texnik suvning qattiqligini kamaytirish uchun, ya'ni uning tarkibidagi Ca^{2+} hamda Mg^{2+} ionlarini konsentratsiyasini kamaytirish uchun, tabiiy silikatlar, seolit yoki ishqoriy metallar ishlatilishi mumkin.

Inson organizmida ko'pincha tanlab adsorbsiyalash jarayoni boradi. Toksinlar va boshqa har xil moddalar organizmdagi hujayra va boshqa qismlari tomonidan tanlab adsorbsiyalanadi. Masalan: stolbnyak va botulizm toksinlari birinchi navbatda markaziy nerv sistemani zaharlaydi.

Ion almashinish adsorbsiyasi almashinish adsorbsiyasining bir turidir. Uning mohiyati shundan iboratki, ba'zi adsorbentlarda dissotsilanadigan kimyoviy guruhlar bo'lib, ular o'z ionlarini eritmadagi bir xil zaryadlangan ionlarga almashtiradi (10.12-rasm). Eritmadagi H^+ yoki OH^- ionlari almashinsa, almashinish natijasida eritmada ularning nisbatlari almashinib, pH o'zgaradi (8.12-rasm). Masalan, BaSO_4 kolloid zarrachalari adsorбилangan Cl^- ionlarini OH^- ionlariga almashtirishi mumkin, bu — eritmada Na^+ ionlarining ko'p bo'lishiga olib keladi va, demak eritmadagi pH kislotali muhit tomoniga kuchadi. Ion almashinish adsorbsiyasining bundai xususiy holi *gidrolitik adsorbsiya* deb ataladi.

Sanoatda va ilmiy tekshirish ishlarida yuqori molekulyar sintetik moddalardan iborat bo'lmish ion almashtiradigan smolalar (ion almashtirgichlar) tobora keng qo'llanilyapti. Ular almashinadigan ionlar xillariga - anionlar va kationlarga qarab kationit va anionitlarga bo'linadi. Sulfofenol, polisulfostiroil yoki karboksifenol turidagi sintetik smolalardan iborat bo'lgan amberlit IR-100, Daueks-50, vatanimizda ishlab chiqariladigan



8.12-rasm Hidrolitik adsorbsiya sxemasi.

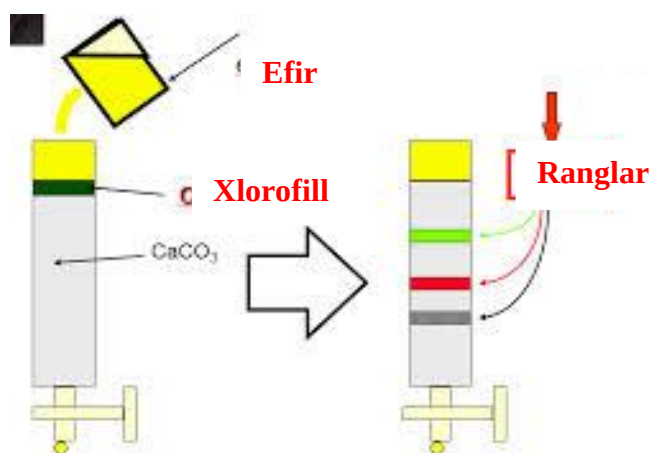
KB-4, SBS va boshqalar, ishqor bilan ishlangan alyuminiy oksid; alyumosilikatlar, trepel va boshqalar kationitlar jumlasiga kiradi. Fenolformaldegid va boshqa turdagi smolalar, kislota bilan ishlangan alyuminiy oksid va boshqalar anionitlar qatoriga kiradi. Kationlarning funksional guruhlari karboksil, gidroksil va sulfo guruhlari bo'lib, ularda kation (masalan, vodorod metall bilan) almashinishi mumkin. Anionitlarning funksional guruhlari (amino guruhlari) anionlarni almashtiradi, masalan, OH^- gruppasi Cl^- , SO_4^{2-} - guruhlari almashtiriladi va hokazo.

Ion almashinish adsorbsiyasi ham ma'lum tanlanish xususiyatiga ega. Ion almashinish adsorbsiyasidan sanoatda eritmalarni tuz aralashmasidan tozalashda, ba'zi moddalarni, masalan, noyob metallarni ajratib olishda, distillangan suv bilan teng bo'lgan tuzsizlantirilgan suv olishda foydalaniladi va hokazo. Ion almashtirgichlardan laboratoriya amaliyotida ham keng foydalaniladi. Sanoatda katta assortimentlarda chiqarilayotgan bu moddalarni tibbiyotda ham qo'llanadi. Ion almashtirgichlarni, masalan, me'da-ichak yo'lida zaharli moddalar, toksinlarni tozalash uchun qo'llash mumkin va hokazo.

Xromatografiya. 1903 yilda rus botanigi M. S. Svet adsorbilanish qobiliyati turlicha bo'lgan moddalar aralashmasini adsorbent qavatidan o'tkazganda ular qavat-qavat bo'lib joylashganligini payqadi. Bu moddalar bo'yalgan bo'lsa, adsorbentda adsorbiyangan moddalar qavatlari ko'rinadi. Moddalar aralashmasini ajratishning bu usuli xromatografiya usuli deb atalishiga sabab ham shu (grekcha xromos —rang demakdir). Bu nom rangsiz

moddalarni xuddi shunday tarzda ajratish uchun ham qoldirilgan. Xromatografiyaning bir necha xillari tafovut qilinadi.

Adsorbsion xromatografiya. Xomatografiyaning bu xili birorta adsorbentning moddani tanlab adsorbilashiga asoslangandir (Rasm- 7.14). Kalsiy karbonat bilan to'ldirilgan adsorbsion kolonkadan xlorofill bo'lgan eritma o'tkazilsa, kolonkaning yuqori qismida avval yahshi so'riladigan moddalar adsorbilanadi. So'ngra kolonkadan erituvchi – efir o'tkazilsa, u xlorofill tarkibidagi aralashgan moddalarni asta-sekin, adsorbsiyalanish qobiliyatiga qarab, rangli qatlamlarga agratib beradi.



8.13-rasm. Ustunli ranli xromatografiya

Ion almashinish xromatografiyasi. Bu usul eritma bilan adsorbent o'rtasida ion almashinishiga asoslangan. Bu holda ham adsorbsion xromatografiyada ko'rilganidek, eritma adsorbentdan o'tkaziladi, ayni vaqtda birorta ion almashtirgich adsorbent bo'lib xizmat qiladi. Yuqorida bir qadar intensiv adsorbilanadigan ionlar keyin birmuncha kam adsorbilanadigan ionlarga almashinadi va hokazo, natijada ionlar eritmada qavatma-qavat bo'lib birin-ketin ajraladi. Shunday qilib, ionlar almashinuvi adsorbsiyaning tanlanuvchanligi bilan birgalikda natija beradi.

Taqsimlovchi xromatografiya. Bu usulda bir-biri bilan aralashmaydigan suyuqliqlarda moddalarning turlicha taqsimlanishidan foydalaniladi. Moddalarning turlicha taqsimlanishi Nernst qonuni bilan aniqlanadi; doimiy temperaturada ikkita bir-biri bilan aralashmaydigan suyuqliqlar (fazalar)

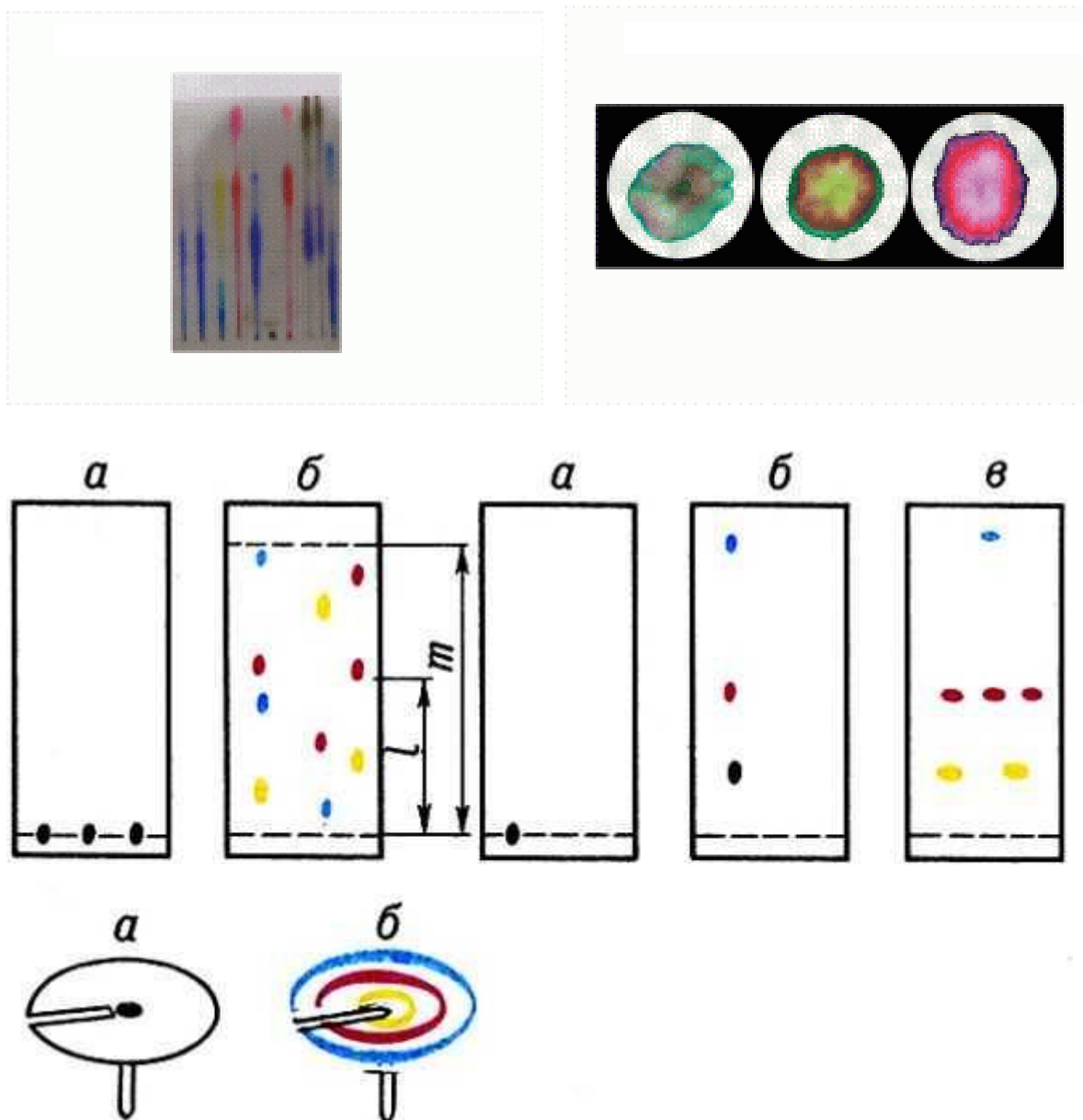
o'rtasida taqsimlangan modda konsentratsiyalarining nisbati doimiy qiymatga ega bo'ladi:

$$\frac{c_1}{c_2} = k$$

Bu qonunni dissotsilanmaydigan va assotsilanmaydigan moddalar uchun qo'llash mumkin. Turli miqdorda aralashgan A va B moddalar eritmasida aralashmaydigan ikki suyuqlik - suv va benzol bor, deb faraz qilaylik. Bu sistemada A va B moddalarning taqsimlanish koeffitsienti 10 ga teng deylik, ya'ni ular o'z eruvchanligiga muvofiq holda, A modda suvda benzolga qaraganda 10 marta ko'p, B modda esa, aksincha, 10 marta kam taqsimlanadi. Bir necha probirkaga suv solamiz (xromatografiya sistemasining harakatsiz fazasi), ulardan biriga baravar hajmda benzol quyamiz, keyin esa ajratiladigan moddalar aralashmasini qo'shamiz. Probirka chayqatilganda va suyuqliklar ajratilgandan so'ng suv qavatida 9 qism A va 1 qism B, benzol qavatida esa 1 qism A va 9 qism B modda bo'ladi. Shu benzol qavatini ikkinchi probirkadagi suvga solib chayqatamiz. Qavat ajralgandan so'ng benzol qavatda 0,1 qism A va 8,1 qism B modda bo'ladi. Benzol qavatni ajratib olib uchinchi probirkaga solamiz, keyin chayqatamiz. Qavat ajragandan so'ng benzol qavatida 0,01 qism A va 7,3 qism B modda bo'ladi va hokazo. Bir necha takrorlanishdan so'ng oxirgi probirkaning benzol qavatida amalda faqat B modda bo'ladi. Agar birinchi probirkaga benzolning birinchi qismini, so'ng yana ikkinchi qismini solib chayqatilsa, unga suvdan 0,9 qism B modda o'tadi, ikkinchidan so'ng benzolning uchinchi qismini solib chayqatilsa, suvda qolgan B moddadan yana 0,9 qism benzolga o'tadi va hokazo. Shunday qilib ketma-ket bir necha marta benzol solib chayqatib (xromatografik sistemasining harakatchan erituvchisi) birinchi probirkalarning suv qavatiga sof A moddani to'plash mumkin.

Moddalarning taqsimlanish koeffitsientlari qanchalik kam farq qilsa yoki aralashmada tarkibiy qismlarning miqdori qancha ko'p bo'lsa, shuncha ko'p probirka kerak bo'ladi va harakatchan erituvchini quyishni shuncha ko'p takro *Qog'ozdagi xromatografiya*. Harakatsiz fazani (odatda qutbli erituvchilar –

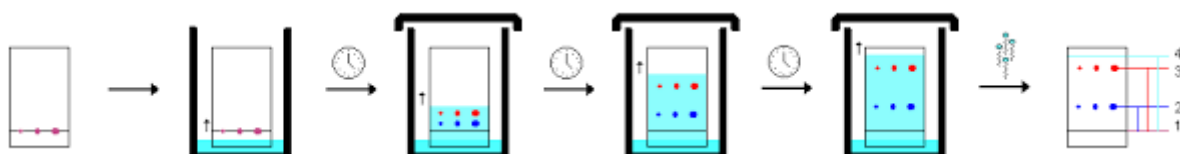
suv, spirt) qutbli moddalarda, masalan, xromatografik qog'ozda (filtr qog'ozning maxsus navi) o'tkazish juda qulay. Xromatografiya usulining bu turi qog'oz xromatografiyasi deyiladi. Ko'pincha pastga tushadigan qog'oz xromatografiyasi qo'llaniladi, bunda idishning yuqori qismiga o'rnatilgan erituvchilar aralashmasi solingan maxsus "qayiqcha" ga xromatografik qog'oz varag'i osiladi. Yuqori qismiga tomizilgan ajratilishi kerak bo'lgan moddalar aralashma oqimi bilan turli masofaga suriladi. Erituvchining harakat tezligini biror modda harakat tezligiga nisbati taqsimlanish koeffitsienti (R_f) deyiladi va standart sharoitlarda doimiy qiymatga ega bo'ladi. 7.15-Rasmda qog'oz xromatografiyasining bir nechta turi keltirilgan:



10.14-rasm-qog'ozdagi xromatografiya turlari

Yuqoriga ko'tarilgan xromotografiyaning pastga siljiydigan xromotografiyadan farqi shundaki erituvchi solingan qayiqcha idishning tubida bo'lib, erituvchi vertikal holda osilgan qog'oz varag'ida pastdan yuqoriga siljiydi. Ko'pincha takror qog'oz xromotografiyadan foydalaniladi. Bunda masalan pastga siljiydigan usulda ajratilgandan so'ng shu varaq qog'ozi 90^0 ga aylantirilib yana ajratish takrorlanadi, lekin erituvchi boshqa bo'ladi (bu holda ajratilayotgan moddalar boshqa (R_f) qiymati bilan harakterlanadi). Natijada mustahkamlash (fiksatsiya) va spetsifik bo'yoklar bilan bo'yalgandan keyin xromatogramma olinadi. Bular da har bir dog' ajratiladigan har bir moddaga mos keladi. Dog'larni identifikatsiya qilish (bir xil ekanligini bilish) uchun ajratilayotgan moddalar aralashmasi yoniga aralashmaning toza komponentlarining tomchilari ("guvox") tomiziladi. Ularning xromatogrammada turgan joylarini ajratilayotgan moddalar joylariga solishtirib bir xil ekanligi to'g'risida hulos a chiqariladi.

Yupqa qavatli xromatografiya. Moddalarni ajratishning bu usuli adsorbsion, taqsimlovchi yoki almashinish xromotografiyasiga asoslangandir. Odatda bu jarayonlar bir vaqtda bo'lib o'tadi. Yupqa qavatli xromatografiya qog'oz xromotografiyasiga juda o'xshash lekin qog'oz varag'i o'rniga kukunsimon adsorbentning yupqa qavatidan foydalaniladi. Buning uchun to'g'ri burchakli shisha plastinka ustiga yupqa qavat (odatda 2-3 mm) alyuminiy oksid yoki shunga bop birorta boshqa adsorbent surtiladi. Start chizig'iga tekshirilayotgan aralashma va "guvox" lar tomiziladi. So'ng shisha plastinka start chizig'iga yaqin joyigacha erituvchiga botirilib, qiya qilib joylashtiriladi. Bir necha vaqt o'tganidan so'ng erituvchi surilib plastinkaning yuqori qismigacha ko'tariladi, ajralgan moddalarning dog'lari maxsus bo'yoqlar bilan chiqariladi yoki ularning radiaktivligi, ultrabinafsha nurda nur sochishiga qarab topiladi.



8.15-rasm. Yupqa qavatli xromatografiya

Qog'oz xromatografiyasidagi kabi o'zgarmas sharoitlarda (ish usuli, adsorbent bilan erituvchining sifati va faolligi, surtilgan modda qavatining qalinligi, miqdori va tozalik darajasi, erituvchilarning surilish masofasi, start chizig'ining holati) R_f ning qiymati berilgan modda uchun doimiy bo'ladi va uning fizik-kimyoviy karakteristikalaridan biri deb olish mumkin. Yupqa qavatli xromatografiyada ham erituvchini bir necha marta o'tkazishdan foydalanish, takror ajratishni qo'llash mumkin va hakoza.

Gaz xromatografiyasi. Bu xromatografiya taqsimlovchi xromatografiya turlaridan biridir. Uning xillaridan biri gaz-suyuqlik xromatografiyasidir. Uchmaydigan suyuqlik harakatsiz faza bo'lib xizmat qiladi (glitserin, polietilenglikol, lanolin va boshqalar) u bilan qattiq kukunsimon adsorbent (aktivlangan ko'mir, selit, maxsus o'tga chidamli g'isht va hakoza) shimdiriladiki, ushlab ko'rganda quruq va gaz bilan puflanganda oson uchadigan bo'lsin. Harakatsiz fazaga ega bo'lgan shunday adsorbent bilan diametri taxminan 0,5 sm va uzunligi 20 sm gacha bo'lgan kolonka (shisha yoki mis naycha) bir tekisda to'ldiriladi. Harakatchan faza vazifasini birorta gaz (vodorod, geliy, argon, azot) bo'lib unda ajratiladigan modda ham gaz xolida aralashtiriladi. Hosil bo'lgan gazlar aralashmasi past temperaturada ma'lum bosim ostida kolonkaga yuboriladi. Aralashmalarning tarkibiy qismlarga ajralishi umuman kolonkada erigan modda bilan olib boriladigan adsorbsion xromatografiyaga o'xshashdir.

Analiz qilinayotgan moddalar ajratilgan keyin ketma –ket kolonkaning oxiridan chiqadi. Kolonkadan chiqayotgan tashuvchi gazlar oqimida bu moddalarning bor yo'qligi fizik-kimyoviy xossalrining o'zgarishiga qarab avtomat detektor bilan aniqlanadi va maxsus qurilma yordamida diagrammalar ko'rinishida qayd qilinadi. Gaz-adsorbsion xromatografiyaning gaz-suyuqlik

xromatografiyasidan farqi shundaki qattiq adsorbent harakatsiz faza bo'lib xizmat qiladi.

Kapillyar xromatografiya uzunligi 30-90 sm bo'lgan kapillyarlarda ajralish yuz berishiga asoslangan (naylondan tayyorlangan kapillyarlar 1600 sm gacha bo'lishi mumkin). Suyuq harakatsiz faza bevosita kapillyarni ichki devorlariga surtiladi (tashuvchi qattiq adsorbentsiz) ya'ni kapillyar devorlari kerakli suyuqlik bilan namlanadi.

Gaz xromatografiya usullari ko'pgina to'qima komponentlari va biologik suyuqliklar (lipidlar, aminokislotalar, uglevodlar), efir moylari, halqali birikmalar, atmosfera gazlari va hokazolarni ajratish uchun juda qulaydir.

Xromatografiya analizining boshqa xillari ham mavjud, masalan kimyoviy reaksiyalar natijasida hosil bo'ladigan cho'kmalarning eruvchanligi turlicha bo'lishiga asoslangan cho'kmalar xromatografiyasi; bunda moddalar, aralashmasini cho'ktiruvchi, ya'ni ajratilayotgan aralashmaning tarkibiy qismlari bilan reaksiyaga kirishuvchi modda bilan shimdirilgan tashuvchi orqali o'tkaziladi.

Analitik kimyoning butun bir sohasi - xromatografiya analizi tibbiy izlanishlarda keng qo'llanadi. Xromatografiyaning xilma-xil usullari moddalarning juda murakkab aralashmalarini: aminokislotalarni, purin va pirimidin asoslarini, qandlarni va hokazolarni ajratishga imkon beradi. Xromatografiya analizi radioaktiv indikatorlar, lyuminessensiya va boshqa usullar bilan birga hozirgi zamon ilm-fanida eng muhim usullardan biri bo'lib, biologiya va tibbiyotda turli xil ilmiy tekshirishlar olib borishda juda keng va muvaffaqiyat bilan qo'llaniladi. Adsorbsion va ion almashinish xromatografiyasi texnologik jarayonlarda turli xil moddalarni ajratish uchun ham qo'llaniladi. Masalan, ion almashinish xromatografiyasidan kam uchraydigan er elementlarini va hokazolarni ajratishda foydalaniladi.

8.5 Sirt hodisalarining tibbiyotdagi va biologiyadagi ahamiyati

Bitta adsorbentning o'zida tanlanuvchanligi turlicha bo'lgan aktiv markazlar bo'lishi mumkin, shu sababli bir modda bir aktiv markazda, boshqalari esa boshqa aktiv markazlarda yaxshiroq adsorbilanadi. Nikel katalizatorining tiofen bilan zaharlanishini misol tariqasiada keltirish mumkin. Bu - nikelning faollashtiruvchi ta'siri to'yinmagan uglevodlarning gidrogenlashda oldingidek saqlanib qolgan aromatik yadroni gidrogenlash jarayonida yo'qoladi. Ikki xil kataliz nikelning har xil aktiv markazlari orqali amalga oshiriladi, ularning birida tiofen tanlab adsorbilanadi.

Odam organizmida ko'pincha toksinlar va boshqa moddalarning turli to'qimalar va hujayralar orqali tanlab adsorbilanishni kuzatiladi. Masalan, qoqshol, botulizm va boshkalarning qo'zg'atuvchi toksinlari avvalo markaziy nerv sistemasi hujayralarini shikastlantiradi, dizenteriyani qo'zg'atuvchi toksinlari esa vegetativ nerv sistemasini zararlantiradi; toshmali tifda ko'pincha teri, miya va qisman yurak tomirlari shikastlanadi va xokazo. Har bir antitelo uchun aniq bir begona oqsil (antigenlar) lar bilangina birikadigan immunli oqsillar (antitelolar) juda katta tanlanish qobiliyatiga egadir. Elektron mikroskop yordamida tekshirish shuni kursatdiki, antitelolar masalan ich terlama bakteriyalari ustida bir xil adsorbilanmasdan, ma'lum bir qismlari bilangina, go'yo «aktiv markazlar» buyicha adsorbilanadi. Organizmga ba'zi fermentlar va boshqa biologik aktiv birikmalarning aktiv markazlarida juda yaxshi adsorbilanadigan zahar va toksinlarni xatto oz miqdorda yuborish ko'pincha ularning blokadalanishiga olib boradi. Masalan organizmga sian birikmalarini yuborish tarkibida temir saqlaydigan nafas fermentlarining blokadalanishi natijasida bir necha sekund o'tgach o'limga olib keladi. Tanlanib adsorbilanishga adsorbent bilan adsorbentning elektr zaryadlari shak-shubxasiz ahamiyatga ega, chunki har xil zaryadlangan zarrachalar osonroq birikadi. Neytral muxitda musbat zaryadlangan hujayra yadrosining ishqoriy oqsillarini kislotali (manfiy zaryadlangan) bo'yoqlar bilan protoplazmaning kislotali

oqsillarini asosli (musbat zaryadlangan) bo'yoqlar bilan yaxshi bo'yalishi xuddi shu bilan izoxlanadi.

Adsorption terapiya xaqida ham eslatib o'tish kerak, u zararli moddalariing yutilishi uchun kasalga adsorbentlarni yuborishdan iborat. Masalan, me'da-ichak yo'liga kirgan zahar, toksinlardan tozalash uchun, shuningdek ba'zan ichakda yig'iladigan gazlar (meteorizm) adsorbsiyasi uchun ko'pincha karbolen (aktivlangan ko'mir) qo'llaniladi. Odam organizmida sodir bo'ladigan qator jarayonlar asosida ham tanlangan adsorbsiya yotadi. Masalan, qoqshol kasalligini qo'zg'atuvchi bakteriyalarning zaharlari — MNS hujayralariga, ichburug' qo'zratuvchi bakteriyalarning zaharlari esa vegetativ nerv sistema hujayralari bilan tanlangan adsorbsiyaga uchrab, og'ir oqibatlar kelib chiqishiga sabab bo'ladi.

Immun oqsillari (antitelolar) yuqori darajada tanlab adsorbsiyalash hususiyatiga ega. Ular organizm uchun yot bo'lgan ma'lum tur oqsillarga (antigenlarga) adsorbsiyalanib, ularni eritib yuboradi. Odam organizmiga sianidlarning (CN^- ioni saklovchi tuzlarning) o'ta zaharli ta'siri CN^- ionlarining nafas zanjirlarida nafas fermentining (sitoxroma, a_3) faol markazlariga tanlab adsorbsiyalanib birikishi va ularni ingibirlashi bilan tushuntiriladi. Buyrak va siydik yo'llarida tosh hosil bo'lishi jarayoni ham tanlab adsorbsiyalanishga asoslangan, jumladan bu a'zolar biosuyuqliklari tarkibida Mg^{2+} , Ca^{2+} , PO_4^{3-} va $C_2O_4^{2-}$ ionlari konsentratsiyasining ortishi ularni eruvchanlik ko'paytmalarining kritik konsentratsiyasiga etishiga va fosfat yoki (hamda) oksalat tuzlari holida cho'kmaga tushishiga olib keladi. Shundan so'ng tanlangan adsorbsiya mexanizmi borishi natijasida bu cho'kmaga moyilligi katta bo'lgan ionlar adsorbsiyalanadi. Oqibatda adsorbent vazifasini bajaruvchi qattiq faza yiriklashib bu a'zolarida qum va tosh hosil bo'lishiga olib keladi. Tibbiyotda ishlatiladigan ba'zi davolash usullari adsorbsiyaga asoslangan bo'lib, ular adsorbsiya terapiyasi deb ataladi. Bu usulga misol tariqasida oshqozon-ichak sistemasiga tashqi muhitdan tushgan zaharli moddalarni yoki ichaklarga

turli aʼzoldan ajralib chiqqan zaharlarni karbolenga adsorbsiyalashtirish orqali chiqarib yuborishni keltirish mumkin. Bundan tashqari karbolen meteorizm (ichaklarda gazlar yigʻilishi) vaqtida ham keng qoʻllaniladi. Ionitlar tibbiy maqsadlar uchun keng qoʻllaniladi. Masalan, chaqaloqlarni sunʼiy boqishda qoʻllaniladigan ozuqalardan biri qayta ishlangan sigir suti hisoblanadi. Sigir sutidan toʻgʻridan toʻgʻri foydalanish maqsadga muvofik emasdir. Bunga asosiy sabab bu sutning ona sutidan farqli ravishda mineral yuqori qiymatga ega boʻlganligi oqibatida quyidagi holatlar kelib chiqishidir.

1. Chaqaloqning buyrak ekskretor faoliyati past boʻlganligi sababli bola organizmida koʻplab osmotik faol ionlar yigʻilib qoladi va natijada biologik suyuqliklar osmotik bosim qiymati buziladi.

2. Organizmning Na^+ ionlari bilan boyitilishi bolaning nisbatan katta yoshga etganda gipertoniya kasalligi bilan ogʻrishiga sabab boʻladi.

3. Ona va sigir sutidagi Ca^{2+} ; PO_4^{3-} ionlarining nisbati tegishli 2:1 va 1:1 boʻladi. Shu sababli ona suti tarkibidagi Ca^{2+} ionlarining oʻzlashtirilish qiymati 60%, sigir sutidagilarniki esa 20 % ni tashkil etadi. Buning natijasida bu sut turlari bola suyaklarining qotishiga turlicha taʼsir etadi.

4. Sigir sutining tarkibida oqsillar, ishqoriy metall fosfatlari hamda limon kislotasi miqdorining koʻp boʻlishi uning bufer sigʻimini katta boʻlishiga olib keladi. Natijada sigir sutidan foydalanilganda ajralib chiqadigan oshqozon shirasining miqdori ona sutidagiga qaraganda 3 barobar koʻp boʻladi.

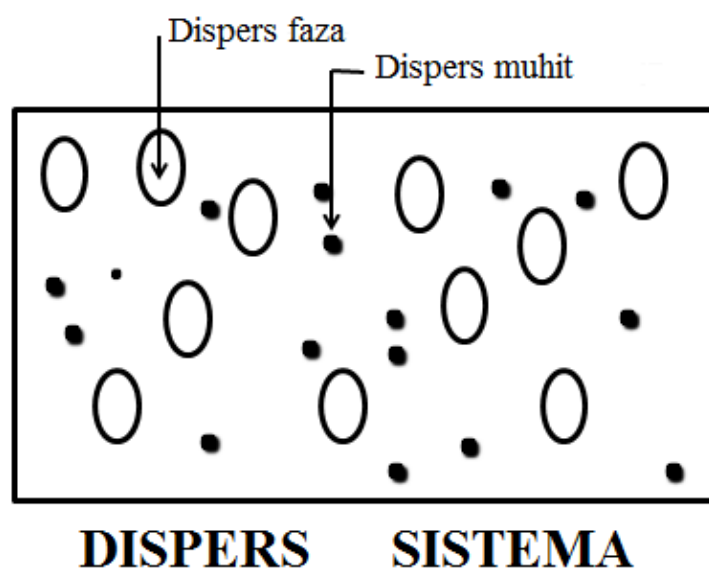
Yuqorida keltirilgan sabablarga koʻra sunʼiy oziqlantirish maqsadida foydalaniladigan sigir suti turli ionitlar orqali qayta ishlanadi. Jumladan sigir suti bufer sigʻimini kamaytirish uchun AN — 2F anionitlardan, Ca^{2+} va Mg^{2+} miqdorini kamaytirish uchun esa turli kationitlardan oʻtkaziladi. Ionitlar qon va limfalarni konservatsiya qilish jarayonlarida, yuqori tozalik darajasiga ega boʻlgan antibiotiklar olishda ham qoʻllaniladi.

IX-BOB

DISPERS SISTEMALARNING FIZIKASI VA KIMYOSI

Gazsimon, suyuq va qattiq muhitda taqsimlangan kichik o'lcham qiymatiga ega bo'lgan zarrachalardan iborat sistemalar dispers sistemalar deb ataladi. Ularga yuqori darajali disperslik (maydalanganlik) va geterogenlik xosdir.

Dispers sistemalarning geterogenligi ularning ikki fazadan iboratligini bildiradi. Bu fazalardan biri dispers faza deb deyiladi va u ma'lum o'lcham qiymatiga ega bo'lgan zarrachalardan tashkil topadi. Dispers faza taqsimlangan muhit esa dispers muhit deb ataladi.



Har qanday dispers sistemaning xossasi ularning disperslik darajasi bilan belgilanadigan umum sirt yuzalarining qiymatiga bog'liq bo'ladi. Dispers faza sirt yuzasi qancha katta bo'lsa sirt yuzasining Gibbs energiyasi shunchalik yuqori bo'ladi.

Oqibatda bunday sistema (Gibbs energiyasi qiymatini kamaytirish sari intilishi hisobiga) termodinamik jixatidan beqaror va reaksiya qobiliyati yuqori bo'ladi. Natijada bunday sistemalarda koagulyasiya (dispers zarrachalar o'zaro birikishi) jarayoni mahsuloti bo'lgan makrostrukturalarning hosil bo'lishi va boshqa qator jarayonlar amalga oshadi.

9.1 Dispers sistemalarnig turlanishi

Bu sistemalarning sinflanishi dispers faza o'lcham qiymati, agregat holati, dispers faza tarkibiy qismlarining o'zaro va dispers muhit bilan ta'sirlashuvlarning o'ziga xosligi bo'yicha amalga oshiriladi.

Zarrachalar o'lchami (dispersligi) bo'yicha sinflanishining asosini zarracha o'lchamiga (a) teskari bo'lgan qiymat disperslik (D)

$$D = \frac{1}{a}; m^{-1}$$

hamda ularning sirt yuzalarining (S) zarrachalar egallagan hajm (V) yoki massaga (m) bo'lgan nisbati bilan o'lchanadigan solishtirma yuza (S_r) qiymati

$$\text{va} \quad S_r = \frac{S}{V}; m^{-1}$$

$$S_r = \frac{S}{m}; m^2/kg$$

tashkil etadi.

O'z navbatida solishtirma (nisbiy) yuza deganda umumiy hajmi $1m^3$, umumiy massasi 1 kg bo'lgan zarrachalar sirt yuzalari qiymatlarining yig'indisi tushiniladi.

Sistema, zarrachalarning dispersligi bo'yicha, quyidagi turlarga bo'linadi:

Zarrachalar kattaligi	nm	m
1. Molekulalar – ion dispers sistemalar	1 gacha	10^{-9} gacha
2. Kolloid dispers sistemalar	1 dan 100 gacha	10^{-9} - 10^{-7}
3. Dag'al dispers sistemalar	100 dan ortiq	10^{-7} - 10^{-4}

Dispers faza va dispers muhitning agregat holati bo'yicha dispers sistemalar quyidagi guruxlarga bo'linadi (11.1-jadval).

11.1 jadval

Dispers sistemalarni faza va muxitning agregat holatiga qarab turlanishi

№	Dispers faza	Dispers	Shartli	Misollar
---	--------------	---------	---------	----------

		muhit	belgisi	
1	Suyuqlik	Gaz	s/g	Aerozol (tuman, sprej)
2	Qattiq jism	Gaz	q/g	Aerozol (tutin, chang)
3	Gaz	Suyuqlik	g/s	Ko'pik
4	Suyuqlik	Suyuqlik	s/s	Emulsiyalar (sut)
5	Qattiq jism	Suyuqlik	q/s	Kolloid eritmalar, suspenziyalar
6	Gaz	Qattiq jism	g/q	Qattiq ko'pik (pemza, penoplast)
7	Suyuqlik	Qattiq jism	s/q	Qattiq emulsiyalar, gellar
8	Qattiq jism	Qattiq jism	q/q	Qattiq zollar, qotishmalar

Dispers muhiti suyuq bo'lgan kolloid eritma zol deb ataladi. Agar ulardagi dispers muhit suv bo'lsa — gidrozollar, organik erituvchi bo'lsa — organozollar (benzol-benzozol, spirt-alkozol, efir-eterozol) deb ataladi.

Dispers sistema muhitlarining agregat holatiga ko'ra quyidagilar o'zaro farqlanadi:

- 1) Liozollar — dispers muhiti suyuq agregat holatida bo'lgan zollar.
- 2) Aerozollar — dispers muhiti gaz agregat holatida bo'lgan zollar.
- 3) Qattiq zollar — dispers muhiti va fazasi qattiq agregat holatida bo'lgan zollar.

Dispers faza zarrachalari tasirlashuvi bo'yicha sinflanish turi.

Barcha dispers sistemalar o'zidagi dispers fazalarning kinetik xususiyati bo'yicha quyidagilarga bo'linadi:

- 1) Erkin (bog'lanmagan) dispers sistemalar — dispers faza zarrachalari o'zaro bog'lanmaydi va erkin harakatlanish xususiyatiga ega bo'ladi (lio-zollar, aeroxollar, suspenziya va emulsiyalar).
- 2) Bog'langan dispers sistemalar — sistema fazalaridan biron – biri erkin harakatlanish imkoniyatiga ega bo'lmaydi (gellar, ko'piklar va h.k.).

Dispers muhit va dispers fazalar tasirlashuv tabiati bo'yicha sinflanish turi.

Dispers sistemarning tarkibiy qismlarining o'zaro tasirlashuvi asosan dispers fazasining solvatlanish (gidratlanish) qobiliyati bilan belgilanadi.

Dispers faza va muhit orasida kuchli tasirlashuv sodir bo'ladigan sistemalar *liofil* (dispers muhit suv bo'lsa - gidrofil) sistemalar deb ataladi. Dispers faza zarrachalari dispers muhit bilan kuchsiz tasirlashish xususiyatiga ega bo'lgan sistemalar — *liofob* (gidrofob) sistemalar deyiladi.

B'azi gidrofob zollar va yuqori molekulyar moddalardan iborat sistemalar ma'lum bir sharoitda o'z xossalarini o'zgartirib oquvchanlikka ega bo'lmagan holatga o'tishi mumkin. Natijada sistemada ma'lum tuzilishga ega bo'lgan modda hosil bo'ladi. Ular gellar deb ataladi.

Kolloid eritmalar tabiatda, shu jumladan biologik sistemalarda keng tarqalgandir. Odam organizmi biologik suyuqliklari bo'lgan plazma, limfa, orqa miya suyuqligi va boshqalar biokolloid eritmalarga misol bo'ladi.

9.2 Kolloid eritmalarni olish usullari

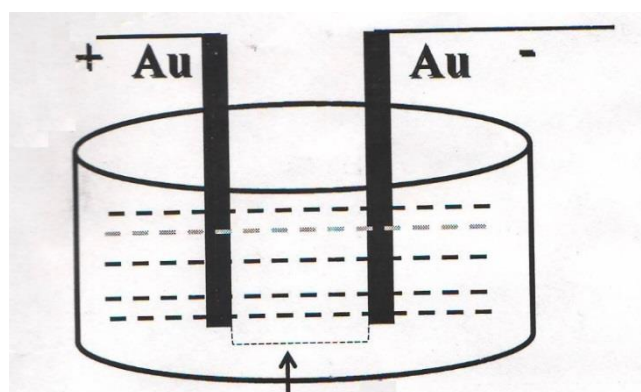
Kolloid eritma zarrachalarining kattaligi jixatdan oraliq holatda bo'lganligi sababli ularni olish usullari 2 ga bo'linadi:

1. Disperslash
2. Kondensatsiyalash

Disperslash usuli yirik zarrachalarni maydalashga asoslangan bo'lsa kondensatsiyalash usuli kichik zarrachalarni kolloid zarrachalar kattaligigacha kattalashtirishga asoslangan usuldir.

Disperslashni amalga oshirish uchun maydalashni uyidagi usullarini qo'llash mumkin:

- Mexanik usul
- Ultratovush yordamida
- Kimyoviy usul
- Elektr toki yordamida



1. Mexanik maydalash maxsus mashinalar yordamida bajariladi. Bu mashinalarning ish usuli zarba yordamida maydalash va ishqalashga asoslangan. Masalan sharli va kolloid tegirmonlar bo'lishi mumkin. Shunday tegirmonlar yordamida dorilar, kakao, kraskalar olinadi.

2. Elektr toki yordamida maydalashda maydalanishi zarur bo'lgan metallardan tayyorlangan elektrod stabilizator tutgan suyuq muhitga tushiriladi va 5-10 A tok bergan holda elektr uchquni (yoyi) hosil bo'lguncha yaqinlashtiriladi. Elektrodlarning kuchlanishi $\approx 100V$. Buning natijasida elektrod tayyorlangan metall bug'lanadi va suyuqlikda kondesatsiyalanishi natijasida kolloid eritma hosil bo'ladi.

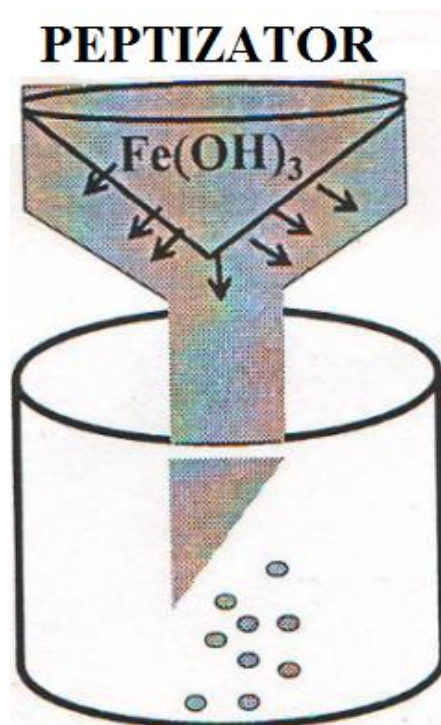
Shunday usul bilan Ag, Pt, Au va boshqa metall zollari olinadi.

3. Ultratovush tebranishlar ham yirik zarrachalarni maydalashga yordam beradi. Bunda maydalanishi lozim bo'lgan modda dispersion muhitga tushirib ultratovush maydonida ma'lum vaqt saqlanadi.

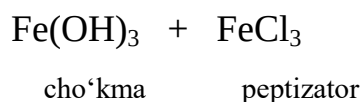
4. Peptizatsiya (kimyoviy usul). Peptizatsiya ikki turga farqlanadi.

- Bevosita peptizatsiya
- Bilvosita peptizatsiya

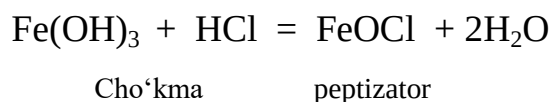
Bevosita peptizatsiyada cho'kmaga qo'shilayotgan elektrolitning o'zi peptizator vazifasini bajaradi. Bilvosita peptizatsiyada esa peptizator vazifasini bevosita qo'shilayotgan modda emas balki qo'shilayotgan modda bilan cho'kma orasidagi reaksiya mahsuloti bajaradi.



Bevosita peptizatsiya:

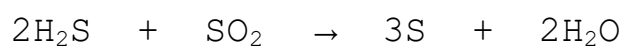


Bilvosita peptizatsiya:



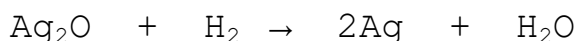
Kondensatsiya usuli. Yuqoridagidan farqli ravishda bu usul yordamida kolloid eritmalar molekulyar yoki ion tabiatli zarrachalarni yiriklashtirish (agregatlashtirish) orqali olinadi. Bu usul oksidlanish, qaytarilish, qo'sh almashinuv, gidroliz jarayonlari va erituvchi tabiatini o'zgartirish hamda bug'simon moddalarni kondensatsiya qilish orqali amalga oshirilishi mumkin.

Oksidlanish uslubiga misol qilib quyidagi jarayonni ko'ramiz:



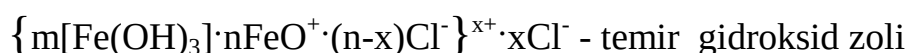
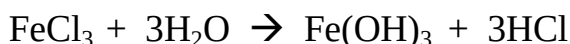
Hosil bo'lgan oltingugurt zarrachalari o'zaro kondensatsiyalanib kolloid sistemani hosil qiladi.

Qaytarilish uslubi nisbatan keng tarqalgan bo‘lib, bunda kuchli bo‘lmagan qaytaruvchilardan (H_2 , formalin va h.k.) foydalaniladi. Masalan :



Hosil bo‘lgan kumush o‘z dispersligi bo‘yicha kolloid zarrachalar talabiga javob beradi va uning asosida zarrachalarning o‘zaro kondensatsiyalashuvi yotadi.

Gidroliz uslubidan foydalanib kolloid eritma olishga misol qilib temir zolining gidroliz natijasida olinishini ko‘ramiz:



9.3 Kolloid eritmalarni tozalash usullari

Kolloid eritma olishda qaysi usuldan foydalanishdan qat’i nazar, zollar bilan bir qatorda sistemada ortiqcha miqdordagi elektrolitlar va boshqa moddalar saqlanib qoladi. Natijada sistema barqarorligi kamayadi.

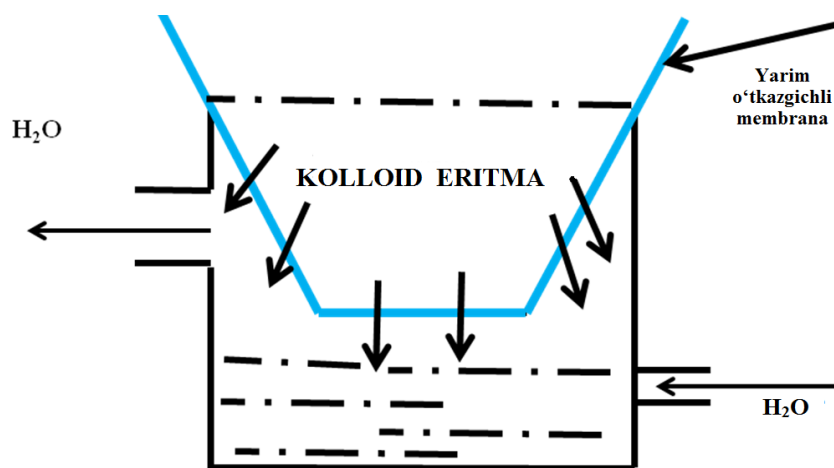
Barqarorligi nisbatan yuqori bo‘lgan zollarni olish maqsadida sistema elektrolitlar va quyi malekulyar moddalardan tozalanadi. O‘z navbatida kolloid eritmalarni tozalashda quyidagi usullardan foydalaniladi:

- Dializ
- Elektrodializ
- Ultrafiltratsiya

Dializ yarim o‘tkazgichli membranadan o‘tadigan aralashmalardan kolloid eritmalarni tozalash usulidir. Yarim o‘tkazgichli membranaga kollodiy sellofanini misol keltirish mumkin.

Dializ o‘tkaziladigan asbobga dializator deb aytiladi.

Eng oddiy dializatorni quyidagi ko‘rinishda ifodalashimiz mumkin. (11.1 rasm.)

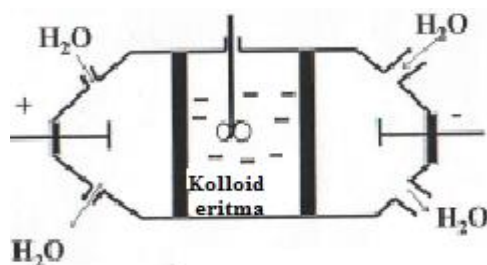


9.1 – rasm - Dializator

Kolloid eritma devori yarim o'tkazgich tabiatiga ega bo'lgan maxsus moslama ichiga joylashtiriladi. Bu moslama distillangan suv oqib turadigan idishga joylashtiriladi. Natijada kolloid eritmadagi o'lcham qiymati kichik bo'lgan zarrachalar (elektrolit ionlari, quyi molekulyar moddalar) yarim o'tkazgichli membrana devoridan suv hajmiga o'ta boshlaydi. Bu esa kolloid eritmaning tozalanilishiga olib keladi.

Dializ usulining noqulay tomonlaridan biri uning uzoq davom etishidir. Ba'zan bu usulda kolloid eritmalarni tozalash bir necha haftani talab etadi.

Elektrodializ. Elektr toki yordamida o'tkaziladigan dializga elektrodializ deb aytiladi. Elektrodializ o'tkaziladigan asbobga elektrodializator deb aytiladi. Elektrodializning dializdan farqi – kolloid eritmalarni elektr maydoni ta'sirida juda tez (minutlar va soatlar davomida) tozalanishidir. Buning uchun elektrodializator uchta kameraga ajratiladi. O'rtada joylashgan va devorlari yarim o'tkazgich membranadan iborat kameraga kolloid eritma, uning ikki tomonidan kameralarga esa distillangan suv quyiladi. Suvli kameralarga elektrodlar tushirilib, ularga doimiy tok manbai ulanadi. Natijada o'rta kameradagi kationlar katod joylashgan kameraga, anionlar esa anod joylashgan kameraga o'ta boshlaydi. Bu kolloid eritmani tozalanishga olib keladi. Elektrodializator sxemasi 11.2-rasmda keltirilgan.



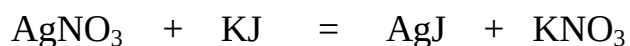
9.2 – rasm - Elektrodializator

Ultrafiltratsiya uslubi kolloid eritmaning maxsus yarimoʻtkazgich membranadan filtrlab oʻtkazishga asoslangan. Bunda filtratga oʻlcham qiymati kichik boʻlgan zarrachalar oʻtadi, filtrda esa kolloid zarrachalar tutib qolinadi. Ultrafiltratsiya jarayonini tezlatish maqsadida tozalanilayotgan kolloid eritmaga bosim bilan tasir etiladi. Bundan tashqari bu jarayonni filtrat yigʻilayotgan hajmda vakkum hosil qilish orqali ham tezlashtirish mumkin. Ultrafiltratsiya jarayoni tez borishi hisobiga kolloid eritmani toza suv bilan bir necha marotaba yuvish orqali yuqori darajada toza zollar imkoniyati tugʻiladi.

9.4 Kolloid zarrachalarning tuzilishi

Kolloid zarrachalar tuzilishi haqidagi hozirgi zamon tasavvurlari asosida rus olimlari A. V. Dumanskiy, N. P. Peskov, S. M. Lipatov, A. N. Frumkinlarning, shuningdek gʻarb tadqiqotchilari Pauli, Fayans, Kroit va boshqalarning ishlari yotadi. Kolloid zarrachalarning hosil boʻlish jarayonlarini kuzatib borilsa, ularning tuzilishini oʻrganish bir qadar osonlashadi.

AgJ ning kolloid zarrachasi quyidagi reaksiya natijasida hosil boʻladi:



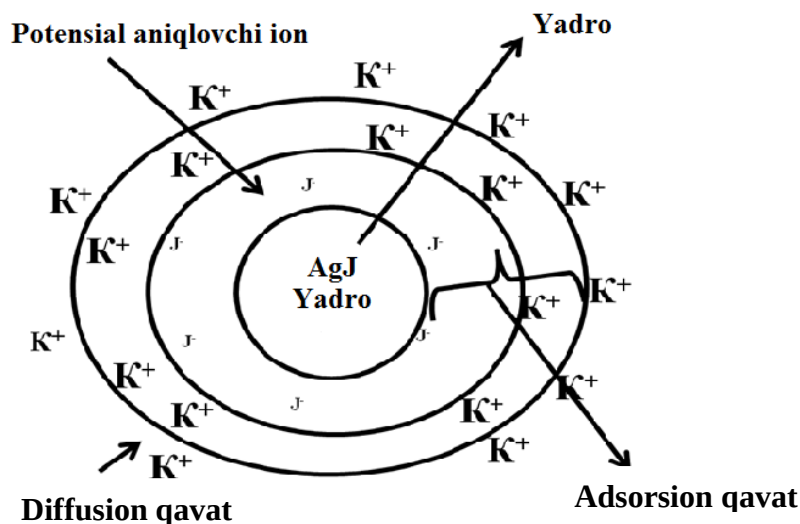
AgJ molekulalari amalda erimaydigan zarrachalar boʻlib birlashadi, Ag^+ va J^- ionlari ana shu zarrachalarda kristall panjara hosil qiladi. Z. YA. Berestneva va V. A. Karginning elektron mikroskop yordamida oʻtkazgan tadqiqotlari yangidan hosil boʻlgan zarrachalar dastlab amorf tuzilishga ega bulishini, keyin ularda asta-sekin kristallanish yuz berishini koʻrsatib berdi. AgNO_3 va KJ ekvivalent miqdorlarda olinsa, zarrachalar - kristallar kolloid zarrachalar kattaligidan ancha katta boʻlib oʻsadi va choʻkmaga tushadi. Reaksiyaga kirishayotgan moddalardan biri biroz ortiqroq olinsa, u AgJ kolloid

zarrachalarini barqaror qiladigan stabilizator bo'lib xizmat qiladi. Masalan, KJ ortiqroq bo'lsa, eritmada ko'p miqdor K^+ va J^- ionlari bo'ladi. Lekin Panet—Fayans qoidasiga binoan, AgJ kristall panjarasining tuzilishi uning tarkibiga kiruvchi ionlar hisobiga; bu holda J^+ ionlari hisobiga bo'lishi mumkin.

Ag^+ ionlari yadroning kristall panjarasini qurib borib uning strukturasiga mustaxkam o'rtnashadi va unda elektrotermodynamik potensial deb ataladigan elektr zaryad paydo qiladi. Shu munosabat bilan yadroning kristall panjarasini oxirigacha tuzib bergan ionlar potensial belgilovchi ionlar deb ataladi. Ko'pgina kolloid zarrachalarda elektr termodinamika potentsiali yoki E-potensialning kattaligi 1V ga etadi. Zaryadi birmuncha katta bo'lgan bunday zarrachalar eritmada qolgan qarama – qarshi zaryadlangan K^+ ionlarini (shu sababdan qarama- qarshi ionlar deb ataladigan) o'ziga tortadi.

Qarama-qarshi ionlarning adsorбилanish jarayoni boshlanadi, buning natijasida adsorбилangan ionlar bilan erkin ionlar o'rtasida dinamik muvazanat qapop topadi. Kolloid zarrachalar yadrosiga adsorбилangan barcha qarama-qarshi ionlarning asosiy qismi potensial belgilovchi ionlar bilan birgalikda adsorbsion qavatni hosil qiladi. Yadro bilan adsorbsion qavat granula (donacha) ni tashkil qiladi. Granulada ham elektr potensial bo'ladi, uning belgisi E-potensialga o'xshash, lekin uning qiymati bir qadar kichik bo'lib, adsorbsion qavatdagi qarama-qarshi ionlarning miqdoriga bog'likdir. Masalan, ionlarning 90% chasi adsorбилangan bo'lsa, granula potensial E-potensialga nisbatan 10% ni tashkil qiladi. Granula potentsiali elektrokinetik potensial yoki dzeta-potensial (δ - potensial) deb ataladi. Kinetik potensial deyishning sababi shundaki, zarrachalar elektr maydonida harakat qilayotganda uni topish va o'lchash mumkin. Uni adsorbsion (zarrachaga nisbatan harakatsiz) qavat bilan diffuzion (harakatchan) qavat o'rtasidagi potensial singari ham aniqlash mumkin. Qarama-qarshi ionlarning qoldig'i elektrostatik tortilish kuchlari ta'sirida granula atrofida bo'ladi va diffuziya qavatini hosil qiladi. Granula bilan diffuziya qavati mitsellani hosil qiladi. Diffuziya qavatining qalinligi turlicha bo'ladi, chunki

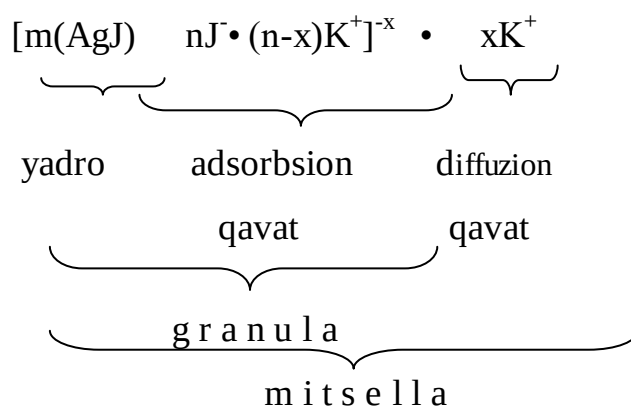
eritmaning ion kuchiga bog'liq: ion kuchi qanchalik katta bo'lsa, diffuziya kavati qalinligi shunchalik kam bo'ladi. Diffuziya qavatidan uzoqlashgan sariq qarama-qarshi ionlarning konsentratsiyasi kamayib boradi, shunga yarasha zarrachaning potentsiali ham kamayib diffuziya qavati chegarasida nolgacha kamayadi (9.3-rasm). Shunday qilib, mitsella hamma vaqt elektr-neytral bo'ladi.



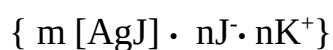
MITSELLA

11.5-rasm.

Agar adsorbsion qavatga ko'p miqdorda qarama-qarshi ionlar ko'chirilsa, masalan, 95% granulalar sathida o'lchanadigan potensial E-potensial qiymatidan 5% gacha kamayadi. Potensial belgilovchi ionlarga bog'liq bo'lgan E-potensial qiymati o'zgarmaydi. Kolloid eritmalarining turg'un bo'lishiga stabilizatorlar, ya'ni elektrolitlar sabab bo'ladi va granulalar zaryadining (δ -potensialning) qiymatiga bog'lik. Bu potensial qancha yuqori bo'lsa, zarrachalarning Brown harakati natijasida to'qnashganda ularning birikishiga to'sqinlik qiluvchi o'zaro itarilish kuchi shunchalik ko'p bo'ladi. KJ ortiq bo'lganda, AgJ mitsellasining tuzilishini sxemasi quyidagicha tasvirlanadi:

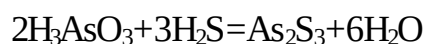


Potensial belgilovchi ionlar J^- qarama-qarshi ionlar esa K^+ bo'ladi. Barcha qarama-qarshi K^+ ionlari diffuziya qavatidan adsorbsion qavatga o'tsa δ -potensial nolgacha pasayadi va granula elektroneytral (yoki izoelektrik) bo'lib qoladi.

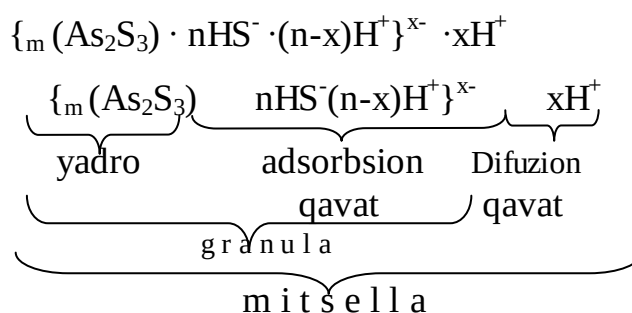
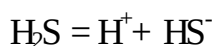


As₂S₃ mitsellasining tuzilishi.

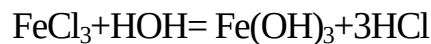
As₂S₃ mitsellasi quyidagi reaksiya yordamida olinadi.



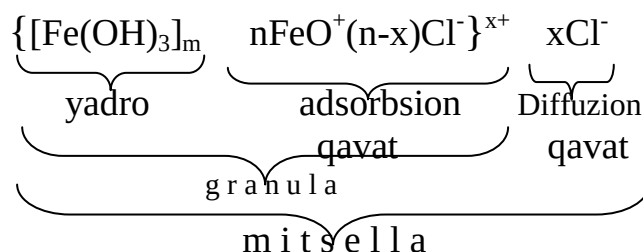
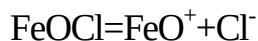
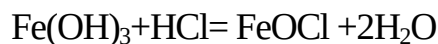
Ortiqcha



Fe(OH)₃ mitsellaning tuzilishi



Stabilizator FeOCl



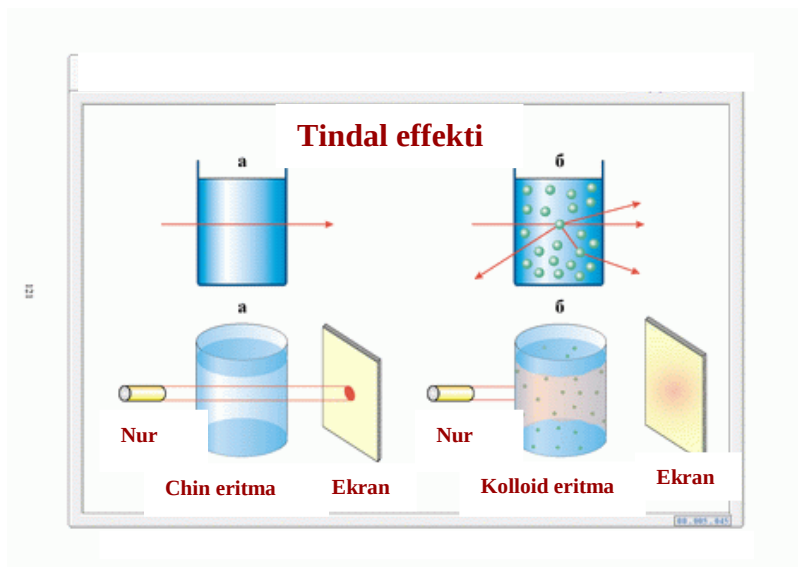
9.5 Kolloid sistemalarning molekular-kinetik xossalari

Zollarning dispers faza zarrachalari erituvchi molekulalari ta'siri ostida uzluksiz va betartib harakatda bo'ladi. Birinchi bor bu hodisa ingliz botanigi R. Broun tomonidan 1827-yilda kuzatilgan bo'lib, uning nomi bilan Broun harakati deb nomlanadi. Broun harakatining tabiati molekular-kinetik bo'lib, u issiqlik harakati natijasida vujudga keladi degan mulohazalar haqlidir.

Broun harakati ta'siri ostida eritmada zarrachalarning barobar taqsimlanish jarayoni diffuziya deb ataladi. Diffuziya faqat molekular eritmalaridagina emas, balki kolloid-dispers eritmalarda ham bo'ladi. Kolloid zarrachalar bir qadar osmotik bosimga ham sabab bo'ladi. Zarrachalar katta bo'lganligi sababli konsentratsiyaning kichik bo'lishi ularning osmotik bosimi juda kam bo'lishiga olib keiadi. Chin eritmalarga o'xshab, kolloid eritmalarda ham osmotik bosim erigan moddaning konsentratsiyasiga mutanosibdir.

9.6 Kolloid eritmalarining optik xossalari

Kolloid eritmalarida chin eritmalarida kuzatilmaydigan nurni tarqatish xossasi kuzatiladi. Qorong'i honada kolloid eritma quyilgan stakan orqali o'tayotgan nurni yon tomonidan kuzatsa, shu nurning yo'li, kolloid zarrachalar nurini tarqatishi tufayli, konus shaklida ko'rinadi. Bu Faradey-Tindal hodisasi deb yuritiladi.



Zarrachalarning konsentratsiyasi va hajmi, dispers faza bilan dispers muhitning nur sindirish ko'rsatkichlari orasidagi farq qanchalik katta bo'lsa, shuningdek qanchalik nurning to'lqin uzunligi kichik bo'lsa, shunchalik tarqalgan nur ravshanligi katta bo'ladi. Kolloid zarrachalar nurni tarqatish qobiliyatiga ega bo'lganligi sababli ko'pgina zollar tarqalgan yorug'lik ta'sirida havo rangiga (loyqalikka) kiradi. Dispers faza zarrachalarining o'zi rangli bo'lsa, kolloid eritma rangi yana ham ravshanroq bo'ladi.

Mitsella hosil bo'lishining kritik konsentatsiyasi va solyubilizatsiyalash.

Ko'pgina sirt faol moddalar eritmadagi konsentratsiyasiga qarab chin va mitsellyar kolloid eritmalar hosil qilish xususiyatiga ega bo'ladi.

Eritmadagi SFM ning mitsella hosil qilish xususiyati uning difilligi bilan bog'liq bo'lib, uglevodorod zanjiridagi CH_2 - guruxlar soni 4-5 tadan kam bo'lmagan hollardagina kuzatiladi.

Mitsella hosil bo'lish o'z-o'zidan amalga oshadigan va qaytar jarayondir.

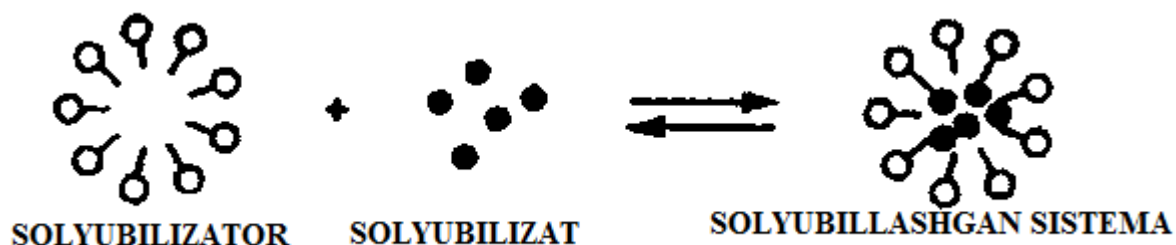
Sistema temperaturasi va SFM konsentratsiyasining o'zgarilishiga qarab kimyoviy jarayon muvozanatini agregatsiya va dezagregatsiyalash holatlari tomon siljitish mumkin:

molekulyar eritma $\leftrightarrow$ mitsellyar eritma $\leftrightarrow$ gel.

SFM larining mitsellyar eritmaları termodinamik jixatdan barqaror sistemalaridir. Bu eritmalaridagi zarrachalarning kattalıkları kolloid disperslik darajaları kabi bo'lganligi sababli ular l i o f i l dispers sistemalar yoki assotsiatsiyalashgan kolloidlar deb ataladi. Suvli eritmalarda SFM dan mitsella tabiatli zarrachalarning hosil bo'lishi asosida ularning gidrofob va gidrofil tabiatli guruxlarining o'ziga xos tabiati yotadi: ular suv muxitiga gidrofil guruxlari bilan ma'lum bir tarafga yo'nalgan va yadrolari uglevodorod radikallaridan tashkil topgan sferik mitsellalar hosil kiladi. Eritmadagi SFM ning konsentratsiya qiymati ortishi ularning zanjiri silindrsimon tuzilishiga va nixoyat plastinkasimon shaklga ega bo'lishiga olib keladi.

Mitsellyar eritma hosil bo'lishi va ularning bir turdan ikkinchi turga o'tishi SFM ning ma'lum konsentratsiya qiymatida sodir bo'ladi: mitsella hosil bo'lishiga olib keladigan SFM larning eng kichik konsentratsiyasi mitsella hosil bo'lishining kritik konsentratsiyasi deb ataladi (MKK).

Mitsellyar eritmalarining o'ziga xos va axamiyatli xususiyatlaridan biri ularning, suvda erimaydigan moddalarni, o'zida eritishidir. Toza erituvchida erimaydigan moddalarning mitsellyar sistemalarda erishiga solyubilizatsiyalash deb ataladi. Bunda mitsella tomonidan yutilayotgan modda s o l y u b i l i z a t, sirt--faol modda esa-- s o l y u b i l i z a t o r (s o l y u b i l l o v c h i) deb ataladi. Solyubilizatsiyalash natijasida hosil bo'ladigan sistema solyubillashgan sistema deb ataladi:



Solyubilizatsiyalash jarayoni o'z-o'zidan boradi ($\Delta G < 0$). U termodinamik qaytar va muvozanat holatida turgan sistema tabiatiga ega bo'ladi va to'yingan solyubillashgan sistema hosil bo'lguncha davom etadi.

9.7 Kolloid sistemalarning koagullanishi

Kolloid zarrachalar satxida joylashgan ionlar vujudga keltiradigan elektrostatik maydonlar ta'siri ostida ularga yaqin turgan suv molekulalari kuchliroq qutblanadi va bir qadar ma'lum bir tartibda joylashadi, bu - xususan shu suv molekulalari orasidagi bog'larnigina emas, ular bilan kolloid zarrachalar o'rtasidagi bog'lanishni xam kuchaytiradi. Natijada zarracha yondoshgan suv qavati aloxida xossalar (o'ta yopishqoqlik bilan taranglik) ga ega bo'lib qoladi, bu esa zarrachalarning birikishiga to'sqinlik qiladi.

Zarrachalar itarilish bosimiga yetarlicha bardosh bera oladigan energiyaga ega bo'lsa, zarrachalar diametriga teng, ya'ni taxminan $10^{-7} — 10^{-8}$ sm masofada molekulalar orasidagi tortilish kuchlari ustun kelib, zarrachalar birikadi. Hamma to'qnashishlar juda kamdan-kam hollardagina zarrachalarning birlashishiga olib keladi, shu sababdan ko'pgina zollar barkaror bo'ladi. Kolloid zarrachalar zaryadlarining qiymatlari kamaytirilsa, bunday zarrachalar osongina va tezrok koagullanadi. Granulalarining zaryadi nolga teng bo'lgan kolloid zarrachalar, ya'ni izoelektrik holatda bo'ladigan zarrachalar juda katta tezlik bilan koagullanadi. Granulalarda zaryad bo'lmasligi zarrachada diffuziya qavatida qarama - qarshi ionlar bo'lmasligini va, binobarin, ularda suv pardasi yo'qligini ko'rsatadi. Shuningdek, polidispers zollar monodispers zollarga qaraganda

tezroq koagullanishi ma'lum bo'ldi va zarrachalarning shakli bu jarayon uchun ahamiyatga ega: tayoqchasimon zarrachalar eng katta tezlik bilan koagullanadi.

Koagullanish zolning birinchi tartibdagi ikkita zarrachasidan bir qadar yirikroq ikkinchi tartibdagi zarracha hosil bo'ladi. U yana bitta birinchi tartibdagi zarracha bilan birikib, uchinchi tartibdagi zarrachani, bu xam yana bitta birinchi tartibdagi zarrachani birlashtirib, to'rtinchi tartibdagi zarrachani xosil qiladi va hokazo. Yukori tartibdagi zarrachalarga qaraganda birinchi tartibdagi zarrachalarning birlashishi osonroq bo'ladi.

Yirik agregatlar og'irlik kuchi ta'siri ostida idish tubiga tusha boshlaydi. Sedimentatsiya jarayoni ro'y beradi.

Sedimentatsiya tezligi zarrachalarning kattaligi va zichligi, ularning zaryadi, eritmaning yopishqoqligiga va boshqalarga bog'liq. Izoelektrik holatdagi zarrachalar tezroq cho'kadi, chunki zaryad ularning koagullanishi va sedimentatsiyasiga to'sqinlik qilmaydi.

Jarayonni tezlashtirish uchun sentrifugalardan keng foydalaniladi. Ularda yuzaga keladigan markazdan qochiruvchi kuch zarrachalarning tezroq cho'kishiga majbur qiladi. Aylanishlar soni yetarli darajada bo'lganda, xatto koagullanmagan zarrachalarni ham cho'ktirish mumkin.

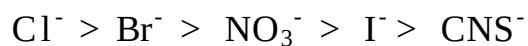
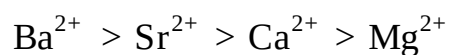
Temperatura, erituvchilarning yopishqoqligi, zarrachalar zaryadining kattaligi va hokazolar doimiy bo'lsa, zarrachalarning cho'kish tezligi, ularning massasi va o'lchamlarining farqiga bog'liq bo'ladi. Shundan foydalanib, zarrachalarning molekulyar massasini hisoblab chikish mumkin.. Minutiga o'n minglab aylanish tezligiga ega bulgan ultratsentrifugalar yordamida ko'pgina oksillar va boshka organik birikmalarning molekulyar massasini aniqlash mumkin.

Shulse - Gardi qoidasi. Zollarning koagullanishiga elektrolitlar ta'sirini o'rganish natijasida Shulse va Gardi elektrolitlarning koagullash ta'siri kolloid zarrachalarning zaryadiga teskari bo'lgan ion zaryadining kattaligiga bog'liqligini aniqlab berdilar.

Elektrneytral zarrachalar eng katta tezlik bilan koagullanadi. Masalan, koagullanish boshlanishidan oldin musbat zaryadlangan zarracha diffuziya qavatidagi manfiy zaryadlangan qarama-qarshi ionlarning barchasi adsorbsion qavatga ko'chirilgandagina ana shunday holda bo'lishi mumkin. Qo'shilgan elektrolitning konsentratsiyasi qanchalik ko'p bo'lsa, diffuzion kavat shunchalik qattiq siqiladi, ζ -potensial shunchalik kichik bo'ladi va koagullanish shunchalik tez boradi. Elektrolitning konsentratsiyasi etarlicha bo'lganda qarama-qarshi ionlarning hammasi amalda adsorbsion qavatda bo'ladi, zarrachaning zaryadi nol darajagacha pasayadi; diffuziya qavatining bo'lmasligi itaruvchi bosimning juda kamayib ketishiga sabab bo'ladi va koagullanish maksimal tezlik bilan o'tadi.

Ionlarning koagullash ta'siri ularning zaryadi kattalashishi bilan progressiya ravishda oshib boradi. Bu progressiya taxmin qilib olinganda ionlar zaryadlari sonining oltinchi darajasida olinadi: $1 : 2^6 : 3^6$ va hoqazo. Bu nisbatlar haqiqatda kamroq bo'ladi, chunki koagullanish bir qator omillarning ta'sir ko'rsatishi bilan bog'langandir. Masalan, koagullovchi zarrachalardagi ζ -potensiallarning nisbatan kichik qiymatlarida nisbat $1 : 2^2 : 3^2$ va hokazogacha pasayishi mumkin (11.2-jadval). Bir zaryadli ionlarning koagullash qobiliyatiga qaraganda ikki zaryadli ionlarning koagullash qobiliyati o'n marta, uch zaryadli ionlarniki yuz marta ortiq bo'lishi 11.2-jadvaldan ko'rinib turibdi. 9.2-jadvalda keltirilgan ionlarning koagullash qobiliyati ko'rsatib o'tilgan ionlar va zollargagina tegishlidir. Xuddi shu ionlarning boshqa zolga nisbatan koagullash qobiliyati boshqa qiymatlarga ega bo'ladi. Xuddi shunga o'xshash bitta zol uchun bir xil zaryadga ega bo'lgan ionlar, masalan K^+ , Na^+ , Mg^{2+} va Ca^{2+} ionlarining koagullash qobiliyati ancha farq qiladi. Ionlar ta'sirida bunday farq bo'lishining sababi shundaki, ularning solvatlanish darajasi bir xil bo'lmaydi. Biroq, xar bir ionning birorta zolni koagullash qobiliyatidagi farq uncha katta emas; bir xil zaryadlangan ionlarni, xususan qarama-qarshi zaryadlangan zollarning

koagullash qobiliyati qaysi tartibda kamayishini ko'rsatuvchi liotrop qatorlar imkon beradi, masalan:



Bu ionlarning koagullash qobiliyati bir-biriga o'xshamasligi ularning kolloid zarrachalarda bir xilda adsorbilanmasligi bilan tushuntiriladi. Bir, ikki va uch zaryadli ionlarning koagullash qobiliyati bir-biridan keskin farq qiladi va quyidagi nisbatlar bilan ifoda qilinadi: 1 : 71 : 554, 1 : 73 : 610; 1 : 20 : 350 va hokazo.

11.2-jadval

TURLI ELEKTROLITLARNING ZOLLAR KOAGULLANISHIGA TA'SIRI

$As_2S_3(1,85 \text{ g/l})$ va

$Fe(OH)_3(0,823 \text{ g/l})$

As_2S_3				$Fe(OH)_3$			
ELEKTROLIT	KOAGULLOVCHI ION	KOAGULLASHNING BO'SAG'A KONSENTRATSIYASI MMOL/L	NA'GA NISBATAN KOAGULLASH QOBILIYATI	ELEKTROLIT	KOAGULLOVCHI ION	KOAGULLASHNING BO'SAG'A KONSENTRATSIYASI MMOL/L	BR'GA NISBATAN KOAGULLASH QOBILIYATI
NaCl	Na^+	51,0	1,0	KBr	Br^-	12,5	1,0
KCl	K^+	49,5	1,03	KNO_3	NO_3^-	12,0	1,04
$MgCl_2$	Mg^{2+}	0,72	70,9	KCl	Cl^-	9,0	1,73
$CaCl_2$	Ca^{2+}	0,65	78,5	K_2SO_4	SO_4^{2-}	0,215	60,1
$AlCl_3$	Al^{3+}	0,092	554,0	$K_2Cr_2O_7$	$Cr_2O_7^{2-}$	0,195	64,1

9.8 Elektrolitlarning koagullovi ta'sir mexanizmi

Koagullovi ionlar zaryadi qanchalik katta bo'lsa, ular qapama-qarshi ionlarning diffuziya qavatini shunchalik kuchli siqadi. Biroq, elektrolitlarning koagullovi ta'siri faqat diffuziya qavatini siqishdan iborat bo'lmay, balki shu bilan bir vaqtda kolloid zarrachaga qo'shilgan elektrolitning granularlarga qarama-qarshi zaryadga ega bo'lgan ionlarining tanlangan adsorbsiyasi sodir bo'ladi. Ionlar zaryadi qancha yuqori bo'lsa, ular shunchalik intensiv adsorbsiyalanadi. Adsorbsion qavatda zarrachaga qarama-qarshi zaryadlangan ionlarning to'planishi ζ -potensialining va, demak, diffuziya qavatining tegishli kamayishi bilan davom etadi (9.5-rasmga qarang).

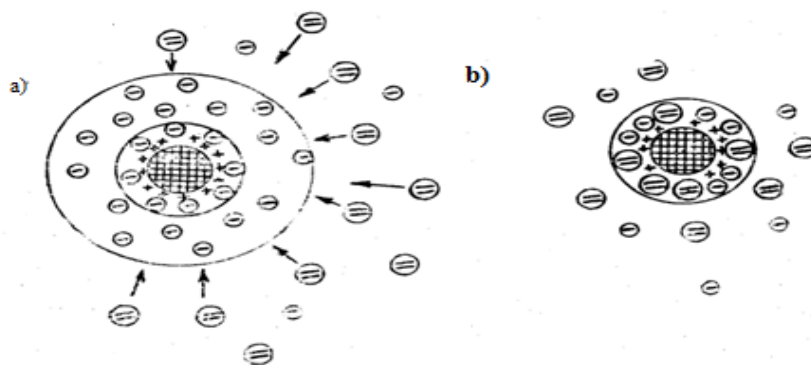
Zollarning elektrolitlar yordamida koagullashida diffuziya qavatining siqilishi va ionlar adsorbsiyasidan tashqari ion almashinish jarayoni sodir bo'ladi, bunda adsorbsion qavatning qarama-qarshi ionlari qo'shilgan

elektrolitning bir xil ishorali ionlariga almashinadi. Ko'shilgan elektrolit ionlarining zaryadi qarama-qarshi ionlardagiga qaraganda katta bo'lsa, bunday almashinish–potensialning anchagina kamayib ketishiga olib boradi.

Shunday qilib, granula zaryadi va koagulanishini kamaytiradigan uchala jarayon koagullovdchi ionning zaryadi qancha katta bo'lsa, shuncha effektiv sodir bo'ladi. Bu turli zaryadli ionlarning koagullovdchi ta'sirining turlicha bo'lishini tushuntirib berishga qisman imkoniyat tug'diradi .

Zarrachalar koagulyasiyasining asosiy sababi hamma hollarda biror doimiy kritik ζ -potensialga erishishdan iborat emas, balki itaruvchi bosimning zarrachalar birikishiga xalaqit bermaydigan darajada kamaytirishdan iborat. Bu bosimni kerakli darajada pasaytirish diffuziya qavatini kamaytirish bilan erishiladi, bu o'z navbatida ζ -potensial qiymatining tegishlicha kamayishiga olib keladi. Bu koagullanish jarayoniida diffuziya qavatining siqilishini, ionlarning tanlab adsorbilanishini tasdiqlagan A. I. Robinovichning ishlariga, shuningdek ζ -potensialni ko'pchilik kolloid zarrachalar barqarorligining eng muhim ko'rsatkichi sifatida baholashga muvofiq keladi.

Koagullanish tezligining o'zgarishi. Ko'pgina zollarning o'z-o'zidan koagullanishi ko'pincha sekin o'tadi. Uni zarrachalar harakati tezligini oshirib tezlashtirish mumkin, bu ularga itaruvchi kuchga bardosh berishga yordam beradi. Zarrachalarning harakat tezligini, masalan, temperaturani ko'tarish yo'li bilan oshirish mumkin. Zol konsentratsiyasini oshirish yo'li bilan ham uning koagullanishini tezlashtirsa bo'ladi, chunki konsentratsiyaning ko'payishi bilan mitsellalar o'rtasidagi to'qnashuvlar soni ko'payadi.



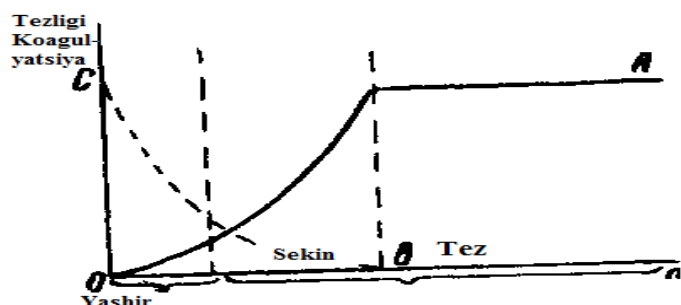
9.6 - rasm Ikki zaryadli anionlar bo'lgan elektrolit qo'shilganda kolloid zarrachalar zaryadining yo'qolishi;
a- koagullanish boshlanguncha granula musbat zaryadlangan;
b- granula elektroneytral bo'ldi, koagullanish maksimal tezlikda boradi;

Koagullanish jarayoni elektrolitlar qo'shilishiga juda ham sezuvchan bo'ladi. Elektrolit kam miqdorlarda qo'shilganda ham koagullanish jarayoni keskin tezlashishi mumkin. Demak, elektrolitlar birinchidan, zollarni turg'unlashtirish uchun zarur bo'lsa, ikkinchidan elektrolitlar ortiqcha miqdorda qo'shilishi zollarning koagullanishiga olib boradi. Turli elektrolitlarning bu jarayonga ta'siri turlicha.

Koagullanish nuqtalarining almashinishi. Qo'shilgan ko'p zaryadli ionlar konsentratsiyasi oshirib yuborilsa, ular kolloid zarrachalarda ko'p miqdorda adsorbilanib granulalar elektroneytrallanibgina qolmasdan, balki qaytadan zaryadlanib qolishi ham mumkin. Ayni vaqtda granulalar qo'shilgan elektrolitning ortiqcha adsorbilangan ionlari zaryadiga ega bo'ladi va yana barqaror kolloid zarrachalar bo'lib qoladi. Masalan, platina zoliga kam miqdorlarda temir (III) xlorid FeCl_3 qo'shilsa, platina kolloid zarrachalaridagi manfiy zaryad pasayishi va koagullanish kuzatiladi; bu elektrolitning miqdori ko'paytirilsa, platina zarrachalari qaytadan zaryadlanib, endi musbat zaryadga ega bo'lib qoladi. Undan ko'p miqdor FeCl_3 qaytadan koagullovdchi ta'sir ko'rsatadi, keyinchalik zarrachalar yana qaytadan zaryadlanadi (manfiy zaryadga) va hoqazo. Zarrachalarning elektroneytrallik va zaryadlanishining shu tarifa almashinishi koagullanish nuqtalarining almashinishi yoki noto'g'ri katorlar hodisasi deb ataladi

Elektrolitning dastlabki qoʻshilgan miqdorlari zolga taʼsir koʻrsatmaydi. Elektrolit konsentratsiyasi oshirilganda quyi (II, III va hokazo) tartibdagi zarrachalar hosil boʻla boshlaydi, bu koʻzga koʻrinmaydigan darajada boʻladi va shuning uchun ham yashirin koagullanish deb ataladi (11.7-rasmga qarang).

Elektrolit konsentratsiyasi keyinchalik oshirilganda koagullanish progressiv ravishda rivojlanadi, uning tezligi oshadi va bir qadar yuqori tartibdagi zarrachalar paydo boʻlishi bilan davom etadi. Zollar koʻzga koʻrinarli darajada oʻzgaradi: loyqalanadi yoki rangi oʻzgaradi. Ayni vaqtda zarrachalarning ζ -potensial qiymati kamayadi. Jarayonning bu boskichi aniq koagullanish deyiladi. Yashirin koagullanishning aniq koagullanishga oʻtishi koagullanish boʻsagʻasi deb ataladi; unga boʻsagʻa konsentratsiyasi, yaʼni aniq koagullanishni vujudga keltiradigan elektrolitning minimal konsentratsiyasi (litr zolga millimollar hisobida) toʻgʻri keladi. Ayni vaktda ζ -potensial hanuz saqlanib turadi, lekin odatda 30 mv dan oshmaydi va kritik ζ -potensial deb ataladi. Biroq ζ -potensial qiymatining oʻzgarishi zarrachaning koagullanish jarayoni hamma vaqt toʻgʻri kelavermaydi. Koʻpincha koagullanish ζ -potensialning katta qiymatlarida avj oladi, baʼzan esa bu potensial pasayishi bilan baʼzi zollar oʻz barqarorligini oshiradi. Bu kolloid zarrachalarning barqaror boʻlishiga ζ -potensial muhim, lekin hal qiluvchi omil emasligini isbotlaydi.



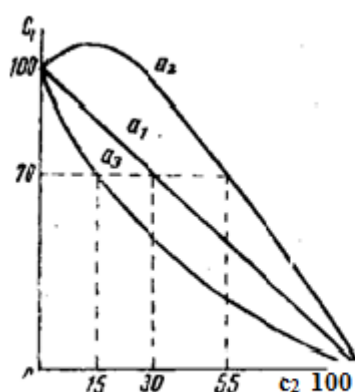
11.7 - rasm Koagulyatsiya tezligi (OA) va ζ - potensial (SV) ning elektrolit konsentratsiyasiga bogʻliqligi.

Aniq koagullanish oʻz navbatida ikki davrga boʻlinadi (8.6-rasmga qarang): sekin koagullanish, bunda elektrolit konsentratsiyasining har qalay kupaytirilishi

koagullanish jarayonini tezlashtiradi va tez koagullanish, bunda elektrolit konsentratsiyasining keyinchalik ko'payishi endi uning tezligiga ta'sir ko'rsatmaydi, ya'ni koagullanish maksimal tezlik bilan o'tadi.

Sekin koagullanishda zollardagi kolloid zarrachalarning hamma to'qnashishi ham effektiv bo'lib chiqmaydi, ya'ni to'qnashishlar zarrachalarning yopishishi bilan tugallanmaydi. Tez koagullanishda esa to'qnashishlarning hammasi ularning birlashuviga olib keladi.

Elektrolitning tez koagullanishini keltirib chiqaradigan eng kichik konsentratsiyasi (litrdagi millimollar hisobida) koagullanish konsentratsiyasi yoki tez koagullanish bo'sag'asi deyiladi.



9.8 - rasm . Elektrolitlar aralashmasi bilan koagullanish.

a_1 -additivlik;

a_2 — antagonizm;

a_3 -sinergizm;

c_1, c_2 — ikkala elektrolitning konsentratsiyasi (%)

Koagullanishda zarrachalar sonining kamayishi va yiriklashishi bilan birga eritmaning bir qator xossalari ham o'zgaradi: diffuziya tezligi va zarrachalar filtratsiyasi pasayadi, sedimentatsiya tezligi oshadi, nur sochilishi, shu bilan birga eritmalarning rangi ham o'zgaradi va hokazo.

Elektrolit aralashmalari bilan koagullash. Ikki yoki bundan ortiq elektrolitlar aralashmasi bilan kolloid eritmaga birga ta'sir ettirishning uch xili bo'lishi mumkin (8.7-rasm):

- 1) elektrolitlarning jami koagullovdan ta'siri (additivlik);
- 2) bir elektrolit ikkinchisining ta'sirini susaytiradi (antagonizm);
- 3) bir elektrolit ikkinchisining ta'sirini kuchaytiradi (sinergizm).

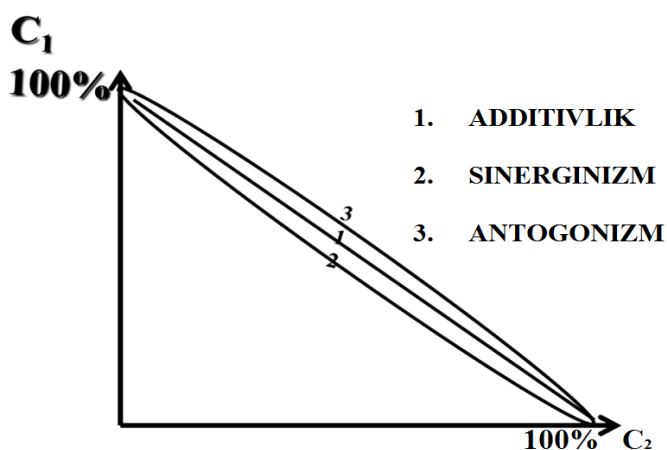
Grafikning har bir o'qida (11.7-rasmga qarang) elektrolitlardan birining koagullash konsentratsiyasi qo'yilgan, ya'ni ikkinchi elektrolit bo'lmaganda zolning tez koagullanishini yuzaga keltiradigan miqdori 100% deb qabul qilingan. Additivlik holda konsentratsiya 100% dan kam bo'lgan elektrolit bilan koagullashga harakat qilinsa, ma'lum miqdor ikkinchi elektrolitdan qo'shishga to'g'ri keladi, masalan, biridan koagullovchi konsentratsiyasi 70% olinsa, ikkinchisidan 30% qo'shishga (jami 100%) to'g'ri keladi va hokazo. Elektrolitlarning bunday additiv ta'siri a_1 to'g'ri chiziqli tarzida tasvirlanadi.

Antagonizmدا elektrolitlar ta'sirida bir elektrolitning 70% konsentratsiyasiga ikkinchisining koagullash konsentratsiyasi 30% emas, balki ko'proq, masalan 55% kerak bo'lib chiqadi. Shunday qilib, ular jami konsentratsiyalari 100% dan ortiq bo'ladi. Bunday o'zaro bog'lanishni a_2 egri chiziqli ko'rsatadi.

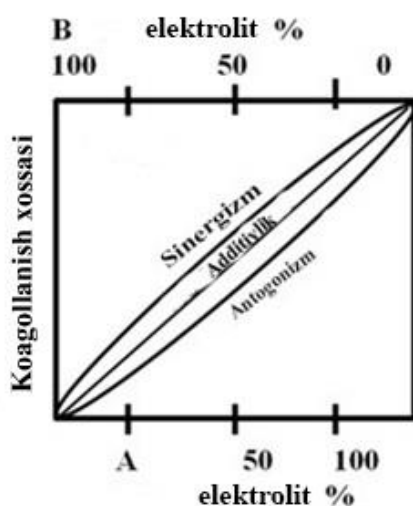
Nihoyat sinergizmда zolning tez koagulyasiyasi uchun bir elektrolitning koagullovchi konsentratsiyasining 70% i, ikkinchi elektrolitning koagullovchi konsentratsiyasidan 15% ini qo'shish kifoya qiladi (jami 100% dan kam). Bunday bog'lanishga a_3 egri chiziqli to'g'ri keladi.

Zollarni elektrolitlar aralashmasi bilan koagullashda odatda sinergizm yoki antagonizm kuzatiladi: additivlik esa kam uchraydigan hodisadir. Sinergizm hodisasiga qo'shilgan elektrolitlardan hosil bo'ladigan kuchli koagullash ta'siriga ega bo'lgan ko'p zaryadli kompleks ionlar sabab bo'lishi mumkin (Shulze-Gardi qoidasi).

Elektrolitlar aralashmasi bilan koagullanishni grafik ravishda quyidagicha ifodalashimiz mumkin.

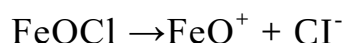
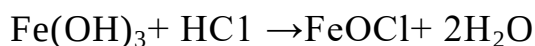


Agar ordinata o'qiga elektrolitning koagullash xossasini obsissa o'qiga elektrolit miqdorini qo'ysak grafik quyidagi ko'rinishda bo'ladi:



Antagonizm, jumladan shu elektrolitlardan yoki kompleks birikmalar-peptizatorlar, yoki kolloidga ta'sir etmaydigan kuchsiz dissotsilangan zarrachalar hosil bo'lishi bilan tushuntiriladi. Peptizatorlar hosil bo'ladigan holda elektrolitlarning reaksiyaga kirishmay qolgan ionlari zollarga koagullovi ta'sir etadi, reaksiyaga kirishgan ionlardan hosil bo'lgan peptizator esa koagullangan zarrachalarni qaytadan zollarga o'tkazadi.

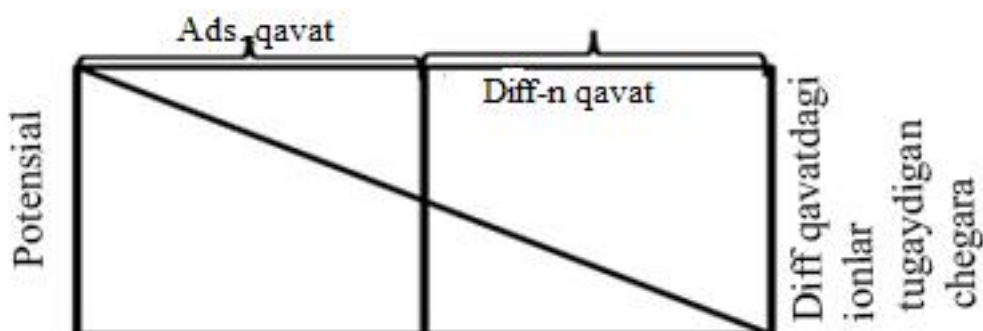
Ba'zan kolloid zarrachalar qo'shilgan elektrolit bilan reaksiyaga kirishib peptizatorlar hosil qiladi. Masalan, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ zoliga HCl tez qo'shilganda u koagullanadi. HCl sekin qo'shilganda esa koagullanish bo'lmaydi. Ma'lum bo'lishicha, xlorid kislota asta-sekin qo'shilganda peptizator hosil bo'lishga ulguradi.



Bunday hodisa *zollarning ko'nikishi* deyiladi.

9.9 Kolloid zarrachalardagi elektrkinetik potentsiali. Elektrolitlarning elektrkinetik potentsial qiymatiga turli hil omillarning ta'siri

Qo'zg'almas va qo'zgaluvchan ionlar qavatini o'rtasida yuzaga keladigan potentsialga elektrkinetik yoki dzeta ζ -potentsial deb aytiladi. Bu potentsial qiymatini kamayishi grafikini quyidagicha ifodalashimiz mumkin. Ya'ni qattiq faza sirtidan uzoqlashgan sari ζ qiymati kamayib boradi. Qarama-qarshi ionlarning diffuzion qavatda tugaydigan chegarasida $\zeta = 0$ bo'ladi.



elektrkinetik potentsial ζ ning qiymati Gel'mogols - Smoluxovskiye tenglamasi yordamida aniqlanadi.

$$\zeta = \frac{\kappa \pi \eta u}{D \varepsilon}$$

K-kolloid zarrachalarning shakliga bog'liq bo'lgan doimiy son. Masalan shar shaklidagi zarrachalar uchun $K=6$, silindrik zarrachalar uchun $K=4$, $\pi=3,14$; η = dispers muhitning qovushqoqligi; u = elektr kuchlanish maydoni ostidagi zarrachalar harakatining o'rtacha tezligi; D = dielektrik doimiysi; ε = potensial gradienti.

Bu formuladan u ni topamiz

$$u = \frac{\xi D \varepsilon}{\kappa \pi \eta}$$

va har ikkala tomonini potensial gradienti qiymatiga bo'lamiz unda

$$\frac{u}{\varepsilon} = \frac{D\xi}{K\pi\eta} = u_0$$

Kolloid zarrachalar o'rtacha tezligining potensial gradientiga nisbati kolloid zarrachalarning elektroforetik harakatchanligi deb aytiladi va U_0 bilan belgilanadi.

Elektrkinetik potensial ζ qiymati: 1. *Temperaturaga*

2. *Qarama-qarshi ionlar konsentratsiyasiga*

3. *Qarama-qarshi ionlarning zaryadiga bog'liq bo'ladi.*

Harorat ortishi bilan kinetik energiyaning ortishi natijasida qarama-qarshi ionlarning adsorbsion va diffuzion qavat orasidagi muvozanati desorbsiya tomonga siljiydi, buning natijasida ζ qiymati ortadi.

Qarama-qarshi ionlarning eritmadagi konsentratsiyasi ortishi bilan adsorbsion muvozanat adsorbsiya tomonga siljiydi. Natijada ζ kamayadi.

Liozollarning kinetik va agregativ turg'unligi. N.P. Peskov 1922 yilda kolloid sistemalar bilan shugulanuvchi fanga kinetik va agregativ turg'unlik degan iborani kiritdi. *Kinetik turg'unlik* bu dispers sistemaning og'irlik kuchiga nisbatan turg'unligini bildiradi. Turg'unlikning bunday turi Broun harakatning mavjudligi bilan tushuntiriladi. Ana shu harakat tufayli maydalangan zarrachalar og'irlik kuchi ta'siriga qarshilik qiladi. Kolloidlar va suspenziyalarining kinetik turqunliklarining faktorlari Broun harakatidan tashqari, maydalanganlik darajasi

va dispers muhitning qovushqoqligidir. Kinetik turg'unlik maydalanganlik darajasi ortishi va qovushqoqlik ortishi bilan ortadi.

Harorat ortishi bilan kinetik energiyaning ortishi natijasida qarama-qarshi ionlarning adsorbsion va diffuzion qavat orasidagi muvozanati desorbsiya tomonga siljiydi, buning natijasida ζ qiymati ortadi. Qarama-qarshi ionlarning eritmadagi konsentratsiyasi ortishi bilan adsorbsion muvozanat adsorbsiya tomonga siljiydi. Natijada ζ kamayadi. Qarama-qarshi ionlar zaryadi ortishi bilan ham ζ kamayadi. Demak, temperaturani, qarama-qarshi ionlarning zaryadi va konsentratsiyasini o'zgartirish bilan ζ qiymatini o'zgartirish mumkin.

Masalan: AgJ kolloid eritmasida KJ ortiqcha bo'ladi. K^+ ionlarini yanada ko'shsak muvozanat adsorbsiya tomonga siljiydi va $x \rightarrow 0$ $n-x \rightarrow n$ K^+ ionlarning ma'lum konsentratsiyasida mitsella granula o'lchamini oladi ya'ni diffuziya qavatda qarama-qarshi ionlar kamayadi va $\zeta=0$ bo'ladi. Og'irlik kuchi ta'siri ostida zarrachalarining cho'kish tezligi juda kichik sistemalarga kinetik tug'un sistemalar deyiladi. Ayrim kolloidlar bir necha o'n yillab saqlanishi mumkin.

Agregativ turg'unlik deb sistemaning maydalanganlik darajasini saqlash qobiliyatiga aytiladi. Bunday turg'unlikni kolloid zarrachalarda bir xil zaryadarning borligi va kolloid zarracha atrofida ular bilan bog'langan erituvchi molekulalaridan xosil bo'ladigan solvat qavati bilan tushintirishimiz mumkin.

Demak kinetik va agregativ turg'unlik faktori bir-biridan farqlanar ekan. Bu farqni kuyidagi misolda ko'ramiz. Agar harakatni ortishi zarrachalarning cho'kishiga qarshilik qilsa ularni yiriklashishiga ya'ni agregatlashishiga olib keladi. Agarda Broun harakitining tezlanishi cho'qishga qarshiik qilsa zarrachalarning to'qnashishi (Broun harakati tufayli) ularning yiriklashishiga olib keladi.

O'zaro koagullanish. Zarrachalari manfiy zaryadlangan zollarga zarrachalari musbat zaryadlangan zollar qo'shilsa, ularning o'zaro koagullanishi yuz beradi. Ko'pgina suv tozalovchi stansiyalarda manfiy zaryadlangan organik aralashmalari bo'lgan suvga musbat zaryadlangan alyuminiy yoki temir

gidroksid zollari qo'shiladi. O'zaro koagulyasiyadan keyin hosil bo'lgan iviq cho'kma qum filtrlarda oson filtrlanadi.

Kolloidlarni ximoyalash. Kolloid eritmalarga elektrolit qo'shish orkali koagullanish chaqirishdan avval sistemaga SFM qo'shishi zollarning elektrolitning koagullashtiruvchi ta'siriga bo'lgan barqarorligini oshishiga olib keladi. Bunday holatning kuzatilishiga sabab SFM ning zollarga o'zining liofob (gidrofob) qismi bilan adsorbsiyalashib liofil (gidrofil) qismlari erituvchi muhitiga yo'nalishi natijasida, «ximoya» pardasi hosil qilishidir. Agar sistemaga qo'shilayotgan SFM ion xususiyatiga ega bo'lsa, uning ta'sirida kolloid zarrachaning elektrkinetik potensialining qiymati ortadi va u dastlabki holatga qaraganda barqaror bo'ladi.

Kolloid zarrachalarning elektrolitlar ta'siridagi koagullanishga bo'lgan barqarorligini SFM yordamida oshirish «kolloid ximoya» deb ataladi. «Kolloid ximoya»- ning miqdoriy belgisi sifatida zolni «ximoyalash soni» tushunchasi kiritilgan bo'lib, oltin zoli uchun «oltin son», temir zoli uchun «temir son», kumush zoli uchun «kumush son» va h. k. deyiladi. Masalan, oltin son tushunchasi quyidagi ta'rifga ega: 10 ml oltin zolini 1 ml 10 % li NaCl eritmasining koagullovi ta'siridan (zol rangini qizildan ko'kka o'zgartirishidan) saqlab qoladigan moddaning milligramm miqdori «oltin son» deb ataladi.

Oltin zolini koagullanishdan ximoyalash maqsadida turli moddalardan foydalanish mumkin. Ximoyalash qiymati moddaning xususiyatiga bog'liq. Olingan natija qiymati kichik bo'lsa moddaning ximoyalash xususiyati yukori bo'ladi. Jumladan quyidagi keltirilgan qatorda oltin zolini eng katta ximoyalash xususiyatiga jelatin (eng kichik «oltin son» kiymatiga ega) va eng kichik ximoyalash xususiyatiga esa (eng katta «oltin son» qiymatiga ega) kraxmal egadir: jelatin (0,01 mg) > gemoglobin (0,05 mg) > tuxum albumini (2,5 mg) > kraxmal (20,0 mg).

Koagullanishning biologik ahamiyati. Koagullanish va peptizatsiya jarayonlari organizmlarning hayot faoliyati uchun katta ahamiyatga ega, chunki

hujayra va biologik suyuqliklar kolloidlari ham elektrolitlar ta'sirida koagullanadi. Shulise-Gardi qoidasiga binoan, organizmda fizik-kimyoviy sharoitlarni doimiy bir tarzda saqlash uchun va in vitro eksperimentlarida elektrolitlarning konsentratsiyalarinigina emas, balki ularning sifat tarkibining ham doimiy bo'lishiga e'tibor berish kerak. Haqiqatan ham, izotonik eritmani NaCl dan emas, balki teng konsentratsiyadagi birorta boshqa ko'p zaryadli ionlardan, masalan $MgSO_4$ dan tayyorlansa ikki zaryadli ionlar kolloidlarga NaCl ga nisbatan ancha kuchli koagullovdchi ta'sir ko'r- satadi.

Elektrolitlardagi antagonizm va sinergizm hodisalari biologik ob'ektlarga ham ta'sir ko'rsatadi. Ma'lumki, $0,12mNaCl$ va $CaCl_2$ eritmaları bug'doy ildizlarining o'sishini to'xtatib qo'yadi. Lekin bu eritmaların ma'lum nisbatlari olinganda elektrolitlar aralashmasining salbiy ta'siri bartaraf etiladi.

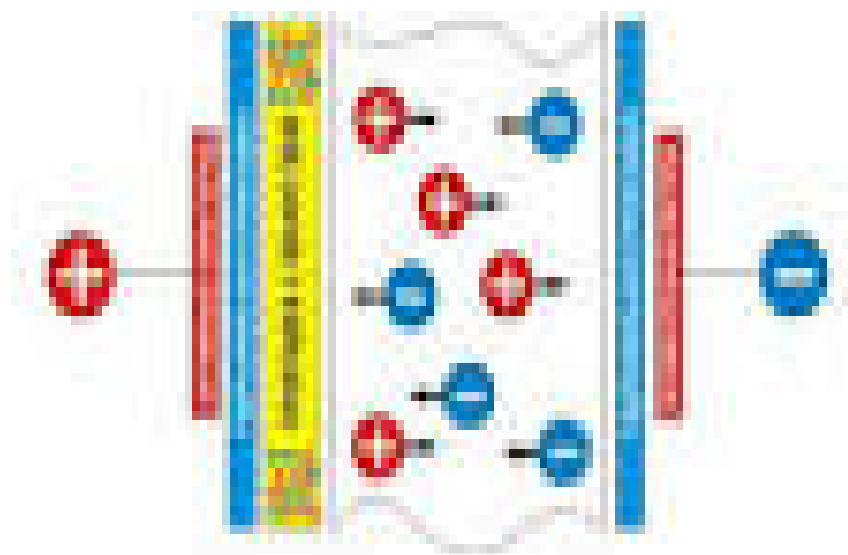
9.10 Elektroforetik usulning tibbiyotda qo'llanishi

Hozirgi vaqtga kelib tibbiyotda davolashning fizioterapiya usullari keng qo'llanilmoqda. Ular boshqa usularga nisbatan arzon va qo'shimcha reaksiyalarni organizmda chaqirmaydi. Fizioterapiya usullari ichida asosiy o'rinni dorilar yordamida *davolash elektroforezi* egallaydi. U tibbiyot davolash muassasalarida 20-25 %ni tashkil qilib, tibbiyot va biologiyada asosan quyidagi holatlarda ishlatiladi:

- moddalarni preparativ ajratish
- elektr maydonida hujayra va boshqa zarrachalarning harakatchanigini o'rganish
- to'qima va ularning sirtlarini elektrokinetik o'rganish

Tibbiyotda ko'proq ahamiyatga ega bo'lgani bu davolash va kasallikni oldini olishda ishlatiladigan dorivor-davolash elektroforezidir. Dorivor-davolash elektroforezi bu elektrofarmakologik usul bo'lib, uning asosida doimiy tok yordamida organizmga kiritiladigan dorivor moddaning organizmga kompleks ta'siri yotadi.

Ko'pchilik to'qimalar sirti zaryadlangan bo'lib, harakatchan diffuzion qavatda kationlar yig'iladi, va doimiy tok (o'tkazganda) berilganda diffuzion qavat ionlari gidratlangan suv molekulari bilan birga katodga tomon harakatlanadi. Ana shu harakat tufayli katod osti yumshalishi, anod ostida bo'lsa hujayralarning yig'ilishi kuzatiladi.



9.9.-rasm. Elektroforez sxemasi

Hozirgi paytda ana shu hodisa xirurgiya va onkologiya tajribasida qo'llanilyapdi.

Elektroforez usullari. Dorivor moddalarni doimiy tok ta'sirida organizmga kiritishning bir qancha usullari mavjuddir.

Dorivor moddalarning eritmadan bo'lgan elektroforezi. Bunda maxsus matolar dorivor modda eritmasiga botirilib elektrod bilan tana orasiga qo'yiladi. Bundan tashqari elektroforezning quyidagi usullari farqlanadi.

- 1) Nazal elektroforez
- 2) Vakuum elektroforez
- 3) Induktotermoelektroforez
- 4) Elektrofonoforez

5) Aeroelektroforez

Nazal elektroforezda burunning shilliq qavatida elektroforez o'tkaziladi.

Yiring tutgan holatlarda vakuum sharoitida olib boriladigan *vakuum elektroforez* ishlatiladi. Vakuum elektroforezda, oddiy elektroforezga nisbatan, 3-5 marta dorivor moddaning yig'ilishiga erishish mumkin.

Induktotermoelektroforez. Dorivor davolash elektroforezi bilan induktotermiyani birgalikdagi ta'siriga asoslangan. Asosiy afzalligi shundan iboratki bu usul dorivor moddani teridan o'tishini va uni chuqurroqqa o'tishini ta'minlash birga dorivor moddani teri ostida uzoq vaqt saqlanishi va uni organizmdan chiqarishni ta'minlaydi.

Elektrofonoforez. Bu elektroforezni ultratovush maydonida o'tkazishga asoslangan usulidir.

Aeroelektroforez. Dorivor moddalarni yuqori kuchlanishga ega bo'lgan doimiy tok ta'siri ostida organizmga kiritishga asoslangan usulga aeroelektroforez deb aytiladi. Aeroelektroforez asosan jaroxatlarni davolashda ishlatiladi. Buning uchun jaroxat yuzasini oldindan tozalab, dorivor modda pulverizator yordamida purkiladi va yaraga elektrod ionlashtirgich jaroxatdan 10-15 sm masofaga joylashtiriladi. Aeroelektroforezda elektroforez uchun ishlatiladigan xoxlagan doridan foydalanish mumkin.

Elektroforezda ishlatiladigan elektrodlar. Elektrod sifatida xoxlagan metallni (oltin, kumush, platina) olishimiz mumkin. Tajribada ko'proq ishlatiladigani qo'rgoshindan tayyorlanib sirti qalay bilan koplangan elektrodlardir. Metall elektrodlar organizmning kerakli joyiga gidrofil mato qo'yilgan holda dokadan yoki rezinadan tayyorlangan bintlar yordamida maxkamlanadi.



9.10-rasm. Elektroforez davolashning fizioterapevtik usuli sifatida

Dokadan va rezinadan tayyorlangan bintlar ko'pgina kamchiliklarga ega, shuning uchun 1966 yildan boshlab PVX dan tayyorlangan bintlar ishlatiladi. PVX-bintlar elastik, tiniq, yaxshi kesiladi va yuviladi, suyuqlikni o'ziga yutmaydi va dezinfeksiyalovchi eritmalar ta'siriga chidamli.

Bundan tashqari ularni 6-12 oy davomida ishlatish mumkin. Dezinfeksiya qilingandan keyin yuvib, kuruk sochik bilan artiladi va yana ishlatilaveradi. Uning tiniqligi ish davomida bint va elektrodning qanday joylashganligini ko'rib turish imkonini beradi.

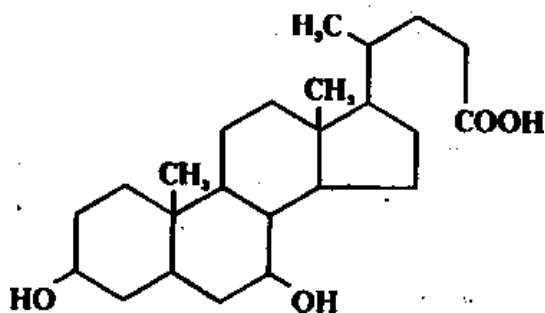
9.11 Dispers biologik suyuqliklarda boradigan jarayonlar

Odam organizmidagi qator biologik suyuqliklar kolloid sistemalarga tegishli bo'lib, ularda boradigan jarayonlar yuqorida ko'rib o'tilganlarga nixoyatda yaqin bo'ladi. Biologik suyuqliklar (birlamchi siydik, qon zardobi) tarkibida Ca^{2+} , PO_4^{3-} va oksalat ionlari hamda ularning tuzlari bo'ladi. Bunday ionlardan iborat sistemalar oddiy sharoitda beqarordir. Ammo biologik suyuqliklarda bu tuzlar odatda eritma holatida bo'ladi. Bunga biosistemalarda saqlangan oqsil tabiatli moddalar (proteinlar) sabab bo'lib, ular ta'sirida $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ va CaC_2O_4 ning koagullanish bo'sag'alarining bir necha marotaba ortishi va demak, koagulyasiyaga nisbatan bo'lgan barqarorligining kuchayishidir.

O'z navbatida biologik sistemalardagi bu ionlarning miqdori ortib ketga yoki ularni koagullanishga qarshi barqarorligini ta'minlab turuvchi proteinlarning miqdori kamaysa biologik suyuqliklardan ionlar cho'kma holatiga o'tadi va natijada buyraklarda yoki o't pufagida tosh paydo bo'ladi.

Oshqozon-ichak sistemasidagi o'n ikki barmoqli ichakda yog'lar o't kislotasi tarkibiga kirgan komponentlar (o't va yog' kislotalar tuzlari) ta'sirida emulsiyalanadi. Bu jarayonda o't kislotalari ta'sirida yog'larning sirt tarangligi keskin($\sim 0,001\text{J}/\text{sm}^2$) kamayadi, oqibatda yog moddalari mexanik ravishda mayda zarrachalarga parchalanadi (emulsiyalanadi) va shundan so'ng fermentlar ta'sirida o'zlashtiriladi. O'n ikki barmoqli ichakda o't kislotalaridan tashqari xolesterin va fosfolipidlar bo'lib, ularning fiziologik miqdor nisbati tegishlicha 14,5:1:1 bo'ladi. Qator sabablarga ko'ra kelib chiqadigan jigar xastaliklari hisobiga unda sintezlanadigan xolesterin va o't kislotalarining miqdorlari o'zgaradi. Buning natijasida ularning ichakdagi miqdoriy nisbatlari ham o'zgarib ($\text{o't kislotalari} < 14,5$ yoki $\text{xolesterin} > 1$) sistemada MKK holati qaror topadi. Oqibatda o'n ikki barmoqli ichakda koagullanish jarayoni sodir bo'lishi hisobiga tarkibida $\sim 95\%$ gacha xolesterin saqlagan toshlar paydo bo'ladi.

Yuqorida ko'rsatib o'tilgandek, mitsella hosil bo'lish jarayoni qaytar tabiatga ega bo'lganligi sababli, xolesterinli toshlarni SFM ta'sirida eritish (chin eritma holatiga o'tkazish) mumkin. Bunday maqsad uchun tibbiyotda tarkibida xenodezoksixolat kislotasi saqlagan moddalardan foydalaniladi.



Har qanday to'qimalarning barqarorligini ularning tarkibidagi hujayralarning o'zaro yopishgan holda bo'lishligi ta'minlaydi va u xujayralar adgeziyasi deb ataladi.

Hujayralarning adgeziyalanishi hujayra membranalarining tuzilishi bilan bog'liq bo'lgan quyidagi jarayonlar orqali ta'minlanadi.

1) Membrana sathlarining ma'lum qismlari bo'rtib chiqqan yoki chuqurcha ko'rinishiga ega bo'ladi. Membranalarning bunday qismlari hujayralarni o'zaro mexanik tutashuvini ta'minlab beradi (mexanik adgeziya).

2) Ikki hujayra o'zaro kimyoviy tabiatga ega bo'lgan adgeziya orqali ham bog'lanishi mumkin. Bunda hujayralar (membranalarda bo'lgan organik modda qoldiqlari funksional guruxlari tabiatiga qarab) o'zaro vodorod, S - S turidagi yoki peptid bog'lari hisobiga birikadi. Peptid bog'larining hujayralar adgeziyasini ta'minlovchi vosita ekanligini isboti sifatida to'qimalarga peptid bog'larini uzuvchi (gidrolizlovchi) vositalar ta'sirini keltirish mumkin. Jumladan to'qimalarga tripsin ta'sir ettirilganda, peptid bog'larining uzilishi hisobiga ular aloxida hujayralarga ajralib ketadi.

3) To'qimalar tarkibidagi Ca^{2+} ionlari membrana oqsillarining karboksil guruxlari, fosfolipidlarning fosfat guruxlari bilan bog'lanib hujayralar adgeziyasini ta'minlab beradi. Adgeziyaning bunday tabiatining isboti sifatida odam organizmidagi Ca^{2+} ionlarining kamayishi bilan bog'lik bo'lgan hujayralarning o'zaro yopishish qiymatlarining kuchsizlanishini keltirish mumkin.

4) To'qimalar barqarorligi ζ -potensial qiymatiga bog'liq. Hujayra yuzasidagi manfiy zaryad qiymati hisobiga shakllanadigan elektrkinetik potensial adgeziya jarayoniga teskari yo'nalgan bo'ladi. Shu sababli to'qima barqaror bo'lishi uchun hujayralararo elektrstatik itarilish kuchlari ularning o'zaro yopishish kuchlaridan ustun bo'lmasligi kerak.

Turli to'qima hujayralari adgeziya va ζ -potensial qiymati bilan bir-biridan farq qiladi. Masalan, saraton to'qima hujayralari normal to'qima hujayralaridan

farqli ravishda kam adgeziyalanish tabiatiga va katta elektrkinetik potensial qiymatiga ega bo'ladi. Bunday nomutanosibliklar oqibatida saraton hujayralari o'z to'qimalari tarkibidan oson ajralib chiqadi va biosuyuqlik oqimi bilan boshqa a'zolar to'qimalariga kelib u erda metastazlar (yangi saraton to'qimalarini paydo bo'lishi) hosil qiladi.

Membranalarning ζ -potensial qiymatiga bog'liq bo'lgan hujayralararo yopishish jarayoni to'qimalardan tashqari qondagi shaklli elementlar (eritrotsit, trombositlar) orasida ham sodir bo'ladi. Qon sistemasi turli fiziologik qiymatlarining o'zgarishi shaklli elementlar, membranalarining ζ -potensial qiymati kamayishi natijasida, ularning o'zaro yopishib cho'kishiga sabab bo'ladi. Bu jarayon agglyutinatsiya deb ataladi. Masalan, eritrotsit hujayralari membranalarining sirtqi yuzalari u erdagi modda funksional guruxlarining tabiati bilan belgilanadigan manfiy zaryad qiymatiga ega bo'ladi. Buning natijasida hujayra membrana yaqinida turgan plazma hajmida musbat zaryadlangan ionlardan iborat diffuziya qavati paydo bo'ladi. Shu sababli qon tarkibidagi katta zaryad qiymatiga ega bo'lgan kationlar (alyuminiy, toriy, lantan va h. k.) miqdorining ortishi Shulse — Gardi qoidasiga ko'ra diffuziya qavatining siqilishi va ζ -potensial qiymatining kamayishiga olib keladi. Oqibatda ular tezroq agglyutinatsiyalashadi. Bundan tashqari membrana tarkibidagi moddalar ionlashish xususiyatiga ega bo'lganligi sababli, ζ -potensial qiymati muhit pH ga ham bog'liq bo'ladi.

Qon shaklli elementlarning ζ -potensial qiymati ularning o'zaro itarilishi tabiatini belgilaydi. Shu bilan bir qatorda bu sistemada shaklli elementlarning o'zaro yopishishini ta'minlaydigan kuchlar bo'lib, ular kogeziya kuchlari deb ataladi. Shu sababli shaklli elementlarning o'zaro itarilish kuchlari koxeziya kuchlaridan ustun bo'lgan qon sistemalarigina barqaror bo'ladi.

Odam organizmida ishlab chiqariladigan immun xususiyatli agglyutininlarning ta'sir mexanizmi tanlangan adsorbsiyalanish natijasida

kuzatiladigan ζ -potensial qiymatining o'zgarishiga bog'liq. Jumladan qon tarkibida agglyutinlar ma'lum tur bakteriya membranalariga adsorbsiyalanib kogeziya kuchlarining ortishi, ζ -potensialini esa kritik qiymatdan ham kamayib ketishiga sabab bo'ladi. Natijada bakteriya hujayralari orasida itarilish kuchlari zaiflashib, yopishish kuchlari ortadi va ular cho'kmaga tushadi. Agglyutinlashgan bakteriyalar esa patogen ta'sirga ega bo'lmaydi.

Agglyutinatsiya holati bemorga qon guruxlari mos bo'lmagan donor qoni yoki zardob quyish hollarida ham hosil bo'ladi. Masalan, guruxi mos kelmagan zardobdan foydalanish eritrotsitlarning ζ -potensial qiymatining ~ 25 — 26 mV dan to 12 — 18 mV gacha kamayishiga va agglyutinatsiyasiga olib keladi. Tabiati jixatidan bunga yaqin bo'lgan holatlar qator kasalliklarda ham kuzatiladi. Jumladan, yuqumli kasalliklarda qon plazmasi tarkibidagi oqsil moddalarning (asosan *u*-globulinlarning) miqdori ortadi. Bunda oqsil tabiatli moddalar eritrotsitlarni tashqi membrana yuzasiga adsorbsiyalanib, u erdagi elektrolit ionlarini siqib chiqaradi. Ammo ularning umum zaryad qiymatlari almashingan elektrolitlar zaryad qiymatlaridan kichik bo'ladi va eritrotsitlarning ζ -potensial qiymati kamayishiga olib keladi. Oqibatda sistemadagi kogeziya kuchlari ortib, eritrotsitlarning cho'kishi tezlashadi. Tibbiyotda bu EChT (eritrotsitlarning cho'kish tezligi) deb ataladi. Bu qiymatdan diagnostikada foydalaniladi. Bundan tashqari EChT qon tarkibidagi oksil moddalarning miqdoriy nisbatlarining buzilishida, qon sistemasida bakteriyalar va ularning zahari bo'lgan hollarda ham kuzatiladi.

9.12 Kolloid eritmalarining tibbiyotdagi ahamiyati

Kolloid sistemalar va kolloidlar tabiatda keng tarqalgan bo'lib, faqat fandagina emas, balki xalq xo'jaligida ham katta ahamiyatga ega. Kolloid

eritmalar biologiya va tibbiyotda ham katta qiziqish uyg'otadi, chunki ular qatoriga hujayra kolloidlari, qon zardobi, sut, qon limfasi va boshqalar kabi biologik suyuqliklar kiradi. Masalan, qon tarkiban zol zarrachalari, emulsiya tomchilari, molekulalar va oddiy molekulalarni suvli muhitda taqsimlangan murakkab dispers sistemasidir. Tirik organizm va o'simlik to'qimalari o'z tarkibida eritmalar kolloid eritmalarining ko'p xossasiga ega yuqori molekular birikmalar (oqsillar, glikogen, kraxmal, selluloza) ni tutadi. Hayvonlar va o'simliklar taraqqiyoti ham kolloid-kimyoviy jarayonlarga asoslangan. Shulardan kolloid kimyoning umuman biologiyada va, ayniqsa biokimyo va tibbiyotdagi ahamiyati kelib chiqadi.

Dorishunoslik va attorlik sanoatida ko'p dori-darmonlar va xo'jalikka ishlatiluvchi kimyoviy dorilar kolloid holatda ishlab chiqariladi. Masalan, burunga tomiziladigan tomchi dorilar (kollargol, protargol) kolloid holatdagi kumushning zolidir. Insonning yashashi uchun zarur bo'lgan oziq-ovqatlar ham ko'proq kolloid holatida bo'ladi. Bularga go'sht va go'sht mahsulotlari, suzma, pishloq, non va boshqalar kiradi. Har xil souslar, kremlar, mayonezlar ham kolloid sislemalarga misol bo'ladi. Xalq xo'jaligida kolloidlar ishlatilmagan bironta soha bo'lmasa kerak. Koagullanish, peptizatsiyalanish jarayonlari odam organizmida katta ahamiyatga ega, chunki hujayra kolloidlari va biologik suyuqliklar doimo elektrolitlar ta'siri ostida bo'lganligi uchun ularning koagullanish ehtimolligi juda katta. Shulase-Gardi qoidasiga muvofiq organizmdagi fizikaviy va kimyoviy sharoitlarni doimiy tutish uchun elektrolitlarning konsentratsiyasigina emas, balki sifat jihatidan tarkibini ham doimiy tutish zarur. Haqiqatan ham, izotonik eritma NaCl dan emas, balki shu konsentratsiyadagi ko'p zaryadli ionlardan (masalan, $MnSO_4$) tayyorlansa, ikki zaryadli ionlarning koagullash ta'siri NaCl ga qaraganda kuchliroq bo'lganligi uchun qon koagullanib hayot to'xtagan bo'lar edi. Koagullashga yana bir misol qilib shaharlarda ichish uchun ishlatiladigan suvni tozalashni olish mumkin. Tabiiy suvlar o'z tarkibida qumlik filtrlardan o'tib ketadigan, yuqori

disperslangan va kolloid holatdagi mineral va organik moddalarni tutadi. Barcha tabiiy kolloidlar (gidrozollar) manfiy zaryadga ega. Ular aluminiy va temirning tuzlari bilan tozalanadi. Shu tuzlar suvda gidrolizlanib, musbat zaryadlangan gidroksidlar zollarini hosil qiladi. O'z navbatida bu zollar suvning kolloidlari bilan o'zaro koagullanib, yaxshi filtrlanadigan cho'kma hosil qiladi. Daryo va dengiz suvlarini ifloslanishdan saqlash uchun sanoat chiqindi suvlarini koagullash yo'li bilan tozalash juda muhim ahamiyatga ega.

Uzoq muddat saqlash kerak bo'lgan zollarni olishda kolloid himoya keng qo'llaniladi. Ko'p dori-darmonlar shunday zollar qatoriga kiradi. Burunga tomiziladigan kollargol va protargollarni tayyorlashda jelatinadan himoyalovchi modda sifatida foydalaniladi. Kolloid himoya hodisasi juda katta fiziologik ahamiyatga ega. Ko'p gidrofob kolloidlar va qon zarrachalari biologik suyuqliklarda koagullanishdan oqsillar bilan himoyalangan. Masalan, qon oqsillari yog' tomchilarini, xolesterin va boshqa gidrofob moddalarni himoya qiladi. Himoyalash darajasining pasayishi xolesterin va kalsiyning tomir devoriarida yig'ilishiga olib keladi. Bundan ateroskleroz va kalsinoz kasalliklari kelib chiqadi. Qonda oqsillar va boshqa gidrofil birikmalarni himoyalash xossasining kamayishi, siydik kislotaning tuzlari cho'kmaga tushishiga, ya'ni buyrakda, jigarda va o't pufagida toshlar hosil bo'lishiga olib keladi.

284,1,282,3,280,5,278,7,276,9,274,11,272,13,270,15,268,17,266,19,264,21,262,23,260,25,258,27,256,29,254,31,252,33,250,35,248,37,246,39,244,41,242,43

240,45,238,47,236,49,234,51,232,53,230,55,228,57,226,59,224,61,222,63,220,65,218,67,216,69,214,71,212,73,210,75,208,77,206,79,204,81,202,83,200,85,198,87,196,89,194,91,192,93

190,95,188,97,186,99,184,101,182,103,180,105,178,107,176,109,174,111,172,113,170,115,168,117,166,119,164,121,162,123,160,125,158,127,156,129,154,131,152,133,150,135,148,137,146,139,144,141

142,143,140,145,138,147,136,149,134,151,132,153,130,155,128,157,126,159,124,161,122,163,120,165,118,167,116,169,114,171,112,173,110,175,108,177,106,179,104,181,102,183,100,185,98,187,96,189,94,191,92,193,90,195,88,197

86,199,84,201,82,203,80,205,78,207,76,209,74,211,72,213,70,215,68,217,66,219,64,221,62,223,60,225,58,227,56,229,54,231,52,233,50,235,48,237,46,239,44,241,42,243,40,245,38,247,36,249,34,251,32,253,30,255,28,257,26,259,24,261

22,263,20,265,18,267,16,269,14,271,12,273,10,275,8,277,6,279,4,281,2,283