

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O‘RTA MAXSUS TA’LIM VAZIRLIGI**

**N.T. Alimxodjayeva, X.S. Tadjiyeva
Z.A.Ikramova, G.G. Suleymanova**

TIBBIY KIMYO

1-qism Bioanorganik kimyo

***O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus
ta’lim vazirligi tomonidan tibbiyot instituti
1-kurs talabalari uchun darslik
sifatida tavsiya etilgan***

Toshkent
«IJOD-PRINT»
2019

UO‘K: 577.1(075.8)

KBK: 52.5ya73

A 50

Taqrizchilar:

A.D. Jo‘rayev – ToshDSI Kimyo (biologik kimyo), molekular biologiya kafedrası professori, k.f.d.;

N.M. Yuldashev – ToshPTI Biologik, bioanorganik va bioorganik kimyo kafedrası professori, b.f.d.

Tibbiy kimyo: Darslik. Alimxodjayeva N.T., Tadjiyeva X.S. / O‘zR Oliy va o‘rta maxsus ta‘lim vazirligi. – T.: “Ijod-print” nashriyoti, 2019. – 468 bet.

Mazkur darslik tibbiyot oliy o‘quv yurtlari talabalari uchun mo‘ljallangan lotin grafikasida yozilgan o‘quv adabiyoti bo‘lib, umumamaliyot shifokorlar tayyorlashning zamonaviy konsepsiyasiga tayanilgan va tibbiy kimyo fanining yangi rejasi asosida yozilgan.

Darslikda bioorganik kimyo fanining asosiy qonun va qoidalari, biologik faol moddalar tuzilishi va xossalari keng yoritilgan hamda fanga oid bir qator yangi ma‘lumotlar, tayyorlashda hozirgi kun talabiga javob beradigan ma‘lumotlar va xorijiy adabiyotlaridan foydalanilgan. Shuningdek tibbiy kimyo fanining nazariy va amaliy tibbiyotdagi ahamiyati keng yoritilgan.

Ushbu darslik sog‘liqni saqlash ta‘limi tizimida tahsil olayotgan bakalavr, pedagoglar va barcha yo‘nalishdagi shifokorlar uchun mo‘ljallangan.

UO‘K: 577.1(075.8)

KBK: 52.5ya73

ISBN 978-9943-5593-1-8 © “IJOD-PRINT” nashriyoti, 2019

© N.T. Alimxodjayeva, X.S. Tadjiyeva, 2019

Kirish

Tibbiy kimyo – bioanorganik va bioorganik kimyo fanlari yutuqlarini o‘z ichiga olib, jonli tabiatdagi moddalarning kimyoviy xususiyati, ularning xossalarining o‘zgarishi, shuningdek, bu jarayonlarni tirik organizm faoliyati bilan bog‘liq holda o‘rganadigan fandir. Ushbu fan biologik muhim moddalarni o‘rganuvchi bioanorganik va bioorganik kimyoning g‘oyalari, usullari va qonuniyatlari asoslanadi. Shu bilan birga tibbiy kimyo fani moddalarning tuzilishi va ularning biologik funksiyalari bilan bog‘liq xossalarini, biologik muhim birikmalarning tuzilishi va reaksiyon xususiyatlarini o‘rganadi.

Modda almashinuvi – metabolizm organizmda kechadigan barcha kimyoviy reaksiyalar yig‘indisi. Ular tirik sistemaning turg‘unligi va o‘z-o‘zini hosil qilishga yo‘naltirilgandir. Odam organizmi, shuningdek, hayvonlar organizmi ovqat mahsulotlarini qabul qilishga muhtojdir. Ular suv va mineral komponentlardan tashqari murakkab organik tarkibga ega bo‘lgan oqsil, yog‘ va uglevodlarni qabul qilishi kerak. Bo‘lajak umumamaliyot shifokori patologik jarayon rivojlanishining mexanizmlarini to‘liq o‘zlashtirishi muhim ahamiyatga ega. Turli kasalliklar asosida metabolik jarayonlarning buzilishi yotadi. Sog‘lom organizmda katabolizm va anabolizm jarayonlari uzviy bog‘langan.

Tibbiy kimyo fani ikki bo‘limdan iborat:

- Bioanorganik kimyo;
- Bioorganik kimyo.

Bioanorganik kimyo fani kimyoning asosiy tushunchalari va asosiy qonunlari, atom va molekula tuzilishi, D.I.Mendeleyevning davriy jadvali, biogen va noorganogen elementlar, yadro kimyosi, eritmalarning konsentratsiyasini ifodalash usullari, eritmalar-

ning kolligativ xossalari, dispers sistemalar, elektrokimyo asoslari, kimyoviy termodinamika va kinetikani o'rganadi.

Bioorganik kimyo fani tirik organizm tarkibiga kiruvchi moddalarning kimyoviy tarkibi va xususiyatlarini, organik birikmalarining tuzilishi va kimyoviy xossalarini, asosiy biopolimerlar – oqsillar, uglevodlar, nuklein kislotalar, lipidlar, fermentlar, vitaminlarning tuzilishi, xossalarini o'rganadi.

Tirik organizmda anorganik va organik birikmalar mavjud. Ular organizmga tashqaridan kirishi mumkin, yoki organizmda sintezlanadi. Tirik organizmning har bir hujayrasida minglab turli kimyoviy jarayonlar sodir bo'ladi. Organizmda sodir bo'ladigan barcha reaksiyalarning yig'indisi moddalar almashinuvi yoki metabolizm deb ataladi. Metabolik jarayonlar organizm hujayrasida turib katalizatorlik vazifasini bajaruvchi fermentlar - oqsil tabiatli birikmalar ishtirokida sodir bo'ladi.

Inson hayotida kimyoning ahamiyati beqiyosdir. Kimyoning inson hayotiga konstruktiv ta'sir o'tkazayotgan fundamental yo'nalishlarni keltiramiz:

- Barcha tirik mavjudot havodan nafas oladi. Havo kimyoviy tarkibga ega bo'lib 20% kislorod, 78% azot va boshqa inert gazlardan tashkil topgan.

- Tirik organizm kimyoviy moddalardan tashkil topgan: terida oqsillar, teri ostida yog'lar, suyak tarkibiga kalsiy, fosfor elementlari hamda bir qator organik moddalar kiradi.

- Iste'mol qilinadigan oziq-ovqat mahsulotlari – oqsillar, uglevodlar, yog'lar, vitaminlardir.

- Ovqat xazm qilish jarayonida kimyoviy reaksiyalar sodir bo'ladi.

- Oziq-ovqat ishlab chiqarishda kimyoviy jarayonlardan foydalaniladi.

- Tibbiyot amaliyotida qo'llaniladigan dorivor barcha preparatlar kimyoviy birikmalardir. Masalan, glukozaning 5%li eritmasi – ko'p qon yo'qotilganda, organizm suvsizlanganda tomirdan tom-

chilab yuboriladi; analgin – og‘riq qoldiruvchi vosita; dimedrol – tinchlantiruvchi vosita, allergik kasalligida qo‘llaniladi va hokazo.

- Ko‘pchilik anorganik moddalar dorivor moddalar sifatida tibbiyotda keng ishlatiladi: natriy xloridning 0,86%li eritmasi – fiziologik eritma, ko‘p qon yo‘qotilganda, organizm suvsizlanganda tomirdan tomchilab yuboriladi; natriy sulfat – surgi vositasi sifatida qo‘llaniladi; kaliy va natriy bromid – tinchlantiruvchi vosita; magniy oksid – me‘da – ichak trakti kasalligida adsorbsiyalovchi modda sifatida qo‘llaniladi; magniy sulfat – magneziya gipertoniya, ateroskleroz kasalliklarida qo‘llaniladi; kalsiy xlorid – allergik, teri kasalliklari, nefrit va shamollashda qo‘llaniladi; kalsiy karbonat – tishdagi toshlarni tozalashda abraziv material sifatida, me‘da shirasi kislotaligi oshganda qo‘llaniladi, sorbit – tish qobig‘ini mustahkamlashda, kaliy xlorid – yurak hastaligida qo‘llaniladi va hokazo.

- Natural va sintetik tolalar sintezi, metall, rezina va plastmasalar sintezi kimyoviy jarayonlar yordamida amalga oshadi.

- Atir-upa, sovun va dezodorantlar ishlab chiqarish kimyoviy jarayonlarga asoslangan.

Insoniyatning paydo bo‘lishi va rivojlanishini kimyosiz tasavvur qilib bo‘lmaydi. Aynan kimyoviy jarayonlar sababli, bizning sayyoramizda, noorganik moddalar almashuvining rivoji tariqasida, organik birikmalardan tortib mukammal organizmlar vujudga kelgan.

Tibbiy kimyo fani insoniyat rivojlanishida asosiy omil bo‘lib hisoblanadi.

Mazkur darslik tibbiyot oliygohi talabalarini Tibbiy kimyo kursi bo‘yicha o‘qitilish dasturi asosida tuzilgan.

Darslik tuzishda tibbiy kimyoni tibbiyotga moyil ko‘rinishda tuzishga alohida e‘tibor berilgan.

1

BIOANORGANIK KIMYO

Kimyoning asosiy tushunchalari va asosiy qonunlari. Materiya va energiya

Tog‘li hududlardagi suv va tuproq tarkibida turli xil kimyoviy elementlar, mineral tuzlar kam miqdorda uchraydi. Buning natijasida bu hududda o‘sadigan o‘simliklar, meva-sabzavotlar tarkibida bu elementlarning tanqisligi kuzatiladi. Bu esa o‘z navbatida tog‘li hududlarda istiqomat qiluvchi aholining salomatligiga ta‘sir etadi. Tirik organizmni asosan 78 ta element tashkil etadi. Ularning 90% i biogen elementlar hisoblanadi va har biri organizmda o‘ziga xos funksiyani bajaradi. Ularning kamayishi yoki ortib ketishi turli patologik holatlarga olib keladi.

Endemik buqoq kasalligi

Tog‘li hududda yashaydigan qizaloqni onasi vrachlik punktiga qabul uchun olib bordi. U shifokorga qizi tez-tez asabiylashayotganini, uyqusizlik qiynayotganini va xotirasi pasayishi kabi holatlardan aziyat chekayotganini aytdi. Shifokor bemorning bo‘yin qis-



mida kichik shish mavjudligini kuzatdi. Shunda bemorga “endemik buqoq” deya tashxis qo‘ydi.

Endemik buqoq qalqonsimon bez tarkibida yodning kamayishi oqibatida kelib chiqadigan kasallikdir. Organizm-

ning yodga bo'lgan sutkalik ehtiyoji 0,1 mg. Shuning uchun ham shifokorlar, ayniqsa tog'li hududlarda yashaydigan aholilarga, tarkibida yod elementi ko'p uchraydigan oziq-ovqat mahsulotlaridan xurmo, piyoz, dengiz mahsulotlaridan ko'proq iste'mol qilishini, hamda yodlangan tuzdan foydalanishni maslahat beradilar.

Tuproqda yod yetishmasligi oqibatida shu hududda yetishtirilgan oziq-ovqat mahsulotlari tarkibida ham yod kam bo'ladi va ushbu oziq-ovqat mahsulotlarni iste'mol qilgan inson organizmida ham yod tanqisligi kuzatiladi. Organizmda yod tanqisligi oqibatida qalqonsimon bez gormoni sintezi buziladi. Ushbu holat homila uchun juda havfli. Bunda tug'ilgan chaqaloqlarning aqliy zaif bo'lishi ehtimoli juda katta. Ushbu kasallikning oldini olish uchun shifokor-endokrinologga murojaat qilish zarur.

Endokrinolog vazifasi

Endokrinolog endokrin tizimlarni patologik holatlarini aniqlash va ularni davolash usullarini qo'llash, ichki sekretsiya bezlarini o'zgarishlarini, ya'ni gormonlar funksiyasi buzilishini aniqlashda yordam beruvchi mutaxassisdir. Endokrinologning asosiy vazifasi qalqonsimon bez kasalliklari(diffuz buqoq, gipoterioz, tireoidit), ortiqcha vazn, me'yoridan ortiqcha semirish va metabolitik sindrom (dietolog bilan birgalikda), qandli va qandsiz diabet, buyrak usti bezi kasalliklarini davolashdan iborat.

Bemorda umumiy holsizlanish, tez-tez charchash, xotira susayishi, depressiv holatlar, tez asabiylashish, soch to'kilishi, og'iz qurishi, yurak ritmining o'zgarishi kuzatilganda endokrinologga murojaat qilishi lozim.

1.1. Materiya va energiya

Fanda ishlatiladigan muhim tushuncha "Materiya" tushunchasidir. Butun koinot jonli va jonsiz tabiat, koinotda sodir bo'ladigan barcha o'zgarishlar materiyaning ayrim harakat shaklidir. *Materiya*

abadiy, u yo‘qdan bor bo‘lmaydi va bordan yo‘q bo‘lmaydi. Materiyaning ikki xil shakli mavjud: modda va maydon. Modda bu materiyaning massaga ega bo‘lgan bir shaklidir. Maydon esa (gravitatsion, elektromagnit) – bu materiyaning energiya bilan chambarchas bog‘langan, moddaning zarrachalari o‘zaro ta’sirlashadigan muhitdir. Modda - massaga ega bo‘lib, ma’lum bir o‘rinni egallaydi. Foydalaniladigan barcha jismlar - suv, yog‘och, plitalar, plastik paket, kiyim-kechak, va hatto poyabzal ham moddadan tarkib topgan. Har qanday jism moddaning fazoda chegaralangan qismidir. Jism tushunchasi juda aniq tushunchadur. Modda tushunchasi esa ancha keng ma’noni bildiradi. Demak, modda tushunchasi jism tushunchasiga nisbatan umumiy tushunchadir.

Moddalar turli fizikaviy shakllarda – qattiq, suyuq va gaz holatlarda bo‘ladi. Masalan, suv 3 xil agregat holatda bo‘lishi mumkin: muz qattiq holatda bo‘ladi, kran jo‘mrigidan oqayotgan suv suyuq holatda bo‘ladi, bug‘lanayotgan suv esa gaz holatda bo‘ladi. Suv bir agregat holatdan boshqasiga o‘tishi uchun energiya yutadi yoki yo‘qotadi. Misol uchun suvni qaynatish uchun energiya sarflanadi. Suyuq agregat holatdan qattiq agregat holat (muz) aylantirishda yoki gazni suyuq holatga aylantirganda energiya yo‘qotilishini kuzatish mumkin.

Har qanday modda makroskopik va mikroskopik xossaga ega. Makroskopik xossaga moddaning zichligi, agregat holati, qaynash va erish harorati va boshqalar, mikroskopik xossaga esa atom, molekula, ion massasi, oksidlanish darajasi va boshqalar kiradi.

Moddalar tarkibiga ko‘ra quydagicha sinflanadi:

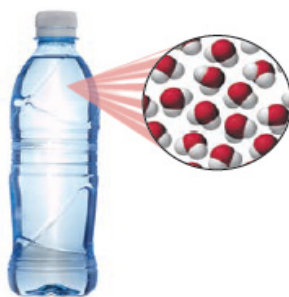
- toza moddalar;
- aralashmalar.

Toza moddalaraning va o‘zgarmas tarkibga ega bo‘ladi. Toza moddaning ikki turi mavjud: *oddiy* va *murakkab*. Oddiy moddalar toza moddaning bir turi bo‘lib, bir xil atomdan iborat bo‘ladi, masalan, kumush, temir, yoki aluminiy. Har qanday oddiy modda juda kichik zarrachalar – atomlardan tashkil topgan. Masalan, ku-

mush moddasi kumush atomlaridan, aluminiy moddasi aluminiy atomlaridan xlor moddasi xlor elementining ikki atomidan iborat va h.k. Umuman oddiy moddalarga hamma metallar va metallmaslarni misol qilish mumkin. Murakkab moddalar ham toza modda bo'lib, atomlar nisbati o'zgarmas bo'lgan ikki va undan ko'p turdagi elementlardan tashkil topgan Murakkab moddalar molekulasida atomlar o'zaro kimyoviy bog'lar bilan bog'lanib molekulalarni hosil qiladi. Masalan, suv molekulasida qayerda va qaysi yo'l bilan olinmasin doimiy tarkibga ega bo'ladi. Suv molekulasida bir atom kislorodga ikki atom vodorod to'g'ri keladi. Bu moddaning tarkibi H_2O formula bilan ifodalanadi. Vodorod va kisloroddan tashkil topgan yana bir modda – bu vodorod peroksid. Uning tarkibida ikki atom vodorodga ikki atom kislorod to'g'ri keladi va formulasi H_2O_2 ko'rinishda ifodalanadi. Shunday qilib bu ikki moddaning sifat tarkibi bir xil, atomlar soni nisbati har xil bo'lganligi uchun xususiyatlari ikki xil murakkab moddalarni hosil qilgan. Umuman murakkab moddalarga hamma anorganik va organik moddalarni misol qilib keltirish mumkin. 1.1-rasmda H_2O va H_2O_2 molekulalarini tuzilishi ko'rsatilgan.



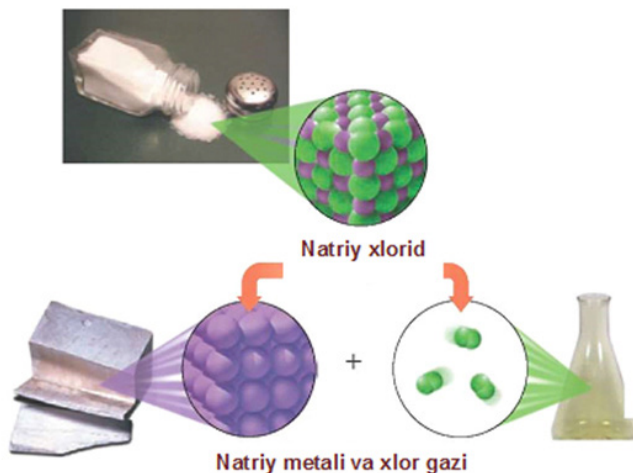
Suv molekulasida H_2O ikki atom vodorod (oq) va bitta kislorod (qizil) atomidan tuzilgan.



Vodorod peroksid molekulasida H_2O_2 , ikki atom vodorod (oq) va ikkita atom kisloroddan (qizil) iborat

1.1-rasm. Suv H_2O va vodorod peroksid H_2O_2 molekulasini tuzilishi

Toza murakkab moddalarni kimyoviy jarayonlar yordamida oddiy moddalarga parchalash mumkin. Ularni fizikaviy usullar bilan, masalan, qaynatib yoki elak yordamida ajratib bo'lmaydi. Masalan, oddiy osh tuzi NaCl natriy va xlor atomlaridan iborat bo'lib, uni kimyoviy yo'l bilan 1.2-rasmda ko'rsatilganidek, Na metali va Cl_2 gaziga ajratsa bo'ladi.



1.2-rasm. NaCl tuzining Na va Cl elementlariga parchalinishi

Aralashmalar ikki va undan ortiq har xil moddalardan iborat bo'lib, fizikaviy aralashgan, lekin kimyoviy bog'lanmagan bo'ladi. Kundalik hayotda atrofimizda uchraydigan ko'pchilik moddalar aralashma holatda bo'ladi. Masalan, nafas olayotgan havo asosan neytral gazlardan iborat aralashma bo'lib, bu gazlarning ko'proq qismini azot va kislorod tashkil qiladi.

Aralashmalar o'z xossalari bilan kimyoviy toza moddalardan keskin farq qiladi:

- aralashmalar tarkibi o'zgaruvchan, kimyoviy birikmalar tarkibi doimiy;

- aralashmalar tarkibidagi modda o'z xossasini saqlaydi, kimyoviy birikmalar tarkibidagi elementlar esa oddiy modda sifatida o'z xossasini saqlab qolmaydi;

- aralashmalar tarkibidagi element atomlarini fizikaviy usullar bilan ajratish mumkin, kimyoviy birikmalar tarkibidagi moddalarni fizikaviy usullar bilan ajratish mumkin emas;

- aralashmalar hosil bo'lishida issiqlik ajralishi yoki yutilishi kuzatilmaydi, kimyoviy birikmalar hosil bo'lishida issiqlik ajralishi yoki yutilishi kuzatiladi;

- aralashmalar hosil bo'lishida tashqi o'zgarishlar kuzatilmaydi, kimyoviy birikmalar hosil bo'lishida tashqi o'zgarishlar kuzatiladi (rang o'zgarishi, gaz ajralishi, cho'kma tushishi).

Aralashmalar gomogen va geterogen turlarga bo'linadi. Gomogen aralashmalarning agregat holati bir biriga o'xshash bo'ladi. Havo gomogen aralashmaga oddiy misol bo'la oladi, u neytral gazlardan iborat.

Geterogen aralashmalar tarkibiy qisimlari tuzilishiga ko'ra turli xil bo'ladi. Masalan: yog' va suv geterogen aralashma, chunki yog' suv yuzasiga qalqib chiqadi. Mayizli shirinliklar va apelsin sharbatidagi apelsinning mayda bo'lakchalari ham geterogen aralashmaga misol bo'la oladi.

Deyarli barcha bajariladigan ishlar energiya bilan bog'liq. Suvni isitganda, ovqat pishirganda, chiroq yoqqanda, yurganda va o'qiganda energiya sarflanadi. Albatta energiya qayerdandir olinishi kerak. Qazilma boyliklarini yoqishdan olinadigan energiya yoki quyosh energiyasi uyni yoki suv havzalarini isitish uchun ishlatiladi. Organizimimizda bu energiya iste'mol qilgan ovqatdan hosil bo'ladi.

Energiya – modda harakatining o'lchovi. Materiyaning harakat shakliga qarab, energiya har xil, ya'ni mexanik, issiqlik, yorug'lik, elektr va kimyoviy energiyalar bo'ladi.

Massa bilan energiya orasida miqdoriy bog'lanish borligini A.Eynshteyn 1905-yilda quyidagi formula bilan ko'rsatdi:

$$E=mc^2$$

bu yerda m – modda massasi (kg hisobida); E –energiya (J. hisobida) c - yorug‘lik tezligi ($300.000 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$). Bu tenglama, energiya o‘zgar-ganda massa, massa o‘zgarganda energiya o‘zgarishini ko‘rsatadi.

1.2. Kimyoda atom – molekular ta’limot

XVIII asrda M.V. Lomonosov qadimgi yunon faylasuflari Levkipp va Demokritning “Hamma moddalar juda mayda zarrachalar – atomlardan tuzilgan hamda ular doimiy va uzluksiz harakatda bo‘ladi, dunyoda sodir bo‘ladigan barcha o‘zgarishlar atomlarning birikishi yoki bir-biridan ajralishi natijasidir” degan atomistik tasavvurlarni rivojlantirib, sistemaga soldi.

U ham o‘z ta’limotiga barcha moddalar juda mayda zarrachalar-dan tuzilgan degan fikrni asos qilib oldi. M.Lomonosov zarrachalar-ni ikki turga bo‘ldi: atomlarni “elementlar” deb, molekulalarni esa “korpuskulalar” deb atadi. Molekulalar hosil bo‘lishida atomlar bir-biri bilan ma’lum miqdoriy nisbatlarda birikadi. Molekulalar-ning xossalari faqat ularning tarkibiga kirgan atomlar sonigagina bog‘liq bo‘lmay, balki atomlarning molekulada joylashish tartibiga ham bog‘liqdir.

M. Lomonosov kimyoga birinchi bo‘lib atom - molekular ta’-limotni kiritdi va shu asosda element, oddiy hamda murakkab mod-dalarga ta’rif berdi. 60 yildan keyingina J. Dalton shunga o‘xshash fikrlar aytdi. XIX asrning o‘rtalariga kelib atom-molekular ta’limot to‘la-to‘kis tasdiqlandi va atom, molekula, kimyoviy element va boshqa asosiy tushunchalarga aniq ta’rif berildi.

Atom – moddaning kimyoviy jihatdan bo‘linmaydigan eng kichik zarrachasi.

Molekula – moddaning mustaqil mavjud bo‘la oladigan va shu moddaning kimyoviy xossalarini o‘zida saqlab qoladigan eng kichik zarrachasi.

Molekulalar kimyoviy reaksiyalarda parchalanadi, ya’ni molekulalar kimyoviy jihatdan bo‘linadigan zarrachalardir.

Kimyoviy element – oʻzida muayyan xossalarni mujassamlashtirgan va kimyoviy usullar bilan boshqa oddiy moddaga aylana olmaydigan atomlarning muayyan turidir. “Element” soʻzi tarkibiy degan maʼnoni bildiradi. Kislorod – kislorod elementini, simob atomlari – kimyoviy element simobni tashkil etadi va hokazo. Hozir bizga atomlarning 118 turi – 118 ta kimyoviy element maʼlum.

Elementlar orasidagi oʻzaro bogʻliqlik davriy sistemada oʻz aksini topgan. Atomning eng muxim xususiyati uning yadrosining musbat zaryadi boʻlib, u son jihatidan elementning tartib raqamiga teng. Yadro zaryadining qiymati atomlarning har xil turlari uchun bir-biridan farq qiluvchi belgisi hisoblanadi. Bu esa element tushunchasiga ancha toʻliq taʼrif berishga imkon yaratadi, yaʼni: kimyoviy element – bu yadrosining musbat zaryadi bir xil boʻlgan atomlarning muayyan turidir.

Elementlarni yadrosidagi neytronlar va protonlar sonidan farq qilish mumkin. Masalan, vodorod atomida bitta proton, bitta elektron boʻlib, neytron yoʻq. Deyteriy izotopida bitta proton, bitta elektron hamda bitta neytron mavjud. Tritiy izotopida esa bitta proton, ikkita neytron hamda bitta elektron mavjuddir. Bu atomlarning barchasi bitta kimyoviy element – vodorod elementini bildiradi.

“Kimyoviy element” va “oddiy modda” degan tushunchalarni bir-biridan farq qila bilish lozim. Baʼzan oddiy modda ham, shu moddani tashkil etgan kimyoviy element ham bir xil ataladi. Masalan, temir deganda oddiy modda ham, temir elementi ham tushuniladi. Simob oddiy modda holatida muayyan xossalarga ega bolgan yaltiroq suyuqlik; bu xossalar kislorod bilan birikkan holatdagi simobda boʻlmaydi. Simob (II) oksiddagi simob oddiy modda holidagi simob emas, balki simob elementidir.

“Kislorod”, “temir” soʻzlari kimyoviy elementni ham, shu nomdagi oddiy moddani ham bildirishi mumkin. “Kislorod bilan nafas olamiz”, “kislorod – gaz” deyilsa, gap oddiy modda holidagi kislorod haqida boradi. “Temir magnitga tortiladi”, “temirdan mix yasaladi” deyilganda modda sifatidagi temir nazarda tutiladi, “temir

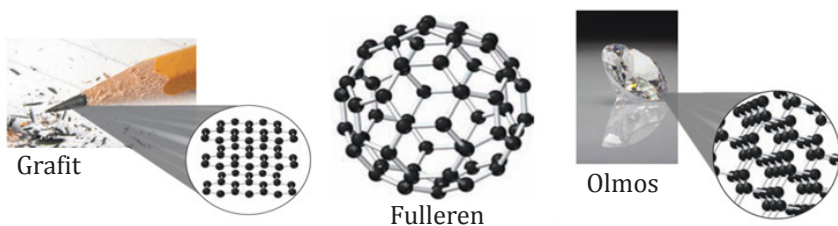
zang tarkibiga kiradi” degan iborada esa “temir” soʻzi kimyoviy elementning nomidir.

Elementlarning mihim taʼrifi ularning Yer poʻstlogʻida, yaʼni Yerning yuqori qattiq qobigʻida tarqalganligidir, bu qobiqning qalinligi shartli ravishda 16 km ga teng deb qabul qilingan. Elementning Yer qobigʻida tarqalganligini – Yer haqidagi geokimyo fani oʻrganadi. Butun koinot, eng uzoq yulduzlar ham kimyoviy elementlardan tarkib topgan.

Bir element atomlari bir necha xil oddiy moddalar hosil qilishi ham mumkin.

Bitta kimyoviy elementning oʻzi ikki yoki bir necha oddiy moddalar hosil qilishi *allotropiya* deyiladi. Murakkab moddaning bir necha koʻrinishda uchrashi *polimorfizm* deb ataladi. Bu moddalarning har biri esa allotropik shakl oʻzgarishlar deb ataladi. Masalan, kislorod elementi ikkita allotropik modifikatsiya – kislorod va ozon, fosfor, oltingugurt elementlari ham bir necha xil modifikatsiya hosil qiladi.

Uglerod atomining 4ta allotropik shakli – olmos, grafit, karbin, fulleren maʼlum. 1.3-rasmda uglerod atomining 3ta allotropik shakli koʻrsatilgan.



1.3-rasm. Grafit, olmos, fulleren -uglerod atomlarining allotropik shakllari

Barcha moddalar 118 xil elementlardan tashkil topgan. Shulardan 88 ta element tabiiy holda uchraydi.

1.3. Kimyoning asosiy tushunchalari

Atom massasi. Atomlarning massalari juda kichik bo‘ladi. Bu o‘lchamlar 10^{-25} kg dan 10^{-27} kg gacha boradi. Bunday kichik qiymatlar bilan ishlash qiyin. Shu sababli atomlarning absolut massasi o‘rniga “nisbiy atom massa” tushunchasi qabul qilingan. Unung o‘lchov birligi qilib “uglerod birligi” olingan.

1961-yilda atomning massa birligi qabul qilingan. Ba’zan bu tushuncha atomning uglerod birligi deyiladi (a.u.b.). Atomning uglerod birligida ifodalangan massasi **atom massa** deyiladi. Bunda barcha hisoblashlar uglerodning ^{12}C izotopiga nisbatan olib boriladi. Shunday o‘lchovga ko‘ra kislorodning nisbiy atom massasi 15,9994 ga, vodorodning nisbiy atom massasi 1,0079 a.u.b. ga teng. Masalan, mis atomining massasi $A_r = 64$ u.b. deyilsa, mis atomi ^{12}C atomi massasining $1/12$ qismidan 64 marta og‘irligini ko‘rsatadi. Elementlar nisbiy atom massasining qiymati davriy jadvalda berilgan. Bu qiymatlar hisoblashlarda qo‘llaniladi.

Molekular massa. Bir mol modda massasiga teng bo‘lib, molekulaning uglerod birligida ifodalangan og‘irligiga **molekular massa** deyiladi. Molekular massa ham uglerod birligida o‘lchanadi. Shuning uchun “nisbiy molekular massa” deyiladi va M_r bilan belgilanadi. $M_r(\text{Cl}_2) = 71$ u.b., $M_r(\text{HNO}_3) = 63$ u.b.

Ba’zan molekula tarkibi birgina atomdan tashkil topgan bo‘lsa, masalan, He, Ar, Hg, Fe, Cu molekular massa atom massasiga teng bo‘ladi: $M_r(\text{Cu}) = 63,546$ u.b. yoki $63,546$ g/mol.

Mol modda miqdorining birligi. Moddaning uglerod ^{12}C izotopining $6,02 \cdot 10^{23}$ ta C - atomlari soniga teng zarracha (*molekula, atom, ion*) saqlagan miqdori **mol** deyiladi.

Mol tushunchasi nimaga nisbatan qo‘llanilishiga qarab turli zarrachalarni anglatishi mumkin: mol atomlar (Cl), mol ionlar (Cl^-), mol molekula (Cl_2), ularning massalari mos ravishda 35,5 g; 35,5 g; 71 g.

1 mol modda tarkibidagi struktura birliklari soni yuqori aniqlikda hisoblangan. Bu son **Avogadro soni** deyiladi va uning qiymati $6,02 \cdot 10^{23}$ ga teng.

1 mol moddaning massasi molar massa deyilib, son jihatdan u nisbiy molekular yoki nisbiy atom massaga teng bo'ladi, lekin g/mol'da o'lchanadi.

Moddaning miqdorini (n) topish uchun uning massasi (m)ni molar massaga bo'lish kerak. Molyar massa M harfi bilan belgilanadi:

$$n = m/M$$

Moddaning massasi uning miqdorini molyar massaga ko'paytirish orqali topiladi:

$$m = n \cdot M$$

Molyar massa modda massasining uning miqdoriga bo'lgan nisbatiga teng:

$$M = m/n$$

bunda: M – molyar massa, g/mol; m – modda massasi, g; n – modda miqdori, mol.

1.4. Kimyoviy formulalar

Kimyoviy birikmaning formulasi uni tashkil etgan elementlarning kimyoviy belgilaridan tuzilgan. 118 ta elementning kimyoviy belgisi D.I. Mendeleyevning elementlar davriy jadvalida keltirilgan. Moddaning tarkibiga kiruvchi elementlarning kimyoviy belgilari bilan ifodalash natijasida moddaning kimyoviy formulasi hosil bo'ladi.

Kimyoviy formula berilgan modda molekulasida tarkibiga qanday atomlar, qancha miqdorda kirishini ko'rsatadi. Murakkab moddaning formulasini yozish uchun modda qanday kimyoviy elementlardan tuzilganligini va uning molekulasida har qaysi elementning nechtadan atomi borligini bilish lozim.

Kimyoviy formulalar:

– moddaning nomini;

- shu formulaga qarab, ayni modda oddiy yoki murakkab modda ekanligini;
 - modda qanday elementlardan hosil bo‘lganligini;
 - uning molekulasini tarkibiga har qaysi elementning nechtdan atomi kirganligini;
 - uning bitta molekulasini;
 - modda tarkibiga kiruvchi elementlar qanday og‘irlik nisbatda ekanligini;
 - moddaning molekular massasini ko‘rsatadi.
- Moddaning kimyoviy formulasi 2 xil bo‘ladi:
- eng oddiy formula;
 - haqiqiy yoki molekular formula.

Eng oddiy formula molekuladagi atomlarning mutloq sonini emas, balki har xil elementlarning atomlari soni orasidagi nisbatni ko‘rsatadi. Haqiqiy formula molekuladagi atomlarning haqiqiy sonini ko‘rsatadi. Murakkab moddalarning eng oddiy formulasini chiqarish uchun uning og‘irlik tarkibini va shu modda tarkibidagi elementlarning atom massalarini bilish kerak. Birikmaning haqiqiy-formulasini topish uchun moddaning foiz tarkibi, uning molekular massasi va tarkibiga kirgan elementlarning atom massasi aniq bo‘lishi kerak.

1.5. O‘lchov birliklarning metrik sistemasi

“Xalqaro birliklar sistemasi” – SI (Sisteme Internutionite – SI) fan va texnikaning barcha sohalari uchun fizik kattaliklarning universal sistemasi bo‘lib, u 1960-yili “o‘lchov va tarozilar XI Bosh konferentsiyasida” qabul qilindi. 1971-yili “o‘lchov va tarozlar XIV Bosh konferentsiyasida” xalqaro birliklar sistemasining asosiy birligi sifatida mol qabul qilindi va unga quyidagicha ta’rif berildi: “Mol – massasi 0,012 kg¹²C qancha atom bo‘lsa, tarkibida shuncha strukturaviy elementi bo‘lgan modda miqdoridir“. SI sistemasidagi asosiy birliklar va ularning ta’rifi quyidagi jadvallarda keltirilgan:

1.1-jadval

SI sistemasida asosiy birkrlarning ta'rifi

№	Kattalik nomi	O'lchov birligi	Ta'rifi
1.	Molar massa	g/mol	Miqdori 1 mol bo'lgan moddaning massasi
2.	Molar konsentratsiya	mol / l	1 litr eritmadagi erigan moddaning mollar soni
3.	Massa ulushi	%	100g eritmada erigan moddaning grammlarda ifodalangan miqdori
4.	Molal konsentratsiya	mol/kg	1 kg erituvchida erigan moddaning mollar soni
5.	Normal konsentratsiya	mol ekv/l	1 litr eritmadagi erigan moddaning mol ekvivalent soni
6.	Titrlash	g/ ml	1 ml eritmada erigan modda massasi
7.	Aktivlash energiyasi	J/mol	1mol moddaning kimyoviy reaksiya jarayonida 1J energiyaga ekvivalent aktivlash energiyasi
8.	Kimyoviy reaksiyaning tezligi	mol/l·s	1 s vaqt ichida eritmadagi dastlabki molar konsentratsiyasi 1mol/lga o'zgaradigan monomolekular kimyoviy reaksiyaning o'rtacha tezligi

1.2-jadval

Ba'zi fizik-kimyoviy kattaliklarning o'lchov birligi

Kattalik nomi	Kattalik belgisi va uning qiymati
Massaning atom birligi	1m.a.b.=1,660571·10 ⁻²⁷ kg
Elektron zaryadi	$L = 1,6022 \cdot 10^{-19}$ kl
Proton massasi	$m_p = 1,00728$ m.a.b.=1,67265·10 ⁻²⁴ g
Neytron massasi	$m_n = 1,00866$ m.a.b.=1,67495·10 ⁻²⁴ g
Elektron massasi	$m_e = 5,48580 \cdot 10^{-4}$ m.a.b = 9,10953·10 ⁻²⁸ g
Universal gaz doimiysi	$R = 8,3144$ l· kPa/K·mol

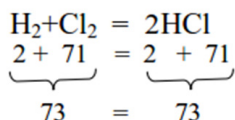
Bolsman doimiysi	$1,38066 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$
Plank doimiysi	$6,6262 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$
Faradey doimiysi	96500 Kl/mol
Vakuumda yorug'lik nur tezligi	$c=2,997925 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
Avogadro soni	$N_A=6,022045 \cdot 10^{23}$

1.6. Kimyoning asosiy miqdoriy qonunlari

Atom-molekular ta'limot asosida kimyoning asosiy qonunlari-ga modda massasining saqlanish qonuni, tarkibning doimiylik qonuni, ekvivalentlar qonuni, karrali nisbatlar qonuni, hajmiy nisbatlar qonuni, Avogadro qonunlari kiradi.

1.6.1. Modda massasining saqlanish qonuni

Dastlab 1748-yilda M.V.Lomonosov tomonidan va keyinchalik 1789-yilda A.Lavuaze bu qonunni quyidagicha ta'riflagan: - "Reaksiyaga kirishayotgan dastlabki moddalar massalarining yig'indisi reaksiya natijasida hosil bo'lgan mahsulotlar massalari yig'indisiga teng". Masalan, vodorod xlor bilan reaksiyaga kirishganda vodorod xlorid hosil bo'ladi:



Ta'rifga ko'ra dastlabki moddalar massalarining yig'indisi 73 g, reaksiya natijasida hosil bo'lgan mahsulot massasi ham 73 g. Katta miqdorda energiya ajralib chiqishi bilan sodir bo'ladigan jarayonlar, yadro reaksiyalari (radioaktiv moddalarning yemirilishi, atom bo'mbaning portlashi) moddalar massasining saqlanish qonuniga emas, balki materiyaning saqlanish qonuniga bo'ysunadi. Agar jarayonning energiyasi E bo'lsa, jarayon davomida massasi-ning o'zgarishi Eynshteyn tenglamasi bilan ifodalanadi:

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

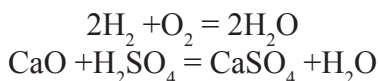
$$\Delta m = E / c^2$$

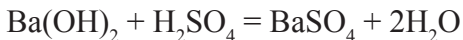
Bu formulaning mahrajidagi c^2 yorug‘likning vakum sharoitidagi tezligi bo‘lib, nihoyatda katta son ($3 \cdot 10^8$ m/sek)ga teng. E - energiya. Kimyoviy jarayonlarda ajralib chiqadigan energiya massaning $10^{-7}\%$ iga proporsionaldir. Yadro reaksiyalarida juda katta miqdorda energiya ajralgani sababli massa kamayadi, shuning uchun moddalar massasining saqlanish qonuniga amal qilmaydi. Moddalar massasining saqlanish qonuni asosida har qanday kimyoviy reaksiyalar bilan bog‘liq miqdoriy hisoblashlar amalga oshiriladi.

1.6.2. Modda tarkibining doimiylik qonuni

A.Lavuaз’e 1781-yilda uglerod to‘rt oksid gazini 10 xil usul bilan hosil qilib gaz tarkibidagi uglerod bilan kislorod massalari orasidagi nisbat 3:8 ekanligini aniqladi va quyidagi xulosaga keldi: “Har qanday kimyoviy toza birikmani tashkil etuvchi elementlarning massalari o‘zgarmas nisbatda bo‘ladi“. 20 yil davomida bu qonunning to‘g‘riligi barcha olimlar tomonidan e’tirof etib kelindi. Lekin 1803-yilda fransuz olimi Bertole qaytar reaksiyalarga oid tadqiqotlar asosida, kimyoviy reaksiya vaqtida hosil bo‘ladigan birikmalarning miqdoriy tarkibi reaksiya uchun olingan dastlabki moddalarning massa nisbatlariga bog‘liq bo‘ladi, degan xulosa chiqardi. J.Prust (1753–1826) Bertolening fikriga qarshi chiqdi va toza birikmalarining miqdoriy tarkibi bir xil bo‘lishini tajribalar asosida isbotladi.

Shundan so‘ng tarkibning doimiylik qonuni quyidagicha ta’riflandi: “Har qanday kimyoviy toza modda, qanday moddalardan va qanday usilda olinishidan qat’iy nazar, o‘zgarmas sifat va miqdoriy tarkibiga ega“. Bu qonunning ma’nosini quyidagi misol bilan tushintirish mumkin. Suv H_2O ni quyidagi reaksiyalar bo‘yicha hosil qilish mumkin:





Tenglamalardan ko‘rinib turibdiki, uchchala reaksiya (uchta usul bilan) hosil qilingan toza suv tarkibida 2 atom vodorod va 1 atom kislorod bor, yoki 11,11% vodorod va 88,89% kislorod bor. Suv qanday usul bilan olinsa ham, bu miqdoriy tarkib o‘zgarmaydi. Suv qayerda saqlanmasin (idishda, laboratoriyada, yer tagida va hokazo) uning tarkibi H_2O ligicha qolaveradi.

Kimyoning rivojlanishi shuni ko‘rsatadiki, o‘zgarmas tarkibli birikmalar bilan bir qatorda, o‘zgaruvchan tarkibli birikmalar ham bo‘lar ekan. N.S. Kurnakovning taklifiga ko‘ra, o‘zgarmas tarkibli birikmalar daltonidlar (ingiliz kimyogari va fizigi Daltonning xotirasiga), o‘zgaruvchan tarkiblilari – bertollidlar (shunday birikmalar borligini oldindan aytgan fransuz kimyogari Bertolle xotirasiga) deb ataladi. Daltonidlarning tarkibi butun sonli stexiometrik indeksleri bor oddiy formulalar bilan ifodalaniladi, masalan, H_2O , H_2 , CCl_4 , CO_2 . Bertollidlarning tarkibi o‘zgarib turadi va stexiometrik nisbatlarga muvofiq kelmaydi. Masalan, uran (VI) oksidining tarkibi, odatda, UO_2 formula bilan ifodalanadi. Haqiqatda esa uning tarkibi $\text{UO}_{2,5}$ dan UO_3 gacha bo‘ladi. Olinish sharoitiga qarab vanadiy (II) oksidining tarkibi $\text{VO}_{0,9}$ dan $\text{VO}_{1,3}$ gacha bo‘lishi mumkin. O‘zgaruvchan tarkibli birikmalar borligi munosabati bilan tarkibning doimiylik qonunining hozirgi ta’rifiga aniqlik kiritish kerak bo‘ladi.

Molekular struktura, ya’ni molekulalardan tuzilgan birikmalarining tarkibi, olinish usulidan qat’iy nazar, o‘zgarmas bo‘ladi. Nomolekular strukturali (atom, ionli va metall panjarali) birikmalarining tarkibi esa, o‘zgarmas bo‘lmaydi va olinish sharoitlariga bog‘liq bo‘ladi.

1.6.3. Karrali nisbatlar qonuni

Ingliz olimi J.Dalton 1804-yilda moddaning tuzilishi haqida atomistik ta’limotga asoslanib, karrali nisbatlar qonunini quyidagicha ta’rifladi: “Agar ikki element o‘zaro birikib bir necha kimyoviy

birikma hosil qilsa, elementlardan birining shu birikmalardagi ikkinchi elementning bir xil massa miqdoriga to'g'ri keladigan massa miqdorlari o'zaro kichik butun sonlar nisbatda bo'ladi". Masalan: metan tarkibida 75% uglerod va 25 % vodorod bo'lib, unda 1 massa qism vodorodga 3 massa qism uglerod to'g'ri keladi (ya'ni 3:1), etilen tarkibida esa 85,71% uglerod va 14,29% vodorod bor; bu moddada 1 massa qism vodorodga 6 massa qism uglerod to'g'ri keladi (ya'ni 6:1).

1.6.4. Ekvivalentlar qonuni

XVIII asrning oxirida ekvivalentlar qonuni kashf etildi. Reaksiyaga kirishuvchi moddalar massasi shu moddalarning kimyoviy ekvivalentlariga to'g'ri proporsionaldir. Bu qonun ekvivalentlar qonuni deb ataladi:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{E_1}{E_2}$$

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

Ayni elementning bir massa qism (1,00797) vodorod yoki sakkiz massa qism (7,9997) kislorod bilan birikadigan yoxud birikmalarda shuncha miqdor vodorod yoki kislorodning o'rnini oladigan miqdori shu elementning kimyoviy ekvivalenti deyiladi. Bir ekvivalent moddaning massasi ekvivalent massa, normal sharoitdagi hajmi esa ekvivalent hajm deyiladi.

Vodorodning ekvivalent massasi 1g, ekvivalent hajmi 11,21. Kislorod uchun bu qiymatlar mos ravishda 8 g va 5,61 bo'ladi.

Elementning ekvivalent massasini aniqlash uchun uning atom massasini valentligiga bo'lish kerak. Masalan, xlor uchun:

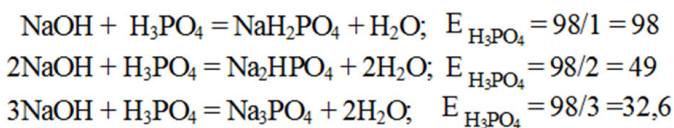
$$36,5/1 = 36,5$$

Murakkab moddalar bo'lgan kalsiy gidroksid va aluminiy xlorid uchun quyidagicha hisoblabadi:

$$E_{(\text{Ca}(\text{OH})_2)} = 74/2 = 37; E_{(\text{AlCl}_3)} = 133,5/3 = 44,5.$$

Berilgan kimyoviy reaksiyada qatnashayotgan moddalarning ekvivalentini hisoblash uchun ularning reaksiyada qatnashayotgan ionlari, atomlari yoki atomlar guruhi sonini e'tiborga olish kerak. Masalan, 49g sulfat kislota 32,5g rux bilan reaksiyaga kirishganda 1g vodorod ajralib chiqadi. Sulfat kislota o'rniga 36,5g xlorid kislota olinsa ham o'shancha vodorod ajralib chiqadi. Ruxning o'rniga aluminiy olinsa, 1 g vodorod ajralib chiqishi uchun 9 g aluminiy kerak bo'ladi.

Agar kislota-asosli reaksiyada H_3PO_4 faqat bitta vodorod ionini bilan reaksiyada qatnashsa, H_3PO_4 ning ekvivalent massasi 98g ga teng:



Ikkinchi reaksiyada H_3PO_4 ning har ikkala vodorod ionini almashgani uchun uning ekvivalent massasi 49 ga teng. Uchinchi reaksiyada H_3PO_4 ning uchta vodorod ionini almashgani uchun uning ekvivalent massasi 32,6 ga teng.

1.6.5. Gaz qonunlari

Gey-Lyussakning hajmiy nisbatlar qonuni

Molekular kinetik nazariya gazning ma'lum bir xususiyatlari haqida tushuncha beradi. Masalan, atir idishining qopqog'i ochiq bo'lsa, uning hidi butun xonaga tarqalib ketadi. Bunga sabab, gaz zarrachalarining tez va turfa yo'nalishda harakatlanishidir. Xona haroratida havo molekullari 450 m/s tezlikda harakatlanadi. Yuqori haroratda ularning harakati ortadi, past haroratda esa kamayadi. Ba'zan, yuqori haroratda mashina baloni yorilib ketishi kuzatiladi. Chunki, molekular kinetik nazariyaga asosan, molekular yuqori

haroratda tez harakatlanib, balon devorlariga uriladi va bosimning ortishiga sabab bo‘ladi.

Kimyo va salomatlik



Qon bosimini o‘lchash

Shifokor nazoratiga borganingizda hamshira avvalo qon bosimingizni tekshiradi. Bunda tonometr ikki xil son qiymatini ko‘rsatadi. Yurak nasos kabi qisqarib qonni qon aylanish tizimiga haydaydi. Yurak qisqarganda qon bosimi o‘zining eng yuqori ko‘rsatgichiga chiqadi va bu **sistolik bosim** deyiladi.

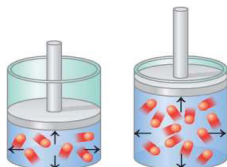
Yurak mushaklari bo‘shashganida qon bosimi tushadi va bu **distolik bosim** deyiladi. Sistolik bosimning normal ko‘rsatkichi 100–120 mm.sim.ust. bo‘lishi kerak. Distolik bosim esa, sog‘lom insonda 60–80 mm.sim.ust. bo‘ladi. Ushbu ikki ko‘rsatgich 110/70 ko‘rinishda yoziladi. Bu qiymatlar qariyalarda ko‘pincha balandroq yuradi. Ularda qon bosimi oshganda 140/90 ga chiqishi mumkin.



Qon bosim oshishi yurak huruji yoki buyrak kasalligi bilan bog‘liq. Qon bosimning pasayishi, miyaga yetarlicha kislorod kelmasligiga sabab bo‘ladi, bu holat bosh aylanishi va xushdan ketishga olib kelishi mumkin. Hozirda raqamli qon bosim o‘lchagichlar urfga kirib bormoqda. Lekin, ular har doim ham aniq ma’lumot berolmaydi. Qon bosimni o‘lchash tibbiy nazoratning bir qismi hisoblanadi

1.6.6. Avogadro qonuni

1811-yilda Amedeo Avogadro quyidagi qonunni kashf etdi: Gazning hajmi harorat va bosim o'zgarmas bo'lganda, undagi mollar soniga bog'liq bo'ladi.



$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$$

1.5-rasm. Gazning hajmi mollar soniga to'g'ri proporsional.

Masalan, sharni puflaganda, uning hajmi kengayadi, chunki, uning ichidagi molekular soni ortadi. Agarda shar teshilgan bo'lsa havo tashqariga chiqib ketib, uning hajmi kichiklashadi.

Avogadro quyidagi gipotezani oldinga surdi: "Normal sharoitda teng hajmda olingan turli gazlarning molekular soni o'zaro teng bo'ladi". Harorat 0°C (273K), bosim $101,325\text{ kPa}$ (760 mm simob ustuni, yoki 1 atmosfera) bo'lgan sharoit normal sharoit ($n.sh.$) deyiladi.

Bundan ikkita xulosa kelib chiqadi:

– normal sharoitda 1 mol har qanday gazning hajmi $22,4\text{ l}$ ga teng;

$22,4\text{ l}$ hajm gazning molyar hajmi deyiladi.

Bu xulosaga ko'ra

1 mol H_2 gazi $n.sh.da = 22,4\text{ l}$ hajmga ega,

10 mol H_2 gazi $n.sh.da = 224\text{ l}$ hajmga ega.

– Har qanday moddaning 1 mol miqdorida $6,02 \cdot 10^{23}$ ta zarracha (atom, molekula, ion) bo'ladi, bu son Avogadro soni deyiladi: $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ ko'rinishda yoziladi.

Bu xulosaga ko'ra:

1 mol H_2 tarkibida $6,02 \cdot 10^{23}$ ta vodorod molekulari bor.

1 mol H_2 tarkibida $2 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}$ ta vodorod atomlari bor.

Birinci va ikkinchi xulosani birgalikda umumlashtirilsa:

- 1 mol H_2 tarkibida $6,02 \cdot 10^{23}$ ta vodorod molekulari bo'lib, 22.4 l hajmni egallaydi.
- 1 mol murakkab modda Avogadro soniga teng bo'lgan molekular sonini o'z ichiga oladi.

Masalan, 1 mol CO_2 $6,02 \cdot 10^{23}$ ta CO_2 molekularini o'z ichiga oladi. Bir mol ion tarkibida Avogadro soniga teng bo'lgan formula birliklarini o'z ichiga oladi. 1 mol NaCl tarkibida $6,02 \cdot 10^{23}$ ta formula birliklari NaCl (Na^+ , Cl^- ionlarini) o'z ichiga oladi.

Kimyo va salomatlik



Boyl qonunini nafas olish mexanizmini o'rganishda muhim ahamiyatga ega. Inson o'pkasi elastik shar ko'rinishida bo'lib, ko'krak qafasi deb nomlanuvchi germetik kameradan iborat. Nafas olish jarayonida o'pka membranasi torayib, qovurg'a kengayadi. Bunda, ko'krak qafasi hajmi ham kengayadi. Boyl qonuniga muvofiq o'pka hajmi kengayganida, uning bosimi atmosfera bosimidan pastroq bo'ladi. Nafas olinganda bosimi kattaroq molekular, past bosimli muhitga o'tadi va bu jarayon bosimlar orasida muvozanat hosil bo'lguncha davom etadi. Nafas chiqarilganda o'pka membranasi bo'shashib, avvalgi holatiga qaytadi, hajm torayadi va o'pkadagi bosim atmosfera bosimidan balandroq bo'ladi. Bu holat o'pkadagi havoni haydashga yordam beradi. Demak, nafas olish jarayoni bosim va hajm bilan chambarchas bog'liq ekan.

1.6.7. Gazlarning parsial bosimi. Dalton qonuni

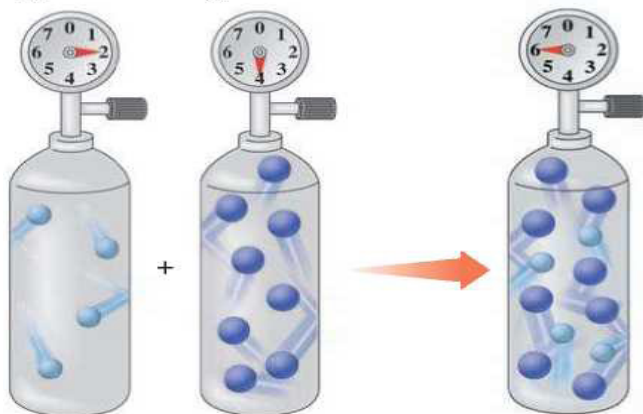
Gazlar asosan aralashma holida bo'ladi. Masalan, nafas olayot-gandagi havo, asosan kislorod, azot va boshqa gazlardan iborat. Tadqiqotchilarning fikriga ko'ra, aralashmalarda gaz molekulari

bir xil tabiatga ega bo‘ladi. Shuning uchun, gazlarning umumiy bosimi undagi molekullarning turiga emas, balki to‘qnashuvlar soniga bog‘liq. Idishdagi gaz aralashmasidagi har bir gaz o‘zining parsial bosimiga ega. Dalton qonuniga binoan gazlarning umumiy bosimi, aralashmadagi gazlarning parsial bosimlari yig‘indisiga teng. Masalan, bir idishda 2 atm geliy, ikkinchi idishda esa, 4 atm argon gazi bor. Ikki gazni bir xil harorat va hajmda bir idishga solinsa, gazning turi emas, undagi molekullar soni gazning umumiy bosimini belgilaydi. Bunda gaz aralashmasining bosimi 6 atm bo‘ladi.

$$P_{umumiy} = P_1 + P_2 + P_3 + \dots$$

$$\begin{aligned} P_{total} &= P_{He} + P_{Ar} \\ &= 2.0 \text{ atm} + 4.0 \text{ atm} \\ &= 6.0 \text{ atm} \end{aligned}$$

$$P_{He} = 2.0 \text{ atm} \quad P_{Ar} = 4.0 \text{ atm}$$



1.6-rasm. Gazlarning umumiy bosimi, aralashmadagi har bir gaz bosimlarining yig‘indisiga teng

Aralashmadagi alohida gazning parsial bosimi deb, shu gazning bir o‘zi aralashma hajmiga teng hajmni egallaganda hosil qiladigan bosimiga aytiladi.

Boyl-Mariot qonuni. O‘zgarmas haroratda ma‘lum miqdor gazning bosimi uning hajmiga teskari proporsional:

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

Gey-Lyussak qonuni. O'zgarmas bosimda gazning hajmi uning mutloq haroratiga to'g'ri proporsional:

$$p = \text{const}; \quad \frac{V}{T} = \text{const}; \quad \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

Sharl qonuni. O'zgarmas hajmda gazning bosimi uning absolyut haroratiga to'g'ri proporsional:

$$V = \text{const}; \quad \frac{P}{T} = \text{const}; \quad \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

Bu uchala qonuni birlashtirilsa, ideal gazlarning holat tenglamasi kelib chiqadi:

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$$

bunda: p_1, V_1, T_1 – ma'lum miqdor gazning normal sharoitdagi bosimi, hajmi, harorati; p_2, V_2, T_2 – shu gazning boshqa sharoitdagi bosimi, hajmi va harorati.

Ideal gazning holat tenglamasi Boyle-Mariott va Gey-Lyusak qonunlarni birlashtirib, Avogadro qonuni xisobga olish yo'li bilan keltirib chiqarilgan. U quydagicha ifodalanadi:

$$pV = nRT.$$

Bu tenglama Klapeyron–Mendeleyev tenglamasi deb ataladi. Bunda n gazning mollar sonini bildiradi; R esa bir mol gazga tegishli o'zgarmas koeffitsiyent bo'lib, uning qiymati gazning turiga va uning mavjud bo'lish shart-sharoitlariga bog'liq emas. Bu koeffitsent universal gaz doimiysi deyiladi:

$$R = \frac{pH}{T}.$$

Klapeyron–Mendeleyev tenglamasi 1 mol gaz uchun ($n=1$) quydagi ko‘rinishga ega:

$$pV=RT$$

Bu tenglamaga kiruvchi kattaliklardan ikkitasining qiymati ma’lum bo‘lganda uchinchi kattalikni hisoblab topish mumkin. Ideal gazning holat tenglamasini keltirib chiqarishda molekulalarning hajmi va molekulalarning o‘zaro ta’sir kuchlari hisobga olinmagan. Real gazlarga o‘tilganda esa ularni e’tiborga olish kerak bo‘ladi.

$p_0=101,325\text{kPa}$, $T_0=273\text{K}$, $V_0=22,41$ bo‘lsa, bu qiymat $8,31\text{ l}\cdot\text{kPa/K}\cdot\text{mol}$ ga teng.

Gazning ma’lum sharoitdagi massasi, hajmi, bosimi va harorati ma’lum bo‘lsa, Mendeleyev – Klapeyron tenglamasidan foydalalanib, uning molar massasi hisoblab chiqariladi:

$$M = m \cdot R \cdot T / p \cdot V$$

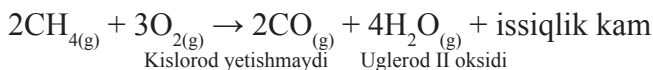
bunda: M – gazlarning molar massasi, g/mol; p – gazning bosimi, kPa; V – gazning hajmi, l; T – harorat, K; m – gazning massasi, g. R – universal gaz doimiysi ($8,314\cdot\text{kPa /K}\cdot\text{mol}$).

Kimyo va salomatlik



Chala yonish: Uglerod (II) oksidining zaharli ta’siri

Yopiq xonani isitish uchun metan, propan yoki o‘tin ishlatiladigan bo‘lsa, xonani shamollatish lozim. Kislorod bilan ta’minlash cheklangan bo‘lsa, metan, propan yoki o‘tin yonganda uglerod II oksidi hosil bo‘ladi. Tabiiy gazdagi metanni chala yonish reaksiyasi quyida keltirilgan



Uglerod II oksidi (CO) rangsiz, hidsiz, zaharli gaz. Nafas yo‘lari orqali CO qonga o‘tib gemoglobinga birikadi va undagi hujayraga olib borilayotgan kislorod miqdorini kamaytiradi. Natijada, odam holsizlanadi hamda fikrlash qobiliyati pasayishi kuzatiladi.

Gemoglobin oqsil tabiatga ega bo'lib qondagi O_2 transportida ishtirok etadi. Gemoglobinning 10% CO bilan bog'lansa (COHb), odam nafas qisilishi, bosh og'rig'ini sezadi. Ko'p tamaki chekuvchi odamlarning qonida COHb darajasini 9% dan yuqori bo'lishi mumkin. 30% dan o'rtiq gemoglobin CO bilan bog'langanda organizmda bundan og'irroq simptomlar kuzatilishi mumkin: bosh aylanishi, ruhiy sarosima, qattiq bosh og'rig'i, ko'ngil aynishi va yanada og'ir alomatlar kuzatiladi. Gemoglobinni 50% yoki undan ko'pi CO bilan bog'liq bo'lsa, odam hushidan ketishi mumkin va kislorod bilan davolanmasa vafot etishi mumkin.

Vaziyatli masalalar

1-masala. Rentgenoskopiyada ishlatiladigan qizilo'ngach, osh-qozon va ichaklarni analiz qilishda qo'llaniladigan $BaSO_4$ termik parchalanishida uning massasi necha foizga kamayadi?

2-masala. Organizmda muhim rol oynaydigan erituvchi sifatida qo'llaniladigan jamiyki tiriklikning ajralmas qismi bo'lgan suvning 200 ml dagi molekularining sonini va bitta suv molekulasi massasini aniqlang.

3-masala. Me'da kislotaligini aniqlash uchun ushbu usuldan foydalaniladi: 1 g kislota neytrallash uchun 1,247 g KOH sarflangan. Kislota ning ekvivalentini hisoblang.

4-masala. Odamning terisiga kislota tomgandan so'ng oqib turgan suv bilan yuvib bo'lgach, ichimlik sodasidan foydalaniladi. 320 g ichimlik sodasi qizdiralganda uning massasi 14,3 g ga kamaygan bo'lsa, qoldiq tarkibidagi natriy karbonat va parchalanmagan ichimlik sodasining massasini toping.

Bilimni sinab ko'rish uchun testlar

1. s- elementlar oilasiga kiruvchilarni ko'rsating.

- | | |
|-------------------|-------------------|
| A) Na, K, Ca, Ba; | B) Na, K, Ca, P; |
| D) Na, K, Ca, Fe; | E) Na, K, Ca, Cr. |

2. d- elementlar oilasiga kiruvchilarni ko'rsating.

- A) Cr, Fe, Mn, Ni; B) Na, K, Ca, P;
 D) Na, K, Ca, Fe; E) Na, K, Ca, Cr.

3. p- elementlar oilasiga kiruvchilarni ko'rsating.

- A) S, P, As, Cl; B) Na, K, Ca, P;
 D) Na, K, Ca, Fe; E) Na, K, Ca, Cr.

4. Ionlarning xarakatchanligi bo'qliq:

- 1) modda tabiatiga; 2) eritma qovushqoqligiga;
 3) eritma konsentratsiyasiga; 4) bosimga;
 5) temperatyraga.

- A) 1,2,5; B) 2,3,4; D) 1,4,5; E) 2,4,5.

5. Dala shpatining ($K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$) havo va suv ta'sirida ko'p yillar mobaynida kimyoviy yemirilishi natijasida qanday moddalar hosilbo'ladi?

- A) $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$; SiO_2 ; K_2CO_3 ;
 B) $Al_2O_3 \cdot K_2O \cdot 2H_2O$; $2SiO_2$;
 D) $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot K_2O$; CO_2 ;
 E) $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2$; K_2CO_3 .

6. 162 g butadiyen 1,3 olish uchun kerak bo'ladigan etil spirt ($\rho=0,8 \text{ g/sm}^3$) hajmini toping. (Reaksiya unumi 0,75)

- A) 68; B) 286,2; D) 286,6; E) 460.

7. Reaksiya unumi 90% bo'lganda, 5,6 tonna kremniy olish uchun necha tonna ko'mir kerak bo'ladi?

- A) 2,16; B) 4,8; D) 5,3; E) 2,4.

8. 14,6 g organik modda yonishidan 17,92 l uglerod (IV)-oksid, 2,24 l azot va 19,8 g suv hosil bo'ldi. Modda bug'ining geliyga nisbatan zichligi 18,25 g ga teng bo'lsa, noma'lum modda formulasini toping.

- A) $C_2H_5NO_2$; B) C_3H_7NH ; D) $C_4H_9NH_2$; E) $C_3H_7NO_2$.

9. Qizdirilganda ammiak mis (II)-oksid bilan reaksiyaga kirishib, qanday moddalar hosil bo'ladi?

- A) Cu_2O ; NO_2 ; H_2O ; B) Cu ; N_2 ; H_2O ;
 D) Cu_2O ; N_2 ; H_2 ; E) Cu ; N_2O ; H_2O .

2

Atom tuzilishi. Molekula tuzilishi. Kimyoviy bog‘lanishlar turlari. D.I. Mendeleyevning davriy qonuni

Yetti yoshli bolasining oxirgi payt holsiz ko‘rinishidan havotirlanib onasi pediatri huzuriga olib keldi. Shifokor bemorning shikoyatlarini tingladi va bolaning tashqi ko‘rinishiga razm soldi. Bolaning yuzi rankPar, o‘zi esa behol edi. Shifokor hamshiraga bolarning



tana haroratini o‘lchashni buyurdi. Harorat $36,6^{\circ}\text{C}$ ekanini bilgach, uni boshqa muolajalar orqali tekshiruvdan o‘tkazdi. Bemorning kamqonlik – anemiya bilan og‘riganligini aniqladi va yosh onaga bu kasallik haqida tushuncha berdi. Kamqonlik turli sabablarga ko‘ra kelib chiqishi

mumkinligi haqida tushuntirdi. Odam organizmidagi bu holatga ko‘pgina kimyoviy elementlarning oziq-ovqat mahsulotlari orqali organizmga kirmagani yoki ularning organizmga so‘rilishi ma‘lum bir sabablarga ko‘ra qiyinlashib qolganligini aytib o‘tdi. Ko‘pincha bolalarda temir elementining yetishmasligi bilan bog‘liq anemiya kuzatilishini va ba‘zan boshqa elementlar miqdorining kamligi ham shu holatga sabab bo‘lishligini aytdi. Aniq javobni bolaning qon tahlilidan so‘ng aniqlash mumkinligini tushuntirdi. Bolaga qon va boshqa biologik suyqliklarni tahlil qilish uchun yo‘llanma yozib berdi.

Organizmning normal o'sishi va rivojlanishida ma'lum elementlarning aniq miqdorda bo'lishi talab etiladi. Temir miqdorining kamayishi anemiyaga olib keladi, yodning yetishmasligi esa gipotiroz va buqoq kasalligiga sabab bo'ladi. Ba'zi elementlar, masalan, xrom, kobalt va selen mikroelementlar qatoriga kiradi va organizmda juda oz miqdorda bo'ladi. Organizmda kalsiy va fosfor suyak va tishning tuzilishida qatnashadi, temir va mis qizil qon tanachalarida uchraydi.

Elementlar hamma moddalar tarkibiga kiradi. Qadimdan elementlar nomi sayyoralarning nomi, minerallar, geografik hududlar va mashhur kishilarning nomlari bilan atalgan.

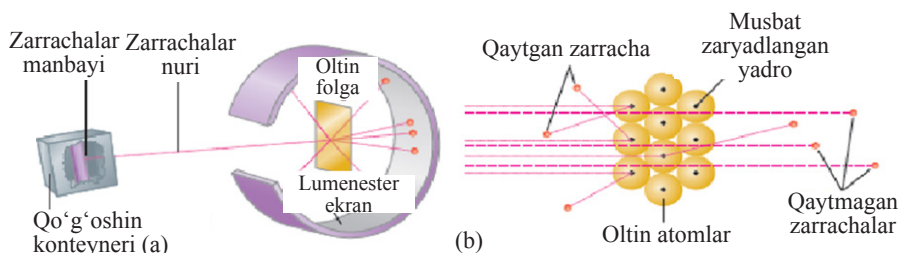
2.1. Atom tuzilishi

1897-yili ingliz fizigi J.J.Tomson shisha nayga elektr oqimini yuborganda katod nurlari deb ataluvchi mayda zarrachalar oqimini hosil qildi. Zarrachalar oqimi katod tomonga harakatlanganligi sababli ular katod nurlari deyiladi. Tomson ularni manfiy zaryadli ekanligini aniqladi. Keyingi tajribalar davomida bu zarrachalar elektron deb ataldi va ularning massalari atomnikidan ancha kichik ekanligi aniqlandi. Atomlarning elektroneytral ekanligini bilgan holda, olimlar keyinchalik atom tarkibida musbat zaryadli va elektrondan anchagina og'ir bo'lgan proton deb ataluvchi zarrachani kashf etdilar.

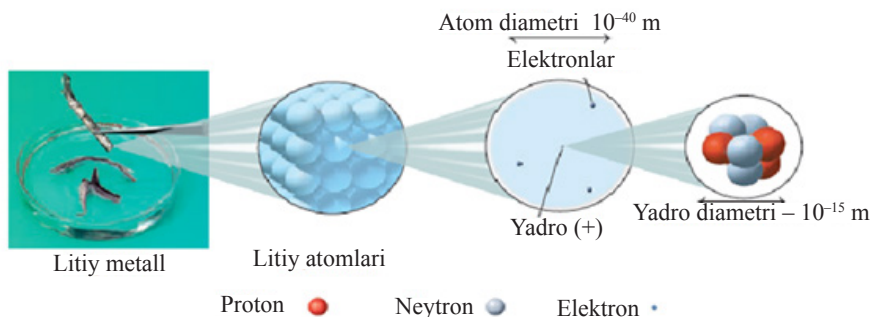
1911-yili esa Rezerford Tomson bilan birgalikda tajriba o'tkazdilar. Tajribasida musbat zaryadli zarrachalar yupqa zar folgadan o'tkazildi. Unda ba'zi nurlar zar qog'ozdan o'tar ekan o'z yo'nalishini o'zgartirgani va juda oz miqdori zar qog'ozdan o'tmay ortga qaytganini guvohi bo'ldi.

“Zar qog'oz” tajribasidan kelib chiqib, Rezerford atom tarkibida gi musbat zaryadli protonlar bo'lib, ular atomning markaziy qismida to'planib yadro hosil qilishini aniqladi. Elektronlar yadro atrofidagi kattagina fazoda mavjudligini va ular tajribadagi zarrachalar

yoʻnalishiga taʼsir qilmaganligini, faqatgina musbat zaryadli yadroga yaqin kelgan zarrachalargina oʻz yoʻnalishini oʻzgartirgan deb taxmin qildi. Olimlar atom massasi protonlarning massasidan ogʻir ekanligini bilgan holda, yana boshqa zarrachani qidira boshladilar. Darhaqiqat, ular yadroda yana bir zaryadsiz zarracha - neytronni aniqladilar. Demak, atomning massasini proton va neytronlarning yigʻindisi belgilab beradi (2.2-rasm).



2.1-rasm. Musbat zaryadli zarrachalar yupqa zar folgadan oʻtishi
(a) musbat zaryadli zarrachalar zar qogʻozdan oʻtkazilmoqda
(b) musbat zaryadli yadroga yaqinlashgan zarrachalar oʻzining
harakat yoʻnalishidan ogʻib ketmoqda.



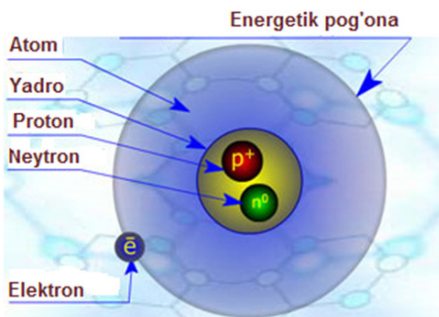
2.2-rasm. Atom tarkibidagi proton va neytronlar

Atom tarkibidagi proton va neytronlar juda kichik hajmdagi yadroda yigʻilgan boʻlib, atomning deyarli barcha massasini belgi-

lab beradi. Yadro atrofida katta tezlikda aylanadigan manfiy zaryadli elektronlar esa atomning katta hajmida harakatlanadi.

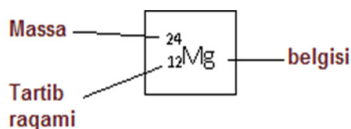
2.2. Atom yadrolarining tarkibi. Izotoplar

Ma'lumki, atom yadrosi proton va neytronlardan tashkil topgan. Neytron (n) elektroneytral zarrachadir. Protonlar musbat zaryadli bo'lganidan ular bir-birini kulon kuchi bilan itaradi. Ammo, yadrodagi bir xil zaryadli protonlar bilan zaryadsiz neytronlarning o'zaro tortilish kuchi ham bor. Bu kuch yadro kuchi deb ataladi. Yadro kuchlari kulon kuchlariga nisbatan ancha ortiq bo'lgani uchun elementlarning yadrolari barqaror bo'ladi. Har qaysi elementning atom yadrosi



D.D.Ivanenko va B.I.Gapon nazariyasiga muvofiq bir necha proton va bir necha neytrondan tashkil topgan bo'ladi. Elektronning massasi 0,000549 u. b. ga, zaryadi -1 ga teng. Protonning massasi 1,007276 u. b. ga, zaryadi esa +1 ga teng. Neytronning massasi 1,008665 u. b. ga, zaryadi yo'q zarracha – elektroneytraldir. Biror elementning atom yadrosida neytronlar sonini aniqlash uchun massa sonidan tartib raqamini ayirish kerak: $A - Z = N$. Bu yerda Z – tartib raqami, N – neytronlar soni, A – element atomining massa soni. Masalan, kalsiyning atom massasi 40, tartib raqami esa 20. Demak, uning yadrosida 20 ta proton va 20 ta neytron bor. Uranning massa soni 238, tartib raqami 92 ($238 - 92 = 146$). Demak, uning yadrosida 92 ta proton, 146 ta neytron bor. Agar element yadrosidagi proton va neytronlari soni bir biridan ancha farq qilsa, bunday element radioaktiv bo'ladi.

Turli elementlar atom yadrolarining massa va zaryadlarini puxta o'rganish natijasida yadro zaryadlari tamomila bir xil, masalari esa bir-biridan farq qiladigan atomlar borligi aniqlandi. Bit-

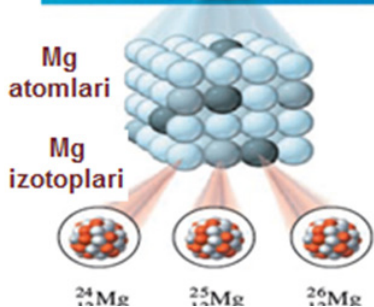


ta elementning yadro zaryadi bir xil, ammo massalari har xil bo'lgan bir xil element atomlari *izotoplar* deyiladi. Har bir elementning barcha izotoplari

D.I.Mendeleyevning jadvalida birgina katakdan o'rin oladi.

Masalan, magniy atomlarida protonlar soni 12 tadan bo'ladi. Ammo magniy atomlaridagi neytronlar ba'zilarida 12 ta, ba'zilarida 13 ta, ba'zilarida esa 14 ta bo'lishi mumkin.

Neytronlar sonining turlicha ekanligi magniy atomlarining massalari turlicha bo'lishiga sababchi bo'ladi, lekin ularning kimyoviy xossalari bir xil bo'lib qolaveradi. Element izotoplarini bir-biridan farqlash uchun ularning massa soni chap yuqori qismiga, tartib raqami esa chap pastki tomoniga yoziladi. Izotopni ko'rsatishda belgisi-



2.3-rasm. Magniy izotoplari

dan keyin chiziqli bilan yozilsa ham bo'ladi, masalan, magniy-24 yoki Mg-24 tarzda.

Magniyning uchta izotopi mavjud. Har bir izotopning tabiatdagi massa ulushi ko'p yoki kam bo'lishi mumkin. Masalan, Mg-24 eng keng tarqalgan bo'lib, umumiy massaning taxminan 80%, Mg-25 va Mg-26 izotoplari esa, taxminan 10% atrofida bo'ladi.

Izotopiya hodisasi deyarli hamma elementlarda uchraydi. Ko'pchilik elementlar o'zining bir necha izotopining aralashmasidan iborat bo'ladi. Izotoplar soni turli elementlarda turlicha bo'ladi. Ma-

salan, kaliy elementining 10 ta tabiiy izotopi ma'lum, simobniki 7 ta, kislorodniki 3 ta. Biroq fluor faqat yagona tabiiy izotopdan iborat. Elementlarning tartib raqami ortishi bilan ularning barqaror izo-

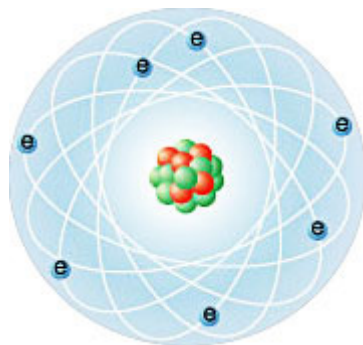
toplari yadrolaridagi neytronlarning soni ham ortib boradi. Hozir ma'lum bo'lgan 108 ta elementning 250 dan ortiq izotopi bor (radioaktiv izotoplar bular jumlasiga kirmaydi).

2.3. Atom elektron qobiqlarining tuzilishi

XIX asrning oxiriga qadar atom bo'linmas zarracha deb hisoblanar edi. Bu tasavvur atomning tabiatini va uning tuzilishini o'rganishga to'sqinlik qildi. Atomlarning tuzilishi haqidagi to'g'ri tasavvurlar, katod nurlari, rentgen nurlari, radioaktivlikning kashf etilishi va ularni o'rganish jarayonlarida vujudga keldi.

Yuqorida aytib o'tilgan kashfiyotlar barcha elementlarning atomlari tarkibida manfiy zaryadlangan elektronlar borligini ilmiy ravishda asoslab berdi. Elektronning atomdagi holatini va o'zaro ta'sirini fizikaning alohida bo'limi – kvant mexanikasi o'rganadi. Elektronning ikki xil tabiatiga, ya'ni zarracha va to'liqin tabiatiga ega ekanligi tajribada tasdiqlandi. Elektronning ikki xil tabiati quyidagi xossalarda namoyon bo'ladi: birinchidan, elektronning muayyan massasi bor; ikkinchidan, elektronning harakati to'liqin-simon harakat bo'lib, u amplituda, to'liqin uzunligi, tebranish chastotasi kabi fizikaviy konstantalar bilan ifodalanadi. Atomda elektronning harakat trayektoriyasi bo'lmaydi. Tez harakatlanayotgan elektron yadroni o'rab turgan fazoning istalgan qismida bo'lishi mumkin.

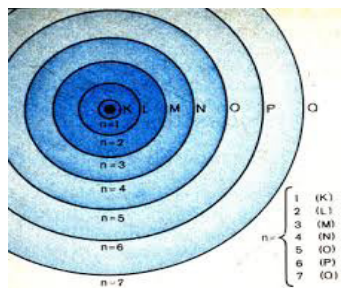
Lekin elektronning hamma joyda bo'lish ehtimolligi birdek emas. Masalan, normal holatdagi vodorod atomining elektronini yadrodan taxminan $0,53 \text{ \AA}$ uzoqlikda, atomning boshqa joylaridagiga qaraganda tez-tez uchratish mumkin. Yadro atrofidagi elektronning mavjud bo'lish ehtimolligi eng katta bo'lgan fazoning bir



qismi orbital ham deyiladi. Unda elektron bulutning 90% ga yaqini qamralgan bo'ladi. Yadroga yaqin joyda elektron zichligi deyarli 0 ga teng. Yadrodan uzoqlashgan sari elektron zichlik ortib boradi va yadrodan 0,53 $\text{\AA}$ masofada maksimal qiymatga yetadi, so'ngra asta-sekin kamayadi. Atomlarda elektronlar qavat-qavat bo'lib joylashadi. Bu qavatlar yadrodan va bir-biridan muayyan masofada bo'ladi. Elektron qavatlar ba'zan elektron qobiqlar yoki energetik pog'onalar ham deyiladi.

Atomdagi elektronlarning harakati to'rtta kvant soni bilan ifodalanadi.

Bosh kvant son n elektron energiyasi miqdorini bildiradi. Uning son qiymati 1, 2, 3, 4 ... butun sonlarga teng bo'ladi. Bosh kvant sonlari bir-biriga teng bo'lgan bir necha elektronlar atomda elektron qavatni yoki energetik pog'onani hosil qiladi. Atomning energetik pog'onalari *K, L, M, N, O, P, Q* harflar bilan ifodalanadi. *K* qavat yadroga yaqin joylashgan qavat bolib, uning uchun $n = 1$ bo'ladi. *L*



ikkinchi ($n = 2$), *M* uchinchi ($n = 3$), *N* to'rtinchi ($n = 4$) qavatni tashkil qiladi.

Bu qavatlarining elektronlari bir-biridan o'zining energiyalari bilan farq qilib, bir yoki bir necha orbitallarni yoki pog'onachalarni hosil qilishi mumkin. Bu orbitallar o'z shakli jihatdan ham bir-biridan farq qiladi. Yadroga

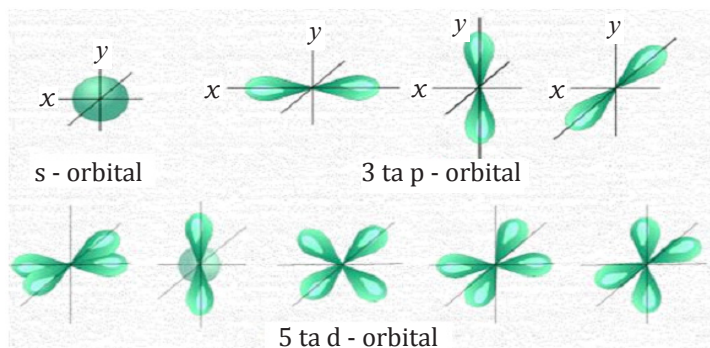
eng yaqin turgan birinchi energetik qavat elektronlarining energiyasi eng kam bo'lib, pog'onalar soni ortishi bilan elektronlar energiyasi ham ortadi. Bundan ko'rinib turibdiki, tashqi pog'ona elektronlari energiya zaxirasi eng ko'p bo'lgani uchun yadro bilan bo'sh bog'langan. Shuning uchun ham u bir atomdan uzilib, ikkinchi atomga birikishi mumkin.

Elektron chiqib ketganda musbat ionlar, birikkanda esa manfiy ionlar hosil bo'ladi. Atomdagi elektron qavatlar soni element turgan davr raqamiga teng. Har bir energetik pog'onada (har qaysi elektron

qavatda) ko'pi bilan bo'lishi mumkin bo'lgan elektronlar soni quyidagi formula yordamida aniqlanadi: $N = 2n^2$, bunda: N – elektronlar soni, n – pog'ona raqami (yadrodan hisoblaganda). Birinchi qavatga $N = 2 \cdot 1^2 = 2$ eng ko'pi bilan ikkita, ikkinchi qavatga $N = 2 \cdot 2^2 = 8$ - sakkizta, uchinchi qavatga $N = 2 \cdot 3^2 = 18$ - o'n sakkizta va to'rtinchi qavatga $N = 2 \cdot 4^2 = 32$ o'ttiz ikkita elektron joylasha oladi.

Orbital (yonaki) kvant son – l , elektronning pog'onachadagi energetik holatini, elektron bulut shaklini bildiradi, u elektronning qanday orbital bo'ylab harakat qilayotganligini ko'rsatadi. Orbital kvant soni noldan $n - 1$ gacha bo'lgan barcha butun sonlarni o'z ichiga oladi. Masalan: $n = 1$ bo'lganda $l = n - 1 = 1 - 1 = 0$ bo'ladi. l ning 0 1 2 3 son qiymatiga s p d f harf belgisi to'g'ri keladi. Har qaysi energetik pog'onachadagi elektronlarning maksimal soni $N = 2(2l + 1)$ formula bilan aniqlanadi. s -orbitalda eng ko'pi bilan 2 ta, p -orbitalda 6 ta, d -orbitalda 10 ta va f -orbitalda 14 ta elektron bo'ladi. s - orbitallar shar shaklida, p - orbitallar x, y, z o'qi bo'ylab gantel shaklida, d – orbital – ikkita bir-biriga perpendikular gantellar yig'indisi ko'rinishida bo'ladi.

Minimal energiyali orbital – $1s$ orbital hisoblanadi. Vodorod atomida bu orbitalni vodorodning yagona elektroni egallagan. Shu sababli vodorod atomining elektron formulasi $1s^1$ ko'rinishda bo'ladi.

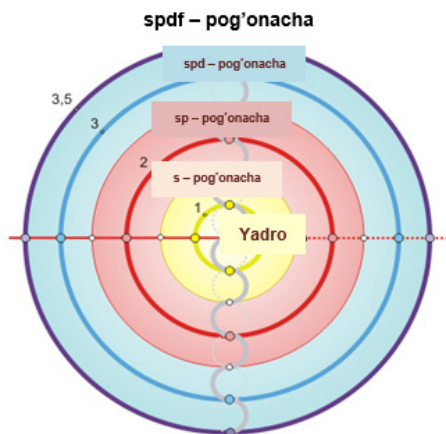


I- davrda vodoroddan keyin geliy turadi. Geliy atomining ikkala elektroni $1s$ orbitalda joylashadi. Geliyning elektron formulasi

– $1s^2$. Demak, geliyning elektron qobig‘i tugallangan. Shuning uchun ham geliy ancha barqarordir. II davr elementlarida 2 – pog‘ona ($n = 2$) to‘lib boradi. Bunda dastlab s-pog‘onachaning orbitali, so‘ngra p-pog‘onachaning 3 ta orbitali to‘lib boradi.

Neon elementining sirtqi qavatida 8 ta elektron bo‘lib, bunday sirtqi qavatda atomlar juda barqaror bo‘ladi. Uchinchi davr elementlaridan

boshlab atomlarda 3s - 3p va 3d pog‘onachalardan tarkib topgan 3-s pog‘ona to‘la boshlaydi.



Magnit kvant son – m_l , elektron bulutining magnit maydoniga nisbatan yo‘nali-shini ko‘rsatadi. Elektron orbitallarning fazodagi vaziyatini xarakterlaydi. Uning qiymatlari – l dan nol orqali $+l$ gacha bo‘la oladi. Magnit kvant son – ayni energetik pog‘onada necha xil orbital bor ekanligini, orbitallarning shaklini ko‘rsatadi.

Masalan, birinchi qavatda faqat bir xil s-orbital bo‘ladi ($m_l = 0$), ikkinchi qavatda bitta s – orbital ($m_l = 0$), uchta p - orbital ($m_l = -1; 0; +1$) bordir. Uchinchi qavatda bitta s – orbital ($m_l = 0$), uchta p-orbital ($m_l = -1; 0; +1$) beshta d - orbital ($m_l = -2; -1; 0; +1; +2$) mavjud. Elektron qobiqlarning tuzilishi, ko‘pincha, yacheykalar yordamida tasvirlanadi va ular grafik elektron formulalar deyiladi.

Spin kvant son – m_s , elektronni ichki harakatini xarakterlaydi, u ikki qiymatga: elektronni yadro atrofida magnit maydonga parallel yoki antiparallel harakatiga qarab, $+1/2$ va $-1/2$ qiymatga ega bo‘ladi.

Agar ikki elektronning uchta kvant soni (n, l, m) bir xil, lekin qarama-qarshi spinli bo‘lsa, juftlashgan, agar toq spinli bo‘lsa, juftlashmagan elektronlar deyiladi. Orbitallarda elektronlarning joylashish tartibini *V.M.Klechkovskiy* o‘rgangan va u bosh kvant son – n bilan orbital kvant son – l o‘rtasidagi qonuniyatni aniqladi:

elektronlar orbitallarga joylashayotganda $(n + 1)$ yig'indisi ortishi tartibida joylashadi. Agar orbitaldagi $n + 1$ yig'indi qiymati teng bo'lsa, orbitallar bosh kvant son ortib borish tartibida to'lib boradi. Masalan, 21- raqamli element skandiyni ko'raylik. Sc $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^1$. Demak, kalsiydan keyingi elementlarda avval $3d$, keyin $4p$, so'ngra $5s$ orbitallar to'lib boradi. Atomda elektronlar holatini belgilovchi muhim qoidalardan biri *Pauli prinsipidir*. Atomda to'rtala kvant sonlari bir xil qiymatga ega bo'lgan elektronlar mavjud bo'la olmaydi. Bu prinsip bosh kvant son n ning turli qiymatlariga muvofiq keladigan energetik pog'onalaridagi elektronlarning maksimal soni N ni hisoblashga imkon beradi: $N = 2n^2$

n juda ko'p butun son qiymatlarini qabul qila olishi sababli, n ning son qiymatlari cheksiz katta bo'lishi mumkin. Lekin bu holatlar o'zaro teng qiymatli emas; ular energiyaning minimumiga intilish prinsipiga rioya qilgan holda elektronlar bilan to'lib boradi.

Uglerod va undan keyin keladigan elementlar atomlarida elektronlarning holatlarini aniqlash uchun *Gund qoidasi* nomli qonuniyatni nazarda tutish kerak. Energiyalari bir xil bo'lgan orbitallarda elektronlar shunday tartibda joylashadiki, natijada spinlar yig'indisi maksimal qiymatga ega bo'ladi. Buning sababi shundaki, manfiy zaryadli elektronlar bir-biridan qochadi, imkoni bo'lsa, turli yacheykalarni band qilishga intiladi.

2.4. Molekulaning tuzilishi. Kimyoviy bog'lanishlar turlari

Molekulalar atomlardan tashkil topgan. Atomlardan molekular hosil bo'lganida har qaysi atom o'zining sirtqi qavatini 8 elektronga yoki 2 elektronga yetkazishga intiladi. Ko'pincha, tashqi elektron qavatlarida bir, ikki va uchta elektron bo'lgan atomlar o'zining shu elektronlarini boshqa atomlarga osonlik bilan beradi.

Agar atomning sirtqi qavatida elektronlar soni sakkizga yaqin (5, 6, 7) bo'lsa, bunday atom mustahkam elektron qavat hosil qilish uchun yetishmagan elektronlarni boshqa atomlardan tortib ol-

ishga intiladi. Barqaror elektron qavatning turli yo‘llar bilan hosil bo‘lishiga asoslanib, kimyoviy bog‘lanishlarni bir necha turlarga bo‘lish mumkin:

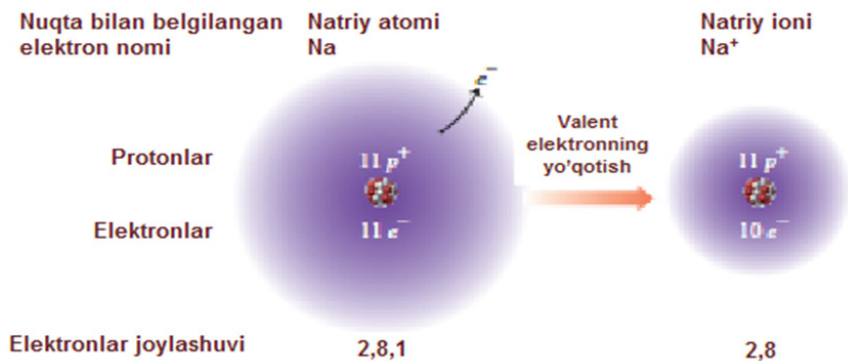
- ion bog‘lanish;
- kovalent bog‘lanish (qutbli va qutbsiz kovalent bog‘lanish);
- metall bog‘lanish;
- vodorod bog‘lanish.

2.5. Ion bog‘lanish

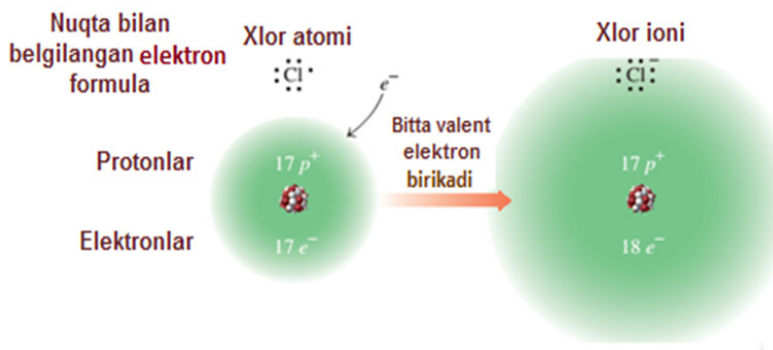
Ion bog‘lanish nisbiy elektromanfiyligi bilan bir-biridan juda keskin farq qiladigan ikki element atomlari orasida vujudga keladi. Ishqoriy yoki ishqoriy yer metallari bilan galogenlar o‘zaro reaksiyaga kirishganda hosil bo‘ladigan mahsulot tarkibidagi atomlar bir-biri bilan ionli bog‘ bilan bo‘g‘lanadi.

Atomning elektron berishi va elektron qabul qilishi natijasida qarama – qarshi zaryadlangan ionlar hosil bo‘ladi.

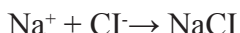
Bu holatni natriy xlorid molekulasida hosil bo‘lishida osonlik bilan kuzatish mumkin. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ tuzilishga ega bo‘lgan natriy atomi o‘zining sirtki elektron qavatidagi ($3s^1$) bitta elektronini osonlik bilan beradi. Natijada natriy atomi sirtqi qavatida 10 ta elektron bor musbat ionga aylanadi $\text{Na} - 1e = \text{Na}^+$.



Shu vaqtning o'zida $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ tuzilishga ega bo'lgan xlor atomi o'ziga bitta elektronni qabul qilib manfiy zaryadli ionga aylanadi $Cl + 1e = Cl^-$.

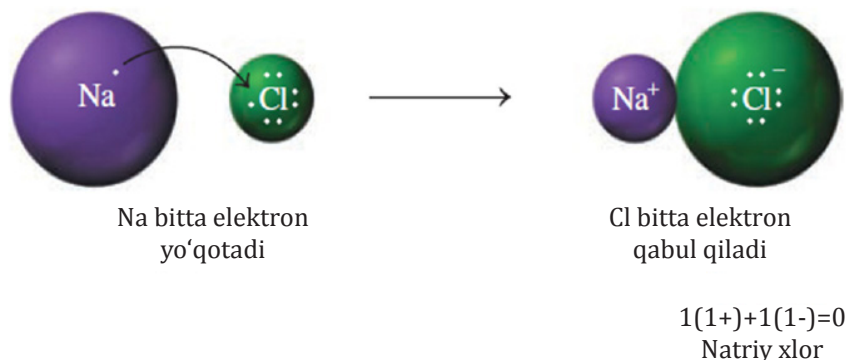


Qarama-qarshi zaryadli ionlarning o'zaro tortilishi natijasida esa natriy xlorid molekulasini hosil bo'ladi.



Demak, ikkita turli ishorali zaryadlangan ionlarning elektrostatik tortilishi natijasida hosil bo'ladigan kimyoviy bog'lanish **ionli bog'lanish**, deyiladi.

Ionli birikmalarda asosiy guruh elementlari odatda, elektron yo'qotib yoki qabul qilib, o'ziga yaqin turgan 8 ta valent elektronga inert gazlarga o'xshab qoladi.

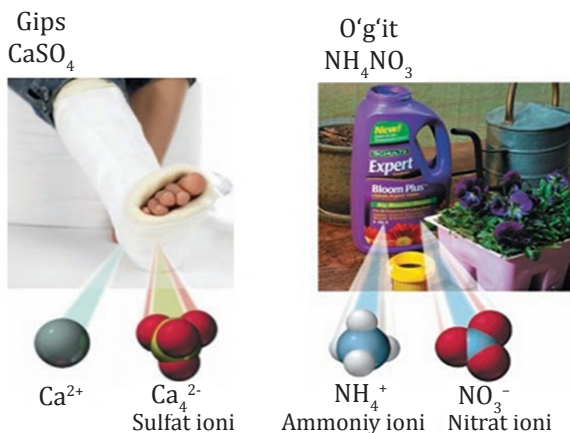


Davriy jadvaldagi guruh raqamiga qarab asosiy guruh elementining ion zaryadi belgilanadi. 1A guruh elementlari bitta elektron yo'qotib 1^+ zaryadli ionga aylanadi. 2A guruh elementlari ikkita elektron yo'qotib 2^+ zaryadli ionga aylanadi. 3A guruh elementlari o'zidan uchta elektron yo'qotib 3^+ zaryadli ionga aylanadi. Ammo bu qoidani oraliq guruh elementlari uchun qo'llab bo'lmaydi.

Ionli birikmalarda 7A guruh elementlari bitta elektron qabul qilib, 1^- zaryadli ionga aylanadi. 6A guruh elementlari ikkita elektron qabul qilib, 2^- zaryadli ionga aylanadi. 5A guruh elementlari uchta elektron qabul qilib, 3^- zaryadli ionga aylanadi.

2.6. Ko'p atomli ionlar

Ionli birikmalarda kationlar yoki anionlardan biri ko'p atomli ionlardan tashkil topgan bo'lishi mumkin. Ko'p atomli ion umumiy ion zaryadiga ega bo'lgan, kovalent bog'lar bilan bog'langan atomlar guruhidir. Ko'pchilik ko'p atomli ionlar metallmaslardan tashkil topgan, masalan, fosfor, oltingugurt, uglerod yoki azot kislorod bilan kovalent bog'lar orqali bog'langan. Deyarli barcha ko'p atomli ionlar anion bo'lib, 1^- , 2^- yoki 3^- zaryadga ega. Faqatgina yagona ko'p atomli ion NH_4^+ musbat zaryadga ega.



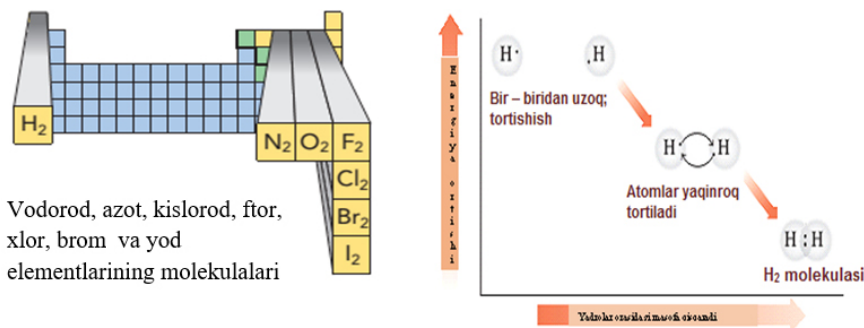
2.4. rasm. Ko'p atomli ionlar

2.7. Kovalent bog‘lanish

Elektron juftlari vositasida hosil bo‘lgan bog‘lanish kovalent bog‘lanish deyiladi. Uning ikki turi mavjud:

- qutbsiz kovalent bog‘lanish;
- qutbli kovalent bog‘lanish.

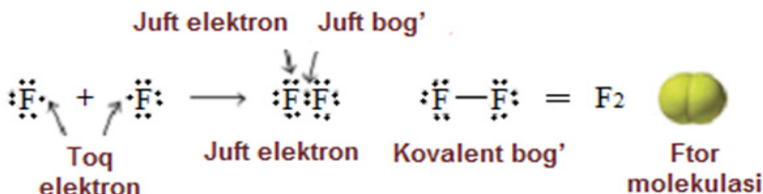
Ektromanfiyliklari bir xil yoki elektromanfiyligi bir-biriga juda yaqin elementlar (elektromanfiylik farqi 0-0,4) atomlari o‘zaro birikanda qutbsiz kovalent bog‘lanishli molekular hosil bo‘ladi. Bu bog‘lanish ikki atom orasida bir yoki bir nechta umumiy elektron juftlar hosil bo‘lishi natijasida vujudga keladi. Elektron juftlar hosil bo‘lishida ikkala atom ham ishtirok etadi. Shuning uchun har bir atom umumiy elektron juft hosil qilish uchun o‘zidan, albatta toq elektronlari bilan qatnashadi. Masalan, ikki atomli molekular H_2 , F_2 , Cl_2 , O_2 , N_2 , Br_2 , I_2 . Hosil bo‘lgan umumiy elektron juft ikkala atomga teng tegishli bo‘ladi. Har birida bittadan elektroni bo‘lgan ikki vodorod atomlari o‘zaro yaqinlashganda vodorod molekulasini (H_2) hosil bo‘ladi. 2.5- rasmda vodorod molekulasini hosil bo‘lishi keltirilgan.



2.5-rasm. Vodorod molekulasini hosil bo‘lishi

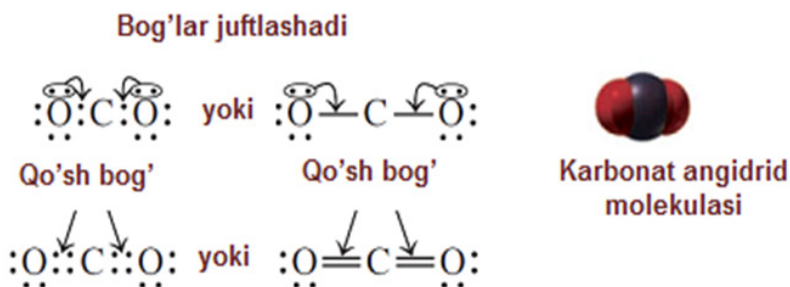
Vodorod molekulasida bir juft elektron ikki yadro orasida aylanib, elektron buluti fazoda ikkala atom yadrosiga nisbatan simmetrik taqsimlanadi. Har qaysi vodorod atomining radiusi 0,53 Å ga teng.

Ftor atomining tashqi pogʻonasida 7 ta valent elektroni bor. Ftor molekulasini hosil boʻlishida toq elektronlar juftlashib, oktet holat vujudga keladi.

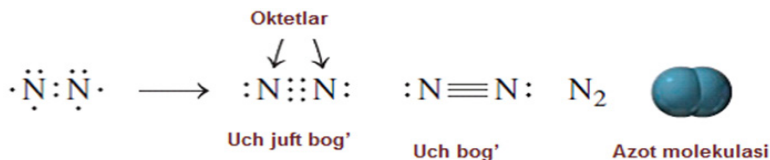


2.6.rasm. Ftor tabiatan ikki atomli molekula hosil qiladi.

Molekuladagi valent elektronlarni belgilashda nuqtali elektron formuladan foydalaniladi. Elektron juftlari ikki nuqta yoki bitta chiziq bilan belgilanadi. Ikki karrali bogʻ ikki toq elektronning oʻzaro juftlashishi natijasida hosil boʻladi. Uch karrali bogʻ esa, uchta toq elektronning oʻzaro juftlashishi natijasida hosil boʻladi. Ikki karrali bogʻ va uch karrali bogʻlar molekuladagi barcha atomlarni oktet holatga oʻtkazishda bitta valent elektron yetarli boʻlmaganda vujudga keladi. Masalan, CO_2 molekulasida kislorodning ikkita elektroni C ning toq elektronlari bilan juftlashadi.



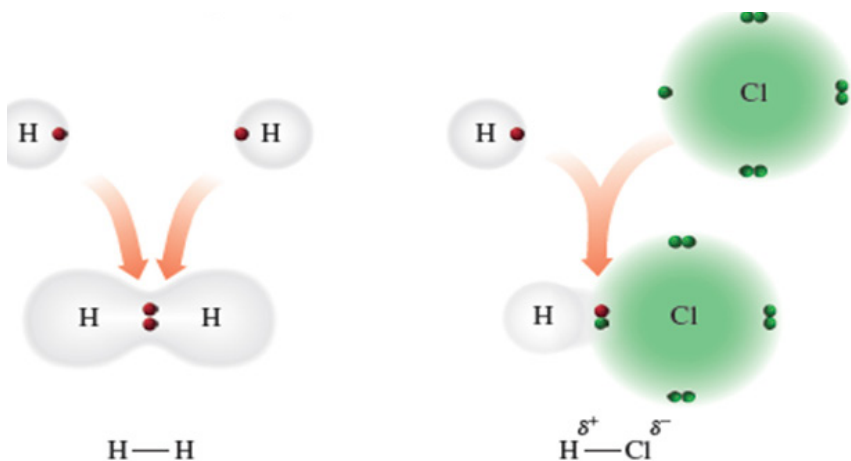
N_2 molekulasini tarkibida uch karrali bogʻ saqlaydi, chunki azot elementi 5A guruhida joylashib, faqatgina uch karrali bogʻ hosil qilishi hisobiga oktetini toʻldirishi mumkin.



Elektromanfiyliklari bir-biridan farq qiladigan, lekin bu farq ion bogʻlanish darajasiga yetmagan element atomlari oʻzaro birikkanda qutbli kovalent bogʻlanishli molekularlar hosil boʻladi. Qutbli kovalent bogʻlanishli birikmalarda ikki element elektronlaridan hosil boʻlgan juft elektronlar elektromanfiyligi kattaroq element tomon siljigan boʻladi. Misol uchun, uchuvchan anorganik birikmalarning molekularlari: HF, HCl, H₂O, H₂S, NH₃ va boshqalar bunga misol boʻla oladi. Masalan, HCl molekulas hosil boʻlishida vodorod atomining elektromanfiyligi 2.1ga teng, xlor atominiki 3.0 ga teng. Xlor atomining elektromanfiyligi kattaroq boʻlgani uchun H – Cl bogʻini hosil qilgan elektron jufti Cl atomi tomon siljigan boʻladi. Oqibatda vodorod qisman musbat δ^+ va xlor qisman manfiy δ^- zaryadlanib qoladi. Molekula qutblanadi.

Elektromanfiylik – atomning bogʻ hosil qilishda qatnashayotgan elektron juftlarni oʻziga tortish xususiyati. Metallaslarning elektromanfiyligi metallarnikidan yuqoriroq, chunki, metallaslar elektronlarni metallarga nisbatan kuchliroq tortadi.

Bogʻlarning turlarini aniq belgisi mavjud emas. Bogʻlanishda ishtirok etayotgan ikki atomning elektromanfiyliklari farqiga qarab bogʻning qutbsiz yoki qutbli kovalent tabiatli ekanligini aniqlash mumkin. Agar elektromanfiyliklar farqi 0 dan 0,4 oraligʻida boʻlsa, qutbsiz kovalent bogʻ deyiladi. Masalan, H – H (2,1 - 2,1 = 0) va C – H (2,5 - 2,1 = 0,4) lar qutbsiz kovalent bogʻ boʻladi. Elektromanfiyliklar farqi ortishi bilan bogʻning qutbliligi ham ortib boradi. Agar elektromanfiyliklar farqi 0,5 dan 1,8 oraligʻida boʻlsa, qutbli kovalent bogʻ boʻladi. Masalan, H – Cl bogʻida elektromanfiyliklar farqi 3,0 (Cl) – 2,1(H) = 0,9. Ushbu bogʻning qutbli kovalent bogʻ ekanligining isboti 2.7-rasmda koʻrsatilgan.



2.7-rasm. Qutbsiz kovalent bog‘lanishda elektron juftlar teng taqsimlanadi, qutbli kovalent bog‘lanishda esa teng taqsimlanmaydi.

Elektromanfiylik farqi katta bo‘lgan bog‘ning qutbliligi ham yuqori bo‘ladi. Zaryadlar farqi yuzaga kelgan kovalent bog‘ dipol deb ataladi. Bog‘ning musbat va manfiy qutblari yunon harfi delta bilan belgilanadi δ^+ va δ^- . Ba‘zan musbat qutbdan manfiy qutbga tomon yoysimon chiziq bilan ifodalanadi.

Qutbli kovalent bog‘li birikmaning tuzilishi simmetrik bo‘lmaydi va elektron zichligi elektromanfiyligi kattaroq atomda quyuqroq bo‘ladi.

Elementlarning elektromanfiyliklari farqi qancha katta bo‘lsa (davriy jadvalda bir-biridan qancha uzoq joylashsa), ular orasidagi bog‘ning qutbliligi shuncha ko‘p bo‘ladi. Masalan, quyidagi qatorda bog‘ning qutbliligi ortib boradi: CH_4 ; NH_3 ; H_2O ; HF . 2.1- jadvalda elektromanfiylik farqi va bog‘larning turlari keltirilgan.

Agar elektromanfiyliklar farqi 1,8 dan katta bo‘lsa, elektronlar bir atomdan ikkinchisiga ko‘chib o‘tadi va natijada ion bog‘ hosil bo‘ladi. Masalan, $\text{Na} - \text{Cl}$ bog‘ida ($3,0 - 0,9 = 2,1$), shunga ko‘ra bu bog‘lanish ion bog‘ deb ataladi.

2.1-jadval

Elektromanfiylik farqi va bogʻlarning turi

Elektromanfiylik farqi	0	0.4-1.7	1.8-3.3
Bogʻ turi	Qutbsiz kovalent	Qutbli kovalent	Ionli

Elektron bogʻlanish			
	Elektron teng taqsimlanadi	Elektron teng taqsimlanmaydi	Elektron koʻchadi

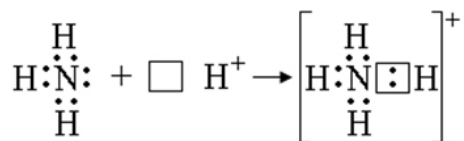
Molekula		Bogʻ	Elektro- manfiylik farqi	Bogʻ turi	NEM farqi
H ₂	H – H	Teng taqsim- lanadi	2,1 – 2,1 = 0	Qutbsiz kovalent	0,0 va 0,4 orasi
BrCl	Br – Cl	Deyarli teng taq- simlanadi	3,0 – 2,8 = 0,2	Qutbsiz kovalent	0,0 va 0,4 orasi
HBr	H ^{δ+} – Br ^{δ-}	Notekis taqsim- lanadi	2,8 – 2,1 = 0,7	Qutbli kovalent	0,4 va 1,8 orasi
HCl	H ^{δ+} – Cl ^{δ-}	Notekis taqsim- lanadi	3,0 – 2,1 = 0,9	Qutbli kovalent	0,4 va 1,8 orasi
NaCl	Na ⁺ – Cl ⁻	Elektron koʻchadi	3,0 – 0,9 = 2,1	Ion	1,8 dan katta
MgO	Mg ²⁺ - O ²⁻	Elektron koʻchadi	3,5 – 1,2 = 2,3	Ion	1,8 dan katta

2.8. Donor-akseptor bogʻlanish

Donor-akseptor bogʻlanish bir atomning kimyoviy bogʻ hosil qilishda ishtirok etmagan - taqsimlanmagan elektron juft va ikkinchi atom yoki ionning boʻsh orbitali hisobiga hosil boʻladi. Elektron jufti bilan qatnashuvchi zarraga donor, boʻsh orbitali bilan qatnashuvchi zarraga akseptor deyiladi.

Masalan, NH_3 (ammiak) molekulasida azot tashqi qavatidagi uchta juftlashmagan elektroni hisobiga uchta vodorod atomlari bilan kovalent bogʻlanish hosil qiladi. Azotning tashqi qavatida yana ikkita juft holdagi s- elektronlari bor, ular boʻsh orbitali boʻlgan vodorod ionlari bilan donor-akseptor bogʻ orqali ammoniy NH_4^+ ionini hosil qiladi: azot – donor, vodorod – akseptor. Lekin undagi toʻrtala bogʻning xossalari bir xilda, shuning uchun donor-akseptor bogʻni kovalent bogʻning bir koʻrinishi deb qarash mumkin.

Ammoniy ionini hosil boʻlish jarayonini ushbu sxema bilan koʻrsatish mumkin:



Sxemadan koʻrinadiki, vodorod ionining zaryadi (u delokallashtirilgan, yaʼni barcha atomlar orasida tarqalgan) va azotga tegishli taqsimlanmagan elektronlar jufti esa vodorod bilan umumiy boʻlib qoladi. Reaksiyalarda katakchani tasviri $\square$ koʻpincha tushirib qoldiriladi.

2.9. Kovalent bogʻning xossalari

Kovalent bogʻlanishning oʻziga xos xususiyatlari – ularning energiyasi, qutbliligi, karraliligi, uzunligi, toʻyinuvchanligi, fazoviy joylanishi va boshqalar bilan tavsiflanishidir.

Kimyoviy bogʻni uzish uchun sarflanadigan minimal energiya bogʻlanish energiyasi deyiladi. Bogʻ hosil boʻlishida shuncha energiya ajralib chiqadi. Odatda, bogʻlanish energiyasi 1 mol modda uchun hisoblanadi. Bogʻning energiyasi qancha katta boʻlsa, bogʻ shuncha mustahkam boʻladi.

Elementning elektromanfiyliklari farqi qancha katta boʻlsa (davriy jadvalda bir- biridan qancha uzoq joylashsa), ular orasida-

gi bog'ning qutbliligishuncha ortadi. Masalan, quyidagi qatorda bog'ning qutbliligi ortib boradi. CH_4 ; NH_3 ; H_2O ; HF . Simmetrik molekular tarkibida qutbli bog'lar bo'lsa ham, molekulaning o'zi qutbsiz bo'ladi, masalan: CH_4 ; BCl_3 ; CO_2 va boshqalar.

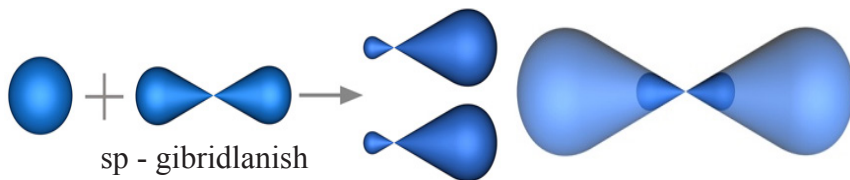
Kimyoviy bog'ning karraliligi deb, ikkita atom o'rtasidagi bog'lanishlar soniga aytiladi. Bog'ning karraliligi ortgan sari atomlarning o'zaro bog'lanish energiyasi ortadi, ular orasidagi masofa qisqaradi va bog'ni mustahkamligi ortadi.

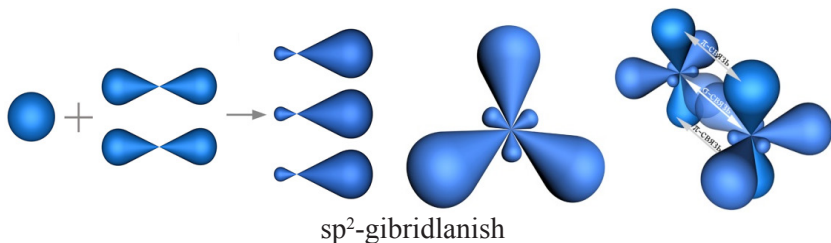
Bog'lanib turgan ikki atomning yadrolari orasidagi masofa bog'ning uzunligi deyiladi. Kimyoviy bog'ning uzunligi ortishi bilan bog'ning mustahkamligi ortadi.

Kovalent bog'ning yo'nalishi atomdagi valent elektronlarining *gibridlanish* holatiga bog'liq. *Gibridlanish* deb turli shakli va energiyali elektron bulutlarning (orbitallarning) qo'shilib, yangi shakl va energiyali bir xil bo'lgan elektron bulutlar hosil qilish hodisasiga aytiladi.

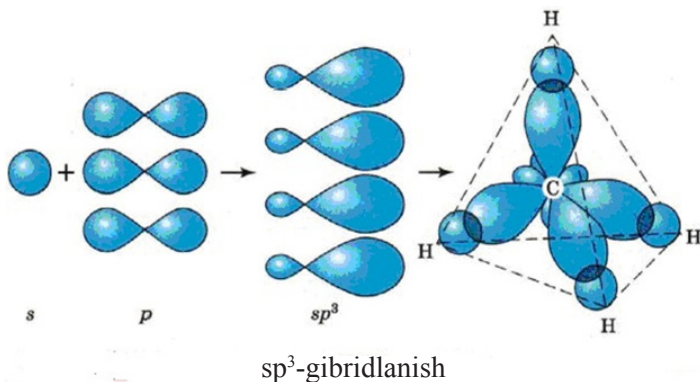
Davriy jadvalning I-asosiy guruh elementlarining tashqi qavatida bitta elektron bor, ularda gibridlanish yo'q. II- asosiy guruhcha elementlarining tashqi qavatida 2 ta s- elektrondan bittasi qo'zg'algan holatda p- orbitalga ko'chib o'tadi. 1ta s-, 1ta p- elektronli vaziyat yuzaga keladi.

Bu elektron orbitallar gibridlanadi, bu gibridlanish sp - gibridlanish deyiladi: s-elektron orbital + p-elektron orbital $\rightarrow$ 2sp- gibridlangan elektron orbitallar. Masalan: BeH_2 ; BeF_2 va boshqalar. Bunday gibridlanish holatidagi atomlarga ega bo'lgan molekular fazoda chiziqli tuzilgan bo'lib, valent burchaklari 180° ga ega bo'ladi.





III - asosiy guruhcha elementlari bir valentli elementlar bilan hosil qilgan birikmalarida sp²-gibridlanish holatida bo‘ladi. Masalan: AlH₃; BF₃ va boshqalar. Bu molekularlar fazoda tekislikda joylashib, valent burchaklari 120° bo‘ladi.

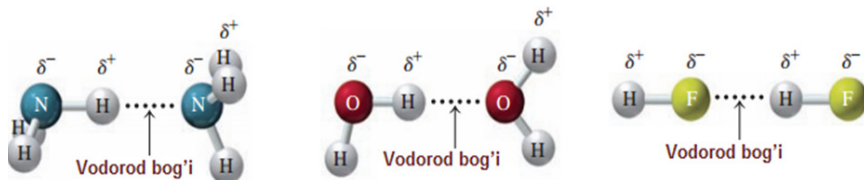


IV- asosiy guruhcha elementlarining CCl₄, SiH₄ kabi birikmalarida valent elektronlarining elektron orbitallari sp³- gibridlangan holatda bo‘ladi. Bunday molekularlar fazoda tetraedr shaklini hosil qiladi, valent burchaklari 109°28’ bo‘ladi.

2.10. Vodorod bog‘lanish

Vodorod atomi tutgan qutbli molekular kislorod, azot, fluor va shu kabi kuchli elektromanfiy atomlar bilan kuchli dipol – dipol ta’sirlanishga kirishadi. *Vodorod bog‘* deb ataladigan tortishishning bunday turi qisman musbat qutblangan H atomi va boshqa molekuladagi qisman

manfiy zaryadlangan azot, kislorod, fluor va shu kabi atomlar orasida sodir bo‘ladi. Vodorod bog‘ kovalent molekular orasidagi molekulararo ta’sirlanishdir. Ular DNK va oqsillar kabi biomolekular strukturalari shakllanishi uchun muhim omillardan biridir.



Odatda, vodorod bog‘lanish nuqtalar bilan belgilanadi. Shunday qilib, elektrmanfiyligi katta bo‘lgan element atomi bilan vodorod atomi orasida vujudga keladigan ikkinchi darajali kimyoviy bog‘lanish vodorod bog‘lanish deb yuritiladi. Lekin bu bog‘lanishning energiyasi uncha katta emas. Masalan, kimyoviy bog‘lanishlarning asosiy turlarining mustahkamligi 20-230 kkal/mol ga teng bo‘lgan holda, vodorod bog‘lanishning mustahkamligi 5- 8 kkal/molni tashkil qiladi.

Vodorod bo‘lanish modda molekularining assotsilanishida, moddalarning kristallanishida, erishida, kristallogidratlar hosil qilishida, elektrolitik dissotsilanishida muhim rol o‘ynaydi.

Vodorod bog‘lanish: *molekulararo* va ichki *molekular vodorod* bog‘lanish turlariga bo‘linadi.

Yuqorida ko‘rilgan hamma vodorod bog‘lanish *molekulararo* vodorod bog‘lanish (MVB) deyiladi. Ichki vodorod bog‘lanishga orto – nitrofenol molekulasidagi bog‘lanishni misol qilish mumkin. Shu bilan birgalikda ionlararo vodorod vodorod bog‘lanish ham mavjud: $[\text{HF}_2]^-$ ionida $[\text{F} \cdots \text{H} - \text{F}]$ ($E_{\text{bog}} = 80 \text{ kJ}$);

2.11. Metall bog‘lanish

Metall kristallaridagi panjara tugunlarining bir qismida atomlar, bir qismida esa ionlar turadi. Valent elektronlar metall atom-

ining yadrosi bilan bo'shgina bog'langanligi uchun oson uziladi. Atomlardan uzilgan elektronlar atom va ionlar orasida erkin harakat qiladi.

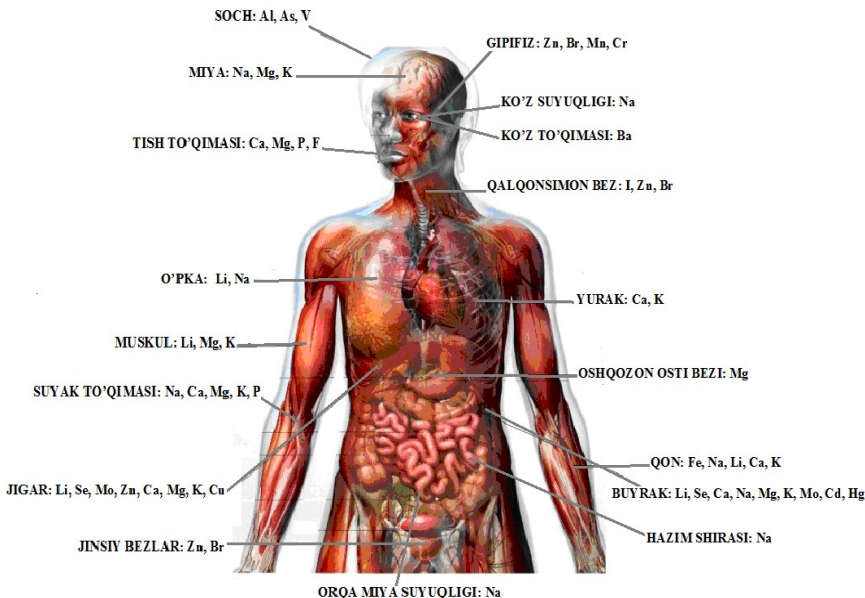
Biror elektronini yo'qotgan atom, ya'ni ionga yaqin kelib qolgan elektron unga bog'lanib, uni neytral atomga aylantirishi, boshqa bir neytral atom esa o'z elektronini yo'qotib, ion holiga o'tishi mumkin. Demak, erkin holdagi elektronlar goh bir ion atrofida, goh ikkinchi ion atrofida aylanib yuradi. Metall zarrachalari bir-biriga ana shunday elektronlar vositasi bilan bog'lanib turadi. Bunday bog'lanish *metall bog'lanish* deyiladi. Kristall ichida erkin harakatlanagan elektronlar *elektron buluti* deb ataladi. Nisbatan ancha kam miqdordagi elektronlar ko'p miqdordagi metall ionlarini bir-biri bilan bog'lab turadi. Metall bog'lanish kuchli bog'lanish bo'lsa ham, uning mustahkamligi kovalent bog'lanishnikiga qaraganda 3–4 marta kam. Metall bog'lanish asosan barcha metallarning xossalari belgilab beradi. Metallarda oson harakatlanuvchi elektronlar oqimi borligi uchun ular issiqlik va elektr tokini yaxshi o'tkazadi. Metallarning yaltiroqligi, turli rangda bo'lishi ham ularning elektron tuzilishi bilan tushuntiriladi. Metallarda bog' hosil bo'lishida faqatgina “tashqi” elektronlarga emas, ichki qavatdagi elektronlar ham qo'shni atom qoldig'idagi vakant orbitallar bilan donor-akseptor tipidagi bog'larni hosil qiladi. Shu sababdan metallar yuqori mustahkamlikka va suyuqlanish haroratga ega. Issiqlik va tokni elektronmagnit maydoni “tashiydi”.

2.12. D.I. Mendeleyevning davriy jadvali

XVIII asr oxirlarida fanda 25 ta element ma'lum bo'lib, XIX asrning I choraklarida yana 19 ta element kashf qilindi. Elementlarning kashf qilinishi bilan ularning atom massalari, fizik va kimyoviy xossalari ham o'rganib borildi. Elementlar va ularning birikmalari haqidagi ma'lumotlar esa kimyogarlar oldiga barcha elementlarni gruppalariga ajratish (klassifikatsiya qilish) vazifasini qo'ydi. D.I.

Mendeleyevdan ilgari olimlar (1789-yilda A. Lavuazye, 1812-yilda Berselius, 1829-yilda Debereyner, 1863-yilda De- Shankurtura, 1863-yilda Nulende, 1864-yilda Meyer va b.) faqat o'xshash elementlarni bir-biriga taqqoslaganlar. Ular kimyoviy elementlarning ko'pchilik xossalarini ularning valentligi va ekvivalenti belgilaydi deb hisoblashgan hamda har qaysi elementni alohida boshqa element bilan aloqasi bo'lmagan holda olib qarashgan. Natijada elementlar orasida uzviy bog'lanish borligini topa olmaganlar.

1872-yilga kelib ko'pgina elementlar kashf etildi va endilikda ularni ma'lum tartibga soluvchi jadvalga ehtiyoj tug'ila boshladi. 60 ta elementni o'z ichiga olgan elementlarning atom massalarining ortib borishi bo'yicha, ularning xossalarining davriy takrorlanishi qonuniga asoslanib tuzilgan rus olimi D.I.Mendeleyevning jadvali ko'pchilik tomonidan ma'qullandi. D.I. Mendeleyev tabiatning muhim qonuni bo'lgan kimyoviy elementlarning davriy qonunini quyidagicha ta'riflaydi: oddiy moddalar (elementlar)ning xossala-



ri, shuningdek, elementlar birikmalarining shakl va xossalari elementlarning atom og'irliklariga davriy ravishda bog'liqdir.

Hozirgi kunda davriy jadvalda 118 ta element mavjud (2.8-rasm). Bu elementlarning ko'pchiligi inson organizmidagi har bir a'zoda bo'lib, ma'lum funksiyalarni bajaradi.

Davriy jadvaldagi har bir gorizontall qator davr deb ataladi. Ular 1 dan 7 tagacha bo'ladi. Birinchi davrda faqat 2 ta element mavjud – vodorod (H) va geliy (He). Ikkinchi davrda esa 8 ta element mavjud, uchinchi davrda ham 8 ta element joylashgan. To'rtinchi davrda 18 ta element, beshinchi davrda ham 18 ta element bor. Oltinchi va yettinchi davrda 32 tadan elementlar joylashgan.

Oraliq elementlar																				
Ishqoriy metall		Ishqoriy yer metall												Golo genlar		Nodir gazlar				
Davr	Guruh		Guruh													Guruh				
1	1A	1	2A											3A	4A	5A	6A	7A	8A	
1	1	2												3	4	5	6	7	8	
2	3	4												5	6	7	8	9	10	
3	11	12		3B	4B	5B	6B	7B	8	9	10	11B	12B	13	14	15	16	17	18	
4	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		
5	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54		
6	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72		
7	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104		
	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn		Fl		Lv				
Lantanoidlar				58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	Lu		
Aktinoidlar				90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	Lr		
				Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Yb			

vertikal qatorning yuqori qismiga yozib qo'yilgan. Guruhlarni 1A dan 8A gacha bo'lgan tarzda raqamlangan. Davriy jadvalning o'rta qismida oraliq elementlar joylashgan bo'lib, ular B guruh elementlari deb yuritiladi. 14 ta elementdan tashkil topgan 2 ta qator lantanoidlar va aktinoidlar (yoki ishchi oraliq elementlar) deb yuritiladi va ular 6- va 7- davrlarga tegishli bo'lib, jadvalning pastki qismiga joylashtirilgan.

Elementlar xossalarining davriy takrorlanishi

Elementlarning elektron konfiguratsiyasi ularning fizik-kimyoviy xossalarini belgilovchi asosiy ko'rsatkichdir. Valent elektronlar, atom o'lchami, ionlanish energiyasi va metallik xossalari davriy ravishda takrorlanadi. Davriy xossalar deb – davr bo'ylab o'zgaruvchi, keyin davr boshida yana avvalgi holatiga qaytuvchi xususiyatlarga aytiladi.

Davriy jadvalda 1A(1) guruhdan to 8A (18) guruhgacha joylashgan asosiy guruh elementlarining kimyoviy xossalarining o'zgarishi ulardagi tashqi pog'onada joylashgan valent elektronlar soni bilan bog'liq. Asosiy guruh elementlarining guruh nomeri ularning valent elektroniga teng. Masalan, 1A guruhdagi barcha elementlarning valent elektroni 1 ta. Barcha 2A guruh elementlarining valent elektronlari 2 ta. 7A guruhidagi galogenlarda yettita valent elektron mavjud.

Atomlarning radiuslari ($r_{(A)}$) deb, atom yadrosi bilan eng tashqi elektron qavat o'rtasidagi masofaga aytiladi. Lekin atomlarning (orbital) radiuslari o'rnida ko'pincha “atom hajmlari” iborasi ham qo'llaniladi. “Atom hajmi” – qattiq holatdagi moddalarda bir mol atomning egallagan hajmidir (sm^3/mol). Atom radiusi guruhlarda va davrlarda elementlarning tartib raqamiga bog'liq holda o'zgarib boradi.

Davrlarda elementlarning tartib raqami ortib borishi bilan ularning atom radiusi kichiklashib boradi. Masalan, II davr elementlarini tahlil qilsak:

$$\text{Li}(Z=3) < \text{Be}(4) < \text{B}(5) < \text{C}(6) < \text{N}(7) < \text{O}(8) < \text{F}(9) < \text{Ne}(10) \\ r_{\text{A}} = 1,6 > 1,05 > 0,75 > 0,65 > 0,5 > 0,45 > 0,35 > 0,30$$

Buning sababi, elementlarning tartib raqami ortishi bilan yadroning musbat zaryadi ortadi va elektron qavatlarining soni ($n = 2$) o'zgarmagan holda tashqi elektron qavatdagi elektronlar soni ham ortib boradi. Natijada yadro va tashqi elektronlarning tortishuvi kuchayib elektron qavatlar siqiladi va atomning (hajmi) radiusi kichiklashadi.

Guruhlarda elementlarning tartib raqami ortishi bilan elementlarning atom radiuslari ortib boradi. Chunki guruhlarda elementlar tartib raqami va davrlarning raqami ortishi bilan atomdagi elektron qavatlarining soni ortishiga olib keladi va bu o'z-o'zidan atom (hajmi) radiusining kattalashuviga sabab bo'ladi. Bu o'zgarish elementlarning elektron tuzilishiga (s, p, d, f-element ekanligiga) bog'liq.

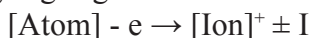
s- va p-elementlarda atom radiusi keskin o'zgaradi, f- va d- elementlarda atom radiusi juda kam o'zgaradi. f- va d- elementlarda atom radiusining kam o'zgarishi ulardagi tashqaridan oldingi qavatlarida f- va d- orbitallarning f- va d- "siqilish" hodisasi bilan izohlanadi.

Asosiy guruh elementlarida atom radiusi o'zgarishi 2.9-rasmda ko'rsatilgan.

Atomda manfiy zaryadlangan elektronlar, musbat zaryadli yadroga tortiladi.

Ionlanish energiyasi deb neytral atomdan bitta elektronning ajralib chiqishida yutiladigan energiyaga aytiladi.

Atomdan bitta elektron ajralganda hosil bo'lgan zarracha kation deb ataladi va +1 zaryadga ega bo'ladi.



Agar atomdan 1, 2, 3 ta elektron ketma-ket ajralib chiqsa, mos ravishda I_1 , I_2 , I_3 ... ionlanish energiyasi qiymatlariga ega bo'ladi

va doimo $I_1 < I_2 < I_3 < \dots$ tartibda ortib boradi. Uning sababi davrlarda elektron bilan yadroning tortishuv kuchi kamayadi va elektronni atomdan chiqarib yuborish uchun kam energiya sarflanadi.

	Atom radiusi kamayadi →							
	Guruhlar							
	1A (1)	2A (2)	3A (13)	4A (14)	5A (15)	6A (16)	7A (17)	8A (18)
1	H							He
2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5								

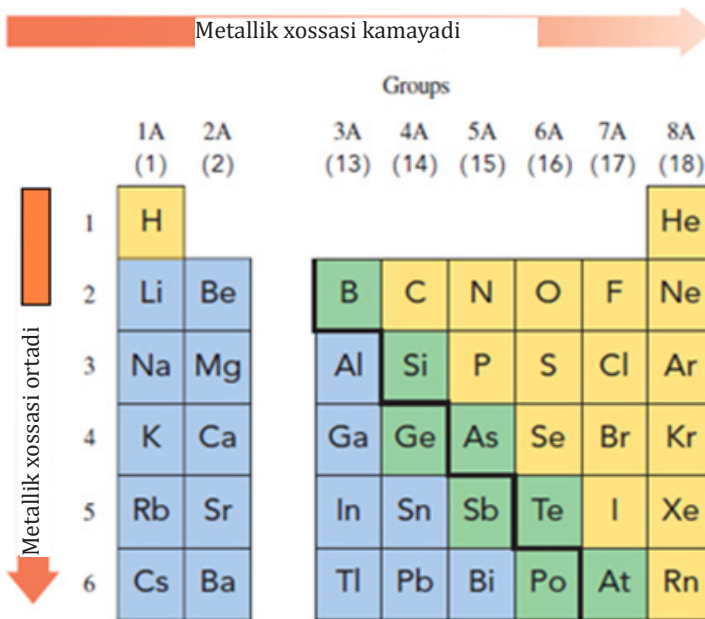
Atom radiusi ortadi ↓

2.9-rasm. Asosiy guruh elementlarida yuqoridan pastga tomon atom radiusi ortadi, lekin chapdan o'ngga tomon kamayadi.

Ionlanish energiyasi guruhlarda pastga tushgan sari kamayib boradi, chunki pastdagi elementlarning tashqi elektronlari yadrodan uzoqda bo'lib, ularni ajratish uchun kamroq energiya kerak bo'ladi. Davr bo'ylab chapdan o'ngga ionlanish energiyasi ortadi, chunki yadroning musbat zaryadi ortganligi uchun elektron ajralishi uchun ko'proq energiya kerak bo'ladi. 1-davr elementlarida valent elektronlar yadroga juda yaqin joylashgan. Shuning uchun H va He larning ionlanish energiyalari juda katta bo'lib, elektronlarni ajratish uchun ko'p energiya talab qilinadi. He ning ionlanish energiyasi

3-davrda Na eng oson elektron beradigan element bo'lib uning metallik xossasi yuqori, Ar da esa elektron berish xossasi juda kam bo'lib, metallik xossasi ham juda past.

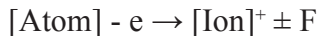
Bitta guruhda joylashgan asosiy guruh elementlarida metallik xossa yuqoridan pastga tomon kuchayib boradi. Pastda joylashgan elementlarda elektron pog'onalari ko'proq bo'lib elektron ajralishi osonroq kechadi. (2.11-rasm)



	Groups							
	1A (1)	2A (2)	3A (13)	4A (14)	5A (15)	6A (16)	7A (17)	8A (18)
1	H							He
2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn

2.11-rasm. Metallik xossalari o'zgarishi

Elektronga moyillik deb neytral atomga bitta elektronning biriktirishidan ajralib chiqadigan yoki yutiladigan energiya miqdoriga aytiladi va (F) bilan belgilanib, o'lchov birligi kJ/g-mol va ev/atom.



Atomlarning bu xususiyati ham davrlarda tartib raqami ortishi bilan ortadi. Masalan, II davrda litiyning elektronga moyilligi 0,82 ev bo'lsa, kislorodda – 1,47 va ftorda – 3,58 ev ga tengdir. Gruppalarda tartib raqami ortishi elektronga moyillikning kamayib borishiga (I gruppada: Li=0,82; Na-0,47 ev) olib keladi.

Elementlar atomlarining yuqoridagi ikki xossasini umumlashtiruvchi kattalik elektromanfiylikdir.

Nisbiy elektromanfiylik (NEM) deb bir atomning boshqa atom elektron bulutini o'ziga qanchalik torta olish xususiyatiga aytiladi:

$$\text{NEM} = \frac{1}{2} (\text{I} + \text{F})$$

Elementlarning elektromanfiyligi litiyning elektromanfiyligiga ($\text{NEM}_{\text{litiy}} = 1$) nisbatan (Poling shkalasi) hisoblanadi.

Elektromanfiylikning qiymati davrlarda elementlarning tartib raqami ortishi bilan ortib boradi. Masalan, III davr elementlari uchun:

$$\text{Na}(Z = 11) < \text{Al}(13) < \text{P}(15) < \text{Cl}(17)$$

$$\text{NEM} = 0,9 < 1,5 < 2,1 < 3,0$$

Guruhda tartib raqami ortishi bilan elektromanfiylik kamayib boradi. Masalan, VII A guruhda:

$$\text{F}(Z = 9) < \text{Cl}(17) < \text{Br} (35) < \text{I}(53)$$

$$\text{NEM} = 4,1 > 3,0 > 2,6 > 2,4$$

Davriy jadvalda eng yuqori elektromanfiylikka ega element ftor bo'lib, u barcha elementlardan elektron “tortib” oladi va kuchli oksidlovchi xossasini namoyon qiladi. Shu sababli ftor inert gazlaridan ksenon (Xe) bilan ta'sirlashib, uni oksidlaydi va XeF_2 birikmasini hosil qiladi. Kislorod ham ($\text{NEM}=3,5$) ftorga elektron beradi va O^{+2} shartli ionga aylanib, OF_2 ni hosil qiladi.

Birinci guruhning oxirlarida joylashgan Cs elementi eng kichik NEM (0,7) ga ega. Shu sababli u eng aktiv metall, ya'ni o'zidan juda oson elektron chiqarib, kuchli qaytaruvchilik xossasini namoyon qiladi.

Atomlarning NEM lari qiymati kimyoviy elementlarning xossalari (oksidlovchilik, qaytaruvchilik, kislota-asos, metall va metal-lamaslik) ni tushuntirishda hamda kimyoviy bog'lanishlarning hosil bo'lishi va ularning tabiatini o'rganishda katta ahamiyatga ega.

Kimyo va salomatlik



Raxit kasalligi

Raxit faqat kichik yoshdagi bolalarda uchraydigan kasallikdir. Bu xastalik bola organizmida “D” vitamini yetishmasligi natijasida kelib chiqadi. Bola hayotining dastlabki yillarida tez oʻsadi. Suyakning oʻsishi uchun organizmga kalsiy va fosfor elementlari zarur boʻladi. “D” vitamini organizmida kalsiy va fosforning ichakdan soʻrilishi, ularning suyak, mushak va boshqa aʼzo toʻqimalariga yetib borishini boshqaradi. Agar organizmida “D” vitamini yetishmovchiligi kuzatilsa, bolaning kalsiy va fosfor elementlariga boʻlgan ehtiyoji qondirilmaydi. Bu kasallik koʻproq kech kuz va qish oylarida tugʻilgan bolalarda rivojlanishi mumkin. Sababi, “D” vitamini organizmida quyoshning ultrabinafsha nurlari taʼsiri ostida hosil boʻladi. Shu fasllarda tugʻilgan bolalar uchun quyosh nuri yetarli boʻlmaydi. Shuning uchun, shifokor bu vaqtda tugʻilgan bolalarga “D” vitamini bor dori darmonlar tavsiya etadi. “D” vitamini yetishmasligi suyaklar yumshashiga, mushaklar, boʻgʻimlar boʻshashiga, immunitet pasayishiga, kamqonlik rivojlanishiga olib keladi. Buning oqibatida bola:

- ancha vaqtgacha boshi va gavdasini tuta olmaydi;
- liqildogʻi yumshab ketadi va juda sekin bitadi;
- tishlari juda kech yoki tartibsiz chiqa boshlaydi;
- turli xil yuqumli kasalliklarga moyil boʻlib qoladi.

Vaqtida davo choralari koʻrilmasa:

- bola vaznining ortib borishi natijasida suyaklari qiyshayadi;
- boshning peshona qismi oldinga, ensa qismi esa orqaga turtib chiqadi;
- umurtqa pogʻonasi bukchayib qoladi;
- koʻkrak qafasi pastga qarab kengayib ketadi;

- oyoq “X” yoki “O” shaklida qiyshayib ketadi;
- bolalarda yassi oyoqlik rivojlanishi mumkin.

Vaziyatli masalalar

1-masala. Agar nisbiy atom massa birligi sifatida uglerod absolyut massasining $1/12$ qismi emas, kislorod absolyut massasining $1/4$ qismi olinsa, magniyni nisbiy atom massasi qanday ozgaradi?

2-masala. Odam organizimida biokatalizator vazifasini bajaruvchi magniy atomining 2 donasining massasining noma'lum element atomi 10 donasining massasiga nisbati 0,1 bo'lsa, noma'lum elementni toping.

3-masala. Odam organizimida biokatalizator vazifasini bajaruvchi kalsiy atomi shar shaklida bo'lib atom radiusi 0,196nm, shar hajmi atom umumiy hajmining 74% ini tashkil etadi. Kalsiy atomining zichligini (g/sm^3) aniqlang.

4-masala. 25 dona vitamin B_{12} tarkibiga kiruvchi Co atomining hajmini toping ($\rho=1.53\text{g/sm}^3$).

Bilimni sinab ko'rish uchun testlar

1. Quyida keltirilgan molekulalardan neytronlarga nisbatan elektronlari ko'p bo'lganini toping.

A) LiH B) SiH_4 C) HF D) H_2O E) CH_4

2. Quyida keltirilgan molekulalar tarkibidagi elektron, neytron va protonlar yig'indisi ortib borish tartibida joylashtiring

1) NH_3 2) NO 3) N_2H_4 4) HNO_3 5) CH_3NH_2

A) 1, 2, 5, 3, 4 B) 4, 2, 5, 3, 1

C) 1, 3, 5, 2, 4 D) 4, 3, 5, 2,

13. Element atomida 45 ta neytron bo'lib, ular element atom massasining 56,25% tashkil etadi. Bu elementdagi proton, elektron, element tartib nomeri, atom massasini toping.

A) 40: 40 : 45: 85 B) 38: 38: 38: 85

C) 35: 35: 35: 80 D) 40: 40: 45: 45

4. Quyidagi ifoda davomini toping

Barcha uglerod atomlarida ...

- 1) neytronlar soni 6 ta
 - 2) protonlar soni 6 ta
 - 3) neytronlar soni 7 ta
 - 4) protonlar soni 7 ta
 - 5) nisbiy atom massasi 12 ga teng
- A) 1, 4 B) 2 C) 2, 5 D) 3

5. X^{3-} ionida 118 ta neytron va 76 ta elektron bo'ladi. Shu elementning atom massasi nechaga ternligini toping.

- A) 118 B) 21 C) 197 D) 194

6. As^{+5} ioni X^{+2} ionidan 1.5 marta ko'p elektronga ega. X elementni aniqlang.

- A) temir B) xrom C) titan D) bariy

7. Qaysi moddaning 1 kg miqdorida 0.3043 g elektron mavjud? (elektron massasi $9,1 \cdot 10^{-31} \text{kg}$)

- A) C_2H_2 B) CD_4 C) H_2O D) CH_4

8. Qaysi moddaning 1 kg miqdorida 0.2743 g elektron mavjud?(elektronning massasi $9,1 \cdot 10^{-31}$)

- A) C_2H_2 B) CD_4 C) H_2O D) CH_4

9. Qaysi kvant soni elektronni o'z o'qi atrofida aylanishini ifodalaydi?

- A) bosh B) orbital C) magnit D) spin

10. Elektronlar soni bilan farq qilmaydigan atom yoki ionlarni tanlang.1) vodorod anioni 2) litiy kationi 3) geliy 4) alfa zarracha 5) deyteriy

- A) 1, 2, 3, 4 B) 1, 2, 3 C) 2,3, 5 D) 1, 2, 4

3

YADRO KIMYOSI

Zamonaviy tashxis qo'yish moslamalarining jadallik bilan rivojlaniishi asab sistemasi, miya, onkologiya, yurak-qon-tomir sistemasi kasalliklarini aniqlash va ularni kechish jarayonini kuzatib borishga keng imkoniyatlarni yaratib bermoqda. Ba'zi yurak kasalliklarining tashqi belgilari yaqqol ko'rinavermaydi. Ularni yaqin o'tmishda yurak urish tezligi, ritmi va boshqa aniq bo'lmagan belgilar, elektrkardiogramma, rentgenogrammaga tushirilgan yurak konfiguratsiyasi boyicha



aniqlashar edi. Ayniqsa yurakning tug'ma porokini aniqlashda ko'r-ko'rona ishlanib va faqat ochiq yo'l bilan bajarilgan operatsiyalar oxirgi natijalarni berar edi. Yadro tibbiyotining rivojlanishi bilan tashhis qo'yish zamonaviy tus olib, yurak kasalliklarini

aniqlash va davolash yo'llari bu kasalliklarni aniq tashxisi qo'yilishiga, davolashda jarrohlik operatsiyalarga ehtiyojni minimal darajaga tushirishga imkoniyat yaratib berdi. Bu yo'nalishda pozitron-emission tomografiya ayniqsa aniq ma'lumotlarni beradi. Pozitron-emission tomografiya (PET) – yadro tibbiyotining bir usuli bo'lib, kuzatuvdan oldin organizmga, o'zidan pozitron (musbat zaryadlangan zarrachalar) ajratuvchi maxsus tayyorlangan radioaktiv moddalar kiritiladi. Ular, odatda, o'z ichida kam yashovchi radionuklidlarni tutadi va ichki a'zolar hujayralari ularni yutub olib, keyin esa o'zidan nur chiqarib

turadi. Pozitron-emission tomograf esa bu nurni yozib oladi. Shu yo'l bilan istalgan a'zo va uning funksiyasini o'rganish mumkin. Avvalambor radioizotopni shunday tanlash kerakki, unung aksariyat qismi shu a'zoda to'planishi zarur. Patologik o'chog' haqida aniq anatomik ma'lumot olish maqsadida pozitron-emission tomografiyani kompyuter tomograf (KT) bilan birgalikda ishlatish qo'sh natija beradi – KT yordamida tekshirilayotgan a'zoning tuzilishi olinsa, PET ni ishlatib a'zoning funksiyasi o'rganiladi. Natijada ko'rilayotgan a'zoning tuzilishidagi o'zgarishlar bilan birgalikda to'qimalarda kechayotgan metabolik jarayonlar biokimyoviy darajada o'rganiladi.

Yadro tibbiyotining rivojlanishi va vazifalari

1934-yilda sun'iy radioaktiv izotoplar olinishidan boshlab radiatsion tibbiyot sohasi vujudga kela boshladi. 1937-yilda Berkli shahridagi Kaliforniya universiteti olimlari radioaktiv izotopni leykemiya kasalligini davolash uchun ishlatdilar. Radioaktivlikni tibbiyotda ishlatishdagi asosiy yutuqlar 1946-yilda radioaktiv izotopni qalqonsimon bez faoliyati tashxisini o'tkazishda, qalqonsimon bez raki va giperteriozni davolashda erishilgan edi. Hozirgi vaqtda radioaktiv moddalar jigar, taloq, qalqonsimon bez, buyrak, bosh miya tasvirlarini olish, shuningdek yurak kasalliklarini aniqlash uchun ishlatilmoqda. Bugungi kunda yadro tibbiyoti sohasidagi muolajalar organizmning har bir a'zosining tuzilishi va faoliyati haqida ma'lumot bera oladi va kasalliklarning boshlang'ich davrida tashxis qilish va davolash imkoniyatini beradi.

Kasalliklarga tashxis qo'yish va davolashda kasallangan a'zolari tasvirga tushirish usullaridan foydalanuvchi mutaxassislar texnolog-radiologlardir. Ular qo'shimcha mutaxassislikni o'qib o'zlashtirib, bemorlarni ko'rikdan o'tkazish uchun kompyuter tomografiya (KT), magnit-rezonansli tomografiya (MRT), multispiralli kompyuter tomografiya (MSKT), pozitron-emission tomografiya (PET) va boshqa usullarni qo'llashadi. Texnolog-radiologlarning vazifasi bu tekshiruvlarini o'tkazishdan avval bemorni tayyorlash, bu usullarning foydali va zararli taraflari bilan tanishtirish va skaner

apparatida o'zini qanday tutish kerakligini tushuntirishdan iborat. Bemor organizmiga texnetsiy-99m, iod-131 va galliy-67 kabi radioaktiv indikatorlar yuboriladi. Ulardan γ -nurlar ajralib, detector bilan yutiladi va buyrak yoki qalqonsimon bez shakllarini hosil qilish yoki yurak mushaklariga qon yetib borishini kuzatish uchun foydalaniladi. Shuningdek, texnolog-radiologlar radiatsiyaning shikastlovchi ta'sirini cheklantirish, radiatsiyani patsiyentlar va o'zlarining organizmlariga ko'rsatadigan ta'siri haqida ogoh bo'lishlari kerak. Shu bilan bir vaqtda bemor ichiga qabul qilishi kerak bo'lgan kontrast modda eritmasini tayyorlashni, hisob-kitob ishini yuritishni va texnik asboblarni ishlatishni bilishlari lozim.

3.1. Yadro reaksiyalari

Atomlarning yadrolari tarkibi o'zgarishi bilan borib, yangi element yadrolari hosil bo'lishiga olib keluvchi jarayon **yadro reaksiyasi** deyiladi. Yadro reaksiyalari tabiatda va sun'iy usulda ro'y beradi. Tabiiy yadro reaksiyalari radioaktiv elementlarning parchalanishi (radioaktivlik) tufayli sodir bo'ladi.

Tabiiy radiaktiv elementlar:

$^{84}_{84}\text{Po}$	$^{86}_{86}\text{Rn}$	$^{87}_{87}\text{Fr}$	$^{88}_{88}\text{Ra}$	$^{89}_{89}\text{Ac}$	$^{90}_{90}\text{Th}$	$^{91}_{91}\text{Pa}$	$^{92}_{92}\text{U}$	$^{93}_{93}\text{Np}$
Sun'iy radiaktiv elementlar:								
$^{43}_{43}\text{Tc}$ (1937-yil)	$^{61}_{61}\text{Pm}$ (1940-yil)	$^{85}_{85}\text{At}$ (1940-yil)	94–109 raqamli elementlar					

Radioaktiv elementlar o'zidan uch xil α -, β -, γ -nurlar chiqarib, boshqa element yadrolarini hosil qiladi. Davriy jadvalning 19-elementigacha ko'pchilik elementlarning yadrolari barqarorlikka ega. 20-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 radioaktiv yadro deyiladi va radioaktiv nur tarqatib, barqaror yadro hosil qilishga intiladi. Ra-

dioaktiv 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‘rganish jarayonida, 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 neytronlar yig‘indisiga teng. Masalan, qalqonsimon bez kasalliklarini tashxis qilish va davolashda qo‘llanadigan radioaktiv yod elementi yadrosining tarkibi quyidagicha ifodalanadi: massa soni 131 va tartib raqami 53:

Element atom massasi

Element tartib raqami



Element belgisi

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

Radioaktiv yemirilishda yadro nurlanib parchalanadi. Bu jarayon yadro reaksiyasi tenglamasi ko‘rinishida yoziladi. Yadro reaksiyasida parchalanayotgan atomlar belgisi atom massasi va zaryadi bilan ko‘rsatiladi, reaksiyadan keyin hosil bo‘layotgan yadro ham shu tarzda yoziladi va ajralib chiqayotgan nur turi ko‘rsatiladi.

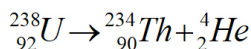
Radioaktiv yadro $\rightarrow$ Yangi yadro + Nurlanish turi (α , β , β^- , γ)

α - parchalanish

Beqaror izotop barqaror izotopga aylanishida u nur tarqatadi va energiyasi pastroq bo‘lgan holatga o‘tadi. Bunda nurlanishning turlaridan biri – α -zarracha ajralib chiqadi.

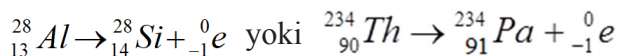
Alfa – zarracha (α -zarracha) - bu geliy atomining yadrosi bilan bir xil zarrachadir. Geliy atomining yadrosi ikkita proton va ikkita neytronga ega. Uning massa soni 4, yadro zaryadi +2. Alfa - zarra-cha grekcha harf α yoki geliy atomining belgisi bilan ifodalanadi, faqat +2 zaryadi ko'rsatilmaydi. Alfa - nurlanish kuchli ionlash xossasiga ega bo'lib, 0,01 mm qalinlikdagi to'siqlardan o'tadi. α - parchalanishda radioaktiv yadroning massa soni 4 birlikka va atom raqami 2 birlikka kamayadi.

Masalan, uran-238 alfa zarrachani ajratib chiqarib, massa soni 234 bo'lgan yangi izotopni hosil qiladi. Agar boshlang'ich izotopning 92 ta protoni bo'lgan bo'lsa endi 90 ta protonli toriy yadrosi hosil bo'ladi:



Beta-parchalanish

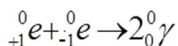
Beta - zarracha (elektronli β) – bu energiyasi yuqoruroq bo'lgan, zaryadi -1 ga teng ($z = -1$) elektron bo'lib, 0,01 m qalinlikdagi to'siqdan o'ta oladi. Uning massasi proton massasidan ancha kichik bo'lganligi uchun 0 ga teng ($m=0$) deb qabul qilinadi. Beta - zarra-cha grekcha harf β belgisi bilan ifodalanadi. Beta - zarracha (elektron) beqaror yadroda neytron protonga aylanishida hosil bo'ladi. β - parchalanishda yangi hosil bo'lgan elementlarning tartib raqami bir birlikka ortib, yadroning massa soni o'zgarmay qoladi:



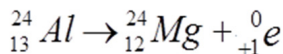
Proton yadroda qolganligi uchun, protonlar soni bittaga ortadi, neytronlar soni esa bittaga kamayadi. Shunday qilib beta- parchalanish yadro reaksiyasi tenglamasida radioaktiv yadro massa soni va yangi izotop massa soni bir biridan farq qilmaydi. Shunga qaramay yangi yadro atom raqami bir birlikka ortadi, bu degani yangi element yadrosi hosil bo'ladi (transmutatsiya).

Pozitron emissiyasi

Pozitronli β^+ - beta-zarrachaga o'xshash, belgisi β^+ , zaryadi +1 ($z = +1$) va massa soni nolga teng ($m=0$) bo'lib, kuchli o'tish (singish) xossasiga ega; 0,1 m qalinlikdagi to'siqdan o'ta oladi. Pozitron-emissiyasida, turg'un bo'lmagan yadrodagi proton neytronga aylanadi. Pozitron – bu elektronning antizarrachasidir. Elektron va pozitron to'qnashganida, ularning mikroskopik massalari to'liq gamma-nurlar ko'rinishidagi energiyaga o'tadi.



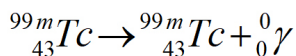
Neytron yadroda qolib, pozitron yadrodan chiqib ketadi. Pozitron-emissiyasi bo'lgan yadro reaksiyasida radioaktiv yadroning massa soni yangi yadroning massa soniga teng bo'ladi. Shunga qaramay yangi yadroning tartib raqami bir birlikka kamayadi va bu bir element yangi elementga aylanganidan dalolat beradi (transmutatsiya). Masalan, aluminiy-24 yadrosi pozitron emissiyasiga uchrab magniy-24 yadrosini hosil qiladi. Magniy (12) va pozitron (1+) zaryadining yig'indisi aluminiy (13) ning zaryadini beradi.



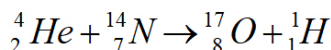
Gamma nurlanish

Gamma-nurlar (γ) – bu yuqori energiyali nur turi bo'lib, beqaror yadroning zarrachalari qayta guruhlanib, barqarorroq, energiyasi pastroq izotop hosil bo'lishida ajralib chiqadi. Gamma nurlar grekcha harf γ bilan belgilanadi va o'zi energiya bo'lganligi uchun, massasi va zaryadi yo'q zarracha hisoblanadi. Gamma nurlarini chiqaruvchi manbalar kam. Ammo ko'pchilik alfa- va beta nurlanish vaqtida gamma nurlar ham ajraladi. Rentgenologiyada eng ko'p ishlatiladigan gamma nurini beruvchi izotop – bu texnetsiy (Tc). Beqaror texnetsiy izotopi metaturg'un izotop deb yoziladi (belgisiga m qo'shiladi), masalan, texnetsiy-99m, Tc-99m, yoki ${}^{99m}_{43}\text{Tc}$. Bu

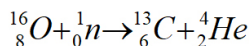
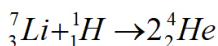
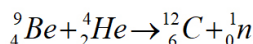
turdagi parchalanishda energiya gamma nurlar ko‘rinishida ajraladi va izotop barqaror izotopga aylanadi.



Ayrim elementlar barqaror izotoplari yadrolarining elementar zarrachalar bilan ta’sirlashuvi natijasida (bombardimon qilinganda) sun’iy yadro reaksiyalari ro’y beradi. Shunday reaksiyalarni birinchi marta Rezerford 1919 yilda azot atomini α -zarrachalar (He) bilan to‘qnashtirib amalga oshirgan:



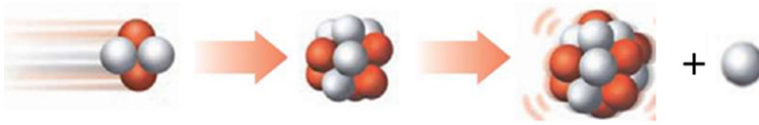
Bu reaksiya (α , p) turdagi reaksiya deyiladi. α -birikuvchi, to‘q-nashuvchi zarracha, p-hosil bo‘luvchi zarracha. Shu singari boshqa turdagi (α , n), (p, α), (n, α) – reaksiya turlari ham mavjud:



3.2. Radioaktiv izotoplarni hosil qilish

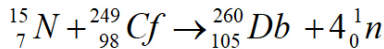
Bugungi kunda ko‘pchilik radioizotoplar kichik miqdorda radioaktiv bo‘lmagan izotoplardan hosil qilinadi. Bu jarayon transmutatsiya deyiladi. Unda barqaror yadro juda faol elementar zarrachalar (alfa zarracha, protonlar, neytronlar, kichik yadrolar) bilan bombardimon qilinadi. Shu zarrachalardan biri yutilib, barqaror izotop radioaktiv izotopga aylanadi, va odatda, yana bir radioaktiv zarracha ajraladi.

Tartib raqami 92 dan yuqori bo‘lgan elementlarning barchasi elementar zarrachalar bilan bombardimon qilinib olinishi mumkin. Ko‘pchiligi juda kam miqdorda olinib, qisqa vaqt yashaydi va

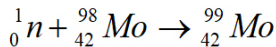


Bombardimon Barqaror yadro Yangi radioaktiv yadro Neytron
qilayotgan zarracha

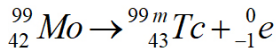
ularning xossalari o'rganish qiyin. Masalan, kaliforniy-249 azot-15 bilan bombardimon qilinsa, radioaktiv element dubniy-260 va to'rtta neytron hosil bo'ladi.



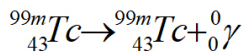
Texnetsiy-99m radiatsion tibbiyotda ba'zi bir diagnostik muolajalar o'tkazilganda, masalan, bosh miya o'smasini, jigar yoki qorataloq kassalliklarini aniqlashda ishlatiladi. Texnetsiy-99m izotopini olishda, yadro reaktorida avval molibden-98 neytron bilan bombardimon qilinib, molibden-99ga, so'ngra u texnetsiy izotopiga o'tkaziladi:



Ko'pchilik radiologiya laboratoriyalari molibden-99ni texnetsiy-99m radioizotopiga o'tkazadigan kichik generatorlarga egadir:



Texnetsiy-99m radioizotopi o'z navbatida gamma nurlarni ajratib parchalanadi. Gamma nurlari diagnostika ishlari uchun qulay hisoblanadi, chunki ular tana orqali tanib oluvchi moslamalarga o'tadi:



3.1-jadvalda yadro reaksiyalarida ishlatadigan nurlanish turlari keltirilgan:

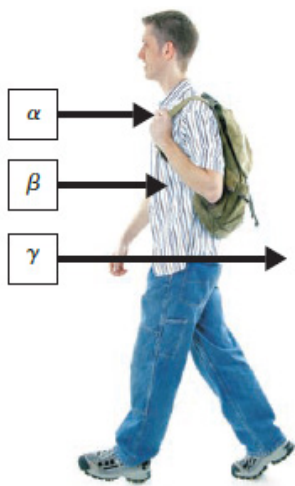
3.1-jadval

Radiatsiya turlari

Radiatsiya turi	Belgisi	Yadrodagi oʻzgarishlar	Massa	Ishorasi
Alfa zarracha	α	4_2He Ikkita proton va ikkita neytron birgalikda alfa zarracha hosil qiladi	4	2+
Beta zarracha	β	${}^0_{-1}e$ Neytron protonga aylanib electron chiqib ketadi	0	1 -
Pozitron	$\beta+$	${}^0_{+1}e$ Proton neytronga aylanib pozitron chiqib ketadi	0	1 +
Gamma nur	γ	Energiya chiqib ketib yadro turgʻunlashadi	0	0
Proton	p	1_1p Proton chiqadi	1	1 +
Neytron	n	1_0n Neytron chiqadi	1	0

3.3. Radiatsiyaning biologik ta'siri

Radiatsiya o'tish yo'lida molekularlar bilan to'qnashib, ulardan elektron otilib chiqadi va beqaror ionlar hosil bo'ladi. Agar shu ionlantiruvchi nurlanish odam tanasi orqali o'tsa, u suv molekulari bilan ta'sirlashib, elektronini siqib chiqaradi va H_2O^+ zarrachalari hosil bo'ladi. Bu o'z navbatida keraksiz kimyoviy jarayonlar sodir bo'lishiga olib keladi. Radiatsiyaga eng sezgir hujayralar qatoriga – orqa miya suyuqligi, teri, jinsiy a'zolar, ichak va o'sayotgan bolalar hujayralari kiradi.



Shikastlangan hujayralar kerakli bo'lgan moddalarni hosil qilmay qoladi. Masalan, orqa miya hujayralari shikastlansa, eritrotsitlar ishlab chiqarilishi buziladi. Agar sperma,

tuxumdon yoki homila hujayralari shikastlansa, bolalarda tugʻma yetishmovchiliklar vujudga keladi. Aksincha, katta odamlarning asab, mushak, jigar, suyak hujayralari rivojlanib boʻlganligi uchun boʻlinmaydi va radiatsiya taʼsiriga chidamli boʻladi. Rak hujayralari tez boʻlinadigan boʻladi. Radiatsiya taʼsiriga juda sezgir boʻlganligi uchun, ularni halokatga uchratish uchun radiatsiya nurlaridan foydalaniladi. Rak hujayralarini oʻrab turgan sogʻlom hujayralar, aksincha sekin boʻlinadi va radiatsiya nuri taʼsiridan kamroq zarar koʻradi. Shunga qaramay radiatsion nur oʻsimtalar hosil boʻlishiga, leykemiya va genetik mutatsiyalarga olib keladi.

3.4. Radiatsiyadan himoyalaniish

Radiolog-texnologlar, kimyogarlar, radioaktiv izotoplar bilan ishlaydigan vrachlar va hamshiralar kerakli darajada radiatsiyadan himoyalaniishlari zarur. Alfa zarrachalar eng katta massa va zaryadga ega boʻlganligi uchun ulardan toʻgʻri tanlangan ekran yordamida himoyalaniish kerak. Nur zarrachalari havo molekullari bilan toʻqnashguncha, bir necha santimetr havodan uchib borib, elektronlarni oʻziga qamrab olib, geliy atomiga aylanadi. Alfa zarrachalardan hatto qogʻoz varagʻi, ustki kiyim, teri ham himoya qiladi. Laboratoriya xalati, qoʻlqoplar ham maʼlum darajada radiatsiyadan himoyalaydi. Shunga qaramay alfa nurini ajratuvchi zarrachani yutib yoki hidlab yuborilsa organizmning ichki aʼzolari jiddiy darajada shikastlanadi. Beta zarrachalarning zaryadi ham, massasi ham kichik boʻlishiga qaramay, ular ancha tez harakatlanadi va uzoq masofaga taʼsir koʻrsatadi. Ular havoda bir necha metrga uchib borib, qogʻoz va kiyimdan oʻtib tanaga 4–5 mm ga singiydi.



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



3.2-rasm. Radioizotoplar bilan ishlagan odam himoyalovchi kiyim va qo'lqop kiyib olib, qalqon – ekran ortida ishlaydi.

juda havfli hisoblanadi. Ulardan himoyalash uchun zichligi juda yuqori metallardan yoki polimer kompozitlardan yasalgan ekranlar ishlatiladi. Radioaktiv izotoplar bilan ishlagan tibbiyot hodimlari himoyalovchi kiyim, qo'lqop kiyib, qalqon ortida turib ishlashlari kerak (3.2-rasm). Radioaktiv material so-

lingan flakonlarni ushlash uchun uzun qisqichlar ishlatib, ularni tanadan, qo'llardan yiroqda ushlash lozim.

Radioaktiv izotoplar ishlatiladigan laboratoriyada ishlaganda, masalan, tibbiy radiologiyada, radioaktiv muhitda iloji boricha kam bo'lishga harakat qilish lozim.

Radioaktiv hududda qancha ko'p qolib ketilsa, radiatsiya ta'siriga shuncha ko'p uchragan bo'ladi. Masofani saqlash zarur – bu radiologiya laboratoriyasidagi asosiy qonun hisoblanadi. Radioaktivlik manbasidan qanchalik uzoq bo'lsa, shunchalik nurlanish in-

tensivligi pastroq bo‘ladi. Radioaktiv manbadan 2 barobar yiroqlashganda nurlanish ($\frac{1}{2}$) 2 barobar kamayadi.

Kimyo va salomatlik



Radondan uyda zararlanish

Havoda radon gazining mavjudligi atrof-muhit va sog‘liq uchun radiatsion havflik tug‘dirayotgani ko‘p muhokama bo‘lmoqda. Ba’zi bir radioaktiv izotoplar, masalan, radiy-226 tabiiy ravishda ko‘pchilik yerda mavjuddir. Radiy-226 alfa-zarrachani ajratib radon gaziga aylanadi. Shuning uchun uy sharoitida yer va toshlar o‘zidan radonni ajratib turadi.

Uydan tashqarida radonning havfliligi kamroq, chunki u havoda disperslanib tarqalib ketadi. Ammo radioaktiv manba uy tagida joylashgan bo‘lsa, u oyoq ostidagi teshiklardan uyga o‘tib, xonalarini zaharlaydi. Shunday yerlarda yashagan yoki ishlagan odam nafas olishda radonni ichiga yutadi. Masalan, o‘pkada radon-222 alfa parchalanishga uchrab poloniy-218 ga o‘tadi, u esa o‘z navbatida o‘pka rakiga olib keladi.

Xalqaro atrof muhitni muhofazalash qo‘mitasi (AMM) ning taklifi bo‘yicha uy ichida radon konsentratsiyasi 11 havoda 4 pikokiyuri (pCi) (10-12 kyuri)(Ci) dan ortmasligi kerak.

Radiatsiya va oziq-ovqat

Patogen bakteriyalar, masalan, salmonella, ichak tayoqchalari sababchi bo‘ladigan ovqatdan zaharlanishlar sog‘liqni saqlashda asosiy muammolardan bo‘lib qolgan. Ichak tayoqchalari mol go‘sh-ti, meva sharbati, salat, don mahsulotlaridan o‘tib kasalliklarga olib keladi. Nurlantirish texnologiyasi tibbiy anjomlarni sterillashtirishga o‘xshaydi. Kobalt granulalari zanglamaydigan po‘latdan yasal-

gan stellajlarga o'rnatilgan trubkalarga joylashtiriladi. Qator stellajlar orqali gamma-nurlar o'tkazilganda, bakteriyalar halok bo'ladi.

Bunday ishlov berilgan oziq-ovqat eskirmasligi va zararsizligini xo'rlandalar bilishlari va ogoh bolishlari shart, chunki nur o'tkazilgan oziq-ovqat radioaktiv nur bilan ta'sirlashmaydi. Ovqat orqali o'tayotgan gamma nurlar faqat bakteriyalarni o'ldirib, ovqatni radiaktiv qilib qo'ymaydi. Nurning ta'sirida bakteriyalar o'sish va bo'linishdan to'xtaydi. Ovqat tayorlashda, uni isitishdan maqsad ham ana shunda. Nur ham, issiqlik ham oziq-ovqat sifatiga deyarli ta'sir etmaydi. Ular faqat bakteriya hujayralarini o'sish va bo'linishdan to'xtatadi.

Shunday qilib, nurlantirilgan oziq-ovqat radiatsiyadan shikastlanmaydi, ammo oz miqdorda bo'lsa ham B₁ va C vitaminlarini yo'qotishi mumkin. Hozirgi vaqtda pomidor, malina va boshqa shunga o'xshagam meva va sabzovotlarga nur ta'sir ettiriladi. Bu esa ularni ohirigacha pishib yetganda yig'ib olinish va uzoq muddat saqlab turishga imkon beradi (3.3-rasm).

Cho'chqa, mol go'shti va parranda go'shtini infeksiyadan asrash va saqlash muddatini oshirish uchun, ularni nurlashga ruxsat bergan.

Hozirgi vaqtda 40 dan ziyod mamlakatlarning bozorlarida nur bilan ishlov berilgan sabzovot va go'sht mahsulotlari sotiladi.



(a)



(b)

3.3. rasm. (a) nurlangan oziq-ovqatlarda shu belgi qo'yilishini talab qiladi. (b) Nurlangan qulupnay (o'ngda) ikki haftadan keyin ham o'zgarmasdan turadi. Nurlanmagani (chapda) mog'or bilan qoplanadi.

Qo'shma shtatlarning magazinlarida nur bilan ishlov berilgan tropik mevalari, shpinat va maydalangan go'shtni topish mumkin.

Apollon-17 astronautlari Oyga sayohat vaqtida, nurlangan oziq-ovqat ishlatishgan, ba'zi kasalxonalarda, qariyalar uylarida hozirgi vaqtda salmonella infeksiyasining oldini olish uchun nurlangan parranda go'shti ishlatiladi.

Sayyohlar va harbiylar uchun ham saqlash muddati uzaytirilgan oziq-ovqatlarni ishlatish qo'l keladi.

3.5. Nur kasalligi

Ko'p dozada nurlanishning bir martasi ham inson tanasiga katta ta'sir ko'rsatadi. Odatda, 25 berdan kam nurlanishni aniqlash imkoni mavjud emas. Butun tananing 100 ber bilan nurlanishi esa oq qon tanachalarining ishlab chiqarilishini vaqtinchalik kamaytirib yuboradi. Agarda nurlanish darajasi 100 berdan yuqori bo'lsa, odamda nurlanish kasalliklari belgilari: ko'ngil aynish, qusish, holsizlik va oq qon tanachalarining soni kamayishi kuzatiladi. Tanadagi nurlanish 300 berdan oshib ketsa, leykotsitlar miqdori nolga tushib ketishi ham mumkin. Bunda odam ich ketishi, soch to'kilishi va infeksiyadan aziyat chekadi. Nurlanishning 500 ber miqdorda nurlangan odamlarning 50% ida o'limga olib kelishi mumkin. Bu miqdorda nurlanish yarim aholi uchun letal doza deb ataladi yoki LD_{50} . LD_{50} turli tirik organizmlarda turlicha qiymatga ega bo'lishi mumkin. Tananing 600 ber va undan yuqori darajada nurlanishi bir necha hafta ichida barcha odamlar uchun halokatga olib kelishi mumkin.

3.6. Radioaktivlikni tibbiyotda ishlatilishi

Organizmda biron bir a'zo holatini aniqlash uchun radiolog shu a'zoda to'planib qoladigan radioizotoplarni ishlatadi. Organizm hujayralari radioaktiv izotopni



radioaktiv bo'lmaganidan ajratib o'tirmaydi, shuning uchun organizmga yuborilgan izotoplar oson qo'shilib ketadi. Rakni davolash uchun radioaktiv izotop bilan to'ldirilgan urug'lar organizmga implant qilinadi.

Radioaktiv atomlar nur tarqatib turganligi uchun, ularni topib olish oson bo'ladi. 3.2-jadvalda yadro tibbiyotida ishlatiladigan ba'zi bir radioaktiv izotoplar keltirilgan.

3.2 -jadval

Radioizotoplarni tibbiyotda ishlatilishi

Izotop	Yarim yemirilish davri	Nurlanish turi	Tibbiyotda ishlatilishi
Au-198	2,7 kun	Beta	Jigar tomografiyasi; Abdominal rakni davolash
Ce-141	32,5 kun	Beta	Oshqozon-ichak yo'lining diagnostikasi; yurakka qon kelishini o'lchash
Cs-131	9,7 kun	Gamma	Prostata bezini braxiterapiyasi
F-18	110 min.	Pozitron	Pozitron-emission tomografiya (PET)
Ga-67	78 soat	Gamma	Ichak bo'shlig'ini ko'rish; o'smatalarni aniqlash
Ga-68	68 min.	Gamma	Oshqozon osti bezi rakini aniqlash
I-123	13,2 soat	Gamma	Qalqonsimon bezi, bosh miya, prostata bezi rakini davolash
I-131	8,0 kun	Beta	Greyvs kasalligi, bo'qoq kasalligini davolashda, gipertireoz, qalqonsimon bez, prostata bezi rakini davolash
Ir-192	74 kun	Gamma	Ko'krak, prostata bezi rakini davolashda
P-32	14,3 kun	Beta	Leykemiyaning davolashda, qizil qon tanashalari ortiqchaligini, pankreatit rakini davolashda
Pd-103	17 kun	Gamma	Prostata brahiterapiyasida

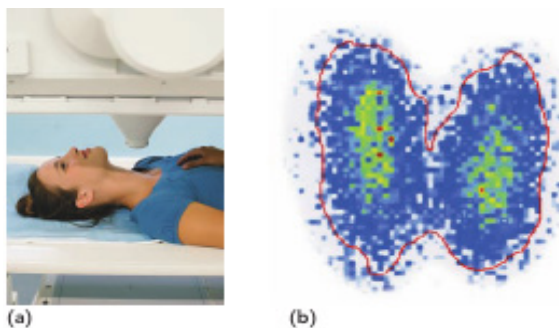
Sr-85	65 kun	Gamma	Suyakdagi shikastlanishni aniqlash; miyani skanerlash
Tc-99m	6,0 soat	Gamma	Skelet, yurak, bosh miya, jigar, o'pka, suyaklar, qorataloq, buyrak, qalqonsimon bez tasvirlarini olishda yadro tibbiyotida eng keng qo'llanadigan radioizotop
Y-90	2,7 kun	beta	Jigar rakini davolashda

Tibbiyotda rak kasalligi bilan og'rigan bemorlar ^{60}Co -izotopi (γ -nurlari manbayi) ta'sirida davolanadi. Jarrohlikda asboblarni sterilashda, nishonlangan atomlar usuli bilan dorilarning organizmga ta'sirini o'rganishda qo'llaniladi.

Radioizotoplar yordamida skanerlash

Bemor radioaktiv izotopni qabul qilgandan so'ng rentgenolog radioaktiv izotop joylashgan yerini va undan chiqarayotgan radioaktivlik darajasini aniqlaydi. Bu moslama skaner deb nomlanadi va u tasvirni chizib berish uchun ishlatiladi. Skaner tana bo'ylab, radioaktiv izotop turgan va o'zidan gamma nurni tarqatayotgan a'zo ustidan sekin-asta o'tkaziladi. Nur chiqarayotgan yuza kattaligining kamayishi yo'ki ortishi a'zolarning kasallanganligi, ya'ni o'sma o'sishi, tromblar yoki shishlar hosil bo'lganligini ko'rsatadi. Qalqonsimon bez faoliyatini o'rganish shundan iboratki, bezga radioaktiv yod yuboriladi. Og'iz orqali yuborilgan radioaktiv yod-131 qalqonsimon bez tarkibidagi yod bilan aralashib ketadi. Yigirma soat o'tgach, qalqonsimon bez tomonidan yutilgan yod miqdori aniqlanadi. Qalqonsimon bezgacha tushirilgan aniqlovchi trubka bezdagi yod-131 chiqarayotgan nurni topadi.

Davolashning mohiyati shundan iboratki, radioaktiv izotop ta'sirida qalqonsimon bez hujayralari yemiriladi. Giperfunksiyali qalqonsimon bezda yod konsentratsiyasi normal miqdordan ko'proq bo'ladi.

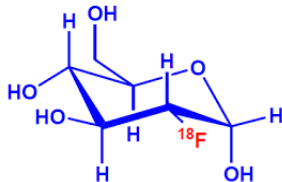


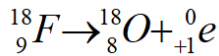
3.4-rasm. (a) Skaner a'zolarida to'plangan radioizotop chiqarayotgan nurni aniqlash uchun ishlatiladi. (b) skanerlangan qalqonsimon bez tasvirida yod-131 to'planganligi ko'rinadi.

Davolashning mohiyati shundan iboratki, radioaktiv izotop ta'sirida qalqonsimon bez hujayralari yemiriladi. Gipoaktiv qalqonsimon bezda unung konsentratsiyasi kamroq bo'ladi. Agar bemorda gipertireoz bo'lsa, davolashni qalqonsimon bez faolligini pasaytirishdan boshlanadi. Davolashni boshlaganda organizmga nurlanishi diagnostik dozanikidan yuqori bo'lgan radioaktiv yodning terapevtik dozasi yuboriladi. Radioaktiv yodning nuri qalqonsimon bezning ba'zi bir hujayralarini yemiradi, bezning gormon ishlab chiqarishi kamayadi va shuning uchun organizm faoliyati gipertireozda nazorat ostida bo'ladi.

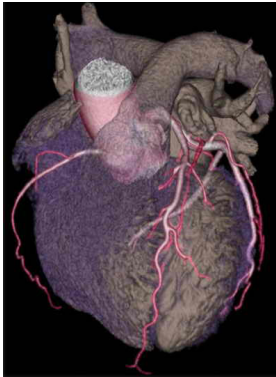
Pozitron-emission tomografiya (PET)

Yarim yemirilish davri qisqa bo'lgan, uglerod-11, kislorod-15, azot-13, fluor-18 kabi pozitron ajratuvchi izotoplar pozitron-emission tomografiya (PET) deb nomlanuvchi tasvir shakllantirish usulida ishlatiladi. Bu usulda ishlatiladigan izotoplar, masalan, fluor-18, organizmdagi, masalan, glukoza kabi moddalar bilan miya faoliyati, modda almashinuvi va qon aylanishini o'rganish uchun ishlatiladi.

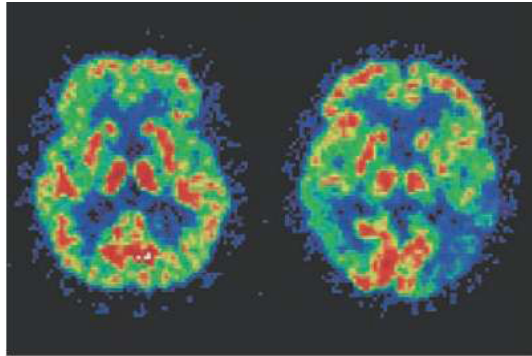




Ajralayotgan pozitronlar elektronlar bilan birlashib, gamma nurlarni hosil qiladi. Ular o'z navbatida kompyuter texnikasi yordamida aniqlanib, a'zolarining uch o'lchamli tasvirini yaratib beradi (3.5-rasm).



3.5-rasm. Yurakning uch o'lchamli tasviri



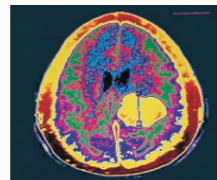
Miyaning PET tasvirida chap tarafdagi normal, o'ngda Alsgaymer kasalligiga uchragan holati ko'rsatilgan.

Bu usul ayniqsa onkologiyani barvaqt tashhisida, kardiologiya, nevrologiya kasalliklarini aniqlashda, ayniqsa a'zolar konfiguratsiyasini hosil qilishda, kasallik rivojlanishi va tuzalishi davrida natijalarni kuzatib turishda yaxshi samara beradi.

Hozirgi paytda PET usuli bilan yurakning uch o'lchamli tasviri ham olingan. Bunday usul bilan yurak poroki, uni qon bilan ta'minlanishi kabi kasalliklar diagnostikasi yo'lga qo'yilgan.

Kompyuter tomografiyasi (KT)

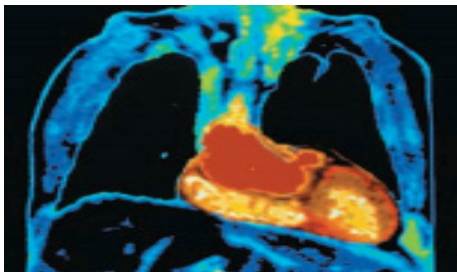
Miya, o'pka va yurak kabi a'zolari skanerlab, tasvirini hosil qilish uchun ishlatiladigan



yana bir usul – bu kompyuter tomografiyasidir (KT). Kompyuter tekshirilayotgan a'zoning ketma-ket qatlamlariga yo'nalgan 30000 ta rentgen nurlarini nazorat qiladi. To'qimalar va suyuqliklar rentgen nurlarini o'z zichligiga yarasha turlicha yutadi va shuning asosida a'zolarining bir qator tasvirlari hosil bo'ladi. Bu usul miyaga qon quyilishi va o'smtalar hosil bo'lishi, atrofiyalarda qo'l keladi.

Magnit-rezonansli tomografiya (MRT)

Magnit rezonansli tomografiya a'zolar tasvirini olish usullari orasida eng kuchlilaridan hisoblanib, rentgen nurlarini ishlatmasligi bilan ajralib turadi. Bu organizm uchun zarari eng kam bo'lgan usul. Bu usulda vodorod atomlarining protonlari kuchli magnit maydoni bilan qo'zg'atiladi. Tana atomlari 63% i vodorod atomlariga to'g'ri keladi. Vodorod atomlarining yadrolarida protonlar o'zini juda bir kichik negiz sifatida tutadi. Tashqi maydon ta'siri bo'lmaganda ular tasodifiy yo'naladi. Shunga qaramay kuchli magnit maydoniga tushirilganda protonlar maydon bilan to'g'ri keladi. Maydon bilan to'g'ri kelgan protonlar maydonga va tekis joylashganlariga nisbatan kichikroq energiyaga ega bo'ladi. MRT o'tkazish vaqtida energiyaning radiochastotali impuls-lari ishlatiladi va vodorod yadrolari ma'lum chastotada rezonansga uchraydi. Shunda tezlik bilan radioto'lqinlar ishga tushib, protonlar o'zining boshlang'ich tabiiy magnit maydonida bir tekislikda yotgan holatiga qaytib, boshqa chastotada rezonansga uchraydi. Radioto'lqinlardan olingan energiya agralib chiqadi. Shu ikki holat o'rtasidagi energiya farqi elek-



tromagnit signal ko'rinishda skaner yordamida ko'rinadi. Bu signallar kompyuterga uzatilib, tananing rangli tasviri

MRT: yurak va o'pkaning tasvirini hosil qilish imkoniyatini beradi.

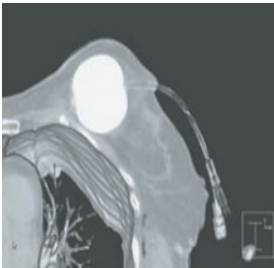
ko‘rinishida namoyon bo‘ladi. Vodorod atomlari organizmda har xil kimyoviy muhitda bo‘lganligi uchun, har xil miqdordagi energiyani yutadi. MRT usuli ayniqsa, o‘zida vodorod atomlarini suv molekullari ko‘rinishida tutgan yumshoq to‘qimalarning tasvirini olishda qo‘l keladi.

Kimyo va salomatlik



Brahiterapiya

Brahiterapiya – bu radioaktiv izotoplarni organizmga implant sifatida joylashtirishga asoslanib, nur terapiyasining bir turi hisoblanadi. Bu usulda radioaktiv izotoplar implantatsiya qilinadi va u ichki nur terapiyasi deb ham nomlanadi. *Brachis* qo‘shimchasi yunoncha tilda kalta masofa degan ma‘noni anglatadi. Sog‘lom to‘qimalarga zararni iloji boricha ko‘p yetkazmasdan, rak bilan kasallangan a‘zolarga radiatsiyaning katta dozasi yuboriladi. Ishlov berish vaqtini kamaytirish uchun, radiatsiya dozasi katta beriladi. Davolash davomiyligi zaruriyatga qarab belgilanadi. Odatda yuzaki davolashning 1 kursi uchun radiatsiyaning kamroq miqdori talab etiladi, ammo davolashga 6-8 hafta vaqt kerak bo‘ladi.



Ir-192 ni nur taratib turishi uchun katetrga joylashtirib vaqtincha ko‘rakga o‘rnatiladi

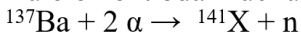
Vaziyatli masalalar

1-masala. 1 sutkada odam organizimga 20 mkg suvda ovqat orqali tushadigan odam organizimida 10-6 % massa jihatdan bo‘l-adigan biogen elementni alfa zarracha bilan nurlantirganda qanday zarrachalar hosil bo‘ladi.

2-masala. Odam organizimida biologik ahamiyatga ega, nerv impulslari va muskullar holatiga javob beruvchi atom elektron ajratib parchalansa, protonlari nuklonlarining 52% ni tashkil qilib qoladi, agar pozitron hosil qilib parchalansa, hosil bo‘lgan atomda protonlar nuklonlarining 44%ni tashkil qiladi. Ushbu biogen elementni toping.

3-masala. Bu element odam organizimida massa jihatidan 10–5 % bo‘lib, u muhim fiziologik rol o‘ynaydi. Hayvonlarda bu element yetishmasa mikrotsitar anemiyani, odamlarda alimentar anemiya (gemoglobin kamayishi)ga olib keladi. Shu elementning tabiiyatda ko‘p uchrovchi izotopiga beta nurlari ta’sir ettirilganda qanday zarracha hosil bo‘ladi?

4-masala. Bariy odam organizimida juda kam miqdorda, ko‘zning pigment qobig‘ida uchraydi. Uning qonda ko‘payib ketishi leykozga olib keladi. Bu element odam uchun zaharli hisoblanadi.



274 g bariyga alfa zarrachasi ta’sir ettirilganda necha dona neytron hosil bo‘ladi?

Bilimni sinab ko‘rish uchun testlar

1. O‘z-o‘zidan nur tarqatib bir atom yadrosini boshqa atomning yadrosiga aylanishi jarayonining nomi:

- A) sun’iy radioaktivlik;
- B) tabiiy radioaktivlik;
- D) nurlanish;
- E) parchalanish.

2. Alfa-zarrachalar – bu:

- A) massasi 1 va zaryadi -1 bo‘lgan zarrachalar;
- B) massasi 0 va zaryadi -1 bo‘lgan zarrachalar;

- D) massasi 4 va zaryadi +2 bo'lgan zarrachalar;
- E) massasi 1 va zaryadi 0 bo'lgan zarrachalar.

3. Beta-zarrachalar – bu:

- A) massasi 1 va zaryadi -1 bo'lgan zarrachalar;
- B) massasi 0 va zaryadi -1 bo'lgan zarrachalar;
- D) massasi 4 va zaryadi +2 bo'lgan zarrachalar;
- E) massasi 1 va zaryadi 0 bo'lgan zarrachalar.

4. Pozitronlar – bu:

- A) massasi 1 va zaryadi -1 bo'lgan zarrachalar;
- B) massasi 0 va zaryadi -1 bo'lgan zarrachalar;
- D) massasi 4 va zaryadi +2 bo'lgan zarrachalar;
- E) massasi 0 va zaryadi +1 bo'lgan zarrachalar.

5. Gamma-zarrachalar – bu:

- A) massasi 0 va zaryadi -1 bo'lgan zarrachalar;
- B) massasi 0 va zaryadi 0 bo'lgan zarrachalar;
- D) massasi 4 va zaryadi +2 bo'lgan zarrachalar;
- E) massasi 1 va zaryadi 0 bo'lgan zarrachalar.

6. Pozitron emission tomografiyada ko'proq qaysi izotoplar ishlatiladi?

- A) berilliy-5, kaliy-40, stronsiy-85;
- B) fluor-18, uglerod – 15, kislorod-18;
- D) tehnetsiy-99, yod-131, uran-238;
- E) stronsiy-84, bariy-139, kadmiy-115.

7. MRT usulining to'liq nomi:

- A) multi- rezonansli tomografiya;
- B) meta- rentgen tomografiya;
- D) magnit rezonansli tomografiya;
- E) magnit rentgenli tomografiya.

8. MSKT usulining to'liq nomi:

- A) magnit sensorli kompyuter tomografiya;
- B) multi spirally kompyuter tomografiya;
- D) magnit spirally kompyuter tomografiya;
- E) meta-strukturali kompyuter tomografiya.

4

BIOGEN ELEMENTLAR KIMYOSI

Oybekka shirinliklar juda yoqadi. Shirinliklarni ko‘p iste‘mol qilishi natijasida u tishlarining tez-tez og‘rishi, tishning qorayib qolishi kabi salbiy asoratlardan aziyat chekardi. Onasi uning bu ahvolidan havotirlanib, uni stomatolog ko‘rigiga olib keldi. Stomatolog bemor shikoyatlarini yaxshilab eshitib, uni tibbiy nazoratdan o‘tkazdi va unga karies kasalligi tashxisini qo‘ydi. Shifokor Oybek



va uning onasiga karies sabablarini tushuntirdi. Tishlarning eng keng tarqalgan kasalligi – karies. Kariesning mohiyati ular tomonidan ishlab chiqarilayotgan mikroorganizmlar va kislotalarning ta‘siri ostida tish to‘qimalari yemirilishi yotadi. Tishning eng mustahkam

to‘qimasi emal hisoblanadi. Emal yemirilganda mikroorganizmlar tish ichiga o‘tadi va uni yallig‘lanishiga olib kelishi mumkin. Sog‘lom inson so‘lagining pH ko‘rsatkichi 6.75 ga yaqin. Ovqat qoldiqlari, ayniqsa uglevodli mahsulotlarning mikroorganizmlar bilan parchalanishi natijasida hosil bo‘ladigan kislotalar pH ni 4.5–5.0 gacha kamaytiradi. Bu sharoitlarda emalni yemirilishi tezlashadi. Kariesning oldini olish uchun tishning mineral to‘qimalarini mus-

tahkamlash kerakdir. Buning uchun tarkibida Ca, F elementlari ko'p bo'lgan mahsulotlar va dori preparatlarini ichishni maslahat berildi. Kariesning oldini olish yo'llaridan yana biri tish tozalash va taom iste'molidan keyin og'iz bo'shlig'ini chayishdir. Tishlar parvarishining eng muhim vositasi tish pastalaridir. Tish pastalarining asosiy komponentlari abraziv moddalar – tishlarini mexanik tozalash va silliqlashni ta'minlaydi. Ko'pincha abraziv modda sifatida kaltsiy karbonat CaCO_3 , shuningdek kalsiy fosfatlari $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$ va polimer natriy metafosfat $(\text{NaPO}_3)_n$ qo'llanadi. Tishning mineral to'qimalarini mustahkamlash uchun pastaga fluor birikmalari qo'shiladi. Ma'lumki, fluor birikmalari og'iz bo'shlig'ida organik kislotalarni, hosil bo'lishini chaqiradigan bakteriyalar rivojlanishini to'xtatadi. Hozirgi paytda kariesga qarshi pastalarda fermentlar, ba'zan antibiotiklar qo'shimcha sifatida ishlatiladi. Pastaga yoqimli ta'm va hidni turli xil moddalar: mentol, yalpiz moylari, chinni gul moylari, ekvaliptol va boshqalar beradi.

4.1. Biogen elementlar

Odam organizmi murakkab ochiq termodinamik sistemadir. Undagi sodir bo'ladigan biologik jarayonlar o'zaro uzviy ravishda bog'liq holda amalga oshadi. Biokimyoviy jarayonlar moddalar tarkibiga kiradigan elementlarning va ularni hosil qiladigan kimyoviy bog'larning tabiati, molekula tuzilishi va, miqdoriga bog'liq ravishda amalga oshadi.

Tirik organizmning normal hayot faoliyati uchun zarur bo'lgan va ularning tanqisligi ba'zi patologik holatlarga olib keladigan, organik va noorganik birikmalar asosini tashkil etuvchi elementlar *biogen elementlar* deyiladi. Elementlarning biologik ahamiyati ularning fizik-kimyoviy xossalari bilan belgilanadi.

Odam organizmidagi turli a'zolar ba'zi elementlarni o'zida tutib qolib, ma'lum miqdorda to'playdi va shu a'zo faoliyati uchun bu elementlar ahamiyatga ega bo'ladi. Organizmda biogen elementlar

miqdorining kamayishi patologik holat keltirib chiqaradi. Shuning uchun bu elementlarni organizmga kiritish (yoki chiqarib yuborish) tibbiyot fanining muhim masalalaridan hisoblanadi.

Hozirgi kunda 118 dan ortiq kimyoviy elementlar ma'lum bo'lib, ulardan 92 tasi tabiatda uchraydi. Bu elementlarning yarmidan ko'pi esa biologik sistemalar tarkibiga kiradi. 18 ta element organizmdagi biologik muhim funksiyalarni bajaradi. Ulardan 6 tasi (H, C, O, P, S, N) oqsillar, nuklein kislotalar tarkibiga kiradi. Kislorod, uglerod, vodorod va azot organizm tana massasining 96% ini tashkil qiladi. Kislorod va vodorod asosan, tananing 55–60% qismini tashkil etuvchi element bo'lib, suv tarkibida bo'ladi.

Qolgan 12 ta element (Na, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Co, Cu, Zn, Mo, Cl, I) organizmning hayot faoliyatida ishtirok etadi. Ulardan 10 ta metall **biometallar** deb ataladi. Bu elementlar bir-biridan atom tuzilishi, kimyoviy xossalari va organizmdagi miqdorlari bilan farqlanadi. 4.1-rasmda asosiy elementlar, makroelementlar va mikroelementlar keltirilgan.

 Asosiy elementlar  Makroelementlar  Mikroelementlar																				
1 Group 1A		2 Group 2A												13 Group 3A	14 Group 4A	15 Group 5A	16 Group 6A	17 Group 7A	18 Group 8A	
1	H														B	C	N	O	F	He
2	Li	Be																		
3	Na	Mg	3 3B	4 4B	5 5B	6 6B	7 7B	8 8B	9 8B	10 8B	11 1B	12 2B	Al	Si	P	S	Cl	Ar		
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr		
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe		
6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn		
7	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	—	Fl	—	Lv	—	—		

Kimyoviy elementlarning organizmdagi miqdori turlicha bo'lishiga quyidagi omillar ta'sir etadi:

- Yer qobig'ida elementning tarqalganligi;
- Tabiatdagi birikmalarining agregat holati;
- Ularning suvda eruvchanligi.

Tirik organizmda tabiatda ko'p uchraydigan elementlar (kislorod, uglerod, vodorod, azot, kalsiy, magniy, natriy, fosfor, oltingugurt, xlor) ko'p miqdorda bo'ladi.

4.2. Biogen elementlarning sinflanishi

Biogen elementlarning sinflanishi quyidagi xususiyatlariga ko'ra olib boriladi.

Biogen elementlar elektron tuzilishiga ko'ra s-; p;-d- turlarga bo'linadi:

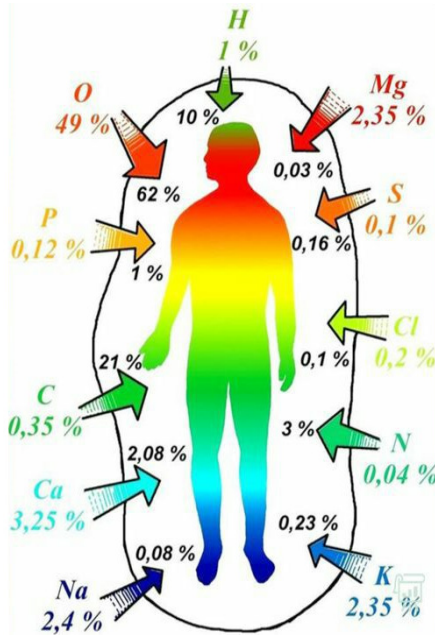
- biogen s- elementlar:
Li, Na, K, Mg, Ca va boshqalar;

- biogen p- elementlar:
O, C, S, Cl, P va boshqalar;

- biogen d- elementlar:
Mn, Fe, Zn, Co, Cu, Ni, Cr, Mo va boshqalar.

Biogen elementlar organizmdagi miqdoriga ko'ra:

- Makrobiogen elementlar – organizmdagi umumiy miqdori 0,01% va undan ko'p bo'lgan elementlar. Ularga: O, C, H, N, S, P, Ca, Na, K, Mg, Fe, Cl.



4.2-rasm. Biogen elementlarning odam vaznining umumiy og'irligiga nisbatan foiz miqdori

- Mikrobiogen elementlar - organizmdagi umumiy miqdori 10^{-3} - 10^{-5} % bo'lgan elementlar. Ularga: Mn, Co, Cu, Mo, Zn, F, I va boshqalar kiradi.

- Ultramikrobiogen elementlar - organizmdagi umumiy miqdori 10^{-5} % dan kam bo'lgan elementlar. Ularga: Au, Se, Bi, Hg va boshqalar kiradi. Hozirda organizmdagi elementlarning kichik miqdorlarini ham aniqlash mumkin.

Biogen elementlar tirik organizmdagi hayotiy jarayonlardagi ahamiyatiga ko'ra bo'linadi. V.V. Kovalskiy kimyoviy elementlarni ularning hayot uchun muhimligi jihatidan uch guruhga bo'ladi:

- Hayot uchun eng zarur elementlar. Ular odam organizmida doimo mavjud. Bunday elementlar fermentlar, gormonlar, vitaminlar tarkibiga kiradi: C, H, N, P, S, Ca, Mg, Na, K, Cl, I, Fe, Mn, Cu, Co, Zn, Mo, V. Bu elementlarning yetishmasligi organizmning faoliyatining buzulishiga olib keladi;

- Organizm hayot faoliyatida ahamiyatli bo'lishi mumkin bo'lgan elementlar. Ular odam va hayvon organizmida har doim bor, ularning biologik ahamiyati to'la o'rganilgan emas: Ga, Sb, Sr, Br, F, B, Be, Li, Si, Sn, Cs, Al, Ba, Ce, As, Pb, Ra, Bi, Cd, Ni, Ti, Ag, Th, Hg, U, Se.

- Odam va hayvonlar organizmida topilgan, lekin miqdori va biologik ahamiyati aniqlanmagan elementlar: Sc, Ti, In, La, Pr, Sm, W, Re, Th va boshqalar.

4.3. Biosfera va biogeokimyo.

V.I.Vernadskiy ta'limoti.

Yerdagi hayotiy shakllarning tarqalish chegaralari hayot jarayonlarining amalga oshish shartlari va ularni saqlanish chegaralari – *biosfera tushunchasini* tashkil qiladi va ularni o'rganadigan fan biosfera haqidagi fan deyiladi. (V.I.Vernadskiy). Biosferaning shakllanishida tirik organizmlar asosiy rol o'ynaydi. Yer sharida tirik organizmlarning 3 millionga yaqin turi bor bo'lib, shulardan

300 mingga o'simliklarga to'g'ri keladi. Ammo o'simliklar quruqlikni 97–98%ni tashkil etadi, qolgan 2–3% esa mikroorganizmlar va hayvonlarning massa qiymatlariga to'g'ri keladi. Masalan: Al, Si keng tarqalgan, lekin ularning birikmalarini eruvchanligi kam bo'lgani uchun organizm tomonidan kam o'zlashtiriladi. Ti tabiatda Cu dan 100 marta ko'p, ammo Cu komplekslari barqaror bo'lgani uchun odam organizmi ko'proq o'zlashtiradi va Cu organizmda Ti dan 10 marta ko'p bo'ladi.

Odam biosfera massasining milliondan bir bo'lagini tashkil qiladi. Ammo shunga qaramasdan odam o'z hayoti va mehnat faoliyati chegaralarida atrof-muhitga faol ta'sir etadi va undagi biogen elementlar miqdorini, ularning o'zaro nisbatlarini o'zgartirishiga olib keladi.

Geokimyo fani kimyoviy elementlarning yerda tarqalish va taqsimlanish qonuniyatlari hamda ularning o'zgarish sharoitlarini o'rganadi. Tirik organizmlar ishtirokida amalga oshadigan geokimyoviy jarayonlarni o'rganadigan geokimyoning bo'limi *biogeokimyo* deyiladi. Atrof-muhitning (suv, tuproq, havo, o'simlik, hayvon organizmlari) kimyoviy tarkibining o'zgarishi albatta odam organizmidagi biogen elementlarning nisbatlarini o'zgarishiga olib keladi va demak organizmning biologik faolligiga ta'sir ko'rsatadi.

4.4. Biogen elementlarning odam organizmida taqsimlanishi (topografiyasi)

Odam organizmida, umumiy olganda biosferada bo'lgan barcha elementlar saqlanishi mumkin. Odam organizmida bo'lgan biogen elementlarning miqdori va taqsimlanishi qator omillarga bog'liqdir.

- Elementlarning biogeokimyoviy provinsiyadagi miqdoriga bog'liq. *Biogeokimyoviy provinsiya* deb ma'lum bir biogeokimyoviy tarkibiga ega bo'lgan biosfera bo'lagi tushuniladi. Bunday provinsiyalardagi biron bir elementning miqdori ortiq yoki kam bo'lsa, aynan shu elementning organizmdagi miqdori shunga yarasha o'zgaradi.

• Elementlarning miqdori va taqsimlanishi odamning yoshi, jinsi, mehnat faoliyati turi va yil fasllariga bog'liq bo'ladi. Masalan, homila jigaridagi Cu miqdori kattaodamning jigaridagi Cu miqdoridan 10 marotaba ko'p bo'ladi. Chaqaloq jigaridagi Mo miqdori kattaodamnikidan 10 marotaba ko'p bo'ladi. Buyrakdagi Cd, qon zardobidagi Cu va Fe miqdori yosh bolalardaortib borib, 15–16 yoshgaetganda o'rtacha miqdorni tashkil qiladi. Qari odamlarning o'pkasidagi Ti yangi tug'ilgan bola o'pkasidagidan 10 marotaba ko'p bo'ladi.

Biogen elementlarning taqsimlanishi qator patologik hollarda o'zgaradi. Ammo yuqorida aytilganlarga qaramasdan odam organizmida ba'zi biogen elementlarning o'rtacha taqsimlanishini keltirish mumkin. Masalan:

Kobalt gipofizda, ko'z to'qimalarida, teri, suyak, qon, plazma, jigar, o'pka, buyrak usti bezi, taloq, tuxum hujayralarida, yurak va, qalqonsimon bezlarda yig'iladi. Shulardan kobaltning eng ko'p miqdori tuxum hujayralarida bo'ladi ($8,2-9,6 \cdot 10^{-5} \%$) eng kam miqdori ko'zda bo'ladi ($1,8-3,7 \cdot 10^{-7} \%$).

Marganes, deyarli hamma a'zo va to'qimalarda uchraydi. Uning eng ko'p miqdori gipofizda ($2,8 \cdot 10^{-4} \%$), suyakda ($3 \cdot 10^{-4} \%$) va tuxum hujayralarda ($1,0-1,3 \cdot 10^{-7} \%$) saqlanadi. Eng kam miqdori qon zardobida bo'ladi ($9,6 \cdot 10^{-7} - 2,5 \cdot 10^{-6} \%$).

Temirning eng ko'p miqdori qonda ($4,1-6,0 \cdot 10^{-2} \%$), jigarda ($3,1 \cdot 10^{-2} \%$), buyrak usti bezida, o'pkada, buyrakda saqlanadi ($1,9 \cdot 10^{-2} \%$). Eng kam miqdori esa qon zardobida bo'ladi ($7,0 \cdot 10^{-5} \%$). Temir suyak, teri, bosh miyaning kulrang moddasi va gipofizda uchraydi.

Rux deyarli barcha to'qimalarda uchraydi (kulrang modda bundan mustasno). Eng ko'p miqdori sochda ($1,6 \cdot 10^{-2} \%$), gipofizda ($8,6 \cdot 10^{-3} - 1,6 \cdot 10^{-2} \%$), jigarda ($4,2 \cdot 10^{-3} - 1,4 \cdot 10^{-2} \%$). Eng kam miqdori terida saqlanadi ($1,7 \cdot 10^{-5} \%$).

Yodning eng ko'p miqdori qalqonsimon bezda saqlanadi ($4,0 \cdot 10^{-3} - 1,9 \cdot 10^{-2} \%$), eng kam miqdori qonda ($1,2 \cdot 10^{-5} \%$) va

suyaklarda ($3,0 \cdot 10^{-5} \%$) bo‘ladi. Qon zardobida, eritrotsitlarda yod saqlanmaydi.

Odam tanasining a‘zolari qator biogen elementlarni o‘zida yig‘ish qobiliyatiga ega bo‘ladi. Bunday a‘zolari *depo* deyiladi. Masalan, jigar asosiy depolardan biri hisoblanadi. Unda 20 ga yaqin element yig‘iladi. Shular jumlasiga Cu, Zn, Mn, Fe, Si, Al, Ti kiradi. Oshqozon osti bezida Zn, Co, Ni yig‘iladi. Buyrak usti bezlarida Br, I, Si, Ti, Pb, Cr va Zn yig‘ilish xususiyatlariga ega. 4.1-jadvalda ba’zi elementlar va ularning 60 kg vaznli insondagi miqdorlari keltirilgan.

4.1-jadval

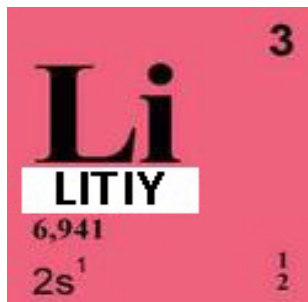
**60 kg vaznli katta yoshdagi odamda asosiy
elementlar miqdori**

Element	Miqdori	Vazifasi
Asosiy elementlar		
Kislorod (O)	39 kg	Asosiy biomolekulalar va suvning tarkibiy qismi
Uglerod (C)	11 kg	Asosiy organik va biomolekulalarning tarkibiy qismi
Vodorod (H)	6 kg	Biomolekulalar va suv tarkibiga kiradi, organizm suyuqliklarining pHini belgilaydi
Azot (N)	1,5 kg	Oqsil va nuklein kislotalarning tarkibiy qismi
Makroelementlar		
Kalsiy (Ca)	1000 g	Suyak va tishlarning tuzilishi, mushak qisqarishi va asab impulsleri o‘tishida muhim
Fosfor (P)	600 g	Suyak va tishlarning hamda nuklein kislotalarning tarkibida
Kaliy (K)	120 g	Hujayra suyuqligining musbat ion (K^+) ta’minlash va mushak qisqarishi
Xlor (Cl)	100 g	Hujayra tashqi suyuqligining manfiy ion (Cl^-) va me’da shirasi kislotaligini (HCl) ta’minlash

Oltiogurt (S)	86 g	Oqsil, jigar, vitamin B ₁ va insulinning tarkibiy qismi
Natriy (Na)	60 g	Hujayra tashqi suyuqligining musbat ioni (Na ⁺) ta'minlash, suv balansi, mushak qisqarishi va nerv impulsleri o'tishida ishtirok etadi
Magniy (Mg)	36 g	Suyakning tarkibiy qismi va turli metabolik reaksiyalar ishtirokchisi
Mikroelementlar		
Temir (Fe)	3600 mg	Kislorod tashuvchi gemoglobinning tarkibiy qismi
Kremniy (Si)	3000 mg	O'sish, suyak va tishlar, pay va terini mustahkamlash
Rux (Zn)	2000 mg	Hujayraning turli metabolic reaksiyalarida, DNKsintez, suyak to'qimasi o'sishi va immun sistemadagi jarayonlarda
Mis (Cu)	240 mg	Qon tomirlari, qon bosimi va immun tizim shakllanishida
Marganes (Mn)	60 mg	Suyak o'sishi, qon ivishi, metabolik reaksiyalarda qatnashadi
Yod (I)	20 mg	Qalqonsimon bez faoliyati uchun zarur
Molibden (Mo)	12 mg	Fe va N ni ovqat tarkibidan o'zlashtirish uchun kerak
Mishyak (As)	3 mg	O'sish va rivojlanish uchun kerak
Xrom (Cr)	3 mg	Qonda qand miqdorini muvozanatda ushlab va biomolekulalar sintezi uchun kerak
Kobalt (Co)	3 mg	Vitamin B ₁₂ va eritrositlar tarkibiga kiradi
Selen (Se)	2 mg	Immun sistema, yurak va me'da osti bezi uchun muhim
Vanadium (V)	2 mg	Suyak va tishlarning shakllanishi va ovqatdan energiya olish uchun kerak

4.5. Bioelementlarning ba'zi vakillarining odam organizmida bajaradigan asosiy vazifalari

Litiy – odam organizmida doimiy ravishda uchraydigan mikro-biogen elementdir. Bu element oziqa mahsulotlari tarkibida organizmga sutkalik kirish miqdori – 0,29 mmolni tashkil etadi va uning o'zlashtirilishi oshqozon ichak sistemasi orqali amalga oshadi. Litiyning asosiy miqdori qon va to'qimalarda jamlanadi. U azot almashinuvini kuchaytiradi, mushaklardagi ammiak miqdorini kamaytiradi, glikoliz va to'qimadagi nafas olish jarayonlariga ta'sir etadi. Odam organizmida litiy miqdorining kamayishi turli ruhiy kasalliklarning (maniakal-depressiv



psixozni, shezofreniya va boshqalar) kelib chiqishiga olib keladi. Bu xastaliklar sabablari litiyning natriy va kaliy ionlarining hujayralararo suyuqliklardan nerv hujayralariga o'tkazishning bosh-

qaruvchi fermentlarni faolligiga ta'sir etishi bo'lib, uning miqdorini buzilishi natriy – kaliy balansining o'zgarishiga olib keladi. Jumladan hujayralarda natriy ortib ketishi–depressiya, kamayishi–maniya holatlarini keltirib chiqaradi. Litiy Li^+ ionlari, qator holatlarda natriy Na^+ ionlarining o'rnini olishi mumkin. Uning ana shunday xususi-

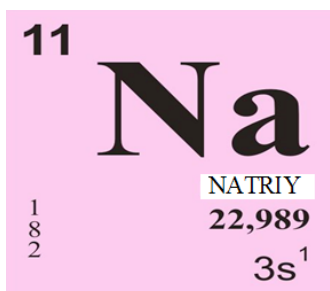


yati uning yordamida podagra kasalligini davolashda qo'l keladi. Podagra kasalligining kelib chiqishi organizmda suvda kam eriydigan siydik kislotasi miqdorining ortishi va uning mononatriyli tuzi hosil bo'lishiga asoslangandir. Umuman olganda sog'lom odam organizmida urat (siydik) kislotasining miqdori 3–7 mg/l bo'ladi. Qon va to'qimalarda siydik kislotasi miqdorining bir oz ko'taril-

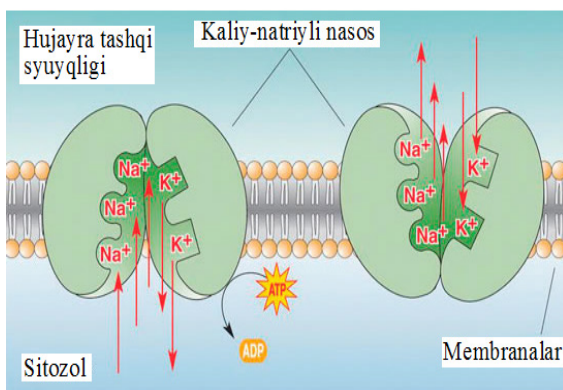
ishi ularning kristall choʻkmaga tushishiga olib keladi. Oʻqibatda boʻgʻimlarda natriy urat kristallari toʻplanib, tez-tez takrorlanadigan yalligʻlanishlarni keltirib chiqaradi. Natijada tez-tez hamda bir necha soatlab kuchli ogʻriq bilan davom etadigan podagra kasalligi vujudga keladi. Bu kasallikning oldini olish yoki uning oqibatlari-ni yengillashtirish maqsadida bemorlarga tarkibida litiy saqlagan dorivor preparatlar beriladi. Litiyning uratli tuzlari natriy uratlardan farqli ravishda suvda eriydi, shu sababli litiy, natriy ionlarini uratlardan siqib chiqaradi va litiyli tuz hosil qilib organizmda siydik kislotaning miqdorini kamayishiga olib keladi. Litiy ionlarining oz miqdori qon ivishini kamaytiradi va shu sababli trombozlarning oldini olishda ishlatiladi. Bu esa undan trombozlarning kompleks profilaktikasini oʻtkazishda va tromboz terapiyasida foydalanish imkoniyatini beradi. Yurak – qon tomir xastaliklarini davolashda ham bu element birikmalarining tibbiy taʼsiri aniqlangan.

Natriy makrobiogen element boʻlib, hujayra tashqi muhit kationidir. Organizmning natriyga boʻlgan kundalik ehtiyoji 4–7 grammni tashkil etadi. Bu qiymat NaCl hisobida 10–12 g ga teng. Natriy turli biomolekulalar tarkibiga kirib K^+ , Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlari bilan birgalikda nerv impulsini hosil qilish va aksonlar boʻylab oʻtkazishda katta ahamiyatga ega. Uning xlorli tuzi oshqozon shirasi tarkibidagi HCl sintezlanishida asosiy komponent vazifasini bajaradi. U organizmdagi buferlar (karbonatli va fosfatli) tarkibiga kirib biologik suyuqliklarning pH ini saqlab turishda bevosita ishtirok etadi.

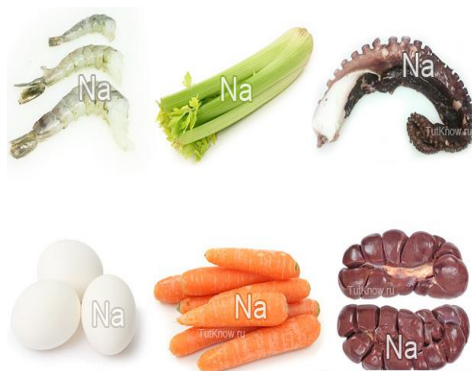
Natriy organizmda osmotik bosim qiymatlarini saqlab turishda ham ishtirok etadi. Organizm qon hujayralari va toʻqimalarida kaliy ionining yuqori konsentratsiyasi va natriy ionining kichik konsentratsiyasi, hujayra va toʻqimalarni yuvib turuvchi suyuqliklarda esa qaytar holat kuzatiladi. Shuning uchun organizmda Na^+ hujayra ichiga kaliy ionlari esa tashqariga oʻtadi. Bunday konsentratsiya

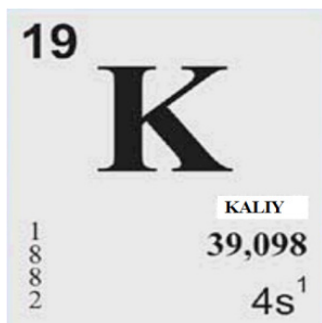


nomutanosibliklari doimiy energiya sarfini talab qiladi va uning kelib chiqishi “Natriy-kaliy nasosi” deb ataladigan jarayon orqali ta’minlanadi. 4.3-rasmda hujayra va to‘qimalarda “Natriy-kaliyli nasos” kelib chiqishi ko‘rsatilan. Organizmdagi natriy ionlarining kamayishi osmotik bosimni boshqa ionlar bilan tiklanib bo‘lmaydigan o‘zgarishlarga olib keladi. Natriyning yetishmovchiligi giponatremiya, bezovtalik, diareya, qon aylanishning buzilishi, tana suyuqliklari kamayishi holatlarini keltirib chiqaradi. Natriyning manbalari osh tuzi, pishloq va tuzli oziqalardir.

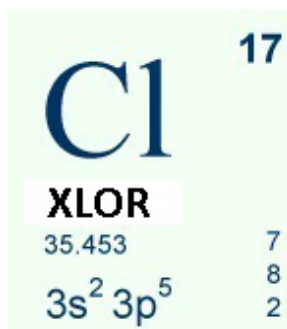


4.3-rasm. Hujayra va to‘qimalarida “Natriy-kaliy nasosi” kelib chiqishi





Kaliy, natriy singari makrobiogen element bo‘lib, hujayra ichi kationidir. Uning organizmdagi miqdori natriy-nikidan ortiqdir (buyrak bundan mustasnodir). Kaliyga bo‘lgan kundalik talab katta yoshdagi odamlarda 2–3 mg/kg, bolalarda esa 12–13 mg/ni tashkil etadi. Kaliyning asosiy qismi (98%) sitoplazma tarkibidagi oqsillar, uglevodlar, kreatinin va fosfatlar bilan birikkan holda saqlanadi. Og‘ir kuyish natijasida kelib chiqadigan shok holati kaliy ionlarining hujayradan chiqib ketishi hisobiga yuzaga keladi. U natriy singari osmotik bosimni saqlash va nerv impulslarini hosil qilishda katta ahamiyatga ega. U mushaklar qisqarishini yaxshilaydi. Kaliy ionlari yurak mushaklarining tarangligini kamaytiradi, natriy esaoshiradi. Shuningdek, kaliy qator fermentlarning faolligini kuchaytiradi. Kaliy yetishmovchiligi gipokalimiya, mushaklar charchashi, nerv impulsi buzilishi, holsizlikka olib keladi. Banan, anjir, gilos, limon, na‘matak,



sabzi, tarvuz, o‘rik, olxo‘ri, apelsin sharbati va sut kaliyga boy bo‘ladi.

Xlor. Odam organizmining 0,08% ni (og‘rlik foizini) tashkil etadigan biogen p-element bo‘lib, asosan ionlashgan holda hujayralararo suyuqliklarda bo‘ladi. Xlor Na⁺ va K⁺ ionlari bilan birgalikda tirik organizm osmotik bosimini doimiy saqlashda hamda nerv impulslarining o‘tkazuvchan-

ligini ta'minlashda ishtirok etadi. Shu sababli uning kamayishi suv balansi va nerv o'tkazuvchanligining buzilishiga olib keladi. Xlor oshqozon shirasining 0,4–0,5% ni tashkil qiladigan xlorid kislota sintezida ishtirok etadi va oqsillarning gidrolizini tezlashtiradi, fermentlarning protolitik faolligini ta'minlaydi.

Yod. Bu elementning odam tanasidagi umumiy miqdori 20–25 mg ni tashkil etadi. Yod moddalar almashinuvini boshqarishda muhim rol o'ynaydi. Uning asosiy qismi qalqonsimon bezda to'planadi. Shuningdek yod mushaklar, teri va suyaklarda saqlanadi. Qalqonsimon bezdagi yod miqdori ~6 mg ni tashkil etadi. Yodning qondagi o'rtacha (normal) miqdori 12,6 mg % ni tashkil etadi. Yod qalqonsimon bezda ishlab chiqariladigan gormonlar - tiroksin va triyodtironinlarning asosiy komponentidir. Yodli gormonlar organizmning o'sishi, fiziologik va psixik rivojlanishiga bevosita ta'sir etadi. Yodning yetishmovchiligi endemik buzoq kasalligining kelib chiqishiga sabab bo'ladi.

I	53	7
YOD		18
		18
5s ² 5p ⁵		8
126,905		2

Kimyo va salomatlik

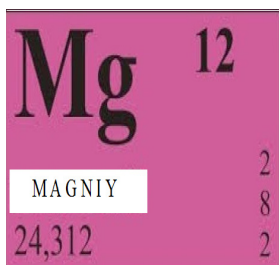


Yod tanqisligi oqibatlari

Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti e'lon qilgan ma'lumotlarga ko'ra, dunyodagi aholining 1/3 qismida, ya'ni 2 mlrd. odam organizmida yod tanqisligi mavjud.

Organizmda yod tanqisligi turli xil kasalliklarga sabab bo'lishini juda yaxshi bilamiz. Hozirgi vaqtda qalqonsimon bez kasalliklari dunyoda eng ko'p tarqalgan kasalliklardan biridir. Qalqonsimon bez bor yo'g'i 15–20 gramm keladigan mittigina a'zo bo'lib, bo'yinning old qismida joylashgan. U boshqa bezlar bilan birgalikda

gormonlar deb ataluvchi biologik faol moddalarni ishlab chiqaradi. Gormonlar esa inson umri davomida yuz beradigan har bir jarayonda muhim ahamiyat kasb etadi. Qalqonsimon bez hastaliklarining asosiy boisi yod tanqisligidir. Yod qalqonsimon bez gormonlarining tarkibiy qismidir. Qalqonsimon bez yodni organizmga ovqat va suv orqali tushgan oziq-ovqat mahsulotlaridan oladi. Organizmga kelib tushgan yodning yarmidan ko'pi siydik orqali chiqib ketadi. Yetarli miqdorda gormonlar hosil bo'lishi uchun organizmga yod maromda kelib turishi lozim. Yodning inson organizmida maromda o'zlashtirilishi uchun oziq-ovqat tarkibida oqsil, temir, rux, mis hamda A va E vitaminlari yetarlicha bo'lishi zarur. Kattalarda yod tanqisligi bir qator muammolarni keltirib chiqaradi, chunonchi qalqonsimon bez kasalliklari, bepushtlik, aqliy va jismoniy ish qobiliyatining pasayishi, seruyqulik, qabziyat, tez-tez shamollash, yurak hastaliklari, soch to'kilishi va soch tolalarning ingichkalashishi, tirnoqlarning sinuvchan bo'lib qolishi, ko'krak sutining kamayib ketishi kabi muammolarni keltirib chiqaradi. Yod tanqisligi esa homilaning tushishiga yoki bolaning o'lik tug'ilishiga, tug'ma kasalliklarga, aqliy zaiflikka, kar - soqovlikka, g'ilaylikka, pakanalikka sabab bo'lishi mumkin. Chaqaloqlarda yod tanqisligi, buqoqqa, qalqonsimon bez faoliyatining oshkora va pinhona susayishiga olib keladi. Bolalar va o'smirlarda esa, ichki bo'qoq, qalqonsimon bez faoliyatining susayishiga, aqliy va jismoniy rivojlanishning izdan chiqishiga sabab bo'ladi. Organizmga yetarli miqdorda yod olish uchun ko'proq dengiz mahsulotlaridan iste'mol qilib turish lozim. Undan tashqari, doimiy iste'mol qilinadigan mahsulotlar – sut mahsulotlari, go'sht, tovuq tuxumi, non, kartoshka, ko'kat va sabzavotlarda ham yod mavjud.



Magniy ionlari qator biologik jarayonlarda ishtirok etadi. Masalan, uning ta'siri ostida mushaklardagi karbonsuvlar almashinuvi jadallashadi. Magniy ionlari suyaklar tarkibiga kirib, kalsiy ionlari bilan bir-

ga ularning mexanik barqarorligini ta'minlashda bevosita ishtirok etadi. Magniy ionlari asab sistemasi to'qimalarida ham saqlanadi. Uning yetishmasligi tetaniya – harakat va sezish asab sistemasining qo'zg'aluvchanligini ortishiga, tomirlar tortishishining kuchayishiga, organizmni infarktga bo'lgan moyilligini ortishiga sabab bo'ladi.

Bu elementning ahamiyatli xossalardan biri ribosomalarning subbirlklarini o'zaro bog'lab, to'g'ri tuzilishga ega bo'lgan oqsil molekulalarining sintezini ta'minlab berishidir. Organizmda magniy ionining kamayishi ribosoma subbirlklarining o'zaro bog'lanishining buzilishiga olib keladi. Oqibatda anomal tuzilishga ega bo'lgan nuklein kislotalari (RNK) va oqsillar sintezlanib, turli saraton kasalliklari kelib chiqishiga sabab bo'ladi. Hujayralar sitoplazmasidagi ATF molekulalarining eng ko'p miqdori Mg^{2+} va Mn^{2+} bilan kompleks holda bo'ladi. Bu ionlarning ta'siri ostida ATF molekulasi-ning gidrolizlanishi oshadi va u makroergik tabiatini namoyon qiladi. Magniy ioni ko'pgina fermentlarni o'ziga xos bo'lgan faolligini ta'minlab beradi. Faolligi Mg^{2+} ionlariga bog'liq bo'lgan fermentlar jumlasiga fosfatazalar va boshqa fosfat guruhlarining tashilishini ta'minlovchi fermentlar kiradi.

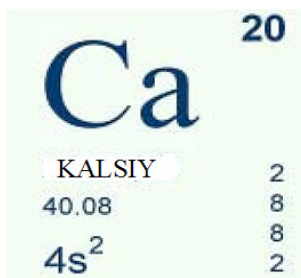
Magniy uglevodlar va yog'lar, fosforli birikmalar almashinuvida ishtirok etadi. Mg^{2+} hujayralardagi nuklein kislotalari bilan kompleks birikma hosil qilib ularning strukturasini barqarorligini ta'minlaydi. Hujayralar sitoplazmasida saqlanadigan Na^+ , K^+ , Mg^{2+} va Ca^{2+} miqdorlari ma'lum qiymat chegaralarida bo'ladi. Biologik sistemalar bu ionlarni hujayra ichki va tashqi muhit biosuyuqliklarida, faol tashilish mexanizmlari orqali, ma'lum bir konsentratsiya chegarasida saqlab turadi. Na^+ va Ca^{2+} , K^+ va Mg^{2+} juftliklaridagi ionlar qator hollarda o'zaro sinergist.

Magniy yetishmovchiligida hujayra suyuqliklarining ion tarkibi buzilishi kuzatiladi va bu ko'pgina jarayonlar, ayniqsa asab-mushak qo'zg'aluvchanligining ortishiga (mushaklar tez-tez tortilib tura-di) sabab bo'ladi. Magniyning kamayishi organizmda Ca^{2+} ionlari miqdorining arteriya devorlaridagi, miokarddagi va buyrakdagi



miqdorining ortishiga sabab bo‘ladi. Bunday holat ikki elementning o‘zaro antagonistligi oqibatida kelib chiqadi. Buyrakdagi Ca^{2+} ionlari miqdorining ortishi nefrotik holatlar shakllanishiga sabab bo‘ladi. Magniy miqdorining kamayishi turli saraton kasalliklarida, homilador ayollarning toksemiya holatlarida, surunkali yurak

yetishmovchiligida o‘tkir va surunkali pankreatitlarda, gipertireozda kuzatiladi. Yashil o‘simliklar xlorofilli, yong‘oq, qovoq urug‘i, kungaboqar urug‘i, avokado, gilos, na‘matak, tarvuz, yashil bargli sabzavotlarda (yashil karam va hokazo) magniy bo‘ladi.



Kalsiy – makrobiogen element bo‘lib, hujayra tashqi kationidir. Odam organizmining kalsiyga bo‘lgan ehtiyoji ozuqa va sut mahsulotlari orqali o‘zlashtiriladi. Odam organizmi gomeostaz holatini ta‘minlab turish uchun unda har 24 soat davomida 1g Ca^{2+} ionlari o‘zlashtirilish kerak. Kalsiy ionlarining o‘zlashtirilishi

ingichka ichaklarning kislotalik tabiati yuqori bo‘limlarida sodir bo‘ladi. Odamning ichak sistemasida Ca^{2+} ni bog‘lovchi oqsil modda bo‘ladi. Bu moddaning hosil bo‘lishi D vitamini ta‘siri ostida amalga oshadi. Agar organizmdagi D vitamini kamaysa, oqsil kam sintezlanadi, demak Ca^{2+} oz miqdorda o‘zlashtiriladi. Bu esa suyaklarning mexanik barqarorligini kamaytiradi va deformatsiyalanishiga olib keladi. Bunga asbab kalsiy suyak mustahkamligini ta‘minlovchi asosiy element bo‘lib, suyak tarkibida $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2$ ko‘rin-

ishida saqlanadi. Suyak tarkibida, shuningdek, Mg^{2+} ni fosfatli tuzlari, Ca^{2+} ning esa ftorli tuzlari bo‘ladi 4.4-rasmda normal va raxit holdagi oyoqlar ko‘rsatilgan.

Odam biologik suyuqliklari tarkibida Ca^{2+} ionlarining nisbatan katta miqdori qon zardobi va eritrotsitlar sitoplazmasida saqlanadi. Qon zardobidagi Ca^{2+} ning 60% erkin ion holda, qolganlari oqsil, uglevodlar va boshqa moddalar bilan bog‘langan holda saqlanadi. Erkin holdagi Ca^{2+} ionlari qon ivishi jarayonida bevosita ishtirok etib, protrombinni trombinga aylantirish jarayonini ta‘minlaydi. Bundan Ca^{2+} ionlari mushaklarning qisqarish va bo‘shashish jarayonlarida bevosita ishtirok etadi. Kalsiy miqdorining kamayishi mushaklar tortilishi, spazmofiliya, nefroz, o‘tkir pankreatit kasalliklari bilan davom etadi. Uning suyaklardagi miqdorining kamayishi yosh bolalarda raxit kasalligi kelib chiqishiga sabab bo‘ladi. Kalsiy miqdorining yetishmovchiligi gipokalsimiya, chimchilashga o‘xshash sanchiq, mushaklar harakatsizligi, osteoporozni keltirib chiqaradi.



Kimyo va salomatlik



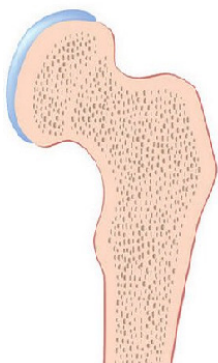
Osteoporoz kasalligini kelib chiqishi

Osteoporoz suyaklarning tizimli kasalligi bo‘lib, suyak vazni kamayishi va suyak to‘qimasi tuzilishining buzilishi va bu a‘zolarining mo‘rtlashishiga olib keladi. Natijada suyaklarning sinish havfi ortadi.

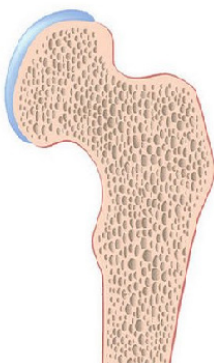
Dunyo bo'yicha 200 millionga yaqin odam osteoporozdan aziyat chekadi. Shundan 2,5 mln.ga yaqin bemorlarda kasallik suyak sinishi bilan kuzatiladi. Noinfeksion kasalliklar orasida osteoporoz miokard infarkti, insult va qandli diabetdan keyin to'rtinchi o'rinni egallaydi. 50 yoshdan oshgan har uchinchi ayolda va har to'rtinchi erkakda osteoporoz uchraydi.

Suyaklarning tuzilishi va ularning faoliyati uchun organizmga kalsiy, fosfor, magniy, rux, mis, marganes, ftorkabi elementlar

Sog'lom suyak



Osteoporoz



va D vitamini zarur. Insonning umri davomida suyak to'qimasida muntazam eski suyak to'qimasining yemirilishi va yangisining hosil bo'lish jarayoni kechadi. Bu jarayon organizmda kalsiy-fosfor elementlari almashinuvi bilan bog'liq bo'lib, qalqonsimon bez oldi gormoni - paratireoid gormoni, qalqonsimon bez gormoni

ni – kalsitonin va D vitamin bilan boshqariladi. D vitamini organizmga oziq-ovqat mahsulotlari orqali tushadi va quyoshning ultrabinafsha nurlari ta'sirida terida ham hosil bo'ladi. Odam 35–40 yoshga yetgach suyak og'irligining fiziologik kamayishi kuzatiladi. Osteoporozda barcha suyaklar zararlanadi. Lekin, asosan umurtqa pog'onasi, bilak va son suyagi boshchasi sinishi ko'proq kuzatiladi. Xastalikning eng yomon tomoni shundaki, kasallik asta-sekin uzoq yillar davomida hech qanday belgilarsiz rivojlanib boradi. Osteoporozda bemor kichik jarohat olganda yoki hech qanday jarohat olmaganda ham asosan son, bilak va boldir suyaklarining sinishi, umurtqa pog'onasining qiyshiq shakillanishi natijasida bo'yinning 5 sm va undan ham ko'p pasayishi, "o'rdaksimon yurish" umurtqa pog'onasining qiyshayishi kuzatiladi. Kasallikning qo'shimcha bel-

gilariga: beldagi og‘riq, o‘pka tiriklik sig‘imining pasayishi, ishtaha yo‘qolishi va uyqusizlik kiradi.

Hozirgi vaqtda osteoporozni aniqlashda ultratovushli yoki rentgenologik densitometriya usullari suyak og‘irligini aniqlashning eng muhim diagnostik tekshiruvi hisoblanadi.

Xastalikning oldini olish

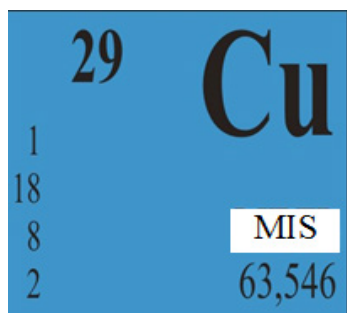
Ota-onalar farzandlarini bolalikdan boshlab tarkibida kalsiy mo‘l bo‘lgan oziq-ovqat mahsulotlarini iste’mol qilishlarini nazorat qilishlari, jismoniy mashqlar bilan muntazam shug‘ullanish, quyoshda yetarlicha toblanishiga e’tibor berishlari kerak. Shuningdek, yuqori xavf omillarini kamaytirish, y’ani, spirtli ichimliklar, chekish, qahva, och qolishdan saqlanish, homiladorlik davrida kalsiyning yetarli bo‘lishini ta’minlash shart.

Chekish ichaklarda kalsiy so‘rilishini kamaytirib, estrogen ishlab chiqarilishini va suyak og‘irligini kamaytiradi. Qaxva va osh tuzi kattalarda kalsiyni peshob orqali chiqishini kuchaytiradi. Go’shtli va oqsilga boy mahsulotlarni ko‘p iste’mol qilishni kamaytirish zarur. Oksalat saqlovchi ko‘katlar, choy, shokolad va ko‘p miqdordagi o‘simlik kletchatkasi (ildizli mevalar, poliz mahsulotlari) kalsiyning so‘rilishini kamaytiradi.

Organizmning kalsiyga bo‘lgan ehtiyoji kalsiyga boy bo‘lgan – sut va sut mahsulotlari (pishloq, yogurt, tvorog), baliq, jigar, sabzavotlar (karam, soya, no‘xat, mosh, sholgom), quruq va ho‘l mevalar (turshak, anjir, olma,) yong‘oq, kunjut, bodom, yeryong‘oq bilan to‘ldirilishi mumkin. 1 litr sut, 200 gramm qattiq pishloq – 400–500 gramm kalsiy saqlaydi. Sut va sut mahsulotlari yetarli



darajada fosfor ham saqlaydi. Baliq va jigarda esa D vitamin ko'p bo'lib, kalsiy va fosforni ichakda so'rilishini ta'minlaydi.



Mis – mikrobiogen element bo'lib, odam organizmi uchun o'ta hayotiy ahamiyatga egadir. Odam bir kecha kunduzda oziq ovqatlar bilan 2–3 mg mis iste'mol qiladi, ammo bu miqdorni faqat 30% ga yaqini organizm tomonidan o'zlashtiriladi. Cu ionlari gidroksillash, katalitik oksidlash, elektron va kislorod tashilish jarayonlarini

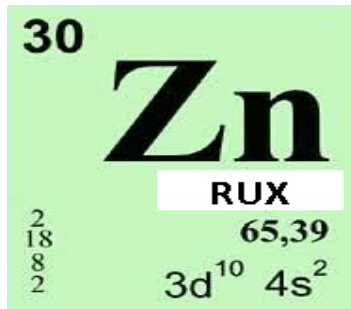
ta'minlovchi qator fermentlar tarkibiga kiradi va bu fermentlarning ko'pchiligi oksidlanish-qaytarilish jarayonlarida ishtirok etadi.

Organizmدا mis ko'p hollarda oqsil (ferment)lar va vitaminlar bilan birikkan bo'ladi. Shu bilan birga misning o'ziga xos xususiyatlari oksidlovchi fermentlar, jumladan sitoxromoksidaza va seruloplazmin tarkibida namoyon bo'ladi.

Qon zardobidagi misning asosiy qismi oqsil moddalar (α -globulinlar) bilan birikkan holda bo'ladi. Bu kompleks seruloplazmin deb ataladi. U jigarda sintezlanib so'ng qon zardobiga o'tadi. Mis ionlari qator fermentlar (ishqoriy fosfotaza, so'lak amilazasi, lipazalar va hokazo) tarkibidagi – SH guruhlari bilan ta'sirlasib kompleks hosil qiladi va ferment faoliyatini kamaytiradi. Oziqa mahsulotlari tarkibida mis ko'p bo'lisi, ularda B₁ vitamin miqdorining ortishiga va organizm tomonidan yahshi o'zlashtirilishiga olib keladi. Shu bilan bir qatorda organizmdagi misning miqdori ortishi vitamin C ning kamayishiga olib keladi. Mis qon hosil bo'lish jarayonida ishtirok etadi. U eritrotsitlar tarkibiga kirib ularning yetilishi 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. Organizmga mis yetarli miqdori kirmasa?, gemoglobin hosil bo'lishi kamayadi va anemiya rivojlanadi.

Bodring, ismaloq, kunjut, yeryongʻoq, jigar mahsulotlarida misning miqdori nisbatan koʻp boʻladi.

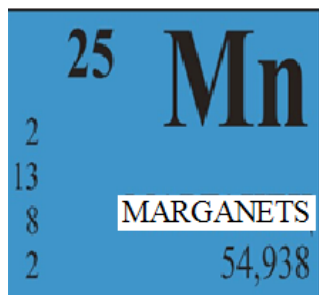
Rux – mikrobiogen element, mis singari koʻpgina fermentlar tarkibiga kiradi va ularni biologik xossalarini belgilaydi. Rux ionlari odam organizmidagi qand almashinuv jarayonlarini boshqarishda ishtirok etadi. Uning bu taʼsiri insulin gormonining normal sekretiysini taʼminlash va uning taʼsir vaqtini uzaytirish bilan tushuntiriladi. Organizmga tushgan rux ionlari 3 soat ichida koʻp miqdorda oshqozon osti bezi, jigar va suyaklarda yigʻiladi va shundan soʻng boshqa aʼzo va toʻqimalarga tarqaladi. Ichki sekretiya bezlari jumladan jinsiy bezlarning faoliyati koʻp hollarda rux ionlariga bogʻliq boʻladi. Rux insulin gormoni tarkibiga kirib uning gipoglikemik taʼsirini oshiradi. Qand kasalligida siydik orqali organizmdan chiqib ketadigan rux miqdori normadagidan 3–4 barobar ortiq boʻladi. Bu biogen elementning ahamiyatli xususiyatlaridan yana biri uning organizmning immunitet omilini oshirishida ishtirok etishidir.



Organizmga rux miqdorining kamayishi oqsil sintezining susayishiga va oqsil balansini buzishga olib keladi.

Ruxning koʻp miqdori lavlagi barglarida va ildiz mevalarida, noʻxatda, makkajoʻxori silosida boʻladi.

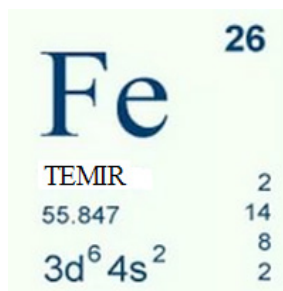
Marganes – mikrobiogen element bo‘lib, deyarli barcha a‘zo va to‘qimalarda uchraydi. Organizmdagi marganesning eng ko‘p



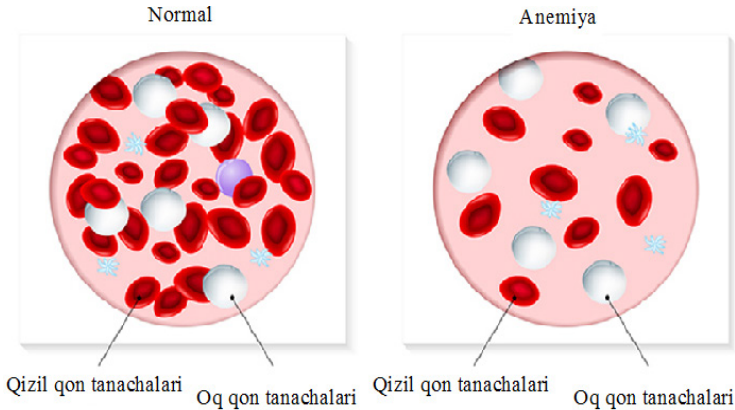
miqdori mushaklarda, bosh miyada, buyrakda, taloqda, suyaklarda saqlanadi. Marganes boshqa d-elementlar singari bir qancha fermentlar tarkibiga kiradi. Masalan, arginaza, fosfotransferaza tarkibiga kirib, ularning spetsifik ta'sirini belgilaydi. Marganets saqlagan metallofermentlar gidrolitik, oksidlanish-qaytarilish jarayonlarini katalizlaydi. Uninig ishtirokida organizmda glukozadan askorbin kislota (vitamin C) sintezlanadi. Marganesning modda almashinuvidagi xissasi sezilarlidir. U B₁ va E vitaminlari almashinuviga ta'sir qiladi. Marganes insulinning glikemik ta'sirini kuchaytirib, qondagi qand miqdorini kamaytiradi. Undan tashqari, u lipotrop ta'sirga ega bo'lib, ateroskleroz rivojlanishini to'xtatadi. Temir, kobalt mis bilan birgallikda qon hosil bo'lish jarayonlariga ta'sir ko'rsatadi, antitelolarning hosil bo'lishini tezlashtirib, yot oqsillarning zaharli ta'sirini neytrallaydi.

Organizmda marganes miqdorining kamayishi E vitamin miqdorining kamayishiga, patologik semirishga, endemik buqoq kasalligiga olib keladi. Oziq-ovqat mahsulotlari qizillavlagi, pomidor, soya, noxat, kartoshkada marganes ko'p bo'ladi.

Temir – makrobiogen d – elementlar qatoriga mansub bo'lib, uning odam organizmidagi umumiy miqdori 5g tashkil etadi. Temir



ko'pchilik metalloproteinlar tarkibiga kiradi. Ular ko'pchilik oksidlanish-qaytarilish jarayonlarini katalizlaydi, molekular kislorodni qayta bog'laydigan sistemalar hosil qiladi. Nafas olish fermentlari sitoxrom, peroksidaza va katalazalar temir saqlovchi metallofermentlardir. Sitoxromlar qaytarilgan shaklda ikki valentli, oksidlanganda



uch valentli temir saqlaydi. Organizmda ovqat tarkibidagi moddalarni oksidlanishi jarayonida bir oksidlanish darajasidan boshqasiga o'tishi ularning katalitik funksiyalarini belgilaydi. Organizmdagi temir Fe^{2+} va Fe^{3+} kationlari shaklida uchraydi. U asosan eritrotsitlar (umumiy miqdorining 80%) tarkibidagi gemoglobin tarkibiga kiradi. Undan tashqari organizmda jigar hujayralari va taloqda bo'ladigan, depolangan(zaxira) temir, yuqori molekular temir saqlovchi oqsil (ferritin) ko'rinishida mavjud. Temir almashinuvi va uning qon tarkibidagi miqdorining boshqaruvi jigar orqali amalga oshadi. Almashinuv jarayoni qon zardobida saqlangan va temir tashish vazifasini bajaruvchi transferin deb ataluvchi oqsillar hisobiga amalga oshiriladi. Transferrin bilan bog'langan temir ionlari qon zardobidan iliklarga tashiladi va u yerda 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. Ovqat tarkibidagi temir miqdorining yetarli bo'lmashligi qonda gemoglobinning pasayishiga olib keladi va qonda temir kamayishi natijasida anemiya yuzaga keladi. 4.5-rasmda normal va anemiya holatidagi hujayralar ko'rsatilgan. Qonning hajm birligida eritrotsit va gemoglobinning miqdori keskin tushib ketishi, qonning kislo-

rod tashishini qiyinlashtiradi va hujayralar energiya ajrata olmasligi natijasida odamda holsizlik, uyquga moyillik, soch to'kilishi, tirnoqlarning sinuvchanligi, yurak yetishmovchiligi yuzaga keladi.

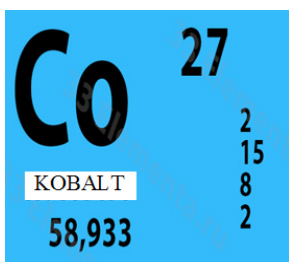
Ustritsa, jigar, qizil rangli go'sht, parranda go'shti, baliq, qovoq danagi, pista, behi temir moddasiga boy mahsulotlardir.

Kobalt mikrobiogen element bo'lib, muhim oqsillar tarkibiga kiradi, qator fermentlarning (karboangidraza, karboksipeptidaza va boshqalar) faoliyatini faollashtiradi. Kobalt saqlagan fermentlar DNK sintezi va aminokislotalar metabolizmida ishtirok etadi. Kobalt va mis birikmalari organizmdagi oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining katalizatorlari sifatida temir birikmalaridan keyin ikkinchi o'rinda turadi. Ular qon hosil bo'lishida ishtirok etadi. Izlanishlar natijasi-

da jigardan qizil qon tanachalarining hosil bo'lishini jadallashtiradigan B₁₂ vitamini ajratib olingan. Kobalt +3 oksidlanish darajasida B₁₂ vitaminining markaziy atomi bo'lib, yangi hosil bo'layotgan qizil qon tanachalardagi gemoglobin tarkibiga temir ionlarini kirishini oshiradi. Shu sababli kamqonlik kasalliklarda temirli moddalar bilan birlikda Cu²⁺ va Co²⁺ preparatlarini qo'llash yaxshi natijalar beradi.

Kobalt ta'sirida to'qimalarda yig'iladigan A, C, K va B guruh vitaminlarining miqdori ortadi, nikotin kislota (vitamin PP), piridoksin (B₆) sintezlanishi kuchayadi.

Kobalt ta'sirida suyak va ichak fosfatazalari, karboksilaza, arginaza, katalaza va ko'pgina peptidazalar faolligi ortadi, suksinatdehidrogenaza va sitoxromoksidaza fermentlarining faolligi kamayadi.



Bu elementning organizmga kam miqdorda tushishi kalsiy va fosfor o'zlashtirilishining kamayishi va kamqonlikka olib keladi. Uning to'qimalardagi yetishmovchiligi organizmning turli infeksiyalarga himoya qobiliyatini pasayishiga olib kelishi taxmin qilinadi.

Dengiz mahsulotlari va baliq, no'xot, jigar, sarimsoq piyoz, nok va boshqa oziq-ovqat mahsulotlarida ko'p bo'ladi.

4.6. Bioelementlarning antagonistik va sinergistik o'zaro ta'sirlashuvi

Biogen elementlarning organizm tomonidan o'zlashtirilishi, ularning qator a'zolar va to'qimalardagi saqlanadigan miqdori, biologik jarayonlardagi faoliyati turli xil omillarga bog'liqdir. Bunday omillar qatoriga elementlar orasidagi sinergistik va antagonistik ta'sirlashuvlar misol bo'ladi.

Biogen elementlardagi sinergistik ta'sirlashuv deganda bir element boshqa biror bir elementning ta'sir effektining oshirishi tushuniladi. Bunday elementlar *sinergistlar* deb ataladi.

Bioelementlarning antagonistik ta'siri deganda bir element boshqa elementning ta'sir qiymatini kamaytirishi tushiniladi. Bunday elementlar *antagonistlar* deb ataladi.

Sinergistik va antagonistik ta'sirlashuv mexanizmlari nihoyatda turli tuman va murakkab bo'lishi mumkin. Bunday ta'sirlashuvlarga misol tariqasida quyidagilarni keltirish mumkin. Organizmdagi Cu miqdorining kamayishi oziq-ovqat bilan yetarli miqdorda temir kirib kelayotgan bo'lsa ham kamqonlik kasalligiga olib keladi. Sababi mis ionlari gemoglobin sintezida, qon hosil bo'lish jarayonida ishtirok etadi, temir ionlarini ichaklarda so'rilishini ta'minlash orqali eritrositlarning faoliyatini uzaytiradi. Mis ionlarining taqchilligi temir ionlarining organizm tomonidan o'zlashtirilishini kamayishiga olib keladi. Shu sababli temirning kamayishi hisobiga kelib chiqadigan kamqonlik yuzaga keladi. Kamqonlikni davolashda temir preparatlari bilan bir qatordamis preparatlari qabul qilin-

sa kamqonlikni tez davolash mumkin. Bu elementlarning biologik xossalari bunday bog'liqligi ularning o'zaro sinergist biogen elementlar ekanligini ko'rsatadi.

Antagonistik ta'sirlashuvga Na^+ va K^+ , Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlari egadir. Masalan, organizmda natriy ionlari miqdorining ortishi kaliyning kamayishiga olib keladi. Qonda kaliyning miqdori ko'payib ketsa, aldosteron gormonning sekretiysi kuchayadi, natriy ioni esa bu jarayonni susaytiradi.

Mg^{2+} ionlari tomonidan faollashadigan bir qancha fermentlar (adenozinuchfosfataza, argeninsuksinatsintetaza va boshqalar) Ca^{2+} ionlari tomonidan ingibirlanadi. O'z navbatida miozindagi adenozinuchfosfataza Ca^{2+} ta'sirida faollashsa, Mg^{2+} ionlari ta'sirida ingibirlanadi.

Biror-bir elementning miqdori bir vaqtning o'zida bir necha elementlarning o'zlashtirilishiga ta'sir qilishi mumkin. Masalan, organizmdagi rux miqdorining ortishi organizm tomonidan Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ ionlarini o'zlashtirilishining kamayishiga olib keladi, Al^{3+} miqdori ortishi Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ o'zlashtirilishini kamaytiradi, Ni^{2+} va Co^{2+} tashqi muhitdan ko'p tushishi N, P, Ca^{2+} , K^+ miqdorini kamaytiradi. Bundan tashqari, Mo–Cu, Ni–Cu, Cu–Mo– SO_4^{2-} J–Co–Cu–Mn va Cu–Ca organizmda bo'lgan miqdoriy nisbatlarining buzilishi shu elementlarning biron birini miqdorini kamayishiga olib keladi.

4.7. Tarkibida biometall saqllovchi dorivor moddalar va ularning tibbiyotda qo'llanishi

Ko'pchilik dorivor moddalar tarkibida biogen metall ionlarini saqlaydi. Bular qatoriga quyidagilar kiradi: NaCl ning 0,85% eritmasi fiziologik eritma – organizm suvsizlanganda, ko'p qon yo'qotganda tomiriga tomchilatib yuboriladi. Gipertonik eritmasi (3%, 5%, 10%) jarrohlikda ishlatiladi. 4.3-jadvalda tarkibida biometall saqllovchi dorivor moddalarning tibbiyotdagi ahamiyati ko'rsatilgan.

4.3-jadval

**Tarkibida biometall saqlovchi dorivor moddalarning
tibbiyotdagi ahamiyati**

Li_2CO_3	Litiy karbonat	Maniakal-depressiv psixozni davolashda qoʻllanadi
$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOLi}$	Litiy benzoat	Podagra, siydiktosh kasalligida qoʻllaniladi
NaCl – 0,86% (massa jihatdan) eritma	Fiziologik eritma	K oʻp qon yoʻqotilganda, organizm suvsizlanganda tomirdan tomchilab yuboriladi
NaCl 3%, 5% (massa jihatdan) eritma	Natriy xlorid	Jarrohlikda qoʻllanadi
NaHCO_3	Natriy gidrokarbonat	Meʼda shirasi kislotaliligi ortganda neytrallash uchun qoʻllaniladi
$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	Natriy sulfat	Surgi vositasi sifatida qoʻllaniladi
NaBr , KBr	Kaliy va natriy bromid	Tinchlantiruvchi vosita
NaI , KI	Kaliy va natriy yodid	Qalqonsimon bez kasalligida qoʻllaniladi
KCl	Kaliy xlorid	Yurak aritmiyasida qoʻllaniladi
CH_3COOK	Kaliy atsetat	Siydik haydovchi vosita
MgO	Magniy oksid	Meʼda-ichak trakti kasalligida adsorbsiyalovchi modda sifatida qoʻllanadi
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Magniy sulfat	Gipertoniya, ateroskleroz, teri kasalliklarida
$\text{MgS}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Magniy tiosulfat	Gipertoniya, ateroskleroz, teri kasalliklarida

$3\text{MgSiO}_3 \cdot \text{Mg}(\text{HSiO}_3)_2$	Magniy silikat va gidrosilikat	Teri kasalliklarida qo'llanadi
$\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Kalsiy xlorid	Allergik, teri kasalliklarida, nefrit, shamollashda qo'llanadi
CaCO_3	Kalsiy karbonat	Me'da shirasi kislotaligi oshganda ishlatiladi
$\text{CaPO}_3\text{OC}_3\text{H}_5(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$		Asab sistemasini tiklashda qo'llanadi
$\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$	Kalsiy sulfat	Gipsli bog'lamlar
KMnO_4	Kaliy permanganat	Antiseptik modda
Na_2CrO_4	Natriy xromat	Onkologiyada diagnostika maqsadida qo'llanadi
Koamid		Qon ko'paytiruvsi vosita
B_{12} vitamini		Kamqonlikni davolashda qo'llanadi
Kobavit		Gepatitni davolashda, organizm immunitetini oshirishda qo'llanadi
Qaytarilgan temir		Temir tanqisligi anemiyasini davolash maqsadida ishlatiladi
Temir glitserofosfat		O'sha patologiyada
Temir laktat		O'sha patologiyada
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Temir (II)-sulfat	O'sha patologiyada
Ferramid		O'sha patologiyada
Ferrotseron		O'sha patologiyada
Ferkoven		O'sha patologiyada
Gemostimulin		O'sha patologiyada
$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Temir (III)-xlorid	Qon ketishini to'xtatishda ishlatiladi
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Rux sulfat	Konyuktivitga qarshi surtma
ZnO	Rux oksid	Teri kasalligini davolashda qo'llanadi

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Mis kuporosi	Konyuktivitni davolashda qo'llanadi
$\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{B}_6$	Kupir	Sil, gepatit, vitiligoni davolashda qo'llaniladi
Mis sitrat		Sil, gepatit, vitiligoni davolashda qo'llanadi
AgNO_3	Lyapis	Antiseptik, bakteritsid xossaga ega, surtma sifatida qo'llanadi
$(\text{Au} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CHOH} - \text{CH}_2\text{CO}_3)_2\text{Ca}$	Krizanol	Sil, prokaza, volchankani davolashda qo'llanadi
NH_4Cl	Ammoniy xlorid	Siydik haydovchi vosita

Vaziyatli masalalar

1-masala. Bolalar prisipkasi tarkibi: rux oksidi – 1 qism, kraxmal – 2 qism, talk – 8 qism. 10 g poroshok tayyorlash uchun har bir moddadan necha grammdan olish kerak? Har bir modda necha %ni tashkil etadi?

2-masala. $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ kristallogidratidan foydalanib, 300 g 5% li CaCl_2 eritmasini tayyorlash uchun necha g kristallogidrat va necha ml suv olish kerakligini toping.

3-masala. Odam organizmida suyakning massa ulushi 16–18 %ni tashkil etadi. Odam suyagidagi anorganik moddalarning massa ulushi 22% ga teng. Kalsiy digidrofosfatning suyakdagi massa ulushi 85% ni tashkil qilsa, 70 kilogram vaznli kishi organizmidagi kalsiy digidrofosfat va kalsiy elementining massasini toping.

Bilimni sinab ko'rish uchun testlar

1. Fe^{2+} ioni qaysi reagent yordamida aniqlanadi?

A) NaOH ;

B) NH_4SCN ;

D) $K_3[Fe(CN)_6]$; E) NH_4Cl .

2. Qaysi eritma fiziologik eritma sifatida ishlatiladi?

A) 3% NaCl; B) 0,86% KCl;

D) 0,86% NaCl; E) 0,9% $CaCl_2$.

3. Organizmda ftorning kamayishi oqibatida qanday kasallik rivojlanadi?

A) flyuoroz; B) karies; D) anemiya; E) gipotireioz.

4. Mikrobiogen d- elementni ko'rsating:

A) Ag; B) Hg; D) Cu; E) Al.

5. Yod qaysi a'zoda yig'iladi?

A) suyak; B) jigar; D) qalqonsimon bez; E) buyrak.

6. Mis qaysi a'zoda yig'iladi?

A) suyak; B) jigar; D) qalqonsimon bez; E) buyrak.

7. Organizmda yod miqdori ortib ketishi oqibatida kelib chiqadigan kasallikni ko'rsating:

A) kamqonlik; B) karies; D) gipotireoz; E) gipertireoz.

8. Qaysi element organizmda qand almashinuviga ta'sir etadi?

A) Mg; B) Ca; D) Fe; E) Zn.

9. Azot almashinuvida ishtirok etadigan elementni ko'rsating:

A) Mg; B) Li; D) Co; E) Zn.

10. Quyidagi ionlarni aniqlash uchun tegishli reagentlarni tanlang:

1) Ba^{+2} ; 2) Fe^{+2} ; 3) Co^{+2} ; 4) Hg^{+2} .

a) $K_3[Fe(CN)_6]$; b) Na_2CO_3 ;

d) KI; e) K_2CrO_4 .

A) 1e, 2a, 3b, 4d; B) 1a, 2d, 3d, 4b;

D) 1b, 2e, 3a, 4d; E) 1a, 2bd, 3e, 4a/

NOORGANOGEN ELEMENTLAR

5

Xelatoterapiya bo‘limiga tez yordam 8 yoshli bolani olib keldi. Bolani ko‘ngil aynish, qorin sohasidagi og‘riqlar, bosh aylanish, yutinganda tomoq og‘rishi kabi holatlar bezovta qilardi. Bola yotoqxonasida termometr sinib qolishi oqibatida termometrdagi suyuq simob tezda sharchalar ko‘rinishida xonada yoyilib ketgan. Bola esa simob bug‘laridan nafas olgan. Shifokor bolaning ota-onasiga simobning noorganik elementlar qatoriga mansub bo‘lib, zaxarlanish manbayi bo‘lishi mumkinligini tushuntirdi. Elementar simob organizmga, odatda, bug‘ ko‘rinishida kiradi. Havo bilan simob bug‘lari av-



valo o‘pka, so‘ngra alveolalar orqali qon sistemasiga o‘tadi va qon oqimi bilan butun organizmga tarqaladi. Hazm qilish a‘zolari simobni ko‘p miqdorda adsorbsiyalamasada, lekin shu holatda ham u tez ikki valentli shaklga oksidlanib oqsillarning sulfidril guruhlari bilan bog‘lanib oladi. Simob kabi noorganogen elementlar zaharli oqibatlarini klinik namoyon bo‘lishi 8–12 soatgacha davom etadi. Bunday holda bemor organizmiga antidotlarni 8–12 soat oralig‘ida kiritish lozim. Tibbiyotda antidot sifatida unitiol, dimerkaprol, dimerkaptoqahrabo kislota, penitsilamin va boshqalar qo‘llanadi.

Xelatoterapiya – tibbiyotning maxsus yo‘nalishidir. Bu usul organizm toksik metallar bilan zaharlanganda shu metallar bilan yanada barqaror kompleks birikma hosil qiluvchi ligand (antidot)lar yuborib, zaharli metallarni organizmdan chiqarib yuborishga asoslangan.

5.1. Noorganogen elementlarning ba’zi vakillarining odam organizmiga ta’siri

Noorganogen elementlar – organizmda ma’lum miqdorda bo‘lib, lekin biologik faol moddalar tarkibiga kirishi hamda biologik jarayonlarda bevosita ishtirok etishi aniq bo‘lmagan elementlardir. Bu elementlar konsentratsiyasining ortishi, jiddiy patologik holatlarga olib keladi.

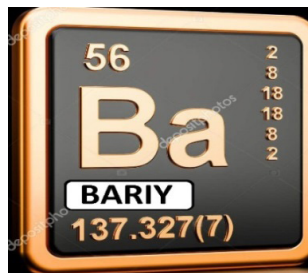
Noorganogen elementlarning bunday tahririni shartli deb qarash mumkin chunki biologik vazifalari va hayotiy muxim xususiyatlari noorganogen elementlarni biogen elementlar sinfiga yaqinlashtiradi. Ko‘pchilik elementlar va ular birikmalarining atrof –muhitda saqlanadigan hamda inson organizmiga salbiy ta’sir qilmaydigan miqdori aniqlangan. Bu miqdor *chegara qiymat miqdori* deyiladi. Elementning bu qiymat chegarasidan oshib ketishi ekologik xavfli muhit kelib chiqishiga olib keladi.

Bu elementlarning zaharli ta’siri ma’lum darajada shu elementlarning tuzilishiga, turli to‘qima va a’zolarda to‘planish imkoniyatlariga va fizik-kimyoviy xossalari bog‘liq bo‘ladi. Noorganogen elementlar organizmda ma’lum miqdorda bo‘lib, ko‘pincha ularning biologik faoliyati, saqlanish shakli, to‘qima va a’zodagi miqdori ma’lum bo‘lmaydi. Organizmga noorganogen elementlar oziqa mahsulotlari, havo va suv bilan kiradi. Bu elementlar konsentratsiyasining ortishi, jiddiy patologik holatlarga olib keladi. Ularni davolash uchun klinik amaliyotda xelatoterapiya usuli qo‘llanadi.

Noorganogen elementlarga bariy, stronsiy, simob, aluminiy, qo‘rg‘oshin, margimush, vismut, surma va boshqalar kiradi.

Bariy (Ba) elementining odam organizmiga ta'siri

Bariy Ba. Bariy yer po'stlog'ida mas-sa jihatdan $5 \cdot 10^{-2} \%$ ni tashkil etadi. Bariy ishqoriy yer metall bo'lib - u kumush rang, yumshoq va biroz yopishqoq. Tabi-atda toza holda uchramaydi. Organizmda $1 \cdot 10^{-5} \%$ uchraydi. Tana og'irligi 70 kg bo'lgan insonda bariy kamida 20–22 mg uchraydi, juda kichik miqdorda ichaklarda bariy tuzlari so'riladi, nafas yo'llarida esa bu elementning miqdori 5–6 baravar ko'proq-dir. Bariy faqatgina mushak to'qimasida emas balki bosh miya, taloq, ko'z gavhari, qonda, suyak va tishlarda ham bor. Bu element odam organizmi uchun zaharlidir. Bariyning odam organizmiga zarar yetkazadigan miqdori taxminan 200 mg. Uning miqdori qonda ortsa leykoz kasalligi kelib chiqadi. Bariy kalsiyni biomolekulalar-dan siqib chiqaradi, kalsiy almashinuvi buzilishi natijasida suyakla-nish jarayoni sekinlashadi va bariyli raxit yuzaga keladi. Ma'lumki, bariy asetilxolin ta'sirini eslatib silliq mushaklarga ta'sir etadi. Qon bosimni oshirishi aniqlangan.



Organizm uchun bariyning suvda eriydigan tuzlari: nitratlar va xloridlari xavflidir. Bariy neft olishda, qog'oz, shisha, lok-bo'yoq, metallurgiya, rezina, sopol, poligrafik va boshqa ishlab chiqarish sohalarida qo'llaniladi. Oltinga ishlov berilayotganda va insektitsid moddalarni ishlab chiqarishda bariy fluorid qo'llaniladi. Shu tariqa u qishloq xo'jaligida ham qo'llaniladi, ammo bu modda odamlar, hayvon va o'simliklarga zaharli ta'sir qiladi. Olimlar fikricha qish-loq xo'jaligida zararkunandalarga qarshi bariy ishlatilgan joylarda ko'pincha leykoz kabi kasalliklar uchrar ekan.

Bariy tuzlaridan zaharlanganda quyidagi simptomlar kuzatila-di: og'izda kuyish hissi, haddan ziyod so'lak ajralishi, ko'ngil ayni-shi, ichak sanchishi, diareya, ko'p ter ajralishi va terining oqarishi. Nerv sistemasi ham halokat signalini beradi: quloqda shovqin hosil

bo‘ladi, muvozanat yo‘qoladi, miya faoliyati buziladi, puls susayadi, aritmiya va bradikardiya hosil bo‘lishi mumkin.

Bariyning faqatgina fosfat va sulfatlari xavfsiz bo‘lib, bariy sulfat rentgenokonstrast modda sifatida oshqozon-ichak trakti rentgenografiyasida qo‘llaniladi.

Bariydan zaharlanish surunkali kechishi mumkin. Bu holat faqat ishlab chiqaruvchi korxonalarda havo bariyning birikmalari bilan ifloslangan joyda ishlaydigan odamlarda bo‘ladi. Bunday havodan nafas olganda havodagi birikmalar nafas yo‘llarini zararlaydi, ular esa fibroz jarayonini og‘irlashtiradi. Chandiqlar va yo‘g‘onlashgan to‘qimalar kuchli hansirashga olib keladi, hansirash ozi bilan quruq va to‘xtatib bo‘lmaydigan yo‘talni olib keladi. Buning oqibatida nafas olish yo‘llarida birqancha o‘zgarishlar pnevmoniya, bronxitlar va boshqa kasalliklar kuzatiladi.

Stronsiy (Sr) elementining odam organizmiga ta’siri

Sr	38
STRONSIY	2
87.62	8
5s ²	18
	8
	2

Stronsiy Sr. Yer po‘stlog‘ida 4–10⁻²% miqdorda bo‘ladi. U yuqori va quyi organizmlarning suyak tarkibida uchraydi. Stronsiyning kimyoviy jihatdan kalsiyga o‘xshash bo‘lib, barcha tirik organizmlarning asosiy qurilish elementi hisoblanadi. Stronsiy tuproqqa oson yutilib, kalsiy bilan o‘rin almashib o‘simlik orqali odam va hayvon organizmi-

ga tushib, katta xavf tug‘dirishi mumkin. Atom elektrostansiyalari ishlash jarayonida radioaktiv stronsiy ajraladi. Atom bombalari portlaganda 5% stronsiy hosil bo‘ladi. Kalsiy yetishmovchiligi-da organizm radioaktiv stronsiy tarqalgan muhitda uni suyaklarga yig‘a boshlaydi. Stronsiy ko‘pincha kalsiy ko‘p bo‘lib magniy kam bo‘lgan a’zolarida uchraydi.

Stronsiy organizmga tushgandan so‘ng fosfatli birikmalardagi Ca²⁺ ning o‘rnini egallaydi. Bu birikma suyak to‘qimasining asosi-

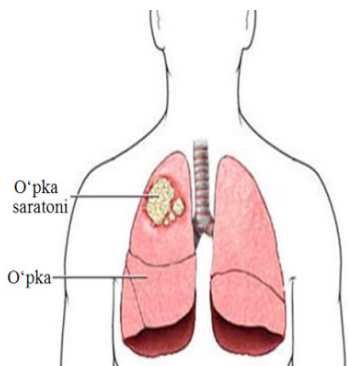
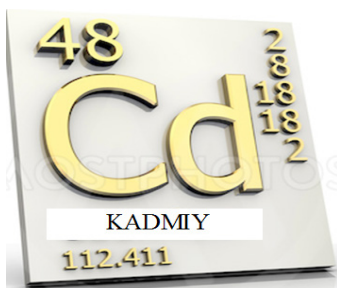
ni tashkil etadi va stronsiyli raxitni keltirib chiqaradi. Bu elementni a'zolaridan chiqarib yuborish imkoniyati juda oz, shu sababli to'qimalar doimiy ichki nurlanishga uchrab turadi va leykemiya kelib chiqadi, bu esa jigar, miya ishining buzilishiga olib keladi. Stronsiy osteoporozni davolashda, ko'zning oq pardasi o'zgaruvchanliklarida va o'smaga qarshi vosita sifatida keng qo'llaniladi.

Tibbiyotda radioaktiv stronsiy ko'z kasalliklari va teri kasalliklarini davolashda ishlatiladi.

Kadmiy (Cd) elementining odam organizmiga ta'siri

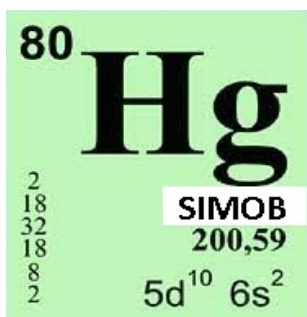
Kadmiy Cd. Kadmiy organizmga tamaki tutuni, bo'yoqlarning ba'zi turlari, suv, kofe, choy, va boshqa oziq-ovqat mahsulotlari bilan kiradi. Kadmiyning asosiy miqdori buyrakda (barcha miqdorining 30–60%) va jigarda (20–25%) to'planadi.

Qolgan kadmiy oshqozon osti bezi, taloq, suyak va boshqa a'zo va to'qimalarda uchraydi. Bu mikroelementning biologik faoliyati to'liq o'rganilmagan bo'lsada, tirik organizm rivojlanishida kerakligi isbotlangan. Kadmiy bioligandlar bilan barqaror kompleks hosil qiladi, shuning uchun ko'pchilik fermentlarning ingibitori (organizmning himoya reaksiyalarini yaxshilaydi), uglevod almashinuviga ta'sir qiladi, qondagi qand miqdorini boshqaradi. Kadmiyning organizmdagi chegara qiymat miqdori eng ko'pi bilan 70 mkgni tashkil qiladi. Organizmda kadmiy miqdorining ko'payishi kalsiy, magniy, rux, temir, misli tuz almashinuvini buzadi. Masalan, ishqoriy fosfataza va karboksipeptidazadagi rux ioni kadmiy ionini bilan



almashinish hodisalari kuzatiladi. Kadmiy buyrak faoliyatining buzilishi, qon bosimining ortishi, suyaklarning deformatsiyalanishiga olib keladi. Kadmiy shuningdek kanserogen xossaga ega. Tamaki o'sish jarayonida tuproqdan kadmiyni o'zlashtiradi. 1 ta tamaki tarkibida uning miqdori 0,1-2,5 mkg ni tashkil etadi. Uning 0,1-0,2 mkgi chekuvchining o'pkasiga tushadi, qolgani tutuni bilan tarqaydi. Tamakidagi kadmiyning salbiy ta'siri yuqori bo'ladi. Shuning uchun chekuvchi insonlarning o'pka saratoniga uchrash ehtimoli yuqori bo'ladi. 5.1-rasmda saratonga uchragan o'pka ko'rsatilgan.

Simob (Hg) elementining odam organizmiga ta'siri



Simob Hg. Yer po'stlog'ida $7-10^{-6}$ % uchraydi. Organizmda $1-10^{-6}$ % simob bo'ladi. Kuniga organizmga 0,002–0,005 mg simob kiradi. Simob kumushsimon, yaltiroq va xona haroratida suyuq element. Metall holdagi simob va uning birikmalari juda zaharlidir. Simob tabiatda noorganik birikmalar bilan bir qatorda organik birikmalar ko'rinishida ham

uchraydi, jumladan alkil, aren va alkaloid birikmalar ko'rinishida. Organik birikmalaridan metil simob, etil simob kabilar juda zaharlidir. Simob tanaga simob bug'lari orqali nafas olganda, teriga tushganda, yoki simob saqlagan ovqat yoki suv iste'mol qilinganda kirishi mumkin. Organizmda simob jigar, buyrak, taloq va o'pkada to'planadi. Simobning organik birikmalari markaziy nerv sistemasi, yurak qon tomir tizimi, oshqozon, jigar, buyrak zararlanishiga olib keladi. Simob qalqonsimon bez faoliyatini buzadi.

Simob ionlari oqsillar bilan mustahkam bog'lanib, erimaydigan albuminli birikmalar hosil qiladi. Ular ichak, buyrakning ishini buzilishiga olib keladi, natijada zaharli moddalar qondan chiqmaydi va o'limga olib keladi. Simobning zaharli ta'siri to'qima oqsillarining –SH sulfogidril guruhini, uning yuqori konsentratsiyalarida esa –

NH_2 va $-\text{COOH}$ guruhlarini ingibirlashi bilan bog'liqdir. Simob bilan zaharlanishda oshqozon ichak sohasida kuchli og'riq paydo bo'ladi, qayd qilish kuzatiladi, axlat bilan qon ajraladi, oshqozon ichakda yara hosil bo'ladi, nekroz kuzatiladi. Doimiy zaharlanishda soch, qosh, kiprik va tishlar to'kiladi. Shilliq qavatlar, asab sistemi zararlanadi, moddalar almashinuvi buziladi, qon aylanishi, qalqonsimon bez faoliyati ishdan chiqadi, jismoniy rivojlanishning pasayishiga olib kelishi mumkin. Shuning uchun sanoatda havo tarkibidagi simobning miqdori $1-10^{-5}\text{mg/m}^3$ dan oshmasligi kerak. Zaharlanishda sut, tuxum oqsili iste'mol qilinadi, chunki, oqsil simobni oshqozonda cho'ktiradi

Kimyo va salomatlik



Simob organizmga qanday yo'l bilan kiradi?

Sanoat korxonalari ko'p bo'lgan hududlarda okean va dengizlarga turli zaxarli metallar saqlagan sanoat chiqindilari tashlanadi. Ichimlik va dengiz suvlarida, bakteriyalar simobni zararli metilsimobga aylantiradi. Metilsimob bilan oziqalangan baliqlarni iste'mol qilgan odamlarda markaziy asab sistemi kasalliklari kuzatilishi mumkin.

Baliq iste'mol qilinganda simob miqdoriga ko'ra muammolar keltirib chiqaradi. Oziq-ovqat va dori vositalarida simobning miqdori mingdan bir ulushdan ortib ketmasligi kerak. Masalan, 1 mg simob 1 kg dengiz mahsulotiga to'g'ri keladi. Ko'p davlatlarning oziq-ovqat ratsionida baliqlar yuqori o'rinda turadi. Tabiatni Muhofaza Qilish Qo'mitasi tavsiyasiga ko'ra, simob iste'mol qilgan asosan, nayza baliq va akula singari, o'zida ko'p simob tutadigan baliqlarni, ko'pi bilan haftada bir marta iste'mol qilish mumkin. Simobdan zaharlanish bo'yicha eng mash'um voqea 1950-yili Yaponiyaning

Minamata va Nigata shaharlarida bo'lgan. U paytlarda okean sanoat chiqindilari tarkibidagi simob bilan yuqori darajada ifloslangan edi. Asosiy ovqati baliq bo'lgan 2000 dan ortiq aholi baliqlar



tarkibidagi simobdan zaharlanib, ko'plari o'lgan, qolganlari esa asab kasalliklariga duchor bo'lgan. 1988–97-yillar davomida AQSH da simobdan foydalanish 75% ga kamaygan. Simob asosan, bo'yoqlar, pestitsidlar, batareyalarda va boshqa maqsadlarda ish-

latilar edi. Hozirgi kunda ham batareyalar va kompakt fluoressent yorug'lik lampalari tarkibida simob mavjud bo'lib, ulardan foydalanishda albatta ko'rsatmalarga rioya qilish kerak.

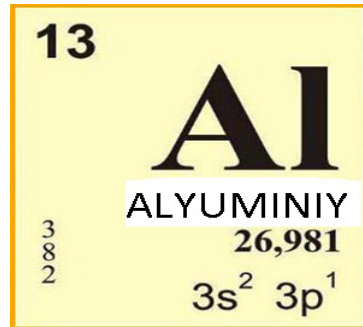
Termometr singanda simobni qanday yig'ish kerak?

Xo'jalikda simobni yo'qotishda oltingugurtdan keng foydalaniladi. Masalan, simob saqlagan termometr sinsa, toza havo kirishi uchun oynani ochish kerak va simob bug'lanishi tezroq kechishi uchun xonada haroratni pasaytirish zarur. So'ngra sekin va diqqat bilan termometr shishalarini va simob sharlarini yig'ib olish kerak. Bunda qo'llar ochiq holda bo'lmasligi, iloji bo'lsa respiratorda ishlash kerak. Barcha ifloslangan buyumlarni germetik qopqoqli shisha idish yoki polietilen paketga solib xonadan olib chiqish kerak. Simob izlariga oltingugurt sepish kerak. Xona haroratida simob oltingugurt bilan oson reaksiyaga kirishadi. Bunda zaxarli ammo uchmaydigan HgS hosil bo'ladi. Polga va buyumlarga tushgan simobni kaliy permanganat eritmasi, xlorli yoki soda-sovunli eritma bilan tozalash kerak. Och pushti margansovka eritmasi bilan og'izni chayish, tishlarni yaxshilab tozalash, 2–3 aktivlangan ko'mir ichish

kerak. Keyinchalik polni doimo xlorli eritma bilan yuvish va xonani shamollatish lozim.

Aluminiy (Al) elementining odam organizmiga ta'siri

Aluminiy Al. Aluminiy sivilizatsiya va progress hosilasidir. Aluminiydan samolyotsozlikda, elektr simlari, arzon oshxona buyumlari va texnik jihozlar tayyorlashda keng foydalaniladi. Aluminiy oziqa mahsulotlari o'raladigan folga, dezodorantlar, jo'mrakdagi suvda bo'ladi. Bu element organizmning $1 \cdot 10^{-5}\%$ ni tashkil etadi. Bir kecha-kunduzlik ehtiyoj 35–40 mg ni tashkil etadi. U odamning a'zo va to'qimalari tarkibiy qismiga kirib, epiteliya va biriktiruvchi to'qima qurilishida ishtirok etadi. U bosh miyada, o'pka, jigar, taloq, buyrak va suyaklarda ko'p miqdorda to'planadi. Aluminiy to'qima oqsillari bilan barqaror birikma hosil qilib laktatdegidrogenaza, ishqoriy fosfataza, aldolaza faolligiga ta'sir ko'rsatadi.



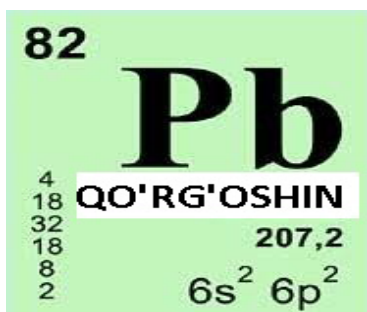
Uning suv havzalaridagi chegara qiymat miqdori 0,016 mg/l, havodagi miqdori 0,5mg/dm³ dan oshmasligi kerak. Aks holda u odam organizmiga ko'p miqdorda tushib, biologik faol moddalar metabolizmini buzadi. Aluminiy fosfatlar bilan ichakda birikib barqaror komplekslar hosil qiladi, natijada suyaklarda fosfor miqdori kamayadi.

Aluminiyning miqdori ortganda raxitsimon o'zgarishlar kuza-tiladi. Ba'zi qon fermentlari faoliyatini susaytiradi. Aluminiyning organizmda ko'payishi neyrotoksik zaharlanishni keltirib chiqara-di. Aluminiy Mg²⁺ ionlariga antagonist bo'lganligi uchun ribosom-alarning makrotuzilishini buzadi.

Bu esa nuklein kislotalar sintezlanishiga ta'sir etadi va saraton kasalliklari rivojlanishiga olib keladi.

Asosan aluminiy bilan og'ir zaharlanish rangli metallurgiya sohasi ishchilarida, metall bo'yoqlari va aluminiy upasini ishlab chiqarish bilan band bo'lgan insonlarda kasb kasalligi aluminoz yuzaga keladi. Ularda o'pka qurishi, ateroskleroz (asosan bronx tomirlarida), ishtaha yo'qolishi, yo'tal, ba'zida oshqozonda og'riq kuzatiladi. Shu sababli ish joyida havoda ruxsat etilgan aluminiy miqdori 2 mg/m^3 dan oshmasligi kerak.

Qo'rg'oshin (Pb) elementining odam organizmiga ta'siri



Qo'rg'oshin Pb. Organizmning $1 \cdot 10^{-40}\%$ ni tashkil etadi. Havoda $0,01 \text{ mg/kg}$. Ma'lum miqdorda tuproqda uchraydi. Qo'rg'oshin atsetat miqdorining 145 mg/kg gacha ortishi letal holat keltirib chiqaradi. U motor yoqilg'isi tarkibida bo'lib, atmosferada yig'iladi va havoni ifloslaydi. Nafas olish yo'llari orqali uning bug'lari alveolalarda, bronxiolalarda to'planadi va o'pkaga so'riladi. Qo'rg'oshinning asosiy qismi qizil qon tanachalarida to'planadi ($40\text{--}45\%$). Qo'rg'oshin hujayralarning protoplazmasi uchun zaharli hisoblanadi.

Qo'rg'oshin qondan to'qimalarga o'tib, ma'lum vaqt ichida jigarda, buyrakda, mushaklarda, qisman taloqda, miya va suyak to'qimalarida to'planadi. Qo'rg'oshin – SH sulfgidril guruhlar bilan bog'lanishga moyil bo'lgani uchun, oltingugurt saqlovchi oqsillar bilan bog'lanib qo'rg'oshin albuminatlarini hosil qiladi. Qo'rg'oshin albuminarlarinining hosil bo'lishi qo'rg'oshin ionining aktivligini kamaytirsada, –SH guruhni blokadalashi qator almashinuvi jarayonlarini buzadi. Qondagi qo'rg'oshinning asosiy qismi qizil qon tanachalari membranalaridagi –SH, --PO_4^{3-} guruhlar bilan bog'lanib ularning gemolizlanishiga olib keladi.

Qo'rg'oshin ionlari bilan zaharlanish milklarda dog'lar hosil bo'lishiga, asab sistemasining va buyrak funksiyasining buzilishiga

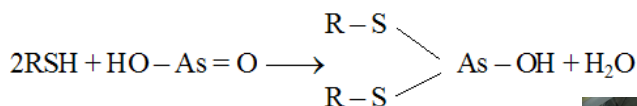
olib keladi, qo'rg'oshinli anemiyanı (plumbumizm) keltirib chiqaradi. Suyaklarda qo'rg'oshin miqdori ortsa, Ca^{2+} ionlari miqdori kamayadi va suyaklar deformatsiyasiga olib keladi.

Qo'rg'oshin bilan zaharlanish belgilari: quvvatsizlik, kamqonlik, bosh aylanishi, shol, tutqanoq. Qo'rg'oshin bilan zaharlanganda davolash uchun tuxum oqsili, askorbin kislota ishlatiladi.

Margimush (As) elementining odam organizmiga ta'siri

Margimush As. Bu element odam va tirik organizmlar uchun zaharlidir. Organizmda $1 \cdot 10^{-6} \%$ uchraydi. Zaharli element hisoblanadi. Havodagi miqdori $0,30 \text{ mg/m}^3$ dan, suvda $0,05 \text{ mg/l}$ dan oshmasligi kerak. Sanoat korxonalari chiqindilari bunday ifloslanishga olib kelishi mumkin. Organizmga oziq-ovqatlar bilan kuniga 1 mg atrofida margimush tushadi. U asosan eritrotsitlarda, taloqda, oqsil to'qimalarida uchraydi. Organizmdagi $0,1\text{--}0,3 \text{ g}$ miqdori o'limga sabab bo'ladi. As (III) birikmalari - arsenitlar ferment va oqsillarning -SH guruhlariga ta'sir etib ularni ingibirlaydi:

33	
As	
MISHYAK	5
74.921	18
	8
$4s^2 4p^3$	2

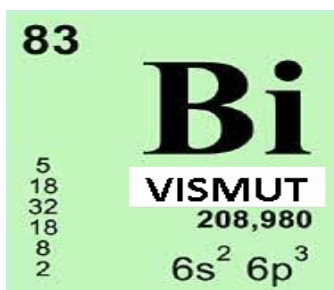


Sulfidril guruh vodorodi margimush bilan almashinishi ferment konformatsiyasi o'zgarishiga va faolligi yo'qolishiga sabab bo'ladi. Margimush birikmalaridan AsH_3 - arsinning zaharli oqibatları kuchlidir. U gem faolligini ingibirlaydi. Buning natijasida eritrotsitlar gemolizga uchrab buyrak kanallariga tiqilib qoladi va organizmning sarg'ayishiga olib keladi. Arsenat ionlari ATF sintezini ingibirlaydi. Arsenat ioni mitoxondriyalarda



pirouzum kislotasining metabolizmini susaytiradi. Bu esa uglevod, aminokislotalar va lipidlarning metabolizmining buzilishiga olib keladi. Shuningdek uning organizmda ortishi “qora son” kasalligiga olib keladi. 5.2-rasmda “Qora son” kasalligiga chalingan bemor oyoqlari ko‘rsatilgan. Katta miqdorda zaharli bo‘lgan margimush ozgina dozada yurak qon tomir faoliyatiga, qon ishlab chiqarishga ijobiy ta’sir ko‘rsatadi.

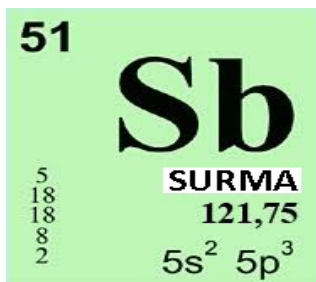
Vismut (Bi) elementining odam organizmiga ta’siri



Vismut Bi. U ichimlik suvida mavjud bo‘lgani uchun suv va oziq-ovqatlar orqali organizmga bir sutkada 20 mkg tushadi. Organizmda $1 \cdot 10^{-6}$ % uchraydi. Vismut jigar, buyrak va ichki sekretiya bezlarida oz miqdorda bo‘ladi. Vismut tuzlari organizmga tushib, oson gidrolizlanadi va oz eriydigan

birikmalar hosil qiladi. Oshqozon ichak sistemasida aminoguruh tutgan ligandlar bilan barqaror kompleks hosil qiladi va zaharli ta’sir etadi, ya’ni aminokarboksipolipeptidaza birikmalari kabilarni ingibirleydi. Qonga vismut birikmalarining eritmasi tushganda ular plazmada oqsillar bilan bog‘langan holatda aniqlanadi. Organizmda vismutning ortishi yurak faoliyatini susaytiradi, haddan tashqari ortishi esa markaziy nerv sistemasining zararlanishiga olib keladi. Asosan buyrakda to‘planib, uning faoliyatini buzadi. Terida yig‘ilib

dermatit keltirib chiqaradi. Vismutning eruvchan birikmalari zaharlidir.



Surma (Sb) elementining odam organizmiga ta’siri

Surma Sb. Organizmda $1 \cdot 10^{-6}$ % uchraydi. Tibbiy-biologik xossalari

va farmokologik ta'siriga ko'ra u margimushga o'xshaydi, ammo uning birikmalari nisbatan kamroq zaharli. Bu surma tuzlarining kam gidrolizlanishi bilan bog'liq bo'lib uning oqibatida ichak traktida yaxshi so'rilmassligiga olib keladi. Surma va uning birikmalari suyaklarda, buyrak va taloqda to'planadi. Surmaning 0,12g miqdori odam uchun letal miqdor hisoblanadi.

Qalay (Sn) elementining odam organizmiga ta'siri

Qalay Sn. Bu metall organizmda $1 \cdot 10^{-4} \%$ ni tashkil etadi. Organizmga oziqa bilan sutkasiga 1 mg tushib turadi, konservalangan mahsulotlarda uning miqdori 38 mg gacha yetadi. Qalay bilan zaharlanish sababi shuki u benzin tarkibida $\text{Sn}(\text{C}_2\text{H}_5)$ ko'rinishida bo'ladi va jigar, o'pka, buyrak va eritrotsitlarda to'planadi.

Qalayning noorganik birikmalari unchalik zaharli emas ammo qalayning organik birikmalari ancha zaharli.

Qalay asosan organizmda jigar, buyrak, mushaklar, qon va o'pka tarkibiga kiradi. U anemiyani chaqiradi, oqibatda qizil qon tanachalari va gemoglobin kamayadi. Uning organizmda ko'payishi teri, yuqori nafas olish a'zolarini zaharlaydi va asab kasalliklarini chaqiradi. Qalay bilan zaharlangan 59% kasallarda ensefalopatiya, 38% aqliy zaiflik kuzatiladi.

50	Sn
4 18 18 8 2	QALAY 118,710 $5s^2 5p^2$

5.2. Tarkibida noorganogen metall saqllovchi dorivor moddalar va ularning tibbiyotda qo'llanishi

5.1-jadvalda tibbiyotda qo'llaniladigan noorganogen elementlarning preparatlari keltirilgan.

**Tibbiyotda qoʻllanadigan noorganogen elementlarning
preparatlari**

BaSO_4	bariy sulfat	Oshqozon-ichakning rentgenologik tekshiruvlarida qoʻllanadi
BaS	bariy sulfid	Teridan sochlarini olib tashlashda ishlatiladi
^{89}Sr va ^{90}Sr	stronsiy izotoplari	Nur terapiyasida ishlatiladi
Cd	kadmiy	Stomatologiyada, tishlarni plombalashda ishlatiladi
$\text{Al}(\text{OH})_3$	aluminium gidroksid	Adsorbirlovchi moddalar
$\text{KAl}(\text{SO}_4) \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	kvasslar	Teri va shilliq pardalar yalligʻlanishida ishlatiladi
Al_2S_3	aluminium sulfid	Stomatologiyada ishlatiladi
Sb birikmalari	surma	Leyshmaniozni davolashda ishlatiladi
As_2S_3	margimush sulfid	Stomatologiyada ishlatiladi
$\text{Na}_2\text{HASO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$		Kamqonlikda, tinchlantiruvchi va quvvatlantiruvchi preparat
Margimush birikmalari Aminarson Novarsenol Miarsenol		Amebioz, sifilis kasalliklarini davolashda ishlatiladi
BiOOH BiONO_3		Oshqozon-ichak kasalliklarini davolashda; surtmasi esa teri shamollashida ishlatiladi
Vismut birikmalari dermatol, bismoverol, biyoxinol -kentabismol		Oshqozon-ichak kasalliklarini davolashda; surtmasi shamollashida ishlatiladi; sifilisni davolashda qoʻllanadi
HgCl_2	Sulema	Teri kasalliklarini davolashda qoʻllaniladi
HgO	Simob oksidi	Teri kasalliklarini davolashda qoʻllanadi

HgNH_2Cl		Teri kasalliklarini davolashda qo'llanadi
Hg_2Cl_2	Kalomel	Ko'zning shox pardasini davolashda ishlatiladi
PbO	Qo'rg'oshin yaltirog'i	Plastir ko'rinishida terining yiringli kasalliklarida, chipqonda qo'llanadi
Qalay, kumush va oltin qotishmalari		Stomatologiyada ishlatiladi
Qo'rg'oshin birikmalari $\text{KC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ $(\text{PbO}) \cdot \text{H}_2\text{O}$		Gelmintoz, teri kasalliklarida ishlatiladi

Vaziyatli masalalar

1-masala. Qo'rg'oshin atsetat– $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ning 0,5% eritmasi teri yallig'lanish kasalliklarida ishlatiladi. 100 ml 0,5% li eritma tayyorlash uchun bu moddadan qancha kerak bo'lishini hisoblang. Bu moddada qo'rg'oshinning massa ulushi qancha(%): $p = 1 \text{ g/ml}$.

2-masala. Tibbiyotda ichki a'zolari rentgenoskopiya qilishda bariy sulfatli bo'tqa ichiriladi. 46.6 gr oq cho'kma hosil qilish uchun kerak bo'ladigan sulfat kislotani olish uchun qancha H_2S kerak? ($\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 =$)

3-masala. Kumush nitrat tibbiyotda antiseptik va bakteritsid tabiatli surtmalar tayyorlashda ishlatiladi. Kumushning galogenli birikmasiga nitrat kislota ta'sir ettirilganda 10 g gaz hosil bo'ldi, bu gazning elektron formulasi normal holatdagi neonning elektron formulasiga teng bo'lsa, reaksiyada qatnashgan nitrat kislota masasini toping?

Bilimni sinab ko'rish uchun testlar

1. Qaysi javobda noorganogen elementlar ko'rsatilgan?

- A) O, Cu, Hg; B) Al, Ba, As;
D) Al, Hg, F; E) Cu, Fe, Na

2. Qaysi reagent yordamida simob(II) ionini aniqlash mumkin?

- A) NaCl; B) KOH; D) NaOH; E) KI.

3. Qaysi ion bariy ioni bilan rangli reaksiyaga kirishadi?

- A) Cl^- ; B) OH^- ; D) K^+ ; E) CrO_4^{2-} .

4. Stomatologiyada margimushning qaysi birikmasi qo'llanadi?

- A) AsH_3 ; B) As_2S_3 ; D) As_2O_3 ; E) Na_2AsO_3 .

5. Odam organizmida ultrabiogen elementlar necha %ni tashkil etadi(massa bo'yicha)?

- A) $> 10^{-2}$; B) $10^{-2} - 10^{-5}$; D) $10^{-3} - 10^{-5}$; E) $10^{-3} - 10^{-7}$.

6. Rentgenologiyada qo'llanadigan moddani ko'rsating.

- A) CaSO_4 ; B) BaSO_4 ; D) Na_2SO_4 ; E) K_2SO_4 .

7. Tibbiyotda gips boylagich sifatida qo'llanadigan moddani ko'rsating?

- A) BaSO_4 ; B) CaSO_4 ; D) $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$; E) $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

8. Margumush bilan surunkali zaharlanish olib keladigan kasallik ...

- A) "qora son" kasalligi; B) itay-itay;
D) kashina-beka kasalligi; E) minamata kasalligi.

9. "Sulema" formulasini ko'rsating:

- A) AgNO_3 ; B) Hg_2Cl_2 ; D) HgCl_2 ; E) FeCl_3 .

10. "Lyapis" formulasini aniqlang:

- A) $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$; B) AgNO_3 ; D) AgCl ; E) HgCl_2 .

6

ANALITIK KIMYO

Shifokor huzuriga bemor ko'rik uchun keldi. Bemor shifokorga tez-tez asabiylashayotganini, tana mushaklari bo'shashayotganini va tortishayotganini, suyakdagi ba'zi o'zgarishlar haqida shikoyat qildi. Shifokor bemorni ko'zdan kechirdi va analiz uchun laboratoriya ko'rigiga yo'llanma berdi.

Bemor laboratoriyaga tahlil uchun qon va peshop topshirdi. Laboratoriya xodimi qon tarkibidagi qator element ionlari analizini bajardi. Bu analiz natijalari shifokorga yetkazildi. Tahlil natijalaridan bemor qoni tarkibida Ca^{2+} ionlari yetishmasligi ma'lum bo'ldi.



Analitik kimyo – moddalarning sifat va miqdoriy tarkibini analiz qilishning nazariy asoslari va usullarini o'rganadigan fanidir. Analitik kimyo sifatli va miqdoriy analizga bo'linadi. *Sifat* analizi modda yoki aralashma qanday elementlar, ionlar yoki funksional guruhlardan iborat ekanligini aniqlashga imkon beradi. *Miqdor analiz* esa modda yoki aralashmadagi bir yoki bir necha tarkibiy qismlar miqdorini aniqlash imkonini beradi.

Ko'pgina ilmiy - tekshirish laboratoriyalarida kimyoviy analiz usullaridan foydalaniladi. Tibbiyot, farmatsevtika, tibbiy profilaktika, laboratoriya diagnostikasi, ekologiya, agronomiya, oziq-ovqat sanoati va boshqa sohalarda shu sohalarga xos bo'lgan obyektlar:

qon, siydik, me'da shirasi, dorivor moddalar, oziq-ovqatlar, o'simliklar, suv, havo, tuproq, odam va hayvonlar organizmidagi o'zgarishlarni tekshirishda kimyoviy analiz usullari keng qo'llaniladi.

6.1. Sifat analizi usullari

Sifat analizi, odatda, miqdoriy analizdan oldin o'rganiladi. Sababi tekshiriladigan moddaning oldindan ma'lum bo'lgan birorta tarkibiy qismining foiz miqdorini aniqlash zarur bo'lganda ham, sifat tarkibini o'rganmay turib aniqlab bo'lmaydi.

Sifat analizini o'tkazish uchun moddalarning turli xil miqdori bilan ishlash mumkin. Analitik reaksiyalarni bajarishda foydalanilayotgan moddaning miqdoriga qarab sifat analizi *makro-*, *mikro-*, *yarimmikro-* va *ultramikro* usullarga bo'linadi.

- Makroanalizda moddaning nisbatan ko'proq miqdori (0,5–1,0 g) yoki bu modda eritma holida bo'lsa, uning 20–50 ml hajmi tekshiriladi. Reaksiyalar xajmi 10–20 ml li probirkalarda yoki kolbalarda o'tkaziladi. Cho'kmalar eritmadan filtr qog'ozlar yordamida filtrlab, eritmadan ajratib olinadi.

- Mikroanalizda moddaning 10^3 – 10^6 g miqdori, yoki eritmaning 0,1– 10^4 millilitr qismi tekshiriladi. Bunda tekshirilayotgan modda tarkibidagi element yoki ionlarning har birini, ular hatto juda oz miqdorda bo'lganda ham, aniqlashga imkon beradigan juda seziluvchan reaksiyalardan foydalaniladi.

- Yarimmikroanaliz makro - va mikroanaliz o'rtasida oraliq 0,05–0,5g yoki eritmaning 1– 10^2 millilitri tekshiriladi. Yarimmikroanaliz makroanalizga qaraganda bir qancha afzalliklarga ega bo'lib, makroanalizdagidek ishonchli natijalar beradi.

- Ultramikroanalizda moddaning 10^6 – 10^9 g yoki eritmaning 10^4 – 10^9 ml miqdori tekshiriladi. Bunday analiz mikroskop ostida o'tkaziladi. Kimyoviy analiz ko'pincha yarimmikro usulda bajariladi, bunda reaktivlar kam sarflanib, kichik hajmli idishlardan foydalanish mumkin. Agar analiz to'g'ri bajarilgan bo'lsa, yarimmikro

usulda juda aniq natijalar olish mumkin. Shuning uchun moddalarni sifat jihatdan kimyoviy analiz qilishga asosan yarim mikroanaliz (santigramm) usulidan foydalaniladi.

Sifat analizining *kimyoviy, fizikaviy va fizik-kimyoviy* usullarni farqlanadi.

– *Kimyoviy usul* bilan aniqlashda element yoki ion o‘ziga xos xususiyatli biror birikmaga aylantiriladi va ayni birikma hosil bo‘lganligi haqida xulosa chiqariladi.

– *Fizikaviy usullar* moddaning kimyoviy tarkibi bilan uning ayrim fizikaviy xossalari o‘rtasidagi bog‘lanishdan foydalanishga asoslangan (spektral, luminescent, rentgenostruktura va hokazo.).

– *Fizik-kimyoviy usullar* moddaning kimyoviy reaksiyalar jarayonida fizikaviy xossalari o‘zgarishini aniqlashga asoslangan. Fizik-kimyoviy analiz usullarining turlari juda ko‘p (elektrokimyoviy analiz, spektral va boshqa optik analiz usullari, ajratish va konsentrlash usuli).

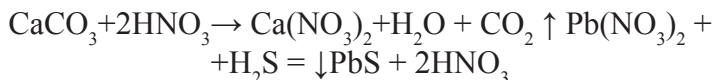


Analitik reaksiya “*quruq*” va “*ho‘l*” usullarda o‘tkazilishi mumkin. Quruq usulda tekshiriladigan modda hamda reaktivlar qattiq holatda olinadi, reaksiya esa qizdirish yo‘li bilan amalga oshiriladi. Masalan, metall tuzlarining alangani bo‘yashi, natriy tetraborat $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ yoki natriy ammoniy gidrofosfat $\text{NaNH}_4\text{HPO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ lar ba‘zi metallarning tuzlari bilan qorishtirilganda rangli marvarid (shisha) hosil qiladi. Ushbu reaksiyalar quruq usulda o‘tkaziladigan reaksiyalar qatoriga kiradi.

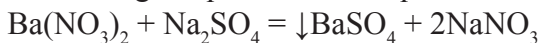
Moddaning eritmalarida o‘tkaziladigan analiz *ho‘l usul* deyiladi. Odatda, erituvchi sifatida suv ishlatiladi. Agar modda suvda erimasa, kislotalarda eritiladi. Kislotada eritilgan modda kimyoviy o‘zgarishga uchrab, suvda oson eriydigan birorta tuzga aylanadi.

Sifat analizida tashqi samara, ya'ni reaksiyaning haqiqatda borayotganligini ko'rsatuvchi har xil o'zgarishlar bilan boradigan reaksiyalardangina foydalaniladi. Odatda, bunday tashqi samara:

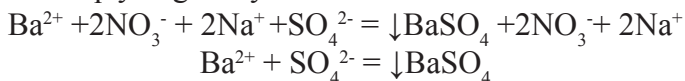
- Gaz ajralib chiqishi;
- Eritma rangining o'zgarishi;
- Cho'kma hosil bo'lishi bilan boradigan reaksiyalarni keltirish mumkin.



Cho'kma tushishi va eritma rangining o'zgarishi sodir bo'ladigan reaksiyalar analitik kimyoda eng ko'p qo'llaniladigan reaksiyalardir. Masalan, eritmada Ba^{2+} ionlari borligini aniqlash uchun eritmaga bir necha tomchi Na_2SO_4 eritmasi ta'sir ettiriladi. Bunda oq kristall cho'kma BaSO_4 hosil bo'ladi. Shu cho'kmaga qarab eritmada Ba^{2+} ionlari borligi haqida xulosa chiqariladi:



Bu tenglamalarda keltirilgan tuzlarning hammasi cho'kmaga tushayotgan BaSO_4 dan tashqari, eritmada tegishli ionlarga ajralgan holda bo'ladi. Shuni hisobga olib, reaksiyani to'liq va qisqa ion tenglamasini quyidagicha yozish mumkin:



Oxirgi tenglamaga reaksiyaning qisqartirilgan ionli tenglamasi deb ataladi. Qisqartirilgan ionli tenglamadan ko'rinib turibdiki, tahlil qilinayotgan reaksiyaning mohiyati eritmada Ba^{2+} va SO_4^{2-} ionlarining o'zaro ta'sirlashib oq cho'kmasini hosil qilishdan iboratdir. Anorganik moddalarni analiz qilishda ko'pincha tuzlar, kislotalar va asoslarning suvdagi eritmaları bilan ish ko'riladi. Bu moddalar elektrolitlardir, ya'ni ular suvdagi eritmalarida ionlarga dissotsiylanган bo'ladi.

Shu sababli ho'l usul bilan o'tkaziladigan reaksiyalar, odatda, oddiy yoki murakkab ionlar o'rtasida boradi. Bu reaksiyadan foydalanib, to'g'ridan to'g'ri elementlar emas, balki ular hosil qilgan

ionlari topiladi. Aniglangan ionlarga qarab tekshiriladigan moddada tegishli elementlar borligi haqida xulosa chiqariladi.

6.2. Analitik reaksiyalar va ularga qo'yiladigan talablar

Tashqi o'zgarishlar, ya'ni (cho'kma tushishi, gaz ajralishi hamda rangli birikma hosil bo'lishi) bilan sodir bo'ladigan reaksiyalar *analitik reaksiyalar* deyiladi.

Ionlar, funksional guruh yoki biron birikmani aniqlash uchun ishlatiladigan moddalar *reaktiv* deyiladi.

Analitik reaksiyalarda ishlatiladigan reaktivlar, *selektiv* (tanlab) ta'sir etuvchi va *gruppa reaktivlariga* bo'linadi.

Bir ion boshqa ionlar bilan aralashgan holatda bo'lganda ham uni tajriba sharoitida ajratmasdan turib to'g'ridan-to'g'ri aniqlashga imkon beradigan reaksiya, o'sha ion uchun *spetsifik reaksiya* deyiladi.

Masalan, Fe^{3+} ionlari uchun NH_4SCN reaktiv bo'lib hisoblana-di. Quyida keltirilgan reaksiya esa Fe^{3+} ionlarining spetsifik reaksiyasidir:



Analitik kimyoda tekshirilayotgan ion bir necha ionlar bilan o'xshash natija beradigan reaksiyalar ham uchraydi. Bunday reaksiyalarga *tanlab ta'sir etuvchi* yoki *selektiv* reaksiyalar deyiladi. Masalan, KI reaktivi Pb^{2+} , Hg^{2+} , Ag^+ (II guruh kationlari) hamda Hg^{2+} va Cu^{2+} (VI guruh kationlari) bilan sifat reaksiyaga kirishadi.

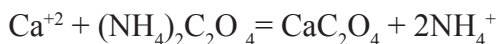
Guruh reaktivi muayyan guruhning barcha ionlari bilan reaksiyaga kirishadi. Bu reaktiv yordamida muayyan guruh ionlarini boshqa guruh ionlaridan ajratib olish mumkin. Masalan, xlorid kis-lota eritmasi II analitik gruppa kationlarining guruh reaktivi bo'lib hisoblanadi, u Pb^{2+} , Hg^{2+} va Ag^+ kationlari bilan suvda qiyin eriy-digan oq cho'kmalarni hosil qiladi.

Analitik reaksiya muayyan talablarga javob berishi lozim. U juda sust bormasligi va reaksiya oson bajarilishi kerak. Anali-

tik reaksiya uchun qo'yiladigan eng asosiy talablar: reaksiyaning o'ziga xosligi va seziluvchanligidir. Reaktiv bilan sifat reaksiyaga kirishayotgan ionlarning soni qancha kam bo'lsa, reaksiyasining spetsifikligi shuncha katta bo'ladi va reaksiyada aniqlanayotgan ion tez topiladi. Ayni reaktiv bilan tekshiriladigan ion yoki moddaning qanchalik kam miqdori aniqlansa, reaktivning seziluvchanligi shuncha katta hisoblanadi.

6.3. Eritmani bo'lib-bo'lib va sistematik analiz qilish

Aniqlanishi kerak bo'lgan ionlarni spetsifik reaksiyalardan foydalanib tekshirilayotgan eritmaning alohida ulushlarida bevosita aniqlash *bo'lib - bo'lib analiz qilish* deyiladi. Lekin hamma ionlar uchun xos reaksiyalar yo'q. Eritmadagi ayrim ionlar ikkinchisini topishga xalaqit beradi. Masalan, Ba^{2+} ionini Ca^{2+} ni topishga xalaqit beradi. Bunda har bir ionni topishdan oldin uning topilishiga xalaqit beradigan boshqa ionlar oldindan topiladi va eritmadan ajratiladi. Yuqoridagi misolda agar eritmada Ba^{2+} va Ca^{2+} ionlari bo'lsa, Ba^{2+} ionini to'liq cho'ktirib ajratib olinadi. Buning uchun Ba^{2+} ionini uchun xos reaksiya, ya'ni $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ bilan sariq cho'kmani hosil bo'lishidan foydalaniladi. Cho'kmadan ajratib olingan eritmada Ca^{2+} ionini $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ ta'sirida topish mumkin. Oq CaC_2O_4 cho'kmasining hosil bo'lishi eritmada Ca^{2+} ionini borligini bildiradi:



Demak, sistematik analiz qilishda ayrim ionlarni topish reaksiyalari bilan bir qatorda, ularni bir-biridan ajratish reaksiyalarini o'tkazishga to'g'ri keladi. Ajratish reaksiyalarida ko'pincha ajratilayotgan ionlar hosil qiladigan o'xshash birikmalarning eruvchanligi bir-biridan farq qilishidan foydalaniladi. Masalan, Ba^{2+} ionini Ca^{2+} ionidan ajratish. BaCrO_4 va CaCrO_4 eruvchanlik ($\text{BaCrO}_4 = 2,3 \cdot 10^{-10}$, $\text{CaCrO}_4 = 2,3 \cdot 10^{-2}$) larining har xilligiga asoslangan va hokazo.

6.4. Ionlarning analitik gruppalariga bo'linishi

Kationlar va anionlar analitik guruhlariga bo'linadi. Kislota-ishqorli usul bo'yicha kationlar 6 ta guruhga bo'linadi. Kationlarning kislota-ishqorli analiz usuli xloridlar, sulfatlar, gidroksidlarning suvda, mo'l ishqor va ammiak eritmasida eruvchanligiga asoslangan. Bu usul bo'yicha guruh reaktivi sifatida xlorid kislota, sulfat kislota, ishqor va ammiak eritmaları ishlatiladi. Har bir guruh kationlarining o'z reaktivi bo'ladi. Guruh reaktivi muayyan sharoitda ayni guruh kationlarini hammasi bilan reaksiyaga kirishib, ushbu guruh kationlarini boshqa guruh kationlaridan ajratishga va shu guruhning har bir kationini aniqlashga imkon beradigan reaktivdir.

6.1-jadvalda kislota-ishqorli usul bo'yicha eng muhim kationlarning analitik guruhlariga bo'linishi keltirilgan.

6.1-jadval

Kislota-ishqorli usul bo'yicha kationlarning analitik guruhlariga bo'linishi

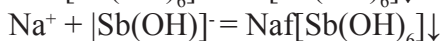
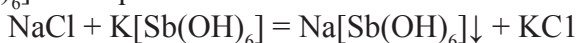
Guruh raqami	Kationlar	Gruppa reaktivi	Qisqacha tavsif
I	$\text{Na}^+, \text{K}^+, \text{NH}_4^+$	Yo'q	-
II	$\text{Ag}^+, \text{Pb}^{2+}, \text{Hg}_2^{2+}$	HCl	Xloridlari suvda va suyultirilgan kislotalarda erimaydi
III	$\text{Ba}^{2+}, \text{Ca}^{2+}$	H_2SO_4	Sulfatlari suvda va suyultirilgan kislotalarda erimaydi
IV	$\text{Al}^{3+}, \text{Cr}^{3+}, \text{Zn}^{2+}, \text{As (III)}, \text{As (V)}$		NaOH (mo'l miqdorda) Gidroksidlari mo'l miqdordagi ishqorda eriydi
V	$\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Mg}^{2+}, \text{Bi}^{3+}$	NaOH	Gidroksidlari mo'l miqdordagi ishqorda va ammiakda erimaydi
VI	$\text{Cu}^{2+}, \text{Hg}^{2+}$	NH_4OH	Gidroksidlari mo'l miqdordagi ishqorda erimaydi, ammo ammiakda eriydi

6.5. Biogen elementlar kationlarining sifat reaksiyalari

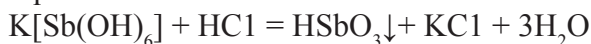
Natriy ioni – Na^+ reaksiyasi

Reaktiv: kaliy geksagidroksostibat(V)- $\text{K}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$.

Kaliy geksagidroksostibat (V) – $\text{K}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$ – neytral yoki kuchsiz ishqoriy muhitda natriy tuzlari bilan oq kristall cho‘kma – $\text{Na}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$ hosil qiladi:



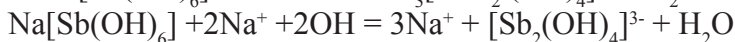
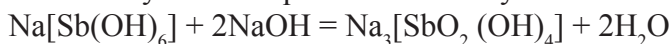
Cho‘kma hosil bo‘lishi eritma sovutilganda va shisha tayoqcha bilan probirka devoriga ishqalanganda tezlashadi. Tekshirilayotgan eritma nordon bo‘lmasligi shart, chunki kislotali muhitda metasurma kislotasi oq cho‘kmasi hosil bo‘ladi:



$\text{Na}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$ cho‘kmasining xossalari tekshirish.

1. Cho‘kma issiq suvda eriydi.

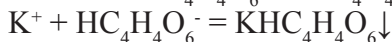
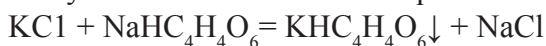
2. Cho‘kma o‘yuvchi ishqor eritmasida eriydi.



Kaliy ioni – K^+ reaksiyasi

Reaktiv: natriy gidrotartrat – $\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$.

Natriy gidrotartrat $\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ – neytral muhitda kaliy tuzlari bilan mayda kristall cho‘kma hosil qiladi:

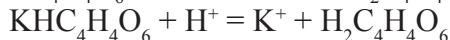
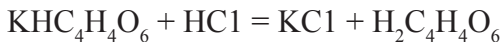


Cho‘kma hosil bo‘lishi sovutilganda, aralashtirilganda va probirka devori shisha tayoqcha bilan ishqalanganda tezlashadi.

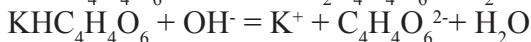
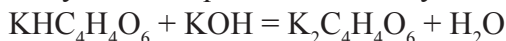
$\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ cho‘kmasining xossalari tekshirish:

1. Cho‘kma qizdirilganda suvda eriydi.

2. Cho‘kma kuchli kislotada eriydi:

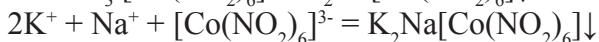
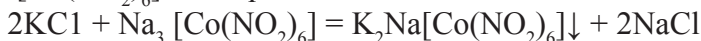


3. Choʻkma oʻyuvchi ishqor eritmasida eriydi:

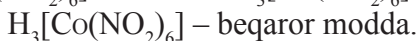
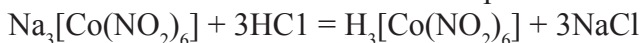


Reaktiv:natriy geksanitritokobalt(III) – $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$.

Natriy geksanitritokobalt (III) $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ kuchsiz kislotali va neytral muhitda kaliy tuzlari bilan mayda sariq kristall choʻkma – $\text{K}_2\text{Na}[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ hosil qiladi:



Reaksiyani neytral yoki kuchsiz kislotali muhitda olib borish kerak, chunki kuchli kislotali muhitda reaktiv parchalanadi:



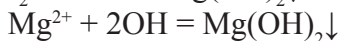
Shuningdek, reaktiv ishqoriy muhitda ham parchalanadi:



Magniy ion – Mg^{2+} reaksiyalari

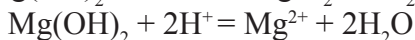
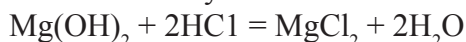
Reaktiv:natriy, kaliy gidroksid - NaOH , KOH .

Oʻyuvchi ishqorlar magniy tuzlari eritmasidan oq amorf choʻkma – $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ajratadi:

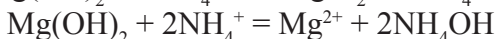
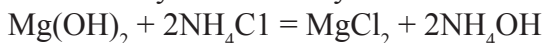


$\text{Mg}(\text{OH})_2$ choʻkmasining xossalari tekshirish.

1. Choʻkma kislotalarda eriydi:



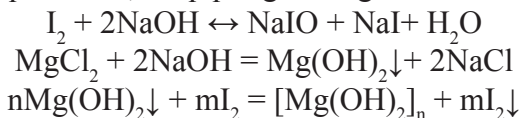
2. Choʻkma ammoniy tuzlarida eriydi:



Petrashen reaksiyasi

Yod eritmasi (yodli suv) ishqor ishtirokida magniy tuzlari bilan to'q qo'ng'ir cho'kma hosil qiladi.

Probirkaga 2-3 tomchi yodli suv tomizilib, ishqor eritmasida ho'llangan shisha tayoqcha bilan rangi o'zgarguncha qayta-qayta ho'llab aralashtiriladi. Hosil bo'lgan aralashmaga 1 tomchi magniy tuzi eritmasi qo'shiladi, to'q qo'ng'ir rangli cho'kma hosil bo'ladi:

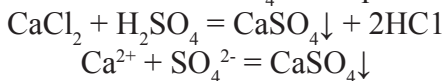


Yod va ishqor orasidagi reaksiya qaytar bo'lib, bu aralashmaga magniy ionlari tushirilganda reaksiya teskari tomonga borib, Mg(OH)_2 cho'kmasi hosil bo'lishi oqibatida muvozanat o'ngdan chapga siljiydi, bunda molekula shakldagi yod ajralib chiqadi va oq cho'kma Mg(OH)_2 ustiga adsorbsiyalanib (shimilib) uni to'q qo'ng'ir tusga kiritadi. Reaksiyani ortiqcha miqdordagi ishqor ishtirokida o'tkazib bo'lmaydi.

Kalsiy ioni – Ca^{2+} reaksiyalari

Reaktiv: sulfat kislota – H_2SO_4

Sulfat kislota H_2SO_4 va uning suvda eriydigan tuzlari kalsiy tuzlari bilan oq kristall cho'kma CaSO_4 hosil qiladi:

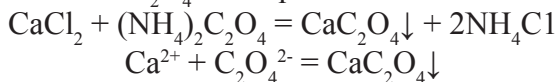


CaSO_4 cho'kmasining xossalarini tekshirish:

1. Cho'kma issiq suvda eriydi.
2. Cho'kma kislota va o'yuvchi ishqorlarda erimaydi.

Reaktiv: ammoniy oksalat – $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$

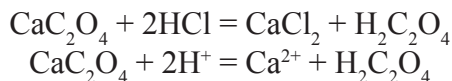
Ammoniy oksalat $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ kalsiy tuzlari bilan mayda oq kristall cho'kma – CaC_2O_4 hosil qiladi:



Qizdirilganda cho'kma hosil bo'lishi tezlashadi.

CaC₂O₄ choʻkmasining xossalarini tekshirish

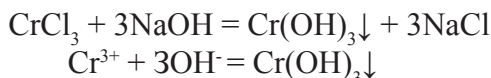
1. Choʻkma mineral kislotalarda eriydi, lekin sirka kislotada erimaydi:



Xrom ioni – Cr³⁺ reaksiyalari

Reaktiv: natriy va kaliy gidroksid – NaOH, KOH.

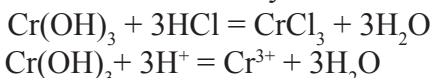
Xrom III tuzlari eritmasiga oʻyuvchi ishqorlar ehtiyotkorlik bilan qoʻshilganda kulrang-yashil xrom gidroksid Cr(OH)₃ choʻkмага tushadi:



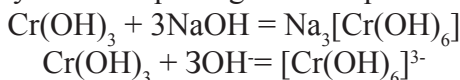
Cr(OH)₃ choʻkmasining xossalarini tekshirish

Cr(OH)₃ amfoter xossaga ega:

1. Choʻkma mineral kislotalarda eriydi:



2. Choʻkma oʻyuvchi ishqorning moʻl miqdorida eriydi:



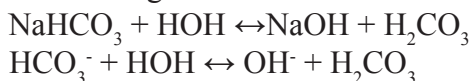
[Cr(OH)₆]³⁻ yashil-zumrad rangli eritma.

Reaktiv: natriy gidrokarbonat – NaHCO₃.

Natriy gidrokarbonat – NaHCO₃ xrom tuzlari eritmasiga taʼsir ettirilsa xrom gidroksid Cr(OH)₃ choʻkmasini hosil qiladi:



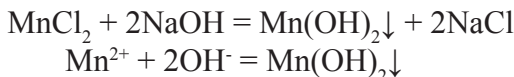
NaHCO₃ suvli eritmada gidrolizlanadi:



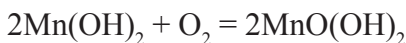
Shuning uchun bu tuzning suvli eritmasida HCO₃⁻, OH⁻ va CO₃²⁻ ionlari boʻladi. Cr(OH)₃ gidroksid Cr₂(CO₃)₃ ga nisbatan suvdagi yomonroq erigani uchun aynan xrom gidroksid choʻkмага tushadi.

Marganes ioni – Mn^{2+} reaksiyalari**Reaktiv:** natriy va kaliy gidroksidlari – NaOH, KOH.

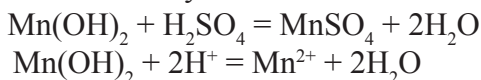
O'yuvchi ishqorlar marganes tuzlari eritmasidan oq cho'kma $Mn(OH)_2$ ajratadi:

 **$Mn(OH)_2$ cho'kmasining xossalarini tekshirish.**

1. Cho'kma havoda oson oksidlanib, oq rangdan to'q ko'k rangga o'tadi:

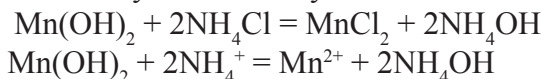


2. Cho'kma kislotalarda eriydi:



3. Cho'kma o'yuvchi ishqorning mo'l miqdorida erimaydi.

4. Cho'kma ammoniy tuzlarida eriydi:

**Reaktiv:** oksalat kislota – $H_2C_2O_4$.

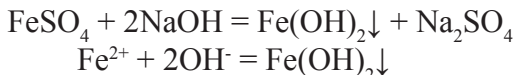
Oksalat kislota $MnO(OH)_2$ (H_2MnO_3) bilan pushti rangli kompleks ion $[Mn(C_2O_4)_3]^{3-}$ hosil qiladi. Reaksiyani bajarish uchun: marganes tuzi eritmasiga 2–3 tomchi KOH yoki NaOH qo'shiladi, oq cho'kma qo'ng'ir tusga kimguncha shisha tayoqcha bilan aralashtiriladi. Unda quyidagi reaksiya sodir bo'ladi:



So'ngra cho'kma eriguncha oksalat kislota eritmasi quyiladi va eritma tiniq pushti rangga kiradi:

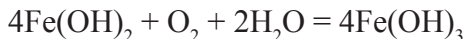
**Temir (II) ioni – Fe^{2+} reaksiyalari****Reaktiv:** natriy va kaliy gidroksidlari – NaOH, KOH.

O'yuvchi ishqorlar Fe^{2+} tuzlari eritmalariga ta'sir ettirilganda oq cho'kma $Fe(OH)_2$ hosil qiladi. U havoda o'z rangini qora qo'ng'ir ranggacha o'zgartiradi:

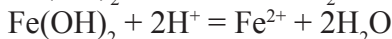
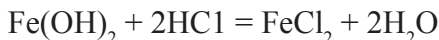


Fe (OH)₂ cho‘kmasining xossalarini tekshirish.

1. Cho‘kma havoda oson oksidlanib qo‘ng‘ir rangli Fe(OH)₃ ga o‘tadi:

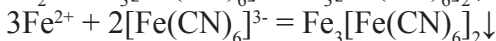
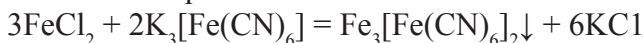


2. Cho‘kma mineral kislotalar hamda sirka kislotada eriydi:



Reaktiv: kaliy geksatsianoferrat (III) – K₃[Fe(CN)₆].

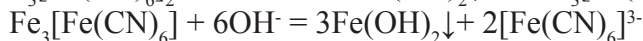
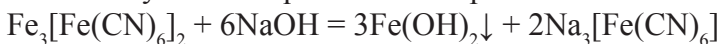
Kaliy geksatsianoferrat (III) - K₃[Fe(CN)₆] Fe²⁺ ionlari bilan neytral yoki kuchsiz kislotali muhitda to‘q ko‘k rangli cho‘kma - “turnbul ko‘ki” ni hosil qiladi:



Fe₃[Fe(CN)₆]₂ cho‘kmasining xossalarini tekshirish.

1. Cho‘kma kislotalarda erimaydi.

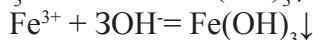
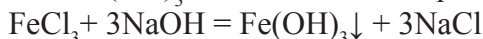
2. Cho‘kma o‘yuvchi ishqorlar ta’sirida parchalanadi:



Temir (III) ioni – Fe³⁺ reaksiyalari

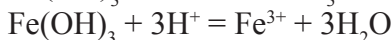
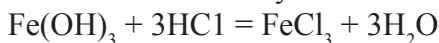
Reaktiv:natriy va kaliy gidroksidlari – NaOH, KOH.

O‘yuvchi ishqorlar Fe³⁺ tuzlariga ta’sir etganda qizil-qo‘ng‘ir rangli temir gidroksid Fe(OH)₃ cho‘kmasini hosil qiladi:

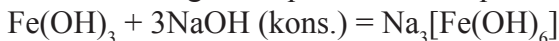


Fe(OH)₃ cho‘kmasining xossalarini tekshirish.

1. Cho‘kma mineral kislotalarda eriydi:

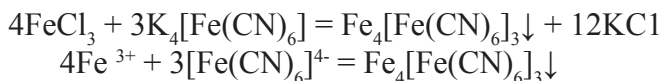


2. Cho‘kma konsentrlangan ishqor eritmasida qisman eriydi:

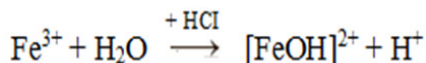


Reaktiv: kaliy geksatsianoferrat (II) – $K_4[Fe(CN)_6]$

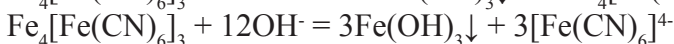
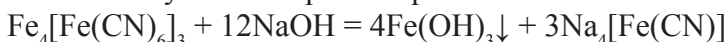
Kaliy geksatsianoferrat (II) – $K_4[Fe(CN)_6]$ – Fe^{3+} ionlari bilan to‘q ko‘k rangli cho‘kma – “berlin lazuri” - $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$ ni hosil qiladi:



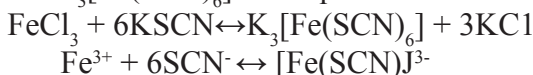
Temir tuzlari gidrolizini kuchaytirish uchun reaksiyani kuchsiz kislotali muhitda olib borish lozim:

 **$Fe_4[Fe(CN)_6]_3$ cho‘kma xossasini o‘rganish.**

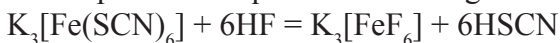
1. Cho‘kma kislotalarda erimaydi.
2. Cho‘kma o‘yuvchi ishqorlarda parchalanadi:

**Reaktiv: ammoniy yoki kaliy tiotsianat – NH_4SCN , $KSCN$.**

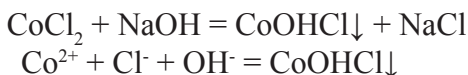
Kaliy va ammoniy tiotsianatlar NH_4SCN , $KSCN$ – ortiqcha ol-inganda Fe^{3+} ioni bilan eritma rangini qizil qon rangiga bo‘yaydigan kompleks birikma $K_3[Fe(SCN)_6]$ hosil qiladi:

 **$K_3[Fe(SCN)_6]$ xossalarini tekshirish.**

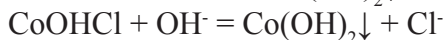
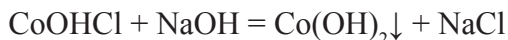
Oksalat, vino, fosfat kislotalar va ftoridlar $K_3[Fe(SCN)_6]$ bilan yanada barqaror kompleks hosil qilib eritmani rangsizlantiradi:

**Kobalt ionlari – Co^{2+} reaksiyalari****Reaktiv: natriy va kaliy gidroksidlari – $NaOH$, KOH .**

O‘yuvchi ishqorlar asta-sekin Co^{2+} tuzlari eritmasidan $CoOHCl$ ning ko‘k rangli asosli tuzini cho‘ktiradi:



Ishqor qo'shish davom ettirilganda asosli tuz qizil rangli $\text{Co}(\text{OH})_2$ ga aylanadi:

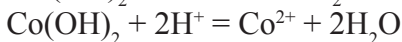
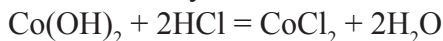


$\text{Co}(\text{OH})_2$ cho'kmasining xossalarini tekshirish.

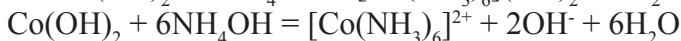
1. Cho'kma havo kislorodi ta'sirida qisman oksidlanib kobalt (III)-gidroksid $\text{Co}(\text{OH})_3$ ni hosil qilishi oqibatida asta-sekin qo'ng'ir tusga kira boshlaydi:



2. Cho'kma kislotalarda eriydi:



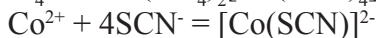
3. Cho'kma mo'l miqdordagi NH_4OH da erib, xira-sariq rangli kompleks birikma hosil qiladi:



Cho'kma o'yuvchi ishqorning ortiqcha miqdorida erimaydi.

Reaktiv: ammoniy tiotsianat – NH_4SCN .

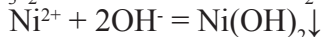
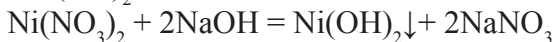
Ammoniy tiotsianat NH_4SCN Co^{2+} ionlari bilan kompleks birikma hosil qiladi. Kompleks birikma organik erituvchilar, masalan, atsetonda yaxshi eriydi va to'q ko'k rang hosil qiladi. Shuning uchun uni aniqlashda NH_4SCN ning atsetondagi to'yingan eritmasi ishla- tiladi:



Nikel ionlari – Ni^{2+} reaksiyasi

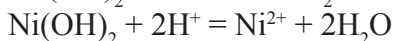
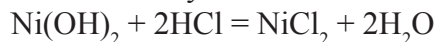
Reaktiv: natriy va kaliy gidroksidlari – NaOH , KOH .

O'yuvchi ishqorlar Ni^{2+} tuzlari eritmasidan och yashil rangli nikel gidroksid – $\text{Ni}(\text{OH})_2$ ni cho'ktiradi:

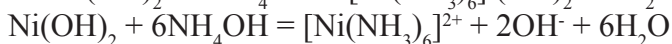


Ni(OH)₂ choʻkmasining xossalarini tekshirish.

1. Choʻkma havoda barqaror.
2. Choʻkma kislotalarda eriydi:



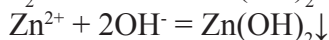
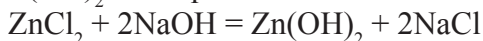
3. Choʻkma NH₄OH ning moi miqdorida och koʻk rangli kompleks birikma hosil qilib eriydi:



4. Choʻkma oʻyuvchi ishqorning moʻl miqdorida erimaydi

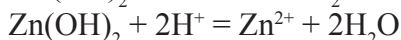
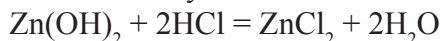
Rux ioni – Zn²⁺ reaksiyalari**Reaktiv: natriy va kaliy gidroksidlari – NaOH, KOH.**

Oʻyuvchi ishqorlar rux tuzlari eritmasi bilan taʼsirlashib oq amorf choʻkma Zn(OH)₂ hosil qiladi:

**Zn(OH)₂ choʻkmasining xossalarini tekshirish.**

Zn(OH)₂ amfoter xossani namoyon qiladi.

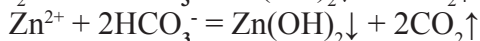
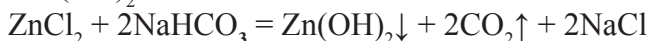
1. Choʻkma kislotalarda eriydi:



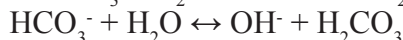
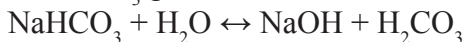
2. Choʻkma oʻyuvchi ishqorning moʻl miqdorida eriydi:

**Reaktiv: natriy gidrokarbonat – NaHCO₃.**

Natriy gidrokarbonat va karbonatlar rux tuzlaridan oq rangli rux – gidroksid Zn(OH)₂ ni choʻktiradi:



Suvli eritmada NaHCO₃ gidrolizlanadi:



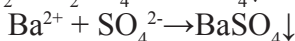
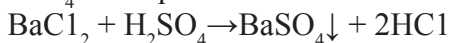
Bu tuzning suvli eritmasida Zn^{2+} , HCO_3^- , OH^- va CO_2 ionlari mavjud. $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ZnCO_3 ga nisbatan oz eruvchan bo'lgani uchun $\text{Zn}(\text{OH})_2$ holatda cho'kadi.

6.6. Noorganogen elementlar ionlarining sifat reaksiyalari

Bariy kationi – Ba^{2+} reaksiyalari

Reaktiv: sulfat kislota – H_2SO_4

Sulfat kislota H_2SO_4 va eruvchan sulfatlar bariy tuzlari bilan oq kristall cho'kma BaSO_4 hosil qiladi:

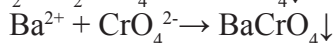
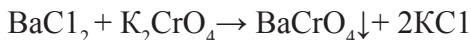


BaSO_4 cho'kmasining xossalarini tekshirish.

Cho'kma kislota va o'yuvchi ishqorlarda erimaydi.

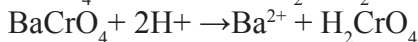
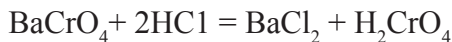
Reaktiv: kaliy xromat – K_2CrO_4

Kaliy xromat K_2CrO_4 bariy tuzlari bilan sariq cho'kma hosil qiladi BaCrO_4



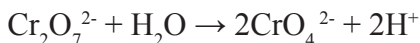
BaCrO_4 cho'kmasining xossalarini tekshirish.

Cho'kma kuchli kislotalarda eriydi, lekin sirka kislotada erimaydi:

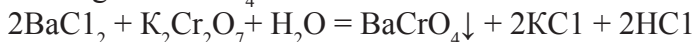


Reaktiv: kaliy bixromat – $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

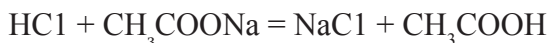
Kaliybixromat $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ bariy tuzlari bilan bariy xromat sariq cho'kma – BaCrO_4 hosil qiladi. Buning sababi quyidagicha: $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ionlari suvli eritmada CrO_4^{2-} ionlari bilan muvozanatda bo'ladi:



Bariy xromat bariy bixromatga qaraganda oz eruvchan bo'lgani uchun cho'kmaga – BaCrO_4 tushadi:

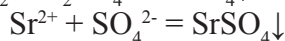
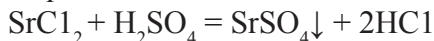


Ba^{2+} ionlari to'la cho'kishi uchun reaksiyani natriyatsetat ishtirokida olib borish kerak. Bunda natriyatsetat reaksiya davomida ajralib chiqadigan va BaCrO_4 ni eritishi mumkin bo'lgan kuchli kislota HCl ni kuchsiz kislota CH_3COOH ga aylantiradi, unda BaCrO_4 erimaydi:



Stronsiy ionlari – reaksiyalari

Reaktiv: sulfat kislota – H_2SO_4 Sulfat kislota – H_2SO_4 va suvda eriydigan sulfat kislota tuzlari stronsiy tuzlari bilan oq kristall cho'kma SrSO_4 hosil qiladi:

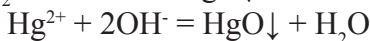
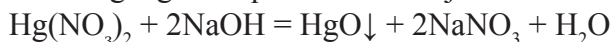


Cho'kma kislota va ishqorda erimaydi

Simob ionlari – Hg^{2+} reaksiyasi.

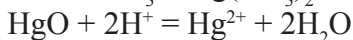
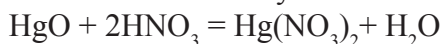
Reaktiv: natriy va kaliy gidroksidlar - NaOH , KOH

O'yuvchi ishqorlar simob (II) tuzlariga ta'sir etganda eritmadan simob (II) -oksidning HgO sariq cho'kmasini ajratadi:



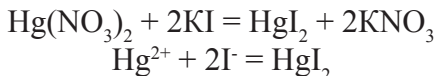
HgO cho'kmasining xossalari tekshirish

1. Cho'kma mineral kislotalarda eriydi:



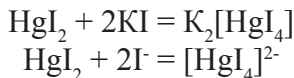
2. Cho'kma o'yuvchi ishqorlarning mo'l eritmalarida erimaydi.

Kaliy yodid simob (II)-kationlarini qizil-zarg'aldoq cho'kma - HgI_2 holida cho'ktiradi:



HgI₂ choʻkmasining xossalarini tekshirish

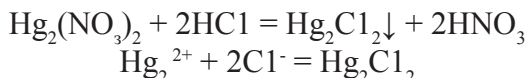
Choʻkma reaktivining moʻl miqdorida kompleks birikma hosil qilib eriydi: $\text{K}_2[\text{HgI}_4]$



Simob ionlari – Hg₂²⁺ reaksiyasi.

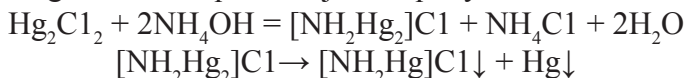
Reaktiv: xloridkislota HCl.

Xlorid kislota Hg_2^{2+} ionlari bilan oq choʻkma Hg_2Cl_2 hosil qiladi:



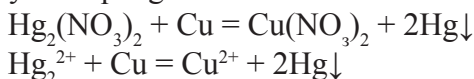
1. Choʻkma suyultirilgan kislotalarda erimaydi.

2. Choʻkma NH_4OH ning moʻl miqdorida erimaydi va qora metall holdagi simob chiqishi natijasida qorayadi:



Reaktiv: metall holidagi mis – Cu

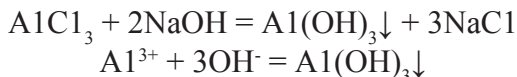
Tozalangan mis plastinka (mis tanga) ga 1–2 tomchi $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ tomiziladi. Bir ozdan soʻng ajralib chiqqan metall holidagi simobdan yaltiroq dogʻ hosil boʻladi:



Aluminiy ionlari – Al³⁺ reaksiyalari

Reaktiv: natriy va kaliy gidroksidlar – NaOH, KOH

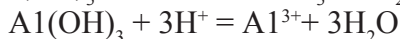
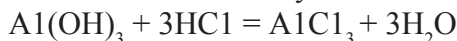
Aluminiy tuzi eritmasiga oʻyuvchi ishqorlar ehtiyotkorlik bilan qoʻshilganida oq liqildoq aluminiy gidroksid choʻkmasini $\text{Al}(\text{OH})_3$ ajraladi:



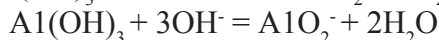
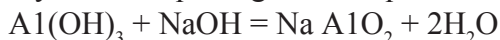
$\text{Al}(\text{OH})_3$ cho‘kmasining xossalari tekshirish

$\text{Al}(\text{OH})_3$ -amfoter xossasiga ega.

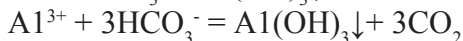
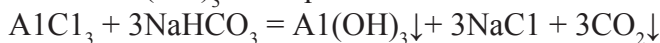
1. Cho‘kma mineral kislotalarda eriydi:



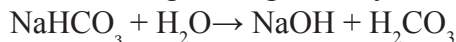
2. Cho‘kma o‘yuvchi ishqorning mo‘l miqdorida eriydi:

**Reaktiv: natriy gidrokarbonat** – NaHCO_3

Natriy gidrokarbonat va karbonatlar aluminiy tuzlari bilan oq liqildoq cho‘kma $\text{Al}(\text{OH})_3$ hosil qiladi.



NaHCO_3 suvli erimlarda gidrolizga uchraydi:



Shunday qilib, bu tuz eritmasida OH^- va CO_3^{2-} bor. $\text{Al}(\text{OH})_3$ nisbatan oz eruvchan bo‘lgani uchun cho‘kmaga tushadi.

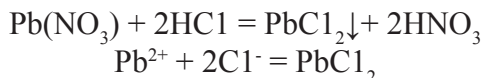
Reaktiv: alizarin(I) – $\text{S} - \text{C}_{14}\text{H}_5\text{O}_2(\text{OH})_8\text{O}_3\text{Na}$.

Alizarin aluminiy tuzlari bilan qirmizi-qizil rangli lok hosil qiladi. Reaksiya filtr qog‘oz bo‘lagida bajariladi: filtr qog‘oz bo‘lagiga 1 tomchi aluminiy tuzi eritmasi tomiziladi. Unga gaz holdagi ammiak bilan ishlov beriladi, buning uchun filtr qog‘oz bo‘lagini konsentrlangan ammiak eritmasi idishi ustida ushlab turiladi.

Dog‘ni periferiyasi bo‘yicha alizarinli kapillar bilan o‘rab chiqiladi va yana ammiak gazi bilan ishlov beriladi. Binafsha ko‘rinishda (ammiakli muhitdagi alizarin rangi) qirmizi-qizil rang hosil bo‘ladi. Alizarin (1,2 dioksiantraxinon - 3 - natriy sulfonat) aluminiy bilan ichki kompleks tuz hosil qiladi.

Qo‘rg‘oshin ionlari Pb^{2+} reaksiyasi**Reaktiv: xlorid kislota** – HCl

Suyultirilgan xlorid kislota va xloridlar qo‘rg‘oshin tuzlaridan oq g‘ovak qo‘rg‘oshin xlorid PbCl_2 cho‘kmasini ajratib chiqaradi:

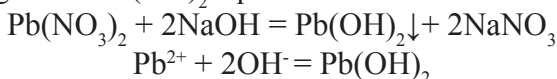


PbCl₂ choʻkmasining xossalarini tekshirish

1. Choʻkma qaynayotgan suvda eriydi.
2. Choʻkma kislotalarda erimaydi.
3. Choʻkma quyuq oʻyuvchi ishqorlarda eriydi.

Reaktiv: natriy va kaliy gidroksidlar – NaOH, KOH

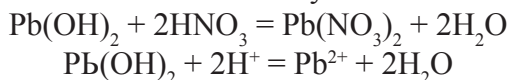
Qoʻrgʻoshin tuzlariga oʻyuvchi ishqorlar ehtiyotkorlik bilan taʼsir ettirilganda - Pb(OH)₂ oq choʻkmasi hosil boʻladi:



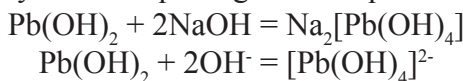
Pb(OH)₂ choʻkmasining xossalarini tekshirish

Pb(OH)₂ amfoter xossaga ega.

1. Choʻkma mineral kislotalarda eriydi:

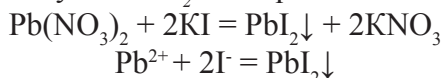


2. Choʻkma oʻyuvchi ishqorning moʻl miqdorida eriydi:



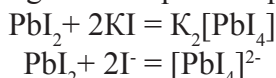
Reaktiv: kaliyoʻdid – KI

Kaliy yoʻdid KI- qoʻrgʻoshin tuzlari eritmasi bilan sariq amorf choʻkma -qoʻrgʻoshin yodid PbI₂ hosil qiladi.



PbI₂ choʻkmasining xossalarini tekshirish

1. Choʻkma reaktivning moʻl miqdorida qisman eriydi



2. Choʻkma qaynayotgan suvda eriydi.

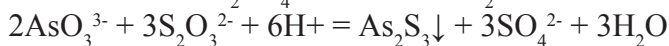
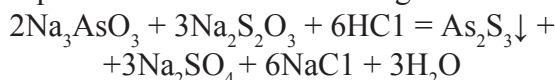
3. Choʻkma suyultirilgan sirka kislotada qaynatilganda eriydi.

Hosil boʻlgan eritmani asta-sekin sovitilsa, tillasimon-sariq kristall koʻrinishidagi choʻkma tushadi.

Margimush ioni – As^{3+} reaksiyalari**Reaktiv:** natriy tiosulfat – $Na_2S_2O_3$

Natriy tiosulfat $Na_2S_2O_3$ - kislotali muhitda (HCl ishtirokida) margimush tuzlari bilan qaynatilganda As_2S_3 – margimush sulfidning sariq cho‘kmasi hosil bo‘ladi.

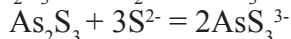
Reaksiyaning bajarilishi: probirkaga 2–3 tomchi Na_3AsO_3 , 1 tomchi HCl va 2–3 tomchi $Na_2S_2O_3$ eritmasi tomiziladi. Aralashma qaynaguncha qizdirilsa 2–3 minutdan so‘ng cho‘kma hosil bo‘ladi:

 **As_2S_3 cho‘kmasining xossalari tekshirish**

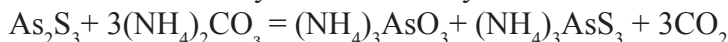
1. Cho‘kma o‘yuvchi ishqor eritmasida eriydi:



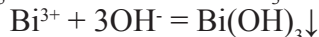
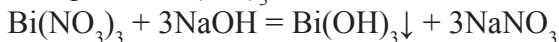
Na_3AsS_3 - tiotuz deb nomlanadi. Bu tiokislotaga tegishli tuzdir. Tiokislotalar kislorodli kislotalarga o‘xshash bo‘lib, kislorodni oltingugurtga almashinganligi bilanfarq qiladi. Masalan: H_3AsO_3 -arsenit kislota, H_3SbO_3 – stibit kislota, H_3AsS_3 – tioarsenit kislota, H_3SbS_3 – tiostibit kislota

2. Cho‘kma ishqoriy metallarning sulfidlarida Na_2S , K_2S eriydi

3. Cho‘kma ammoniy karbonatda eriydi.

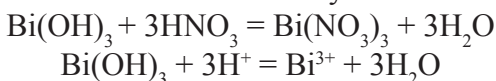
**Vismut ionlari – Bi^{3+} reaksiyasi****Reaktiv:** natriy va kaliy gidroksidlar – $NaOH$, KOH .

O‘yuvchi ishqorlar vismut tuzlari bilan vismut gidroksid oq cho‘kmasini hosil qiladi - $Bi(OH)_3$:



***Bi(OH)₃* choʻkmasining xossalarini tekshirish:**

1. Choʻkma mineral kislotalarda eriydi:

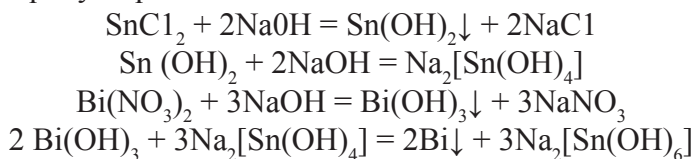


2. Choʻkma oʻyuvchi ishqorning moʻl miqdorida erimaydi.

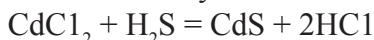
Reaktiv: qalay (II)- xlorid – SnCl₂

Qalay (II) -xlorid kuchli ishqoriy muhitda vismut tuzlaridan Bi^{3+} ni metall holigacha qaytaradi, u esa qora choʻkma tarzida ajraladi.

Reaksiyaning bajarilishi: SnCl_2 tuzi eritmasiga NaOH qoʻshiladi, Sn(OH)_2 oq hoʻkmasi hosil boʻladi. Sn(OH)_2 amfoter xossaga ega. Uni NaOH ning moʻl miqdorida eritiladi, soʻngra vismut tuzi eritmasi qoʻshiladi. Bunda NaOH taʼsirida oq amorf Bi(OH)_3 choʻkma ajraladi va u bir lahzada qaytarilgan vismut metali hosil boʻlishi oqibatida qorayib qoladi:

**Kadmiy ioni – Cd^{2+} reaksiyalari*****Reaktiv: vodorod sulfid – H₂S***

Vodorod sulfid kuchsiz kislotali muhitda Cd^{2+} kationi bilan sariq choʻkma kadmiy sulfid CdS hosil qiladi:

***CdS choʻkma xossalarini oʻrganish:***

1. Choʻkma suyultirilgan xlorid kislotada erimaydi.

2. Choʻkma suyultirilgan nitrat kislota eritmasida isitilganda eriydi.

3. Choʻkma kontsentrlangan kislotalarda eriydi.

Vaziyatli masala

1-masala. So'ndirilgan ohak, kalsiy karbonat va kalsiy sulfat aralashmasi bor. Bu aralashmaning 31 g ga xlorid kislota ta'sir ettirilganda 2,24 l gaz ajralib chiqqan va 13,6 g qattiq qoldiq qolgan. Aralashmaning foiz tarkibini ifodalang.

2-masala. Tibbiyot amaliyotida KBr va NaBr tinchlantiruvchi vosita sifatida keng qo'llanadi. Agar eritmaga natriy geksanitrokobalt bilan ta'sir ettirilganda sariq cho'kma hosil bo'lsa, tekshirilayotgan preparatda qanday tuz bo'ladi?

3-masala. Simob (II)-xlorid tibbiyotda antiseptik modda sifatida qo'llaniladi. Ushbu preparatni sifat tahlili o'tkazilganda kaliy yodid bilan qizil rangli cho'kmasi hosil bo'ladi. Bu cho'kma ortiqcha kaliy yodid eritmasida eriydi. Preparat tarkibida simobning qaysi tuzi (Hg^{2+} yoki Hg_2^{+}) mavjud ekanligini toping.

Bilimni sinab ko'rish uchun testlar

1. Co^{2+} ioni qaysi reagent yordamida aniqlanadi?

- A) Na_2CO_3 ; B) NH_4SCN ;
D) $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$; E) NH_4Cl .

2. Zn^{2+} ioniga reagent tanlang.

- A) NaCl ; B) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$;
D) NH_4SCN ; E) K_2CrO_4

3. Analitik kimyo fani nimani o'rganadi?

- A) moddalar tarkibini analiz qilishni;
B) moddalar tarkibini identifikatsiyalashni;
D) moddalarning sifati va miqdori tarkibini;
E) moddalarning sifat va miqdori tarkibini analiz qilish usullari va ularni nazariy asoslarini.

4. Bi^{3+} kationiga reagentni ko'rsating.

- A) SnCl_2 ; B) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$; D) H_3AsO_3 ; E) KI .

5. Sifat analizi usullarini ko'rsating:

- A) kimyoviy; B) fizikaviy;

D) fizik-kimyoviy; E) barcha javoblar to'g'ri.

6. Analitik reaksiyalar, deb qanday reaksiyalarga aytiladi?

A) reaksiya natijasida cho'kma, rangli eritma hosil bo'ladigan reaksiyalar;

B) oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari;

D) a, d javoblar to'g'ri;

E) gaz ajralishi bilan boradigan reaksiyalar.

7. Analitik guruh va guruh reagenti nima?

A) ba'zi ionlarga bir xil munosabatda bo'ladigan reagent;

B) faqat bir ionni aniqlaydigan reagent;

D) faqat anionlarni aniqlaydigan reagent;

E) faqat kationlarni aniqlaydigan reagent.

8. Ammoniy kationini ochishda ishlatiladigan reagentni ko'rsating :

A) NaCl , H_2SO_4 ; B) $\text{Fe}(\text{OH})_3$, Na_2O ;

D) CH_3COOH , CaSO_4 ; E) NaOH , K_2O

9. Qaysi element organizmda qand almashinuviga ta'sir etadi?

A) Mg; B) Ca; D) Fe; E) Zn.

10. Quyidagi ionlarni aniqlash uchun tegishli reagentlarni tanlang:

1) Ba^{+2} 2) Fe^{+2} 3) Co^{+2} 4) Hg^{+2}

a) $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$; b) Na_2CO_3 ; d) KI; e) K_2CrO_4 .

A) 1g, 2a, 3b, 4d; B) 1a, 2e, 3d, 4b;

D) 1b, 2e, 3a, 4d; E) 1d, 2b, 3e, 4a.

7

ERITMALAR. ERITMALAR KONSENTRATSIYASINI IFODALASH USULLARI

8 oylik go‘dakning tana harorati ko‘tarilyotgani, tanglay mur-taklari qizargani, qattiq yo‘talgani va ishtahasi yo‘qligi sababli ona-shi shifokor huzuriga olib bordi. Shifokor go‘dakni ko‘rikdan o‘tka-zib unda gripp belgilari borligini aniqladi. Grippning oddiy shamo-



llash kasalligidan farqi shundaki, shamollashga qarshi ishlatiladi-gan antibiotiklar grippga ta’sir qilmaydi. Bunday paytda pediatri ko‘rigi va tavsiyasi kerak bo‘ladi. Ba’zilar gripp kasalligiga yetarli e’tibor bermasdan oyoqda o‘t-kazadi. Yoki pediatri tavsiyasiga

amal qilmay, har xil turdagi dori vositalari, ayniqsa antibiotiklarni noto‘g‘ri qo‘llaydi. Oqibatda virusning chidamliligi ortishiga sa-babchi bo‘ladi.

Natijada o‘pka to‘qimasining yallig‘lanishi (zotiljam), miya pardasining yallig‘lanishi (meningit), o‘rta quloqning yallig‘lani-shi (otit), burun yondosh bo‘shliqlarining yallig‘lanishi (sinusit), buyrakning yallig‘lanishi (nefrit, piyelonefrit) kabi og‘ir asoratlar yuzaga kelishi kuzatiladi.

Shuning uchun gripp alomatlari paydo bo‘layotgan bo‘lsa, dar-hol oilaviy poliklinikalardagi pediargra murojaat qilish yoki uyga chaqirib tavsiyalarini olish lozim.

Pediatr vazifasi

Zamonaviy tibbiyotda pediatr kasbiga ehtiyoj juda katta. Pediatr yosh bemorlarning rivojlanishi, oʻsishi, ruhiy psixologik va jismoniy holatini koʻrikdan kechirib turadi.

Pediatr yangi tugʻilgan chaqaloqdan boshlab maktab davri, balogʻat yoshigacha bolalarning sogʻligini nazoratda ushlab turadi. U oʻz sohasida bemorlarni har xil kasallik guruhlariga ajratadi va ularning sogʻliqlarini himoya qiladi. Oʻz maslahatlarini berib, ularni toʻgʻri ovqatlanishi va tarbiyasi bilan ham shugʻullanadi. Bolalarda surunkali kasalliklarning oldini olish choralarini koʻradi. Pediatr albatta bolalar yoshiga tegishli kasalliklarning asosiy turlarini alomatlar haqida bilishi, shuningdek, ularni yuqumli va surunkali koʻrinishi rivojlanishining oldini olishi kerak. Pediatr oʻz sohasini mukammal egallagan mutaxassis boʻlib, bolalarning yoshiga mos dorilar dozasini bilishi lozim.

7.1. Eritmalar

Eritmalar – bu gazsimon, suyuq va qattiq erituvchida turli agregat holatdagi kichik oʻlcham qiymatiga ega boʻlgan erigan modda zarralarining tarqalishidan hosil boʻlgan bir jinsli gomogen sistemadir. Eritmalardagi erigan moddaning soni va oʻlchami eritmalar xossasini aniqlashda katta rol oʻynaydi.

Eritmalar deb ikki yoki undan ortiq komponentlardan iborat va ularning oʻzaro taʼsirlashuvi natijasida hosil boʻlgan bir jinsli sistemalariga aytiladi.

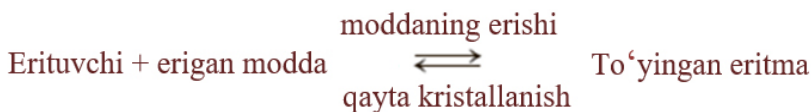
Eritmalar suyuq, gazsimon va qattiq holatda boʻladi. *Suyuq* eritmalar, xususan, suvli eritmalar tibbiyotda muhim ahamiyatga ega. Ular tirik organizmning ichki muhiti boʻlib, hayotiy muhim boʻlgan jarayonlarda ishtirok etadi. Biologik suyuqliklar boʻlgan qon plazmasi, limfa suyuqligi, meʼda shirasi, siydik murakkab oqsillar, lipidlar, uglevodlar, tuzlarning eritmalaridir. Biz nafas olayotgan havo ham eritma hisoblanadi, havoning tarkibini asosan kislorod va

azot tashkil etadi. Suvda karbonat angidridni eritib, gazli ichimlik olinadi. Iste'mol qilinadigan qahva yoki choy ham eritma bo'lib, qahva donalari va choy barglarini eritib va damlab tayyorlanadi. Dengiz va okean suvi ham eritma hisoblanadi, ular bir qancha tuzlar, xususan, natriy, kalsiy, kaliy va boshqa metallar tuzlarining eritmasidir. Antiseptik dorivor modda – yod ham kristall holda yodning etanoldagi eritmasidir.

Eritmada erigan modda bilan erituvchini ajratib bo'lmaydi. Chin eritma rangli bo'lsa ham u shafof bo'ladi. Uning zarrachalari shu qadar kichikligidan ular filtrdan va yarim o'tkazuvchan membranalar ham o'ta oladi. Yarim o'tkazuvchan membranalar erigan moddaning yirik zarrachalarini o'tkazmaydi.

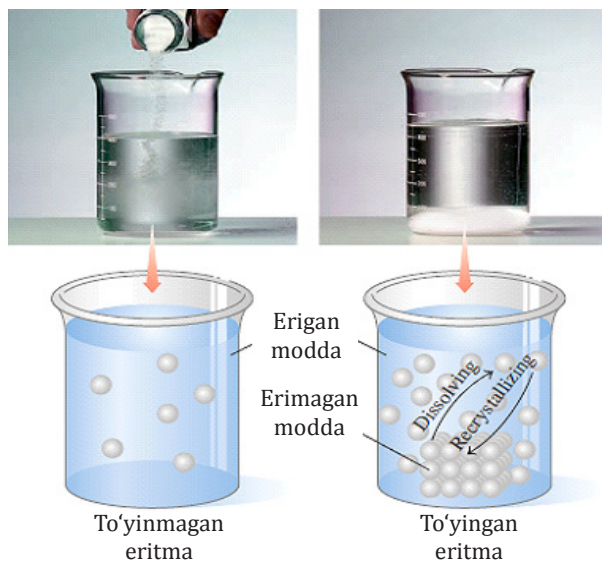
Suvda qattiq, suyuq va gazsimon moddalar erishi mumkin. Qattiq moddalarning suvda erishi anchagina murakkab jarayondir. Bunda qattiq modda kristallari sirtidan alohida molekulalar ajralib chiqib, diffuziya tufayli butun erituvchi hajmida taqsimlanishi kuzatiladi. Kristallning erishi bilan birga teskari jarayon, eritmadagi molekulalarning qayta kristallanishi ham sodir bo'ladi. Erigan modda ortiqcha bo'lsa, bunda ma'lum vaqtdan keyin muvozanat yuzaga keladi.

Qattiq moddaning erish tezligi, erigan moddaning cho'kish tezligiga teng bo'lgan ($V_{er} = V_{kr.}$) eritmalar *to'yingan eritma* deyiladi. Ayni haroratda to'yingan eritmada eng ko'p erishi mumkin bo'lgan modda bo'ladi.



To'yinmagan eritmada qattiq moddaning erish tezligi, erigan moddaning cho'kish tezligidan katta bo'ladi ($V_{er} > V_{kr.}$). Bunday eritmalarda erigan modda miqdori to'yingan eritmaga nisbatan kam bo'ladi.

O'ta to'yingan eritmada qattiq moddaning erish tezligi, erigan moddaning cho'kish tezligidan kichik bo'ladi ($V_{er} < V_{kr.}$). Bunday eritmalarda erigan modda miqdori to'yingan eritmaga nisbatan ko'p bo'ladi. Bunday eritmalar beqaror bo'lib, erigan modda kristallardan bir necha donasi tashlansa, eritmada yana kristallanish sodir bo'ladi. 7.1-rasmda eritmalarni tayyorlash ko'rsatilgan.



7.1-rasm. Eritmalarni tayyorlash

Eritmada erigan komponent o'zining ko'pgina fizik xossalari-ni saqlab qoladi. Masalan, okean suvida erigan natriy xlorid sho'r ta'mini saqlab qoladi. Shu kabi, qahva suvda eriganda xushbo'y qahva hidi his qilinadi. Eritmada komponentlar bir-biridan ajratil-gan holda bo'lishi mumkin emas. Masalan, sharbat - shakar va suv aralashmasidir. Sharbatda shakarni suvdan ajratib bo'lmaydi.

Biologik suyuqliklar suv va unda erigan moddalar: glyukoza, elektrolitlar K^+ , Na^+ , Cl^- , Mg^{2+} , HCO_3^- va HPO_4^{2-} ni o'z ichiga ola-di. Organizm biosuyuqliklari tarkibida yuqorida keltirilgan modda-

lar ma'lum chegaralangan miqdorda bo'lishi shart. Elektrolitlarning miqdori o'zgarishi jiddiy hujayraviy o'zgarishlarga olib kelishi va salomatlikka xavf solishi mumkin. Eritmada erigan modda va erituvchi bir-biri bilan reaksiyaga kirishmaydi, shuning uchun ularni turli miqdorda aralashtirish mumkin. Eritma tarkibidagi erigan modda zarrachalari erituvchi molekulalari orasida teng taqsimlangan bo'ladi.

Erigan modda va erituvchilarning turlari

Erigan modda va erituvchilar qattiq, suyuq hamda gaz holatda bo'lishi mumkin. Erigan moddalarning fizikaviy xossalari erituvchiniki bilan bir xil bo'lib qoladi. Agar, shakar kristallari suvda eritilsa, shakar suvdagi suyuq eritmasi hosil bo'ladi. Shakar erigan modda, suv esa erituvchidir. Uglerod (IV) oksidning suvda erishi natijasida gazli suv olinadi. Bunda karbonat angidrid erigan modda suv esa erituvchi hisoblanadi. 7.1-jadvalda ba'zi bir erigan moddalar, erituvchilar va eritmalarga misollar keltirilgan.

7.1-jadval

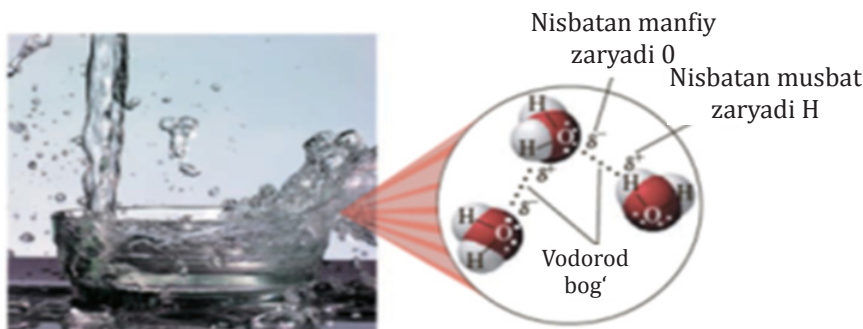
Eritmalarga misollar

Tur	Misol	Erigan modda	Erituvchi
Gazli eritma			
Gaz ichida gaz	Havo	Kislorod(gaz)	Azot(gaz)
Suyuq eritmalar			
Suyuqlik ichida gaz	Gazlangan suv	Karbonat angidrid (gaz)	Suv(suyuq)
	Navshadil spirti	Ammiak(gaz)	Suv(suyuq)
Suyuqlik eritma	Sirka	Sirka kislota(suyuq)	Suv(suyuq)
Suyuqlik qattiq	Dengiz suv	Osh tuzi (qattiq)	Suv(suyuq)
	Yod	Yod(qattiq)	Etanol(suyuq)
Qattiq eritmalar			
Qattiqda qattiq	Jez	Rux(qattiq)	Mis(qattiq)
	Po'lat	Uglerod(qattiq)	Temir(qattiq)

Suv tabiatda eng ko'p tarqalgan erituvchilardan biri hisoblana-di. Bir molekula suvda 1ta kislorod atomi 2ta vodorod atomi bilan bog'langan.

Kislorodning elektromanfiyligi vodorodnikiga nisbatan katta bo'lgani sababli O – H guruhda qutbli bo'g'lanish vujudga keladi. Kislorod qisman manfiy (δ^-), vodorod atomi esa qisman musbat (δ^+) zaryadlanadi. Suv molekulasida burchak shaklga ega. Suv molekulasida qutbli bo'lgani uchun u qutbli erituvchidir.

Vodorod bog'lar hisobiga suv molekulari o'zaro birlashib turadi. 7.2-rasmda suv molekularining tuzilishi ko'rsatilgan.



Suvning bir molekulasidagi vodorodi va ikkilamchi molekulasidagi kislorod orasida vodorod bog'lanish mavjud

7.2-rasm. Suv molekulasining tuzilishi

Suv molekulari orasidagi vodorod bog'lar nuqtalar bilan ko'rsatilgan. Vodorod bog'lanish kovalent va ion bog'lanishga nisbatan kuchsiz bo'lsa ham, suv, oqsillar, uglevodlar va DNK kabi biologik faol birikmalarda muhim rol o'ynaydi.

Kattalar organizmida suv o'rtacha 60%, chaqaloqlarda 75% gacha bo'ladi. Odam organizmidagi suvning 60%ni hujayra ichidagi suyuqliklar, qolgan 40% hujayra tashqarisidagi suyuqliklar, to'qimalar va qon plazmasi suyuqlarini o'z ichiga oladi. Bu tashqi

suyuqlik hujayra va qon aylanish tizimi o'rtasida oziqa va chiqindilarning aylanishini ta'minlaydi.

Bir kunda 1500–3000 ml suv buyrak orqali siydik ko'rinishida, terlash orqali, yengil nafas chiqarish, oshqozon ichak yo'llari orqali yo'qotiladi. Agar, organizm suyuqligining 10% ni yo'qotsa, kattalarda kuchli suvsizlanish kuzatiladi; 20% suyuqlikni yo'qotish o'limga olib kelishi mumkin. Agar yosh bolaning organizmidagi umumiy suyuqlikning 5–10% yo'qolsa, u og'ir suvsizlanishga chalinadi.

Organizmdagi yo'qotilgan suv suyuqlik ichish, oziq-ovqat mahsulotlari va tana hujayralarida suv ishlab ajralishi bilan boradigan metabolik jarayonlar yordamida tiklanadi.

24 soat davomida suvning hosil bo'lish va sarflanish koeffitsiyenti

Suv hosil bo'lishi	Suvni yo'qatilishi
Suyuqlik – 1000 ml	Siydik –1500 ml
Ovqat – 200 ml	Terlash – 300 ml
Metabolizm–300 ml	Nafas olish – 600 ml
	Ahlat- 100 ml
Umumiy – 1500 ml	Umumiy – 2500
ml	90
Tarvuz	93

Suv tanadan yo'qoladi, u suyuqlik iste'mol qilish orqali qayta tiklanadi



Suv organizmga oziq ovqat mahsulotlari bilan kiradi. Ba'zi oziq-ovqat mahsulotlari tarkibidagi suvning foizi 7.2-jadvalda keltirilgan.

7.2-jadval

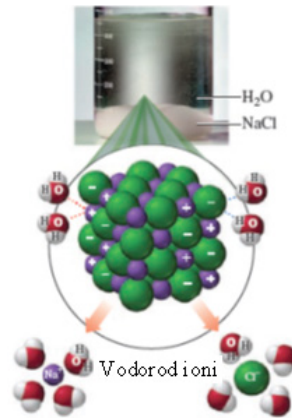
**Ba'zi oziq-ovqat mahsulotlari tarkibidagi
suvning foiz miqdori**

Ovqat	Mahsulot tarkibidagi suvning foizi	Ovqat	Mahsulot tarkibidagi suvning foizi
Sabzavotlar		Go'sht-Baliq	
Sabzi	88	Tovuq	71
Selder	94	Gamburger	60
Bodring	96	Losos	71
Pomidor	94		
Mevalar		Sut mahsulotlari	
Olma	85	Tvorog	78
Qovun	91	Sut	87
Apelsin	86	Yogurt	88
Qulupnay	90		
Tarvuz	93		

7.2. Eritmalarning hosil bo'lishi

Erigan modda va erituvchi orasida gi o'zaro ta'sir eritma hosil bo'lish yoki bo'lmashligini belgilaydi. Erigan modda va erituvchini zarrachalarga ajratish uchun energiya sarflanadi. Erigan modda zarrachalarining erituvchi orasida tekis taqsimlanishi jarayonida esa, energiya ajraladi va eritma hosil bo'ladi. Bunda erigan modda va erituvchi molekullari o'zaro tortiladi va ular orasidagi energiya boshlang'ich erish jarayoni uchun sarf bo'ladi. (7.3-rasm).

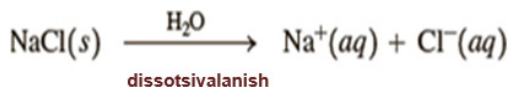
Ion bog' bilan bog'langan moddalar, masalan, NaCl molekulasida musbat Na⁺ ionlari va manfiy zaryadlangan Cl⁻ o'rta-sida mustahkam ion bog'lanish mavjud. Suv qutbli erituvchi, unda vodorod bog'lanish hisobiga molekullararo bir-biriga



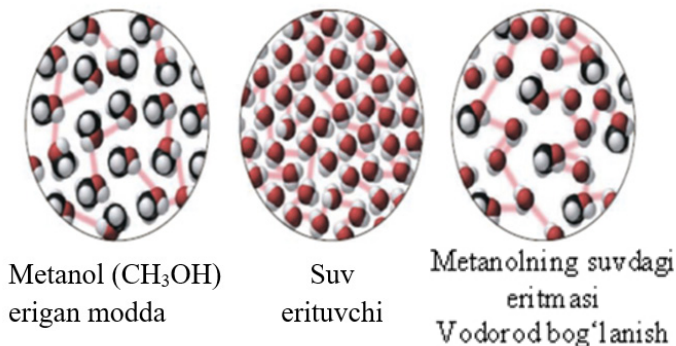
7.3-rasm. NaCl kristallari yuzasida suv ta'sirida erish jarayoni yuzaga keladi. Ionlar suv molekulasini eritmada o'ziga torta oladi

kuchli tortishish yuzaga keladi. NaCl kristallari suvda eriganda, qisman manfiy kislorod atomi musbat natriy ioniga, qisman musbat bo'lgan vodorod ioni esa, qisman manfiy xlor ioniga tortiladi. Na^+ va Cl^- ionlari gidratlanadi, suv molekulari esa, har bir ionni o'rab oladi. Ionlarning gidratlanishi ularning boshqa ionlarga tortilishini kamaytiradi va eritmada ushlab qoladi. Bunda Na^+ , Cl^- ionlari va qutbli suv molekulari o'rtasida eritma hosil bo'lishi uchun zarur bo'lgan energiya sarflanadi.

NaCl eritmasini shakllantirish uchun tenglamaning yuqorisida H_2O ning formulasi ko'rsatilgan, u reagent emas, faqat dissotsiyalanish uchun zarur ekanligini ko'rsatadi.



Qutbli erituvchilarda qutbli bo'g' bilan bo'g'langan moddalar yaxshi eriydi. Molekulasi qutbli bog'langan metanol $\text{CH}_3\text{--OH}$ suvda eriydi, chunki, unda qutbli --OH guruhi bor. U suv bilan vodorod bog'lanish hosil qiladi (7.4-rasm).



7.4-rasm. Metanol CH_3OH ning suvda erishi

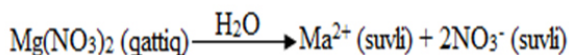
Qutbsiz bog' bilan bog'langan molekularlar qutbsiz bog' bilan bog'langan erituvchilarda eriydi. Masalan, yog' yoki yog' surtmalar suvda erimaydi, qutbsiz bog' bilan bog'langan erituvchilarda eriydi.

7.3. Elektrolitlar va noelektrolitlar

Elektrolitlar suvda eriganda dissotsilanishi natijasida ionlarga ajraladi. Hosil bo'lgan eritma elektr tokini o'tkazadi. Noelektrolitlar suvda eriganda ionlarga ajralmaydi va ularning eritmasi elektr tokini o'tkazmaydi.

Elektrolitlar kuchli yoki kuchsiz elektrolitlarga bo'linadi. *Kuchli elektrolitlarga* ko'pchilik mineral kislotalar, ishqorlar, suvda eriydigan tuzlar misol bo'ladi, chunki ular suvda eriganda 100% ionlarga ajraladi.

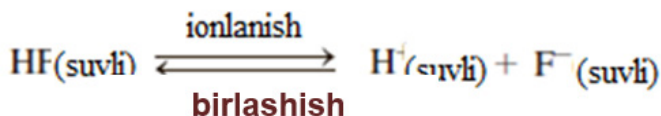
Misol uchun, magniy nitrat 1 ta magniy ioni va 2 ta nitrat ioni hosil bo'lguncha dissotsilanadi. Bunda Mg^{2+} , NO_3^- o'rtasidagi ion bog'lanish uziladi. Kovalent bog'lanish qoladi. $Mg(NO_3)_2$ dissotsilanishi quyidagicha yoziladi:



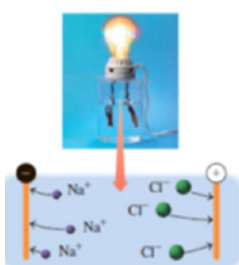
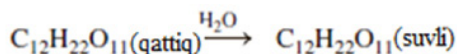
Dissosatsiyalanadi

Kuchli elektrolitlar eritmasiga elektrod tushirilganda lampa yonadi.

Kuchsiz elektrolitlarga, asosan, molekular shaklida suvda eriydigan birikmalar kiradi. Ular qisman eriydi va oz miqdorda ionlarga ajraladi. Kuchsiz elektrolitlar o'zidan elektr tokini juda oz o'tkazadi. Ularning eritmasiga elektrod tushirilganda lampa juda xira yonadi. Kuchsiz elektrolit HF ning suvdagi eritmasi qisman H^+ va F^- ionlarga ajraladi. Eritmada hosil bo'lgan H^+ va F^- ionlari qaytadan HF molekulasini hosil qiladi. Bu qaytar jarayon hisoblanadi va reagent bilan mahsulot orasida qarama-qarshi bo'lgan 2ta strelka bilan ifodalanadi:

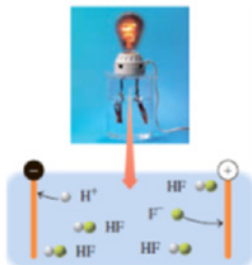


Noelektrlitlar, masalan, saxaroza suvda eriganda faqat molekular holida bo‘ladi. Agar, bu eritmaga elektrodlar tushirilsa lampa yonmaydi.



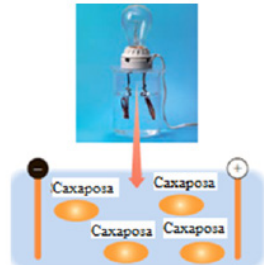
Kuchli elektrolit

Kuchli elektrolit suvli eritmada to‘liq ionlar gadiyatsiyanlanadi.



Kuchsiz elektrolit

Kuchsiz elektrolitlar suvli eritmada qisman ionlarga diyatsiyanlanadi.



Noelektrlitlar

Noelektrlitlar suvli eritmada ionlarga diyatsiyanlanmaydi.

7.3-jadvalda suvli eritmalarida erigan moddalarning sinflanishi keltirilgan.

7.3-jadval

Suvli eritmalarida erigan moddalarning sinflanishi

Eriydigan moddaning turi	Eritmada	Eitmadagi qismlar turi	Elektrolizga uchrashi	Misollar
Kuchli elektrolit	To‘liq diyatsiyanlanadi	Faqat ion	Uchraydi	tuzlar: NaCl, KBr, MgCl ₂ , AgNO ₃ ; asoslar NaOH, KOH; kislotalar: HCl, HBr, HI, HNO ₃ , H ₂ SO ₄ , HClO ₄
Kuchsiz elektrolit	Qisman ionlarga ajraladi	Asosan molekularlar va ionlar	Kuchsiz	HF, H ₂ O, NH ₃ , C ₂ H ₄ O ₂ (sirka kislota)
Noelektrlit	Ionlarga ajralmaydi	Faqat molekula	Uchramaydi	CH ₃ OH (metanol), C ₂ H ₅ OH (etanol), C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁ (saxaroza), CH ₄ N ₂ O (mochevina)

Organizm suyuqligidagi elektrolitlar

Organizmdagi hujayralar faoliyatida elektrolitlar muhim rol o'ynaydi. Elektrolitlar: natriy, kaliy, xloridlar va karbonatlar qon tarkibida uchraydi. Natriy ioni organizmdagi suvning miqdorini tartibga solib turadi va nerv sistemasidan keladigan elektrolitik impuls harakatini boshqarishda muhim rol o'ynaydi. Kaliy ioni ham impuls harakatini boshqarishda ishtirok etadi. Xlor ioni musbat ionlarning zaryadini bir me'yorda ushlab turadi va organizmdagi suyuqlik muvozanatini tartibga solib turadi. Qayd qilish, ich ketish va shunga o'xshash boshqa hollarda organizmdagi elektrolitlar konsentratsiyasi kamayishi mumkin. Bu holda biologik suyuqliklarda elektrolitlarning miqdorini normal holatga qaytishi uchun fiziologik eritma tomchi dorisini tavsiya qilinadi. 1 litr fiziologik eritma tarkibida elektrolitlar miqdori: Na^+ 45 mg-ekv, Cl^- 35mg-ekv va sitrat- 30 mg-ekv.



7.4. Eruvchanlik va eruvchanlikka ta'sir etuvchi omillar

Har qanday modda eruvchanlik bilan tavsiflanadi. Eruvchanlik moddaning suvda yoki boshqa erituvchida erish xususiyatidir. Eruvchanlikni miqdoriy jihatdan tavsiflash uchun ma'lum haroratda 100 g erituvchida eng ko'pi bilan erishi mumkin bo'lgan modda miqdori hisobga olinadi. Erigan moddaning bu miqdori *eruvchanlik yoki eruvchanlik koeffitsiyenti* deyiladi. Masalan, 100 g suvda 18°C da 35,86 g osh tuzi eriydi. Demak, osh tuzining 18°C dagi eruvchanligi 35,86 ga teng. Moddalar eruvchanligiga ko'ra yaxshi eriydigan, oz eriydigan va yomon eriydigan turlarga bo'linadi. Ammo mutlaqo erimaydigan moddalar bo'lmaydi.

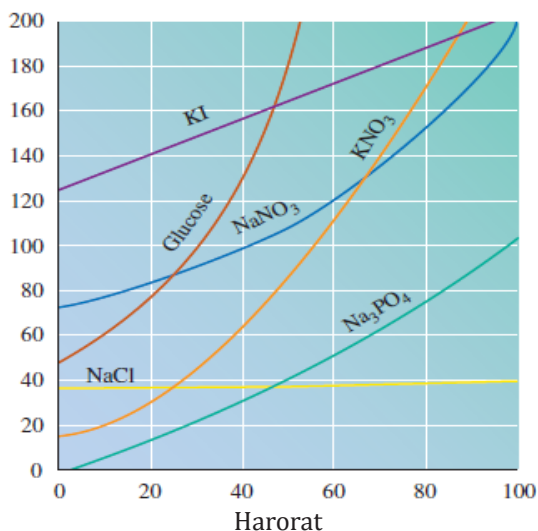
Moddalarning eruvchanligiga quyidagi omillar ta'sir ko'rsatadi:

- harorat;
- gazsimon moddalarda bosim.

- **eruvchanlikga haroratning ta'siri.** Qattiq moddalar past haroratga qaraganda yuqori haroratda ko'p eriydi. Ba'zi moddalar esa aksincha, yuqori haroratda kamroq eriydi. Masalan, muzdek suvga shakar solsa, u stakan tagiga cho'kib qoladi. Agar issiq suvga shakar solinsa, tezda erib ketadi. Demak, shakarning eruvchanligi harorat oshgani sari ortib boradi.

- Agar, to'yingan eritmani isitilsa va yana shakar solinsa u o'ta to'yingan eritmaga aylanadi, chunki unda endi erigan modda miqdori to'yingan eritmanikidan ko'p. Bu jarayon turg'un emas, agar bu eritmani chayqatsak yoki unga erigan modda kristalidan yana qo'shsak, ortiqcha modda qayta kristallanib, to'yingan eritma hosil bo'ladi.

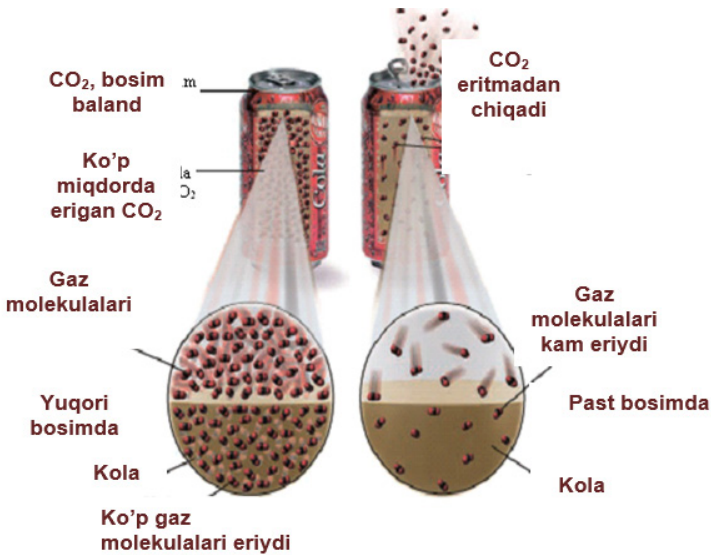
Harorat ko'tarilganda ko'pchilik moddalarning eruvchanligi ortadi. Masalan, 0°C da 100 g suvda 16g, 80°C da esa 165 g kaliy nitrat eriydi. Ba'zi moddalarning eruvchanligi harorat ortishi bilan juda oz o'zgaradi, ba'zilariniki esa kamayadi.



7.5-rasm. **Bariy sulat oshqozon ichak traktini rentgenografiyasida qo'llaniladi.**

Gazlarning suvda eruvchanligi harorat oshgan sari kamayib boradi. Yuqori haroratda gaz molekulalari eritmadan chiqib ketishi uchun zarur energiyaga ega bo'ladi. Muzdek gazlangan alkogolsiz ichimliklar isitilganda undan gaz pufakchalari chiqadi. Yuqori haroratda, ichimliklar solingan yopiq idish yorilib ketishi mumkin, chunki gaz molekulalari eruvchanligi ortadi va idish ichidagi bosim oshib ketadi. Biologlar aniqlashicha, daryo va ko'llarda suv haroratining ortishi suvdagi kislorod miqdorini kamaytiradi. 7.5-rasmda ba'zi bir qattiq moddalarning harorat ko'tarlishi bilan suvda eruvchanligi ortishi ko'rsatilgan.

Eruvchanlikka bosimning ta'siri. Genri qonuni. Genri qonuni-ga ko'ra, gazning suyuqlikda eruvchanligi suyuqlik yuzasidagi gaz bosimiga bog'liqdir. Yuqori bosimda, gazlarning suyuqlikda eruvchanligi ortadi. Bosim yuqori bo'lganda gazlangan ichimlikda CO_2 ning eruvchanligi ortadi. Agar gazlangan ichimlik solingan idish qopqog'i ochilsa bosim atmosfera bosimiga tenglashib, CO_2 ning eruvchanligi kamayadi.



7.6-rasm. Gazlarning suyuqlikda eruvchanligini bosimga bog'liqligi

Natijada CO_2 pufakchalari eritmani tezda tark etadi. Agar isitilgan idishning qopqog'i ochilsa pufakchalarning ajralishi undanda ko'proq ko'zga tashlanadi. 7.6-rasmda gazlarning suyuqlikda eruvchanligi bosimga bog'liqligi ko'rsatilgan. Agar, eritma ustidagi gazning bosimi kamaysa, eritmada shu gazning eruvchanligi ham kamayadi.

Eriydigan va erimaydigan tuzlar

Ma'lumki, ko'pchilik ion bog'lanishli moddalar suvda yaxshi eriydi. Ammo ba'zi bir ion bo'lanishli moddalar suvda qiyin eriydi va ionlarga dissotsilanmaydi. Ular erimaydigan tuzlar deyiladi, bu tuzlar suvga solinganda suv tagiga cho'kma bo'lib tushadi.



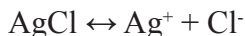
7.7-rasm. Bariy sulat oshqozon ichak traktini rentgenografiyasida qo'llaniladi

Suvda eriydigan tuzlar dissotsilanganda kation va anionga ajraladi. Suvda erimaydigan tuzlarda kation va anion o'rtasidagi ion bog'lanish juda kuchli bo'ladi va shu sababli ular suvda erimaydi, kation va anionga ajralmaydi. Tibbiyot amaliyotida BaSO_4 rentgen-diagnostikada kontrast modda sifatida ishlatiladi. Bariy ionlari organizmga toksik ta'sir ko'rsatadi, lekin BaSO_4 suvda, kislotalarda erimaydigan (oshqozon shirasidagi HCl da) tuz, u organizmga tushganda ichakda so'rilmaydi va organizmga zaharli ta'sir ko'rsatmaydi (7.7-rasm). Bariyning suvda eriydigan tuzlari tibbiyotda qo'llanilmaydi, chunki ular suvda eriganda Ba^{2+} ionini hosil qiladi. Bariy ionlari esa organizmga juda toksik ta'sir qiladi.

7.5. Cho'kish va erish jarayonlari

Ma'lumki, suvda oz eriydigan kuchli elektrolitlar eritmaga molekula holatda o'tmasdan balki, alohida to'liq dissotsiyalangan ionlar holatida o'tadi. Shuning uchun bunday moddalarning to'-

yingan eritmalarida, erigan moddalarning ionlari bilan qattiq (cho‘k-madagi) faza orasida dinamik muvozanat vujudga keladi. Masalan, AgCl ning to‘yingan eritmasida, AgCl cho‘kmasi bilan eritmadagi ionlari orasida muvozanat bo‘ladi.



Bu muvozanat holati uchun massalar ta’siri qonunini qo‘llab, muvozanat konstantasining ifodasi yoziladi:

$$K = \frac{c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Cl}^-)}{c(\text{AgCl})}$$

Qattiq fazadagi AgCl ning konsentratsiyasi ayni haroratda doimiy qiymatga ega, shuning uchun (1) tenglamani quyidagicha yozish mumkin:

$$K \cdot c(\text{AgCl}) = c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Cl}^-)$$

2 ta doimiy qiymatlar ko‘paytmasi $K \cdot c(\text{AgCl})$ ning hosilasi ham doimiybo‘ladi. Demak,

$$c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Cl}^-) = \text{const} \quad (2)$$

Shunday qilib, suvda oz eruvchi elektrolitlarning to‘yingan eritmasida, ayni haroratda erkin ionlar konsentratsiyalarining ko‘paytmasi o‘zgarmas qiymatdir. Bu qiymatga elektrolitning eruvchanlik ko‘paytmasi deyiladi va $EK_{(\text{AgCl})}$ bilan ifoda etiladi.

Yuqoridagi (2) tenglamadan const qiymatini $EK_{(\text{AgCl})}$ bilan almashtirilsa, ayni elektrolit uchun eruvchanlik ko‘paytmasi ifodalana-nadi:

$$c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Cl}^-) = EK_{(\text{AgCl})} = 1,56 \cdot 10^{-10}$$

Agar oz eriydigan elektrolit eritmada bir necha turli ionlarga dissotsialansa, ayni elektrolitning eruvchanlik ko‘paytmasini his-oblash uchun tenglama ifodasida shu ionlarning soni uning konsent-ratsiyasi darajasiga ko‘tarilib yoziladi: Masalan, kumush xromat Ag_2CrO_4 ning eruvchanlik ko‘paytmasi:

$$c^2(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) = EK_{(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)} = 9 \cdot 10^{-12}$$

Yuqoridagi tushunchalarga asoslanib, shunday xulosaga kelish mumkin. Agar oz eriydigan elektrolit eritmasidagi ionlar konsentratsiyalarining ko'paytmasi o'zgarmas haroratda ayni elektrolitning eruvchanlik ko'paytmasi qiymatiga teng bo'lsa, to'yingan eritma hosil bo'ladi:

$$c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Cl}^-) = EK_{(\text{AgCl})}$$

Agar oz eriydigan elektrolit eritmasidagi erkin ionlar konsentratsiyalarining ko'paytmasi o'zgarmas haroratda ayni elektrolitning eruvchanlik ko'paytmasi qiymatidan kichik bo'lsa, to'yinmagan eritma hosil bo'ladi. Bunday sharoitda elektrolit yana erishi mumkin va cho'kma hosil bo'lmaydi:

$$c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Cl}^-) < EK_{(\text{AgCl})}$$

Agar oz eriydigan elektrolit eritmasidagi erkin ionlar konsentratsiyalarining ko'paytmasi o'zgarmas haroratda ayni elektrolitning eruvchanlik ko'paytmasi qiymatidan katta bo'lsa, o'ta to'yingan eritma hosil bo'lib, elektrolit cho'kmaga tushadi:

$$c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Cl}^-) > EK_{(\text{AgCl})}$$

Oz eriydigan elektrolitlar eruvchanligi eruvchanlik ko'paytmasi konsantasi bilan ifodalanadi. Oz eriydigan elektrolitlarning to'yingan eritmasidagi ionlar konsentratsiyasining ko'paytmasi doimiy haroratda doimiy son bo'lib eruvchanlik ko'paytmasi deyiladi:

$$EK_{(\text{AgCl})} = c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Cl}^-) = 1,56 \cdot 10^{-10}$$

$$EK_{(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2)} = c^3(\text{Ca}^{2+}) \cdot c^2(\text{PO}_4^{3-}) = 2,0 \cdot 10^{-29}$$

Moddalarining EK qiymati qancha kichik bo'lsa, elektrolit shuncha oz eriydi:

$$EK_{(\text{AgCl})} = c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Cl}^-) = 1,56 \cdot 10^{-10}$$

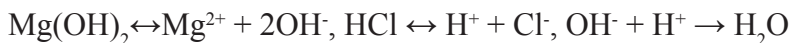
$$EK_{(\text{AgBr})} = c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Br}^-) = 5,3 \cdot 10^{-13}$$

$$EK_{(\text{AgI})} = c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{I}^-) = 8,3 \cdot 10^{-17}$$

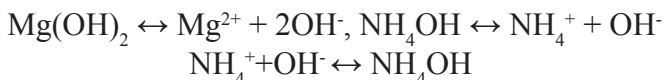
AgI eng kam eriydi. EK qiymatiga ko'ra eritmadagi ion konsentratsiyalari ko'paytmasi EK qiymatidan katta bo'lgandagina cho'kma hosil bo'ladi. Eritmada bir necha xil ionlar bo'lganda, eng

kam eriydigan birikma birinchi navbatda cho‘kmaga tushadi. Masalan, Cl^- , Br^- , I^- aralashmasiga AgNO_3 qo‘shilganda dastlab AgI cho‘kmaga tushadi, keyin AgBr va eng so‘ngida AgCl cho‘kmaga tushadi. Shunday qilib, birikmalarning eruvchanlik ko‘paytmasini bilgan holda reaksiya yo‘nalishini belgilash mumkin, bu esa kimyoviy analiz olib borishda juda katta ahamiyatga ega.

Analiz olib borishda suvda yomon eriydigan moddalarni eritmaga o‘tkazish masalasi ham ahamiyatga ega. Cho‘kmani eritish uchun uning erishida hosil bo‘layotgan ionlarning hech bo‘lmaganda bittasining konsentratsiyasini kamaytirish kerak. Bunda qo‘shiladigan reaktiv ioni yordamida to‘yingan eritmadagi ionlarning birini kam dissotsilanadigan birikma tarzida bog‘lash yo‘li bilan erishiladi: masalan, $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ning xlorid kislotada erishini quyidagicha tasvirlash mumkin:



$\text{Mg}(\text{OH})_2$ ning molekula va ionlari orasidagi muvozanat buziladi va muvozanat o‘ngga siljiydi. Buning natijasida cho‘kmaning erishi ro‘y beradi. Xuddi shunday $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ni NH_4OH da erishini ham tushuntirish mumkin:



Eruvchanlik ko‘paytmasi haqidagi qoidaning ahamiyati shundaki, bu qoidaga asoslanib, kimyoviy reaksiyalar natijasida hosil bo‘layotgan moddalarni qaysi holatlarda cho‘kmaga tushish yoki cho‘kmadan eritmaga o‘tish sharoitlarini aniqlash mumkin.

Elektrolitlarning eruvchanlik ko‘paytmalarining qiymatlariga asoslanib, ularning eruvchanligi hisoblanadi yoki elektrolitning eruvchanligi ma‘lum bo‘lsa, ularning eruvchanlik ko‘paytmasini hisoblash mumkin.

Cho‘kma hosil bo‘lishi va erish reaksiyalarining borish qonunlarini bilish, cho‘kma - eritma sistemasi bo‘lgan tirik organizmda boradigan kimyoviy jarayonlarni boshqarish va ularni biokimyoviy sistemalarga tatbiq qila bilish katta ahamiyat kasb etadi. Bu jaray-

onlarning muvozanati buzilishi natijasida kam eriydigan birikmalar hosil bo'lishi va ularning yig'ilishidan hosil bo'lgan kasalliklar mavjud. Bularga misol qilib buyrak va o't yo'llarida tosh hosil bo'lishi, podagra, glaukoma, ateroskleroz va boshqalarni keltirish mumkin.

“Bariyli” va “stronsiyli” raxit suyakdagi kalsiy karbonatlari va fosfatlari o'rnini stronsiy va bariy egallashi natijasida vujudga keladi. Kam eriydigan birikmalar hosil bo'lishi ularni ishlatishda tirik organizmda ularning biometall va bioligandlar bilan cho'kma hosil qilishi mumkinligini hisobga olishni talab qiladi.

Me'da - ichak kasalliklarini davolashda ko'pincha kislotani kamaytiruvchi va adsorbsiyalovchi vosita sifatida suvda kam eriydigan, lekin me'dadagi HCl da yaxshi eriydigan moddalar ishlatiladi. Masalan: magniy oksid – MgO , kalsiy karbonat – $CaCO_3$ va boshqalar.

Erish jarayonida issiqlik ajralishi yoki yutilishi mumkin. Masalan, kaliy gidroksid, natriy gidroksid, sulfat kislota eriganda issiqlik ajralib chiqadi (ekzotermik jarayon), kaliy nitrat, ammoniy xlorid eriganda esa issiqlik yutiladi (endotermik jarayon).

Bir mol modda eriganda ajralib chiqadigan yoki yutiladigan issiqlik miqdori shu moddaning *erish issiqligi* deyiladi. Masalan, kaliy gidroksidning erish issiqligi $-55,6 \text{ kJ/mol}$, ammoniy nitratning erish issiqligi $+26,4 \text{ kJ/mol}$.

Kimyo va salomatlik



Podagra va buyrakda tosh hosil bo'lishi

Podagra va buyrakda tosh hosil bo'lishiga sabab suvda erimaydigan tuzlar miqdorining ortib ketishi va ularning eruvchanligini kamayishidir. Podagra kattalarda, asosan, 40 yoshdan oshgan erkaklarda ko'p uchraydi. Qon plazmasidagi siydik kislotaning konsentratsiyasi

oshib ketganda, 37°C haroratda eruvchanligi $7\text{mg}/100\text{ml}$ bo'ladi va oqibatda, podagra yuzaga keliishi mumkin. Erimaydigan siydik kislotaning ignasimon kristallari to'planib, tog'ay, paylar va yumshoq to'qimalarda og'riqqa sababchi bo'ladi.



Siydik kislotaning kristallari buyrak to'qimalarini ham shikastlanishiga sabab bo'ladi. Organizmda siydik kislota miqdorining ortib ketishiga siydik kislota ishlab chiqarishning ko'payib ketishi, buyrakning siydik kislotani organizmdan chiqarib yuborish faoliyati buzilganligi yoki purin saqllovchi oziqa moddalarning ko'p iste'mol qilinishi sabab bo'ladi. Ratsiondagi oziq ovqatlardan go'sht, sardina, qo'ziqorinlar, dukkakli mahsulotlar siydik kislotaning ko'payishiga olib keladi.

Alkogol ichimliklarni iste'mol qilish ham siydik kislotaning o'payishiga olib keladi va podagra xurujiga sabab bo'ladi.

Podagrani davolash uchun ovqatlanish ratsionini o'zgartirish va kerakli dorivor preparatlar qabul qilish kerak. Dorivor preparatlardan probenetsid – buyrakdan siydik kislotasini chiqarib yuborishga yordam beradi yoki allopurinol – organizmda siydik kislota-sini hosil bo'lishiga to'sinlik qiladi.

Buyrakdagi toshlar, qattiq moddalar bo'lib, ular peshob chiqish yo'llarida hosil bo'ladi. Ko'pincha buyrakdagi toshlar kalsiy fosfat va kalsiy oksalatdan iborat bo'ladi, yoki qattiq siydik kislotasidan tashkil topadi. Suvni yetarli darajada ichmaslik va kalsiy, oksalat va fosfatlarni peshobda yuqori darajada bo'lishi buyrakda tosh hosil bo'lishiga olib keladi. Tosh peshob yo'lidan o'tayotgan vaqtda qattiq og'riq va boshqa noqulayliklarga olib keladi, bunda og'riq qoldiruvchi dorivor moddalarni iste'mol qilish va jarrohlarga murojaat qilish zarur bo'ladi. Ba'zi hollarda ultra tovushli muolajalar buyrakdagi toshlarni maydalashda qo'llaniladi. Buyragida tosh ho-

sil bo'lishiga moyil insonlarga, peshobda to'yingan minerallarning hosil bo'lishini oldini olish uchun ko'p suv iste'mol qilish tavsiya etiladi.

7.6. Eritma konsentratsiyasini SI sistemasida ifodalash usullari

Eritmalar konsentratsiya bilan tavsiflanadi. Eritmaning konsentratsiyasi deb eritma yoki erituvchining muayyan miqdorida erigan moddaning muayyan miqdoriga aytiladi. Shunga ko'ra eritmalar konsentrlangan va suyultirilgan bo'ladi. Agar erituvchi bilan erigan modda miqdorini solishtirish mumkin bo'lsa eritma *konsentrlangan*, solishtirib bo'lmasa – *suyultirilgan* deyiladi. Masalan: 100 g suvda 35 g osh tuzi erisa bu eritma konsentrlangan, 0,35 g erisa suyultirilgan eritma deyiladi.

Eritmalar konsentratsiyasi SI sistemada ifodalanadi. Bu sistemada massaning asosiy birligi kilogramm (kg), gramm (g), hajm birligi – litr (l), millilitr (ml); moddaning miqdoriy birligi – mol deb qabul qilingan.

Sistemadagi modda miqdori $n(X)$ –o'lchamli fizik kattalik bo'lib, sistemadagi zarrachalar-atom, molekula, ion, elektron va boshqalar soni bilan ifodalanadi. Bu modda miqdori – 0,12 kg¹²C izotopida necha atom bo'lsa, shuncha aniq yoki shartli zarrachalar saqlaydi.

Masalan: $n(\text{HCl}) = 2 \text{ mol}$; $n(\text{H}^+) = 10^{-3} \text{ mol}$; $n(\text{Mg}^{2+}) = 3 \text{ mol}$.

Molyar massa – $M(X)$ sistemadagi bir mol modda massasi. Modda massasining uning miqdoriga nisbatini ko'rsatadi

O'lchov birliklari – g/mol; $M(X) = \frac{n(X)}{m(X)}$

$M(X)$ – sistemadagi X moddasining molyar massasi.

$m(X)$ – sistemadagi X modda massasi.

$n(X)$ – sistemadagi X modda miqdori.

Masalan: $M(\text{Cl}_2) = 70,916 \text{ g/mol}$;

$$M(\text{Ca}^{2+})=40,08 \text{ g/mol}$$

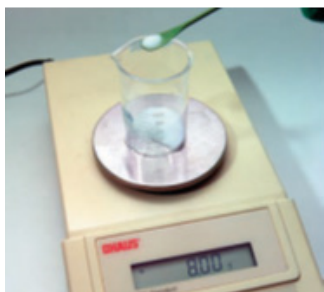
$$M(\text{NaCl})=58,50 \text{ g/mol}.$$

Eritmada erigan moddaning (komponentning) massa ulushi $\omega(X)$, $\omega\%(X)$ – 100geritmada erigan modda massasini ifodalaydi. Nisbiy kattalik bo‘lib, sistemadagi (eritma) modda (komponent) massasining sistema (eritma) umumiy massasiga nisbatini ko‘rsatadi (prosent konsentratsiya tushunchasi o‘rniga). Eritan modda massasi va eritma massasi bir xil o‘lchov birligida bo‘lishi kerak. Agar erigan modda massasi grammda berilgan bo‘lsa, eritma massasi ham grammda ifodalanishi kerak. Eritma massasi erigan modda va erituvchi massasining yig‘indisiga teng.

Eritmada erigan moddaning massa ulushi kasr sonlarda va prosentlarda (%) ifodalanadi

$$\omega(X) = \frac{m(X)}{m_{\text{eritma}}};$$

$$\text{Yoki: } \omega(X)\% = \frac{m(X)}{m_{\text{eritma}}} \cdot 100\%$$



8.00 g KCl solindi

$$\omega_{\%}(X) = \frac{8,00 \text{ g KCl}}{50 \text{ g}_{\text{eritma}}} \cdot 100\% = 16,0\%$$



Eritmaning massasi 50,0g bo‘lguncha suv qo‘shiladi. 8,00 g KClga suv qo‘shish natijasida 50,00 g KClning massa ulushi 16,0% li eritmasi hosil bo‘ladi

Masalan, 42,00 g suv bilan (erituvchi) 8,00g KCl ni (erigan modda) aralashtirish yo‘li bilan eritma tayyorlash kerak.

Erigan moddaning va erituvchining massasining yig‘indisi eritmaning massasini ko‘rsatadi. ($8,00\text{g} + 42,00\text{g} = 50,00\text{g}$).

Eritmada erigan moddaning (komponentning) mollar ulushi – ($N(X)$) nisbiy kattalik bo‘lib, sistema (eritma) dagi modda (komponent) miqdorini sistema (eritma) umumiy modda miqdoriga nisbatini ifodalaydi:

$$N(X) = \frac{n(X)}{n_{\text{eritma}}}$$

Molar ulush ko‘pincha $N(X)$ harfi bilan ifodalanadi.

Molar konsentratsiya – ($c(X)$) erigan modda (komponent) mol miqdorini sistema (eritma) hajmiga nisbatini ko‘rsatadi:

$$c(X) = \frac{n(X)}{V_{\text{eritma}}} = \frac{m(X)}{M(X) \cdot V_{\text{eritma}}} \text{ mol / l}$$

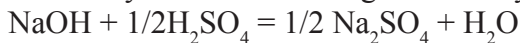
Erigan moddaning molini va eritmaning litrda hajmini bilgan holda eritmaning molarligini hisoblash mumkin.

Masalan, 1 mol NaCl ni yetarli miqdordagi suvda eritib, eritma hajmi 1 litrga yetkazilsa 1,0 M eritma hosil bo‘ladi. M belgisi 1 litrdagi erigan moddaning mol sonini belgilaydi (mol/l).

Ekvivalentlik omili – $f_{\text{ekv}}(X) = \frac{1}{z}$ o‘lchamsiz kattalik, u X moddaning kislota-asos reaksiyalarida bir vodorod ioniga yoki oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida bir elektronga to‘g‘ri keladigan mavjud zarrachalar ulushini ifodalaydi. Ekvivalentlik omili berilgan reaksiya stexiometriyasi asosida hisoblanadi.



bu reaksiyani 1 mol NaOH ga nisbatan yozsak



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

Ekvivalent - $f_{\text{ekv}}(X) X = \frac{1}{z} X$ – o‘lchamsiz kattalik, kislota-asos reaksiyalarida bir vodorod ioni yoki oksidlanish - qaytarilish

reaksiyalarida bir elektronga ekvivalent bo'lgan X moddaning mavjud yoki shartli zarrachalari.

Ekvivalent molar massa – ($M(f_{ekv}(X)X) = M(\frac{1}{Z}X)$) – moddaning bir mol ekvivalent massasi bo'lib, ekvivalentlik omilini shu modda molar massasiga ko'paytmasiga teng: $M(\frac{1}{2}H_2SO_4) = \frac{1}{2}M(H_2SO_4) = \frac{1}{2} 98,0 = 49,0 \text{ g/mol}$

Ekvivalent modda miqdori - $n(f_{ekv}(X)X) = n(\frac{1}{Z}X)$ – ekvivalent zarrachalaridan tashkil topgan modda miqdori.

$$n = \frac{m(X)}{M(\frac{1}{Z})(X)}$$

Ekvivalent molar konsentratsiya – $c(f_{ekv}(X)X) = c(\frac{1}{Z})(X)$ sistemadagi (eritmadagi) ekvivalent modda miqdorini shu sistema (eritma) hajmiga nisbatiga teng:

$$c(f(X)) = c(\frac{1}{Z})(X) = \frac{n(\frac{1}{Z})(X)}{V(eritma)} = \frac{m(X)}{M(\frac{1}{Z})(X) \cdot V(eritma)} \text{ mol / l}$$

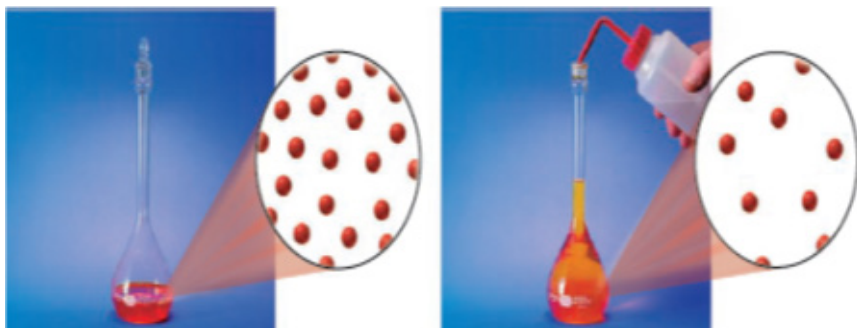
Molyal konsentratsiya - $b(X)$ – erigan modda miqdorini erituvchi massasiga nisbatini ko'rsatadi:

$$b(X)) = \frac{n(X)}{m(erituvchi)} = \frac{m(X)}{M(X) \cdot m(erituvchi)} \text{ mol / kg}$$

Eritma titri – $T(X)$ – 1 ml eritmadagi x modda massasini ko'rsatadi:

$$T(X) = \frac{m(X)}{V(eritma)}, \text{ g / ml}$$

Tibbiyot amaliyotida aksariyat holda konsentrlangan eritmalar-dan suyultirilgan eritmalar tayyorlanadi. Bu jarayon *suyultirish* deb ataladi. Suyultirish jarayonida eritma hajmi ortadi, konsentratsiya-si esa kamayadi, erigan modda miqdori o'zgarmaydi; konsentrlan-gan eritma va suyultirilgan eritmadagi erigan modda miqdori bir xil bo'ladi (7.8-rasm).



7.8-rasm. Konsentrlangan eritmaga suv qo'shilsa ham erigan moddalarning zarrachalar miqdori o'zgarmaydi. Suyultirilgan eritma hajmi oshadi.

Vaziyatli masalalar

1-masala. Nikotin kislota (vitamin PP) organizm biologik faoliyatida muhim rol o'ynab, ba'zi fermentlarning prostetik guruhi vazifasini bajaradi. Organizmda uning yetishmasligi pellagra kasalligiga olib keladi. Uning 1ta ampulasi 1ml 0.1%li nikotin kislota saqlaydi. Shu eritmaning molyal konsentratsiyasi va titrini aniqlang.

2-masala. Organizm suvsizlanganda 0.86%li NaCl eritmasi (fiziologik eritma) yuboriladi. 200ml (zichligi 1.012 g/ml) fiziologik eritma tayyorlash uchun necha gramm 20%li NaCl eritmasi kerak bo'ladi?

3-masala. Oshqozon shirasi kislotaliligi yetishmovchiligida 5%li HCl eritmasi tavsiya etiladi. 500ml 5%li HCl eritmasini tayyorlash uchun necha gramm 30%li HCl eritmasi va suv kerak (zichligi 1.012 g/ml)?

4-masala. Dorivor preparatlar analiz qilishda qo'llanadigan NaOH eritmasining titri 0,0045 g/ml ga teng. Sulfat kislota bilan reaksiyaga kirishib nordon tuz hosil qiladi. Uning sulfat kislota bilan reaksiyasida ekvivalent molyar konsentratsiyasini, NaOH ning eritmadagi massa ulushini (%) va 2 litr shunday eritma tayyorlash uchun zarur NaOH massasini aniqlang.

Bilimni sinab ko'rish uchun testlar

1. 1 ml 5% li eritmada necha gramm vitamin B₆ bor ($\rho=1\text{g/ml}$):

A) 0,05 g; B) 0,5 g; D) 1,0 g; E) 0,005 g.

2. 100 ml 0,15M li eritma tayyorlash uchun 3M eritmadan qanday hajmi kerak bo'ladi?

A) 50,00 ml; B) 3,00 ml; D) 5,00 ml; E) 30,00 ml.

3. Glyukozaning izotonik eritmasining massa ulushini toping

A) 4,50%; B) 1,50%; D) 10,50%; E) 0,85%.

4. Fiziologik eritma tarkibidagi tuzning modda miqdorini aniqlang

A) 50 mol; B) mol; D) 5 mol; E) 0,3 mol.

5. 100 ml fiziologik eritma tayyorlash uchun qancha suv kerak? ($W(\text{NaCl})=0,85\%$ $\rho=1\text{ g/ml}$)

A) 99,15 ml; B) 100,85 ml; D) 0,85 ml; E) 90,85 ml.

6. 100 ml suvda 25 g C₆H₁₂O₆ erishidan hosil bo'lgan eritmadagi glyukozaning massa ulushini aniqlang:

A) 20%; B) 30%; D) 40%; E) 25%.

7. 200 gr suvda 50 gr tuz eritilgan. Uning massa ulushini aniqlang:

A) 0,2; B) 0,3; D) 0,4; E) 0,5.

8. 280 g suvda 40 g glyukoza eritilgan bo'lsa, bu eritmaning massa ulushini aniqlang:

A) 12,50%; B) 18,56%; D) 15,89%; E) 9,52%.

9. 2M NaOH eritmasining massa ulushini aniqlang: ($r=1,080\text{ g/ml}$)

A) 7,4; B) 40; D) 10; E) 20.

10. 500 g 20% li HCl eritmasiga 300 ml suv qo'shildi. Hosil bo'lgan eritmadagi HClning massa ulushini aniqlang:

A) 12,50%; B) 15,50%; D) 10,26%; E) 8,68%.

8

ERITMALARNING KOLLIGATIV XOSSALARI. OSMOS HODISASI

Ayol 2 yoshlik bolasi bilan shifokor huzuriga keldi. U onasi bilan 2 hafta oldin qishloqqa buvisini ko'rgani mehmonga borgan edi. U yerdan kasal bo'lib qaytdi. Bolaning tana harorati 37.5°C bo'lib, ichi buzildi. Ishtahasi pasayib be'xos bo'lib, yomon uxlaydigan



bo'lib qoldi. So'ng ichi keta boshladi. Onasi unga guruch qaynatib ichirdi va buni oddiy ich ketar kasalligi deb o'ylab uydagi dorilar bilan davolay boshladi. Bolaning axvoli og'irlashib bordi, so'ngra qusib, harorati $39-40^{\circ}\text{C}$ ga ko'tarildi. Shundan so'ng uni infeksiyon kasalxonaga olib kelishdi.

Shifokor infeksiyonist tashxislar natijalariga ko'ra unga dezinteriya deb tashxis qo'ydi va kasalxonaning dezinteriya bo'limida bemor bolaga kerakli davo va parvarish qila boshladi. Bolaning uyda noto'g'ri davolanganligi tufayli uning organizmi suvsizlanib qolgan edi. Bolaga tezda 5%li glikoza eritmasini tomchi holda yuborildi. Bu eritmaning osmotik bosimi qon plazmasining osmotik bosimiga teng bo'lgani uchun organism suvsizlanganda uni ko'p miqdorda tomchilatib yuborish mumkin.

Shifokor bolaning onasiga infeksiyon kasalliklar va ushbu kasallikning oldini olish haqida ma'lumot berdi. Birinchi navbatda idish - tovoqlarning tozaligiga, qo'limizning tozaligiga, iste'mol qilayotgan

meva va sabzavotlarning yuvilganligiga e'tibor qilib turli yuqumli kasalliklarning oldini olishni lozim. Me'dada aralash ovqatlar hazm bo'lishi uchun to'rt soat vaqt ketadi. Tez-tez aralash ovqatlanish me'daning yallig'lanishiga, ish faoliyati buzilishiga olib keladi. Ovqat tarkibida zararli (toksik) va kasallik qo'zg'atuvchi (patogen) bakteriyalar bo'lmasligi kerak. Uning sifat tarkibiga ham e'tibor berish lozim. Salmonelloz, dizenteriya, botulizm, qorin tifi, vabo, gijja kasalliklari, virusli gepatitni oldini olishni tushintirdi. Ichburug'– dizenteriyani bir necha xil mikroblar qo'zg'atadi, yuvilmagan meva va sabzavotlarni iste'mol qilganda, idish–tovoq, zararlangan tayyor ovqatlar orqali yuqadi, yana yuvilmagan ho'ldagi mikroblar ovqatlanish vaqtida organizmga tushib kasallik qo'zg'atadi, mikroblar tashuvchisi uy pashshasi hisoblanadi. Gepatitning A, B, C turi bor. Yuqish yo'li har xil, A turi zararlangan taom, idish-tovoq, qaynatilmagan ariq, hovuz, quduq suvlari, B, C turi shprits va ignalar orqali yuqadi. Gijja kasalliklarining asosiy belgilari bu qorinda vaqti–vaqti bilan og'riqlarning bo'lishi, ozg'inlik, teridagi o'zgarishlar, oq dog'lar, sarg'ayishi, umumiy holsizlanish, ishtahaning yo'qolishi, uyqusida og'zidan so'lakning ajralishi, tishini g'ijirlatishi, ko'ngil aynishi, ich qotishi yoki ketishi mumkin. Infeksion kasalliklar gigiyenaga rioya qilmaganligi oqibatida kelib chiqadi.

8.1. Eritmalarning kolligativ xossalari

Eritmalarda erigan modda tabiatiga bo'g'liq bo'lmay, faqat erigan modda zarrachalarining soniga (eritma konsentratsiyasiga) bo'g'liq xossalari *eritmalarning kolligativ* xossalari deyiladi. Ideal holatga yaqinlashgan, ya'ni o'ta suyultirilgan eritmalarda kolligativ xossalari deganda:

- eritmalarning osmotik bosimi;
- eritma ustidagi erituvchi bug' bosimining kamayishi;
- eritma qaynash haroratining ortishi;
- eritma muzlash haroratining pasayish holatlari tushuniladi.

Eritmalarning kolligativ xossalari o'rganish erigan modda massasini, ularning dissotsiatsiyalanish darajalarini va assotsiatsiya qiymatlarini aniqlash imkoniyatlarini beradi.

8.1.1. Osmos hodisasi va osmotik bosim

Eritmalardagi osmos hodisasi eritma hosil bo'lishidagi molekular kinetik mexanizmining tarkibiy qismlaridan bo'lgan diffuziya jarayoni natijasida yuzaga keladi. Ma'lumki, erigan modda va erituvchi zarrachalari doimo harakatda bo'ladi.

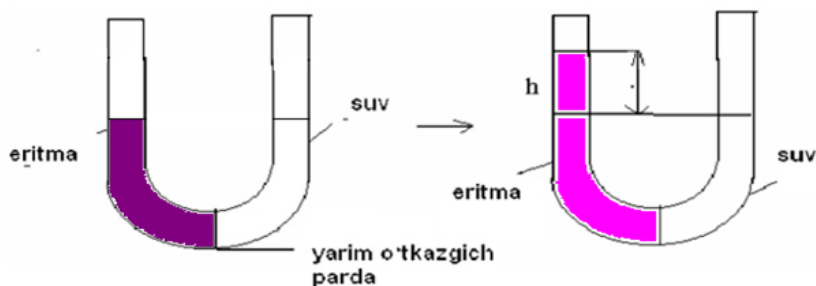
Agar shisha silindrga biror modda, masalan, kaliy permanganatning quyuq eritmasi solinib, uning ustiga ehtiyotkorlik bilan suv quyilsa, modda zarrachalari vaqt o'tishi bilan butun suyuqlik hajmiga baravar tarqaladi va bu jarayon butun hajmda moddaning konsentratsiyasi bir xil bo'lguncha davom etadi, ya'ni diffuziya hodisasi ro'y beradi.

Agar kaliy permanganatning eritmasi va toza erituvchi orasiga faqat erituvchi molekullari o'ta oladigan yarim o'tkazgich to'siq - membrana joylashtirilsa, erituvchi molekullarining membrana orqali eritmaga va eritmadan toza erituvchiga o'tishi kuzatiladi (8.1-rasm). Ammo erituvchi molekullarining toza suvdan eritmaga o'tish tezligi ko'proq bo'ladi. Buning natijasida kaliy permanganat eritmasining hajmi ko'payadi (konsentratsiyasi kamayib ideal eritmaga yaqinlashadi). Natijada gidrostatik bosim qiymati ortadi va erituvchi molekullarining teskari tomonga qarab o'tishi kuchayadi. Ma'lum vaqt o'tgandan so'ng eritmalarning sath o'zgarishlari (ularning sathlari orasida masofa qiymatining o'zgarishi) to'xtaydi.

Erituvchining (diffuziya hisobiga) yarim o'tkazgich membrana orqali erigan modda konsentratsiyasi kam bo'lgan eritmadan yoki toza erituvchidan erigan modda konsentratsiyasi ko'p bo'lgan eritmaga o'z-o'zidan o'tish jarayonini *osmos deb* ataladi.

Osmos deb nomlanadigan jarayonda erituvchi molekullari (diffuziya hisobiga) erigan moddaning konsentratsiyasi past bo'lgan

eritmada yoki toza erituvchidan erigan moddaning konsentratsiyasi yuqori bo'lgan eritmaga yarim o'tkazuvchan membrana orqali o'tadi. Bu jarayonni quyidagi moslamada ham kuzatish mumkin.



8.1-rasm. Osmos hodisasi

Yarim o'tkazuvchi membrana bilan ajratilgan moslamaning bir tomoniga 10%li saxaroza eritmasi, ikkinchi tomonida esa 20%li saxaroza eritmasi solinadi. Yarim o'tkazuvchan membranadan suv molekulalari har ikki tomonga o'tadi, lekin saxaroza molekulalari o'ta olmaydi. Saxarozaning 20%li eritmasida erigan moddaning konsentratsiyasi yuqori bo'lgani uchun suv molekulalarining ko'p qismi saxarozaning 20%li eritmasiga qarab o'tadi. Saxarozaning 20%li eritmasining hajmi ortadi, sathi ko'tariladi va 10%li saxaroza eritmasi tomonida ushbu ko'rsatkich kamayadi. Suv miqdori ortishi natijasida saxarozaning 20%li eritmasining konsentratsiyasi kamayadi va membrananing ikki tomonida konsentratsiyalarni tenglashtirishga harakat sodir bo'ladi. Saxaroza eritmasi yuzasida 2 ta bo'lim orasida suv oqimi tezligini tenglashtirish uchun yetarli bosim hosil bo'ladi. Ushbu bosim *osmotik bosim deb* nomlanadi.

Osmotik bosim eritmada erigan moddalarning konsentratsiyasiga bog'liqdir. Erigan modda konsentratsiyasi qancha ko'p bo'lsa, osmotik bosim shuncha yuqori bo'ladi.

Osmos holatini to'xtatish uchun eritmaga ta'sir ettirish zarur bo'lgan bosim qiymatiga *osmotik bosim (P)* deyiladi. Osmotik bo-

sim osmometr yordamida o'lganadi. Ilk bor osmometrni 1877- yilda Pfeffer yasagan.

Osmotik bosim quyidagi omillarga bog'liq:

- O'zgaras temperaturada osmotik bosim erigan modda konsentratsiyasiga (C) to'g'ri proporsional ($T = \text{const}, p = k \cdot C$)
- Konsentratsiya o'zgaras bo'lganda osmotik bosim absolut temperaturaga (T) to'g'ri proporsional ($C = \text{const}, p = k \cdot T$).

Shu ikki holatga (ya'ni p_{osm} harorat va konsentratsiyaga bog'liqligiga) asoslangan holda Vant-Goff (1887-yil) o'z qonunini kashf etdi: eritmaning osmotik bosimi eritmada erigan moddaning gaz holatida bo'lgan va eritma hajmiga teng bo'lgan hajmni egallagan holatda ko'rsatadigan bosim qiymatiga teng bo'ladi.

Demak, ideal eritmaning osmotik bosimini Mendeleyev – Klapayron tenglamasi bo'yicha hisoblab topish mumkin:

$$pV = nRT \quad (1)$$

$$p_{\text{osm}} \cdot V = nRT \quad (2)$$

bunda: V – eritma egallagan hajm;

R – universal gaz doimiysi 8,311 J / mol · K;

T – absolut temperatura (273 K);

n – erigan moddaning mollar soni.

Agar Mendeleyev – Klapayron tenglamasini p_{osm} ga nisbatan yechilsa,

$$P_{\text{osm}} = \frac{nRT}{V} \quad (3)$$

$c = n / V$ bo'lgani uchun c ning qiymatini (3) tenglamaga qo'yil-sa Vant-Goff qoidasining matematik ifodasi kelib chiqadi:

$$P_{\text{osm}} = cRT \quad (4)$$

Bu tenglama noelektrolit moddalar eritmasining osmotik bosimini aniqlash imkonini beradi.

Vant-Goff qoidasiga ko'ra bir xil konsentratsiyali har xil moddalar o'zaro teng osmotik bosimga ega bo'lishi kerak degan xulosa kelib chiqishi mumkin. Ammo amalda bunday holat kuzatilmaydi. Bunga sabab, turli tabiatli moddalarning ionlanish va assotsiala-

nish darajalari har xil bo‘ladi. Shu sababdan yuqoridagi tenglamaga (agar modda elektrolit bo‘lsa) Vant-Goffning izotonik koeffitsiyenti tushunchasi (i) kiritiladi va formula (4) quyidagicha yoziladi:

$$p_{osm} = i c R T \quad (5)$$

Bu formula elektrolitlar eritmasining osmotik bosimini aniqlash imkonini beradi.

O‘z navbatida i – izotonik koeffitsient bo‘lib, absolyut qiymatini aniqlash uchun quyidagi tenglamani keltirib chiqarish mumkin:

$$i = 1 + \alpha(n-1) \quad (6)$$

bunda:

α – elektrolitning dissotsiatsiya darajasi;

n – eritmadagi ionlar soni. Masalan, NaCl uchun (kuchli elektrolit

$\alpha=1$) $i=1+1 \cdot (2-1)=2$, chunki NaCl ikkita ionga dissotsiatsiyalanadi, $Al_2(SO_4)_3$ uchun ($\alpha = 1$) $i= 1+1 \cdot (5-1)= 5$, chunki $Al_2(SO_4)_3$ beshta ionga dissotsiatsiyalanadi.

Ma’lumki, eritmaning molyar konsentratsiyasi $c(X)$ quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$c(X) = \frac{n(X)}{V_{eritma}} = \frac{m(X)}{M(X) \cdot V_{eritma}} \text{ mol/l} \quad (7)$$

Shu sababli (4) tenglamani quyidagicha ifodalash mumkin:

$$M(X) = \frac{m(X)}{P_{osm} \cdot V_{eritma}} R T \quad (8)$$

Ushbu tenglama asosida eritmaning hajmi, osmotik bosimi va erigan modda massasini bilgan holda noelektrolit tabiatli moddalarning molekular massasini quyidagi formula orqali aniqlash mumkin:

$$M(X) = \frac{m(X)}{P_{osm} \cdot V_{eritma}} R T \quad (9)$$

Izotonik, gipotonik va gipertonik eritmalar

Eritmalar osmotik bosim qiymatiga ko‘ra:

- izotonik $p_{\text{osm}} = p_{\text{standosm.}}$
- gipertonik $p_{\text{osm}} > p_{\text{standosm.}}$
- gipotonik $p_{\text{osm}} < p_{\text{standosm.}}$ eritmalar turiga bo'linadi.

Standart qilib olingan eritma osmotik bosimiga teng osmotik bosimli eritmalar –*izotonik*, osmotik bosimi standart eritmanikidan yuqori bo'lgan eritmalar–*gipertonik*, kamlari *gipotonik* eritmalar deyiladi.

Osmos uzluksiz jarayondir, chunki, biologik sistemalarda membranalar yarimo'tkazuvchan tabiatiga ega bo'ladi. Organizm biologik suyuqliklaridan qon, to'qima suyuqligi, limfa va plazma ma'lum bir osmotik bosim qiymatiga ega. Tibbiyotda qo'llaniladigan ko'pgina tomir orqali yuboriladigan eritmalar izotonik eritmalaridir. Ularning osmotik bosimi organizm biosuyuqliklarining osmotik bosimiga (masalan, qon osmotik bosimiga) teng bo'ladi. Tibbiyotda katta ahamiyat kasb etadigan izotonik eritmalar bu 0,86% NaCl eritmasi va 5% glukoza eritmasi. Bu eritmalarining osmotik bosimi qon osmotik bosimiga teng. Ularning tarkibida bir xil zarra-chalar bo'lmasada (Na^+ va Cl^- ionlari yoki glukoza molekulalari), 0,86% NaCl eritmasi hamda 5% glyukoza eritmaları o'zaro izotonik bo'ladi. Biologik sistemalarda standart eritma sifatida osmotik bosimi 740–780 kPa bo'lgan hujayra ichi suyuqligi (qon) qabul qilingan.

Inson normal fiziologik holatda bo'lganda undagi suyuqliklardagi kationlar va anionlarning umumiy miqdori o'zaro teng bo'ladi (8.1-jadval). Shu bilan birga turli biosuyuqliklardagi kationlar va anionlar o'zaro miqdori jihatidan farqlanadi.

Odam organizmidagi elektrolit ionlarining miqdoriy o'zgarishlari qator ko'ngilsiz natijalarga olib keladi. Masalan, organizmdagi natriy ionlarining kamayishi qon quyilishi kasalligini keltirib chiqaradi. Natijada qon qovushqoqligi ortib trombozlar kelib chiqadi, arterial bosim tushib ketadi, yurak ishi buziladi (taxikardiya), sil-liq mushaklar tortiladi, MNS faoliyati buziladi. Natriy ionlarining kamayishi kislotali muhitning kuchayishiga (atsidoz) olib keladi.

Natijada yosh organizmning o'sish va rivojlanish jarayonlari sekinlashadi.

Natriy ionlarining ko'p miqdorda ortishi hujayralardagi suvning hujayralararo suyuqlik tarkibiga ko'plab o'tishini keltirib chiqaradi. Natijada hujayra funksiyalari buziladi, teri ostida suv yig'ilib organizm shishib ketadi. Shu bilan bir vaqtda arterial bosim ortib ketadi (gipertoniya), nerv to'qimalaridan impuls o'tishi to'xtaydi.

8.1-jadval

Fiziologik suyuqliklardagi asosiy kation va anionlarning o'rtacha miqdorlari (mmol/l)

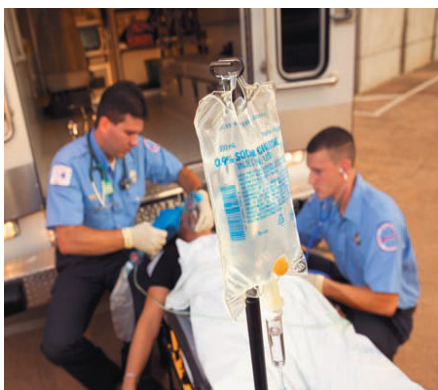
Ionlar	Hujayra tashqi suyuqligi		Hujayra ichki suyuqligi
	Qon zardobi	Intersitsial suyuqlik	
Na^+	142	147	35
K^+	5	4	115
Ca^{2+}	5	2,5	5
Mg^{2+}	2	2	27
Jami kationlar	154	155,5	182
Cl^-	103	114	25
HCO_3^-	27	30	10
Oqsil ionlari	16	1	47
Organik kislota anionlari	5	7,5	-
H_2PO_4^- va HPO_4^{2-}	2	2	80
SO_4^{2-}	1	1	20
Jami anionlar	154	155,5	182

Gemoliz va plazmoliz

Qizil qon tanachalarni izotonik eritmaga tushirilsa, eritmadagi hujayra o'z hajmini o'zgartirmaydi, chunki, hujayradan qancha suv eritmaga chiqsa, shuncha suv hujayraga kiradi.

Agar eritrotsit gipotonik (hypo – “nisbatan kam”) (osmotik bosi-mi kichik bo'lgan) eritmaga tushirilsa, osmos jarayoniga ko'ra, eritrotsit ichiga suv kirib, eritrotsit shishadi (hujayra yorilishi mumkin).

Bu jarayon *gemoliz* (8.2-rasm) deb ataladi. Xuddi shunday holat



Organizmdagi qon eritmasiga 0,86%

NaCl eritmasi izotonikdir

suvsiizlangan oziqa, masalan, mayizni yoki quritilgan mevalarni suvga solinganda yuz beradi. Suv quritilgan mevalarni ichiga kirib, u shishadi.

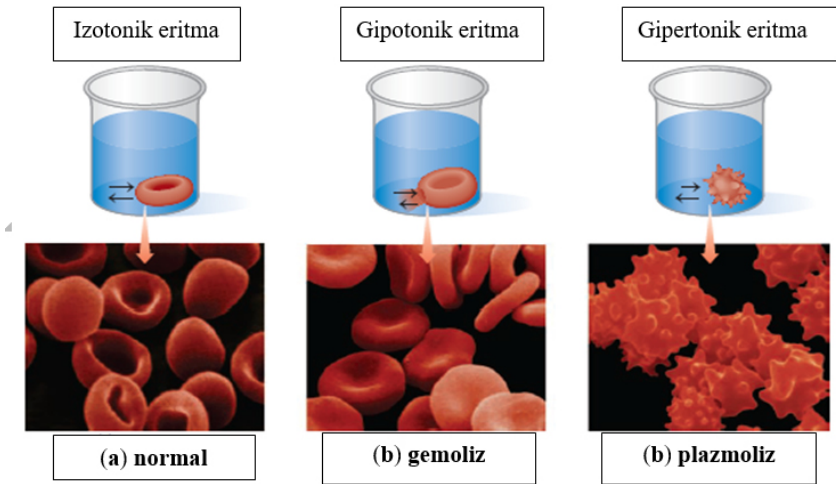
Agar qizil qon tanachalari gipertonik (*hyper* “nisbatan yuqori”) (osmotik bosi-mi yuqori bo'lgan) eritmaga tushirilsa, suv membranadan hujayra tashqarisiga o'tib, hajmi kichiklashadi va siqiladi.

Ushbu jarayon *plazmoliz* deb ataladi. Bunday holat tuzlama-

lar tayyorlashda kuzatiladi, gipertonik eritma vazifasini tuz eritmasi bajaradi. Masalan, bodring gipertonik eritmaga solinsa tarkibidagi suvni yo'qotib bujmayadi. Odam va hayvonlar organizmiga ko'p miqlorda faqat izotonik eritmani kiritish mumkin, bunda organizmdagi osmotik bosim o'zgarmaydi. Gipertonik eritmalarning kiritilishi hujayraning siqilishiga olib keladi, bu jarayon shishgan hujayralar (shamollagan va namligi oshgan) uchun foydalidir. Shuning uchun, dorivor preparatlar sifatida yallig'lanish jarayonlariga qarshi tomir orqali 20 ml yoki 10 ml 40% (mass) glyukoza eritmasi, CaCl_2 va boshqalar yuboriladi. Odam organizmiga ko'p miqdorda gipertonik eritmalarning yuborilishi izoosmiyaning buzilishiga

olib keladi, hujayralar siqilib plazmoliz yuz beradi. Gipotonik eritmalarining kiritilishi hujayralarning shishib yorilishiga olib keladi, ya'ni gemoliz kuzatiladi. Plazmoliz va gemoliz oqibatida hujayralar halok bo'ladi.

Organizmga ko'p miqdorda suv kiritilishi yoki tuzlarni intensiv yo'qolib borishi natijasida qayt qilish, shaytonlash va boshqalar organizmni halok bo'lishiga olib borishi mumkin.



8.2-rasm. (A) izotonik eritmada eritrotsit normal hajmini saqlab qoladi. (B) Gemoliz: Gipotonik eritmada suv eritrotsitga kiradi va uni shishirib yoriilishiga sabab bo'ladi. (B) Plazmoliz: eritrotsitdagi suv gipertonik eritmaga o'tadi va uni burishib qolishiga sabab bo'ladi.

Kimyo va salomatlik



Osmos hodisasi o'simlik va tirik organizmlar hayotida katta rol o'ynaydi. Hujayra yuzasi va organizm to'qimalari qobiqlari yarim o'tkazgich membrana xossalariga ega. Osmotik bosim organizm

ichida eng muhim omillardan bo'lib, uning turli qismlarida suv taqsimotini belgilaydi, uning qiymati doimiydir.

Odam qonida va boshqa biologik suyuqliklarda osmotik bosim doimiyligi ta'minlanib turadi. Tana harorati 37°C bo'lganda qonning osmotik bosim qiymati 740–780 kPa oralig'ida bo'ladi. Bosimning bunday qiymati turli moddalarning qondagi miqdoriga bog'liqdir. Biologik suyuqliklar osmotik bosimining qiymatini o'zgarmasligi uchun odam va hayvon organizmiga faqat izotonik eritmalarini katta hajmda quyish mumkin. Gipertonik eritmalar tomir tortishishi va shamollash jarayonida in'yeksiya holida ishlatiladi, gipotonik eritmalar esa ishlatilmaydi. 0.86% li NaCl eritmasining osmotik bosimi qonning osmotik bosimiga teng, ya'ni bu eritma izotonik eritma hisoblanadi. Glukozaning 4,5–5% li eritmasi ham izotonik eritmadir. Bu eritmalarini odam organizmiga ko'plab (litrlab) quyish mumkin.



0,86% NaCl eritmasi



4.5-5 % glukoz eritmasi

Odam organizmidagi osmotik bosimni doimiy saqlanib turishi *izoosmiya* deyiladi. Izoosmiyaning buzilishi organizm uchun xavflidir. Gipertonik eritmalarining organizmga kiritilishi hujayralarning siqilishiga olib keladi, bu yallig'langan hujayralar uchun foydalidir. Shuning uchun yallig'lanishga qarshi dorivor preparat sifatida tomirga glukozaning 40% li eritmasi yuboriladi. Gipertonik eritmani organizmga haddan tashqari ko'p yuborilishi plazmoliz hodisasiga olib keladi, bunda hujayra siqiladi va halok bo'lishigacha borishi mumkin (ekzoosmos hodisasi). O'z navbatida gipotonik eritmalar yuborilsa, hujayra bo'rtishi va qobig'ining yorilishiga olib keladi va *gemoliz* yuz beradi (*endoosmos hodisasi*).

Sitoliz – hayvon va o‘simlik to‘qimalarining turli tashqi omillar ta’sirida, ko‘pincha hujayraning yarim o‘tkazgich membranasining 2 tomonida osmotik bosimning o‘zgarishi natijasida kelib chiqadigan holat.

Gemolizning xavfli oqibatlari yuqoridagi hodisalardan tashqari hujayra qobig‘ining (membrana) o‘tkazuvchanligining susayishiga ham bog‘liq, bu masalan, organizmga strofantin, novurit, geparinlar kiritilishi natijasida yuz beradi.

Me’yoridan ortiq sho‘r yoki shirin oziq-ovqatlar iste’mol qilinda, organizm chanqoqni his etadi, ya’ni hujayralararo suyuqliklarda osmotik bosim oshayotgani haqida xabar qiladi.

Kimyo va salomatlik



Jarohlikda yalig‘lanish jarayonlarini davolashda fizik antiseptika asosiy o‘rin egallaydi. Jarohatlarning kechish bosqichlariga qarab ochiq davolash, ya’ni qurituvchi steril tamponlar, jarohat suyuqligini tez shimib oladigan gipertonik eritma shimdirilgan bog‘lamlar, tamponlar fizik antiseptikaning tarkibiy qismlari hisoblanadi. Jarohatdagi yiringlarni oqizib chiqarish uchun gipertonik eritma shimdirilgan doka (tamponlar)dan foydalaniladi. Ular mikroblarning yashash davomida hosil bo‘lgan zaharli moddalarni, parchalangan to‘qimalarni (yiringlarni) tashqariga bog‘lamaga chiqarishga, ya’ni jarohatni yiringdan tozalashga yordam beradi. Osmos hodisasi hisobiga parcha-



langan to'qimalar (yiring) gipertonik eritma shimdirilgan dokaga (tamponga) ya'ni osmotik bosimi kichik bo'lgan biologik suyuqlikdan gipertonik eritmaga o'tadi va yara tozalanadi. Shuningdek, nekrozga uchragan to'qimalarning tez ko'chishi uchun osmotik aktiv preparatlar qo'llaniladi. Bu maqsadda gipertonik eritmalar, polietilen-glikol asosidagi moylar ishlatiladi. Ular jarohatni yiringli jarayondan tez tozalaydi.

Organizmdagi biosuyuqliklarning osmotik bosim qiymati ular-da erigan quyi molekular va kolloid holatdagi yuqori molekular moddalar (asosan oqsillar) hisobiga kelib chiqadi. Qon va to'qimalar orasidagi suv almashinuvi zardob tarkibidagi oqsil molekularlari-ning miqdori bilan belgilanadigan onkotik bosim (kolloid osmotik bosim) hisobiga sodir bo'ladi va u umumiy bosim qiymatining taxminan 0,5% ini tashkil qiladi.

Odam qon-tomir sistemasining onkotik bosimi qiymati taxminan 4 kPa, to'qima va limfa suyuqliklarini esa 1,33 kPa ni tashkil etadi.

8.1.2. Eritmalar qaynash haroratining ortishi, muzlash haroratining pasayishi

Suyuqlikning qaynash harorati deb, suyuqlik ustidagi erituvchining to'yingan bug' bosimini atmosfera bosimiga teng bo'lgan holatiga to'g'ri keladigan *harorati* qiymatiga aytiladi. Bosim qiymati 101,325 kPa ga teng bo'lgandagi suyuqlikning qaynash temperaturasi *normal qaynash harorati* deb ataladi.

Suyuqlikning muzlash harorati deb suyuqlik ustidagi erituvchining to'yingan bug' bosimini suyuqlikdan ajralib tushgan kristall (qattiq) faza sathidagi to'yiungan bug' bosimiga teng bo'lgan holatiga to'g'ri keladigan harorat qiymatiga aytiladi.

Qaynash va muzlash haroratlari chegaralarida moddaning bug' va suyuq (yoki qattiq) agregat holatlari orasida xarakatchan muvozonat holati qaror topadi.

Sof erituvchi va uning asosida tayyorlangan eritmalarining qaynash (T_k) va muzlash (T_m) temperaturalari orasida farq qiymatlari kuzatiladi:

- Eritmadan farqli ravishda sof erituvchining qaynash temperaturasi (T_k) kichik,

Muzlash harorati (T_m) esa katta qiymatlarga ega boladi.

Erituvchi va eritmaning qaynash va muzlash haroratlari orasidagi farqni *Raul qonuni yordamida tushuntiriladi. Suyultirilgan eritmaning qaynash haroratining ko'tarilishi, muzlash haroratining kamayishi uning molyal konsentratsiyasiga (molyalligiga) to'g'ri proporsionaldir.*

Bu qonunning matematik ifodasi noelektrolit va elektrolit eritmalar uchun quyidagicha bo'ladi:

$$\Delta T_k = E \cdot b(X) \text{ va } \Delta T_k = i E \cdot b(X)$$

$$\Delta T_m = K \cdot b(X) \text{ va } \Delta T_m = i K \cdot b(X)$$

Bu yerda ΔT_k va ΔT_m – sof erituvchi va eritma qaynash va muzlash temperaturalari orasidagi farq qiymati, E va K – tegishli ebulioskopik va krioskopik doimiyliklari; $b(x)$ – eritma molyalligi, i – Vant Goffning izotonik koeffisienti.

Ebulioskopik va krioskopik doimiyliklarining manosi 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:

$$\Delta T_k = E \text{ va } \Delta T_m = K$$

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

$$M_B = K \frac{\omega_B \cdot 1000}{\omega_0 \Delta T_M}$$

Bu yerda M_B – B moddaning aniqlanayotgan molyar (molekular) massasi; ω_B va ω_0 – erigan modda va erituvchining eritmadagi massa ulushlari; ΔT_m – sof erituvchi va eritmaning muzlash harorat-

lari orasidagi farq. Modda molyar massasi ebulioskopik usul bo'yicha aniqlashda quyidagi tenglamdan foydalaniladi:

$$M_A = E \frac{\omega_A \cdot 1000}{\omega_A \Delta T}$$

8.1.3. Eritma ustidagi erituvchining to'yingan bug' bosimi. Raul qonuni

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

Ma'lum bir haroratda moddaning bug' holatiga o'tish tezligi uning kondensatsiyasi hisobiga dastlabki (masalan, eritma) holatiga o'tish tezligiga teng bo'lganda kuzatiladigan bug' bosimi – *eritma ustidagi erituvchining to'yingan bug' bosimi* deb ataladi.

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

Eritma ustidagi to'yingan bug' bosimining qiymati sof erituvchi ustidagi bosimdan kam bo'lishini quyidagicha tushuntirish mumkin (erigan modda bug'lanmaydigan holatlar uchun).

To'yingan bug' bosimi hosil bo'lishi uchun moddaning suyuq va gaz agregat holatlari orasida dinamik muvozonat qaror topishi shart.

Erituvchida biror – bir modda eritilganda (eritma hosil bo'lganda) bu muvozonat holatining buzilishi kuzatiladi. O'z navbatida *Le Shatele – Broun* qonuniga asosan sistema o'zining dastlabki muvozonat holatiga yaqin holatni tiklashga harakat qiladi. Bunga eritmani suyultirish orqali erishiladi. Shu sababli sistema erituvchining

miqdoriy ulushini orttirilishi uchun (eritmani suyultirish uchun) uning bug‘lanadigan miqdor ulushini kamaytirishga majbur boladi. Natijada eritma ustidagi to‘yingan bug‘ bosimi kondentsantsiyaning kuchayishi hisobiga dastlabki qiymatdan kichik bo‘ladi.

Moddalarning bug‘lanish tezligi uning sath yuza qiymatlariga bog‘liq bo‘ladi: yuza qancha katta bo‘lsa bug‘lanish ham shuncha kuchli bo‘ladi. Sof erituvchidan farqli ravishda eritmaning sirt yuzasining ma’lum qismi erigan modda zarrachlari bilan qoplangan bo‘ladi. Bu esa erituvchi molekulalariga to‘g‘ri keladigan nisbiy sirt yuzasining kamayishiga olib keladi. Natijada erituvchining bug‘lanish imkoniyati chegaralanib, to‘yingan bug‘ bosimi qiymat jihatidan kamayadi.

To‘yingan bug‘ bosimining kamayishi erigan modda miqdoriga bog‘liq bo‘lib, buni F.M.Raul qonuni yordamida ifodalash mumkin: *erituvchining eritma ustidagi bosimining nisbiy kamayishi erigan moddaning mol ulushiga ya’ni erigan moddaning mol miqdorining shu modda va erituvchining mol miqdorlarining yig‘indisiga bo‘lgan nisbatiga tengdir.* Bu qonun quyidagicha matematik ifodaga ega:

$$\frac{P_0 - P}{P_0} = \frac{n}{n + N}$$

bunda p_0 – sof erituvchi ustidagi to‘yingan bug‘ bosimi, p – eritma ustidagi to‘yingan bug‘ bosimi, n – erigan modda va n_0 – erituvchining mol miqdori ; $n/(n+n_0)$ – erigan moddaning mol ulushi .

Bu qonun ideal eritmalarga tegishli bo‘lganligi sababli u o‘ta suyultirilgan eritmalarda

$$n < n_0 \left(\frac{n}{n + n_0} \approx \frac{n}{n_0} \right)$$

Shuning uchun 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 tenglama Vant-Goffning izotonik koeffitsiyenti kiritilib yoziladi:

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

1. Raul qonunining matematik ifodasidan turli suyuqliklar, shu jumladan organizm biosuyuqliklari ustidagi to'yindan bug' bosimi qiymatini topish mumkin. Masalan, qon tarkibida erigan moddalarning miqdori 0.31 mol /l ga teng bo'ladi. Toza suv ustidagi (H_2O - qon sistemasining erituvchisi) to'yingan bug bosimi $37^\circ C$ da 61,78 kPa ga teng. Shu qiymatlardan foydalangan holda qon ustidagi to'yingan bug' bosimining $37^\circ C$ dagi qiymatini topish mumkin.

2. Yuqoridagi tenglamaga ko'ra:

$$p = 61,78 - (0,0056 \cdot 61,78) \quad 61,43 \text{ kPa}$$

Demak, qon ustidagi to'yingan bug' bosim qiymati (61,43 kPa) toza suvning bug' bosimiga qaraganda 0,35 kPa ga kam ekan.

Vaziyatli masalalar

1-masala. Tibbiyot amaliyotida magniy sulfat ($MgSO_4$) tinchlantiruvchi, ich yumshatuvchi, zardob haydovchi vosita sifatida keng qo'llanadi. Uning qondagi konsentratsiyasi 9–10 mol/l bo'lganda uyqu chaqiradi, 15–18 mol/l – bo'lganda narkotik ta'sir ko'rsatadi. Magniy sulfatning 0,005 mol/l konsentratsiyali eritmasini $18^\circ C$ dagi osmotik bosimini aniqlang. Tuzning dissotsiatsiyalanish darajasi 66%.

2-masala. Nikotinamid (piridin -3-karbon kislota) tibbiyotda allergiyaga qarshi dorivor modda sifatida qo'llanadi. Nikotinamidning 2% eritmasining osmotik bosimini aniqlang. $C_5H_4NCONH_2$ (vitamin PP), $\rho=1,03$ g/ml. Bu eritma qon plazmasiga nisbatan gipertonik, izotonik yoki gipotonikmi?

3-masala. Glukozaning 20%li suvli eritmasining 310 K da ($\rho = 1,08 \text{ g/ml}$) osmotik bosimini toping. Bu eritma o'pka shishida vena ichiga yuboriladi.

4-masala. 10 ml eritma tarkibida 0,2 g oqsil bo'lgan eritmaning 25°C dagi bosimi 10-3atm ga teng. Oqsilning molekular massasini aniqlang.

Bilimni sinab ko'rish uchun testlar

1. Osmotik bosimga berilgan to'g'ri ta'rifni aniqlang:

- A) osmos hodisasini to'xtatish uchun zarur bo'lgan bosimi;
- B) eritma ustidagi erigan modda bug' bosimi;
- D) eritmaning og'irlik kuchi ta'sirida yuzaga keladigan bosim;
- E) erigan moddaning idish tubiga beradigan bosimi.

2. Eritmalarning osmotik bosimi nimaga bog'liq?

- A) eritmalarning tabiatiga;
- B) eritmalarning konsentratsiyasiga;
- D) erituvchilar tabiatiga;
- E) eritmalarning pH muxitiga.

3. Osmotik bosimi teng eritmalar qanday eritmalar deyiladi?

- A) izotonik; B) gipertonik; D) gipotonik; E) chin.

4. Osmotik bosimi standart eritmanikidan yuqori eritmalar qanday eritmalar deyiladi?

- A) gipotonik; B) izotonik; D) gipertonik; E) chin.

5. Osmotik bosimi standart eritmanikidan past eritmalar qanday eritmalar deyiladi?

- A) gipertonik; B) izotonik; D) gipotonik; E) chin.

6. Glukozaning qanday eritmasi izotonik hisoblanadi?

- A) 4,5 -5%; B) 1-2%; D) 5-8%; E) 6,5-8%.

7. Gipertonik eritmani aniqlang.

- A) 0,5% NaCl; B) 0,86% NaCl;
- D) 0,7% NaCl; E) 1,6% NaCl.

8. Noelektrolit moddalarning eritmalarini osmotik bosimini aniqlash uchun Vant-Goff formulasini ko'rsating:

A) $P_{\text{osm.}} = i cRT$; B) $P_{\text{osm.}} = cRT$;

D) $P_{\text{osm.}} = c^2TR$; E) $P_{\text{osm.}} = KTR$.

9. Odam qonining osmotik bosimi qanday oraliqda bo'lishini aniqlang:

A) $P_{\text{osm.}} = 780-820 \text{ kPa}$; B) $P_{\text{osm.}} = 795-840 \text{ kPa}$;

D) $P_{\text{osm.}} = 765-810 \text{ kPa}$; E) $P_{\text{osm.}} = 740-780 \text{ kPa}$.

10. Eritmaning osmotik bosimiga ta'sir qiluvchi omillarni ko'rsating:

1) erigan moddaning konsentratsiyasi;

2) erigan modda tabiati.

3) eritmaning absolyut harorati;

4) bosim.

A) 1,3; B) faqat 1; D) faqat 3; E) 2, 4.

BIOSISTEMALARDA KISLOTA-ASOS MUVOZANATI. BUFER SISTEMALAR

9

Qorni og‘rib, ko‘ngli aynib turgan qizaloqning onasi xavotirga tushib shifokorga murojaat qildi. Shifokor unga surunkali gastrit tashxisini qo‘ydi. Surunkali gastrit kasalligi asosan me‘da shirasi kislotaliligi oshishi yoki kamayishi bilan kechadi. Me‘da shirasi kuchli kislotali muhitiga ega bo‘lgan rangsiz suyuqlikdir.

Me‘da shirasi tarkibiga suv, oqsillar, fermentlar (pepsin), xlorid kislota, nordon ta‘sir etuvchi fosfatlar va bir qator boshqa moddalar kiradi. Me‘da shirasining kislotali reaksiyasi uning tarkibida xlorid kislota, nordon ta‘sir etuvchi fosfatlar borligi natijasida, patologik jarayonlarda esa sut kislotasi va uchuvchan yog‘ kislotalar

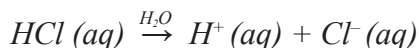


borligi natijasida vujudga keladi. Me‘da shirasiga nordon ta‘sir etuvchi moddalar yig‘indisi umumiy kislotalilik deyiladi. Oqsil va uning hazm bo‘lish mahsulotlari bilan bog‘liq bo‘lgan xlorid kislota bog‘langan xlorid kislota deyiladi, ortib borgan xlorid kislota esa erkin xlorid kislota deyiladi. Turli kasalliklarda ajraladigan me‘da shirasining miqdori ham, uning tarkibidagi xlorid kislotaning miqdori ham o‘zgarishi mumkin. Me‘da shirasidagi HCl konsentratsiyasining o‘zgarishi me‘da – ichak trakti xastaliklariga sabab bo‘ladi. Me‘da shirasining pH qiymati normada $\text{pH} = 0,9\text{--}2$ bo‘lishi kerak. Kislotaliligining ortishi ($\text{pH} < 0,9$) giperxloridriya – me‘da yallig‘lanishiga olib keladi. Me‘da shirasi kislotaliligining kamayishi ($\text{pH} > 2$) gipoxloridriyaga olib keladi. Me‘da

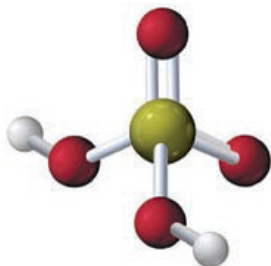
shirasining kislotaliligini doimiy saqlab turishda organizmdagi bufer sistemalar qatnashadi. Me'da shirasining kislotaliligi oshishi, asosan, yoshlarda uchrab, unga ovqatlangandan keyin to'xtamaydigan og'riq, jig'ildon qaynashi, qusish kabi belgilar xos. Me'da shirasi kislotaliligi kamayishi ko'pincha yoshi kattalarda uchraydi. Bunda bemorning ko'ngli ayniydi, ishtahasi yo'qoladi va ichi ketadi. Surunkali gastrit kasalligiga chalingan bemorlar parhezga rioya qilishlari kerak. Juda achchiq va issiq, qiyin hazm bo'ladigan taomlar, qahva, chekishdan tiyilishi va ruhiy istiroblarga yo'l qo'ymasligi lozim. Gastritga chalingan bemorlar gazli va spirtli ichimliklar ichishlari mumkin emas. Aks holda, oshqozon shirasi qizil o'ngachga tushib, to'shostida achishish kabi holatni va tilda noxush ta'mni paydo qiladi. Oshqozon kislotaliligi pasaysa, ichakning yuqori va quyi qismlari motorikasi susayib, qabziyat kelib chiqadi. Bunday holatda og'izdan yoqimsiz hid kelishi mumkin. Gastritning asoratlari biri – oshqozon yarasi. Bundan tashqari, o'z vaqtida davolanmagan gastrit oshqozon saratoniga ham sabab bo'lishi mumkin.

9.1. Biosistemalarda kislota-asos muvozanati

Kislota termini lotincha "*acidum*" so'zidan kelib chiqqan bo'lib, "nordon" degan ma'noni bildiradi. Sirka kislota, limon hamda ba'zi oziqa mahsulotlar tabiiy kislotalar hisobiga nordon tamga ega bo'ladi. 1887-yilda shved kimyogari Svante Arrenius birinchi bo'lib kislotalar dissotsiyalanganda vodorod ionlarining hosil qilishini aniqlagan. Kislotalar suvda eriganda ionlarga dissotsiyalanib, vodorod kationi hamda kislota qoldig'i anionlarini hosil qiladi. Masalan, vodorod xlorid suvda dissotsiyalanganda vodorod ioni H^+ va xlor Cl^- ionini hosil qiladi. Vodorod ioni kislotalarga nordon ta'm beradi, ko'k lakmus indikatorni qizil rangga, metilzarg'aldoqni pushti rangga o'zgartiradi va ba'zi metallarni eritib ular bilan reaksiyaga kirishadi:



Sulfat kislota suvda eriganda bitta yoki ikkita H^+ kationi va sulfat anionini hosil qiladi.



I bosqich: $H_2SO_4 \leftrightarrow H^+ + HSO_4^-$

II bosqich: $HSO_4^- \leftrightarrow H^+ + SO_4^{2-}$

Umumiy: $H_2SO_4 \leftrightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$

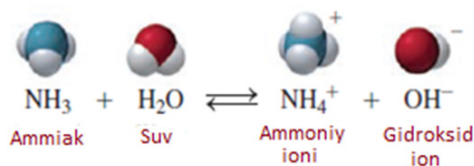
Arrenius nazariyasiga ko'ra, asoslar suvda eriganda metall kationi va gidroksid anioniga dissotsiyalanadi. Masalan, natriy gidroksid Arrenius asosi hisoblanib, suvda dissotsiyalanganda natriy kationi va gidroksid anionlarini hosil qiladi. Asoslar achchiq ta'mli, ushlaganda sirpanadi. Gidroksid ionlari lakmusni ko'k rangga, metilzargaldoqni sariq rangga, fenolftaleinni pushti rangga bo'yaydi.

Odam organizmida fiziologik, biokimyoviy jarayonlar aniq mexanizmlar asosida kechadi va ichki muhit doimiyliги saqlanib turadi. Bu holat odam, hayvon va o'simliklar organizmidagi barcha biosuyuqliklar pH qiymati doimo optimal qiymatlarda saqlanishi bilan uzviy bog'liq. Biosuyuqliklarning tarkibini tashkil etgan moddalar miqdori, tana harorati, qon bosimi kattaliklari o'zgarmas qiymatlarda saqlanadi. Ushbu mutanosiblangan holat V.Kennon tomonidan *homeostaz* deb nomlangan. Homeostaz holati gumoral (lotin tilida "gumor" – eritma) boshqaruv yo'li bilan amalga oshiriladi, ya'ni qon, limfa suyuqligi va boshqa biosuyuqliklar orqali, fermentlar va gormonlar kabi biologik faol moddalar yordamida boshqa-

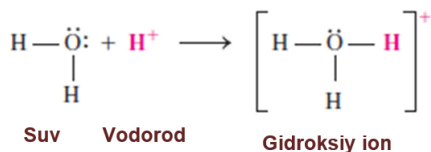
riladi. Ferment va gormonlar o'z faolligini to'liq namoyon qilishi uchun zarur optimal sharoit - bosim, harorat va vodorod ionlarining konsentratsiyasidir. pHning doimiyligi organizmda mavjud bo'lgan bufer sistemalar yordamida boshqariladi. Qonning pH qiymati 7,36 bo'lib, uning 0,3 birlikka u yoki bu tarafga siljishi natijasida komatoz holat yuzaga keladi. 0,4 birlikga o'zgarishi esa letal holatiga olib keladi. Ba'zan quvvatsizlangan organizmda pH ning 0,1 ga o'zgarishi ham og'ir oqibatlarni yuzaga keltiradi.

9.2. Brensted-Lourining kislota va asoslar protolitik nazariyasi

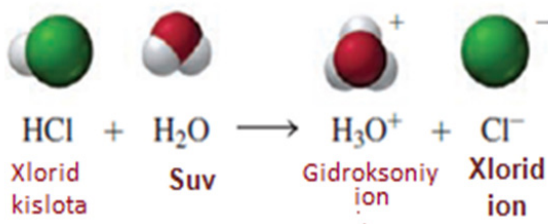
1923-yilda Daniyada J.N.Brensted va Buyuk Britaniyada T.M.Louri kislota va asoslarga berilgan ta'rifni kengaytirdilar. Ularning ta'rifiga ko'ra, kislotalar o'zidan H^+ protonini bera oladigan moddalardir. Asoslar esa, H^+ protonini qabul qiluvchi moddalardir. Masalan, ammiak NH_3 , suv bilan reaksiyaga kirishganda H^+ ni qabul qilib asos kabi ta'sir qiladi. Azot atomi suvdagi kislorodga nisbatan H^+ ga moyilligi kuchliroq bo'lgani uchun suv H^+ berib, kislota kabi ta'sir qiladi. Suv kislota xossasini namoyon qiladi:



Suvda deyarli erkin vodorod H^+ ionlari bo'lmaydi. Ammiakning suvning polyar molekulasiga moyilligi shunchalar kuchliki, H^+ suv molekulasi bilan birikib, H_3O^+ gidroksoniyonini hosil qiladi:



Xlorid kislota suvda eriganda suv H^+ ioni bilan birikib Brensted –Louri nazariyasiga binoan asos xossasini namoyon qiladi.



9.1-jadvalda kislota va asoslarning xossalari solishtirilgan.

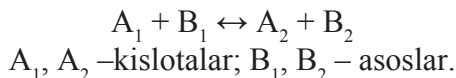
9.1-jadval

Kislota va asoslarning xossalari

Xarakteristika	Kislotalar	Asoslar
Arrenius	H^+ hosil qiladi	OH^- hosil qiladi
Brensted-Louri	H^+ beradi	H^+ biriktiradi
Elektrolit	Ha	Ha
Ta'mi	Nordon	Taxir
Sezish	Kuydirishi mumkin	Sovunsimon, sirpanchiq
Lakmus	Qizil	Ko'k
Fenolftalein	Rangsiz	Binafsha
Neytrallashi	Asoslarni neytrallaydi	Kislotalarni neytrallaydi

Kislota-asosli tutashgan juftliklar

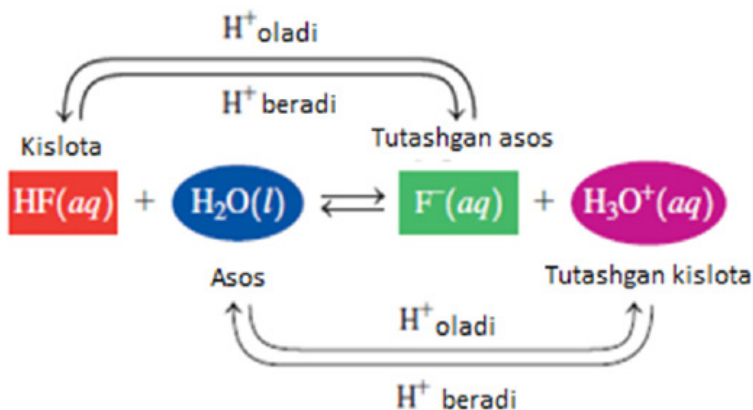
Kislota-asos ta'sirining mohiyati kislotalardan asosga proton berilishidan iborat. Kislota asosga proton berib yangi asos hosil qiladi, keyin qayta proton qabul qilib kislotalarga aylanadi. Shunday qilib, kislota-asos ta'sirlashuvida ikki juft kislota va asos qatnashadi (boshlang'ch va oxirgi mahsulotlar):



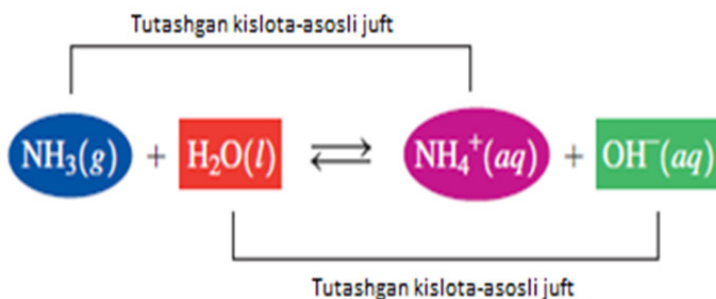
Kislota-asos reaksiyalarida oxirgi mahsulot hosil bo'lmaydi, chunki, bu qaytar jarayondir. Qaytar reaksiyalar to'g'ri va teskari yo'nalishda boradi.

Brensted-Louri nazariyasiga asosan, kislota-asos tutash juftligi H^+ yo'qotgan kislota va H^+ qabul qilgan asos bo'ladigan molekula yoki iondan iboratdir. Har bir kislota asosli reaksiya ikkita kislota-asosli tutash juftlik saqlaydi, chunki H^+ to'g'ri va teskari yo'nalishda ham uzatiladi. HF kabi kislota, H^+ yo'qotganda o'ziga tutash bo'lgan F^- asosini hosil qiladi. Agar H_2O asosi H^+ qabul qilsa, unga tutash bo'lgan kislota H_3O^+ shakillanadi. Umumiy reaksiya qaytar bo'lgani uchun, H_3O^+ o'zidan H^+ ni tutash asos F^- ga beradi va fluorid kislota va suv qayta hosil bo'ladi.

Yo'qotilgan va biriktirilgan bitta H^+ nisbatidan foydalanib, HF/ F^- va H_3O^+/ H_2O kabi kislota-asosli juftliklarni aniqlash mumkin:

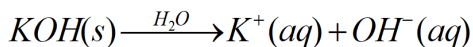


Boshqa reaksiyada ammiak NH_3 , H_2O dan H^+ ni qabul qiladi va tutash kislota NH_4^+ va tutash asos OH^- hosil qiladi. Har bir NH_4^+ / NH_3 va H_2O / OH^- kislota-asosli tutash juftliklar bitta H^+ ni yo'qotish va biriktirish bilan o'zaro bog'liqdir:



Keltirilgan ikki misolda suv H^+ bersa kislota, H^+ biriktirganda esa asos sifatida ta'sir qilishi mumkinligini ko'rish mumkin. Ham kislota sifatida, ham asos sifatida ta'sir qila oladigan moddalar *amfoter moddalardir*. Suv keng tarqalgan amfoter modda bo'lib, kislota yoki asos xossasini namoyon qilishi u bilan ta'sirlashayotgan reagentga bo'g'liq. Suv kuchli asos bilan ta'sirlashganda H^+ ni beradi, kuchli kislota bilan reaksiyaga kirishganda esa H^+ ni biriktiradi. Bikarbonat ioni HCO_3^- yana bir amfoter moddalar (ion)ga misol bo'ladi. HCO_3^- asoslar bilan kislota sifatida ta'sir qilib, bitta H^+ beradi va CO_3^{2-} ga o'tadi. Shunga qaramay, HCO_3^- kislotalar bilan reaksiyaga kirishganda asos sifatida ta'sir qilib, H^+ qabul qiladi va H_2CO_3 ga aylanadi.

Kuchli asoslar suvda to'liq dissotsalanadi. I A guruh gidroksidlari suvda juda yaxshi eriydi va eritmasidagi OH^- ionlarining kontrastiyasi yuqori bo'ladi. Masalan, KOH eritmasi faqat K^+ va OH^- ionlarini saqlaydi.



Ba'zi kuchli asoslar suvda nisbatan kamroq eriydi, lekin eriganqismi ionlarga to'liq dissotsalanadi. 9.2-jadvalda kuchli asoslar keltirilgan.

Natriy gidroksidi NaOH, gaz pechlardagi yog'larni vaquvurlarni tozalovchi uy rozg'or vositalari tarkibiga kiradi. U teri va ko'zning jiddiy zararlanishiga olib kelgani uchun uy sharoitida bunday mod-

dalar ishlatilayotgan paytda ko'rsatmalarga aniqlanish talab etiladi.

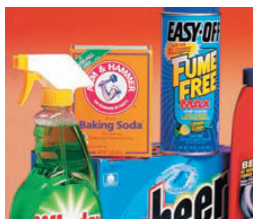
9.2-jadval

Kuchli asoslar

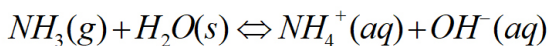
Litiy gidroksidi	LiOH
Natriy gidroksidi	NaOH
Kaliy gidroksidi	KOH
Stronsiy gidroksidi	$\text{Sr}(\text{OH})_2^*$
Kalsiy gidroksidi	$\text{Ca}(\text{OH})_2^*$
Bariy gidroksidi	$\text{Ba}(\text{OH})_2^*$

Natriy gidroksidi NaOH, gaz pechlardagi yog'larni vaquvurlarni tozalovchi uy rozg'or vositalari tarkibiga kiradi. U teri va ko'znig jiddiy zararlanishiga olib kelgani uchun uy sharoitida bunday moddalar ishlatilayotgan paytda ko'rsatmalarga aniqlanish talab etiladi.

*Eruvchanligi kam, lekin erigan qismi to'liq dissosiyalanadi.



Kuchsiz asoslarkuchsiz elektrolitlar bo'lib, eritmada juda kam ionlar hosil qiladi va vodorod ionlari uchun yomon akseptor hisoblanadi. Oyna tozalovchi vositalar tarkibida kuchsiz asos - ammiak NH_3 bo'ladi. Suvli eritmada bir nechtagina ammiak molekullari H^+ qabul qilib NH_4^+ va OH^- hosil qiladi.



Ammiak

Ammoniy ion

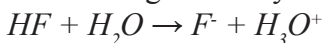
Gidroksid ion

9.2.1. Kislota-asosli muvozanat. Le-Shatele prinsipi

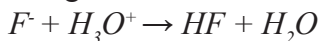
Yuqoridagi jarayonlardan ko'rinib turibdiki, kislota-asosli juft orasidagi reaksiyalarda reagentlar mahsulotlarga to'liq aylanmaydi, sababi, mahsulotlar reagentlarga aylanib qaytar jarayon sodir bo'ladi. Demak, qaytar reaksiyalar to'g'ri va teskari yo'nalishda sodir bo'ladi. Dastlab, to'g'ri reaksiyada mahsulot hosil bo'lishi, teskari

reaksiyaga nisbatan katta tezlik bilan sodir bo‘ladi, boshlang‘ich reagentlar sarf bo‘lib, mahsulotlar esa to‘planadi. Natijada to‘g‘ri reaksiya tezligi sekinlashadi, teskari reaksiya tezligi oshadi.

Muvozanat qaror topganda to‘g‘ri va teskari reaksiya tezligi tenglashadi. Reagent va mahsulotlarning konsentratsiyasida hech qanday o‘zgarishlar bo‘lmagan sharoitda muvozanat yuzaga keladi. Shunga qaramay, to‘g‘ri va teskari reaksiyalar bir xil tezlik bilan davom etadi. Masalan, kuchsiz HF kislotasini H_2O bilan reaksiyasida dastlab faqat HF va H_2O reagentlari bo‘ladi. To‘g‘ri reaksiya tezligi katta bo‘ladi:

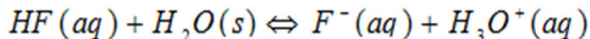


F^- va H_3O^+ mahsulotlar to‘planganda teskari reaksiya tezligi oshadi, to‘g‘ri reaksiya tezligi esa sekinlashadi:



To‘g‘ri va teskari reaksiyalar bu tenglamada qarama-qarshi strelkalar bilan ko‘rsatiladi.

To‘g‘ri reaksiya



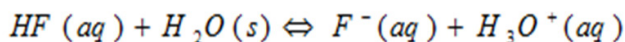
Teskari reaksiya

Agar muvozanatda turgan sistemaning reagenti yoki mahsulotining konsentratsiyasi o‘zgartirilsa, to‘g‘ri va teskari reaksiya tezliklari teng bo‘lmaydi. *Le-Shatele prinsipiga binoan, muvozanatda turgan sistemaga tashqaridan ta’sir ko‘rsatilsa, muvozanat shu ta’sir kamayadigan yo‘nalishda siljiydi.*

Muvozanat o‘zgarishiga konsentratsiyaning ta’siri.

Masalan, HF va H_2O o‘rtasidagi reaksiyada muvozanat qaror topgan.

To‘g‘ri reaksiya

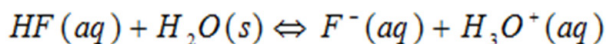


Teskari reaksiya

Muvozanatdagi sistemaga HF qo‘shilsa, HF ning konsentratsiyasi ortadi. Le-Shatele prinsipiga asosan reagent miqdorining oshi-

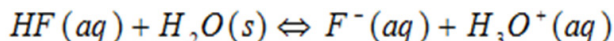
rilishi, toki muvozanat qaror topmaguncha reaksiya yo‘nalishini mahsulot hosil bo‘lishi tomonga siljitadi.

HF qo'shish



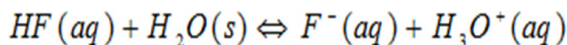
Aksincha, HF ni muvozanatdagi reaksiya aralashmadan chiqarib yuborilsa, to‘g‘ri reaksiya tezligi susayadi. Le-Shatele prinsipiga asosan, reaksiyaga kirishayotgan reagentlardan birining miqdorini kamaytirish, muvozanat tiklanmaguncha muvozanatni reagentlar tomoniga siljitadi.

HF olib tashlash



Muvozanat, mahsulotlarni o‘zgartirish yordamida ham siljiladi. Masalan, muvozanatdagi aralashmaga F⁻ ning qo‘shilishi, muvozanat qaror topmaguncha teskari reaksiya tezligi oshishiga olib keladi. Le-Shatele prinsipiga binoan, mahsulotning ko‘p miqdori qo‘shilishi sistema muvozanatini reagentlar tomoniga siljishiga olib keladi.

F⁻ qo'shish



Shunday qilib, Le-Shatele prinsipiga binoan, *muvozanatdagi sistemaga modda qo‘shilganda reaksiya shu modda kamayadigan tomonga siljiydi*. 9.3-jadvalda Le-Shatele prinsipining bunday o‘zi-ga xosliklari keltirilgan.

9.3-jadval

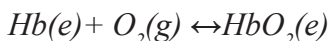
Konsentratsiyani muvozanat siljishiga ta'siri

Tashqi ta'sir	O'zgarishlar	Siljish yo'nalishi
Reagent qo'shish	To'g'ri reaksiya tezligining ortishi	Mahsulotlar
Reagent olish	To'g'ri reaksiya tezligining kamayishi	Reagentlar
Mahsulot qo'shish	Teskari reaksiya tezligining ortishi	Reagentlar
Mahsulot olish	Teskari reaksiya tezligining kamayishi	Mahsulotlar

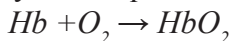
Kimyo va salomatlik



Kislorod-gemoglobin muvozanatida kislorodning tashilishi gemoglobin (Hb), kislorod va oksigemoglobin (HbO_2) o'rtasidagi muvozanatni o'z ichiga oladi:

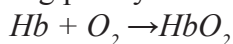


O'pka alveolalarida O_2 ning miqdori yuqori bo'lsa, reaksiya HbO_2 mahsuloti tomonga siljiydi. O_2 konsentratsiyasi kichik bo'lgan to'qimalarda esa teskari, gemoglobinni kislorodga ajratish teskari reaksiyasi sodir bo'ladi. Normal atmosfera bosimida, kislorod qonga o'tadi, sababi qonga nisbatan kislorodning parsial bosimi alveolalardagidan yuqori. 250 kmdan yuqori balandlikda atmosfera bosimining pasayishi kislorodning parsial bosimini pasayishiga olib keladi, bu esa kislorodning qondagi va boshqa to'qimalardagi miqdorini kamayishiga olib keladi. Yuqori balandliklarda atmosfera bosimining pasayishi nafas oladigan kislorodning parsial bosimini kamaytiradi. 550km balndlikda odam 29% kam kislorod qabul qiladi. Kislorodning miqdori kamayganda, odamda nafas olishi tezlashishi bilan xarakterlanadigan gipoksiya holati kechadi, bosh og'rig'i, fikrlash qobiliyati pasayadi, horg'inlik, ko'ngil aynish, qu-sish va sianoz kuzatiladi. Analogik muammo o'pka kasalliklari bilan og'rigan insonlarda yoki qizil qon tanachalari kamaygan insonlarda, masalan, chekuvchilarda, gazning alveoladagi diffuziyasi kamayishi bilan kuzatiladi. Le-Shatele prinsipiga binoan, kislorodning kamayishi reaksiyani reagentlar hosil bo'lish yo'nalishida siljitadi, bu esa muvozanatni tiklaydi. Bunday siljish HbO_2 konsentratsiyasini kamaytiradi va gipoksiyani chaqiradi.

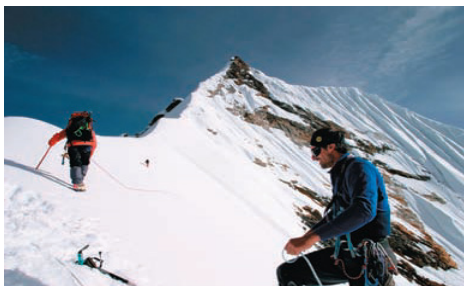


Balandlik kasalligini davolash uchun pastroq balandlikka tushish kerak bo'ladi. Kislorod miqdori past bo'lgan joylarga mo-

slashish 10 kunni talab qiladi. Bu vaqt davomida organizmda suyak iligi, qizil qon tanachalari ishlab chiqarishini oshadi. Bu esa qizil qon hujayralari va gemoglobin oshishini ta'minlaydi. Yuqori balandliklarda yashaydigan odam, dengiz sathi darajasidagi joyda yashaydiganlarga nisbatan 50% ko'p qizil qon tanachalarini saqlaydi. Gemoglobinning ko'payishi muvozanatni teskari yo'nalishga, HbO_2 mahsuloti hosil bo'lishi tomonga siljitadi. HbO_2 ning konsentratsiyasi ortishi natijasida, to'qimalarning kislorod bilan ko'proq ta'minlanishi kuzatiladi va gipoksiya kamayadi:



Baland tog'larga ko'tariladiganlar uchun, to'xtab yanada balandlikka ko'tarilishdan oldin, bir necha kun tog'li hudud ichidagi muhitga moslashishi kerak. Katta balandliklarda kislorodli idishlarda foydalanish zaruriyati tug'ilishi mumkin.

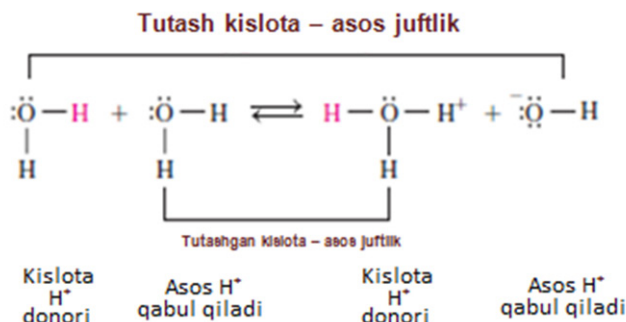


Kislorodning konsentratsiyasi kam bo'lgan katta balandliklarda gipoksiya yuzaga keladi.

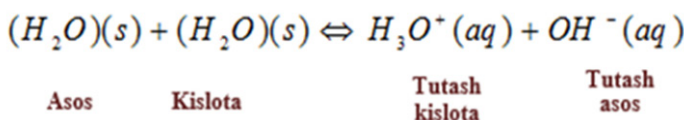
9.3. Suvning ion ko'paytmasi. Vodorod ko'rsatkichi

Ba'zi kislota – asosli reaksiyalarda suv amfoter bo'lib, ham kislota ham asosdek ta'sir qiladi. Toza suvda bitta suv molekulasining ikkinchi suv molekulasiga H^+ ni berish reaksiyasi kuzatiladi. Bir molekula H^+ ni yo'qotib, kislota kabi ta'sir qilsa, H^+ ni olgan suv molekulasini o'zini asos kabi tutadi. Har safar H^+ ikki molekula o'rtasida uzatilganda, mahsulotda bitta H_3O^+ va bitta OH^- ionlari hosil bo'ladi. Ular teskari yo'nalishda ta'sirlashib qayta ikkita suv

molekulasini hosil qiladi. Shunday qilib, tutash kislota-asosli suv juftliklari o'rtasida muvozanat qaror topadi.



Suvning ionlanish tenglamasi qaytar reaksiyadir:



Eksperimental yo'l bilan 25°C da, toza suvda har bir H_3O^+ va OH^- larning konsentratsiyasi $1,0 \cdot 10^{-7} \text{ M}$ bo'lishi aniqlangan. Agar konsentratsi- yalar ko'paytmasi olinsa suvning doimiy ko'rsatkichi hisoblanadigan, suvning ion ko'paytmasini K_{suv} hisoblanadi.

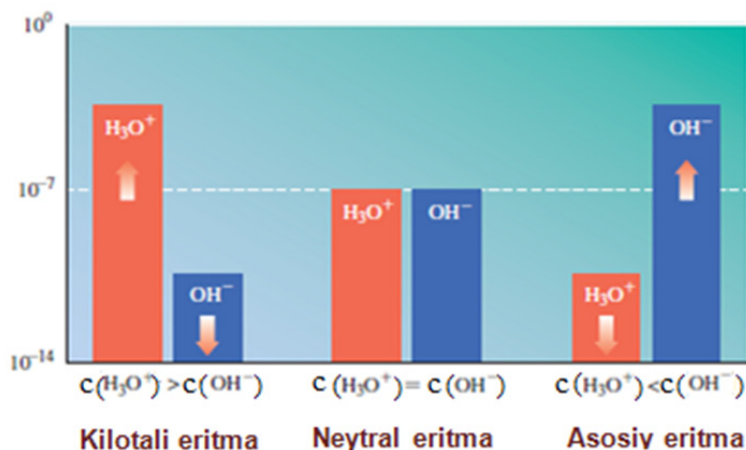
$$K_{\text{H}_2\text{O}} = c(\text{H}_3\text{O}^+) c(\text{OH}^-) = (1,0 \cdot 10^{-7}) (1,0 \cdot 10^{-7}) = 1,0 \cdot 10^{-14}$$

K_{suv} ($1,0 \cdot 10^{-14}$) qiymati 25°C da turgan suvga tegishlidir, sababi barcha suvli eritmalar H_3O^+ va OH^- ionlari saqlaydi. Agar $c(\text{H}_3\text{O}^+)$ va $c(\text{OH}^-)$ ning miqdori teng bo'lsa, eritma neytral hisoblanadi. Ko'pchilik eritmalarda $c(\text{H}_3\text{O}^+)$ va $c(\text{OH}^-)$ ionlarning konsentratsi- yasi bir xil bo'lmaydi va eritma neytral bo'la olmaydi. Agar suvga kislota qo'shilsa $c(\text{H}_3\text{O}^+)$ miqdori oshadi, $c(\text{OH}^-)$ ning miqdori esa kamayadi va eritma kislotali bo'lib qoladi. Agar suvga asos qo'shil- sa, $c(\text{OH}^-)$ ortadi va $c(\text{H}_3\text{O}^+)$ miqdori kamayadi, natijada eritma ishqoriy muhitni beradi. Shunga qaramay, istalgan neytral, kislota- li yoki ishqoriy eritmalarda $[\text{H}_3\text{O}^+]$, $[\text{OH}^-]$ larning ion ko'paytmasi K_{suv} (25 °C da $1,0 \cdot 10^{-14}$) bo'ladi. (7.4-jadvalga qarang).

K_{suv} dan foydalanib eritmadagi $c(\text{H}_3\text{O}^+)$ va $c(\text{OH}^-)$ larni topish mumkin. Agar eritmaning $c(\text{H}_3\text{O}^+)$ si ma'lum bo'lsa, $c(\text{OH}^-)$ ni topish uchun K_{suv} dan foydalanish mumkin. Agar eritmaning $c(\text{OH}^-)$ ko'rsatkichi ma'lum bo'lsa, $c(\text{H}_3\text{O}^+)$ ko'rsatkichini topish mumkin.

$$K_{\text{H}_2\text{O}} = c(\text{H}_3\text{O}^+) \cdot c(\text{OH}^-)$$

$$C(\text{OH}^-) = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{C(\text{H}_3\text{O}^+)} C(\text{H}_3\text{O}^+) = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{C(\text{OH}^-)}$$



9.4-jadval

**Kislotali, asosli yoki neytral eritmalardagi
 $c[\text{H}_3\text{O}^+]$ va $c[\text{OH}^-]$ larning nisbatlariga misollar**

Eritma turi	$C(\text{H}_3\text{O}^+)$	$C(\text{OH}^-)$	$K_{\text{suv}} (25\text{C}^0)$
Neytral	$1.0 \cdot 10^{-7}\text{M}$	$1.0 \cdot 10^{-7}\text{M}$	$1.0 \cdot 10^{-14}$
Kislotali	$1.0 \cdot 10^{-2}\text{M}$	$1.0 \cdot 10^{-12}\text{M}$	$1.0 \cdot 10^{-14}$
Kislotali	$2.5 \cdot 10^{-5}\text{M}$	$4.0 \cdot 10^{-10}\text{M}$	$1.0 \cdot 10^{-14}$
Asosli	$1.0 \cdot 10^{-8}\text{M}$	$1.0 \cdot 10^{-6}\text{M}$	$1.0 \cdot 10^{-14}$
Asosli	$5.0 \cdot 10^{-11}\text{M}$	$2.0 \cdot 10^{-4}\text{M}$	$1.0 \cdot 10^{-14}$

O'pka va buyrak faoliyatini aniqlashda, oziq-ovqat mahsulotlarida bakteriyalar o'sishini aniqlashda, ekinlarni zararlovchi hasharotlarni ko'payishiga qarshi kurashishda kislotalikning aniq darajasi muhimdir. Kislotalikni pH ko'rsatkichi orqali ifodalash qulaydir.

Bu shkalada ko'rsatkichlar 0 dan 14 gacha bo'lib, barcha holatlar uchun H_3O^+ ning konsentratsiyasini ifodalaydi. Neytral eritmaning $25^\circ C$ dagi pH ko'rsatkichi 7,0. Kislotali eritmaning pH ko'rsatkichi 7,0 dan kichik; ishqoriy eritma pH ko'rsatkichi 7,0 dan katta (9.5-jadvalga qarang).

Kislotali eritma $pH < 7.0$ $c(H_3O^+) > 1 \cdot 10^{-7} M$

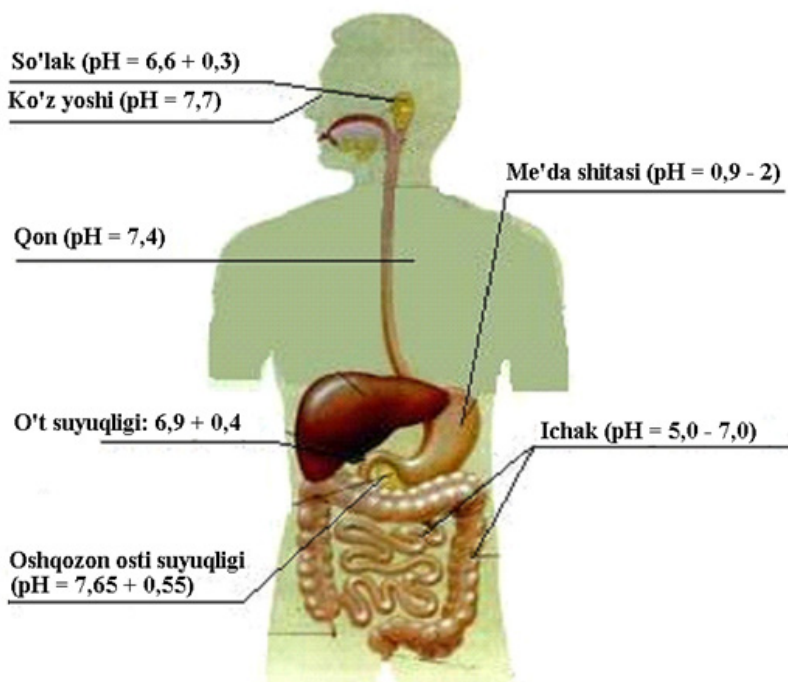
Neytral eritma $pH = 7.0$ $c(H_3O^+) = 1 \cdot 10^{-7} M$

Ishqoriy eritma $pH > 7.0$ $c(H_3O^+) < 1 \cdot 10^{-7} M$

9.5-jadval

$c(H_3O^+)$ va $c(OH^-)$ larni solishtirilishi va ularga mos keladigan pH ko'rsatkichlari

$[H_3O^+]$	pH	$[OH^-]$	
10^0	0	10^{-14}	
10^{-1}	1	10^{-13}	
10^{-2}	2	10^{-12}	
10^{-3}	3	10^{-11}	
10^{-4}	4	10^{-10}	
10^{-5}	5	10^{-9}	
10^{-6}	6	10^{-8}	
10^{-7}	7	10^{-7}	
10^{-8}	8	10^{-6}	
10^{-9}	9	10^{-5}	
10^{-10}	10	10^{-4}	
10^{-11}	11	10^{-3}	
10^{-12}	12	10^{-2}	
10^{-13}	13	10^{-1}	
10^{-14}	14	10^0	



Organizm biologik suyuqliklari fiziologik chegarada ma'lum pH qiymatiga ega. Biologik suyuqliklarning pH qiymati fiziologik chegaralari 9.6-jadvalda ko'rsatilgan.

9.6-jadval

Biologik suyuqliklarning pH qiymati chegaralari

Biosistemalar	pH o'rtacha qiymatlari	pH o'zgarishi fiziologik chegaralari
1. Qon zardobi	7,36	7,36-7,47
2. O'rqa miya suyuqligi	7,6	7,35-7,80
3. Ko'zni namlovchi suyuqlik	7,4	7,4
4. So'lak	6,75	5,6-7,6
5. Oshqozon shirasi	1,65	0,9-2,0
6. Ingichka ichak suyuqligi	7,35	5,2-7,1
7. O't yo'llaridagi safro	6,8	6,2-6,8
8. O't pufagidagi safro	5,8	5,6-5,9

9. Siydik	7,2	4,5-7,0
10. Axlat	7,7	7,0-7,5
11. Ko‘z yoshi suyuqligi	6,75	7,3-7,5
12. Sut	5,5	6,9-7,5
13. Teri turli qatlamlaridagi hujayra suyuqligi	-	6,2-7,5
14. Jigar hujayralarining ichki suyuqligi	6,45	6,4-6,5

Biologik suyuqliklarning pH qiymati fiziologik chegaradan ortishi yoki kamayishi patologik holatlarga olib keladi.

9.4. Bufer sistemalar

Oz miqdorda kuchli kislota yoki asos qo‘shilganda yoki suyultirganda o‘zining pH ko‘rsatkichini o‘zgartirmaydigan yoki ozgina o‘zgartiradigan eritmalar *bufer sistemalar (eritmalar) deyiladi*.

Bufer sistemalar 3 ta asosiy guruhga bo‘linadi:

- Kuchsiz kislota va shu kislota kuchli asos bilan hosil qilgan tuzi aralashmasidan tashkil topgan;
- Kuchsiz asos va shu asosni kuchli kislota bilan hosil qilgan tuzi aralashmasidan tashkil topgan;
- Ko‘p negizli kislotalarning nordon tuzlari aralashmasidan tashkil topgan bufer sistemalar.

Ayrim bufer sistemalar 9.7-jadvalda keltirilgan.

9.7-jadval

Ayrim bufer sistemalar

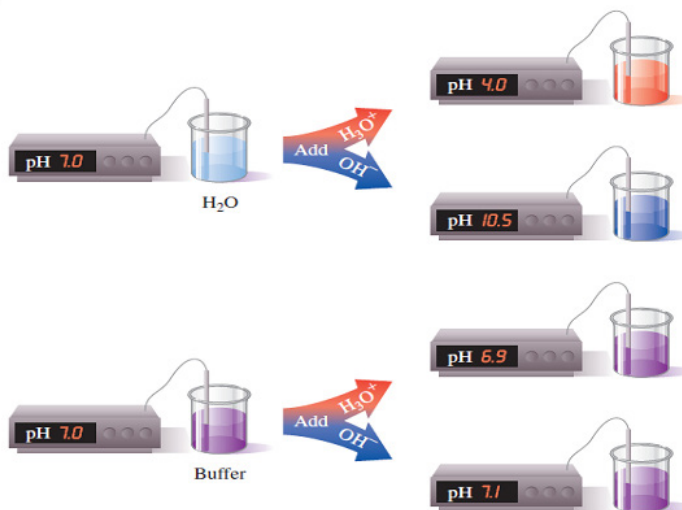
I. Kuchli kislota va uning anioni			
Nomi	Tarkibi	Protolitik muvozanat	Buferlik zonasi
Atsetatli	CH_3COOH CH_3COONa	$\text{CH}_3\text{COOH} \leftrightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$	pH=3,8-5,8
Gidro karbonatli	H_2CO_3 NaHCO_3	$\text{H}_2\text{CO}_3 \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$	pH=5,4-7,4

Formiatli	HCOOH HCOONa	$\text{HCOOH} \leftrightarrow \text{HCOO}^- + \text{H}^+$	pH= 2,0-3,2
Gemoglobinli	$\text{HHb} + \text{KHb}$	$\text{HHb} \leftrightarrow \text{Hb}^- + \text{H}^+$	pH=7,2-9,2
Oksi gemoglobinli	$\text{HHbO}_2 + \text{KHbO}_2$	$\text{HHbO}_2 \leftrightarrow \text{HbO}_2^- + \text{H}^+$	pH=6,0-8,0
II. Kuchsiz asos va uning kationi B/BH^+			
Ammoniyli	$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ NH_4Cl	$\text{NH}_3 + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{NH}_4^+$	pH=8,2-10,2
III. Ko'p negizli kislotalarning nordon tuzlari			
Fosfatli	NaH_2PO_4 Na_2HPO_4	$\text{H}_2\text{PO}_4^- \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{HPO}_4^{2-}$	pH=6,2-8,2

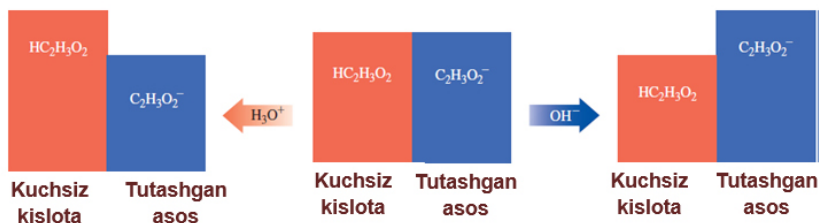
Ko'pchilik eritmalar va suvga oz miqdorda kislota va ishqor qo'shilganda, ularning pH ko'rsatkichi keskin o'zgaradi. Lekin bufer eritmaga oz miqdorda kislota yoki ishqor qo'shilganda, uning pH ko'rsatkichi ozgina o'zgaradi. Bufer pH ko'rsatkichini, oz miqdorda qo'shilgan kislota yoki ishqor eritmalarini neytrallash yo'li bilan doimiy saqlaydi.

Masalan, qondagi bufer, qonning pH ko'rsatkichi doimiy 7.36 bo'lishini ta'minlaydi. Agar qonning pH ko'rsatkichi 7,36 dan pastroq yoki balandroqqa o'zgarsa, kislorodning miqdori o'zgarib, modda almashinuvi keskin o'zgarishi natijasida, letal holat yuzaga kelishi mumkin. Bizning organizm kislota va asoslarni oziq-ovqatlardan va hujayra reaksiyalaridan qabul qiladi va ular qonga so'riladi. Organizmdagi buferning samarali ta'siri tufayli qonning pH ko'rsatkichi o'zgarmay qoladi (9.1-rasm).

Bufer tarkibida, qo'shiladigan istalgan OH^- ioni bilan ta'sirlashishi uchun kislota va H_3O^+ bilan kirisha oladigan asos bo'lishi kerak. Shunga asosan, bufer eritma tayyorlashda mos kislota-asos juftligidan foydalaniladi. Ko'pchilik bufer eritmalar, deyarli teng konsentratsiyali kuchsiz kislota va tutashgan asosning tuzidan tashkil topadi.(9.2.rasm). Buferlar shuningdek, kuchsiz asos va tutashgan kislota tuzidan iborat bo'lishi mumkin.

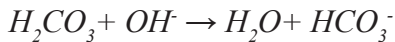


9.1-rasm. Suvga kislota yoki ishqorning qo‘shilishi uning pH ko‘rsatkichini keskin o‘zgartiradi. Buferlar esa oz miqdorda kislota yoki asos qo‘shilganda, pH ning o‘zgarishiga qarshilik ko‘rsatadi.



9.2-rasm. Keltirilgan bufer eritma, deyarli teng konsentratsiyali sirka kislotasi (HC₂H₃O₂) va atsetat ionidan (C₂H₃O₂⁻) tashkil topgan.

Buferga qo‘shilgan H₃O⁺ C₂H₃O₂⁻ bilan ta’sirlashadi, qo‘shilgan OH⁻ esa HC₂H₃O₂ bilan neytrallanadi. Eritmaning pH ko‘rsatkichi, qo‘shilayotgan kislota va asosning miqdori bufer tarkibidagi komponentlarning konsentratsiyasidan kam bo‘lgandagina doimiy bo‘ladi.

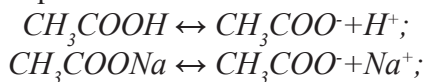


Muvozanat mahsulotlar hosil bo'lish tomoniga siljiydi.

Organizmida, karbonat angidridning konsentratsiyasi CO_2 ning parsial bosimi bilan chambarchas bog'liq. CO_2 ning konsentratsiyasi oshganda, u ko'p miqdorda H_2CO_3 va H_3O^+ hosil qiladi, pH esa pasayadi. Bu holat atsidoz deyiladi. Emfizema yoki baxtsiz hodisa, depressiv holatlar cho'zinchoq miyaga ta'siri oqibatida ventilyatsiya yoki gazli diffuziyadagi qiyinchiliklar respirator atsidozga olib kelishi mumkin. CO_2 miqdorining pasayishi, qonning pH ko'tarilishiga olib keladi. Bu holat alkaloz deyiladi. Hayajon, jarohatlar yoki yuqori harorat, CO_2 ning katta miqdorini chiqarib yuborishiga sababchi bo'ladigan giperventilyatsiyaga olib keladi.

9.5. Bufer sistemaning pH qiymati

Bufer sistemalarning vodorod ko'rsatkichi (pH) Genderson-Gasselbax tenglamasi bo'yicha hisoblanadi. Buni atsetatli bufer misolida ko'rib chiqamiz.



Bufer sistemadagi vodorod ionlarining konsentratsiyasi kuchsiz sirka kislota molekulasining dissotsiatsiyanish konstantasiga bog'liq.

$$K = \frac{[H^+] \cdot [CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

Bu formuladan vodorod ionlarining konsentratsiyasi topiladi:

$$[H^+] = K \frac{[CH_3COOH]}{[CH_3COO^-]}$$

Sirka kislota kuchsiz kislota bo'lgani sababli juda kam ionlarga ajraladi, ya'ni eritmada ionlanmagan molekularning miqdori ko'p. Natriy atsetat tuzi esa kuchli elektrolit bo'lgani uchun ionlar

ga to'liq ajraladi. Eritmada atsetat ionlarining ko'payishi sirka kislotaning ionlanishini kamaytiradi. Eritmada ionlarga ajralmagan sirka kislotaning molekularlari ko'pligini e'tiborga olib $c(\text{CH}_3\text{COOH})$ ni kislotaning umumiy konsentratsiyasiga teng deb qabul qilinadi.

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

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:

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = C_{\text{tuz}}$$

u holda

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

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

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

$-\lg[H^+] = \text{pH}$; $-\lg K = \text{pK}$ ekanligini hisobga olib, bu formulani kislotali bufer uchun quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

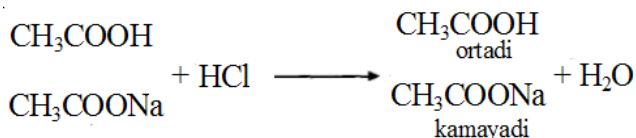
$$\text{pH} = \text{pK}_{\text{kislota}} + \lg \frac{C_{\text{tuz}}}{C_{\text{kislota}}}$$

Shunday qilib, bufer eritmaning pH qiymati olingan tuz va kislota konsentratsiyalarining nisbati bilan ifodalanadi. Xuddi shu yo'l bilan ishqoriy, ya'ni kuchsiz asos va uning tuzidan iborat bo'lgan bufer eritma uchun quyidagi tenglamani yozish mumkin:

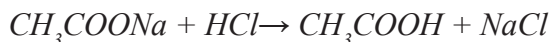
9.6. Bufer sistemaning ta'sir mexanizmi

Bufer sistemalarga oz miqdorda kislota yoki ishqor qo'shilganda ularning pHi amalda o'zgarmaydi, chunki quyida keltirilgan teng-

lama bo'yicha qo'shilgan kuchli kislota ekvivalent miqdor kuchsiz kislota (kuchsiz asos) yoki qo'shilgan ishqor ekvivalent miqdordagi tuz bilan almashinadi:

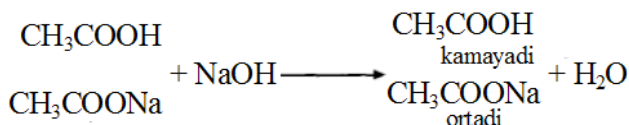


Qo'shilayotgan kislota bufer sistemaning komponentlaridan biri CH_3COONa bilan quyidagicha reaksiyaga kirishadi:

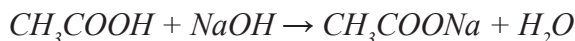


Bunda CH_3COONa ning bir qismi CH_3COOH ga o'tadi. Buning oqibatida vodorod ionlari to'liq kuchsiz kislota CH_3COOH ga bog'lanadi, qo'shilgan kuchli kislota ekvivalent miqdorda kuchsiz kislotaga almashinadi va eritmadagi CH_3COOH ning miqdori ortadi. Ma'lumki, Ostvaldning suyultirish qonuniga ko'ra, kuchsizmodalarning konsentratsiyasi ortishi bilan ularning dissotsiyanalishi kamayadi. Natijada H^+ ionlarining miqdori va $c(\text{H}^+)$ hamda pH qiymatlari o'zgarmaydi.

Bu sistemaga ishqor qo'shilganda esa quyidagi o'zgarish ro'y beradi:

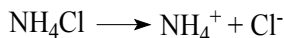
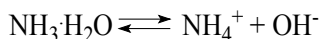


Qo'shilayotgan ishqor bufer sistemaning komponentlaridan biri bo'lgan CH_3COOH bilan quyidagicha reaksiyaga kirishadi:



Bu jarayonda gidroksid ionlari sirka kislota protoni bilan bog'lanadi va kuchsiz elektrolit suv hosil qiladi. Shuning uchun $c(\text{OH}^-)$ konsentratsiyasi o'zgarmaydi, oqibatda pH deyarli o'zgarmay qoladi.

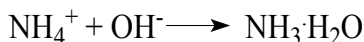
Bufer sistemaning ikkinchi guruhi - ammiakli buferni ko'rib chiqamiz.



Kislotata'sirida:



Ishqorta'sirida:



Bufer sistemalarni 100 martagacha suyultirish ularning pH qiymatiga juda kam ta'sir ko'rsatadi, chunki ikkala component konsentratsiyasi bir me'yorda kamayadi. Yuqorida keltirilgan tenglamalarga ko'ra, kislota va asos konsentratsiyasi nisbati o'zgarmaydi.

Bufer sistemalarning pH ini doimiy ushlab turish cheklangandir va u qo'shilayotgan kislota hamda ishqorning miqdoriga bog'liq bo'ladi.

Bufer sistemaning reaksiya muhiti o'zgarishiga qarshi turishi bufer sig'im bilan aniqlanadi. *Bufer sig'im - bufer eritmaning pH qiymatini dastlabki ko'rsatkichiga nisbatan bir birlikka o'zgartirish uchun qo'shiladigan kuchli kislota yoki kuchli asosning mol ekvivalent miqdori bilan belgilanadi:*

$$B = \frac{c}{\text{pH}_1 - \text{pH}_2}, \text{mol} / \text{l}$$

bunda: B – bufer sig'imi; c – kuchli kislota yoki asos miqdori, mol/l; pH_0 – kislota yoki asos qo'shilgunga qadar bo'lgan eritmaning vodorod ko'rsatkichi; pH_1 – kuchli kislota yoki asos qo'shilgandan keyingi eritmaning vodorod ko'rsatkichi.

Bufer eritmani tashkil etuvchi kislota (asos) va tuz konsentratsiyasining ortishi bilan bufer sig'imi ortadi. Shunday qilib, bufer aralashmaning pH qiymati faqat komponentlar nisbati va kuch-

siz kislota yoki asosning dissotsiatsiya konstantasiga (K_{diss}), bufer sig'imi esa komponentlar nisbati va ularning konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi.

Biologik sistemalardagi bufer eritmalarning pH qiymati quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

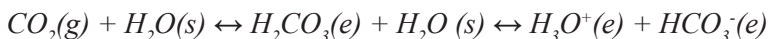
$$\text{pH} = \text{pK}_0 + \lg \frac{c(\text{proton akseptori})}{c(\text{proton donori})}$$

Bufer sistemalar tirik organizmning normal hayot faoliyati uchun juda zarur hisoblanadi.

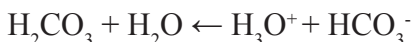
9.7. Qondagi bufer sistemalar

Arterial qonning pH ko'rsatkichi normada 7,36 ga teng bo'ladi. Agar pH - 6,8 dan past yoki 8,0 dan ko'tarilsa, hujayralar kerakli darajada faoliyat ko'rsata olmaydi va bu holat o'limga olib keladi.

Organizm hujayralarida uzluksiz ravishda hujayra metabolizmining oxirgi mahsuloti sifatida CO_2 hosil bo'ladi. CO_2 ning bir qismi o'pka giperventilatsiyasi orqali chiqarib yuborilsa, qolgan qismi qon zardobi, so'lak kabi eritmalarda erib karbonat kislota taga aylanadi. Kuchsiz kislota hisoblangan karbonat kislota, bikarbonat HCO_3^- va H_3O^+ hosil qilib ionlanadi. HCO_3^- anionning asosiy qismi buyrakka yetkaziladi va u yerda tanadagi suyuqliklar buferi $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$ tarkibiga kiradi.



H_3O^+ ning organizm suyuqliklaridagi ortiqcha miqdori HCO_3^- bilan reaksiyaga kirishsa, OH^- ning ortiqcha miqdori karbonat kislota bilan ta'sirlashadi:



Muvozanat reagentlar hosil bo'lish tomoniga siljiydi. CO_2 ning qondagi parsial bosimi normadan pasaygani uchun, H_2CO_3 karbonat kislota CO_2 va H_2O hosil qiladi. Bunda H_3O^+ kamayadi va pH ko'tariladi.

Organizmida kislota-asos doimiyligini saqlash uchun barcha bufer sistemalar ishtirok etadi. Ularning oʻzaro taʼsiri muvozanat holatida boʻladi. Har qanday bufer sistema komponentining konsentratsiyasi buzilishi organizmning kislota asos holatiga taʼsir etadi. Qonning pH qiymati normada $7,36 \pm 0,05$ ga teng. Turli kasalliklar oqibatida organizmida reaksiya muhitining kislotali tomonga oʻzgarishi - *atsidoz*, ishqoriy tomonga oʻzgarishi - *alkaloz* deb ataladi. Atsidoz ham, alkaloz ham hayot uchun xavfli. pH ning normadan kam boʻlishi avvalo fermentlar faolligining susayishiga va hujayralardagi reaksiyalarning normal borishini buzilishiga olib keladi, chunki har bir ferment pH ning maʼlum chegara qiymatida oʻz funksiyasini normal holatda bajaradi. Bubuzilish esa baʼzi kasalliklarning kelib chiqishiga sabab boʻlishi mumkin. Bir qator kasalliklarda odam organizmida kislota-ishqor muvozanati buzilishi roʻy beradi. Masalan, diabetning ogʻir turida atsidoz, jigar serrozida - alkaloz kuzatiladi.

Turli biologik suyuqliklarda pH ni aniqlash tibbiyot amaliyoti-da zarur omillardan hisoblanadi. 9.8-jadvala qonning pH koʻrsatkichi oʻzgarishiga olib keladigan baʼzi sharoitlar va bir necha davolash usullari keltirilgan.

9.8-jadval

Atsidoz va alkaloz: belgilari, sabablari va davolash

Respirator atsidoz: $\text{CO}_2 \uparrow \text{pH} \downarrow$	
Belgilari:	Ventilyatsiya yoʻqligi, nafasolishning susayishi, dezoriyentatsiya, quvvatsizlik, koma
Sabablari:	Oʻpka kasalliklari, diffuziyalar, gazni toʻsish (masalan, emfizema, pnevmoniya, bronxit, astma); dorivor vositalar bilan nafas olish markaziga salbiy taʼsir, yurak-oʻpka tutilishi, insult, poliomielit yoki nerv sistemasining ishdan chiqishi
Davolash:	Ich buzilishni davolash, bikarbonat quyish
Metabolik atsidoz: $\text{H}^+ \uparrow \text{pH} \downarrow$	
Belgilari:	Ventilatsiya kuchayishi, charchash, anglashning chalkashligi

Sabablari:	Buyrak kasalliklari, gepatit va jigar serrozi; qandli diabetda kislota ishlab chiqarishning ortishi, giperterioz, alkogolizm va och qolish; diareyada ishqor yo‘qotish; buyrak kasalligida kislotalar tutib qolish.
Davolash:	Natriy bikarbonat, buyrak yetishmovchiligi uchun dializ, diabetik ketozni insulin bilan davolash
Respirator alkaloz: $\text{CO}_2 \downarrow \text{pH} \uparrow$	
Belgilari:	Nafas olish tezligi va chuqurligining oshishi, hushsizlik, yengilboshaylanishi, tetaniya
Sabablari:	Xavotir tufayli giperventilyatsiya, jazava, shaytonlash, fizkultura mashqlari; salitsilat, xinin kabi narkotik moddalar va antigistamin preparatlari ta’siri; gipoksiya chaqiruvchi sharoitlar (masalan, pnevmoniya, o’pka shishi, yurak xastaligi)
Davolash	Holatni keltirib chiqaruvchi xavotirni oldini olish, qog‘ozli xaltaga nafas chiqarish
Metabolik alkaloz: $\text{H}^+ \downarrow \text{pH} \uparrow$	
Belgilari:	Nafas olishning sustligi, apatiya, anglashning chalkashligi
Sabablari:	Qusish, buyrak usti xastaligi, ortiqcha ishqorning yutilishi
Davolash:	Fiziologik eritma quyish, asosiy kasalliklarni davolash

Gidrokarbonatli bufer sistema

Gidrokarbonatli bufer sistema $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{NaHCO}_3$ asosan hujayra tashqarisidagi buferdir. Qonning umumiy bufer sig‘imining deyarli 10% gidrokarbonat buferga to‘g‘ri keladi. Qonning pH qiymati normal ya’ni $\text{pH} = 7,40$ bo‘lganda bikarbonat bufer sistemaning tarkibiy nisbati 1: 20 ga teng

Qonga donor proton H^+ tushganida muvozanat H_2CO_3 tomonga siljiydi. Bu muvozanatda H_2CO_3 konsentratsiyasi ortadi, HCO_3^- kamayadi. Bu ikkinchi muvozanatni chap tomonga siljishiga olib keladi, natijada 1-muvozanat gaz CO_2 hosil bo‘lgan tomonga siljiydi,

o'pkada CO₂ bosimining ortishiga va o'pka ventilatsiyasini ortishi hisobiga o'pkadan chiqib ketishiga olib keladi.

Fosfatli bufer sistema

Siydikda va ovqat hazm qilish bezlari suyuqligida fosfatli bufer NaH₂PO₄+Na₂HPO₄ katta ahamiyatga ega. Fosfat bufer sistemaning qondagi konsentratsiyasi karbonatli bufer sistemaga nisbatan kamroq. Fosfatli bufer sistema umumiy qon bufer sig'imining 1 % ini tashkil qiladi.

Fosfat bufer sistema gidrokarbonatga nisbatan kuchliroq, chunki qon plazmasida fosfat miqdori kam. Fosfat bufer sistemasi eritrotsit va buyrak to'qimalarida bo'ladi.

Oqsilli bufer sistema

Oqsil bufer sistemasi albumin va globulinlarning yig'indisini tashkil etadi. Odam organizmida oqsil buferi katta rol o'ynaydi, u protein (Pt) va uning kuchli asos bilan hosil qilgan tuzidan tashkil topgan: PtCOOH + PtCOONa.

Oqsillar hisobiga organizmning hamma hujayralari va to'qimalari ma'lum bufer ta'siriga ega bo'ladi.

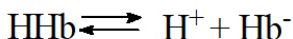
Masalan, teriga tushadigan oz miqdordagi kislota yoki ishqor tez neytrallanadi.

Qonda gemoglobin, oksigemoglobin, bikarbonat, protein va fosfat bufer sistemalar mavjud.

Gemoglobin va oksigemoglobinli bufer sistemalar

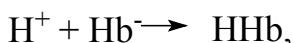
Gemoglobin va oksigemoglobinli bufer sistema muhim ahamiyatga ega bo'lib, qonning butun bufer sig'imining 80%ini tashkil etadi.

Gemoglobin – kuchsiz kislota bo'lib, quyidagicha dissotsiyalanadi:

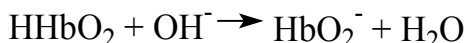


Bufer sig'imi bo'yicha kislotaga nisbatan ishqorligi yuqori. O'pkada gemoglobin kislorod bilan birikib, oksigemoglobin hosil qiladi.

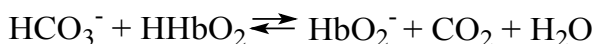
$\text{HHb} + \text{O}_2 \rightarrow \text{HHbO}_2$ HHbO₂ kuchsiz kislota $\text{pK}_a (\text{HHbO}_2) = 6.95$. Uning vodorodga moyilligi kuchliligi tufayli proton donor ta'sirida Hb⁻ anionini biriktirib neytrallanadi.



Proton akseptori HHbO₂ asos bilan ta'sirlashuvi sababli birinchi bo'lib oksigemoglobin ta'sirlanadi.



HHbO₂/Hb⁻ ushbu sistema HCO₃⁻ ionning protonlanishi, CO₂n-ing o'pkadan chiqishi bilan amalga oshadi:



Shunday qilib, bufer sistemalar kuchi qon plazmasida quyidagicha kamayib boradi: $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^- > \text{oqsil} > \text{H}_2\text{PO}_4^-/\text{HPO}_4^{2-}$.

9.9-jadval

Organizmning asosiy bufer sistemalari

Bufer sistema	Bufer sig'imi, mol/l	Vazifalari
Gidrokarbonatli $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$	$B_k = 40$ $B_{iii} = 2$	Plazma, eritrotsitlar, hujayralararo suyuqlik, buyrak to'qimasi, so'lak
Gemoglobinli HHb/Hb ⁻ Oksigemoglobinli $\text{HHbO}_2/\text{HbO}_2$	$B_k > B_{iii}$ $B_{iii} > B_{iii}$	Eritrotsitlarning asosiy bufer sistemasi
Fosfatli $\text{H}_2\text{PO}_4^-/\text{HPO}_4^{2-}$	$B_k = 2$ $B_{iii} = 0.5$	Plazma, eritrotsit, buyrak to'qimasi, so'lak
Oqsilli HProt/Prot ⁻	$B_k = 10$ (albumin) $B_k = 3$ (globulin) $B_k < 1$ (fibrin) $B_k > B_{iii}$	Qon plazmasi, so'lak

Bilimni sinab ko'rish uchun testlar

1. 0,1 M CH_3COOH va 0,1M CH_3COONa dan hosil bo'lgan bufer eritmasiga 1ml 0,01Mli HCl eritmasi qo'shilganda eritmaning pH qiymati o'zgaradimi?

- A) yo'q; B) ha; D) muhit kislotali bo'ladi;
E) muhit ishqoriy bo'ladi.

2. Ammiakli bufer sistemaga oz miqdorda NaOH qo'shilganda bufer sistemaning pH qiymati qanday o'zgaradi?

- A) deyarli o'zgarmaydi; B) keskin ortadi;
D) keskin kamayadi; E) 2 marta ortadi;

3. Bikarbonatli bufer qon umumiy bufer sig'iminin necha foizini tashkil qiladi?

- A) 10%; B) 50%; D) 75%; E) 100%

4. Bufer sig'imi qaysi sharoitda oshadi?

- A) buferni pH_i kamayganda;
B) komponentlarning konstitratsiyasi kamayganda;
D) buferni pH oshganda;
E) komponentlarning konstitratsiyasi oshganda.

5. Bufer sistemalar odam organizmida qanday funksiyani bajarishini ko'rsating?

- A) pH ni doimiy qilib saqlab turadi;
B) H^+ ionlarning konstitratsiyasini oshiradi;
D) pH ni oshirishda ishtirok etadi;
E) pH ni kamaytirishda ishtirok etadi.

6. Bufer sistemalarining pH_i komponentlarning nisbatiga bog'liqligi?

- A) ha; B) yo'q; D) ba'zan;
E) har xil komponentlar bo'lganda.

7. Konsentratsiyasi $c(\text{CH}_3\text{NH}_2)=0,12 \text{ mol/l}$ bo'lgan metilamin CH_3NH_2 suvdagi eritmasining pH qiymatini hisoblang. Metilaminning asoslik doimiysi $K_a=4,6 \cdot 10^{-3}$, $\text{pK}_a=2,34$

- A) 15,07; B) 13,41; D) 12,37; E) 14,08.

8. Konsentratsiyasi $c(\text{HCOONa})=0,10$ mol/l bo'lgan natriy formiat HCOONa eritmasini suv bilan 10 marta suyultirilganda pH qiymati qanday o'zgaradi? Chumoli kislotasining dissotsiatsiya doimiysi $K_a=1,8 \cdot 10^{-4}$, $pK_a=3,75$

- A) 0,5 birlikka kamayadi; B) 0,8 birlikka kamayadi;
D) 0,5 birlikka ko'payadi; E) 10 birlikka kamayadi.

9. Bir litrda 0,10 mol ammiak va 0,20 mol ammoniy nitrat NH_4NO_3 tuzi bo'lgan ammiakli bufer eritmasining pH qiymatini hisoblang. Ammiakning asoslik doimiysi $K_a=1,76 \cdot 10^{-5}$, $pK_a=4,76$

- A) 6,21; B) 1,57; D) 9,93; E) 8,93.

KOMPLEKS BIRIKMALAR

10

Muborakning issig'i baland edi. Onasi unga haroratini o'lchash uchun termometr qo'ydi va limonli choy tayyorlash uchun oshxonaga ketdi. Shu vaqt Muborak termometrni polga tushirib yubordi. Choy olib kelgan onasi bu holatni ko'rib qo'rqib ketdi va qiziga siniqlarga tegmaslikni buyurdi. U to'kilgan simobning bug'lari ham, o'zi ham zaharli ekanini haqida eshitgan edi. Shu zahotiyoq telefon orqali mutaxassislarini chaqirdi. Ular termometr siniqlari va to'kilgan simob donachalarini maxsus asbob bilan yig'ib polni tozalab oldilar hamda simob toksik – noorganogen element moddasi ekanini uqtirib o'tdilar. Noorganogen elementlar –



organizmda ma'lum miqdorda bo'lib, ba'zilarining biologik faoliyati oxirigacha o'rganilmagan va ularning organizmda ortishi jiddiy patologik oqibatlariga olib keladigan elementlardir. Masalan, simob nihoyatda zaharli bo'lib, uning organizmga kirishi oshqozon-ichak sistemasi, buyrak, jigar va turli bezlar faoliyatini buzib, o'limga olib keladi. Organizmga nafas yo'llari orqali kiradi. Doimiy zaharlanishda soch, qosh, kiprik va tishlar to'kiladi. Asab

sistemasi ishdan chiqadi, qon aylanishi buziladi. Noorganogen elementni chiqarib yuborish uchun, organizmga anashu metall bilan barqaror kompleks (toksik element bilan) hosil qiluvchi ligandlar kiritiladi. Ular toksik element ionini mustahkam bog'lab olib, eruvchan xelatlarini hosil qiladi va odam organizmidan oson chiqib ketadi.

10.1. Kompleks birikmalar

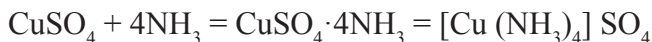
Organizmida faoliyat ko'rsatadigan fermentlarning 700 dan ortig'i metallofermentlar hisoblanadi. Ular kimyoviy tabiatiga ko'ra kompleks birikmalardir. Shu bilan bir qatorda dorivor preparatlarining katta qismini kompleks birikmalar tashkil etadi. Ularning tuzilishi va xossalarini bilgan holda fermentlarning tanadagi faoliyatini o'rganish, dorivor preparatlarning ta'sirini oldindan ayta olish mumkin.

Tabiatda uchraydigan barcha kimyoviy moddalarni shartli ravishda ikki guruhga bo'lish mumkin:

1. Oddiy, yoki birinchi darajali moddalar, ular qatoriga H_2O , NH_3 , $AgCl$, KCN va boshqalar kiradi.

2. Murakkab, yoki yuqori darajali moddalar, ularga $[Ag(NH_3)_2]Cl$, $K_4[Fe(CN)_6]$, $K_2[HgCl_4]$ va boshqalar kiradi.

Keltirilgan misollardan ko'rinib turibdiki, birinchi darajali moddalarga oksidlar, kislotalar, asoslar, tuzlar va binar moddalar kiradi. Murakkab, yoki yuqori darajali birikmalarga esa kompleks birikmalar kiritiladi. Kompleks birikmalarning tarkibida bir qancha bog' turlari mavjud bo'lib, ularning hosil bo'lishini har qanday atom va molekulalar orasidagi tortishish kuchlari mavjudligi bilan tushuntiriladi. Bunda erkin molekulalarning o'zaro elektronlarini juftlashtirmay bog'lanib yangi molekulalarni (kompleks birikmalar) hosil qiladi:



Reaksiya natijasida hosil bo'lgan birikma yuqori darajali birikmadir. Bunda mis to'rtta ammiak molekulasini biriktirib oladi. Har bir molekula tarkibidagi bog'lar saqlanib qolgan holda, misning bo'sh orbitallariga azotning juft elektronlari joylashishi hisobiga yangi bog'lanish hosil bo'ldi. Ushbu bog'lanish donor –akseptor bog'lanish bo'lib, donor vazifasini- elektron juft saqlagan element, guruh yoki molekula (jadvalda NH_3 va H_2O) bajaradi.

Akseptor vazifasini o'zining bo'sh orbitali bilan bog'lanishda ishtirok etgan element bajaradi va u o'zining asosiy valentligi bilan bir qatorda qo'shimcha valentligini ham namoyon qiladi. 10.1-jadvalda donor vazifasini bajaradigan molekulalarga misol keltirilgan.

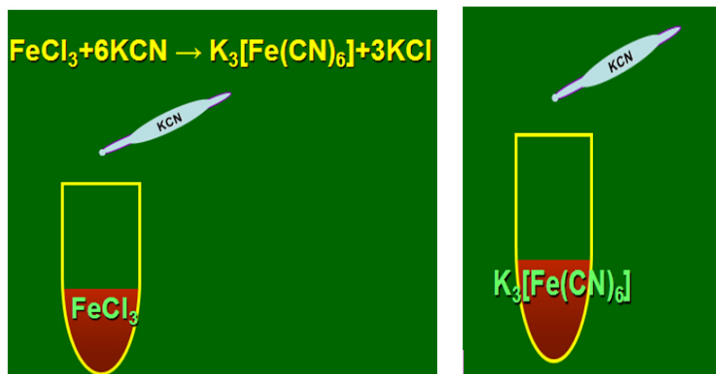
10.1-jadval

Kompleks birikmalarda donor molekulalar

CH_4	NH_3	H_2O
Donor bo'la olmaydi	Donor bo'la oladi	Donor bo'la oladi
elektron –nuqta formulalari		
$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}:\text{C}:\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H}:\ddot{\text{N}}:\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} :\ddot{\text{O}}:\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$
Bog'lar va elektron –nuqta formulalar bilan ifodalash		
$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H}-\ddot{\text{N}}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} :\ddot{\text{O}}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$
Molekular modellar		
metan	ammiak	suv
		

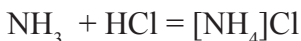
Jadvaldan ko'rinib turibdiki, metan molekulasida erkin elektron juft yo'q, ammiak va suv molekulalarida esa erkin elektron

juft mavjud, demak, ammiak va suv molekullari donor guruh vazifasini o'tay oladi. Ushbu elektron juftlar metall atomidagi bo'sh yacheykalariga joylashadi va metallar o'zining qo'shimcha valentliklarini namoyon qila oladi. Huddi shunday jarayon qizil qon tuzi hosil bolishida ham kuzatiladi, bunda temir asosiy valentligi III bilan birga qo'shimcha valentliklarni namoyon qilib oltita CN^- guruhi ni biriktirib oladi.

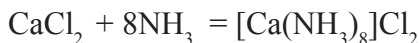


10.1.1. Kompleks birikmalarning hosil bo'lishi

Kompleks birikmalar qutbli molekullarning o'zaro ta'siridan hosil bo'lishi mumkin. Masalan, ammoniy xloridni olish reaksiyasida boshlang'ich moddalar qutbli bo'lib, ularning o'zaro ta'sirida agregat holatlar ham o'zgaradi. Ammik gaz, vodorod xlorid ham gaz, lekin hosil bo'lgan kompleks birikma ammoniy xlorid qattiq moddadir:



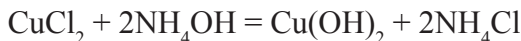
Kalsiy xlorid va ammiak ta'siridan hosil bo'lgan murakkab modda kompleks hisoblanadi:



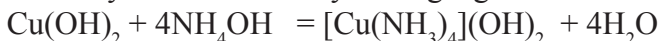
Kristall

Ba'zan kompleks birikmalar hosil bo'lishida keskin rang o'zgarishi sodir bo'lib, cho'kma eritmaga o'tadi:

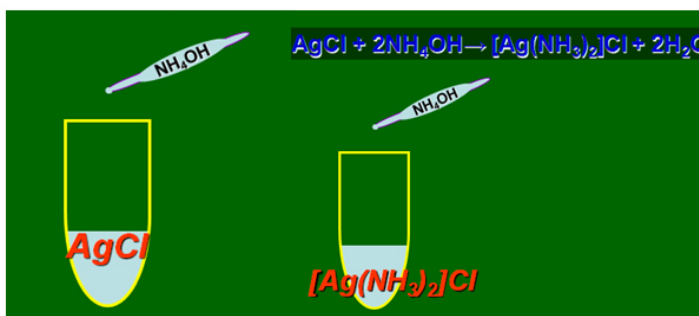
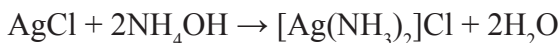
Kompleks birikmalarni qiyin eriydigan modda -cho'kmani eritib olish ham mumkin:



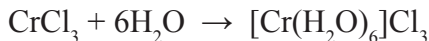
Agar havo rang cho'kmaga mo'l miqdorda NH_4OH qo'shsak, cho'kma eriydi va ko'kish-siyoh rangdagi eritma hosil bo'ladi:



Kumush xloridning oq cho'kmasi ammoniy gidroksid ta'sirida erib kompleksga o'tadi:



Reaksiya sharoitining o'zgarrishi yangi kompleks birikmalar hosil bo'lishiga olib keladi:



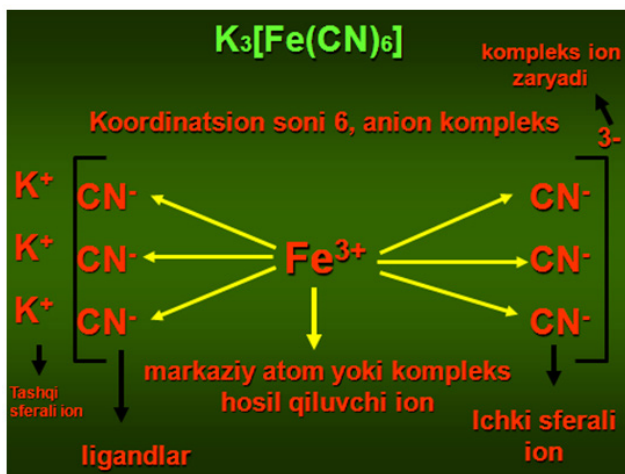
Ushbu kompleks birikma ko'k binafsha rangli. Undan bir molekula suv ajralsa, to'q yashil rangli birikma: $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$ hosil bo'ladi, yana 1 mol suv ajralsa, och-yashil rangli birikmaga aylanadi: $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$

Ko'rinib turibdiki, sharoit o'zgarishi bilan kompleks birikmalarining molekular tarkibi va xossalari o'zgaradi. Shunday qilib, bir kompleks ikkinchisiga o'ta oladi.

10.1.2. Koordinatsion nazariya asoslari

Kompleks birikmalar kristall holatda va eritmada mustaqil ravishda mavjud bo'lishi mumkin bo'lgan birikmalardir.

Kompleks birikmalar deb ligandlar bilan o'ralgan, markaziy atomdan iborat bo'lgan, kristall panjarasida murakkab kompleks ion saqlaydigan moddalarga aytiladi.



Kompleks birikmalarning tuzilishini 1863-yili shved olimi Alfred Verner nazariyasi tushuntirib berdi. Bu nazariya quyidagilardan iborat:

- Ko'pgina elementlar ba'zi reaksiyalarda asosiy valentlikdan tashqari yonaki valentliklarni namoyon qiladi.
- Asosiy valentliklarning to'yinishidan birinchi darajali birikmalar hosil bo'ladi. Masalan, oddiy binar birikmalar hosil bo'lishida: HCl , H_2O , NH_3 , $CaCl_2$ va boshqalar.
- Yonaki valentliklarning to'yinishidan yuqori darajali birikmalar hosil bo'ladi, masalan, $[NH_4]Cl$, $K_3[Fe(CN)_6]$, $K_4[Fe(CN)_6]$, $[Al(H_2O)_6]Cl_3$ va boshqalar.

Elementlarning yonaki valentliklari aniq fazoviy yo'naluvchanlikka ega bo'ladi.

- Shularga asoslanib, A.Verner kompleks birikmalar tuzilishini quyidagicha asoslab berdi:

- Kompleks birikmalarda markaziy o‘rinni kompleks hosil qiluvchi ion yoki markaziy atom egallaydi. Ko‘pincha markaziy atom vazifasini musbat zaryadlangan metall atomi bajaradi, $[\text{NH}_4]\text{Cl}$ tuzi bundan mustasno, bu birikmada markaziy atom vazifasini N^{3-} bajaradi.

- Markaziy atom atrofida ligandlar yoki addendlar deb nomlangan qarama qarshi ionlar yoki qutbli molekullar koordinatsiyalanadi. Ligand vazifasini neytral molekullar – NH_3 , H_2O , NO , CO , kislota qoldiqlari – CN^- , CNS^- , NO^{2-} , Cl^- , I^- , CO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, gidroksid ionlar – OH^- va boshqalar bajaradi.

- Markaziy atom yoki kompleks hosil qiluvchi ion ligandlar bilan bevosita bog‘lanib kompleks birikmaning ichki sferasini hosil qiladi.

- Markaziy atom bilan bevosita bog‘lanmagan va ichki sferaga sig‘magan hamma ionlar kompleks birikmaning tashqi sferasini tashkil etadi.

- O‘zida ortiqcha musbat yoki manfiy zaryad saqlovchi kompleks guruh kompleks ion deyiladi. Kompleks ion musbat, manfiy yoki zaryadsiz bo‘lishi mumkin. Kompleks ionning zaryadi kompleks hosil qiluvchi ion bilan ligandlar zaryadlarining algebratik yig‘indisiga teng.

- Markaziy atom bilan bog‘langan bir dentantli ligandlarning soni koordinatsion son deyiladi. Koordinatsion son markaziy atom tabiati, geometrik tuzilishi va ligandlar tabiatiga bog‘liq. U 1 dan 12 gacha qiymatlarni qabul qiladi, ko‘p hollarda uning qiymati 4 va 6 ga teng.

Koordinatsion soni 6 ga teng komplekslar oktaedrik tuzilishga, koordinatsion soni 4ga teng bo‘lgan komplekslar esa tetraedrik yoki yassi kvadrat tuzilishga ega bo‘ladi.

10.2-jadval

Kompleks birikmalarda koordinatsion sonlar

Koordinatsion sonlar	2	4	6	8
Kompleks hosil qiluvchi ionlar	Cu^{2+}	$\text{Cu}^{2+}\text{Co}^{2+}$	$\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}$	Ca^{2+}
	Ag^+	$\text{Hg}^{2+}\text{Pb}^{2+}$	$\text{Co}^{3+}\text{Cr}^{3+}$	Sr^{2+}
	Au^+	$\text{Pt}^{2+}\text{Zn}^{2+}$	$\text{Al}^{3+}\text{Mg}^{2+}$	Ba^{2+}
			Pt^{4+}	

10.2-jadvalda keltirilgan metallar markaziy atom rolini bajaruvchilardir, ular s, p, va d-elementlar vakillaridir, lekin ularning katta qismini d- elementlar tashkil qiladi.

D.I.Mendeleyev davriy sistemasining katta davrlari o'rtasidagi (oralik) elementlar (Ti, V, Mn, Fe, So, Ni, Si, Zn, Zr, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd, Hf, Ta, W, Re, Os, Ir, Pt, Ai, Hg, nodir yer elementlari, aktinoidlar), ba'zi metallmaslar, masalan, V, R, Si ko'pincha kompleks birikma hosil qiluvchi markaziy atomlar bo'lib, kislotalarning anionlari (CN^- , Cl^- , Br^- , S^{2-} , WO_4^{2-} , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} va boshqalar), shuningdek, O, N, P, S, Se, S atomlariga ega bo'lgan neytral organik va anorganik molekulalar hamda radikallar ligandlar bo'lib qatnashishi mumkin.

10.2. Kompleks birikmalarning sinflanishi

I. Kompleks birikmalar ular hosil qilgan ligandlar tabiatiga ko'ra sinflanadi:

1. *Molekular monodentant* ligandlar saqlagan komplekslar. Bunday turdagi kompleks birikmalarga quyidagilar kiradi:

a) Gidratlar – ligand vazifasini faqat suv molekulalari bajaraadi (akva - komplekslar) masalan: $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]\text{Cl}_2$, $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$. Kristall holatdagi akvokomplekslar kristallogidratlar deb ataladi. Tuzlar turli organik va anorganik suyuqliklarda eriganda har xil solvato komplekslar (kristallosolvatlar) hosil bo'ladi.

b) Ammiakatlar – ligand vazifasini faqat ammiak molekulasini bajaradi. Masalan: $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$.

d) Metallarning karbonillari – ligand vazifasini uglerod monooksid bajaradi: $[\text{Fe}(\text{CO})_5]$, $[\text{V}(\text{CO})_6]$.

2. Ligand vazifasini ionlar yoki kislota qoldiqlari bajaruvchi komplekslar:

a) Hidroksokomplekslar – ligand vazifasini gidroksil guruh bajaradi. Masalan: $[\text{Al}(\text{OH})_6]\text{Cl}_3$, $[\text{Zn}(\text{OH})_4]\text{Cl}_2$

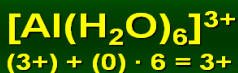
b) Atsidokomplekslar – ligand vazifasini kislota qoldiqlari bajaradi:

Masalan, $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$.

3. Aralash komplekslar – bir nechta har xil ligandlar tutgan kompleks birikmalar.

Masalan: $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$, $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$.

II. Kompleks birikmalar kompleks ionning zaryadiga ko'ra sinflanadi. Kompleks ionning zaryadi ichki sferani tashkil qiluvchi ionlar zaryadi yig'indisiga teng.



Agar kompleks ion zaryadi musbat bo'lsa – kation kompleks:

$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$, $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]\text{SO}_4$

a) Agar kompleks ion zaryadi manfiy bo'lsa – anion kompleks:

$\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$, $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$.

b) Agar kompleks ion zaryadsiz bo'lsa – neytral kompleks:

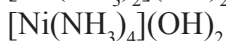
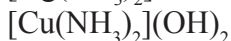
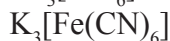
$[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$

Kation	Anion	Neytral
$[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ $(3+) + (0) \cdot 6 = 3+$	$[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{3-}$	$[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]^0$ $(2+) + (0) \cdot 2 + (-) \cdot 2 = 0$

**Kompleks birikmalarning kompleks ion zaryadiga
ko'ra sinflanishi**

Kationli komplekslar	Anionli komplekslar	Neytral komplekslar
[	$\text{Na}_3[$	$[\text{Fe}(\text{CO})_5]$ temirpentakarbonil
[	$\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ atsidokompleks	[
[	$\text{Na}_3[$	[

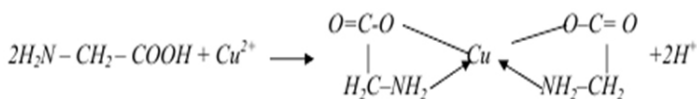
Kompleks birikmalar asoslar, kislotalar, tuzlar holatida bo'lishi mumkin. Ular orasida noelektrolit moddalar ham bor.

Asoslar**Kislotalar****Tuzlar**

Noelektrolitlar: $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]$, $[\text{Ni}(\text{CO})_4]$, $[\text{Fe}(\text{CO})_5]$

Asoslar, kislotalar, tuzlar ko'rinishidagi ko'pgina kompleks birikmalar suvda yaxshi eriydi, ular kationli va anionli komplekslar turiga kiradi. Neytral komplekslar asosan suvda erimasligi bilan ulardan farq qiladi.

III. Bidentantli ligandlardan hosil bo'lgan halqali kompleks birikmalar (xelat komplekslar). Masalan: aminosirka kislotaning $\text{Cu}(\text{II})$ bilan hosil qilgan kompleks birikmasi.



Odatda, markaziy atom bilan ligandlar orasida kimyoviy bog' donor-akseptor mexanizmida amalga oshadi. Bunday birikmalarda

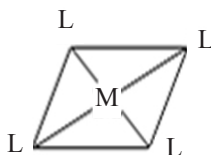
ligandlar bo'linmagan elektron jufti saqlagani uchun elektron juft donori, markaziy atom esa bu elektronlarning joylashishi uchun bo'sh orbitalga ega bo'lgani uchun elektron juft akseptori vazifasini bajaradi. Ligandlar markaziy atom bilan bir nechta bog' orqali bog'lanishi mumkin. Ligandlarning markaziy atom atrofida egallay oladigan koordinatsion nuqtalar soni uning dentantligi yoki koordinatsion sig'imi deyiladi.

Ligandlar dentantligiga ko'ra quyidagilarga bo'linadi.

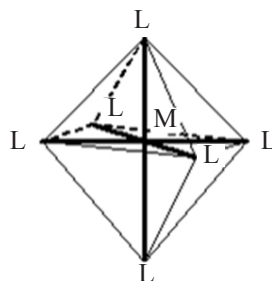
Bir dentantli ligandlar – markaziy atom atrofida 1ta koordinatsion nuqtani egallaydi, yoki markaziy ion bilan ligand bitta bog' bilan bog'langan. Bularga bir zaryadli kislota qoldiqlari (Cl^- , I^- , F^- , NO_3^- , NO_2^-) neytral molekular (H_2O , NH_3) hamda gidroksid ion OH^- misol bo'ladi.



Tetraedrik



Yassi kvadrat



Oktaedrik

Ikki dentantli ligandlar – markaziy atom atrofida 2ta koordinatsion nuqtani egallaydi, yoki markaziy atom bilan ligand 2ta bog' bilan bog'langan. 2 dentantli ligandlarga SO_4^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ionlari, etilendiamin molekulari va boshqalar misol bo'ladi.

Uch va ko'p dentantli ligandlar – markaziy atom atrofida 3ta va undan ko'p koordinatsion nuqtalarni egallaydi, yoki markaziy atom bilan ligandlar 3ta va undan ortiq bog' bilan bog'langan. 3 dentantli ligandlarga dietilenuchamin - $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$, 4 dentantli ligandlarga etilendiamindiatsetat - $\text{HOOCCH}_2\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_2\text{COOH}$, va ko'p dentantli ligandlarga etilendiamintetraatse-

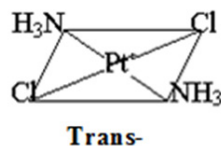
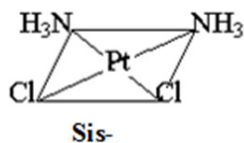
tat(HOOCH_2C) $_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N}(\text{CH}_2\text{COOH})_2$ misol bo'la oladi. 2, 3 va ko'p dentantli ligandlar halqali xelat kompleks birikmalarni hosil qiladi. Bunday birikmalar metallxelatlar, jarayon esa **xelatlanish jarayoni** deyiladi.

Ligandlar bidentantlik namoyon qilganda ko'p hollarda ichki kompleks birikmalar hosil bo'ladi. Ichki komplekslar molekular atsidokomplekslardan farqli ravishda metall saqlovchi yopiq sikllar (halqalar) hosil qiladi. Bu esa komplekslarning barqarorligini oshiradi. Chugayevning halqalar qoidasiga ko'ra 5 va 6 a'zoli halqa (sikl) hosil qiluvchi komplekslar barqaror komplekslardir.

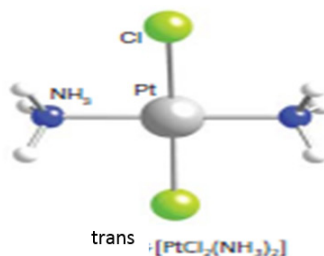
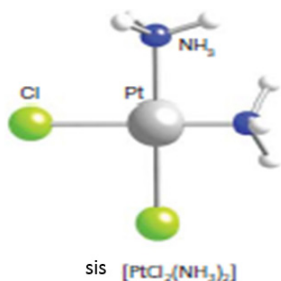
Kompleks tuzilishida halqa qismi qancha ko'p bo'lsa, kompleks shu darajada barqaror bo'ladi. Kompleks birikmalar turli fazoviy tuzilishiga ega bo'lishi mumkin. Koordinatsion son 4 ga teng bo'lgan hollarda tetraedrik yoki yassi kvadrat tuzilishiga ega bo'ladi. Bunday tuzilishli komplekslarning markazida metall ionni uning qirralarida esa ligandlar joylashadi:

Koordinatsion soni 6 ga teng komplekslar esa oktaedrik tuzilishga ega:

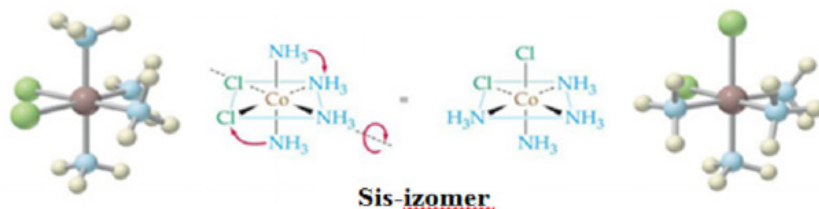
Ba'zi kompleks birikmalar masalan, $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ sis- va trans-holatda bo'ladi:



Uning fazodagi joylashuvi quyidagicha:



$\text{Co}(\text{NH}_3)\text{Cl}_2$ izomeriyasi



MX_4Y_2 – ikki izomer , MX_3Y_3 – ikki izomer



Metall xelatlar bo'lishi kompleks birikmalarning barqarorligini oshiradi. L.A.Chugaevning halqalar qoidasiga ko'ra: metallxelat hosil qilishda ishtirok etadigan atomlar soni 5 yoki 6 ga teng bo'lganda eng katta barqarorlikga ega bo'lgan komplekslar hosil bo'ladi.

Kompleks birikmalarning nomlanishi

Kompleks birikmalar quyidagicha nomlanadi:

1. Agar kompleks birikma elektroneytral bo'lsa, avval ligandlar soni va nomi, so'ngra markaziy atomning nomi o'qiladi va qavs ichida uning oksidlanish darajasi ko'rsatiladi. Masalan, $[Pt(NH_3)_2Cl_2]$ –dixlordiammin platina (II).

3. Kation kompleks birikmalarni nomlashda avval ligandlar soni va nomi, so'ngra kompleks hosil qiluvchi atomning nomi o'qiladi va qavs ichida uning oksidlanish darajasi ko'rsatiladi. Masalan, $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ –tetraamminmis (II) sulfat.

4. Anion kompleks birikmalarni nomlashda avval tashqi sfera kationi o'qilib, so'ngra ligandlar soni va nomi o'qiladi. Oxirida kom-

pleks hosil qiluvchining lotincha nomiga - at qo'shimchasi qo'shib o'qilib, qavs ichida oksidlanish darajasi ko'rsatiladi.

Ba'zi komplekslar tarixiy nomga ega, masalan:

$K [PtCl_3 (C_2O_4)]$ – seyze tuzi

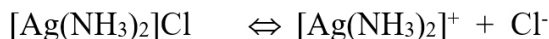
$[Pt(NH_3)_5Cl] Cl_3$ – chugayev tuzi

$K_3 [Fe(CN)_6]$ – qizil qon tuzi

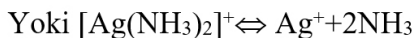
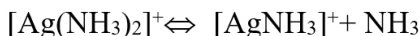
$K_4 [Fe(CN)_6]$ – sariq qon tuzi

10.3. Kompleks birikma eritmalaridagi muvozanat

Suvli eritmalarda kompleks birikmalar dissotsilanadi. Birlamchi dissotsimatsiya kuchli elektrolitlar dissotsiatsiyasi ko'rinishida boradi:



Ichki koordinatsion sferaning dissotsiatsiyasi kompleks ion, markaziy atom va ligandlar orasidagi muvozanat bilan tavsiflanadi, bu (muvozanat) massalar ta'siri qonuniga bo'ysinadi va kompleks ionning beqarorlik konstantasi deb nom olgan muvozanat konstantasi bilan tavsiflanadi:



$$K_{\text{beq}} = \frac{[Ag]^+ [NH_3]^2}{[[Ag(NH_3)_2]^+]}$$

Beqarorlik konstantasi kompleksning barqarorlik o'lchovi bo'lib xizmat qiladi. Kompleks qancha barqaror bo'lsa, beqarorlik konstantasi qiymati shunchalik kichik bo'ladi. Komplekslarning barqarorligini baholash uchun ko'pincha K beqarorlikka teskari qi-

ymatga ega bo'lgan barqarorlik konstantasidan foydalaniladi. Bu kattalik B yoki K barq bilan belgilanadi:

$$B = \frac{1}{K_{\text{beq}}} \quad K_{\text{barq}} = \frac{[[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+]}{[\text{Ag}]^+ [\text{NH}_3]}$$

Beqarorlik konstantasining logarifmi butun sonni ifodalaydi va bir qator birikmalarning barqarorligini solishtirish uchun juda qulaydir.

K beqarorlik qiymatidan foydalangan holda kompleks birikmalarning hosil bo'lishi va parchalanishi bilan boradigan reaksiyalar yo'nalishini avvaldan aytib berish mumkin.

Kompleks hosil bo'lish reaksiyalarining yo'nalishi

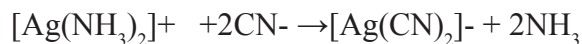
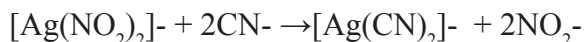
Kompleks hosil bo'lish reaksiyasi doimo eng kam Kbeqarorlik qiymatga ega bo'lgan birikma hosil bo'lish tomonga, ya'ni eng barqaror kompleks birikma hosil bo'lish tomonga yo'naladi.

Masalan, K beqarorlik $[\text{Ag}(\text{NO}_2)_2]^- = 1,5 \cdot 10^{-3}$

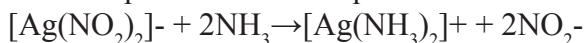
K beqarorlik $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ = 6,8 \cdot 10^{-8}$

Kbeqarorlik $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^- = 1 \cdot 10^{-21}$

$[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$ kompleks ionning beqarorlik konstanta qiymati eng kichik bo'lgani uchun birinchi va ikkinchi komplekslar CN^- ion bilan reaksiyaga kirishib, uchinchi kompleks ionni hosil qiladi.



O'z navbatida birinchi kompleks NH_3 bilan reaksiyaga kirishib, ikkinchi kompleks ionni hosil qiladi.



Kompleks hosil bo'lish reaksiyalarining borish qonunlari va ularni biologik sistemalarga tadbiq qilishni bilish shifokorlar uchun juda zarur, chunki tirik organizmda boradigan ko'pgina biokimyoviy jarayonlar kompleks birikmalar ishtirokida boradi. Gemoglobin –

temirning kompleks birikmasi, B₁₂ vitamini – kobaltning kompleks birikmasi, xlorofill – magniyning kompleks birikmasi, va boshqalar.

Metallofermentlar ham kompleks birikmalardir. Masalan, sitoxrom oksidaza va seruloplazmin – misning, karboksipeptidaza va karboangidraza fermentlari – ruxning kompleks birikmalari. Tirik organizmda fermentativ jarayonlarning faollanishi (soʻnishi) metallarning kompleks hosil qilishi oqibatida amalga oshadi. Masalan, magniy organizmda boradigan muhim biokimyoviy jarayonlarning biri boʻlgan ATF gidrolizini katalizlaydi (kuchaytiradi). Berilliy magniy saqllovchi fermentlarni, kadmiy esa rux saqllovchi fermentlarni barqarorroq kompleks hosil boʻlishi va biometallarni siqib chiqarishi hisobiga ingibirlaydi.

Kompleks hosil boʻlish jarayonlarini dorivor vositalarni qoʻllashda ham eʼtiborga olinadi, chunki, dorivor preparatlarning koʻpchiligi biometallar uchun yaxshi ligand vazifasini oʻtashi mumkin. Shuningdek, tarkibida metall saqlagani holda organizmdagi bioligandlar bilan barqaror koordinatsion birikmalar hosil qilishi mumkin. Metallarning, xususan, ogʻir metallarning, masalan, simob, qoʻrgʻoshin, vismut, margimush va boshqalarning ortiqcha miqdorda organizmga tushishi zaharli taʼsir koʻrsatadi. Bu ularning organizmdagi kislorod, azot, oltingugurt va boshqa elementlar saqllovchi biomolekulalar bilan kompleks birikmalar hosil qilishi oqibatidir. Bunday zaharlanishni davolash organizmga yanada barqarorroq, suvda yaxshi eriydigan kompleks birikmalar hosil qiluvchi ligandlar - kompleksonlar kiritish yoʻli bilan amalgam oshiriladi. Kompleksonlar toksik elementlar bilan koordinatsion birikmalar - xelatlar hosil qiladi. Ular mustahkam boʻlib, suvda yaxshi eriydi va organizmdan oson chiqib ketadi. Bunday davolash jarayoni xelatoterapiya deyiladi. Bu jarayonda kompleksonlardan unitiol, dimerkaprol, penitsilamin va boshqa preparatlar (antidotlar) samarali vosita hisoblanadi.

Organizmda bioelementlar taqchilligida odatda, ularni koʻpincha odam organizmi uchun zaharli boʻlgan anorganik tuzlari emas,

balki bioligandlar bilan hosil qilgan koordinatsion birikmalar holida kiritiladi. Masalan, tarkibida kobalt saqllovchi B_{12} vitamini, temir saqllovchi ferrotseron, gemostimulin va boshqalar shular jumlasidandir. Kompleks birikmalar tibbiyotda qator kasalliklarni davolashda ishlatiladi.

Masalan, platina birikmalari rakka qarshi preparatlar bo'lib, havfli shishlarning o'sishini sekinlashtiradi. Kupir $CuCl_2 \cdot 2B_6$ sil va gepatit kasalligini davolashda, ferramid – temirning nikotin kislota amidi bilan kompleksi bo'lib, kamqonlikning hamma turida qo'llanadi, koamid – kobaltning nikotin kislota amidi bilan kompleksi bo'lib, yopiq suyak sinishlarining bitishiga yaxshi ta'sir ko'rsatadi, kobavit – kobaltning U vitamini bilan kompleksi gepatit, kamqonlik kasalliklarini davolashda qo'llanadi.

Vaziyatli masalalar

1-masala. Kumush nitrat $PtCl_4 \cdot 6NH_3$ eritmasidan hamma xlor ionlarini kumush xlorid ko'rinishida to'liq cho'ktiradi, $PtCl_4 \cdot 3NH_3$ tuzi eritmasi tarkibiga kirgan xlorning esa faqat bir qisminigina cho'ktiradi. Shu tuzlarning koordinatsion formulalarini yozing, ularning har biridagi platinaning koordinatsion sonini aniqlang.

2-masala. Tibbiyotda onkologik xastaliklarni davolashda quyidagi kompleks birikma $[Pt(NH_3)_2Cl_2]$ keng qo'llaniladi. Ushbu kompleks birikmani a) markaziy atom; b) markaziy atomning oksidlanish darajasi; d) ligandlar; e) kompleks ion zaryadini ko'rsating.

Bilimni sinab ko'rish uchun testlar

1. Kompleks ionning zaryadini ko'rsating $[Ag(NO_2)_2]$:

- A) +1; B) -1;
D) +2; E) -2.

2. Neytral kompleksni ko'rsating:

- A) $[HgI_4]$; B) $[Ag(NH_3)_2]$;
D) $[Al(NH_3)_3; Cl_3]$ E) $[Ag(NO_2)_2]$.

3. Kompleks birikmani nomlang $\text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_6]$:

- A) geksagidroksostannat(IV) natriy;
- B) geksagidroksostannat (VI) natriy;
- D) tetragidroksostannat(II) natriy;
- E) geksagidroksostannit (VI) natriy.

4. Kompleks ionning zaryadini ko'rsating $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$:

- A) +2; B) +3; D) -2; E) 0.

5. Ligandlar - bu:

- A) elektron jufti donori;
- B) elektron jufti aktseptori;
- D) kislotalar; E) amfolitlar.

6. Quyidagi kompleks birikmada markaziy atomning koordinatsion sonini ko'rsating $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$:

- A) 2; B) 4; D) 6; E) 5.

7. Quyidagi kompleks birikmada markaziy atomning zaryadi va koordinatsion soniniko'rsating $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$:

- A) +2; 4; B) +2; 6; D) +4; 4; E) +6; 6.

8. Quyidagi kompleks birikmalar turini ko'rsating $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6][\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3, [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$:

- A) atsidokompleks, ammiakat, akvokompleks;
- B) akvokompleks, atsidokompleks, ammiakat;
- D) ammiakat, atsidokompleks, akvokompleks;
- E) atsidokompleks, akvokompleks, ammiakat.

9. Quyidagi kompleks birikmaning markaziy atomini, uning oksidlanish darajasini, ligandlarni va markaziy atomning koordinatsion sonini ko'rsating $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$:

- A) Pt, +3, Cl-, NH_3 , 6; B) Cl, +4, K^+ , 2;
- D) Pt, +2, Cl-, NH_3 , 4; E) Cl, +2, K^+ , 6.

10. Kompleks birikmalarda kompleks ion bilan tashqi sfera ioni orasidagi bog' turini ko'rsating:

- A) ion; B) donor-aktseptor;
- D) qutbli kovalent; E) qutbsiz kovalent.

ANALITIK KIMYO. MIQDORIY ANALIZGA KIRISH

11

Avtomobil halokatiga uchragan 30-yoshli bemor shoshilinch yordam kasalxonasining qabulxonasiga olib kelindi. Tezyordam hamshiralari bemorni ko'rikdan otkazdilar. Olingan qon namunasi klinik laboratoriya xodimigayuborildi. Xodim pH tahlili, O_2 va CO_2 larning parzial bosimini, shuningdek, glyukoza va elektrolitlar konsentratsiyalarini tahlil qilish jarayonini boshladi. Bir necha daqiqa ichida, bemorning qon pH ko'satkichi 7.30 ekanligini va CO_2 gazining parsial bosimi me'yordan yuqoriligi aniqlandi. Qonning pH qiymati odatda 7.35 dan 7.45 oralig'ida bo'ladi, 7.35 dan kam bo'lgan qiymat atsidozdan dalolat beradi. Qonda CO_2 gazining parzial bosimi ortganda nafas olish atsidozi kuzatiladi. Klinik laboratoriya hodimi ushbu belgilarni aniqladi va bemorning nafas yo'llari to'silgan bo'lishi mumkinligi haqida, shoshilinch yordam bo'limiga darxol xabar beradi. Favqulodda yordam bo'limi xodimlari, bemorga tomchi dori yuboradilarva nafas olish yo'llarini ochish jarayonini boshladilar. Ko'p o'tmay bemorning nafas yo'llari tozalanadi va uning qon pH ko'satkichi, CO_2 gazinig parstial bosimi me'yorlashtirildi.

Klinik laboratoriya xodimi

Klinik laboratoriya xodimlari bemorlarning kasalliklari tashxisi va uni davolashga muhim o'rin tutadigan tahlil ishlarini olib boradilar. Ular biologik suyuqliklar hamda to'qimalar ustida keng qamrovli tekshiruv analizlarini o'tkazadilar. Ushbu testlarning tahlil im-



koniyati keng bo‘lib, qondagi glyukoza va xolestirinning miqdorini aniqlashga, davolanish kursini o‘tgandan so‘ng bemorlar qonidagi dorivor preparatlarning miqdorini aniqlash kabi holatlarni tekshirish ishlarini olib borishga yordam beradi. Shuningdek, xodimlar tekshirish natijalarini talqin va tahlil qilib, so‘ng shifokorga berishlari kerak.

Odam organizmidagi biosuyuqliklar pH qiymtlari, ulardagi turli moddalarning miqdoriy tarkibini aniqlash uchun tibbiy biologik tekshiruvlarda, dorivor va farmakologik preparatlar analizida titrimetrik analiz usuli keng qo‘llanadi.

Tirik organizmlardagi turli muhitlar ta‘sirini bilmasdan, ularda boradigan jarayonlar mohiyati, davolashning ilmiy asoslangan yo‘nalishlari haqida to‘g‘ri xulosa chiqarib bo‘lmaydi. Ko‘pgina kasalliklarga tashxis qo‘yishda, qon, siydik, me‘da shirasi va boshqa biologik eritmalarda organizm to‘qimalaridagi normal miqdoriy tarkib bilan nosog‘lom organizmdagi miqdoriy o‘zgarishlarni taqqoslash orqali amalga oshiriladi. Shuning uchun, tibbiyot xodimlari, xususan, shifokorlar titrimetrik analiz usullari va ularning asosiy yo‘nalishlarini bilishi zarur.

11.1. Titrimetrik analizga kirish.

Analitik kimyoning miqdoriy analiz usullari

Analitik kimyoning asosiy vazifasi moddalar va ularning aralashmalari tarkibini sifat va miqdoriy jihatdan analiz qilishdir. Analitik kimyo sifat analizi va miqdoriy analiz bo‘limlaridan iborat. Sifat analizi yordamida tekshirilayotgan modda qanday element, atom, ion yoki molekuladan tashkil topgan ekanligini aniqlaydi. Miqdoriy analiz yordamida esa modda yoki aralashma tarkibi miqdor jihatidan analiz qilinadi.

Miqdoriy analiz orqali birikmalar tarkibidagi elementlarning massa nisbatlari, ma'lum bir hajmli eritma tarkibidagi erigan modda miqdori, bir jinsli aralashmalar tarkibidagi biror modda yoki elementning massa ulushi va molyar konsentratsiyasi, titri va boshqa kattaliklarni aniqlash mumkin. Ushbu analiz kimyoviy, fizik va fizik-kimyoviy usullarga bo'linadi. Ulardan kimyoviy usul turli yo'nalishlarda amalga oshiriladi: moddaning eritmadagi miqdorini titrlashga sarf bo'lgan reagent miqdoriga yoki reaksiya natijasida hosil bo'ladigan cho'kma miqdoriga qarab va boshqa shu kabi usullar bilan aniqlanadi. Miqdoriy analizning eng muhim usullari bu tortma, titrimetrik (hajmiy) va kallorimetrik usullardir.

Tortma analiz usulida tekshirilayotgan modda qiyin eriydigan cho'kma holiga o'tkaziladi va eritmadan filtrlab to'liq ajratib olinadi, massasi o'zgarmas bo'lguncha quritiladi va tigelda tortib olinadi. Hosil bo'lgan cho'kmaning massasini bilgan holda, kimyoviy formulasiga ko'ra analiz qilinayotgan moddaning tarkibiy qismi aniqlanadi.

Kalorimetrik titrlashda esa aniq konsentratsiyali eritma rangi bilan tekshirilayotgan eritma rangi solishtiriladi.

Titrimetrik analiz (hajmiy) usuli tekshirilayotgan modda bilan kimyoviy reaksiyaga kirishayotgan standart eritma hajmini aniq belgilashga asoslangan. Bu analiz usulida biror moddaning konsentratsiyasini aniqlash uchun albatta ikkinchi eritmaning konsentratsiyasi ma'lum (titrlangan) bo'lishi kerak.

Klinik analizda titrimetrik analiz usuli keng qo'llanadi, chunki uni o'tkazish uchun qisqa vaqt talab etiladi, ishni amalga oshirish yo'nalishi sodda, aniqlik darajasi esa yuqoridir.

Titrimetrik analiz tarixi

Titrimetrik analiz (titrimetriya) – kimyoviy analizning muhim usullardan biridir. U dastlab XVIII asrda yuzaga keldi. Bu usulga Gey- Lyussak asosiy tushunchalarni kiritdi, bular “titrlash”, “titrant” va boshqa “titr” so'ziga asoslangan terminlardir. Eritmalar

mavzusidan ma'lumki, titr - bir millilitr eritma tarkibidagi erigan moddaning grammlarda ifodalangan massasidir.

XVIII va XIX asrlarda byuretk va pipetka ixtiro qilindi (F.Dekruazil). XIX asrlarning o'rtalarida nims kimyogari K. Mor o'sha davrgacha mavjud bo'lgan barcha titrimetrik usullarni jamlab, ularning asosi bir xil ekanligini asoslab berdi. Usullarning barchasida *X komponent saqlagan eritma namunasiga*, har doim *aniq konsentratsiyali R (titrant) eritmasi* qo'shiladi. Bu jarayon *titrlash* deyiladi. Titrlash jarayonida X va R orasida kimyoviy reaksiya bori-shi kuzatadi. Ekvivalent nuqtaga yetganda, ya'ni namuna tarkibidagi moddaning ekvivalent mol miqdoriga qo'shilayotgan ishchi eritmaning ekvivalent mol miqdori teng bo'lganda, titrlash to'xtatiladi va R-eritmaning hajmi o'lchanadi. *Titrlashda reaksiyasining tugash holati titrlashning tugash nuqtasi yoki ekvivalent nuqta deyiladi.*

X ning massasi yoki konsentratsiyasi tekshirilayotgan namunani titrlash uchun sarf bo'lgan titrant hajmiga ko'ra aniqlangani uchun bu analiz usuli *hajmiy analiz* deb atalgan. Bu nom hozirgi kunda ham ishlatiladi. Titrlangan eritmani tomchilab quyish jarayoni esa shu turdagi istalgan usulga xos.

XIX asr oxirlaridan titrimetrik usuldan ilmiy izlanishlarda, zavod-fabrikalar qoshidagi va boshqa turli-tuman laboratoriyalarda qo'llana boshlandi. Bu usul orqali turli moddaning milligramm hatto, makrogramm miqdorini hisoblash mumkinligi aniqlandi. Usulning keng qo'llanilishiga sabab, uning soddaligi, kam xarajligi va qurilmaning universalligi bo'ldi. Xususan, XX asrning 50-yillarida, Shveytsariyalik tadqiqotchi G. Shvatsenbax tomonidan uslubining yangi turini (kompleksonometriya) yaratganidan keyin titrimetrik analiz yanada keng qo'llanila boshlandi. XX-asrning oxirlariga kelib titrimetriya usulining ahamiyati susaydi, bu vaqtga kelib bundanda sezuvchan instrumental usullar paydo bo'la boshladi. Lekin hozirgi kunda ham titrimetrik analiz usuli miqdoriy analizning asosiy usullaridan biri bo'lib qolmoqda. U ko'pgina kimyoviy elementlar, alohida organik va anorganik moddalarning miqdorini tez va aniq

tekshirish imkonini beradi. Shuningdek, tarkibning umumiy ko'rsatkichlarini (suvning qattiqligi, sutning yog'liqligi, neft mahsulotlarining kislotali muhitini, biosuyuqliklar tarkibidagi moddalar miqdorini) aniqlash imkonini beradi. Klinik analizda ham titrimetrik analiz usuli keng qo'llanadi.

11.2. Titrimetrik analiz mohiyati va turlari

Miqdoriy analizda tekshirilayotgan modda miqdorini aniqlash uchun sarf bo'ladigan moddaning konsentratsiyasi aniq bo'lgan modda eritmasi hajmini o'lchashga asoslangan usuliga *hajmiy (titrimetrik) analiz usuli* deb aytiladi.

Titrimetrik usulni bir necha sifatlari bo'yicha sinflash mumkin:

- Tekshirilayotgan modda - X va titrant R o'ratasidagi reaksiya bo'yicha;

- Titrlash jarayonning o'tkazish usuliga va natijalarini hisoblash yo'nalishiga ko'ra;

- Ekvivalent nuqtaning nazoratiga ko'ra.

X va R o'ratasidagi reaksiya bo'yicha, ya'ni tekshirilayotgan eritma tarkibidagi modda va titrant orasida boradigan reaksiya turiga ko'ra sinflanish 11.1-jadvalda berilgan. O'z navbatida har bir usul yana bir qancha usullarga ajratiladi. Ko'pincha, usullarning nomi har bir usulda titrant sifatida ishlatiladigan reagent nomidan kelib chiqadi (permanganometriya, yodometriya, xromatometriya va boshqalar).

11.1-jadval

Titrimetrik analiz usullarini qo'llaniladigan kimyoviy reaksiyalari bo'yicha sinflanishi

Reaksiya	Usul	Reagent (titrant)	Usullar	Aniqlanilayotgan moddalar
Protoliz	Neytrallash usuli	HCl, HClO ₄ , HNO ₃	Atsidimetriya	Asos
		KOH, NaOH va bosh.	Alkalimetriya	Kislota

Kompleks hosil bo'lishi	Komplek-sometriya	EDTA	Kompleksono metriya	Metallar va ularning birikmalari
		NaF KCN	Ftoridometriya Sianidometriya	Ba'zi bir metallar, organik moddalar
Oksidlanish qaytarilish	Oksidimetriya	KMnO ₄ K ₂ Cr ₂ O ₇	Permanganometriya Xromatometriya	Qaytaruvchilar
		KJ va Na ₂ S ₂ O ₃	Yodometriya	Qaytaruvchilar, oksidlovchilar, kislotalar
		Askorbin kislota	Askorbinometriya	oksidlovchilar
Cho'ktirish	Sedimetriya	AgNO ₃	Argentometriya	Galogenidlari

Titrlash jarayonini bajarilish usuliga ko'ra quyidagi usullarga bo'lish mumkin:

- *To'g'ri titrlash.* Bu usulda tekshirilayotgan modda bilan aniqlovchi modda (reaktiv) o'rtasida to'g'ridan to'g'ri kimyoviy reaksiya boradi;

- *Qayta titrlash.* Bunda aniqlanayotgan modda eritmasiga muayyan ortiqcha (ammo aniq o'lchangan) miqdordagi standart eritma qo'shiladi va bu standart eritmaning ortiqcha miqdori boshqa standart eritma bilan titrlanadi;

- *Almashinish usuli (yoki "o'rinbosar") bilan titrlash.* Bu usulda aniqlanayotgan modda va biror aniqlovchi modda (reaktiv) ta'sirida hosil bo'lgan reaksiya mahsuloti standart eritma bilan titrlanadi.

Titrimetrik analiz asoslari

Hajmiy analiz tekshirilayotgan eritma hajmini va u bilan ta'sirlashishga sarf bo'lgan reaktiv eritmasi hajmini *aniq o'lchashga* asoslanadi. Titrimetrik (hajmiy) analiz usulida biror moddaning konsentratsiyasini aniqlash uchun albatta ikkinchi eritmaning konsentratsiyasi ma'lum (titrlangan eritma) bo'lishi kerak.

Titrimetrik analizda hisoblash ekvivalentlar qonuniga asoslanadi: ekvivalent molyar konsentratsiyasi bir xil bo'lgan eritmalar o'zaro teng hajmda ta'sirlashadi. Turli konsentratsiyali eritmalar ta'sirlashganda moddalarning hajmi konsentratsiyaga teskari proporsional bo'ladi. Ekvivalentlar qonunining matematik ifodasi quyidagicha:

$$V_1 \cdot c(1/Z X_1) = V_2 \cdot c(1/Z X_2)$$

bunda $1/Z$ –ekvivalentlik omili;

$c(1/Z X_2) - X_2$ modda eritmasining ekvivalent molar konsentratsiyasi;

$c(1/Z X_1) - X_1$ modda eritmasining ekvivalent molar konsentratsiyasi;

V_1 va $V_2 - 1$ va 2 - eritmalarining hajmi;

Har ikki ta'sirlashuvchi moddalarning ekvivalent molyar konsentratsiyasining hajmiga ko'paytmasi o'zgarmas kattalikdir. Shu qonuniyat asosida turli hisoblashlar olib boriladi, buning uchun V_2 , $c(1/Z X_2)$ va V_1 ma'lum bo'lsa, 1 -eritma konsentratsiyasi $c(1/Z X_1)$ ni aniqlash (uning yordamida titr, massa va boshqa kattaliklarni aniqlanadi) mumkin.

Titri (konsentratsiyasi) ma'lum bo'lgan eritmani konsentratsiyasi noma'lum bo'lgan eritmaga byuretkaga yordamida tomchilab quyish jarayoniga *titrlash* deyiladi.

Konsentratsiyasi ma'lum eritma - *titrlangan, ishchi eritma yoki standart eritma*, deb nomladi. Bunday eritmani erituvchi va erigan modda miqdorini aniq o'lchab tayyorlash mumkin yoki boshqa konsentratsiyasi ma'lum eritma yordamida titrini aniqlash mumkin. Birinchi holda eritma aniq titrli deyiladi, ikkinchi holda aniqlangan titrli eritma deyiladi.

Titrlangan eritma tayyorlash uchun eritilayotgan moddaning tarkibi o'ta sof va doimiy (tarkibi saqlash natijasida o'zgarmasligi) bo'lishi, saqlanganda havo ta'sirida o'zgarmaydigan bo'lishi kerak. Bunday moddalarga ko'pgina tuzlar (natriy tetraborat (bura) $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$, natriy oksalat $Na_2C_2O_4$, kaliy bixromat $K_2Cr_2O_7$



11.1-rasm. Standart eritma tayyorlash

natriy xlorid $NaCl$, oksalat kislota $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$), kislotalarva boshqalar misol bo‘ladi.

Hajmiy analizda (titrimetrik analiz) natijani aniq olish asoslaridan biri bu ishchi eritma konsentratsiyasining aniqlik darajasining yuqoriligidir. Shunday aniqlikda tayyorlangan eritmalarini saqlashda quyidagilar-

ga e’tibor beriladi:

- 1) saqlaganida eritma bug‘lanmasligi kerak;
- 2) atrof-muhitdan ifloslanmasligi kerak;
- 3) parchalanmasligi kerak.

Titrlangan eritmalarining konsentratsiyasi doimo boshqa standart eritmalar yordamida tekshirib turiladi. Titrlangan eritmalarini tayyorlash uchun fiksanalardan ham foydalanish mumkin. Fiksanal shisha ampulalarda 1,00% aniq molyar konsentratsiyali eritmasini tayyorlash mumkin bo‘lgan aniq miqdor o‘lchamidagi qattiq moddalar yoki aniq o‘lchamdagi suyuqliklardir. Eritma tayyorlash uchun fiksanal ichidagi eritma 1 lli o‘lchov kolbasiga solinadi va ustiga kolbaning o‘lchov chizig‘igacha erituvchi qo‘shiladi.

Standart eritmalar quyidagi usullar bilan tayyorlanadi:

Fiksanal yordamida tayyorlash usuli. Fiksanal 1 litr aniq 0,1000 N li eritma tayyorlash uchun zarur miqdorda aniq tortilib yoki aniq o‘lchanib shisha ampulalarga solib kavsharlangan qattiq modda yoki titrlangan eritmalaridir. Fiksanalidagi eritma hajmi 1 litrli kolbaga voronka yordamida quyiladi va suyuqlikning hajmi distillangan suv qo‘shib belgisigacha yetkaziladi.

Tortim usuli. Analitik tarozida kerakli modda aniq tortib olinib o‘lchov kolbasida eritiladi va eritmaning hajmi kolbaning belgisi-

gacha distillangan suv qo‘shib yetkaziladi. Eritmaning titri quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$T = m/V, \text{ g/ml,}$$

bunda: m – erigan modda massasi, g; V – eritmaning hajmi, ml.

Bunday eritmalarga birlamchi *standart eritmalar* yoki *tayyorlangan eritmalar* deyiladi. Lekin hamma moddalarning eritmasini (masalan, HCl, NaOH) tayyorlab bo‘lmaydi. Ularni fiksallardan foydalanib yoki boshqa moddalar yordamida tayyorlanadi.

Titrlash usuli. Titrlangan eritmalarga qo‘yiladigan talablarga (yuqoriga qarang) javob bera olmaydigan eritmalar titrlash usuli bilan tayyorlanadi. Bunda taxminan kerakli konsentratsiyali eritma tayyorlanadi, aniq konsentratsiyasi (titri) esa unga mos keladigan boshqa birlamchi standart eritma bilan titrlab aniqlanadi.

Titrimetrik analizda quyidagi shartlarga javob beradigan reaksiyalar qo‘llaniladi:

1. Tekshirilayotgan modda va reaktiv orasidagi reaksiya ma’lum bir stexiometrik nisbatlarda borishi kerak;

2. Ta’sirlashuvchi ikki modda orasidagi reaksiya tez borishi kerak;

3. Reaksiya oxirigacha borishi, yani reaksiyaning qaytishiga yo‘l qo‘ymaslik kerak;

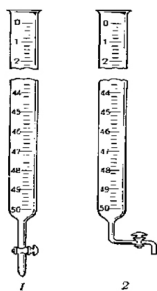
4. Reaksiya jarayonida qo‘shimcha yonaki reaksiyalar bormasligi kerak.

Titrlash davomida sarflangan reagentning hajmini aniq o‘lchash uchun titrlash (reaksiya)ning tugashini aniqlay bilish kerak, bu holat ekvivalent nuqta deb ataladi va ta’sir etuvchi moddalar miqdori o‘zaro ekvivalent bo‘lganda yuzaga keladi. Ekvivalent nuqtani aniqlash maqsadida titrimetrik analizda zarur holatlarda indikatorlardan foydalaniladi.

Indikatorlar deb, titrlashda eritmaga oz miqdorda qo‘shiladigan va ekvivalent nuqtaga yetganda ko‘z bilan seza oladigan darajada rangini o‘zgartiradigan yoki cho‘kma hosil qiladigan moddalarga

aytiladi. Ba'zan indikatorlar vazifasini reaksiyaga kirishayotgan moddalardan biri bajarishi mumkin.

Titrimetrik analizda massani aniq o'lchash uchun analitik tarozi va toshlari hamda eritmani aniq hajmda o'lchab olish uchun o'lchov idishlari: byuretkka, pipetka, o'lchov kolbalari va o'lchov silindrlari ishlatiladi.

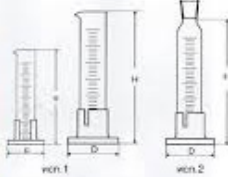
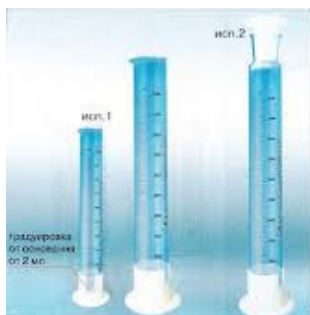


11.3. Titrimetrik analizda ishlatiladigan jihozlar



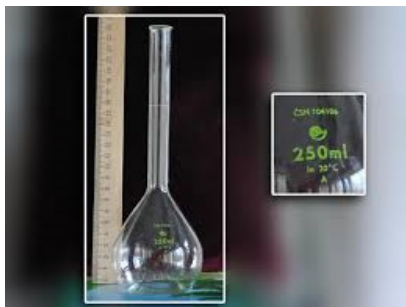
Ma'lumki, titrimetrik analiz usuli tekshirilayotgan modda bilan kimyoviy reaksiyaga kirishayotgan titrlangan eritma hajmini aniq belgilashga asoslangan. Buning uchun maxsus o'lchov idishlari talab etiladi. Titrimetrik analizda eritmani aniq hajmda o'lchab olish uchun o'lchov idishlaridan: byuretkka, pipetka, o'lchov kolbalari, va o'lchov silindrlari ishlatiladi.

Byuretkalar standart eritmalarini tekshirilayotgan eritma ustiga tomchilab quyish va bunda sarf bo'lgan standart eritma hajmini aniq o'lchab olish uchun qo'llaniladi. Byuretkalar hajm o'lchamlari belgilangan shkalali shisha trubkadan iborat bo'lib, bir uchiga shisha jo'mrak o'rnatilgan yoki sharikli rezina trubkaga pipetkacha ulangan bo'ladi. Ularning hajmi 10,00 ml dan 100,00 ml ga



cha. Natijalar aniqligini oshirish uchun 1,00–2,00 mlli byuretkalardan ham foydalaniladi, ular **mikrobyuretkalar** deyiladi. Ko‘pincha hajmi 10,00, 25,00 va 50,00 ml bo‘lgan byuretkalar ishlatiladi.

Byuretkaning shkala chiziq-lari yuqoridan 0 dan boshlanib pastga tomon 1 ml dan farqlanib boradi. Har bir millilitrli oraliq 10 bo‘lakka bo‘lingan. Bu hajmni yuzdan bir aniqlikda o‘lchash imkonini beradi. Sarf bo‘lgan hajm boshlang‘ichva titrlash oxiridagi holatlar orasidagi farqdan aniqlanadi. Bunda suyuqlik sathidagi botiq menisk chizig‘i “0” soniga mos kelishi kerak. Jarayonni kuzatilganda ko‘z bilan teng bir chiziqda qaraladi. Byuretkani voronka yordamida to‘ldiriladi va chang tushmasligi uchun qalpoqcha bilan yopiladi. To‘ldirishdan oldin eritma konsentratsiyasi o‘zgarmasligi uchun byuretkaga 3 marta standart eritma bilan chayiladi.



Pipetkalar eritmani aniq hajmda bir idishdan boshqa idishga solish uchun ishlatiladi. Pipetka shisha naychadan iborat bo‘lib, pastga tomon diametri torayib boradi. Yuqori qismida pipetka hajmi yozilgan bo‘ladi: 1,00 ml dan 100,00 ml gacha bo‘lishi mumkin. Mingdan bir bo‘lak aniqlikgacha o‘lchash uchun 1.00 ml hajmli pipetkalar ishlatiladi.

O‘lchov silindrlari eritmalarini ma’lum hajmda o‘lchab olish uchun ishlatiladi. Ular ma’lum hajmdagi eritmalarini aralashtirish yoki tayyorlashda qo‘l keladi. Ular 5,00; 10,00; 25,00; 50,00; 100,00; 500,00; 1000,00 ml hajmlarga mo‘ljallangan bo‘ladi.

O‘lchov kolbalari asosan aniq konsentratsiyali eritmalar tayyorlashda ishlatiladi. Bular tagi yassi, uzun va ingichka bo‘yinli kolbalardir. Ular standart eritma tayyorlashda foydalaniladi. Zarur miqdorda erigan moddadan solib so‘ng bo‘yinchasidagi belgi

chizig'igacha erituvchi (distillangan suv) bilan to'ldiriladi (menisk chizig'ini e'tiborga olgan holda).

Titrlash jarayoni jixozlar yordamida quyidagicha amalga oshiriladi:

1. Toza byuretkani 2–3 marta ishchi eritma bilan chayiladi;
2. Byuretkani vertikal holatda o'rnatib, titrlangan eritma bilan "0" dan yuqoriroqgacha to'ldiriladi;
3. Byuretkadagi eritmaning ortiqcha qismi byuretka uchidagi havoni siqib chiqarish uchun ishlatiladi;
4. Eritma hajmi "0" chizig'iga keltiriladi. Byuretka uchida tomchi qolmasligi kerak;
5. Titrlash kolbasiga pipetka yordamida kerakli miqdorda tekshirilayotgan eritma solinadi;
6. Byuretkadan kolbaga eritmani asta-sekinlik bilan ekvivalent nuqtasiga erishguncha tomiziladi;
7. Sarf bo'lgan eritma hajmini o'lchashda rangli eritmalarida meniskning yuqori qismidan, rangsizlarda esa pastki qismidan o'lchanadi;
8. Ish tugatilganda byuretkani suv bilan to'ldirilib yopib qo'yiladi;
9. Kimyoviy analizda xatolikka yo'l qo'yilishi mumkin. Shuning uchun, analiz bir necha marta (tajriba) o'tkaziladi va o'rtacha arifmetik kattalik bilan hisoblashlar olib boriladi. Xatoliklar byuretkani "0" chizig'igacha to'g'ri to'ldirilmaganlik, hajmni byuretka shkalasidan to'g'ri hisoblay bilmaslik, va hokazolar natijasida kelib chiqadi.

Vaziyatli masalalar

1-masala. 10,00 ml HCl eritmasini tirlashga 9,80 ml 0,1000 mol/l konsentratsiyali NaOH eritmasi sarf bo'lgan. HCl ning ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titrini aniqlang.

2-masala. Evivalent molar konsentratsiyasi 0,1510 mol/l hajmi 10,00 ml bo'lgan HCl eritmasini tirlashga 10,00 ml NaOH eritmasi

sarf bo'lgan. NaOH ning ekvivalent molar konsentratsiyasi va titrini aniqlang.

Bilimni sinab ko'rish uchun testlar

1. Analitik kimyoning bo'limlarini ko'rsating:

- A) sifat analizi bo'limi; B) miqdoriy analiz bo'limi;
D) kimyoviy analiz bo'limi; E) fizik-kimyoviy analiz bo'limi.

2. Miqdoriy analiz turlarini belgilang:

- A) titrimetrik analiz; B) polyarimetrik analiz;
D) kalorimetrik analiz; E) kompleksonometrik analiz.

3. Titrimetrik analiz turlariga qaysilar kiradi?

- A) neytrallanish usuli; B) kalorimetriya usuli;
D) solishtirish usuli; E) aniqlash usuli.

4. Titrlashda qo'llaniladigan reaksiyalar qanday talablarga javob berishi kerak?

1) tekshirilayotgan modda va reaktiv orasidagi reaksiya ma'lum bir stexiometrik nisbatlarda borishi kerak;

2) ta'sirlashuvchi ikki modda orasidagi reaksiya tez borishi kerak;

3) ta'sirlashuvchi ikki modda orasidagi reaksiya sekin borishi kerak;

4) qo'shimcha reaksiyalar borishi kerak;

- A) 1, 3; B) 1, 4; D) 2, 4; E) 1, 2.

5. Neytrallash usulida qanday indikatorlar ishlatiladi? 2 ta javobni ko'rsating:

- A) kislota-asosli indikatorlar;
B) metall indikatorlar;
D) kraxmal;
E) bir va ikki rangli indikatorlar.

6. Qanday indikatorlar bir xil rangli indikatorlar deyiladi?

- A) ikkala shakli ham rangli bo'lsa;
B) faqat bir shakli rangli bo'lsa;
D) ikkala shakli ham rangsiz bo'lsa;

E) ikkala shakli ham bir xil rangda bo'lsa.

7. Bir xil rangli indikatorni ko'rsating?

- A) lakmus; B) fenolftalein;
D) metilzarg'aldog'i; E) metilqizili.

8. Titrlash ko'rsatkichi deganda nima tushuniladi?

A) indikatorning 50% molekula shaklda, 50% ion shaklda bo'lgan pH qiymati;

B) indikatorning bir rangdan ikkinchi rangga o'tgandagi pH qiymati;

D) titrlash jarayonida eritma pHqiymati o'zgarishining grafik tasviri;

E) ekvivalent nuqta yaqinida bir tomchi ishchi eritmadan eritma pHining keskin o'zgarishi.

9. Titrimetrik analizda qo'llaniladigan jihozlarni tanlang:

- 1) byuretk; 2) pipetka;
3. o'lchov silindri; 4) o'lchov kolbalari.

A) 1,3; B) 1,4; D) hammasi to'g'ri; E) 1,2;

10. Titrimetrik analizda o'lchov silindri va o'lchov kolbalari nima uchun qo'llaniladi?

A) standart eritma tayyorlash uchun;

B) eritmani tindirish uchun;

D) cho'ktirish uchun;

E) konsentratsiyasini aniqlash uchun.

KISLOTA –ASOSLI TITRLASH USULI

12

Kislota-asosli titrlash neytrallanish reaksiyalariga asoslangan holda olib boriladi, shuning uchun **neytrallanish usuli** deb ataladi. Titrlash negizida mahsulotlarining biri suv bo‘lgan neytrallanish reaksiyasi yotadi:



Bu usul yordamida kuchli kislota-ning titrlangan eritmasidan foydalanib ishqor miqdorini aniqlash yoki titrlangan ishqor eritmasidan foydalanib kislota miqdorini aniqlash mumkin. Ana shu xususiyatlariga ko‘ra neytrallanish usuli ikkiga bo‘linadi:

1. *Alkalimetriya usuli* (alkali – ishqor, metriya - o‘lchayman). Bunda titrlangan ishqor eritmasidan foydalanib kislota yoki gifrolizlanganda kislotali muhit hosil qiluvchi tuzlarning miqdori aniqlanadi.

2. *Atsidimetriya usuli* (atsidi – kislota). Bunda kuchli kislota-ning titrlangan eritmasidan foydalanib ishqor yoki gidrolizlanganda ishqoriy muhit hosil qiluvchi tuzlarning miqdori aniqlanadi.

Kislota-asosli titrlash usuli tibbiy-biologik tekshiruvlarda klinik analizlar o‘tkazish, oziq-ovqat mahsulotlari va suvning sanitar-gigiyenik holatini tekshirish, dori preparatlarini analiz qilishda qo‘llanadi.

12.1. Kislota -asosli indikatorlar

Titrlash jarayonida tekshirilayotgan *A* modda eritmasiga ozozdan konsentratsiyasi aniq bo‘lgan *B* modda eritmasi qo‘shiladi.

Bunda B va A modda miqdorlari ekvivalent bo'lgan holat *ekvivalent nuqta* deb ataladi. Ekvivalent nuqta maxsus asboblar yoki indikatorlar yordamida aniqlanadi. Indikator rangining o'zgarish holatiga *titrlashning oxirgi nuqtasi - ekvivalent nuqta* deyiladi.

Indikatorlar ishlatilish usuliga ko'ra, ichki va tashqi indikatorlarga bo'linadi. Agar indikator tekshirilayotgan eritmaga qo'shilsa, u *ichki indikator* deyiladi. Agar titrlanayotgan eritmadan bir tomchi olib indikator qog'ozga tomizilib tekshirilsa, *tashqi indikator* deyiladi. Ishlatiladigan reaksiyaning turiga ko'ra, indikatorlar quyidagilarga bo'linadi:

- kislota-asosli indikatorlar;
- oksidlanish-qaytarilish (redoks) indikatorlari;
- kompleksometrik (metall) indikatorlari;
- adsorbsiyalanish indikatorlari.

Eritmaning muhitiga ko'ra o'z rangini o'zgartiradigan moddalar kislota-asosli indikatorlar deyiladi. Ular qatoriga metil zarg'aldog'i, metil qizili, neytral qizili, lakmus, fenolftalein, timolftalein kabilar kiradi. Kislota-asosli indikatorlar kuchsiz organik kislota yoki asoslardir. Kislota-asosli indikatorlar quyidagicha sinflanadi:

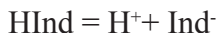
1. Kislotalarga nisbatan sezgir ($\text{pH} > 7$): fenolftalein, timolftalein, alizarin.
2. Asoslarga nisbatan sezgir ($\text{pH} < 7$): metiloranj, metil qizili.
3. Ham kislota, ham asosga nisbatan sezgir ($\text{pH} = 7$): lakmus, fenil qizili.

Ushbu indikatorlar titrlashda boradigan muhitlar o'zgarishiga moslab tanlanadi. Indikatorlarning ion nazariyasiga ko'ra, kislota - asosli indikatorlar kuchsiz organik kislota yoki asoslar bo'lib, molekulasining rangi ion shaklining rangidan keskin farq qiladi. Indikatorlar bir va ikki rangli bo'ladi. *Bir rangli indikatorlarning* ionlashmagan molekullari rangsiz, ion shakli esa rangli bo'ladi. *Ikki rangli indikatorlarning* ionlashmagan shakli bir rangda, ion shakli esa boshqa rangda (masalan, sariq) bo'ladi. Bir rangli indikatorlarga fenolftalein, timolftalein, ikki xil rangliga - metilzarg'aldog'i, metil

qizili, neytral qizili, lakmus va boshqalar misol bo'ladi. Titrimetrik analizda ko'pincha indikator sifatida kuchsiz organik kislotalar qo'llanadi. Indikator kuchsiz elektrolit sifatida dissotsiatsiyalanadi. Asos tabiatli indikatorlar IndOH bilan belgilanadi. Bunda Ind^+ indikator kationidir:



Kislota tabiatli indikatorlar Hind bilan belgilanadi:



Masalan, lakmus molekulari qizil rangda bo'lib, uning anioni esa ko'k rangda. Neytral eritmada lakmus ikki rang oralig'ida ya'ni binafsha rangda bo'ladi. Demak, suvda eritilganda uning ikki shakli orasida muvozanat qaror topadi. Jarayon qaytar bo'lib, kislota qo'shilishi vodorod ionlarining konsentratsiyasi ko'payishiga va muvozanatning chapga siljishiga olib keladi, ya'ni eritma indikatorning dissotsiatsiyalanmagan molekulasini rangiga kiradi. Aksincha, eritmaga ishqor qo'shilsa, gidroksid ionlari indikatorning vodorod ionlarini bog'lab, kuchsiz elektrolit suv hosil qiladi; muvozanat o'ngga siljiydi va eritma indikatorning ion shakldagi rangiga kiradi. Shunday qilib, kislota-asosli indikatorning rang o'zgarishi eritmaning pH qiymati o'zgarishiga bog'liq.

Odam ko'zining rang sezishi chegaralangan. Agar indikator shakllarining konsentratsiyasi bir-biridan 10 martaga farq qilsa, bu o'zgarishni ko'zimiz bilan seza olmaymiz. Shuning uchun, indikator rangi pHning har qanday o'zgarishida emas, balki uning ma'lum qiymati orasida o'zgaradi. Bu oraliq indikatorning rang o'zgarish oralig'i deyiladi. U odatda pH ga nisbatan u, yoki bu tomonga bir birlik siljiydi, ya'ni $\text{pH} = \text{pK} + 1$. Masalan, metil zarg'aldog'i indikatorning rang o'zgarish oralig'i $\text{pH} = 3,1-4,4$. Shu oraliqda indikator rangi pushtidan sariq rangga o'zgaradi. $\text{pH} > 4,4$ bo'lganda metilzarg'aldog'i sariq rangga, $\text{pH} < 3,1$ dan kichik bo'lganda esa pushti rangga ega bo'ladi. Titrlash ko'rsatkichi indikatorning bir shakldan ikkinchisiga o'tishida rang o'zgarishi pH qiymatlar yig'indisining yarmi tariqasida hisoblanadi. Masalan:

$$pT_{m.z} = (3,1+4,4) / 2 = 3,75$$

$$pT_{f.f} = (8+10) / 2 = 9$$

Ideal holatda titrlash $pH=pT$ bo'lganda tugaydi.

Kislota - asosli titrlash usulida ishlatiladigan ba'zi indikatorlari-ning rang o'zgarish oralig'i va titrlash ko'rsatkichiga 12.1-jadvalda berilgan.

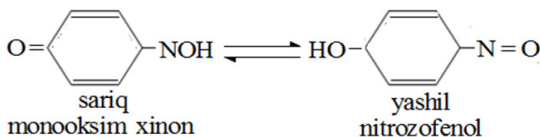
12.1-jadval

Muhim kislota- asosli indikatorlarning ko'rsatkichlari

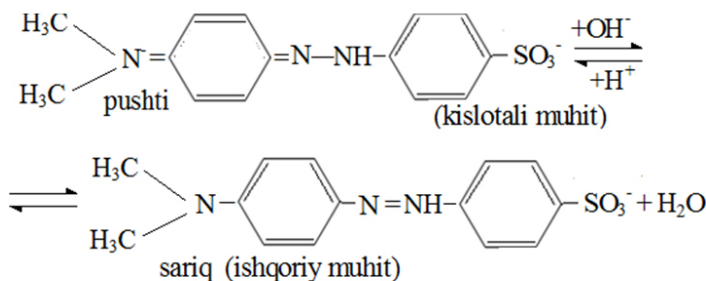
Indikator	O'tish oralig'i ΔpH_{Ind}	pT	$pK_a(HInd)$	Rang o'zgarishi
Metil zarg'aldog'i	3.1 – 4.4	4.0	3.5	qizil - sariq
Metil qizili	4.2 – 6.2	5.5	5.0	qizil - sariq
Bromtimol ko'ki	6.0 – 7.6	7.0	7.3	Sariq – ko'k
Fenil qizili	6.8 – 8.4	7.5	8.0	Sariq - qizil
Timolftalein	8.0 – 9.6	8.5	9.2	Rangsiz - ko'k
Fenolftalein	8.2 - 10.0	9.0	9.5	Rangsiz - qizil

Indikatorlar rangining o'zgarishi nafaqat ularning ionlanishiga, balki murakkab organik molekulasidagi qayta guruhlanishiga bog'liq. Buni *indikatorlarning xromofor nazariyasi* orqali tushuntiriladi. Organik birikmalarning rangi ularning molekulasida xromoforlar ($-N=N-$, $-OH$, $-N=O$, $-C=O$) deb ataluvchi maxsus atomlar guruhi yoki ikkilamchi bog'larning guruhlanishiga bog'liq bo'lgani uchun bu nazariya *xromofor* nomi bilan ataladi.

Xromofor nazariyaga asosan indikator rangining o'zgarishi izomer o'zgarish, ya'ni molekula ichida atomlarning qayta guruhlanishi natijasida indikator molekulasining o'zgarishidir. Bu jarayon qaytardir. Qaytar izomeriya – *tautomeriya* deb, izomerlar esa *tautomerlar* deyildi. Masalan:



Ion-xromofor nazariya. Fanning rivojlanish jarayonida ion va xromofor nazariyalari birlashtirildi. Indikatorlarning dissosiatasiya muvozanati tez qaror topadi, lekin tautomer o'zgarish jarayoni vaqt o'tishi bilan sodir bo'ladi. Shuning uchun ayrim indikatorlarning rangi hamma vaqt tez o'zgarmaydi. Masalan, metil zarg'aldog'ida muhit ta'siri quyidagicha boradi:



Indikatorlarga qo'yiladigan talablar:

- Indikatorning rangi pH ning yaqin qiymatlarida ham farqlanishi kerak
- Indikatorning rang o'zgarishi kichik pH qiymatlar oralig'ida keskin o'zgarishi kerak
- Indikatorning rangi yorqin bo'lishi kerak
- Indikator rangini o'zgartirish uchun zarur bo'ladigan kislota va asos miqdori juda kam bo'lishi kerak
- Indikatorning rang o'zgarishi qaytar bo'lishi kerak.

Kimyo va salomatlik



Sabzavot va gullarni pH indikatorlari sifatida qo'llash

Ko'pgina to'q rangli gullar va sabzavotlar, ayniqsa ularning qizil va binafsharanglilari, pH ko'rsatkichi o'zgarishi bilan rangini o'zgartiradigan moddalarni saqlaydi. Ularga qizil karam, klyukva

sharbati va boshqa to'q rangli ichimliklar kiradi. Ulardagi o'zgarishlarni kuzatish uchun zarur materiallar:

Qizil karam, klyukva sharbati yoki ichimligi, suv va biror idish. Bir necha stakan yoki katta bo'lmagan shisha idishlar va ularni belgilab olish uchun rangli tasmalar zarur bo'ladi.

Bir qancha rangsiz uy-ro'zg'orda ishlatiladigan eritmalar, masalan, sirka, limon sharbati, mevali sharbatlar, oyna yuvish vositasi, sovun, shampun, kir yuvish vositalari, ichimlik sodasi, antatsidlar, aspirin, tuz va shakar zarur bo'ladi. Ishni olib borish bosqichlari:

- Kislota-asosli indikatorlarni ushbu usul bilan olish uchun klyukva sharbati, klyukva ichimligi, yoki qizil karamdan foydalanamiz. Qizil karam barglaridan bir nechtasini olib, idishga solinadi va unga suv quyiladi. Taxminan 5 daqiqa qaynatiladi, so'ngra sovutilib, binafsha rangli eritma hosil qilinadi. Ushbu eritmani quyidagi yo'l bilan ham olish mumkin: qizil karom barglari suv bilan blenderga solinadi, yaxshlab aralashtiriladi. So'ng qizil suyuqlik ajratib olinadi.

- Alohida shisha idishlarga oz miqdordan ro'zg'orda ishlatiladigan suyuqliklardan solinadi va idishlarni tasmalar bilan belgilab qo'yiladi. Agar namuna qattiq modda yoki yopishqoq suyuqlik bo'lsa, oz miqdorda suv qo'shiladi. Rang hosil bo'lmaguncha klyukva sharbati yoki qizil karam suvidan qo'shing.

- Namunalarning rangiga ahamiyat bering. Olingan eritmalarining kislotali muhiti $\text{pH} = 1$ dan to 4 gacha bo'lsa - rangi pushti yoki zarg'aldoq bo'ladi va $\text{pH} = 5$ dan to 6 gacha bo'lsa, pushtidan binafsha ranggacha bo'lishi mumkin. Neytral eritma taxminan indikator kabi binafsha rangga ega bo'ladi. Asosli muhit $\text{pH} = 8$ dan to 11 gacha bo'lsa, zangoridan to yashil ranggacha bo'lgan o'zgarish kuzatiladi, $\text{pH} = 12$ dan to 13 gacha bo'lganda sariq rangni beradi.

- Namunalarning rangi va pH qiymatlarini solishtiring. Har bir eritmaning kislotali (1 dan to 6 gacha), neytral (7), yoki asosli (8 dan to 13 gacha) turlarga ajrating.

- Boshqa meva yoki gullardan foydalanib indikator yaratib ko'ring.

12.2. Titrlash egri chizig'i. Indikator tanlash

Kislota-asosli titrlash usulida ekvivalent nuqta qo'shilayotgan indikatorning rangi o'zgarishiga ko'ra aniqlanadi. Neytrallanish reaksiyalarida ta'sirlashayotgan moddalar muhitini va reaksiya natijasida hosil bo'lgan muhitini bilgan holda indikator tanlanadi. Masalan, neytrallanish kuchli ishqoriy va kuchli kislotali muhitlar orasida borsa, o'tish qiymati shu oraliqqa mos kelgan indikatorlarning barchasini qo'llash mumkin. Indikatorni to'g'ri tanlash uchun titrlash jarayonida eritma muhitining kislotali yoki ishqoriyligi (pH) o'zgarishini aniqlash lozim. Eritmani pH qiymatini uzluksiz o'zgarishini grafik tarzda ko'rsatish qabul qilingan. Titrlash jarayonida qo'shilayotgan kislota yoki asos eritmasining hajmiga qarab eritma pH ini o'zgarishining grafik tasviri *titrlash egrichiziq'i* deyiladi. Titrlash egri chizig'ini tuzish uchun to'g'ri chiziqli koordinata o'qlaridan foydalanib grafik chiziladi. Absissa o'qida qo'shilayotgan titrlangan eritmaning hajmi (ml), ordinata o'qida esa eritmaning pH qiymati ko'rsatiladi.

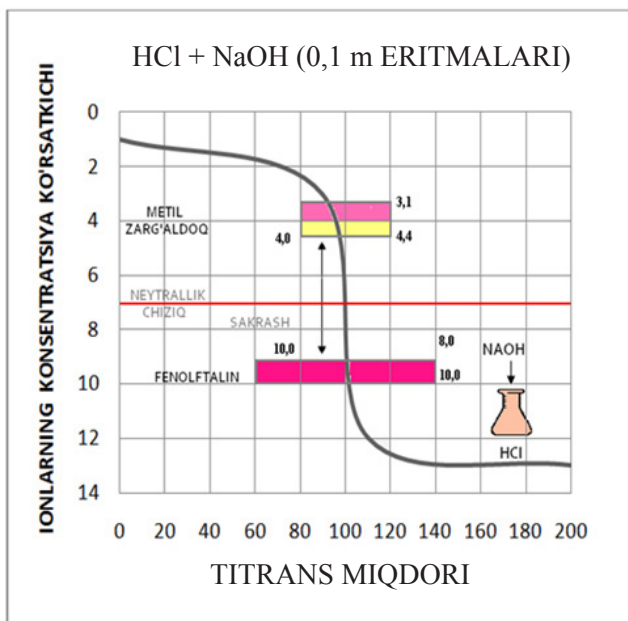
Kuchli asosni kuchli kislota bilan titrlash egri chizig'i

100,00 ml ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,1000 mol/l bo'lgan $NaOH$ eritmasini ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,1000 mol/l bo'lgan HCl eritmasi bilan alkalimetrik titrlash egri chizig'ini ko'ramiz. 100,00 ml ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,1000 mol/l bo'lgan $NaOH$ ning titrlashdan pH i 13 ga, pOH i esa 1 ga teng bo'ladi.

90,00 ml ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,1000 mol/l bo'lgan HCl eritmasi ko'shilganda $NaOH$ ning konsentratsiyasi 10 marta kamayadi va $pH = 12$, $pOH = 2$ ga teng bo'ladi. Yana 9,00 ml (hammasi bo'lib 99,00 ml) HCl eritmasi qo'shilganda $NaOH$ ning konsentratsiyasi yana 10 marta kamayadi va eritmada $pH = 11$, $pOH = 3$ ga teng bo'ladi. HCl eritmasini qo'shishni asta-sekin davom et-

tirib olingan pH qiymatlarini grafikga joylab titrlash egri chizig'ini keltirib chiqariladi.

Kuchli asosni kuchli kislota bilan titrlash egri chizig'ida boshlang'ich holatda muhit (pH qiymati) avval bir tekisda o'zgaradi, muhit ishqoriylikni saqlab qoladi. $pH = 10$ bo'lganda pH keskin o'zgaradi va muhit kislotali ($pH=4$) bo'lib qoladi. So'ngra, yana pH kislotali muhitda bir tekisda o'zgarib boradi.



12.1-rasm. Ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,1000 mol/l HCL eritmasini ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0.1000 mol/l NaOH bilan titrlash egri chizig'i.

Titrlash egri chizig'ida muhit pH ining keskin o'zgarishi *sakrash oralig'i* deyiladi. Titrlash egri chizig'ida sakrash $pH = 10 - 4$ oraligida kuzatiladi. Sakrash oralig'ining o'rtasi *ekvivalent nuqta* deyiladi. Kuchli asosni kuchli kislota bilan titrlashda ekvivalent nuqta $pH = 7$ ga to'g'ri keladi. Kuchli kislotani kuchli asos bilan titrlash egri

chizig'i qarama qarshi ko'rinishda bo'ladi. U kislotali muhitda boshlanadi (kislota titrlanadi). Sakrash oralig'i $pH=4$ da boshlanib $pH=10$ da tugaydi. Bu holda ham ekvivalent nuqta $pH=7$ ga to'g'ri keladi.

Titrlashda sakrash oralig'i titrlanayotgan kislota yoki asosning konsentratsiyasiga bog'liq. Ekvivalent molyar konsentratsiyasi $0,0100 \text{ mol/l}$ bo'lgan kislota huddi shunday konsentratsiyali ishqor eritmasi bilan titrlaganda sakrash oralig'i kichiklashadi va $pH=5$ dan $pH=9$ bo'lib qoladi.

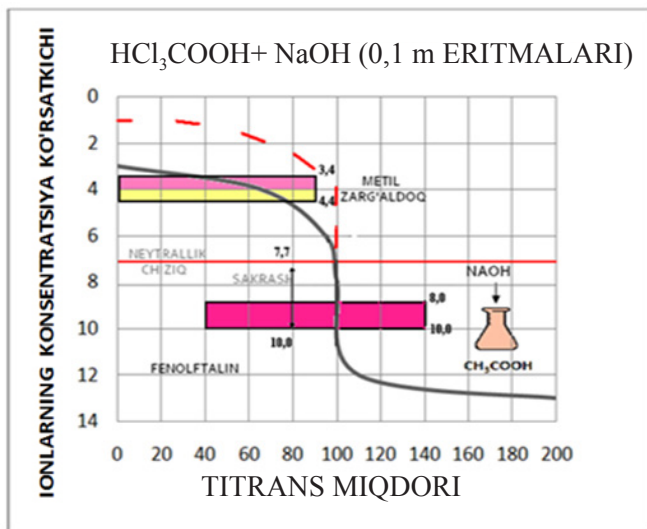
Kuchli kislota kuchli asos bilan titrlash egri chizig'i 12.1. rasmda ko'rsatilgan. Titrlash egri chizig'idan foydalanib unga mos indikatorlar tanlanadi. Har bir titrlashga faqat sakrash oralig'ining pH qiymatlarida rangini o'zgartiradigan indikator yaroqlidir. Kuchli kislota kuchli asos bilan titrlaganda rang o'zgarish oralig'i $pH=8,0 - 10,0$ bo'lgan fenolftalein, rang o'zgarish oralig'i $pH=3,1-4,4$ bo'lgan metilzarg'aldog'i, rang o'zgarish oralig'i $pH=4,4 - 6,2$ bo'lgan metall qizili, rang o'zgarish oralig'i $pH=5 - 8$ bo'lgan lakmus va pH qiymati $4,0 - 10,0$ oralig'ida bo'lgan barcha indikatorlardan foydalanish mumkin.

Kuchsiz kislota kuchli asos bilan titrlash egri chizig'i

Kuchsiz kislota kuchli asos bilan titrlash egri chizig'i ko'rinishi bir muncha o'zgacha. Ekvivalent molyar konsentratsiyasi $0,1000 \text{ mol/l}$ bo'lgan kuchsiz sirka kislota CH_3COOH ni ekvivalent molyar konsentratsiyasi $0,1000 \text{ mol/l}$ bo'lgan kuchli asos $NaOH$ bilan titrlash egri chizig'i 12.2 rasmda keltirilgan.

Titrlash natijasida hosil bo'lgan natriy atsetat tuzi CH_3COONa gidrolizlanib, ishqoriy muhit hosil qiladi. Shuning uchun sakrash ishqoriy muhitga surilgan bo'lib, $pH=7,8 - 10,0$ oralig'ida yotadi. Shuni aytish kerakki, titrlanayotgan kislota qancha kuchsiz bo'lsa, sakrash oralig'i va ekvivalent nuqta shunchalar ko'p ishqoriy muhitga surilgan bo'ladi. Kuchsiz kislota kuchli asos bilan titr-

laganda rang o'zgarish oralig'i $pH = 8,0 - 10,0$ bo'lgan fenolftalein indikatorini qo'llanadi.



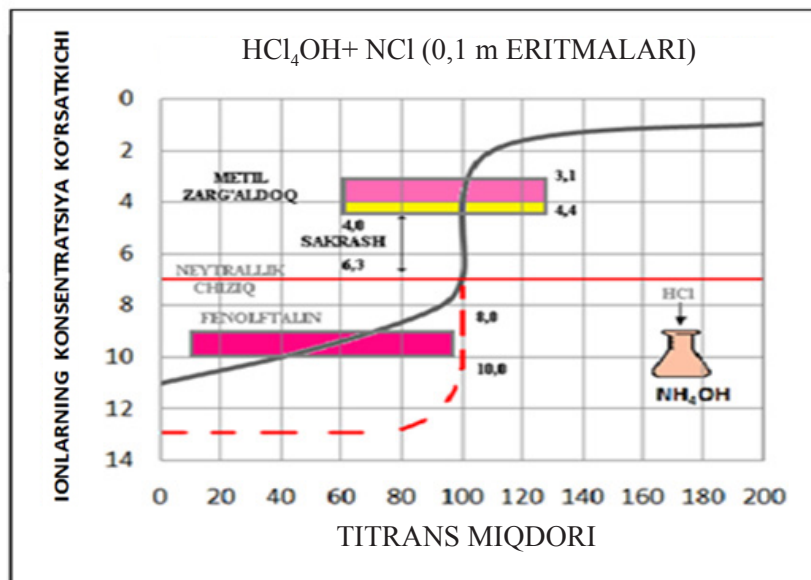
12.2.-rasm. Ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,1000 mol/l CH₃COOH eritmasini ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,1000 mol/l NaOH bilan titrlash egri chizig'i

Kuchsiz asosni kuchli kislota bilan titrlash egri chizig'i

Ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,1000 mol/l bo'lgan NH₄OH eritmasini 0,1000 mol/l ekvivalent molyar konsentratsiyali HCl eritmasi bilan titrlash egri chizig'i 8.6.rasmda keltirilgan. Reaksiya mahsuloti hosil bo'lgan NH₄Cl tuzining eritmasi kislotali muhit hosil qilib gidrolizlanadi. Shuning uchun, ekvivalent nuqta kislotali muhitda $pH < 7$ bo'ladi. Titrlash egri chizig'i buni tasdiqlaydi. Bu jarayonda sakrash oralig'i $pH = 4$ dan $pH = 6,2$ gacha bo'lib, ekvivalent nuqta $pH = 5,4$ ga teng bo'ladi. Bu holatda indikator sifatida metilzarg'aldog'i ($pT=4$) va metil qizili ($pT=5$) ishlatila-

di. Fenolftalein ishlatilmaydi, chunki uning titrlash ko'rsatkichlari sakrash oralig'iga mos kelmaydi.

Kuchsiz kislotani kuchsiz asos bilan titrlash mumkin emas, chunki bu jarayon sakrash oralig'iga ega bo'lmaydi. Titrlash egri chizig'i 12.3-rasmda keltirilgan.



12.3-rasm. Ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,1000 mol/l NH_4OH eritmasini ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,1000 mol/l HCl bilan titrlash egri chizig'i

Titrimetrik analiz usullari tibbiyotda keng qo'llanadi. Bu usullar biologik suyuqliklarning kislotaliligini, biologik suyuqliklar tarkibidagi oksidlovchi va qaytaruvchilarning miqdorini, biologik suyuqliklar tarkibidagi metall ionlarining miqdorini analiz qilishda qo'llanishi mumkin.

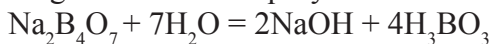
Titrimetrik analiz usullari yordamida dorivor preparatlar sifati-da ishlatiladigan xlorid, borat va ko'pchilik organik kislota eritma-

lari miqdoriy analiz qilinadi. Sanitariya-gigienik jihatdan bu usullar yordamida oziq - ovqat mahsulotlarining kislotaliligi, suvning qat-tiqligi va boshqa muhim qiymatlar aniqlanadi.

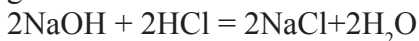
12.3. Alkalimetriya usuli

Biosuyuqliklar va dorivor preparatlar tarkibidagi kislotalar miqdorini aniqlash titrimetrik analizning alkalimetriya usulida olib boriladi. Jarayon neytrallanish reaksiyasiga asoslanadi. Bunda *titrlangan* kuchli asos eritmasi yordamida kislotalar yoki gidrolizlanganda kislotali muhit hosil qiluvchi moddalar eritmasi noma'lum konsentratsiyali eritma sifatida tekshiriladi.

Alkalimetriya usulida ishqor eritmasi sifatida natriy tetraborat eritmasidan (yoki boshqa asoslardan) foydalaniladi. Natriy tetraborat suvli eritmada gidrolizlanib ishqoriy muhit hosil qiladi:



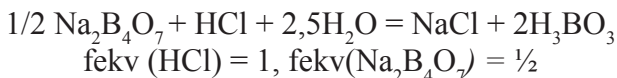
Hosil bo'lgan natriy ishqori tekshirilayotgan HCl saqlagan eritma bilan reaksiyaga kirishadi:



Umumiy tenglamasi:



yoki



Reaksiyadan ko'rinib turibdiki, 1 mol $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ga 2 mol HCl sarflanadi. Natriy tetraboratning 100 ml 0,1n standart eritmasini tayyorlashda tuzning ekvivalent molar massasi $381:2 = 190,2$ g/mol va $190,2 \cdot 0,1 \cdot 0,1 = 1,907$ g. Shunday aniqlik darajadagi massani tarozida aniq tortib olish qiyin. Shuning uchun uni tayyorlab olingandan so'ng standartlangan HCl eritmasi bilan titrlab tekshiriladi.

Alkalimetriya usuli bilan me'da shirasi, siydik va boshqa biologik suyuqliklarning kislotaliligi tekshiriladi. Shuningdek, dorivor preparatlar sifatida ishlatiladigan xlorid, sulfat, borat va ko'pchilik organik kislotalarning eritmaları miqdoriy analiz qilina-

di. Sanitar-gigienik jihatdan oziq-ovqat mahsulotlarining kislotaliligi, suvning qattiqligi va boshqalar aniqlanadi.

Ba'zi kasalliklar natijasida ajraladigan me'da shirasining umumiy miqdori, rangi, hidi, fermentativ faolligi ham o'zgarib turishi kuzatiladi. Klinik amaliyotda, tashxis qo'yishda va me'da - ichak kasalliklarini davolashda titrimetrik analiz usulini qo'llash mumkin. Bunda shilliq borligi, uning umumiy kislotaligi, erkin va bog'langan xlorid kislotalar, me'da shirasida sut kislota, o't zardobi va qon borligi aniqlanadi.

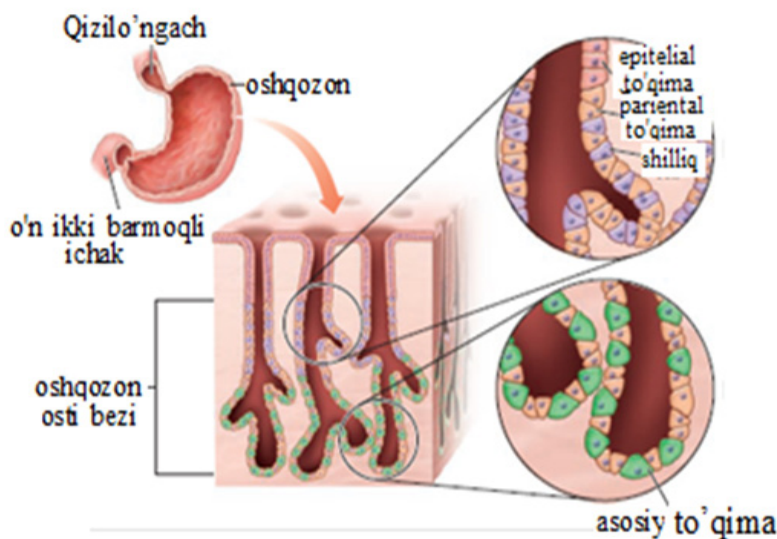
Kimyo va salomatlik



Oshqozon shirasidagi kislota

HCl saqlaydigan oshqozon shirasi, oshqozonni qoplab oladigan pariyetal hujayralardan ajraladi. Oshqozon ovqat qabul qilib kengayganda, oshqozon bezlari kuchli kislota HCl ni ajrata boshlaydi. Sutkasiga odam organizmi 2000 ml xlorid kislota, mustin, pepsin va lipaza fermentlarini- saqlagan oshqozon shirasini ajratadi.

Oshqozon shirasidagi HCl oshqozonga tushgan ovqat mahsulotlaridagi oqsillarni parchalovchi pepsinni hosil qiladi va u hazm qilish fermentlarini faollaydi. Xlorid kislota ning ajralishi shira tarkibidagi fermentlarni faollashtiradigan optimal sharoit - pH ko'rsatkichi 2 ga teng bo'lguncha davom etadi. Bu pH ko'rsatkichida oshqozon shilliq qavatlar zaralanmay, fermentlar faoliyati aktivlanadi. (0,9 – 2,1) Undan tashqari pH ning kichik ko'rsatkichlari oshqozonga tushgan bakteriyalarni yo'q qiladi. Odatda, katta miqdordagi qovushqoq shilliq suyuqlik, oshqozon tarkibini kislotali va fermentativ zaralanishning oldini olish uchun ajraladi. Stress holatlarida, asab sistemasi oshqozon shirasidagi HCl ishlab chiqarilishini faollashtiradi. Odatda pH 0,9 – 2,1 gacha bo'lganda me'yor daraja sifatida qaraladi.



12.4-rasm. Oshqozon tarkibidagi mahsulotlar ingichka ichak tomon yo'nalagani sari, hujayralar bikarbonatli buferlarni ishlab chiqara boshlaydi. Bikarbonat oshqozondagi kislotaning pH ko'rsatkichi taxminan 5 ga teng bo'lmaguncha neytrallaydi.

Kislota-asosli titrlash jarayonini olib borish

Agar HCl ning noma'lum konstantrasiyaligi eritmasining molyarligini aniqlash vazifasi qo'yilgan bo'lsa, uni laboratoriya sharoitida quyidagicha olib boriladi.

Tekshirilayotgan HCl ning zarur hajmini pipetka yordamida o'lchab titrlash kolbasiga solinadi va fenolftalein indikator (yoki boshqa kislota-asosli indikatorlar)dan bir necha tomchi solinadi. Kislota eritmasida fenolftalein rangsiz bo'ladi. So'ng byuretkani NaOH ning ishchi (aniq konsentratsiyali) eritmasi bilan to'ldiriladi va tomchilab kolbadagi kislota eritmasiga quyiladi (12.5-rasm).



12.5-rasm. Tekshirilayotgan HCl ning miqdorini NaOHning ishchi eritmasi bilan titrlash. Indikator fenolftalien

Titrlashda, eritma tarkibidagi kislota maʼlum mol miqdordagi OH- saqlagan asos bilan neytrallanadi. Neytrallash fenolftaleinning rangi rangsizdan pushti rangga oʻtguncha davom etadi. Bu neytrallashning tugash nuqtasi yoki ekvivalent nuqta deyiladi. Qoʻshilgan NaOH eritmasining molyarligiga va sarf boʻlgan hajmiga qarab, NaOH ning mollar sonini, kislota mol soni va konsentratsiyasini hisoblab topish mumkin. Hisoblash ishlari ekvivalentlar qonuniga asosan olib boriladi. Titrimetrik analizda hajmlar aniqligi tekshirilayotgan eritma konsentratsiyasining aniqlik darajasi yuqori boʻlishini taʼminlaydi. Shuning uchun hajm yuzdan bir aniqlikda oʻlchanadi. Masalan, pipetka yordamida HCl eritmasidan 5,00 ml oʻlchab olinadi. Uni neytrallashga sarf boʻlgan ishchi eritma (byuretkadan) hajmi aniqlab (masalan, 5,16 ml boʻlsin) olinadi.

Laboratoriya sharoitida meʼda shirasining umumiy kislotaligini ham aniqlash mumkin. Meʼda shirasi kuchli kislotali muhitga ega boʻlgan rangsiz suyuqlikdir ($pH = 0,9-2,1$). Meʼda shirasi tarkibiga suv, oqsillar, fermentlar (pepsin), xlorid kislota, nordon taʼsir etuvchi fosfatlar va bir qator boshqa moddalar kiradi. Meʼda shirasining kislotali muhiti uning tarkibidagi xlorid kislota, nordon taʼsir etuvchi fosfatlar borligidan, patologik jarayonlarda esa sut kislota-

si va uchuvchan yog‘ kislotalar borligidan vujudga keladi. *Me‘da shirasiga* nordon ta‘sir etuvchi moddalar jami *umumiy kislotalilik* deyiladi. Oqsil va uni hazm bo‘lish mahsulotlari bilan bog‘liq bo‘lgan xlorid kislota *bog‘langan xlorid kislota* deyiladi, ortib qolgan xlorid kislota esa *erkin xlorid kislota* deyiladi.

Turli kasalliklarda ajraladigan me‘da shirasining miqdori ham, va uning tarkibidagi xlorid kislotalarning miqdori, rangi, hidi, fermentativ faolligi ham o‘zgarishi mumkin. Shu o‘zgarishlarni miqdoriy aniqlash titrimetrik analiz yordamida bajariladi.

Me‘da shirasidagi *HCl* konsentratsiyasining o‘zgarishi me‘da ichak trakti xastaliklariga sabab bo‘ladi. Uning pH qiymati me‘yorda 0,9–2,1 oralig‘ida bo‘ladi. Kislotaligi ortishi ($\text{pH} < 0,9$) *giperxloridriya* - me‘da yallig‘lanishiga olib keladi. Me‘da shirasining kislotaligi kamayishi ($\text{pH} > 2,1$) *gipoxloridriya* va $\text{pH} = 0$ ga tushishi *axloridriya* – onkologik kasalliklarga olib keladi.

12.4. Atsidimetriya usuli



3.8-rasm. Atsidimetrik titrlash

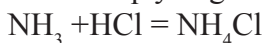
Kislota-asos reaksiyalarining borish qonunlarini bilgan holda biologik obyekt va dorivor preparatlarda asoslar va gidrolizlanganda ishqoriy muhit hosil qiluvchi tuzlar miqdorini aniqlash *atsidimetriya usulida* olib boriladi. Masalan, siydikdagi ammiak miqdorini aniqlash uchun xlorid kislota ishchi eritma vazifasini bajaradi. Ammiak tirik organizmdagi aminokislotalarning parchalanishi mahsulotidir. Uning bir qismi siydik bilan organizmdan chiqib ketadi (1 sutkada 0,5–1,2 g). Ba‘zi patologik holatlarda ammiakning organizmdagi miqdori ortadi. Ammi-

ak organizm uchun zaharli bo‘lib, uning qondagi miqdori 0,05 % dan oshmasligi kerak. Biologik suyuqliklarda ammiak miqdorining ortib ketishi giperammoniemiyaga olib keladi. Demak, biologik suyuqliklar tarkibidagi ammiak miqdorini aniqlash diagnostik ahamiyatga egadir.

Ammiak o‘tkir hidli rangsiz gaz bo‘lib, ammiak aralashgan havodan nafas olish hayot uchun xavflidir. “Ammiak” atamasining kelib chiqishi Misrdagi bir ibodatxona bilan bog‘liq. Bu yerda shoh Ammon tomonidan kashf etilgan “xlorli ammoniy” dan ammiak hosil qilingan.

O‘simlik va hayvonlarning chirishidan havoda ozroq miqdorda ammiak hosil bo‘ladi. U oz miqdorda yomg‘ir suvlari tarkibiga ham kiradi. Lekin, sanoatda ishlatiladigan ammiak sun‘iy yo‘l bilan olinadi. Ammiak azot va vodorod gazlaridan hosil bo‘ladi. Buning uchun azot havodan olinadi, vodorod esa suvdan. Ikkala komponent quritilib, 530°C da qizdiriladi, siqilgan aralashma turli xil tuzlardan o‘tkazilganda, ammiak hosil bo‘ladi. Ammiak havodan yarim barobar yengil. U siqilib, sovitilgach, suvga o‘xshash suyuqlikka aylanadi, lekin -34°C da qaynay boshlaydi. Siqilish jarayonida ammiak bug‘lanadi. Bunda u katta miqdorda issiqlik yutadi. Shuning uchun ham undan muzlatkichlarda sovitgich sifatida foydalaniladi. “ammoniy gidroksid” – ammiakning suvli eritmasidir.

Suvli eritmalardagi NH_3 miqdorini titrimerik yo‘l bilan aniqlashni ko‘rib chiqamiz. Xlorid kislotaning NH_3 (suvli eritmada) bilan o‘zaro ta’siri quyidagi reaksiya tenglamasi bo‘yicha boradi:



$$\text{fekv}(\text{NH}_3) = 1, \text{fekv}(\text{HCl}) = 1$$

Ekvivalent nuqta ta’sirlashayotgan moddalar miqdori ekvivalent bo‘lganda qaror topadi, ya’ni

$$n(\text{NH}_3) = n(\text{HCl})$$

Bu kattaliklarni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$n(\text{NH}_3) = m(\text{NH}_3) / M(\text{NH}_3)$$

$$c(\text{HCl}) = n(\text{HCl}) \cdot V(\text{eritma})$$

$$V(\text{eritma}) - \text{HCl eritmasining hajmi, ml. } c = n/V = m/M \cdot V$$

$$\text{Shunday qilib: } m(\text{NH}_3) / M(\text{NH}_3) = c(\text{HCl}) \cdot V(\text{eritma})$$

Bu ifodadan ammiak massasi

$m(\text{NH}_3) = c(\text{HCl}) \cdot V(\text{eritma}) \cdot M(\text{NH}_3)$ ga teng

Berilgan tenglikni o'zgartiramiz:

$m(\text{NH}_3) / V(\text{eritma}) = c(\text{HCl}) \cdot M(\text{NH}_3)$

va uni 1 ml ga nisbatan yozamiz:

$T(\text{HCl}/\text{NH}_3) = c(\text{HCl}) \cdot M(\text{NH}_3) / 1000 \text{ g/ml}$

Bunda,

$c(\text{HCl})$ - xlorid kislota eritmasining ekvivalent molyar konsentratsiyasi, mol/l berilgan ifoda uchun aniq kattalik.

$M(\text{NH}_3)$ - NH_3 ning molyar massasi, u 17 g/mol ga teng.

Kattaliklar o'rinlariga son qiymatlarini qo'yib $T(\text{HCl}/\text{NH}_3)$ ni hisoblash mumkin, u ham doimiy qiymatga ega bo'ladi. Agar qandaydir ob'yektdan ammiakni aniqlashda uning eritmasini titrlash uchun $V(\text{HCl})$ sarflansa, unda tekshirilayotgan (titrlanayotgan) eritmadagi ammiak massasi quyidagicha topiladi:

$m(\text{NH}_3) = T(\text{HCl}/\text{NH}_3) \cdot v(\text{HCl})$

Aniqlangan massani odam organizmidan ajralib chiqishi zarur bo'lgan ammiak miqdori bilan solishtirilib tashxis qo'yiladi. Ammiakning miqdori me'yordan oshib ketsa, giperamonemiya kasalligi kelib chiqadi. Ammiakning suvdagi 3–10% eritmasi - "Novshadil spirti" deb nomlanadi va tibiyotda asosan, 10% li eritmi xushini yo'qotgan odamni o'ziga keltirish uchun (burun-halqum shilliq pardasigi asablariga ta'sir etib, markaziy nerv sistemasini qo'zg'atadi) qo'llanadi. Alkogoldan zaharlanganlarni qustirish uchun yarim stakan suvga 5 tomchi tomizib ichiriladi. Terisi yog'li yuzni artish, yuz va qo'l terisini yumshatish uchun 0,5% li eritmasi qo'llanadi. Mikroblarga qarshi ta'sirga ega bo'lgani sababli novshadil spirtidan ba'zan xirurgiya amaliyotida ham foydalaniladi.

Vaziyatli masalalar

1-masala. Oshqozon shirasida hlorid kislota massasi ulushi 0,4–0,5% bo'lsa, 10,00 ml oshqozon shirasini titrlash uchun necha ml 0,1000 mol/l NaOH eritmasi sarf bo'ladi ($\rho=1,00 \text{ g/ml}$).

2-masala. Biologik suyuqliklarni analizida kislota-asosli titrlash usullari qo'llanadi. Usul asosida neytrallanish reaksiyalari yotadi. Titrlashda ekvivalent nuqtani aniqlash kerak. Qanday sharoitlarda ekvivalent nuqta $\text{pH}=7$, $\text{pH}<7$, $\text{pH}>7$ da bo'ladi?

3-masala. Maaloks antastid dorivor vosita bo'lib, uning bitta tabletkasi 600 mg CaCO_3 saqlaydi. Uning ikkita tabletkasi yordamida neytrallangan oshqozon shirasining hajmini millilitrida hisoblang va neytrallanish reaksiyasini yozing.

Bilimni sinab ko'rish uchun testlar

1. Eritmaning konsentratsiyasi qanday aniqlik bilan o'lchanadi?

- A) 0,03 mol/l; B) 0,09328 mol/l;
D) 0,1025 mol/l; E) 0,081293 mol/l.

2. Me'da shirasining pH qiymati normada qanday bo'ladi?

- A) $\text{pH}=0,9-2$; B) $\text{pH}=4-5$;
D) $\text{pH}=2-3$; E) $\text{pH}=3-5$.

3. Oqsil va uning hazm bo'lish mahsulotlari bilan bog'liq bo'lgan xlorid kislota nima deyiladi?

- A) bog'langan HCl; B) erkin HCl;
D) umumiy HCl; E) ortib qolgan HCl.

4. Fenolftalein $\text{pH}<8$ ga teng bo'lganda qanday rangga kiradi?

- A) rangsiz; B) binafsha; D) ko'k; E) sariq.

5. Ekvivalentlar qonunining matematik ifodasini toping.

- A) $V(1/z X_2) = c_1/c_2 \cdot c(1/z X_1) \cdot V_1 = c(1/z X_2) \cdot V_2$;
B) $c_1 = V(1/z X_1)/V(1/z X_2)$;
D) $c(1/z X_1) \cdot V_1 = c(1/z X_2) \cdot V_2$.

6. Oshqozon shirasini $\text{pH}=2,5$ bo'lsa, qanday kasallikka olib keladi?

- A) onkologik kasalliklar; B) giperxloridriya;
D) gipoxloridriya; E) metaxloridriya.

7. Titrimetrik analizda eritma titri (T)ning aniqlik darajasi yuqori bo'lishi talab etiladi. Qaysi javob shu fikrga mos keladi?

- A) 0,03g/ml; B) 0,003715 g/ml;
D) 0,375 g/ml; E) 0,037 g/ml.

8. Qaysi qiymatlar titrimetrik analizdagi hajmlar mutanosibligini ifodalaydi?

- A) 2,51ml; 10,52 ml; 8,78ml;
B) 5,73ml; 7,02 ml; 15,76 ml;
D) 15,27 ml; 15,22 ml; 15,31 ml;
E) 1,07 ml; 5,34ml; 0,78 ml.

9. Titrlangan eritma hajmi qanday o'lchov asbobida o'lchanadi?

- A) pipetka; B) o'lchov kolbasi;
D) byuretk; E) kolba.

10. Eritmaning titri nima?

A) 1 leritmada erigan moddaning grammlar bilan ifodalangan miqdori;

B) 1 leritmada erigan moddaning molar soni;

D) 1 kgeritmada erigan moddaning molar soni;

E) 1 ml eritmada erigan moddaning grammlari bilan ifodalanadigan miqdori.

OKSIDIMETRIYA USULLARI

13

5 yoshli qizcha bog'chada o'ynab yurib, yerdagi do'nglikka qoqilib yiqilib tushdi. Tizzasi shilindi. Uyda onasi yarani tozalab bog'lab qo'ydi. Ertasi kuni Qizchaning yarasida og'riq kuchaygani sezildi. Onasi bilan shifokorga murojaat qilishdi, shifokor jarohat joyini vodorod peroksidi bilan tozalashni tavsiya qildi. Qizchaning onasi vodorod peroksidi zarar keltirmaydimi deb so'radi, shunda shifokor bu moddaning odam organizmida ham mavjud ekani va uning vazifalari haqida gapirib berdi. H_2O_2 eritmasi qon to'xtatish hamda zararsizlantirish uchun ishlatiladi. Shu



kabi birikmalar haqida izlanishlar olib borilganda, H_2O_2 odam organizmida ishlab chiqarilishi va shu bilan jarohatlangan joyda immun to'qimalarining paydo bo'lishiga ta'sir ko'rsatishi aniqlangan.

Olimlar baliqning biologik modelida tajriba o'tkazdilar. Tajribada baliq tanasida H_2O_2 bor bo'lgan joylar yorug'lik effektini beradigan holatga keltirilgan. Baliqning dumidagi kichik joyi kesilib kuzatuv olib borildi. Yorug'lik harakatidan peroksid molekullari bir zumda jarohat joyi atrofidagi to'qimalarga yetib kelgani kuza-tildi. Ma'lumki, H_2O_2 leykotsitlar ishlab chiqarishda qatnashadi. Ammo uning miqdorining ko'payishi patologik oqibarlarga olib ke-

lishi mumkin, shuning uchun uning miqdori titrimetrik analiz yordamida tekshiriladi.

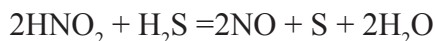
13.1. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari

Tirik organizmda kechadigan ko'pgina biokimyoviy jarayonlarning oksidlanish-qaytarilish jarayonlaridir, shuning uchun tibbiyot amaliyotida oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining borish qonuniyatlarini o'rganish va ularni biologik sistemalarga tatbiq etish zarur. Tarkibida hayot uchun zarur bo'lgan metallar - temir, mis, kobalt, molibden va boshqa moddalar saqlaydigan metallfermentlar tomonidan amalga oshiriladigan biokimyoviy oksidlanish-qaytarilish jarayonlarida kislorod atomi elektron qabul qilib, gidroksoguruhlarga o'tishi, vodorod va gidrid ionlarning ajralishi va boshqa jarayonlar ro'y beradi.

O'simliklarda fotosintez, tirik organizmlarda esa nafas olish eng muhim bioredoks jarayonlardir. Masalan, fotosintezda quyosh energiyasining yig'ilishi quyidagicha boradi:

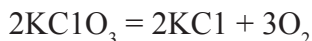
- Molekulalararo
- Ichkimolekular
- Disproporsiyalanish
- Sinproporsiya reaksiyalari

Molekulalararo oksidlanish-qaytarilish. Bu jarayonda oksidlovchi va qaytaruvchi turli molekular tarkibida bo'ladi:



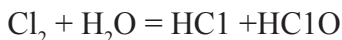
HNO_2 dagi N^{+3} oksidlovchi, H_2S tarkibidagi S^{-2} qaytaruvchi vazifasini bajaradi.

– *Ichki molekular oksidlanish-qaytarilish.* Bu jarayonda molekula tarkibining bir qismi oksidlanadi, qolgan qismi qaytariladi. Bu turdagi reaksiyalarga ko'pchilik termik parchalanish jarayonlari misol bo'la oladi.



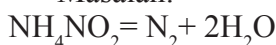
Keltirilgan reaksiyada kaliy xlorat tarkibidagi Cl^{+5} oksidlovchi, O^{-2} qaytaruvchi vazifasini bajaradi.

– *Disproporsiyalanish* (oʻz-oʻzini oksidlash va oʻz-oʻzini qaytarish). Bu jarayonda bir elementning oʻzi ham oksidlanadi, ham qaytariladi.



– Reaksiyadagi molekular xlor bir vaqtning oʻzida ikki vazifani bajaradi. Cl_2^0 *Sinproporsiyalanish*. Bu jarayonda molekulada bir elementning turli xil oksidlanish darajasidagi atomlari reaksiya natijasida bir xil oksidlanish darajasidagi birikmalarga aylanadi.

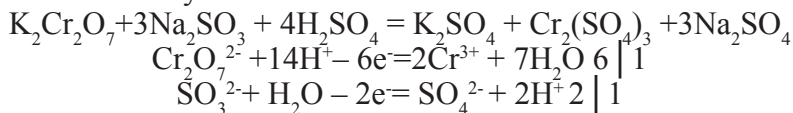
Masalan:



Bu jarayonda disproporsiyalanishga teskari holat kuzatiladi.

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining borish yoʻnalishiga eritma muhiti taʼsir koʻrsatadi. Muhitni oʻzgartirish natijasida bir xil oksidlovchi va bir xil qaytaruvchi ishtirok etgan holatlarda muhitga koʻra turli mahsulotlar hosil boʻladi. Ushbu jarayonlar kaliy permanganat ishtirokidagi oksidimetriya usullarida keltirilgan.

Quyidagi jarayon kislotali muhitda boradi. Bunda kaliy bixromat oksidlovchi, natriy sulfit qaytaruvchi, sulfat kislota esa kislotali muhitni taʼminlaydi:



13.2. Biologik sistemalarda boradigan (*in vivo*) oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari

Organik va anorganik birikmalarning oksidlanish va qaytarilish jarayonlarning mexanizmi bilish va ularni tirik organizmga tatbiq qilish tibbiy amaliyotda muhimdir. Biologik sistemalardagi biokimyoviy jarayonlarning deyarli barchasi oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari asosida kechadi. Xususan, oʻsimliklardagi fotosintez jarayoni, tirik organizmgagi nafas olish – muhim bioredoks jarayonlardir.

In vivo sharoitida koʻpchilik holatda substratning oksidlaniishi C – H bogʻi boʻyicha kislorod atomining kiritilishidan iborat-

dir. Bu jarayon fermentlar ta'sirida borib, *fermentativ gidroksil-lanish* deyiladi.

Oksidlanishda molekular kislorod ishtirok etib, uning bitta atomi – hosil bo'layotgan gidroksil guruhi tarkibiga kirs, ikkin-chisi qaytarilib suv molekulasini tarkibiga o'tadi, ya'ni kislorodning oksidlanish darajasi ortib, unga vodorod qo'shiladi. Bu jarayonlarning barchasida energiya ajraladi.

Hujayralarda boradigan barcha kimyoviy reaksiyalar, ya'ni yangi moddalarning hosil bo'lishi va parchalanish jarayonlari *metabolizm* deb ataladi.

Metabolizm yo'li - fermentlar bilan katalizlangan va o'zaro bog'langan zanjirli reaksiyalardir. Bu jarayonlarni o'rganish orqali hujayra darajasida energiya ishlab chiqarish yo'llarini ko'rib chiqish, o'rganish mumkin.

Biz ovqatlanганиmizda, polisaxaridlar, oqsillar va lipidlar nisbatan kichikroq molekulalarga parchalanib organizm hujayralariga so'riladi.

Glyukoza, yog' kislotalari va aminokislotalar parchalanishidan energiya ajraladi. Hosil bo'lgan barcha energiya sarflanmagani sababli, ortiqcha qismi hujayralarda katta miqdordagi energiyaga ega bo'lgan ATF ko'rinishida saqlanadi. Bizning hujayralarimiz ATFda saqlangan energiyani sarflab ish bajaradi, masalan, muskul qisqarishi, yuqori molekular birikmalarning sintezi, nerv impulslarini uzatishi va hujayra membranalaridan moddalarni o'tkazish uchun sarflanadi. Asosiy jarayonlar limon kislota siklida (krebs halqasi) kechadi.

Limon kislota siklida, mitoxondriyalarda kechadigan metabolik reaksiyalarda atsetil kofermentidagi ikki uglerod atomi oksidlanib CO₂ ga aylanadi. NADH va FADH₂ qisqartirilgan nomli kofermentlar elektron transportida ishtirok etib, jarayonlarni vodorod va elektronlar bilan ta'minlaydi.

Bunda O₂ dan suv hosil bo'ladi. Elektron tashilishidan hosil bo'lgan energiya ADF va Pi (fosfat kislota) dan ATF hosil bo'lishiga sarflanadi.

13.3. Oksidimetrik titrlash usullari

Hajmiy analizning oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga asoslanib, moddalar miqdorini aniqlash usuliga oksidlanish-qaytarilish (redoksidimetrik yoki oksidimetrik) usuli deb aytiladi. Ular qatoriga permanganatometriya, yodometriya, xromatometriya kabi usullarni kiritish mumkin.

Barcha oksidlanish-qaytarilash usullari ishlatiladigan asosiy titrantning xossasiga ko'ra, bir necha turga bo'linadi. Masalan: permanganat ioni (MnO_4^-) yordamida oksidlashga asoslangan usulga *permanganatometrik*, molekular yod yordamida oksidlanishga yoki yod ionlari I^- bilan qaytarishga asoslangan usulga *yodometrik*, xrom (VI) birikmalari ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, CrO_4^{2-}) yordamida oksidlashga asoslangan usulga *xromatometrik*, askorbin kislotasi yordamida qaytarishga asoslangan usulga – *askorbinometrik*, titan (III) birikmalari yordamida qaytarishga asoslangan usulga *titanometrik* usul deyiladi va hokazo.

Oksidlanish-qaytarilish usuli dorivor preparatlarni klinik va sanitariya-gigiyenik jihatidan tekshirishda keng qo'llanadi. *Permanganatometriya titrlash* usuli bilan siydikdagi siydik kislotaning, qon zardobidagi kalsiy ionining miqdorini, qonda qand moddasi va boshqalarni aniqlash mumkin. Ushbu usulda kaliy permanganatning oksidlovchilik xossasidan foydalanib asosan qaytaruvchilar miqdori aniqlanadi, ammo almashinish usulidan foydalanilganda oksidlovchilarni miqdorini aniqlashda ham ishlatilishi mumkin.

Yodometrik titrlash usulida qaytaruvchilar hamda oksidlovchilar miqdori aniqlanadi, bu esa titrimetrik analizning ushbu usulidan keng foydalanish imkonini beradi. Bu usul bilan eritmalarda aldegid va keton guruhlarni, atseton, xinon, antipirin, vodorod peroksid, suvdagi erkin xlor, mis (II) nitritlar va boshqalar miqdori aniqlanadi.

Oksidlanish-qaytarilish usullari ham kislota-asosli titrlash usullari kabi ilmiy tekshirish va ishlab chiqarish laboratoriyalarida keng qo'llaniladi. Bu usullar turli xil anorganik va organik moddalar,

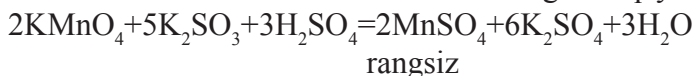
metallorganik birikmalar, monomerlar, polimerlar, mineral o'g'itlar, dorivor moddalar, oziq-ovqat mahsulotlari tarkibidagi u yoki bu modda miqdorini aniqlash imkonini beradi. Bu usullardan ikkitasini permanganatometrik va yodometrik usullarni ko'rib chiqamiz.

Permanganatometrik titrlash usuli



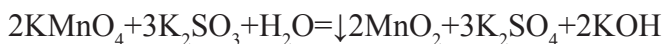
Permanganatometriya usuli kaliy permanganatning qaytariluvchilarni oksidlash reaksiyalariga asoslanadi. Kaliy permanganat kislotali, neytral va ishqoriy muhitlarda oksidlovchilik (uning tarkibidagi marganes Mn^{+7} faqat oksidlovchi) xossasini namoyon qiladi.

1. Kislotali muhitda marganes Mn^{7+} dan Mn^{2+} gacha qaytariladi:



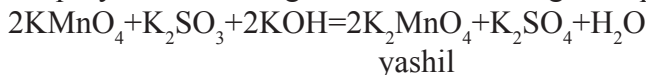
Kaliy permanganatning binafsha rangi rangsizlanadi.

Neytral muhitda marganes Mn^{7+} dan Mn^{4+} gacha qaytariladi:



Binafsha rangli kaliy permanganat qo'nir rangli marganes (IV)-oksid cho'kmasigacha qaytariladi.

Ishqoriy muhitda marganes Mn^{7+} dan Mn^{6+} gacha qaytariladi:



Binafsha rangli kaliy permanganat yashil tusli kaliy manganat-gacha qaytariladi.

Oksidlanish titrimetrik analizda *kislotali muhitda* olib boriladi, chunki, unda bu moddaning oksidlovchi xususiyati ko'proq namoyon bo'ladi, titrlashda esa uning tarkibiga kirgan binafsha rangli MnO_4^- ioni rangsiz Mn^{2+} ionigacha qaytariladi. Ekvivalent nuqtaga

erishilgandan so'ng kaliy permanganatning ortiqcha tomchisining birinchisiyoq titrlanayotgan suyuqlikni pushti rangga bo'yaydi, bu esa titrlashni indikatorsiz olib borish imkonini beradi. Neytral muhitda qaytarilish jarayonida to'q qo'ng'ir cho'kma MnO_2 hosil bo'ladi, ishqoriy muhitda esa binafsha rangli kaliy permanganat yashil tusli kaliy manganatgacha K_2MnO_4 qaytariladi. Eritmada ularning mavjudligi ekvivalent nuqtani aniqlashni qiyinlashtiradi.

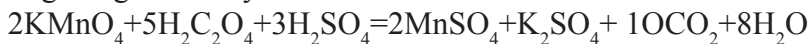
Oksidimetriya usulida moddaning ekvivalent molyar massasini aniqlash lozim. Ma'lumki, modda ekvivalenti deb oksidlanish - qaytarilish reaksiyalarida moddaning bir elektronga ekvivalent bo'lgan miqdoriga aytiladi, shuning uchun oksidlovchi yoki qaytaruvchi ekvivalent molyar massasini moddaning bir molekulasini qabul qiladigan yoki yo'qotadigan elektronlar elektronlar soniga bo'linadi.

Kislotali muhitda: $\text{Mn}^{+7} + 5\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$; $M(1/5 \text{KMnO}_4) = \frac{M(\text{KMnO}_4)}{5\text{e}^-}$

Neytral muhitda: $\text{Mn}^{+7} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{4+}$; $M(1/3 \text{KMnO}_4) = \frac{M(\text{KMnO}_4)}{3\text{e}^-}$

Ishqoriy muhitda: $\text{Mn}^{+7} + \text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{+6}$; $M(\text{KMnO}_4) = \frac{M(\text{KMnO}_4)}{1\text{e}^-}$

KMnO_4 eritmasi konsentratsiyasi boshlanich modda bo'lgan oksalat kislotaning (yoki boshqa qaytaruvchilarning standart eritmasi) standart eritmasi yordamida aniqlanadi. O'zaro ta'sirlashuv quyidagi tenglama bo'yicha boradi:



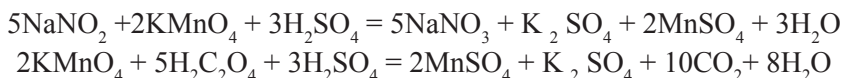
Reaksiya natijasida KMnO_4 5 ta elektronni biriktirib olgani uchun ekvivalent molyar massasi uning molyar massasining 1/5 qismiga teng. $M(1/5 \text{KMnO}_4) = 158/5 = 31,61\text{g/mol}$

Oksalat kislotasi reaksiya natijasida 2 ta elektron beradi, shuning uchun ekvivalent molyar massasi uning molyar massasining 1/2 qismiga teng:



Permanganometriya usuli qo'llanayotgan vaqtda qo'shimcha (keraksiz) jarayonlar boradigan bo'lsa, qayta titrlash usulidan foydalaniladi.

Masalan, tibbiyotda ishlatiladigan NaNO_2 eritmasining titri va ekvivalent molyar konsentratsiyasini aniqlash, qayta titrlash usuli bilan aniqlanadi. Bu usul quyidagi reaksiyalarga asoslangan:



Qayta titrlash usulining mohiyati shundan iboratki, bunda ortiqcha olingan KMnO_4 ning titrlangan eritmasiga ozigina kislota qo'shib, natriy nitrit eritmasidan aniq hajmda qo'shiladi va kaliy permanganatning ortiqcha miqdori oksalat kislotaning standart eritmasi bilan titrlanadi. Organizmda muhim biojarayonlarda ishtirok etuvchi vodorod peroksidning miqdorini permanganometriya usuli bilan aniqlanadi. Jarayon kislotali muhitda olib boriladi va indikator qo'llanilmaydi. Reaksiyani tezlashtirish uchun MnSO_4 katalizator sifatida qo'shiladi.

Kaliy permanganat eritmasi antiseptik xususiyatga ega vositadir. Uning eritmasidan antiseptik vosita sifatida quyidagi holatlarda keng foydalaniladi: 0,1–0,55% li suvli eritmasi yaralarni yuvishga, 0,01–0,1% li eritmasi og'iz va tomoqni chayish uchun, 0,02–0,1% li eritmasi esa zaharlanganda me'dani chayish uchun ishlatiladi.

Yodometrik titrlash usuli

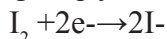


13.3-rasm. Standart eritma

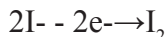
Titrimetrik analizda qo'llaniladigan usullar orasida aniq natijalar beradigan usullardan biri yodometrik titrlash usulidir. Titrlashning ushbu oksidlanish-qaytarilish usuli dorivor preparatlarini analiz qilishda, sanitariya-gigi-

yena va klinik analizda keng qoʻllanadi. Yodometrik titrlash usulida qaytaruvchilar hamda oksidlovchilar miqdorini aniqlash mumkin, bu esa titrimetrik analizda undan keng foydalanish imkonini beradi. Bu usul bilan eritmalarda aldegid va keton guruhlarni, atseton, xinnon, antipirin, vodorod peroksid, suvdagi erkin xlor, mis (II)-nitritlar va boshqalarni aniqlash mumkin.

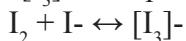
Yodometrik titrlash erkin yod I₂ ning ion (I⁻) holdagi yoʻdgacha qaytarilishi bilan bogʻliq boʻlgan qaytarilish jarayoniga:



yoki I⁻ ionlarini I₂gacha oksidlanish jarayoniga asoslangan:



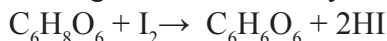
Qattiq holdagi (kristall) yod suvda kam eriydi. Shuning uchun standart eritma sifatida yodning KI dagi eritmasi ishlatiladi. Yod ka-liy yodid eritmasida eriganda [I₃⁻] - kompleks ionini hosil qiladi.



Erkin yod nisbatan kuchsiz oksidlovchi (qoʻngʻir sariq rang), uning turli foyizdagi eritmasi barcha apteka qutilarida boʻladi, an-ioni I⁻ esa – (rangsiz) kuchli qaytaruvchidir.

Yodometrik titrlash usulida qaytaruvchilar miqdorini aniqlash uchun toʻgʻri titrlash hamda qayta titrlash usullaridan foydalaniladi. Oksidlovchilar miqdorini aniqlash uchun esa almashinish usulidan foydalaniladi.

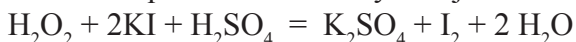
Qaytaruvchilar miqdorini - toʻgʻri titrlash usulida aniqlash uchun yoʻdning standartlangan eritmasidan foydalaniladi:



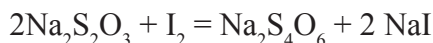
Bu reaksiyada askorbin kislota C₆H₈O₆ qaytaruvchi – tekshirilayotgan modda, I₂ – standart eritma u oksidlovchi. Toʻgʻri titrlash usulidayoʻdning standart eritmasi byuretkaga solinadi va tomchilab askorbin kislota quyiladi, ekvivalent nuqtaga yetgan-da jarayon toʻxtatilib, askorbin kislota (qaytaruvchi)ning miqdori aniqlanadi. Bu usulda ekvivalent nuqtani aniqlash uchun kraxmal – indikator vazifasini bajaradi. Kraxmal kolbadagi tekshirilayotgan askorbin kislota eritmasiga qoʻshiladi. Bunda kolbadagi eritma

rangsiz bo'ladi. Reaksiya tugaganda kolbadagi eritmada askorbin kislotaga to'liq reaksiyaga kirishib, rangsiz $C_6H_6O_6$ ni hosil qiladi, so'ngra kolbaga tushgan bir ikki tomchi yod eritmasi kraxmal bilan to'q ko'k rangli adsorbsion kompleks birikma hosil qiladi. Bu holat reaksiya tugaganini bildiradi. Odam organizmi uchun muhim ahamiyatga ega bo'lgan askorbin kislotaga miqdori ekvivalentlar qonuni asosida hisoblab topiladi.

Iodometrik titrlashdagi almashinish usulida ion holatdagi iod eritmasidan foydalaniladi. KI eritmasidagi ion holatdagi iod qaytaruvchi bo'lib, uning eritmasi yordamida almashinish usulida oksidlovchilarning miqdori aniqlanadi. Oksidlovchilarning KI ga ta'siri natijasida ekvivalent miqdorda molekular yo'd ajralib chiqadi:



Ajralib chiqqan iodni yorug'lik kam tushadigan idishga yig'ib olinadi. Ushbu yo'd standartlangan natriy tiosulfat eritmasi bilan titrlanadi:

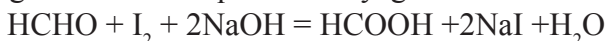


Shunday qilib, oksidlovchining miqdori ajralib chiqqan I_2 miqdoriga ekvivalent bo'lgan $Na_2S_2O_3$ hajmiga ko'ra hisoblanadi. Bu jarayonda ham kraxmal indikator bo'lib, birinchi reaksiyada ajralib chiqqan yod hisobiga eritmani ko'k rangga bo'yaydi. Ikkinchi reaksiyada esa molekular yod ion holatga o'tadi va natijada eritma to'liq rangsizlanadi.

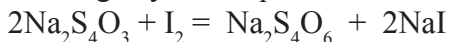
Yod eritmasi pangli bo'lgani uchun uning o'zi indikator vazifasini bajarishi mumkin. Maslan, titrlash uchun olingan (konsentratsiyasi noma'lum bo'lgan) $Na_2S_2O_3$ ning eritmasi to'liq titrlanib bo'lganda, titrlanayotgan suyuqlik bir tomchi yod eritmasi qo'shili-shi bilan och sariq tusga kiradi. Demak, bunda ham xuddi xromatometrik va permanganatometrik usullardagi kabi indikator ishlatmay titrlashni olib borish mumkin. Lekin yodning titrlash oxirida namayon bo'ladigan rangi bilinar-bilinmas bo'lishi sababli ekvivalent nuqtaning aniqlanishini qiyinlashtiradi. Shuning uchun indikator sifatida yod uchun nihoyatda sezgir reaktiv - kraxmal eritmasi ish-

latiladi. Ma'lumki, kraxmal yod bilan birikib, ko'k tusli adsorbsion birikma hosil qiladi, kraxmal eritmasidan foydalanilganda, titrlash oxirida suyuqlikka yod eritmasidan ortiqcha bir tomchi qo'shilishi bilan u ko'k tusga kiradi, natijada titrlashning oxirgi nuqtasi aniqlanadi.

Qaytaruvchilar miqdorini to'g'ri titrlash bilan bir qatorda qayta titrlash usuli orqali ham aniqlash mumkin. Aniqlanayotgan modda bilan yodning ekvivalent miqdori reaksiyaga kirishadi:



Bunda tekshirilayotgan eritmaga ortiqcha miqdorda titrlangan yo'd eritmasi qo'shiladi. Yo'dning ortiqcha qismi ishchi eritma - natriy tiosulfat bilan titrlanadi. Shunday qilib, yo'dning umumiy va reaksiyaga kirishmagan qismlarini bilgan holda tekshirilayotgan moddaga ekvivalent bo'lgan yo'd miqdori hisoblab topiladi.



Bu jarayonda ham kraxmal indikator sifatida ishlatiladi. Birinchi reaksiyada kraxmal hisobiga ko'k rangga kirgan eritma ikkinchi reaksiyada to'liq rangsizlanadi va reaksiya tugaganini bildiradi. Har bir titrlash usulida tekshirilayotgan modda miqdori ekvivalentlar qonuniga asosan hisoblab topiladi. Demak, yodometriya usuli bilan qaytaruvchilarning (H_2SO_3 , H_3AsO_3 , SbO_3 ning tuzlari, erkin H_2S , SnCl_2 va boshqalar) va oksidlovchilarni (Cl_2 , Br_2 , KMnO_4 , KClO_3 , H_2O_2 , Cu^{+2} , Fe^{+3} va boshqalar) aniqlash mumkin.

Yodometrik titrlash usulining afzalliklari:

1. Yodometrik usul bilan ko'pgina I_2 va I^- bilan reaksiyaga kirishmaydigan moddalarni ham aniqlash mumkin.

2. Boshqa oksidlanish-qaytarilish usullariga nisbatan aniqlik darajasi yuqori;

3. I_2 o'ziga xos rangga ega bo'lganligi sababli ekvivalent nuqtani indikatorsiz ham aniqlash mumkin;

4. I_2 suvli eritmadan tashqari organik erituvchilarda yaxshi eriydi, shu sababli titrlashni suvsiz eritmalarda ham olib borish mumkin.

Yodometrik titrlash usulining kamchiliklari:

1. I_2 uchuvchan;
2. I- havo O_2 ta'sirida oksidlanadi: $4I^- + O_2 + 4H^+ \leftrightarrow 2I_2 + 2H_2O$
3. Yodometrik titrlash usulini ishqoriy muhitda olib borish mumkin emas, chunki bunda disproporsiyalanish reaksiyasi boradi;
4. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi sekin boradi;
5. Reaksiya natijasida hosil bo'lgan cho'kma yoki boshqa aktiv moddalarda I_2 adsorbsiyalanishi kuzatiladi.
6. Standartlangan I_2 va $Na_2S_2O_3$ eritmalari vaqt o'tishi bilan titrini o'zgirtiradi.

Yodning 2–5% eritmasi, antiseptik vosita sifatida qo'llaniladi, 10% li eritmasi jarrohlikda ishlatiladi. Bundan tashqari odam organizmida uning yetishmasligi turli kasalliklarga sabab bo'ladi va bunda yodask, yodomarin, yodid kabi yod saqlovchi preparatlar tavsiya etiladi. Organik birikmalar kimyosida moylardagi yod sonini aniqlash – uning qo'shbog'ga birikishi bilan moylarning to'yinmaganlik darajasi aniqlanadi.

Vaziyatli masalalar

1-masala. Oksidlanish-qaytarilish usullarida ekvivalent nuqta qanday aniqlanadi? Misollar keltiring.

2-masala. 10,00 ml yod eritmasini titrlash uchun 13,00 ml 0,2660 n $Na_2S_2O_3$ sarflandi. Yod eritmasining normalligini va eritmaning $Na_2S_2O_3$ bo'yicha titrini hisoblang.

3-masala. 500 ml hajmli kolbada 1,8750 g $KMnO_4$ eritildi. Eritmaning kislotali va ishqoriy muhit uchun normalligi va titrini hisoblang.

Bilimni sinab ko'rish uchun testlar

1. Permanganatometriya usulida qanday indikatorlar qo'llanadi?

- | | |
|-----------------------|-------------------|
| A) metilzarg'aldog'i; | B) fenolftalein; |
| D) kraxmal; | E) ishlatilmaydi. |

2. Tibbiyotda yodning necha % eritmasi ishlatiladi?

A) 2%; B) 5%; D) 10 %; E) 8 %.

3. Turli muhitlarda KMnO_4 ekvivalent molyar massalari bir xil bo'ladimi?

A) ha; B) yo'q; D) past haroratda;
E) yuqori haroratda.

4. Reaksiyada qaysi elementning oksidlanish darajasi pasayadi?



A) S; B) As; D) N; E) As, S.

5. Berilgan reaksiyada KMnO_4 ningtitrini toping:
 $\text{M}(\text{KMnO}_4)=158,04 \text{ g/mol}, C_m = 0,02 \text{ mol/l}.$

$2\text{KMnO}_4 + 5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4$ Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida yod qanday vazifani bajaradi?

A) oksidlovchi; B) ham oksidlovchilik, ham qaytaruvchilik;
D) qaytaruvchi; E) kuchsiz oksidlovchi.

6. Yodometrik titrlashda qanday usullardan foydalanish mumkin?

A) to'g'ridan to'g'ri titrlash usuli;
B) o'rin olish usulida titrlash;
D) qayta titrlash usuli; E) barcha usullar.

7. Yodometrik titrlashda qanday indikatorlardan foydalaniladi?

A) lakmus; B) metil qizili; D) metilzarg'aldoq; E) kraxmal.

8. Yodometrik titrlashning to'g'ridan-tog'ri usulida qanday moddalar miqdorini aniqlash mumkin?

A) oksidlovchilarning; B) oksidlovchi va qaytaruvchilarning;
D) qaytaruvchilarning; E) to'g'ri javob yo'q.

9. Yodometrik titrlashning qayta titrlash usulida qanday moddalarning miqdorini aniqlash mumkin?

A) kislotalar; B) keton va aldegidlarg;
D) asoslar; E) to'g'ri javob yo'q.

14

ICHKI KOMPLEKS BIRIKMALAR. KOMPLEKSONOMETRIYA USULI

Tabiiy suv tarkibida har doim turli moddalar mavjud. Ular suvning ta'miga, hidiga, elektr o'tkazuvchanligi va boshqa xususiyatlariga ta'sir qiladi. Siz boshqa joyga ko'chib borganingizda yoki dala hovlingizda kir yuvganingizda odatda ishlatadigan sovuningiz ba'zan yaxshi ko'pirmay qolgan holatlarga duch kelgan bo'lsangiz kerak. Sovun yaxshi emasmi? Yo'q, gap sovunda emas, suvda! Siz duch kelgan suv kir yuvish uchun yaroqli emas, buning sababi uning xususiyatlaridan biri - *qattiqlikdir*. Uning qiymati suv tarkibidagi Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlarining miqdoriga bog'liq. Qattiqlik 4–7 mg·ekv/l ga teng bo'lsa, uni iste'molga yaroqli deb hisoblanadi va u nafaqat xo'jalikda, balki, odam organizmi uchun maqbul holatda bo'ladi.



Suv muhim biologik jarayonlarda ishtirok etadi: u hujayra tarkibidagi tuzulmalarni bog'lovchi asosdir, DNK ni turli jarohatlardan himoyalaydi, ularni qayta tiklanishi samaradorligini oshiradi hamda anomaliyalar sonini kamaytiradi. Suv ovqatdagi hayotiy zarur moddalarni hazim qilishda ishtirok etadi va hosil bo'lgan moddalarni butun organizm bo'ylab tashiydi, o'pka-da eritrotsitlarning kislorod bilan to'yinishini ta'minlaydi. Qattiqlik qiymati 4–7 mg·ekv/l dan baland bo'lsa oshqozon – ichak sistemasiga zarar yetkazadi. Ushbu qiymatni aniqlab, suvni tekshirishda kompleksometrik titrlash usulidan foydalaniladi.

Odam va hayvon organizmida hamda o‘simliklar tarkibidagi ko‘plab moddalar kompleks birikmalardir. Ular biometallar va ligandlardan tashkil topgan yuqori darajali birikmalardir. Biomuhitlarda metall ionlarining taqsimlanishi ularning ligandlar bilan hosil qilgan kompleksining barqarorligiga va ligandlarning konsentratsiyasiga bog‘liq bo‘ladi. Metall kationlarining organizmga kiritilishi metabolizm, kationlarning chiqarilishi elementoz gomeostaz jarayoni bilan boshqariladi.

Ba‘zan odam organizmida metalloligand gomeostaz sistemasining buzilishi kuzatiladi. Ushbu o‘zgarish noorganogen metall kationlarning ko‘payishi, biogen metall kationlarining ortib yoki kamayib ketishi oqibatida yuzaga keladi. Bunda noorganogen metall kationlarni odam organizmidan chiqarib yuborish, biogen metall kationlari miqdorini me‘yorlashtirishga qaratilgan davolash choralari olib boriladi. Noorganogen metall kationlarni odam organizmidan chiqarib yuborish uchun tibbiyotda maxsus yo‘nalish - *xelatoterapiya* yuzaga kelgan. Bunda kompleksionlar yordamida metalloligand balansi tiklanadi. Masalan, organizmga Cd^{2+} ionlari kirib kelishi natijasida karboangidraza fermentlari bilan mustahkam kompleks hosil qiladi. Ferment tarkibidagi Zn^{2+} ionlarini siqib chiqarib ferment o‘z faolligini yo‘qotishiga olib keladi.

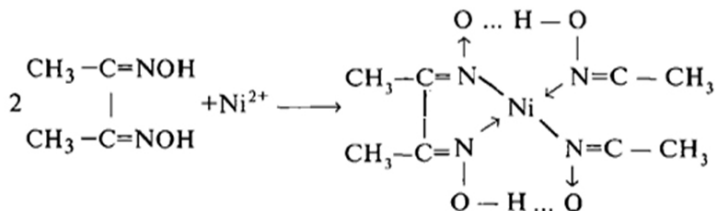
Toksik elementlar odam organizmidagi bioligandlar bilan bog‘lanib, zaharli ta’sir ko‘rsatadi. Ularni chiqarib yuborish uchun organizmdagidan barqarorroq kompleks (toksik element bilan) hosil qiluvchi ligandlar (kompleksonlar) kiritiladi. Xelatoterapiyada qo‘llanadigan ligandlar *antidotlar* (*zaharga qarshi moddalar*) deb ataladi.

Ular o‘z tarkibida bir nechta funksional guruhlar tutadi, bu guruhlar noorganogen element bilan 5 yoki 6 a‘zoli halqa (xelatlar) hosil qilib eruvchan kompleks birikmalarga aylanadi va odam organizmidan chiqib ketadi. Antidotlar bu xususiyati bilan barqaror kompleks hosil qila oladi va ligand - ligand raqobatida qatnasha oladi.

14.1. Ichki kompleks birikmalar

Turli kationlar bilan organik reagentlardan hosil boʻladigan ichki kompleks birikmalar analitik kimyoda alohida ahamiyatga ega. Kimyoviy analizda birinchi boʻlib 1884-yilda M.A. Ilinskiy kobaltni ochishda organik reaktivlardan α -nitrozo P-naftoldan foydalangan. 1905-yilda L.A. Chugayev Ni^{2+} kationini ochishda dimetilglioksimni qoʻllagan. Shundan soʻng organik reagentlar keng qoʻllanila boshlandi.

Agar organik modda molekulasida metall bilan bogʻlana oladigan biror guruh bilan birga, ligand sifatida elektron juft saqlagan boshqa guruhi boʻlsa, kation u bilan koordinatsion bogʻ orqali bogʻlanadi. Natijada hosil boʻladigan tuzlar *ichki kompleks tuzlar* deb aytiladi. Ni^{2+} ning dimetilglioksim bilan hosil qilgan birikmasi ham ichki kompleks tuzdir. Uning hosil boʻlish reaksiyasini quyidagi tenglama orqali koʻrsatish mumkin:



Ichki kompleks birikma hosil qiluvchi ligandlar tarkibida metallga almashadigan vodoroddan tashqari taqsimlanmagan elektron jufti saqlagan funksional guruhlar saqlovchi organik birikmalar boʻladi. Bunday organik birikmalar metall ionlari bilan reaksiyaga kirishishi natijasida kompleks birikmalar hosil qiladi, ular valent bogʻidan tashqari elektron juft hisobiga koordinatsion (donor-akseptor) bogʻ hosil qiladi. Natijada metall ionini kovalent yoki ion bogʻi va koordinatsion bogʻ yordamida mustahkam bogʻlab, metall ionini ligand ichiga tortilishi kuzatiladi. Shuning uchun bu birikmalar ichki kompleks nomi bilan ataladi.

Ichki kompleks birikmalarning molekulari siklik (halqasimon) tuzilishga ega. Ularda odatda 5 va 6 aʼzoli mustahkam halqa

hosil bo'ladi. Suvda yaxshi va oz eriydi, ko'pincha yorqin rangga ega bo'lib, kam ionlanadi. Ular odam organizmida alohida ahamiyat kasb etadi, chunki, ko'pchilik metalloproteidlarning oqsil qismi metall ionlari bilan shu mexanizm bo'yicha bog'langan.

Ushbu birikmalar tarkibidagi ligandlar polidentant tabiatga ega bo'lib, tarkibida 2 va undan ortiq funksional guruh saqlaydi:

1. Almashinish reaksiyasi hisobiga qutbli kovalent bog' hosil qiladigan guruhlar: $-\text{COOH}$, $-\text{NH}_2$, $-\text{NH}$, $-\text{OH}$, $-\text{HS}$ va boshqalar.

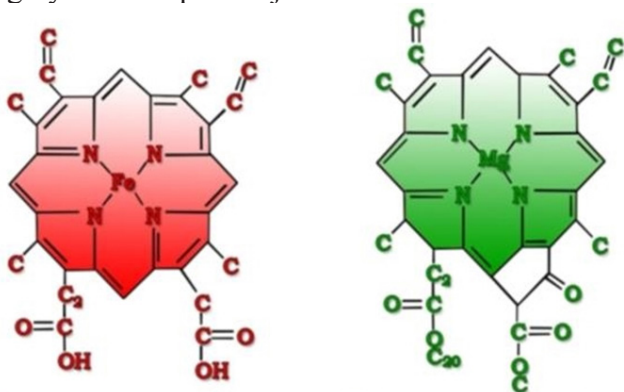
2. Elektron juftlar donori bo'lgan guruhlar: N , $>\text{NH}$, $>\text{CO}$, $-\text{S}-$ va boshqalar. *Ichki kompleks birikmalar tarkibidagi ligandlar komplekslar deb ataladi.* Odatda, metall ionlari va kompleksonlarning nisbati 1:1 bo'ladi. Kompleksonlar jumlasiga aminopolikarbon kislotalar va ularning hosilalari, aminosirka kislota (glitsin), etilendiamintetrasirka kislota va uning ikki natriyli tuzi (komplekson III) kiradi.

Tabiatda xlorofil magniyning kompleksi bo'lib, quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi. Kompleksonlardan etilendiamin- tetrasirka kislota (EDTA) va uning ikki natriyli tuzi komplekson III yoki trilon B deb nomlangan tuzi katta ahamiyatga ega. Ichki kompleks birikmalarda metall ionlari ligand bilan turli xil bog'lar orqali bog'langan bo'lib, kompleks birikma eritma holga o'tganda o'zining avvalgi xossalarini saqlab qolmaydi. Komplekson III ning turli xil metallar bilan hosil qilgan ichki kompleks birikmalari ko'pincha yorqin rangli bo'lib, ular analitik kimyoda kationlarni aniqlashda reagent vazifasini bajaradi. Komplekson III miqdoriy analizda metall ionlarini kompleksometrik usulda aniqlashda keng qo'llanadi. Bu usul 1945 yili G.Shvarsenbax tomonidan topilgan.

Ichki kompleks birikmalar organizmning hayot faoliyatida katta ahamiyat kasb etadi, chunki kislorodni o'pkadan to'qimalarga tashish vazifasini bajaruvchi gemoglobinning murakkab molekulasi ($\text{Mr} \approx 67000$), o'zining tarkibida prostetik (nooqsil) guruh yoki gemni saqlaydi va bu birikmani ichki kompleks birikmalar qatoriga kiradi.

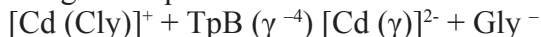
O'simlik hayotida katta ahamiyat kasb etuvchi xlorofil, ichki kompleks birikmalar jumlasiga kirib, unda kompleks hosil qiluvchi

ion vazifasini magniy ioni bajaradi. Ko'pchilik fermentlar molekulari ham ichki kompleks birikmalar turkumiga kirib, ularda kompleks hosil qiluvchi atom vazifasini temir, rux, kobalt, mis, marganets, magniy va boshqalar bajaradi.



Kompleks hosil bo'lish jarayoni yo'nalishlaridan yana biri raqobatlashgan koordinatsiyalanishdir. Buni quyidagi misollar bilan tushuntirish mumkin.

– Ligand raqobati:



$$\lg \beta = 4,80 \quad \lg \beta = 16,46$$

– Metall raqobati:



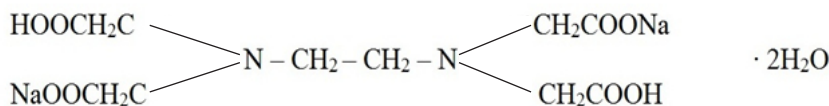
$$\lg \beta = 7,3 \quad \lg \beta = 18,8$$

Bu ikki raqobat turi odam organizmida biometallar ishtirokida boradigan va qator zaharlanish hollarining mexanizmlarini tushuntirishni asosiy mezonlari sifatida qaralishi mumkin. Qator davolash usullari aynan shu ikki holatga asoslangandir (xelatoterapiya).

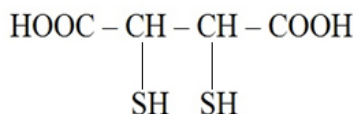
Noorganogen elementlarning toksik oqibatlarining klinik namoyon bo'lishi 8–12 soatgacha davom etadi. Antidotlarning ijobiy ta'siri esa ularni o'z vaqtida 18–12 soat oralig'ida kiritilishiga bog'liq.

Tibbiyotda unitiol, dimerkaprol (BAL), dimerkaptoqahrabo kislota, penitsilamin, auringrikarbon kislota, etilendiamin tetrasirka

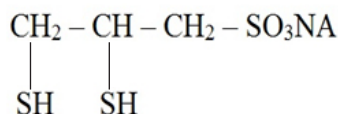
kislota (EDTA), etilendiamin tetrasirka kislolaning ikki natriyli tuzi, pentatsit va boshqalarqo‘llanadi:



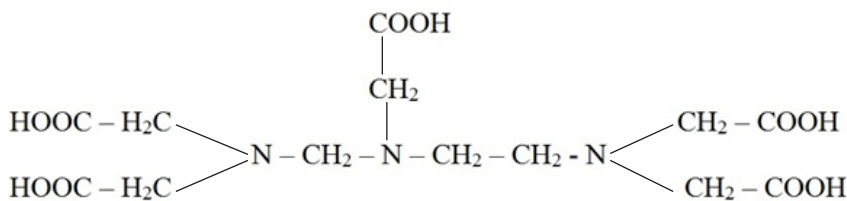
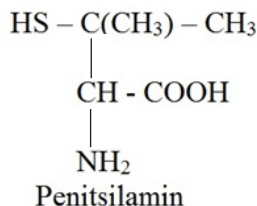
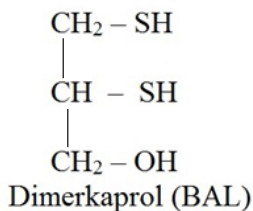
Etilendiamintetrasirka kislolaning ikki natriy tuzi (EDTA)



Dimerkaptokahrabo kislota



Unitiol



Pentatsit

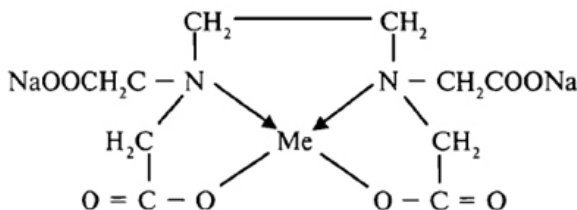
Ba’zi holatlarda og‘ir metallarni organizmdan chiqarib yuborish uchun makrotsiklik ligandlar ishlatiladi, masalan, kriptandlar. Bu antidotlarning afzalligi ma’lum bir metall ioniga bog‘lanishi, y’ani tanlab ta’sir etishidir. Masalan, u Zn^{2+} va Ca^{2+} bilan kompleks hosil qilmaydi, noorganogen Cd^{2+} , As^{3+} lar bilan barqaror kompleks birik-

ma hosil qilib, ularni o‘ziga bo‘lab oladi va organizmdan chiqarib yuboradi. Tibbiyotda bir nechta og‘ir metallar bilan zaharlanishda davolash, mos kelgan ikki va undan ortiq antidotlar bilan amalga oshiriladi.

14.2. Kompleksonometrik titrlash

Kompleksonometriya usuli tibbiy-biologik tadqiqotlarda, sanitariya-gigienik tekshiruvlar va dorivor moddalarni analiz qilishda keng qo‘llanadi. Hozirgi kunda 80 dan ortiq elementlarni kompleksonometrik titrlash orqali miqdoriy analiz qilish usullari ma’lum. Bu usul bilan biologik suyuqliklardagi kalsiy, magniy, mis, temir va boshqa kationlarning miqdori aniqlanadi. Shuningdek, oziq - ovqatlar tarkibi, xususan sut tarkibidagi kalsiy va magniy tuzlarining miqdori tekshiriladi. Kompleks hosil bo‘lishiga asoslangan ushbu usul *kompleksonometrik* titrlash usuli deb ataladi. Uning asosida kompleksonlarning metall ionlari bilan barqaror ichki kompleks birikma – xelatlar hosil qilishi reaksiyasi yotadi. Kompleksonlar – aminopolikarbon kislotalarning hosilalaridir. Ularga komplekson I, komplekson II, komplekson III va boshqalar kiritiladi. Misol tariqasida Komplekson III – trilon B yoki EDTA (etilendiamin- tetrasirka kislotaning ikki natriyli tuzi)ni ko‘rib chiqamiz:

Komplekson III molekulasidagi karboksil guruh vodorodini metall ionlariga almashadi va azot atomlari vositasida koordinatsion bog‘ hosil qildi. Metall : ligand nisbati 1:1 bo‘lgan ichki kompleks tuzini hosil qiladi:

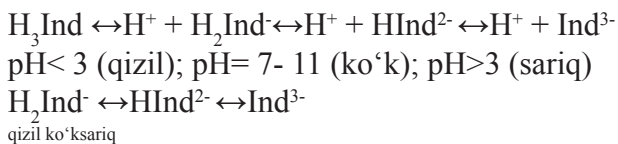


Yuqoridagi formulada valent bog‘lari oddiy chiziqlar bilan, koordinatsion bog‘lar strelka bilan ifodalangan. Komplekson III ko‘pgina metall kationlari bilan suvda eruvchan barqaror ichki kompleks birikmalar (tuzlar) hosil qiladi, bu esa uning metallar miqdorini aniqlashda ishchi eritma sifatida qo‘llash imkonini beradi.

Trilon-B hosil qilgan ichki kompleks birikmalarining beqarorlik konstantalari juda kichik (10^{-9} dan 10^{-18} gacha) va bu qiymat birikmalarining ancha barqaror ekanligini ko‘rsatadi. Masalan, Trilon-B ning Ca bilan hosil qilgan kompleksi: $K_{\text{beqar}}, \text{Ca}^{2+} = 2,6 \cdot 10^{-11}$, Mg bilan hosil qilgan kompleksi: $K_{\text{beqar}}, \text{Mg}^{2+} = 2 \cdot 10^{-9}$ ga teng.

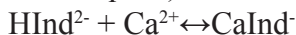
Ichki kompleks birikmalarining barqarorligiga harorat va organik erituvchilar, ayniqsa, eritma muhiti (pH) juda katta ta‘sir qiladi.

Ekvivalent nuqtani aniqlash. Kompleksonometrik usulda metallar miqdorini aniqlash uchun eritma rangsiz ekanligi va tashqi o‘zgarishlar kuzatilmasligini e‘tiborga olgan holda indikator tanlash zarur. Kompleksonometrik titrlashda ekvivalent nuqtani aniqlash uchun organik bo‘yoqlar: to‘q-ko‘k kislotali xrom, erioxrom qora T, xromogen ET-100, mureksid va boshqalar ishlatiladi. Bu indikatorlar metall ionlari bilan titrant- kompleksonlar hosil qiladigan kompleks birikmalarga nisbatan beqarorroq, rangli kompleks birikmalar hosil qiladi. Shuning uchun ham bu indikatorlar metall-xrom indikatorlar deyiladi. Erioxrom qora T - uch asosli kislota bo‘lib, dissotsilanganda quyidagi ionlarni hosil qiladi:



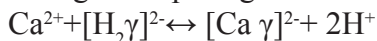
$\text{pH} < 10$ da Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlarning indikator bilan hosil qilgan kompleksi olcha rangli bo‘ladi. Ma‘lum konsentratsiyali EDTA eritmasi tayyorlab olinadi. Tekshirilayotgan Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlarni saqlagan eritmada zarur hajmda o‘lchab olinadi va unga erioxrom qora T indikatorini qo‘shiladi:

$pH=10$ da erioxrom qora T Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlari bilan olcha rangli kompleks hosil qiladi (bunda hosil bo'lgan $CaInd^-$ kompleksi nisbatan beqaror):



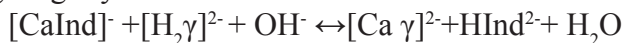
olcha rang

Ca^{2+} ioning komplekson bilan hosil qilgan birikmasi– $[Ca\gamma]^{2-}$ olcha rangli kompleksga nisbatan barqarorroq:



rangsiz

Kalsiy va magniyning eritmadagi erkin ionlari komplekson III bilan barqaror kompleks hosil qilib bo'lgandan so'ng, komplekson III kationlarni indikator dan olib barqaror $[Ca\gamma]^{2-}$, $[Mg\gamma]^{2-}$ komplekslarga bog'laydi:



olcha rang rangsiz ko'k

Ekivalent nuqtada eritma rangi olcha rangdan ko'k rangga o'zgaradi.

Sanitariya-gigienik analizda kompleksometriya usuli bilan suvning umumiy qattiqligi aniqlanadi. Bunda ammiakli bufer qo'shilgan suvga erixrom qora T quruq moddasidan qo'shiladi, bufer hisobiga $pH=9-10$ bo'lgani uchun suvdagi Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlari erixrom qora T bilan bog'lanib olcha rangli ion hosil qiladi. Bu jarayon titrlash kolbasida sodir bo'ladi.

Byuretkadan standartlangan komplekson III (Trilon B) eritmasi kolbaga asta sekin solinadi, reaksiya nihoyasida Trilon B Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlarini erixrom qora T bilan hosil qilgan kompleksdan tortib oladi, chunki, yangi hosil bo'lgan kompleks avvalgisidan barqaror bo'ladi.

Erkin holda qolgan indikator ioni $Hind^{2-}$ eritmani ko'k rangga bo'yaydi, bu reaksiya tugaganidan dalolat beradi. Eritmalar hajmini aniqlab olingach ekvivalentlar qonuni asosida suvning qattiqligi aniqlanadi. Ma'lumki, ichimlik suvining qattiqligi 4-8 oralig'ida bo'lishi kerak.

14.3. Suvning qattiqligi va uni yo'qotish usullari

Tabiatdagi suv tarkibida kalsiy va magniy tuzlarining mavjudligi suvning qattiqligini yuzaga keltiradi. Suvning qattiqligi ikkiga bo'linadi: *vaqtinchalik yoki muvaqqat qattiqlik va doimiy qattiqlik*. Vaqtinchalik qattiqlik $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ va $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ hisobiga yuzaga kelgani uchun **karbonatli qattiqlik** deyiladi. Doimiy qattiqlik xloridlar va sulfatlar hisobiga yuzaga kelgani uchun **karbonatsiz qattiqlik** deyiladi. Ular birgalikda **umumiy qattiqlik** deyiladi.

Suvning qattiqligi bir litr suvdagi erigan Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlarining mg-ekv (milligramm ekvivalent) miqdori bilan o'lchanadi. Suvning qattiqligi quyidagicha hisoblab topiladi:

$$[\text{Qattiqlik}] = \frac{m(\text{Ca}^{2+})}{20,04 \cdot V} + \frac{m(\text{Mg}^{2+})}{12,16 \cdot V}.$$

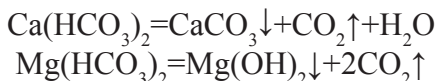
$m(\text{Ca}^{2+})$ – kalsiy ionlarining massasi, mg;

$m(\text{Mg}^{2+})$ – magniy ionlarining massasi mg;

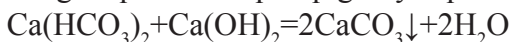
V – suvning etitmadagi hajmi.

Agar suvning qattiqligi 4–7 mg.ekv/l bo'lsa, **yumshoq suv** deyiladi. Bunday suv iste'mol qilish uchun yaroqlidir. Agar qattiqlik 7–14 mg.ekv/l orasida bo'lsa, bunday suv ichish uchun ham texnologik jarayon uchun ham yaroqsiz bo'ladi. Shuning uchun qattiqlik qiymatini yumshoq suv darajasigacha turli usullar bilan kamaytiriladi.

Suvning vaqtinchalik qattiqligi qaynatish orqali yo'qotiladi. Bu jarayonda gidrokarbonatlar erimaydigan karbonatlarga o'tib cho'kmaga tushadi:

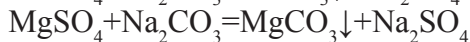
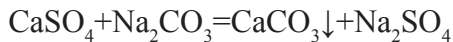


Qattiqlik kimyoviy ishlov berish orqali ham yo'qotiladi. Buning uchun qattiq suvga so'ndirilgan ohak yoki soda qo'shiladi. Ohak asosan suvning vaqtinchalik qattiqligini yo'qotadi:



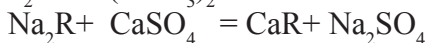
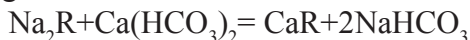


Agar doimiy qattqlikka ega bo'lgan suvga soda qo'shilsa, quyidagi reksiya sodir bo'ladi:



Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlarini yo'qotish uchun bura, potash va natriy fosfati ham ishlatiladi.

Hozirgi kunda suvning qattqligini yo'qotish uchun tabiiy va sun'iy ionitlar keng qo'llanilmoqda. Ionitlar alumosilikatlar toifasiga kirib, quyidagi formulaga ega $\text{Na}_2[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8] \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Alumosilikatlardan suv o'tkazilganda tarkibidagi Na^+ ionlari suvdagi Ca^{2+} yoki Mg^{2+} ionlariga almashadi:



Suvni yumshatish uchun yuqori molekular ionitlar ham ishlatilib, ular ion **almashinuvchi smolalar** deyiladi. Bunday ionitlar tarkibida $-\text{SO}_3\text{H}$, $-\text{SO}_3\text{Na}$, $-\text{COOH}$, $-\text{OH}$, $-\text{COONa}$ guruhleri bo'lib, ular o'z tarkibidagi kationlarni almashtiradi. Anionitlar tarkibida harakatchan asos guruhlar bo'lib, ular anionlarni almashtiradi. Bu ionitlarda $-\text{NH}_2$, $-\text{N}(\text{CH}_3)_2$, $-\text{NH}_3\text{Cl}$ kabi faol guruhlar bo'ladi. Shunday ionitlardan suvni o'tkazib juda toza suv, hatto distillangan suv olish mumkin. Ionitlarni qo'llash kam xarj, arzon va samarali usul hisoblanadi.

Qattiq suv oshqozon ichak sistemasiga ta'sir etib, patologik holatlarni chaqiradi. Suv tarkibida magniy ionlari ko'p miqdorda bo'lsa, suv taxir bo'ladi va ichaklarini bo'shashtiradi. Qattiq suvda pishirilgan oziq-ovqat mahsulotlari o'z xushta'mligini yo'qotadi va unda damlangan choyni ta'mi ham yaxshi bo'lmaydi. Suvning yuqori darajadagi qattqligi nafaqat insonga salbiy ta'sir ko'rsatadi, balki turli ishlab chiqarish jarayonlariga va shuningdek, ishlab chiqariladigan mahsulot va buyumlar sifatiga ham ta'sir qiladi. Biroq qattqlik ionlari oz miqdorda bo'lsa xavfli emas, shuning uchun qattqlikning son qiymati aniqlanadi va qattqlikni yo'qotish usullari bilan doimo me'yorlashtirib turiladi.

Qutblangan suv molekulasini qutblangan moddalarni yaxshi, qutblanmagan moddalarni esa oz eritadi. Suvga bo'lgan moyilligiga qarab, funksional guruhlari: gidrofil (suvga tortiluvchi), suv bilan yaxshi solvatlanadigan, gidrofob (suvdan qochadigan) va difil (ham gidrofil ham gidrofob) tuzilishlarga ega bo'ladi.

Kimyo va salomatlik

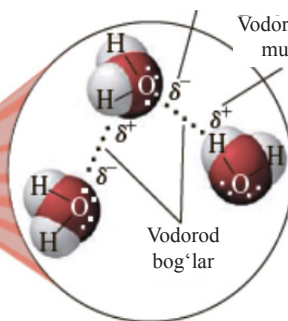


Suv barcha o'simliklar, tirik organizmlar va mikroorganizmlarda moddalar almashinuvi uchun zarur asosiy vosita, shuningdek, bir qancha kimyoviy fermentativ reaksiyalarning substrati hisoblanadi. Fotosintez jarayonida suv karbonat angidrid bilan birgalikda organik moddalar hosil bo'lishida qatnashadi va shu bilan birga Yerda tirik organizmlar hosil bo'lishi vositasi hisoblanadi. U to'qimalar faoliyatini, oziq moddalar va almashinuv mahsulotlari (qon, limfa, o'simliklar sharbati) ning singishini, fizik termoregulyatsiyani va hayot faoliyatiga tegishli boshqa jarayonlarni ta'minlaydi.



Kislorodning qisman
manfiy zaryadi

Vodorodning qisman
musbat zaryadi



Tirik organizmlarda juda ko'p miqdorda suv bo'ladi. Odam tanasidagi barcha suyuqlik va to'qimalar tarkibida massasiga nisbatan 65% chamasida bo'ladi. Odam ochlikka bir oydan ortiqroq chidashi

mumkin, lekin suvsizlikka bir necha kundan ortiq chiday olmaydi. Suvda organizmning yashashi uchun zarur bo'lgan organik va anorganik moddalar eriydi. Odamning suvga bo'lgan fiziologik ehtiyoji, iqlim sharoitiga qarab, sutkasiga 3–6 litrni tashkil etadi. Shuning uchun ichimlik suvidan bir oyda bir marta kimyoviy tahlillar olinib, qisqa kimyoviy tahlillar, ya'ni suvga turli xil oqava suvlarning qo'shilishi mumkin bo'lgan joyda bir kunda ikki marotaba namuna olinib, tekshiriladi, Har 3 soatda olinadigan namunalar suvning sifatini ko'rsatib beruvchi omil hisoblanadi. Bakteriologik tahlillar esa bir kunda bir marotaba, kirib kelayotgan manbada olinadi. Bu tahlillar natijasida suvga qay paytda qancha reagentlar qo'shish mumkinligini ko'rsatadi.

Vaziyatli masalalar

1-masala. Ni^{2+} ning dimetilglioksim bilan hosil qilgan birikmasi ichki kompleks tuzlar qatoriga kiradi. Uning hosil bo'lish reaksiyasini yozing va 1 mol nikel tuziga qancha dimetilglioksim moddasidan sarf bo'lishini aniqlang.

2-masala. Kation kompleks birikmalar qatoriga kiradigan $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ birikmasini nomlang hamda Markaziy atom, uning zaryadi, koordinatsion soni, ichki va tashqi sferalarni ko'rsating.

3-masala. Kalsiy xlorid – $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ eritmasi tibbiyot amaliyotida turli patologik holatlarda keng ishlatiladi. Undagi kalsiy ioni kislotali xrom to'q ko'ki ishtirokida kompleksonometrik usulda aniqlanadi. Agar qon tomiri orqali yuboriladigan $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ eritmasining 5,00 ml ni titrlashga 4,50 ml 0,5028 mol/l konsentratsiyali komplekson III eritmasi sarflangan bo'lsa, shu tekshirilayotgan eritmada $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ining massa ulushini (%) hisoblang.

Bilimni sinab ko'rish uchun testlar

1. Kompleks ionning zaryadini ko'rsating: $[\text{Ag}(\text{NO}_2)_2]^-$.

A) +1; B) -1; D) +2; E) -2.

2. Neytral kompleksni ko'rsating.

A) $[\text{HgI}_4]$; B) $[\text{Ag}(\text{NH}_3)]$;
D) $[\text{Al}(\text{NH}_3)_3\text{Cl}_3]$; E) $[\text{Ag}(\text{NO}_2)_2]$.

3. Kompleks birikmani nomlang: $\text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_4]$.

- A) natriy geksagidroksostannat (IV);
- B) natriy geksagidroksostannat (VI);
- D) natriy tetragidroksostannat (II);
- E) natriy geksagidroksostannit (VI).

4. Kompleks ionning zaryadini ko'rsating: $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})]\text{Cl}_3$.

- A) +2; B) +3; D) - 2; E) 0.

5. Ligandlar – bu ...

- A) elektron juft donori; B) kislotalar;
- D) elektron juft aktseptori; E) amfolitlar.

6. Quyidagi kompleks birikmada markaziy atomning koordinatsion sonini ko'rsating: $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$

- A) 2; B) 4; D) 6; E) 5.

7. Kompleksonometriya usulida ammiakli bufer aralashma qanday maqsadda qo'shiladi?

- A) kuchsiz kislotali muhit hosil qilish uchun;
- B) kislotali muhit hosil qilish uchun;
- D) ishqoriy muhit hosil qilish uchun;
- E) kuchsiz ishqoriy muhit hosil qilish uchun.

8. Kompleksonometriya usuli bilan qanday moddalarning miqdori aniqlanadi?

- A) metall ionlarini; B) asoslarni;
- D) kislotalarni; E) tuzlarni.

9. Tibbiyotda og'ir metallar bilan zaharlanganda davolashda qo'llanadigan moddalar qanday nomlanadi?

- A) kompleksonlar; B) antidotlar;
- D) ingibitorlar; E) promotorlar.

10. Suvning umumiy qattiqligi qanday yo'qotiladi?

- A) suvni qaynatish yo'li bilan;
- B) Na_2CO_3 qo'shish bilan;
- D) Na_2CO_3 , NaOH va Na_2R qo'shish bilan;
- E) Na_2CO_3 , NaOH, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ va Na_2R qo'shish bilan.

15

KIMYOVIY TERMODINAMIKA

Bola 13 yoshda bo'lishiga qaramay ortiqcha vaznga ega. Uning shifokori unda 2-tur diabet vujudga kelishi havfi borligi haqida ogohlantirib, uning onasiga diyetologga murojaat etishni maslahat berdi. Dietetologlarga oziq-ovqatlarni tanlashda sog'liq uchun foydali, vaznni oshirmaydigan va diabetning oldini oladigan turlariga e'tibor berishlari kerakligini tushuntirdi. Shuningdek, diyetolog ularga iste'mol qilinadigan oziq-ovqat potensial va zaxira energiyaga egaligi hamda turli xil oziq-ovqatning potensial energiyasi turlicha miqdorda bo'lishini ham aytdi. Masalan, uglevodlar 4 kkal/g, shu miqdordagi lipidlar esa 9 kkal/g energiyani o'zida saqlaydi. Shuningdek, yog'ning ulushi yuqori bo'lgan oziq-ovqatlar, energiyasi katta bo'lganligi uchun, yog'ni parchalab yuboradigan jismoniy mashqlar bajarishni talab etadi. Dietetolog bola va uning onasiga, odatdagi iste'mol qilinuvchi oziq-ovqatlari qatoriga yog'li ovqatlar o'rniga, qattiq, don mahsulotlari, meva va sabzavotlar kiritishni maslahat berdi. Shuningdek, u bola va uning onasi bilan oziqa mahsulotlarini yorlig'iga e'tibor berish va sog'lom ovqatlanish qoidalariga rioya qilish zarurligi, ovqatni oz-oz miqdorda, tez-tez iste'mol qilib, vaznni



kamaytirish kerak ekanligi haqida tushuntirdi. Hayrlashuvdan oldin doktor ularga kelgusi ikki hafta ichida qanday ovqat va qancha miqdorda iste'mol qilinganini yozib boriladigan kundalik berdi.

Diyetolog kasbi

Diyetolog mutaxassisligining vazifasi jismoniy shaxslarga to'g'ri, mutanosiblangan ovqatlanish qoidalariga rioya qilishning salomatlikdagi rolini tushunib yetishiga yordam berishdan iboratdir. Bu ulardan biokimyoviy jarayonlarni



tushunishni, vitaminlar muhimligini, oziq-ovqatlar haqida to'liq ma'lumotlarni bilishni, shuningdek uglevodlar, yog'lar va oqsillar-ning energetik quvvati va hazm jarayonidagi farqining bilishni talab etadi. Dietologlar turli muassasalar, shu jumladan klinikalar, mehribonlik uylari, maktab oshxonalari va boshqa jamoat sog'liqni saqlash muassasalarida ishlaydilar. Bu muassasalarda ular kasalligiga aniq tashxis qo'yilgan jismoniy shaxslarga maxsus parhezlar ishlab chiqaradilar va mehribonlik uylari uchun oziq-ovqatlar ro'yxatini tuzib beradilar.

15.1. Organizmda energiya va modda almashinuvining o'zaro bog'liqligi

Barcha hujayralarda boradigan kimyoviy reaksiyalar hamda bunda yangi moddalarning hosil bo'lishi va parchalanishi jarayonlari **metabolizm** deb ataladi. Metabolizm yo'li fermentlar bilan katalizlangan va o'zaro bog'langan zanjirli reaksiyalardir.

Biz ovqatlanganimizda, polisaxaridlar, oqsillar va lipidlar kabi yuqori molekular moddalar nisbatan kichikroq molekulalarga parchalanib organizmimiz hujayralariga so'riladi. Ularning gidrolizla-

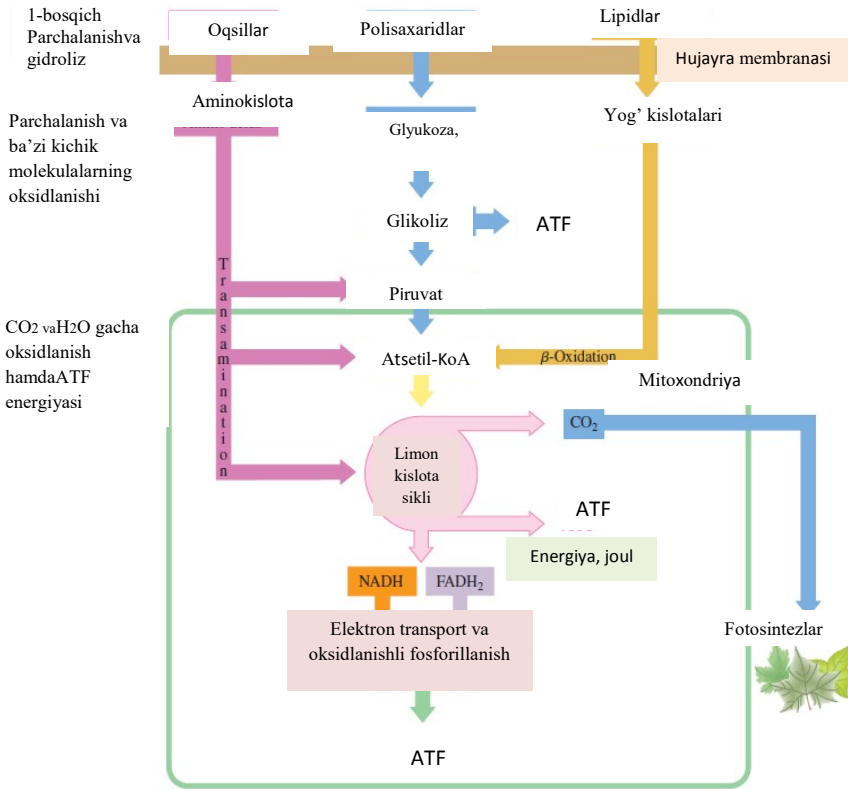
nish natijasida hosil bo'lgan glukoza, yog' kislotalari va aminokislotalarning parchalanishidan energiya ajraladi. Bunday barcha energiya miqdori sarflanmagani sababli, ortiqcha qismi hujayralarda yuqori energiyaga ega bo'lgan ATF ko'rinishida saqlanadi. Bizning hujayralarimiz ATFda saqlangan energiyani sarflab ish bajaradi, masalan, muskul qisqarishi, yuqori molekular birikmalarning sintezi, nerv impulslarini uzatishi va hujayra membranalaridan moddalarni o'tkazish kabilar uchun sarflanadi.

Metabolizm termini barcha kimyoviy reaksiyalarga tegishli bo'lib, ular energiya bilan ta'minlash hamda hujayralarning o'sishiga xizmat qiluvchi moddalarni o'z ichiga oladi. Modda almashinuvinin ikki turi: katabolitik va anabolitik turlari mavjud. Katabolizm jarayonida murakkab moddalar kichik molekular moddalarga (nisbatan soddaroq molekularlarga) parchalanadi va energiya ajraladi. Anabolitik jarayonlarda kichik molekular moddalardan murakkab moddalar hosil bo'lishiga zarur energiya sarflanadi. Modda almashinuvidagi Katabolizm jarayonini uch bosqichli jarayon sifatida tasavvur qilinishi (15.1-rasm).

Katabolizmning 1-bosqichi ovqat hazm qilish bilan boshlanadi, bunda oshqozon-ichak fermentlari makromolekulalarni quyidagilariga parchalaydi. Polisaxaridlar monosaxaridlarga, yog'lar glitserin va yog' kislotalariga, oqsillar aminokislotalargacha parchalanadi.

Hosil bo'lgan mahsulotlarni qon hujayralarga tashiydi. 2-bosqichda hujayralarda katabolitik jarayonlar moddalarning so'rilishi ko'rinishida davom etib, yanada soddaroq moddalar: ikki va uch uglerodli piruvat va atsetil-KoA kabilar hosil bo'ladi.

3-bosqichda mitoxondriyalarda limon kislota siklida atsetil guruhdagi ikkita uglerod NAD^+ va FAD kofermentlari yordamida oksidlanadi, kofermentlar esa qaytariladi. Hujayralarda kislorod mavjud ekan, qaytarilgan kofermentlardan vodorod ionlari va elektronlar, elektron transport zanjiri orqali ATFni sintezlashga tashiladi.



15.1-rasm. Katabolizm bosqichlari

Odam organizmi taraqqiy etishining boshlang'ich darajasida (yoshlik va bolalik) har qanday tirik organizmdagidek assimilatsiya jarayonining o'tishi intensivligi dissimilatsiya jarayonidan ustunroqdir. Qarilik yaqinlashishi bilan dissimilatsiya jarayonlari ustun bo'lib, organizmdagi potensial energiya zaxirasi asta-sekin kamayib boradi. Energiya almashinish va saqlanish qonuni ochilishi bilan energiyani o'zaro har xil shaklga o'tishini o'rganish alohida fan aylandi va bu fan **termodinamika** deb ataldi.

Termodinamika fani – kimyoviy va fizik-kimyoviy hodisalarni o'rganishda termodinamika usullari va uning asosida qonuniyatla-

rini qo‘llaydigan fandır. Uning eng asosiy masalalaridan biri – individual moddalarning termodinamik konstantalarini eksperimental ravishda aniqlashdir.

Bular yordamida har qanday fizik-kimyoviy hodisalarning borish-bormasligini, o‘tish chegaralarini aniqlash mumkin. Biroq bu usulda jarayonning tezligi yoki muvozanatga yetishi uchun sarflangan vaqtni aniqlash mumkin emas. Tirik organizmda kechadigan anabolik va katabolik jarayonlarda ro‘y beradigan energiya o‘zgarishini o‘rganadigan fan - **bioenergetika** deyiladi.

15.2. Energiya

Termodinamika fani moddalarning xossalari energetik jihatdan tavsiflaydi. Uning birinchi qonuni energiyaning saqlanish va bir turdan ikkinchi turga aylanish qonunining xususiy ko‘rinishi bo‘lib, energiya xillari orasida sifat va miqdoriy munosabatlarning borligini ko‘rsatadi. Ushbu holatlarni atrof-muhitda, tirik organizmlarda, kimyoviy laboratoriyalarda kuzatishimiz mumkin. Inson yurganida va yurganida, raqsga tushganida yoki aqliy mehnat bilan mashg‘ul bo‘lganida energiya sarflanadi.

Tasavvur qilaylik, siz balandlikka ko‘tarilyapsiz va yo‘lni davom ettirish uchun kuchingiz qolmadi. Shu vaqtda ish bajarish uchun sizning energiyangiz (quvvatingiz) yetmadi. Endi tasavvur etaylikki, siz tushlik qildingiz. Ma’lum vaqt o‘tishi bilan organizmingiz oziqadan energiya olib, ishni davom etishi, ya’ni tepalikka chiqishni davom ettirishi mumkin.

Energiya potensial va kinetik turlarga tasniflanadi. *Kinetik energiya* – harakat energiyasidir. Har qanday harakatlanuvchi jism kinetik energiyaga ega bo‘ladi. *Potensial energiya* jismning holati yoki moddaning kimyoviy tarkibiga bog‘liq energiya. Tog‘ cho‘qqisida yotgan tosh, o‘sha yerda yotganligi uchun potensial energiyaga ega. U pastga qulashni boshlasa, potensial energiya kinetik energiyaga aylanadi.

Dambada saqlanayotgan suv potensial energiyaga ega. U to'siqdan o'tib, pastga oqa boshlasa, potensial energiyasi kinetik energiyaga aylanadi. Oziq-ovqatlar, qazilma yoqilg'ilar molekularida ham potensial energiya saqlanadi. Ovqat hazm bo'lish jarayonida yoki avtomobilda benzin yonishida bu kimyoviy moddalar energiyasi ish bajarishga sarflanadigan kinetik energiyaga aylanadi.

Zarrachalar harakati bilan bog'liq energiya **turi issiqlik energiyasi** deyiladi. Qo'lda muzni ushlab turganimizda qo'limiz sovuqni sezadi, chunki issiqlik qo'ldan muz bo'lakchalariga o'tadi. Zarrachalar harakati qanchalik tez bo'lsa, modda issiqligi yoki issiqlik energiyasi shunchalik yuqori bo'ladi. Muz bo'lagida zarrachalarining harakati tezligi juda past. Issiqlik o'tgani sari muz tarkibidagi zarrachalarining tezligi ortadi. Oxir oqibat zarrachalarining energiyasi muzning erib ketishiga, ya'ni qattiq holatdan suyuq holatga o'tishiga yetarli bo'lib qoladi.

SI sistemasida energiya va ishning o'lchov birligi Joul (J). Joul birligi energiyaning kichik miqdori uchun qo'llaniladi, ba'zan kilo-Joul (kJ)dan foydalaniladi, u 1000 Joulga teng. Masalan, bir stakan suvni isitish uchun 75000 J yoki 75 kJ issiqlik talab etiladi.

Energiyaning miqdorini o'lchashda kaloriya birligidan ham foydalaniladi. Kaloriya so'zi lotinchada "issiq" ma'nosini anglatadi. Oddiyroq qilib *aytganda 1 gramm suvning haroratini 1°C ga oshirish uchun energiya sarflangan*. $1 \text{ kal} = 4,184 \text{ J}$.

15.3. Termodinamikaning asosiy tushunchalari

Termodinamikaning vazifasi – turli sistemalarning xossalari-ni va ularda bo'layotgan jarayonlarni, ya'ni ish, issiqlik va barcha turdagi energiyalarni o'zaro aylinishining miqdoriy qonuniyatlarini o'rganishdir. Termodinamikada qo'llanadigan boshlang'ich tushunchalar bilan tanishamiz.

Tabiatda ko'p uchraydigan erish, sovish, isish, oksidlanish-qaytarilish, kristallanish, kondensatlanish kabi jarayonlarni termodin-

amika qonunlari asosida talqin qilinishi maqsadga muvofiq bo'ladi. Umumiy termodinamikani o'rganishdan avval shu bo'limda keng qo'llaniladigan sistema deb ataluvchi tushuncha bilan tanishamiz. Tashqi muhitdan amalda yoki fikran ajratib olingan va bir-biriga ta'sir etib turadigan moddalar yoki jismlar guruhi **sistema** deb ataladi.

Sistemalarni uch turi mavjud:

- *Ochiq sistemalar* – bunda sistema va tashqi muhit o'zaro modda va energiya almashish imkoniyati bor. Ochiq sistemalarga – tirik organizm, hujayra, biron organ misol bo'ladi.

- *Yopiq sistemalar* – bunda sistema va tashqi muhit o'zaro faqat energiya bilan almashishi mumkin, modda bilan almashmaydi. Masalan, muzlatgich, isitgichlar va sovutgich asboblari.

- *Izolatsiyalangan sistemalar* – bunda sistema va tashqi muhit energiya bilan ham, modda bilan ham o'zaro almashmaydi. Bu o'zgarmas hajmga ega sistemadir.

Termodinamikada qo'llanadigan tushunchaning yana biri fazadir.

Faza – geterogen sistemadagi bir xil tarkibga va bir xil termodinamik xossalarga ega bo'lgan gomogen qismlarning yig'indisidir. Gomogen sistema – bir fazali sistema, geterogen sistema – bir necha fazali sistemadir, demak, geterogen sistemaning gomogen qismlari fazalardir. Agar suv o'z bug'i bilan muvozanatda bo'lsa – bu ikki fazadan (suyuq va bug' holatdagi suv) iborat sistema bo'ladi. Tuzning to'yingan eritmasi, tuz kristallari va suv bug'idan iborat sistema – uch fazali sistemadir. Quruq tuz – bir fazali sistemadir.

Idishdagi gaz, odam organizmi yoki organ, hujayra va shu kabilarni sistema deyish mumkin. Sistema atrofidagi moddalar – tashqi muhitni tashkil qiladi. Biron asbobda, chunonchi kolbada, probirkada, sovutgich mashinalarida, retifikatsion kolonkalarda, atom reaktorlarida bo'layotgan turli kimyoviy hamda fizikaviy jarayonlar sistemaning holatidir.

*Sistemaning berilgan vaqtdagi fizik va kimyoviy xossalari to'plami **sistemaning holati** deb ataladi.* Bu xossalardan birorta-

sining o'zgarishi boshqalarining ham o'zgarishiga sabab bo'ladi. Sistemaning holati ma'lum bir kattaliklar bilan belgilanadi. Turli holatda ularning qiymati turlicha bo'lishi mumkin. *Sistemaning holatini ifodalaydigan sonlar **parametrlar** deyiladi.* Bularga bosim, hajm, harorat, energiya, modda miqdori va hokazolar kiradi. Masalan, sog'lom va kasal odamning holatini harorat, bosim, biologik suyuqliklarning kimyoviy tarkibi va hokazo parametrlar ifodalaydi.

*Sistema holatining vaqt o'tishi bilan o'zgarishi – **termodinamik hodisa** deyiladi.* Masalan, odamning kasalligi – bu termodinamik hodisadir, chunki, bu holatda odam organizmida harorat, bosim, suyuqliklarning kimyoviy tarkibi (siydik, qon, me'da shirasi va hokazo), organizm vazni va boshqa parametrlar o'zgaradi.

Kimyo va salomatlik

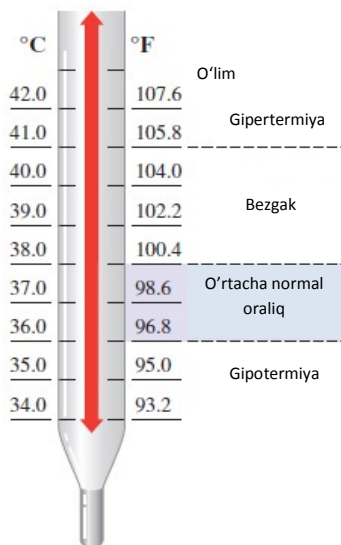


Tana haroratining o'zgarishi

Normal tana harorati 37.0°C ga teng, (aniqrog'i $36,6^{\circ}\text{C}$) shu bilan birga u individual o'zgaruvchandir. Uning o'zgarishi inson holatiga va kunning qaysi qismida o'lchash olib borilayotganligiga bog'liq. Og'iz bo'shlig'i harorati 36°C teng, kechqurun 18.00 va 22.00 oralig'ida esa u o'zgaruvchan bo'lib 36.1°C dan 37.2°C ga qadar ko'tariladi. Harorat 37.2°C dan oshsa – bu kasallik dalolatidir. Ko'p jismoniy ish bilan shug'ullanadigan insonlarning harorati baland bo'lishi kuzatiladi.

Marafonchilarning tana harorati ham 39°C dan 41°C ga qadar ko'tarilishi mumkin. Jismoniy harakat vaqtida organizmning energiya hosil qilishi, uni sarflanishidan ko'proq bo'ladi. Tana haroratining $3,5^{\circ}\text{C}$ dan ortiq ko'tarilishi organizmning fuksiyasiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Tana haroratining 40°C dan balandga ko'tarilishiga gipertermiya deb ataladi va u bezgakga, ayniqsa

yosh bolalarda bosh miya faoliyatining buzilishiga olib keladi. Ter ishlab chiqarilishi kamayadi va teri issiq hamda quruq bo‘lib qoladi. Puls urishi va nafas olish tezlashib, qiyinlashadi. Odam bunday holatga komaga tushib qolishi mumkin. Bunda uning muhim ichki a‘zolari ishdan chiqib organizmga katta zarar keltiradi va tezlik bilan bu holatdan chiqarib olish talab etadi. Bunday holatlarda muz solingan suvli hammom yaxshi yordam beradi. 15.1-rasmda gipotermiya holati ko‘rsatilgan.



Tana haroratining 28.5°C gacha tushib ketishi ekstremal gipotermiyaga olib keladi. Bunda tana sovib, rangi oqarib, yurak urishining me‘yori buziladi. Harorat $26,7^{\circ}\text{C}$ dan pasayib ketganda odam hushidan ketadi, goh sekin, goh tez-tez nafas ola boshlaydi. Bunda qondagi kislorod miqdori glukoza va tuzli eritmalar yuborilishi bilan ko‘tariladi. Ichakka issiq ($37,0^{\circ}\text{C}$) suv yuborish ichki a‘zolar haroratini ko‘taradi.

15.4. Termodinamikaning birinchi qonuni

Termodinamikaning birinchi qonuni energiya va ish tushunchasiga asoslangan bo'lib, bu kattaliklarning o'zaro bog'liqligini ifodalaydi. Har qanday sistema ma'lum bir energiya miqdori bilan xarakterlanadi. Bunda to'liq energiya miqdori ΔE uch turdagi energiyalar yig'indisidan iborat bo'ladi.

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

ΔE_{pot} - qiymati umumiy energiyaga deyarli ta'sir etmaydi. ΔE_{kin} - esa nolga yaqinlashadi. Demak, sistemaning to'liq energiyasi asosan, ichki energiya miqdoriga bog'liq bo'ladi.

Termodinamikaning birinchi qonunidan quyidagi xulosalar chiqadi:

1. Issiqlik sarflanmasdan ish bajarib bo'lmaydi yoki ajratilgan sistemada barcha turdagi energiyalar yig'indisi o'zgarmas qiymatga ega.
2. Energiya sarflanmasdan abadiy ishlaydigan mashina qurib bo'lmaydi.
3. Energiya yo'qdan bor bo'lmaydi va bordan yo'q bo'lmaydi, u faqat bir turdan boshqa turga aylanadi.

Sistemaning ichki energiyasi

Ichki energiya U – termodinamik sistemaning eng asosiy xarakteristik funksiyasidan biridir. *Ichki energiya* – molekula harakati, atom va atomlar guruhi tebranma harakatining energiyasi, yadro energiyasi va boshqa xil energiyalarning yig'indisidir. Kinetik va potensial energiyalar ichki energiyaga kirmaydi.

Jismdagi ichki energiyaning mutloq miqdorini o'lchab bo'lmaydi, masalan, biz kislorod yoki vodorod molekulasini ichki energiyasining umumiy miqdorini o'lchay olmaymiz, chunki, modda har qancha o'zgarmasin, u energiyasiz bo'la olmaydi. Shuning uchun, amalda jismning holati o'zgargan vaqtda ichki energiyaning kamayishi yoki ortishinigina aniqlay olamiz. Masalan, 2 hajm vodorod

bilan 1 hajm kislorod aralashmasining ichki energiyasini U_1 bilan ifodalasak. Aralashmani elektr uchquni yordamida portlatilsa, suv bug'i hosil qilinadi. Bunda sistemaning ichki energiyasi U_2 qiymatigacha o'zgaradi. Aralashma portlagach, sistemada ichki energiya U_1 dan U_2 ga o'zgaradi:

$$\Delta U = U_2 - U_1$$

Bunda: ΔU - ichki energiyaning o'zgarishi; uning qiymati faqat U_1 va U_2 larga, yani sistemaning dastlabki va oxirgi holatiga bog'liq, ammo sistema bir holatdan ikkinchi holatga qay usulda o'tganligiga bog'liq emas.

Har qanday ish va harakat energiyaning talab etadi. Aslida energiya – bu bajarilgan ishdur. Energiyaning yo'q bo'lib ketmasdan bir turdan ikkinchi turga aylanishini Nikolo Leonar Sadi Karno (1796–1832) tushuntirib bergan. U bilan bir qatorda ko'pgina olimlar bu nazariya ustida ish olib borganlar.

Termodinamikaning birinchi qonuni energiyaning saqlanish qonuni bo'lib, issiqlik ajratish, yutish va ish bajarish bilan bog'liq bo'lgan hodisalarga tatbiq etiladi. *Termodinamikaning birinchi qonuniga* ko'ra, energiya yo'qolmaydi va yo'qdan bor bo'lmaydi. Agar biror jarayon davomida energiyaning bir turi yo'qolsa, uning o'rniga ekvivalent miqdorda boshqa bir turi paydo bo'ladi. Qonunga shunday ta'rif berilgan: *agar biror-bir sistemaga ma'lum miqdorda Q issiqlik berilsa, u holda Q miqdori sistema ΔU ichki energiyasining ortishiga va tashqi kuchlarga qarshi bajarilgan A ishga sarf bo'ladi.* Bu qonunning matematik ifodasi quyidagicha ifodalanadi.

$$Q = \Delta U + A$$

Bunda: ΔU – sistema ichki energiyasining o'zgarishi,

Q – sistemaga berilgan issiqlik miqdori,

A – porshen ko'tarilishi uchun bajarilgan ish.

Faraz qilaylik, biz ko'rib chiqayotgan sistema bu rasmda ko'rsatilgandek, silindrga joylashtirilgan gaz bo'lsin. Silindrga erkin harakatlanuvchi porshen o'rnatilgan. Porshenning harakati bosimni o'zgartiradi, bunda hajm ham o'zgaradi. Porshen yordamida gazni

siqsak, bosim ortadi, hajm kamayadi, ish bajariladi.

$$\Delta U = Q - p\Delta V$$

Bunda: p – sistemaning bosimi

ΔV – sistema hajmining o'zgarishi

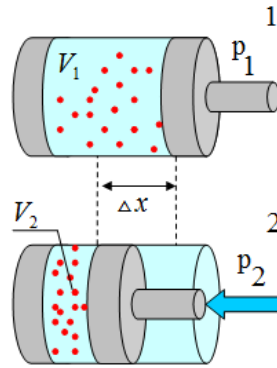
$p\Delta V = A$ bo'lganligi uchun,

$$\Delta U = Q - A$$

ko'rinishida yozish ham mumkin.

Bu formula sistemaga berilgan issiqlik ichki energiyani ortishiga sarflanishini ifodalaydi:

$$Q = \Delta U + p\Delta V$$



Yuqorida keltirilgan misol fizik jarayonni ifodalaydi. Kimyoviy jarayonlar uchun ham bevosita termodinamika qonunlari tatbiq etiladi. Bunda ichki energiya sistemaning holat funksiyalaridan biri sifatida qaraladi. Kimyoviy termodinamikada asosan, atom, molekula va ionlar hamda ularning elektron konfiguratsiyalarida boradigan o'zgarishlar sifatida ko'rib chiqilgani uchun, *sistemaning holati kimyoviy tarkib bilan va uchta asosiy parametrlar bilan belgilanadi*. Bular: *Harorat – T, Bosim – p, Hajm – V*

Odam organizmida jarayonlar o'zgarmas harorat va bosimda boradi.

O'zgarmas haroratda o'tadigan jarayon – izotermik jarayon deyiladi. Bunday jarayon asosan termostatda boradi. $Q_T = p\Delta V$

Q_T – izotermik jarayon issiqlik effekti.

O'zgarmas hajmda o'tadigan jarayonlar – izoxorik jarayon deyiladi. Bularga yopiq idishda o'tadigan jarayonlar kiradi. $Q_V = \Delta U$

Q_V – izoxorik jarayon issiqlik effekti.

O'zgarmas bosimda boradigan jarayon – izobarik jarayon deyiladi (ularga atmosfera bosimida yoki odam organizmida kechadigan jarayonlar misol bo'ladi). Bunda sistemaga berilgan issiqlik miqdori uning ichki energiyasini oshirishga va tashqi kuchlarga qarshi ish bajarishga sarf bo'ladi.

$$Q_p = \Delta U + A$$

Q_p – izobarik jarayon issiqlik effekti.

$A = p \Delta V$ formulaga ko'ra, $p = \text{const}$ bo'lganda hajm ham o'garmaydi va formulada $Q_p = \Delta U$ holat kuzatiladi. Demak, izobarik jarayonda (organizmdagi holatda ham $p = \text{const}$) berilgan issiqlik sistemaning entalpiyasini o'zgartirishga sarf bo'ladi:

$$Q_p = \Delta H; \quad \Delta H = H_2 - H_1$$

Entalpiya $p = \text{const}$ bo'lgan sistema energiyasidir. H – entalpiya, ya'ni issiqlik saqlami deyiladi. O'zgarmas bosimda borayotgan jarayonning issiqlik effekti sistema issiqlik saqlamining o'zgarishiga tengdir. H – entalpiya ham sistemaning holat funksiyasi bo'lgani sababli uning absolut qiymatini hisoblab bo'lmaydi, ichki energiya kabi bir holatdan ikkinchisiga o'tishidagi farq sifatida aniqlanadi. Entalpiya termodinamik funksiya bo'lib, T , V , p va U kabi sistema xossalari ifodalaydi.

Ko'pchilik kimyoviy reaksiyalar, shu jumladan tirik organizmda boradigan reaksiyalar o'zgarmas bosimda boradi, shuning uchun, izobarik jarayonga alohida ahamiyat beramiz. Odam organizmida nafaqat $p = \text{const}$, balki, $V = \text{const}$, holatda jarayonlar sodir bo'ladi. Demak, odam organizmidagi biologik jarayonlar issiqlik effektining umumiy qiymati biosistemalar entalpiyasining o'zgarishi, sistema tomonidan ish bajarish, va birlamchi issiqlik energiyasini hosil qilishga sarf bo'ladi.

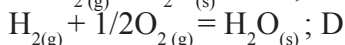
Ekzotermik reaksiyalarda issiqlik ajraladi, ya'ni sistemaning entalpiyasi va ichki energiyasi kamayadi. Shuning uchun, bunday reaksiyalar uchun ΔH va ΔU manfiy sonlardir. Endotermik reaksiyalarda - issiqlik yutiladi, sistemaning entalpiyasi va ichki energiyasi oshadi, shuning uchun ΔH va ΔU musbat ishoraga egadir.

15.5. Termokimyoviy hisoblashlar. Gess qonuni

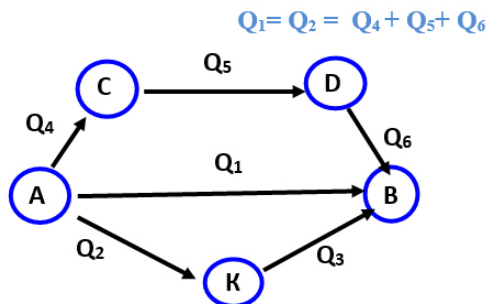
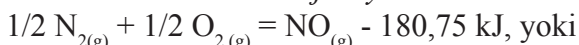
Turli jarayonlarning issiqlik effektlarini solishtirish imkoniyati bo'lishi uchun, termokimyoviy hisoblarni, odatda, dastlabki mod-

dalarni va reaksiya mahsulotini 1 molekulasiga va standart deb olingan sharoitga (1 atmosfera yoki 101,325 kPa bosim, 250C yoki 298 K harorat) moslashtiriladi. Sistemaning standart sharoitdagi hosil bo'lish issiqlik effekti yoki entalpiyasi deyiladi va quyidagicha ifodalanadi ΔH_{0298} (yoki ΔH_0).

Ekzotermik jarayon:



Endotermik jarayon:



15.3-rasm. Jarayonlarning borish yo'nalishi uch xil bo'lsa ham, sarflanadigan issiqlik miqdori bir xil bo'ladi.

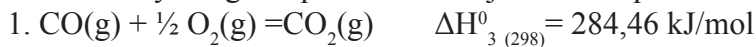
Issiqlik effekti har bir yo'l uchun bir xil qiymatga ega va bir yo'ldagi oraliq reaksiyalar issiqlik effektlari yig'indisiga tengdir:

$$Q_1 = Q_2 + Q_3 \text{ va } Q_1 = Q_4 + Q_5 + Q_6$$

Ya'ni kimyoviy reaksiyalarning issiqlik effekti dastlabki va oxirgi moddalar holati bilan tarkibiga bog'liq bo'lib, reaksiyani olib borilgan yo'lga bog'liq emas.

Gess qonunga asoslanib, oxirigacha bormaydigan yoki amalga oshirish mumkin bo'lmagan reaksiyaning issiqlik effektini hisoblab

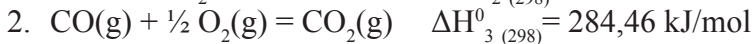
topish mumkin. Masalan, ko‘mirni va CO ni to‘la yondirib, CO₂ olish va bu reaksiyaning issiqlik effektini tajribada aniqlash mumkin.



$$\Delta H_{1(298)}^0 = \Delta H_{2(298)}^0 + \Delta H_{3(298)}^0 = 396,00 \text{ kJ/mol}$$

Ko‘mirni yondirishda toza CO olib bo‘lmaydi, chunki, bir vaqtning o‘zida CO va qisman CO₂ ham hosil bo‘ladi. Shuning uchun, ko‘mirning to‘liq yonishidan olingan umumiy issiqlik effektidan (2) CO dan CO₂ ni olish jarayoni issiqlik effektini ayiramiz.

$$396,0 \text{ kJ/mol} - 284,46 \text{ kJ/mol} = 111,54 \text{ kJ/mol}$$



Gess qonuni kimyoviy reaksiyalarni amalda bajarmasdan ham, uning issiqlik samarasini hisoblab chiqarishga imkon beradi. Gess qonuni faqat o‘zgarmas bosim yoki o‘zgarmas hajmdagina o‘z kuchini saqlab qoladi.

Kimyoviy birikmalar hosil bo‘lish issiqligi (entalpiyasi)

Oddiy moddalar (elementlar)dan birikma hosil bo‘lishida ajraladigan yoki yutiladigan issiqlik miqdori birikmalarning hosil bo‘lish issiqligi deyiladi. Birikmalarning hosil bo‘lishi standart issiqligi ΔH^0 belgisi bilan ifodalanadi. Standart sharoitda barqaror bo‘lgan oddiy moddalarning hosil bo‘lish issiqligini (grafit, rombik oltingugurt, suyuq brom, kristall yod, oq fosfor) nolga teng deb qabul qilinadi.

Hozirgi kunda taxminan 4 mingdan ortiq moddaning hosil bo‘lish issiqligi aniqlangan. Ushbu son qiymatlari turli tuman reaksiyalarning issiqlik effektini hisoblash mumkinligini bildiradi va bunda, Gess qonunidan kelib chiqadigan birinchi xulosaga asoslanadi: har qanday reaksiyaning issiqlik effekti reaksiya mahsulotlari-

ning hosil bo'lish issiqliklari yig'indisidan reaksiya uchun olingan dastlabki moddalarning hosil bo'lish issiqliklari yig'indisini ayirmasiga teng.

Gess qonunidan kelib chiqadigan ikkinchi xulosa: organik moddalarning hosil bo'lish issiqligi (standart entalpiyasi) o'z qiymati jihatidan oddiy moddalarning yonish issiqligidan ayni shu organik moddaning yonish issiqligi ayirmasiga teng. Bunda oddiy modda deganda berilgan organik modda tarkibiga kiradigan elementlar C(gr), H₂(g), S(romb) kabi individual holati nazarda tutiladi.

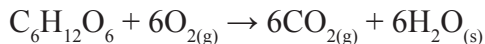
Masalan: C₂H₅OH hosil bo'lishining standart entalpiyasini hisoblaylik.

C₂H₅OH yonish standart entalpiyasi -1368,5 kJ, CO₂(g) va H₂O_(s) larning hosil bo'lish issiqliklari -393,78 va 286,02 kJga tengligini inobatga olib:

$$\begin{aligned} \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(s)} + 3\text{O}_{2(g)} &= 2\text{CO}_{2(g)} + 3\text{H}_2\text{O}_{(s)} \\ \Delta H^0_{298} &= (-2 \cdot 393,78 - 3 \cdot 286) - (-1368,5) = -277,12 \text{ kJ} \end{aligned}$$

Organik moddalarning sintezi, ko'p hollarda, murakkab jarayondir. Organik moddalarning yonish standart entalpiyasi (agarda dastlabki va so'nggi moddalar standart holatda bo'lsa) yoki issiqligi deb 1 mol modda yongandagi entalpiyasi o'zgarishiga aytiladi. Shuning uchun, uning oldidan Δ belgisi qo'yiladi - ΔH.

Masalan, glukozaning oksidlanish reaksiyasini issiqlik effekti quyidagicha aniqlanadi:



Bu reaksiyadagi har bir moddaning standart hosil bo'lish issiqligi quyidagicha:

$$\Delta H^0_{298}(\text{CO}_{2(g)}) = -393,51 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^0_{298}(\text{H}_2\text{O}_{(l)}) = -285,84 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^0_{298}(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_{6(kr)}) = -1274,45 \text{ kJ/mol}$$

$\Delta H^0_{298}(\text{O}_{2(g)}) = 0,00$ shu sonlardan foydalanib glukozaning oksidlanish reaksiyasini issiqlik effektini hisoblab topamiz.

$$\Delta H^0_{\text{sist}}[(6\Delta H(\text{CO}_2)_{\text{x.b.298}} + 6\Delta H(\text{H}_2\text{O})_{\text{x.b.298}})] -$$

$$[(\Delta H(C_6H_{12}O_6)_{x.b.298} + 6\Delta H(H_2O)_{x.b.298})] = \\ = [6(-393,51) + 6(-285,84)] - [(-1274,45) + 6(0)] = -2801,69 \text{ kJ/mol}$$

Tirik organizmlarda glukozaning CO_2 va H_2O gacha oksidlani-shi, bir qator oraliq fermentativ reaksiyalar orqali o'tadi. Har qay-sida aniq bir energiya miqdori ajralib chiqadi va organizmda sekin asta sarflanadi. Ularning yig'idsi Gess qonuni bo'yicha $-2801,69$ kJ/mol ga tengdir. Biroq organizmda kechdigan har bir bosqichda ajralgan va sarflangan issiqliklarni o'lchab bo'lmaydi. Glukoza-ni to'liq oksidlanishidan hosil bo'lgan ATF miqdori 15.1-jadval-da berilgan.

Yo'li	Substrat/mahsulot	Koferment-lar	Fosfat ko'chishi	ATF chiqishi
Glikoliz	Glyukoza/piruvat glyukoza $\rightarrow$ 2 piruvat + 6ATF	2NADH (yoki 2FADH ₂)	2 ATF	6 ATF
Oksidlanish va dekarbok-sillanish	Piruvat/atsetil-KoA + 2CO ₂ 2Piruvat $\rightarrow$ 2 atsetil-KoA- reduktaza + 2CO ₂ + 6ATF	2 NADH		6 ATF
Limon kislota halqasi (ikki aylanish)	2Atsetil-KoA/4CO ₂	6 NADH 2 FADH ₂	2 GTF	24 ATF
Umumiy miqdor	glyukoza $\rightarrow$ 6CO ₂ + 36ATF			36 ATF

Hujayralar tomonidan energiya hosil bo'lishi uchun glukoza to'liq sarflanmagan bo'lsa, u glikogen ko'rinishida jigar va muskul-larda saqlanadi. Glukoza miqdori qon va bosh miyada kamaysa, glikogen zaxirasidan gidrolizlanib, qonga o'tadi. Glikogen zaxira-si kamayib ketsa, ma'lum miqdordagi glukoza uglevod bo'lmagan manbalardan sintezlanadi. Bu barcha jarayonlarning muvozanati bo'lib, qondagi glukozaning miqdorini hujayralar uchun yetarli

miqdorda saqlab turadi va energetik talablar uchun yetarli miqdorda ATF yetkazib beradi.

Termokimyoviy hisoblashlar yordamida hayvon va o'simliklarda kechadigan reaksiyalarning issiqlik effektini hisoblab chiqish mumkin. Biroq bu qonun jarayon (hodisa) borish bormasligini yoki sistemada o'zgarishlar qaysi tomonga yo'nalishini ko'rsatmaydi. Buning uchun yana bir kattalik kiritish kerak. Bunday kattalik entropiyadir.

15.6. Entropiya. Termodinamikaning ikkinchi qonuni

Termodinamikaning birinchi qonuni quyidagi savollarga to'liq javob bera olmaydi.

– Energiyaning bir turdan ikkinchi turga o'tishi nima uchun aynan shu yo'nalishda boradi va nima uchun bu yo'nalish o'zgacha bo'lishi mumkin emas?

– Energiyaning bir turdan ikkinchi turga aylanishi qay darajada to'liq amalga oshadi?

– 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 borish yoki bormasligi haqida bi-ror-bir ma'lumot olib bo'lmaydi.

Qator tekshirishlar natijasida reaksiya borishi va yo'nalishining asosiy mezonini uning oqibatida kelib chiqadigan energiya o'zgarishi va yangi sistemaning betartiblik kattaliklari qiymatiga bog'liq ekanligi aniqlandi:

– energiya qiymatlari kamayishi bilan boradigan, ya'ni ekzotermik jarayonlarga o'z-o'zidan amalga oshadi.

– betartiblik qiymati ortishiga olib keladigan jarayonlarga o'z-o'zidan amalga oshadi, ya'ni sistemalar tartibsizlik sari intiladi.

Termodinamikaning ikkinchi qonunidan foydalanib, biror jarayonni amalga oshirish uchun qanday sharoit yaratish lozimligini aniqlash mumkin. Shuning uchun ham termodinamikaning ikkinchi qonuni amaliy jihatdan katta ahamiyatga ega. Termodinamikaning ikkinchi qonuni asosida energiyaning bir turdan ikkinchi turga aylanishi jarayonida shu energiyaning ma'lum bir qismi atrof-muhitga issiqlik holatida tarqalishi tushunchasi yotadi.

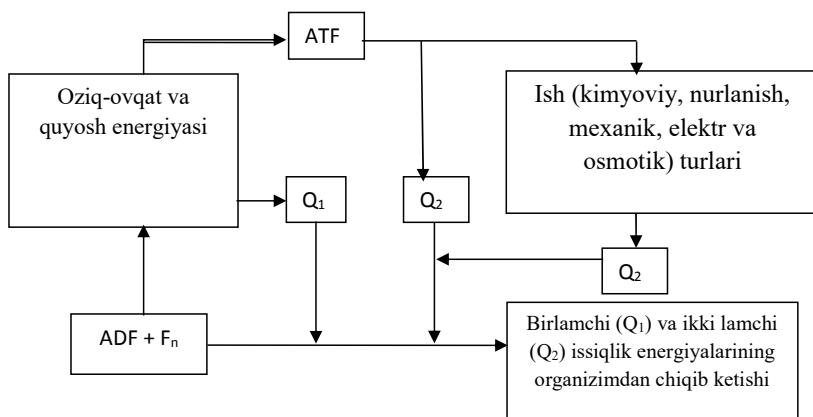
Masalan, odam organizmida bajarilayotgan biror-bir ishning amalga oshirish jarayonida energiyaning ma'lum bir qismi birlamchi issiqlikka (Q_b) aylanadi va atrof-muhitga qaytmas darajada tarqaladi, ya'ni organizm Q_b dan yana qaytadan ish bajarish uchun foydalana olmaydi. Q_a esa ish bajarishga sarflanadi. Bunda jarayonning foydali ish koeffitsiyenti (FIK):

$$\eta = (Q_a - Q_b) / Q_a$$

Kano Klauzius teoremasiga ko'ra, issiqlik mashinasining FIK ishchi jismning tabiatiga bog'liq bo'lmaydi va harorat intervallari bilan belgilanadi:

$$\eta = (T_1 - T_2) / T_1$$

Bunda T_1 – isitgich va T_2 sovutgich haroratlari.



5.1-sxema. Organizmda energiya o'zgarishining umumiy ko'rinishi

Organizmdagi energiya o'zgarishining umumiy ko'rinishi;

Q_1 – *birlamchi issiqlik*, qaytmas biokimyoviy jayorayonlar hisobiga ajralib chiqadi va atrof-muhitga issiqlik tariqasida tarqaladi.

Q_2 -organizmda amalga oshayotgan ishni ta'minlaydigan barcha foydali energiya turlari oqibat narijada (jarayon to'liq amalga oshib bo'lgandan so'ng) issiqlikka aylanadi va bu o'z navbatida *ikkilamchi issiqlik* energiyasini tashkil etadi. Masalan, sistola holatini va demak, qonning tomirlar bo'ylab harakatini ta'minlaydigan energiya pirovard natijada tomir devorlari va qonning tarkibiy qisimlari orasida kelib chiqadigan ishqalanish kuchalrini yengishga sarflanib issiqlikka aylanadi.

S. Kano issiqlikning ishga aylanish sharoitini o'rganish orqali termodinamikaning ikkinchi qonuniga asos solgan: Biror manbadan olingan va issiqlik mashinasining ishini ta'minlaydigan issiqlik miqdori to'laligicha ishga aylanmaydi, uning ma'lum bir qismi atrofga (sovutgichga) uzatiladi. Yuqoridagi barcha fikrlarni jamlagan holda *termodinamikaning ikkinchi qonunini* quyidagicha ta'riflanadi. *Issiqlik harorati past bo'lgan jismdan harorati yuqori bo'lgan jismga o'z-o'zidan o'ta olmaydi* (R.Klauzius sharhi). Ikkinchi tur abadiy mashinasini (issiqlikni to'liq ishga aylantiradigan) yaratish mumkin emas (V.Osvald sharhi). Termodinamikaning bu qonuni asosida qaytar va qaytmas jarayonlarning energiya va issiqlik miqdorlari orasidagi bog'liqlikni quyidagicha talqin qilish mumkin:

Qaytar jarayonlarda energiya issiqlikka aylanmaydi. Shu sababli sistmadagi jarayon atrof-muhitning cheksiz kichik o'zgarishlari natijasida, o'z yo'nalishini teskari tomonga o'zgartira oladi;

Qaytmas jarayonlar energiyasining bir qismini issiqlikka aylanib, atrof-muhitga tarqalishi bilan davom etadi va atrof-muhitning cheksiz kichik o'zgarishlari jarayon yo'nalishiga ta'sir etmaydi.

O'z-o'zidan o'tadigan (ro'y beradigan) jarayonlar – musbat jarayondir (o'ng tomonga boradigan reaksiya). O'z-o'zidan bormaydigan jarayonlar – manfiy jarayondir (chap tomonga boradigan reaksiya). Demak, tirik organizmda sodir bo'layotgan jarayonning

FIK<1 bo'ladi. Ba'zi biologik jarayonlarning FIKi 15.2-jadvalda berilgan.

15.2-jadval

Ba'zi biologik jarayonlarning FIKi

N	Biologik jarayonlar	FIK
1.	Glikoliz va terminal oksidlanish	42%
2.	Oksidlanuv fosforillanish	55%
3.	Mushaklar qisqarishi	40%

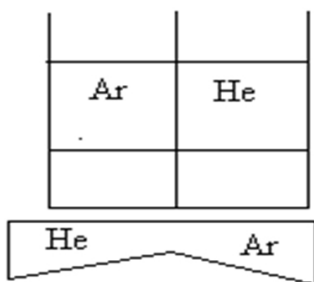
Jarayonning o'z-o'zidan amalga oshishi sistemaning ichki energiyasini kamayishiga (minimal energiya tomon) intilishdan tashqari uning tartibsizlik holati sari inilishi bilan ham belgilanadi. *Sistemaning tartibsizlik tomon intilishining mezoni entropiya faktori bo'lib, S bilan belgilanadi*, birligi J/(mol·K). Entropiya – modda yoki sistema xossaligidan biri bo'lib, T , P , U , H kattaliklari singari ularning holati va tabiatiga bog'liq bo'ladi. Entropiya deganda, reaksiya borishi natijasida hosil bo'lgan issiqlik effektining absolut haroratga bo'lgan nisbati tushuniladi – Q/T . Reaksiya borishi natijasidagi entropiyaning o'zgarishini quydagicha ko'rasatish mumkin:

Qaytar jarayonlar uchun: $\Delta S = \delta Q / T$

Qaytmas jarayonlar uchun: $\Delta S > \delta Q / T$

Ikkala jarayonning ifodasi: $\Delta S \geq \delta Q / T$

Ikki gazdan iborat bo'lgan bir-biri bilan reaksiyaga kirmaydigan sistemani ko'rib chiqamiz. Masalan, o'zaro to'siq bilan ajratilgan idishning bir tomonida Ar va Ne gazlari joylashtirilgan.



To'siqni olib tashlasak, gazlar aralashib idish bo'ylab bir xil tarqaladi. Bu hodisa albatta o'z-o'zidan boradi. Sistema tartiblilik ko'proq bo'lgan holatdan, tartiblilik kamroq bo'lgan holatga o'tadi.

15.4-rasm. Entropiyaning o'zgarishi

Lekin, teskari, hodisa ro'y bermaydi, sistema o'z-o'zidan avvalgi holatga o'tolmaydi, bizning misolimizdagi gazlar o'z-o'zidan bir-biridan ajrala olmaydi.

Issiqlik harorati yuqori bo'lgan jism, harorati past bo'lgan jismga o'z-o'zi o'tadi va bu jarayon harorat tenglashguncha davom etadi. Biroq o'z-o'zidan issiqlik harorati past bo'lgan jismdan, harorati yuqori bo'lgan jismga o'tmaydi (Klauzius). Demak, sistema bu yerda ham yuqori tartibdan betartib bo'lish tomonga o'tadi, ya'ni sistema har doim o'z-o'zidan betartib tomonga yo'naladi. *Sistemaning tartibini ifodalaydigan kattalik – entropiya* deb ataluvchi termodinamik kattalikdir.

Har qanday harakat tartibni buzadi va natijada entropiya ortadi. Suyuqlik qattiq jismga nisbatan betartib, demak, kattaroq entropiyaga ega. Isitish jarayoni suyuqlikning entropiyasini oshiradi, ayniqsa gaz holatga o'tganda uning qiymati yanada yuqori bo'ladi. Jismning betartiblik darajasi gaz holatda suyuq holatidan katta va qattiq holatidagidan yana ham kattaroqdir. Quyida suvning turli agregat holatlaridagi entropiyasi keltirilgan, bunda entropiyaning eng yuqori son qiyamti uning gaz holatiga mos keladi.

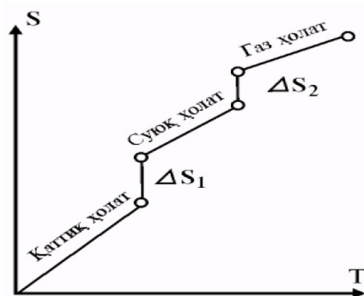
$$S_{298}^0 \text{H}_2\text{O}_{(k)} = 39,33 \text{ J/mol K}$$

$$S_{298}^0 \text{H}_2\text{O}_{(s)} = 69,96 \text{ J/mol K}$$

$$S_{298}^0 \text{H}_2\text{O}_{(g)} = 188,74 \text{ J/mol K}$$

Ammo allotropik shakl (ikkisi ham qattiq) o'zgarishlarida entropiya teng qiyamtlarga ega bo'ladi:

15.5-rasm. Entropiyaning o'zgarishi



$$S_{298}^0 (\text{C})_{\text{graf.}} = 5,74 \text{ J/mol K}$$

$$S_{298}^0 (\text{C})_{\text{olmos.}} = 5,74 \text{ J/mol K}$$

15.5-rasmda keltirilgan grafikada harorat oshganda entropiyaning modda holati o'zgargandagiga nisbatan deyarli o'zgarmasligi

ko'rsatilgan. Grafikda modda holatining o'zgarishi entropiyaning keskin o'zgarishiga sabab bo'lishini ko'ramiz. Entropiya moddaning haroratiga bevosita bo'g'liqdir.

Modda yuqori haroratli holatda bo'lsa, uning entropiyasi ham yuqori bo'ladi. Masalan, bir mol suvning entropiyasi bir mol muzning entropiyasidan 21 kJ ortiq bo'ladi. Qizdirilganda moddalar entropiyasining ortishi hamda hajm o'zgarganda gazlarda ham shu holat kuzatilishi bosimning o'zgarishi gazlarning entropiyasiga keskin ta'sir etishini bildiradi.

Demak, harorat, bosim va hajm o'zgarishi entropiya qiymatining o'zgarishiga olib keladi.

Misol: 1 mol suv 100°C da bug'latiladi. Suvning solishtirma qaynash issiqligi 225,8 kJ bo'lsa, 1 mol suv 100°C da bug'langanda uning entropiyasi qanchaga ortadi?

Yechish. Suvning qaynash haroratida bog'lanish izotermik jarayon bo'lgani uchun suv entropiyasining ortishi $S = Q/T$ formula bilan hisoblab topiladi:

$$Q = 539,8 \cdot 18 = 9716,4 \text{ kal}$$

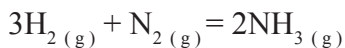
$$T = 273,2 + 100 = 373,2^\circ$$

$$\Delta S = 9716,4 / 373,2 = 26,04 \text{ kal/grad}\cdot\text{mol yoki } 108,85 \text{ J/ grad}\cdot\text{mol}$$

Demak, entropiya 108,85 J/grad·molga ortar ekan.

– Zarrachalar soni kamayishi bilan boradigan jarayonda entropiya darajasi kamayadi.

Zarrachalar soni kamayishi bilan boradigan jarayonda entropiya darajasi kamayadi $\Delta S < 0$. Masalan, ammiak hosil bo'lishida boshlang'ich holatda 4 mol modda bo'lgan reaksiya natijasida bu miqdor ikki molga kamaydi va bunda entropiya darajasi ham kamayadi.



– Ma'lum bir fizik kimyoviy jarayonlarda kondensatsiya va kristallanish yuz berishida ham entropiya qiymati kamayib $\Delta S < 0$ boradi.

Entropiyaning absolut qiymatini aniqlash mumkin emas. Uning o'zgarishi quydagi tenglama bo'yicha birinchi holat bilan ikkinchi holatdagi qiymatlari orasidagi farq ko'rinishida aniqlanadi:

$$\Delta S = \frac{\Delta H}{T} = \frac{Q}{T}$$

ya'ni, entropiyaning o'zgarishi qaytar jarayondagi issiqlikni o'zgarishining shu jarayon o'tkaziladigan absolut harorati nisbatiga tengdir.

Entropiyaning ta'rifi termodinamikaning ikkinchi qonuni bilan ifodalanadi: chegaralangan sistemadagi entropiya qiymatini oshiruvchi jarayonlarga o'z-o'zidan boradi va ular entropiya eng yuqori qiymatga yetguncha davom etadi.

Demak, agar jarayonda $\Delta S > 0$ bo'lsa, bu jarayon o'z-o'zidan boradi. Agar $\Delta S < 0$ jarayon o'z-o'zidan o'tishi mumkin emas. $\Delta S = 0$ bo'lsa, bu jarayon istalgan yo'nalishda boradi.

Entropiyaning o'lchov birligi J/mol·K bilan o'lchanadi va aniq bir sharoitda (standart) ifodalanadi -25°C (298,15K va bosim 1 atm yoki 101,325 kPa). Sistema entropiyasining o'zgarishi quyidagicha ifodalanadi:

$$\Delta S_{298}^0 \text{ sist} = \sum S_{298}^0 (\text{r.m.h.b.}) - \sum S_{298}^0 (\text{d.m.h.b.})$$

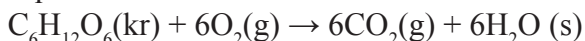
Bunda:

r.m.h.b. – reaksiya mahsulotlari hosil bo'lishidagi holat;

d.m.h.b. – dastlabki mahsulotlari hosil bo'lishidagi holat;

– $S_{298}^0 \text{ sist}$ – qiymatiga qarab jarayon o'z-o'zidan borish-borishligi aniqlanadi.

Glukozaning oksidlanish reaksiyasi entropiyasining o'zgarishini hisoblab chiqamiz:



$$\Delta S_{298}^0 \text{ sist} = (6 \cdot S_{298}^0 \text{CO}_2(\text{g}) \text{ h.b.} + 6 \cdot S_{298}^0 \text{H}_2\text{O}(\text{s}) \text{ h.b.} -$$

$$(S_{298}^0 (\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{kr})) \text{ h.b.} + 6 \cdot S_{298}^0 (\text{O}_2(\text{g})) =$$

$$[6 \cdot 213,64 + 6(69,94)] - [(212,13) + 6(205,03)] = 259,32 \text{ J/mol K}$$

bunda, $\Delta S > 0$

Bu jarayon o'z-o'zidan boradi, chunki, ΔS noldan katta.

Qator tekshirishlar haroratning pasayib borishi bilan ΔC° qiymatining 0 ga yaqinlashib borishini ko'rsatadi. Yurak jarrohligini o'tkazish uchun uni umumiy qon aylanish doirasida vaqtinchalik (krioxirurgiya va krioterapiya) qon tomirlarini bog'lash orqali ajratishni talab qildi. Bu jarayon eng ko'pi bilan 10 daqiqa davom etishi mumkin. Ammo, haroratni 28–30°C gacha pasaytirish orqali jarrohlik vaqtini 25–40 daqiqagacha uzaytirish mumkin. Bunga sabab haroratning sun'iy pasaytirilishi organizmda sodir bo'ladigan metabolik jarayonlarini sekinlashtiradi va yurak funksiyalarini kritik darajagacha buzilishining oldini oladi. Masalan, haroratning 28–30°C gacha pasayishi odam organizmining kislorodga bo'lgan talabini 25%ga kamaytiradi, bosh miyadagi issiqlik hosil bo'lishini va yurak mushaklarining metabolizmini ikki barobar sekinlashishiga olib keladi.

15.7. Termodinamik potentsiallar

Yuqoridagi bo'limlarda kimyoviy jarayonlarning o'z-o'zidan amalga oshishining ikki asosiy mezonini ko'rib chiqamiz:

– Jarayonlar sistema ionlarning molekulaga aylantirish, molekullarning esa yuqori agregat holatidagi molekulalarga (makromolekula) larga aylantirish orqali shu holat uchun mumkin bo'lgan eng kichik energiya sari intiladi. Izobar sistemalarda bu entalpiya o'zgarishi (ΔH), izoxor sistemalarda esa ishki energiya o'zgarishi (ΔU) orqali ta'minlanadi.

– Sistema makromolekulalarni quyi molekulalarga, molekullarni esa ionlarga ajratish orqali o'zidagi betartiblikni eng katta qiymatlargacha orttirish sari intiladi. Bu entropiya omili qiymatining (ΔS) ortishi orqali ta'minlanadi.

Ushbu ikki mezon tabiati jihatidan o'zaro qarama-qarshi yo'nalgan bo'lib, sistemaning betartibligini oshishiga ΔH va ΔU ning kamayishi, ΔH va ΔU ortishiga esa ΔS kamayishi qarshi turadi. Jarayonning amalga oshishi va yo'nalishi birinchi (ΔH va ΔU) va ikkinchi (ΔS) mezonning qaysi biri ko'proq effektivlikga ega ekanligi bilan belgilanadi.

Demak, har qanday kimyoviy sistemaning barqarorligi, entalpiik va entropik omillarga bog'liqdir. Birinchisi sistemaning tartibini ifodalaydi va bu jarayon ichki energiya yoki entalpiya kamayishi bilan o'tganligi uchun, sistemaning barqarorligi ortadi. Ikkinchi faktor sistemaning betartibligini ifodalaydi, chunki bu holatning termodinamika nuqtayi nazaridan imkoniyati ko'proq. Shu xususiyatlarning yig'indisi yangi termodinamik funktsiya – G bilan ifodalanib Gibss energiyasi yoki *izobarik – izotermik potentsial* deb ataladi. Izobarik – izotermik jarayonlar uchun Gibss energiyasini o'zgarishi quydagiga tengdir:

$$\Delta G_{298} = \Delta H_{298} - T\Delta S_{298}$$

Bu tenglama termodinamikaning ikkinchi qonunini ifodalaydigan tenglamaning bir turidir. ΔH va ΔS lar kabi, kimyoviy reaksiya natijasida Gibss energiyasining o'zgarishi reaksiya mahsulotlari hosil bo'lishi Gibss energiyalarining yig'indilaridan dastlabki moddalar hosil bo'lishi Gibss energiyalarining yigindilarini ayirmasiga tengdir:

$$\Delta G_{sist}^0 = \sum \Delta G_{so'nggi}^0 - \sum \Delta G_{dastlabki}^0$$

O'zgarmas harorat va bosimda kimyoviy reaksiyalar o'z-o'zidan borishi faqat $\Delta G < 0$ bo'lgan tomonga yo'naladi va $\Delta U > 0$ bo'lgan tomonga o'z-o'zidan o'tolmaydi

$\Delta G = 0$ kimyoviy muvozanat holatiga to'g'ri keladi. Shunga asoslanib termodinamikaning ikkinchi qonuni eng muhim ta'riflanishi – har qanday sistema sistemaning Gibss energiyasini minimal kattalikka olib kelishga intiladi.

15.3-jadvalda har xil ΔH va ΔS ishoralarining yig'indisidagi jarayon o'z-o'zidan borishi yoki bormasligi imkoniyatlari ko'rsatilgan.

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ $\Delta G < 0$ bo'lsa, bu jarayon o'z-o'zidan ketadi.

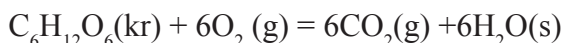
15.3-jadval

ΔH , ΔS va ΔG ishoralari va jarayonning borish imkoniyati

Funksiyaning ishorasi			O'z-o'zidan o'tadigan imkoniyati bor yoki yo'qligi	Reaksiyaga misol
ΔH	ΔS	ΔU		
-	+	-	Har qanday sharoitda borishi mumkin	$C_6H_6(s) + 7,5O_2(g) = 6CO_2(g) + 3H_2O$

+	-	+	Hech qanday sharoitda borishi mumkin emas	$N_2(g)+2O_2(g)=2NO_2(g)$
-	-	$\pm$	Past haroratda borishi mumkin	$3N_2(g)+N_2(g)=2NH_3(g)$
+	+	$\pm$	Yuqori haroratda borishi mumkin	$N_2O_4(g)=2NO_2(g)$

Ma'lumotnomalarda ko'pgina moddalarning 298,15°K haroratdagi hosil bo'lish entropiyasi ΔC_{298}° , entalpiyasini o'zgarishi ΔH_{298}° keltirilgan. Ulardan foydalanib turli termodinamik hisoblashlar o'tkazish mumkin. Misol tariqasida yana glukozaning oksidlanish reaksiyasini ko'ramiz.



Entalpiyasining o'zgarishini hisoblash natijasida:

$$\Delta H_{sist} = -2801,68 \text{ kJ/mol}$$

Bunda entropiyaning o'zgarishi $\Delta S_{sist} = 259,32 \text{ J/molK}$

$$\text{Demak, } \Delta G = \Delta H_{sist}^{\circ} - T\Delta S_{sist}^{\circ} = -2801,69 \text{ kJ/mol} - (298,15 \text{ }^{\circ}\text{K}) [259,32 \text{ j/molK} / 1000] = -2724,4 \text{ kJ/mol}.$$

ΔG qiymati katta manfiy ishorali son ekanligi, glukozaning oksidlanish jarayoni o'z-o'zidan boradigan jarayon ekanini ko'rsatadi. Biroq havoda glukozaga deyarli barqaror moddadir. Bu termodinamikaning kamchiligini ifodalaydi, chunki u reaksiyani yo'nalishi to'g'risidagi ma'lumotlarni olish imkoniyatini berib, uning tezligi haqida hech qanday ma'lumot bermaydi.

15.8. Termodinamika va tirik organizmda ketadigan jarayonlar

Tirik organizmlar – ochiq sistemalar qatoriga kirib, ular tashqi muhit bilan energiya va turli moddalar bilan almashinadi. Biokimyoviy reaksiyalar energetikasini o'rganish, turli moddalar energiyasini hayotiy energiyaga o'tish mexanizmlarini tushunish uchun zarurdir. Oziqa moddalarning issiqlik hosil qilish xususiyatini aniqlash, turli sharoitdagi, jismoniy va aqliy mehnat kishilari uchun kerakli oziq-ovqat ratsionlarini tuzish imkoniyatini beradi.

Odam organizmida yuz beradigan patologik holatlarda termodinamik kattaliklarning o'zgarishi kuzatiladi, bunda ko'p hollarda tana harorati o'zgaradi. Demak, kasallik sistema entropiyasining o'zgarishi bilan boradi. Embriogenez davrida, regeneratsiya jarayonlarida va xavfli to'qimalar o'sishida sistemaning entropiyasi oshib borishi aniqlangan.

15.4-jadval

Ba'zi ozuqa mahsulotlarining tarkibi va energetik qiymatlari

Oziqa mahsulotlari			Tarkibi %			Kaloriyasi	
	Oqsillar	Yog'lar	Uglevodlar	suv	Kul qoldig'i	Kkal/kg	Kj/kg
Javdari non	6,3	1,3	46,1	43,9	2,2	2270	9500
Bug'doy 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 mahsulotlari	11	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
Sho'rtang sariyog'	0,5	83,0	0,5	14,9	1,1	7760	32470
Sigir suti (yog'i olinmagan)	3,3	3,7	4,7	87,6	0,7	670	2800
Yog'siz 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 go'shti	18,0	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

Statsionar holatdagi sistemada entropiya minimumga intiladi. Prigojin ta'rifiga ko'ra, tirik organizmlar - yuqori darajali tartibga ega bo'lgan past entropiyali sistemalar bo'lib, va demak, termodinamik nuqtayi nazardan beqaror sistemalaridir. Entropiyaning maksimal qiymatga intilishi, organizmning parchalanishiga olib boradi. Organizm bunga qarshi ikki yo'l bilan kurashadi.

– Yuqori molekular moddalar – oqsillar, yog'lar, uglevodlar kabi moddalarni o'zlashtiradi. Ularning entropiyasi quyi molekular moddalarga qaraganda past bo'ladi.

– Tashqi muhitda, yuqori molekularlarning parchalanish va oksidlanish mahsulotlari (H_2O , CO_2 , mochevina va boshqa) ya'ni entropiyasi katta bo'lgan, quyi molekular moddalarni ajratadi.

Shuning uchun ham tirik organizmlar, bir muncha vaqt ichida sistemaning tartibini saqlash imkoniyatiga ega bo'lib, tashqi muhitga nisbatan entropiyasi minimumga ega bo'ladi.

Vaziyatli masalalar

1-masala. Odam organizmidan metabolizm mahsuloti sifatida ajralib chiqadigan ammiakning organizmdan chiqarib yuborilishi siydikchil biosinteziga asoslangandir. Bu jarayonning issiqlik effektini bevosita o'lchash mumkin emas. Ammo uni Gess qonunidan kelib chiqadigan xulosalar yordamida hisoblab topish mumkin. Agar ammiak, karbonat angidrid, siydikchil va suvning entalpiyasi mos ravishda 45.80, -393.78, -332.98, -241.98 kJ/mol berilgan bo'lsa, siydikchil hosil bo'lishining issiqlik effektini hisoblang.

2-masala. Vodorod peroksidning hosil bo'lish issiqligini tajriba yo'li bilan aniqlab bo'lmaydi, chunki, vodorodga kislorod ta'sir etganda oddiy sharoitda suv hosil bo'ladi.

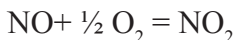
Lekin vodorod peroksidning suv va kislorodga parchalanishini aniqlash mumkin. Ana shu holat uchun vodorod peroksidning hosil bo'lish issiqligini aniqlang.

Bilimni sinab ko'rish uchun testlar

1. Qaysi moddaning hosil bo'lish entalpiyasi nolga teng?

- A) H_2O_2 ; B) H_2SO_4 ;
D) O_2 ; E) CaSO_4 .

2. Quyidagi reaksiya uchun Gibbs energiyasini o'zgarishini aniqlang:



$$\Delta G^0(\text{NO}_2) = -57,3 \text{ kJ/mol} \quad \Delta G^0(\text{NO}) = -72,9 \text{ kJ/mol}$$

- A) $-57,3 \text{ kJ/mol}$; B) $-72,9 \text{ kJ/mol}$;
D) $-35,6 \text{ kJ/mol}$; E) $25,2 \text{ kJ/mol}$.

3. Oddiy xizmat faoliyatida inson energiya harajati uglevod hisobiga necha foizga qoplanadi?

- A) 55–60%; B) 20–25%; D) 15–20%; E) 40–55%.

4. Sistemani muvozanat holatini ko'rsating:

- A) $\Delta H > T\Delta S$; B) $\Delta H < T\Delta S$;
D) $\Delta H = T\Delta S$; E) $\Delta G = \Delta H$.

5. Yopiq idishda boradigan barcha reaksiyalarning izoxor jarayonini ko'rsating:

- 1) $\text{N}_{2(\text{g})} + \text{O}_{2(\text{g})} \rightarrow 2\text{NO}_{(\text{g})}$;
2) $\text{N}_{2(\text{g})} + \text{H}_{2(\text{g})} \rightarrow 2\text{NH}_{3(\text{g})}$;
3) $\text{SOCl}_{2(\text{g})} \rightarrow \text{SO}_{(\text{g})} + \text{Cl}_{2(\text{g})}$.
A) 1,2; B) 1,3; D) 2,3;

E) izoxor jarayon yo'q.

6. Qaysi nisbat sistema muvozanat holatini belgilaydi?

- A) $\Delta H > T\Delta S$; B) $\Delta H < T\Delta S$;
D) $\Delta H = T\Delta S$; E) $\Delta G = \Delta H$.

7. Ammiak hosil bo'lish termokimyoviy tenglamasini ko'rsating:

- A) $3\text{H}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g}) = 2\text{NH}_3(\text{g}) + 91,608 \text{ kJ}$;
B) $3/2\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{N}_2(\text{g}) = \text{NH}_3(\text{g}) + 45,804 \text{ kJ}$;
D) $3/2\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{N}_2(\text{g}) = \text{NH}_3(\text{g}) + 91,608 \text{ kJ}$;
E) $3\text{H}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g}) = 2\text{NH}_3(\text{g}) - 91,608 \text{ kJ}$.

8. Sistema turlari:

- 1) ochiq sistemalar;
- 2) yopiq sistemalar;
- 3) izolyatsiyalangan sistemalar.

A) sistema va tashqi muhit energiya bilan ham modda bilan ham o'zaro almashmaydi;

B) bunda sistema bilan tashqi muhit o'rtasida o'zaro modda va energiya almashish imkoniyati bo'ladi;

D) sistema bilan tashqi muhit o'rtasida o'zaro faqat energiya almashish mumkin.

A) 1b, 2d, 3a; B) 1a, 2d, 3b;

D) 1a, 2b, 3d; E) 1d, 2a, 3b.

9. Termodinamikada eng ko'p ishlatiladigan funksiyalar:

1) U; 2) H; 3) S.

A) entalpiya; B) entropiya; D) ichki energiya.

A) 1d, 2a, 3b; B) 1a, 2d, 3b;

D) 1a, 2d, 3b; E) 1a, 2b, 3d.

10. Termodinamik jarayonlar:

1) izotermik; 2) izobarik; 3) izoxorik.

A) o'zgarmas hajmda boradigan jarayon;

B) o'zgarmas haroratda boradigan jarayon;

D) o'zgarmas bosimda boradigan jarayon.

A) 1b, 2d, 3a; B) 1a, 2d, 3b;

D) 1b, 2b, 3a; E) 1a, 2b, 3d.

KIMYOVIIY KINETIKA

16

Sigareta tutuni ta'sirida yengil allergiya hastaligiga chalingan ayol davolanish maqsadida fizioterapevtga murojaat qildi. U bemorning jismoniy holatini tekshirish uchun uni yugurish yo'lakchasiga chiqardi. Shifokor uning yugirayotgan vaqtida yurak urishi, nafas olishi va qon bosimini tekshirish maqsadida EKG apparati, oksimetr hamda qon bosim o'lchagichidan foydalandi. EKG mashinasi ayolning yurak urish ritmini aniqlab berdi. Oksimetr uning qonidagi kislorod miqdorini, qon bosim o'lchagich esa, uning qon bosimini aniqladi. O'tkazilgan tekshiruv natijalariga asoslanib, shifokor bemorga jismoniy tarbiya rejasini tuzib berdi. Ushbu reja kichik mushaklar ishtirok etadigan osonroq mashqlar rejasi bo'lib, bunday mashqlar ko'proq kislorod talab etadi va qondagi kislorod miqdorini oshirishga yordam beradi. Kundalik jismoniy mashqlar davomida ayolning yurak urishi, qondagi kislorod miqdori va qon bosimi kuzatib borildi. Fizioterapevt kuzatuv kislorod yetishmasligi oqibatida holsizlanib qolmaslik uchun muhim.

Fizioterapevt kasbi

Fizioterapevt faqatgina sportchilar bilan emas, balki qandli diabet, yurak, o'pka hastaligiga chalingan va boshqa turdagi bemorlar bilan ishlaydi. Shunday kasalliklar bilan og'rigan bemorlarga ko'pincha jismoniy tarbiya muolaja sifa-



tida taklif etiladi. Bunda ularga fizioterapevtlar yordamga keladi. Fizioterapevtlar bemorning umumiy sogʻligʻini baholaydi va har bir bemorga alohida mashq dasturini tuzib beradi. Masalan, sportchilarga moʻljallangan mashq dasturi jarohatlarni kamaytirishga yoʻnaltirilgan boʻlsa, yurak hastaligiga chalingan bemorlarga moʻljallangan dastur yurak mushaklarini sogʻlomlashtirishga qaratilgan boʻladi. Fizioterapevt muolaja davomida bemorning holatini kuzatib boradi va undagi ijobiy yoki salbiy oʻzgarishlarga alohida eʼtibor beradi.

Kimyoviy kinetika fanini oʻrganish jarayonida reaksiyaga kirishayotgan moddalarning tabiati, tashqi omillar (harorat, bosim) taʼsiri hisobga olinadi. Organizmda boradigan har qanday kimyoviy reaksiyalar tezligi tashqi omillar taʼsirida oʻzgaradi. Kimyoviy kinetika metabolizm jarayonida amalga oshadigan kimyoviy reaksiyalarni oʻrganib, ularning toʻliq amalga oshishi uchun kerakli sharoit yaratib berishga yordam beradi.

16.1. Kimyoviy reaksiya turlari

Kimyoviy reaksiyalar juda koʻp uchraydi. Organizmda boradigan kimyoviy reaksiyalar isteʼmol qilingan oziq-ovqat mahsulotlarini quyi molekulalarga parchalashga yordam beradi. Oʻsimlik barglaridagi uglerod (IV) oksidi va suv kimyoviy reaksiya natijasida uglevodlarga aylanadi. Metabolizm jarayonida inson organizmida maʼlum miqdorda O_2 sarflanadi.

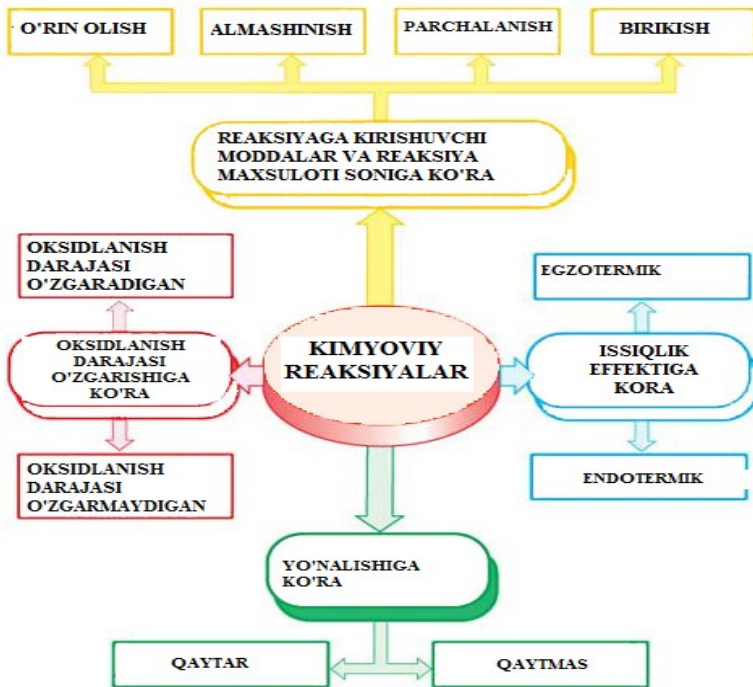
Agar, qondagi kislorod miqdori kam boʻlsa, pulmonolog bemorga kislorod berishni va qondagi kislorod miqdorini qayta nazorat qilishni tavsiya qiladi.

Baʼzi kimyoviy reaksiyalar oddiy boʻlsa, qolganlari anchagina murakkab boʻladi. Oddiy reaksiyalarni ham, murakkab reaksiyalarni ham kimyoviy tenglamalar orqali ifodalash mumkin. Har qanday kimyoviy taʼsirlanish natijasida bir modda ikkinchisiga aylanadi va kimyoviy reaksiya sodir boʻladi. Buning natijasida boshlangʻich moddalar molekulalaridagi atomlar orasidagi bogʻlar uzilib, ularning

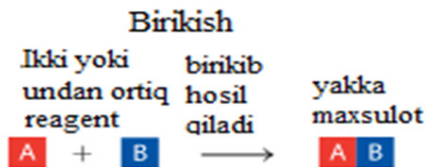
o'rniga yangilari hosil bo'ladi, ya'ni reaksiyaga kirishuvchi moddalar tarkibidagi atomlari reaksiya mahsulotlarining tarkibiga kiradi.

Kimyoviy reaksiyalar quyidagi xususiyatiga ko'ra sinflanadi.

Reaksiyaga kirishuvchi moddalar va reaksiya mahsulotining soniga ko'ra kimyoviy reaksiyalar bir necha turlarga bo'linadi.



Birikish reaksiyasi – ikkita yoki undan ortiq oddiy moddalar birikib bitta murakkab modda hosil qiladi.



O‘rin olish reaksiyasi – moddalardagi elementlarning o‘rnini boshqa elementlar oladi.

Yakka o‘rin olish reaksiyalarida bitta reagentdagi elementni o‘r-nini boshqa reagentdagi elementi oladi.

Orin olish

Bir element orin oladi boshqa element bilan



Almashinish reaksiyasida, musbat ionlar joy almashinadi

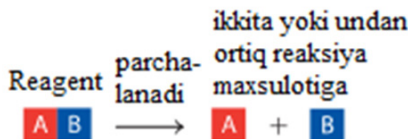
Qosh almashinish

Ikki element joy almashadi bir-biri bilan



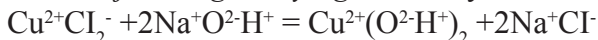
Parchalanish reaksiyasi – reagentlar ikkita yoki undan ortiq oddiy moddaga parchalanadi.

Parchalanish

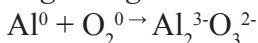


• Reaksiyaga kirishayotkan moddalarning oksidlanish darajasi o‘zgarishiga ko‘ra quydagi turlarga bo‘linadi.

Oksidlanish darajasi o‘zgarmaydigan reaksiyalar



Oksidlanish darajasi o‘zgaradigan reaksiyalar

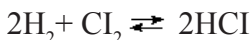


• Reaksiya yo‘nalishiga ko‘ra quydagi turlarga bo‘linadi:

Qaytmas reaksiyalar – dastlabki moddalar to‘liq sarflanib reaksiya mahsulotiga aylanadigan, ya’ni oxirigacha boradigan reaksiyalar.

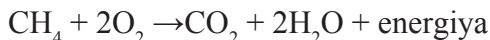


Qaytar reaksiyalar – ikki qarama-qarshi tomonga boradigan reaksiyalar:

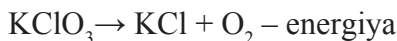


Issqlik effektiga ko'ra quydagi turlarga bo'linadi:

Ekzotermik reaksiyalar– issqlik ajralishi bilan boradigan reaksiyalar:



Endotermik reaksiyalar– issqlik yutilishi bilan boradigan reaksiyalar.



16.2. Ekzotermik va endotermik reaksiyalar

Ko'pchilik kimyoviy reaksiyalarda issqlik yutiladi yoki ajraladi. Issqlik ajralishi bilan boradigan reaksiyalar *ekzotermik reaksiyalar* deyiladi. Reagentlarning energiyasi va mahsulotlar energiyasi orasidagi farq (ayirma) reaksiya issqligidur. Ekzotermik reaksiyada (*“ekzo”* “tashqariga” degan ma'noni anglatadi), mahsulot energiyasi reagentlar energiyasidan ancha kam bo'ladi. Masalan, aluminiy va temir (III) oksidi orasidagi reaksiyada juda katta miqdorda issqlik ajraladi:



Issqlik yutilishi bilan boradigan reaksiyalar *endotermik reaksiyalar* deyiladi. Endotermik reaksiyalarda (*endo* “ichkariga” degan ma'noni anglatadi) reaksiyalarda mahsulot energiyasi reagent ener-



giyasidan kattaroq bo‘ladi. Masalan, vodorod yod bilan reksiyaga kirishganda vodorod yodid hosil bo‘ladi va issiqlik yutiladi.



Kimyo va salomatlik



Sovuq va issiq paketlar

Kasalxona, tez yordam vrachlik punktlari va sport maydonlarida jarohatni, issitmani, kapilliar qon tomirlari yorilishining oldini olishda sovuq paketlardan foydalaniladi. Sovuq paketning ichki cho‘ntagida ammoniy nitrat (NH_4NO_3) suvdan alohida joylashgan bo‘lib, sovuq paketni qattiq siqish yordamida ammoniy nitrat suv

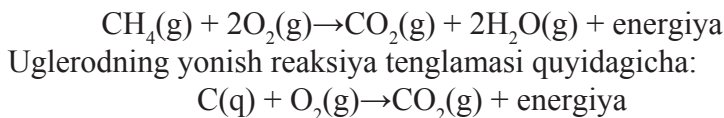


bilan aralashadi va paket ishga tushadi. Endotermik jarayonda suvda erigan 1 mol NH_4NO_3 26 kJ issiqlik yutadi. Bunda harorat 4–5 gradusgacha pasayadi va paket faollashadi.

Issiq paketlar mushaklarga dam berish, og‘riqlar va tomir tortishishlarini kamaytirish va kapilliar tomirlar hajmini kengaytirish orqali qon aylanshini tezlashtirishda ishlatiladi. Sovuq paketning ichki cho‘ntagida CaCl_2 joylashtirilgan. Uning 1 moli suvda erisa, 82 kJ issiqlik ajraladi. Bunda harorat 66°C gacha osha-

di va paket ishlatishga tayyor bo‘ladi.

Yonish reaksiyalari. Yonish reaksiyasida tarkibida uglerod tutgan moddalar, odatda, havodagi kislorod ishtirokida yonib uglerod (IV) oksid (CO_2), suv (H_2O) va issiqlik energiya hosil qiladi. Masalan, metanni yonish reaksiya tenglamasi quyidagicha:



Kimyo va salomatlik



Chala yonish: Uglerod (II) oksidining zaharli ta'siri

Yopiq xonani isitish uchun metan, propan yoki o'tin ishlatiladigan bo'lsa, xonani shamollatish lozim. Kislorod miqdori cheklangan bo'lsa, propan yoki o'tin yonganda uglerod II oksidi hosil bo'ladi. Tabiiy gazdagi metanning chala yonish reaksiyasi quyida keltirilgan:



Uglerod II oksidi (CO) rangsiz, hidsiz, zaharli gaz. Nafas yo'l-lari orqali CO qonga o'tib gemoglobinga birikadi va undagi hujayraga olib borilayotgan kislorod miqdorini kamaytiradi. Natijada, organizmning fizik qobiliyati, qo'l harakati va idroki pasayishi kuzatiladi. Gemoglobin oqsil tabiatga ega bo'lib, qondagi O_2 transportida ishtirok etadi. Gemoglobin 10 % CO bilan bog'lansa, (COHb), nafas olish qiyinlashadi, bosh og'rig'i seziladi. Ko'p sigaret chekadigan odamlarning qonida COHb darajasi 9% dan yuqori bo'lishi mumkin.

30% dan o'rtiq gemoglobin CO bilan bog'langanda, organizmda bundan og'irroq simptomlar kuzatilishi mumkin: bosh aylanishi, ruhiy sarosima, qattiq bosh og'rig'i, ko'ngil aynishi va yanada og'ir alomatlar bo'lishi mumkin. Gemoglobinning 50% yoki undan ko'pi CO bilan bog'langan bo'lsa, odam hushidan ketishi va kislorod bilan davolanmasa vafot etishi mumkin.

16.3. Kimyoviy reaksiya tezligi

Kimyoviy reaksiyalarni borish tezligini va mexanizmini kimyoning bir qismi – kimyoviy kinetika o‘rganadi. Kinetika ikki bo‘limdan iborat:

- Kimyoviy jarayonlarni borish mexanizmini hisobga olmagan holda uning tezligini matematik ifodalashni o‘rganish – formal kinetika;
- Kimyoviy jarayonlarni borish mexanizmlarini o‘rganishga bag‘ishlangan bo‘lim – molekular kinetika.

Reaksiyalar gomogen, bir xil fazali (masalan, gaz yoki suyuq holatdagi moddalar orasida) va geterogen (har xil fazali moddalar orasida: qattiq va suyuq, gaz hamda suyuq va hokazo) bo‘ladi. Gomogen jarayonda reaksiya bir tekisda moddalar joylashgan butun hajm bo‘ylab o‘tadi. Geterogen reaksiyalar esa faqat chegara yuzalarida – fazalar chegarasida o‘tadi.

Ba’zi reaksiyalar juda tez boradi, boshqalar esa juda sekin.

Kimyoviy reaksiya tezligi reaksiyaga kirishayotgan moddalarining konsentratsiyasini vaqt birligi ichida o‘zgarishi bilan tavsiflanadi. Reaksiya tezligi $\text{mol/l}\cdot\text{sek.}$ yoki $\text{mol/l}\cdot\text{min.}$ birligida ifodalalanadi. Masalan, $A+B\leftrightarrow C+D$ reaksiya tezligini quyidagicha ifodalash mumkin. Agar t_1 va t_2 vaqt ichida dastlabki moddalarni birini konsentratsiyasini C_1 va C_2 deb qabul qilsak, bu vaqt intervalidagi o‘rtacha tezlik V_{ni} quyidagicha ifodalash mumkin:

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

Kimyoviy reaksiyalarning tezligiga quyidagi omillar ta’sir ko‘rsatadi.

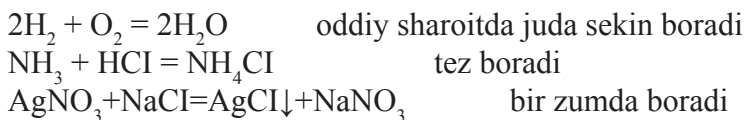
- reaksiyaga kirishayotgan moddalarning tabiati
- konsentratsiya
- harorat

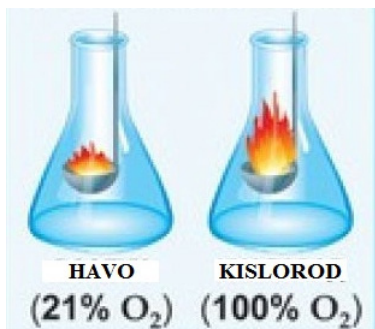
- katalizator
- bosim (gazlar uchun)
- geterogen reaksiyalarda qattiq moddaning sirt yuzasi

Kimyoviy reaksiya tezligiga ta'sir ko'rsatadigan omillarni quyidagi sxema orqali ko'rsatish mumkin:



Kimyoviy reaksiyaning tezligi reaksiyaga kirishuvchi moddalarning *tabiatiga* bog'liqligi, atom va molekulalarning elektron strukturasi, ya'ni kimyoviy bog'ning turiga bog'liqdir. Kovalent qutbsiz bog'ga ega bo'lgan birikmalar orasidagi reaksiya sekin (qiyin), qutbli bog'ga ega birikmalar orasida tezroq va ionli bog'li birikmalar juda tez reaksiyaga kirishadi.

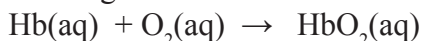




Gomogen reaksiyalar (qattiq fazalidan tashqari), geterogen reaksiyalardan tezroq boradi. Geterogen reaksiyalar tezligi qattiq moddaning sirt yuzasiga va maydalanish darajasiga bogʻliq.

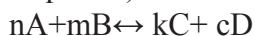
Kimyoviy reaksiya tezligi reaksiyaga kirishuvchi moddalar (reagentlar)ning konsentratsiyasiga boʻgʻliq. Reaktivlar konsentratsiyasi qancha koʻp boʻlsa, ular oʻrtasida toʻqnashuvlar soni ham koʻp boʻladi va reaksiya tez boradi. Masalan, biror modda toza kislorodda (100%) yonganda reaksiya tezligi havoda yonganga nisbatan ancha tez boradi.

Bemorning nafas olishi qiyinlashsa, atmosferaga nisbatan kislorod konsentratsiyasi yuqori boʻlgan gazlar aralashmasi berilishi lozim. Oʻpkada kislorod molekullari sonining ortishi uni gemoglobin bilan bogʻlanish tezligini oshiradi. Qon oksigenatsiyasining darajasi oshsa, bemorning nafas olishi osonlashadi.



Gemoglobin Kislorod Oksigemoglobin

Reaksiya tezligi reaksiyaga kirishuvchi moddalarning konsentratsiyasiga bogʻliqligini Guldberg va Vaage tomonidan taʼriflangan (1864–1867-y.) massalar taʼsiri qonuni ifodalaydi. Oʻzgarmas temperaturada kimyoviy reaksiyaning tezligi reaksiyaga kirishayotgan moddalar stexiometrik koeffitsiyentlari darajada olingan konsentratsiyalarining koʻpaytmasiga toʻgʻri proporsionaldir (massalar taʼsiri qonuni).



reaksiyasi uchun

$$v_1 = Kc^n(\text{A})c^m(\text{B})$$

toʻgʻri reaksiya tezligi

$$v_2 = Kc^k(\text{C})c^c(\text{D})$$

teskari reaksiya tezligi

bunda –

n, m, k, c – stexiometrik koeffitsientlar

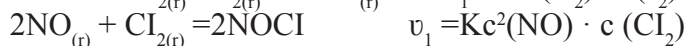
K – kimyoviy reaksiya tezlik konstantasi

$c(A)$ va $c(B)$ – reaksiyaga kirishayotgan moddalarning molar konsentratsiyasi

$c(C)$ va $c(D)$ – reaksiyada hosil bo‘lgan moddalarning molar konsentratsiyasi

K – reaksiyaga kirishuvchi moddalar tabiati va haroratga bog‘liq bo‘lib, konsentratsiyaga bog‘liq emas.

Agar $c(A)=c(B)=1\text{mol/l}$ yoki $c(A)\cdot c(B)=1\text{mol/l}$ bo‘lsa, unda $v=K$.



Geterogen sistemada qattiq moddalar to‘liq konsentratsiyasi bilan qatnashmagani uchun, reaksiya tezligi qattiq moddaning konsentratsiyasiga bog‘liq bo‘lmasdan, uning sirt yuzasiga bog‘liqdir:



Massalar ta’siri qonuni faqat bir bosqichli reaksiyalar uchun taalluqli, ya’ni boshlang‘ich moddalar hech qanday oraliq mahsulot hosil qilmay, to‘liq reaksiya mahsulotiga aylanadigan reaksiyalar uchun tegishli. Kimyoviy reaksiya tezligi haroratga bog‘liq. Yuqori haroratda, reaksiyaga kirishayotgan reagentlar kimyoviy ta’sirlashuvga uchrashi uchun o‘rtacha energiyadan ko‘proq kinetik energiyaga ega bo‘lishi kerak. Bunday energiyaga ega bo‘lgan molekular faol molekularlar hisoblanadi. Faqat faol molekularlarining to‘qnashuvigina yangi mahsulot hosil bo‘lishiga olib keladi.

Haroratning ko‘tarilishi faol to‘qnashuvlar soni va reaksiya tezligining ortishiga olib keladi. Masalan, tana harorati oshganda, yurak urish tezligi, nafas olish tezligi va metabolik jarayonlar tezligi ortadi. Aksincha, temperatura pasayganda reaksiyaning tezligi kamayadi. Misol uchun, tez buziladigan oziq-ovqat mahsulotlarni uzoqroq vaqt saqlash uchun muzlatgichda sovutiladi. Ba’zan, yurak jarrohligida, tana harorati 28°C gacha tushadi va miya kamroq havo talab etadi. Shuning uchun, yurak to‘xtab qolishi mumkin.

Harorat oshirilganda ko‘pchilik kimyoviy reaksiyaning tezligi katta darajada ortadi. Masalan: $2H_2 + O_2 = 2H_2O$ reaksiya oddiy

sharoitda deyarli bormaydi. Harorat 400°C da 80 kun davom etadi, 500°Cda – 2 soat, 650°C da sekundning minglar ulushida boradi.

Golland olimi Vant-Goff qoidasiga ko'ra, harorat har 10°Cga ko'tarilganda gomogen reaksiyaning tezligi 2–4 marta ortadi (1884).

$$v_{t_2} = v_{t_1} \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}}$$

v_{t_1} – t_1 haroratdagi reaksiya tezligi

v_{t_2} – t_2 haroratdagi reaksti tezligi

γ – tezlik konstantasi

t_2 va t_1 – boshlang'ich va oxirgi harorat.

Ko'pgina biokimyoviy jarayonlar uchun Vant-Goffning harorat koeffitsiyenti 1,5–3 orasida bo'ladi. Shuning uchun, biror kasallik natijasida inson organizmi harorati 36,5°Cdan 39,5°C gacha oshsa, organizmdagi biokimyoviy jarayonlar tezligi 1,13–1,39 marta, ya'ni 13–39% ortadi.

16.3.1. Kimyoviy reaksiyaning aktivlanish energiyasi

Kimyoviy reaksiya sodir bo'lishi uchun reaksiyaga kirishuvchi moddalar aniq oriyentatsiya va ma'lum energiyaga ega bo'lib, molekullarning bir-biri bilan to'qnashuvi zarur. Har qanday kimyoviy reaksiyaning tezligi vaqt birligida reaksiyaga kirishayotgan molekullarning to'qnashish soniga bog'liq, biroq har qanday to'qnashish ham ularni o'zaro reaksiyaga kirishishiga olib kelavermaydi. Reagentlar kimyoviy ta'sirlashganda bir-biri bilan to'qnashib, ular orasidagi bog' uzulishi uchun ma'lum energiyaga ega bo'lishi kerak. Reagentlar orasidagi bog'ni uzish uchun sarf bo'ladigan energiya aktivlanish energiyasi deyiladi. Agar to'qnashuvlar energiyasi aktivlanish energiyasidan kichik bo'lsa reaksiya sodir bo'lmaydi. To'qnashuvlar soni ko'p bo'lishiga qaramay faqat aktiv to'qnashuvlar natijasida reaksiya mahsuloti hosil bo'ladi.

Kimyoviy reaksiya sodir bo'lishi uchun quyidagi talablar bajariishi shart:

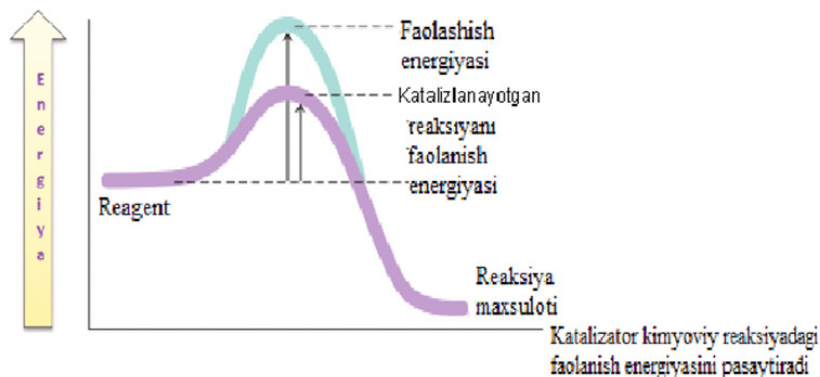
- reagentlar molekullari o'zaro to'qnashishi shart;

- molekular oriyentatsiyasi reagentlar orasidagi bog‘ni uzishga va yangi bog‘ni hosil qilishga yo‘naltirilgan bo‘lishi shart;
- to‘qnashuvlar energiyasi aktivlanish energiyasidan katta bo‘lishi kerak.

Demak, dastlabki moddalarni reaksiya mahsulotiga aylantiradigan energiya ayni reaksiyaning *aktivlanish (faollanish) energiyasi* deyiladi. Aktivlanish energiyasi $E_{akt.}$ holida belgilanadi. U kJ/mol yoki kkal/mol da o‘lchanadi. $E_{akt.}$ kimyoviy reaksiyalarning asosiy kinetik tavsifnomasi hisoblanadi.

Aktivlanish energiyasi va reaksiyaning yo‘nalishi o‘rtasidagi bog‘lanish **aktivlanish energiyasining egri chizig‘i** deyiladi. Aktivlanish energiyasi dastlabki moddalarning reaksiya mahsulotiga aylanishidagi asosiy energetik “to‘siq” dir. Bu “to‘siq” ning balandligi ($E_{akt.}$ – qiymati) qanchalik kichik bo‘lsa, kimyoviy reaksiya shuncha oson va demak tez amalga oshadi. Kimyoviy reaksiya tezligi aktivlanish energiyasi qanchalik katta bo‘lsa, reaksiya shuncha sekin o‘tadi. Molekulalarning aktivlanishi, tashqi omillar ta’sirida o‘zgaradi: haroratning ko‘tarilishi, ultratovush ta’siri, nurlanish energiyasining ta’siri va boshqalar.

Reaksiyaning energetik g‘ovi qancha kichik bo‘lsa, shuncha reaksiya borishi oson bo‘ladi va reaksiya tezligi katta bo‘ladi. Haroratning ortishi, zarrachalar harakatini keskin oshiradi.



1889-yilda S.Arrenius, kimyoviy reaksiyalarning asosini tushuntirib beradigan, aktivlanish energiyasi nazariyasini taklif etadi. Bu nazariyaga muvofiq, faqat shu reaksiya borishi uchun kerak bo'lgan aniq energiya qiymatiga ega bo'lgan molekullar to'qnashgandagina reaksiyaga kirishadi. Bu molekullar **aktiv molekullar** deb ataladi. Kimyoviy reaksiya tezligi esa, aktiv molekullarning soniga bog'liqdir. Aktiv molekullar soni qancha ko'p bo'lsa, reaksiya shuncha tez boradi.

Aktiv molekullarning sonini S.Arrenius quyidagi tenglama yordamida hisoblash mumkinligini ko'rsatdi:

$$N=N_0 \cdot e^{-E/RT}$$

bunda:

N – aktiv molekullar soni.

e – natural logarifmning asosi, 2,717

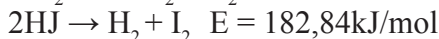
N_0 – molekullarning umumiy soni

E – aktivlanish energiyasi

T – absolut harorat

R – universal gaz doimiysi 8,314 kJ/mol

Har qanday reaksiya o'zining aktivlanish energiyasiga ega. Ayrim reaksiyalarning aktivlanish energiyasi hisoblangan va yo'riqnomalarda keltiriladi.



16.3.2. Kimyoviy reaksiya tezligiga katalizatorlarning ta'siri

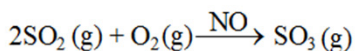
Reaksiya tezligini oshirish uchun faollashtirish energiyasini kamaytirish kerak. Buning uchun katalizatorlar qo'shiladi. Katalizatorlar ishtirokida boradigan reaksiyalar *katalitik reaksiyalar*

deyiladi, jarayon esa *kataliz* deyiladi. Katalizator kam energiya talab qilib muqobil yo‘l orqali reaksiyaning tezligini oshiradi, ammo kimyoviy muvozanatga ta‘sir gilmaydi. Katalitik reaksiya natijasida katalizator kimyoviy jihatdan o‘zgarmay qoladi va uning migdori doimiyliqicha saglanadi.

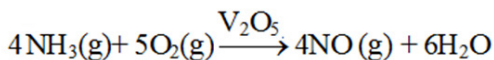
Katalizatorlar sanoatda ko‘p qollaniladi. Masalan, margarin ishlab chiqarishda, o‘simlik moylari bilan vodorod orasidagi reaksiya, odatda, juda sekin bo‘radi. Maydalangan platina katalizator ishtirokida reaksiya tez boradi.

Umuman katalizator vazifasini noorganik va organik moddalar bajarishi mumkin.

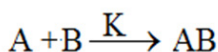
Kataliz gomogen va geterogen bo‘ladi. Gomogen katalizda katalizator va reaksiyaga kiruvchi moddalar bir xil agregat holatda bo‘ladi:



Geterogen yoki kontakt katalizda katalizator, odatda, qattiq modda bo‘lib, reaksiyaga kirishayotgan moddalar esa suyuq yoki gazsimon hol



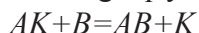
Katalizatorning ta‘sir mexanizmi oraliq moddalar hosil bo‘lishi nazariyasi bilan tushuntiriladi. Quyidagi katalitik reaksiyada:



Katalizator K dastlabki moddalarning biri bilan oraliq modda AK (aktiv kompleks) hosil qiladi:



Hosil bo‘lgan oraliq modda dastlabki moddalarning ikkinchisi bilan oson reaksiyaga kirishib reaksiya mahsuloti – AB modda hosil bo‘ladi va katalizator dastlabki holiga qaytadi:



Katalizatorlar kimyoviy reaksiya tezligini oshirishi va sekinlashtirishi mumkin. Katalizator ishtirokida kimyoviy reaksiya tezligining ortishi *musbat kataliz* deyiladi. Katalizator ishtirokida

kimyoviy reaksiyaning sekinlashishi *manfiy kataliz* deyiladi. Bunda qo‘llanadigan katalizator esa *ingibitor* deb nomlanadi. Katalizator reaksiya uslubini o‘zgartirish yo‘li bilan reaksiya tezligini oshiradi, lekin reaksiya oxirida o‘zi o‘zgarmay qoladi.

Organizmdagi katalizatorlar *fermentlar* deyiladi, ular metabolik jarayonlarda ishtirok etib hujayraning faolligini ta’minlaydi. Biologik katalizatorlar deb nom olgan fermentlar inson organizmida kimyoviy reaksiyalarni boshqarish uchun zarur.

Fermentlar oqsillarning yuqori darajali ixtisoslashgan sinfidir. Fermentlar oddiy va murakkablarga bo‘linadi. Faqat aminokislotalardan tashkil topgan fermentlar *oddiy fermentlar* deyiladi, *murakkab fermentlar* o‘zida oqsil bo‘lmagan qismlarini ham saqlaydi. Fermentning oqsil qismi *apoferment* (haroratga chidamsiz), oqsil bo‘lmagan qismi *koferment* yoki *kofaktor* deyiladi. Koferment - apofermentdan oson ajraladi, kofaktor esa ajralmaydi. Ikkala qismning yig‘indisi *xoloferment* deyiladi.

Apoferment substratni tanlaydi, koferment esa aktiv markaz vazifasini bajaradi (fermentlar ta’siriga uchraydigan moddalar substratlar deyiladi.) Fermentlarning substratlarga ta’siri “aktiv markaz” orgali amalga oshiriladi.

Oddiy fermentlarda bu vazifani ayrim aminokislotalarning funksional guruhlari amalga oshiradi, masalan, metioninda CH_3 , treoninda – OH, argininda NH_2 , glutaminda – COOH guruh. Murakkab fermentlarda esa aktiv markaz vazifasini Na, K, Mg, Ca, Fe, Cu va Zn ionlari (kofaktorlar) bajaradi. Koferment vazifasini ko‘pincha vitaminlar (B_2 , B_6 , B_{12}) hamda vitamin tutuvchi nukleotidlar (FAD, FMN, NAD, NADP) bajaradi. Fermentlar barcha oqsillarga xos bo‘lgan fizik-kimyoviy xususiyatlarini namoyon qilish bilan birga, fagat o‘ziga xos bo‘lgan xususiyatlarini ham namoyon qiladi. Ular yuqori faollikka ega bo‘lishi uchun reaksiya sistemada optimal sharoit saqlanishi shart. Bu sharoit tashkil qiladigan omillarga optimal muhit (pH, harorat va shu reaksiya sistema tarkibida boshqa moddalarning bo‘lishi) ham kiradi.

Ferment aktivligini oshiradigan moddalar *aktivatorlar* deyiladi, susaytiradigan moddalar esa *ingibitorlar* deyiladi

Metallofermentlarning faolligi ularda metall ionlarining borligiga bog'liq, Metall ionlari chiqarib yuborilsa ferment faolligi yo'qoladi. Masalan, rux ioni olib tashlansa, karboangidraza fermenti o'z faolligini yo'qotadi.

Agar sistemaga yetarli miqdorda tuz ko'rinishidagi rux ionlari kiritilsa, ferment aktivligi yana tiklanadi.

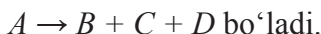
Hozirgi paytda organizimda ro'y berayotgan reaksiyalarda katalizator vazifasini bajaruvchi 1000ga yaqin ferment aniqlangan.

16.4. Reaksiyaning molekularligi va tartibi

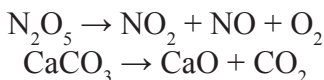
Kimyoviy o'zgarishlar ro'y berishida reaksiyada ishtirok etuvchi moddalar molekularlarning o'zaro to'qnashuvi jarayonida, ya'ni "elementar akt"da bitta molekula, ikkita molekula va uchta molekularlarning bir vaqtda baravariga o'zaro to'qnashuvi ro'y berishi talab etilishi mumkin.

Reaksiya molekularligi quyidagi reaksiya o'tishida qatnashadigan molekularlarning minimal soni bilan ifodalanadi. Shunga ko'ra, reaksiya bir (mono) molekular, ikki (bi) molekular va uch (tri) molekulyar turiga bo'linadi.

Monomolekular reaksiya. Bunday reaksiyalarda kimyoviy o'zgarishda bitta moddaning bitta molekulasini ishtirok etadi. Umumiy ko'rinishda bu reaksiya:

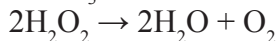
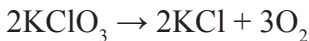
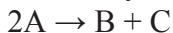


Monomolekular reaksiyalarga ko'pchilik parchalanish reaksiyalari misol bo'ladi:

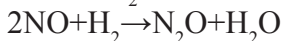
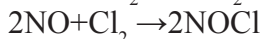
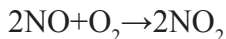


Atom yadrolarini radioaktiv parchalanishi va molekula ichidagi ro'y beradigan o'zgarishlari bilan boradigan reaksiyalar – monomolekulardir.

Bimolekular reaksiya. Bu reaksiyalarda bir vaqtning o'zida ikkita molekula o'zaro ta'sirlanadi, boshqacha aytganda reaksiya sodir bo'lishi uchun reaksiyaga kirishuvchi moddaning ikkita molekulasini o'qnashuvi ro'y beradi. Umumiy holda:



Uch molekular reaksiyalar ko'p emas, chunki, bir vaqtning o'zida uchta molekula birdaniga uchrashish imkoniyati kam. Shuning uchun ham bu reaksiyalar juda sekin o'tadi (tezliklari past). Bularning safiga quyidagi reaksiyalar kirishi mumkin:



Bundan yuqori molekularli reaksiyalar mavjud emas.

Reaksiya tartibi

Reaksiya tartibi jarayonning konsentratsiyaga bog'liqligi bilan ifodalanadi:

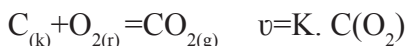
$$nA + mB = AnBm$$

$$v = K \cdot C_n(A) \cdot C_m(B)$$

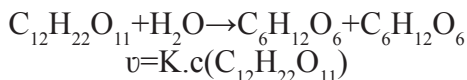
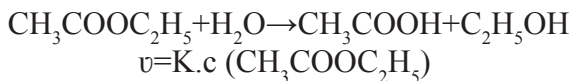
$(n+m)$ yig'indisi reaksiya tartibini ifodalaydi.

Nol tartibli reaksiyalar. Reaksiya tezligi, dastlabki moddalar konsentratsiyasiga bog'liq bo'lmasa, **nol tartibli** deb ataladi. Nol tartibli reaksiyalarning soni juda kam. Ularning ko'pchiligi metallar yuzasida o'tadigan geterogen reaksiyalardir.

Birinchi tartibli reaksiyalar. Tezlik tenglamasida moddalar birinchi darajasidagi konsentratsiya bilan ifodalanadigan reaksiya – birinchi tartibli:



Murakkab efir va shakarning gidrolizlanish reaksiyalarida suvning konsentratsiyasi juda kam o'zgargani sababli hisobga olinmaydi



Bu yerda reaksiya tezligi efirni (a) va shakarni (b) konsentratsiyasi o'zgarishiga bog'liq.

Ikkinchi tartibli reaksiyalar. Reaksiya tezligi ikki moddalar konsentratsiyasining ko'paytmasiga, yoki bir moddaning ikkinchi darajali konsentratsiyasiga bog'liq bo'lgan reaksiyalar:



Umumiy holatdagi reaksiya uchun.

$$\gamma_1 A_1 + \gamma_2 A_2 + \dots + \gamma_i A_i = \gamma_1^1 A_1^1 + \gamma_2^1 A_2^1 + \dots + \gamma_i^1 A_i^1$$

$$v = K c A_1^{\gamma_1} c A_2^{\gamma_2} \dots c A_i^{\gamma_i}$$

$\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 + \dots + \gamma_i$ tenglamadagi darajalarning yig'indisi

$$v = Kc(A) (\gamma_1 = 1, \gamma_2 + \gamma_3 + \dots + \gamma_i = 0)$$

Bu tenglama birinchi tartibli reaksiya uchun.

Ikkinchi tartibli reaksiya uchun.

$$v = Kc_A^2 (\gamma_1 = 2, (\gamma_2 + \dots + \gamma_i = 0)) \quad (1)$$

$$v = Kc(A_1) \cdot c(A_2) (\gamma_1 = 1, \gamma_2 = 2, \gamma_3 + \dots + \gamma_i = 0) \quad (2)$$

(1) birinchi tenglama bir moddaning konsentratsiyasiga bog'liq bo'lgan reaksiyalar uchun tegishli.

(2) ikkinchi tenglamada reaksiya tezligi ikki moddalar konsentratsiyalari ko'paytmasi bilan ifodalanadi.

Har qaysi modda bo'yicha reaksiya tartibi birga teng.

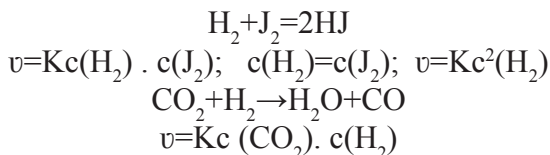
Agar $c(A_1) = c(A_2)$ bo'lsa, (2) tenglama (1) ga aylanadi.

$$v = Kc(A_1)c(A_2)c(A_1) = c(A_2) \quad v = Kc^2(A)$$

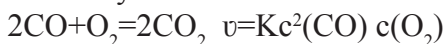
Oddiy gomogen, bir bosqichda o'tadigan reaksiyalar uchun reaksiya tartibi va molekularligi bir-biriga to'g'ri keladi, ya'ni bir

molekular reaksiya, birinchi tartibli reaksiyaga to'g'ri keladi, bi-molekular-ikkinchi tartibli.

Murakkab reaksiyalar uchun reaksiya tartibi molekularligi bilan bog'liq emas.



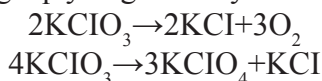
Uchinchi tartibli reaksiya



Real kimyoviy jarayonlarni ko'pchiligi murakkab bo'lib, ular-da molekulalardan tashqari beqaror ion va aktiv komplekslar kabi oraliq moddalar qatnashadi.

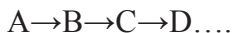
Murakkab reaksiyalar: parallel, ketma-ket va bir-biri bilan bog'liq reaksiyalarga bo'linadi. Bularni ichida alohida o'rinni zanjir reaksiyalar egallaydi.

• **Parallel (yonma-yon) boradigan reaksiyalar.** Ko'pincha moddalar bir vaqtning o'zida ikki va undan ortiq yo'nalishda reaksiyaga kirishadi. Bularga quyidagi reaksiyalar misol bo'ladi.

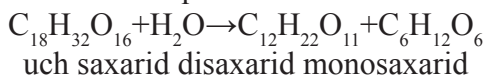


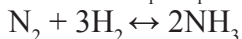
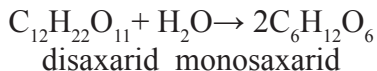
Parallel reaksiyalar tezliklari reaksiyalar bosqichlari tezliklari-ning yig'indisiga tengdir.

• **Konsekutiv (ketma-ket boradigan) reaksiyalar.** Bunday reaksiyalarda oraliq moddalar hosil bo'ladi. Shuning uchun bu reaksiyalar ketma-ket boradigan reaksiyalar deb ataladi. Bu xil reaksiyalar juda ko'p uchraganligidan ular alohida ahamiyatga ega:

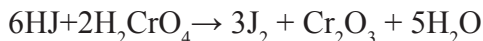


Rabinoza (uch saxarid) lar gidrolizlanishi disaxarid va oxirida monosaxarid hosil bo'lish bosqichlarida o'tadi:

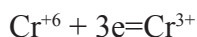
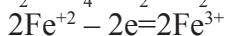
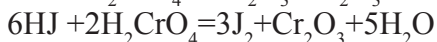




• Bir reaksiyaning o'tishi ikkinchi reaksiyaga bog'liq bo'lgan ikkita reaksiyalarga (tutashgan) bog'liq reaksiyalar deyiladi. Masalan:



Biroq bu sistemaga FeO kiritilsa, uning oksidlanish bilan birgalikda, HJ ham oksidlanadi:



Ketma-ket, parallel, bir-biriga bog'liq, radikal ishtirokida ketadigan murakkab reaksiyalar yig'indisidan iborat sistema **zanjir reaksiyalar** deyiladi.

• Zanjir reaksiyalar keng tarqalgan. Yonish, portlash, oksidlanish, fotokimyoviy va boshqa reaksiyalarni misol qilib keltirish mumkin. Zanjirsimon reaksiyalarni kimyoda va u bilan chegaradosh fanlarda (biologiya va biokimyo) ahamiyati katta.

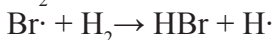
Zanjir reaksiya haqidagi tushunchalarni boyitishda va uning nazariyasini yaratishda akademik N.N Semyonov va uning ilmiy maktabi ishlari katta ahamiyatga ega.

Gaz holatda o'tadigan deyarli yaxshi o'rganilgan zanjir reaksiyalardan biri molekular vodorod va bromdan vodorod bromid hosil bo'lish reaksiyasidir.

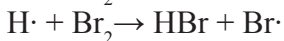
Reaksiya zanjir mexanizmda o'tishi aniqlangan:



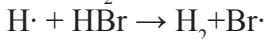
zanjirning boshlanishi



zanjir davom etishi



zanjirning davom etishi



zanjir sekinlanishi



zanjirning uzilishi

Tirik organizmdagi hamma kimyoviy reaksiyalar vaqt birligi-da moddaning konsentratsiyasi o'zgarishi bilan o'lchanadigan, aniq tezlik bilan boradigan reaksiyalardir. Ular albatta:

- reaksiyada qatnashgan moddalarning konsentratsiyasiga
- haroratga
- quyidagi reaksiyada katalizator vazifasini bajaradigan fermentlar bor yo'qligiga bog'liqdir.

Demak, tirik organizmda o'tadigan reaksiyalarga massalar ta'siri qonuni taalluqlidir. Ya'ni, o'zgarmas haroratda organizmdagi kimyoviy reaksiyalar tezligi, reaksiyada qatnashgan moddalar konsentratsiyasining ko'paytmasiga to'g'ri proporsional (masalan, kislorodning qondagi konsentratsiyasi). Biroq tirik organizmda o'tadigan reaksiyalarda, juda ko'p moddalar qatnashadi. Bular parallel, ketma-ket va bir-biriga bog'liq reaksiyalardan iboratdir. Bu reaksiyalarning umumiy tezligi, eng sekin o'tadigan reaksiyaga bog'liq bo'lib, shu reaksiya butun jarayonning umumiy tezligini ifodalaydi.

Oziqa bilan organizmga kiritilgan kerakli aminokislotalarning hammasi bo'lib, ularda bittasi kam miqdorda bo'lsa, oqsilning biosintezini amalga oshirish mumkin emas.

Organizmda ketadigan reaksiyalarning ikkinchi xususiyati, ko'pchiligi qaytardir; bu esa dinamik muvozanat holati namoyon bo'lishiga olib keladi.

Muvozanatni to'g'ri reaksiya tomoniga siljitish uchun dastlabki moddalarning konsentratsiyasini oshirish yoki reaksiya mahsulotlarining konsentratsiyasini kamaytirish mumkin.

Organizmda o'tadigan jarayonlarga haroratning ta'siriga alohida to'xtalib o'tish kerak, chunki bu jarayon, kolbada o'tgan jarayondan farq qiladi. Biologik jarayonlar aniq haroratda o'tishi juda muhim bo'lib, uni doim esda tutish lozim. Tirik organizmdagi jarayonlarning haroratlari chegaralangan.

Organizmning optimal harorati 36–40°C oraliqda o'zgaradi, bundan yuqori harorat hayotiy jarayonlarning pasayishiga, va buning sababini yo'qotilmasa, organizmda patologik holatlar yuzaga kelishiga

olib keladi. Hayotning aniq harorat bilan chegaralanishi, asosan oqsil va fermentlar bilan bogʻlangan.

Oqsillar haroratga taʼsirchan boʻlib, 50–60°C da denaturastiya-ga uchraydi, natijada, ularning biologik funksiyasi ishdan chiqib, modda almashuvi buziladi. Bu organizm ishdan chiqishining bir sa-babidir.

Shu bilan birgalikda hayot chegaralari yuqori darajada fer-mentlarni aktivligiga bogʻliqligi aniqlandi. Organizmda koʻpchilik fermentlarning optimal aktivligi 36–40°C toʻgʻri keladi. Bundan yuqori haroratda aktivligi pasayib, va taxminan 65°C oʻzining xos-salarini toʻliq yoʻqotadi.

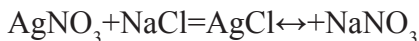
Kimyoviy va biokimyoviy reaksiyalarning deyarli hammasi ra-dikallar va ionlar ishtirokida oʻtadi.

Ionli reaksiyalar –ionlar (kation yoki anion) ishtirokida oʻtadi. Ular katta tezlikga ega boʻlib, bir damda oʻtishi mumkin. Shuning uchun ham sogʻlom hujayrada juda kam vaqt ichida ionlining mexa-nizm boʻyicha koʻp xilma-xil reaksiyalar normal oʻtadi. Bir qator kasalliklar paydo boʻlishi, organizmda keraksiz begona ionlarni paydo boʻlishiga olib keladi. Masalan, organizmga ionlantiruvchi nur taʼsir ettirilganda, neytral molekulalar ionlar holatiga yoki erkin radikallarga aylanadi. Bu ion va radikallar hujayraning molekular komponentlari bilan taʼsirlanishi natijasida strukturasi va funksiyasi buziladi. Ayniqsa, bu holda qon hosil qiluvchi sistemalarning hu-jayralari zarbaga uchraydi.

16.5. Kimyoviy muvozanat

Barcha kimyoviy reaksiyalar ikki turga: qaytar va qaytmas reaksiyalarga boʻlinadi. Reaksiyaga kirishuvchi moddalar toʻliq reaksiya mahsulotlariga aylanadigan jarayonlar qaytmas reaksiyalar deyiladi. Qaytmas reaksiyalar faqat bir yoʻnalishda boradi va bular amalda toʻliq, oxirigacha boradigan reaksiyalardir. Bunday reaksi-yalarga:

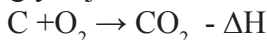
• Qiyin eriydigan moddalar hosil bo'lishi bilan boradigan reaksiyalar:



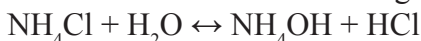
• Gazsimon moddalar hosil bo'lishi bilan boradigan reaksiyalar:



• Ko'p miqdorda energiya ajralishi bilan boradigan reaksiyalar:

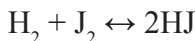


• Kuchsiz elektrolit hosil bo'lishi bilan boradigan reaksiyalar:

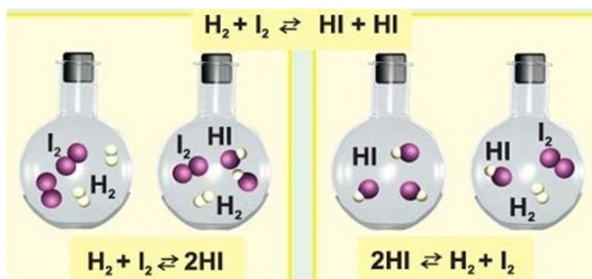
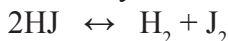


Aksariyat kimyoviy jarayonlar qaytar reaksiyalardir. Reaksiyaga kirishuvchi moddalarning bir qismi reaksiya mahsulotlariga aylanib, ayni vaqtda reaksiya mahsulotlari qaytadan dastlabki moddalarga aylanib turadigan kimyoviy jarayonlar qaytar reaksiyalar deyiladi. Qaytar reaksiyalar ikkita o'zaro qarama-qarshi yo'nalishda boradi.

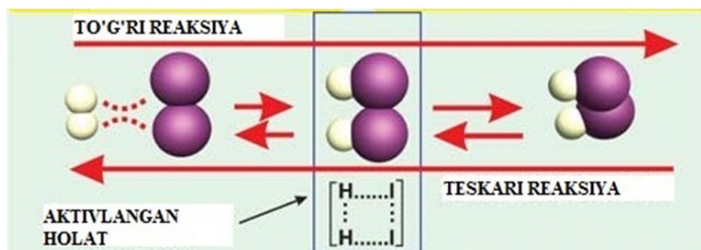
Masalan, berk idishda ekvivalent miqdorda vodorod bilan yod reaksiyaga kirishadi:



Vodorod bilan yodning konsentratsiyasi yuqori, vodorod yodid konsentratsiyasi nolga teng. Ma'lum miqdorda vodorod yodid hosil bo'la borishi bilan teskari reaksiya boshlanadi, yani vodorod yodid vodorod bilan yodga ajralala boshlaydi.



Avval chapdan o'ngga borayotgan reaksiya tezligi katta bo'ldi, bir ozdan keyin o'ngdan chapga borayotgan reaksiya tezligi ortadi. Nihoyat to'g'ri va teskari reaksiyalar tezligi tenglashadi.

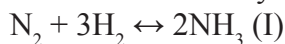


Bu vaqtda idishda uchala komponentning miqdoriy nisbatlari ma'lum qiymatga erishadi va ayni sharoitda bu nisbat o'zgarmasdan saqlanadi.



Muozanat holatda to'g'ri va teskari reaksiyalar to'xtamaydi, shuning uchun bunday holat kimyoviy dinamik muvozanat holati deyiladi.

Berk idishda 500°C harorat va 300 atm bosimda 1 mol N_2 gazi va 3 mol H_2 gazi aralashtirilsa bu moddalar o'zaro ta'sirlashib, ammiak hosil bo'la boshlaydi (to'g'ri reaksiya):



$$v_{to'g'} = K_1 \cdot [N_2] \cdot [H_2]^3 \text{ bo'ladi.}$$

Vaqt o'tishi bilan I reaksiya tezligi kamayib boradi. Chunki, massalar ta'siri qonuniga ko'ra N_2 va H_2 konsentratsiyalari kamayib borishi bilan $v_{to'g'}$ ning qimati kamaya boshlaydi. II reaksiya tezligi esa, aksincha, orta boshlaydi. Chunki, vaqt o'tishi bilan ammiakning konsentratsiyasi ortib boradi va v_{tes} qiymatining ortishiga olib keladi.

Sistemada shunday holat yuzaga keladiki, bu paytda I va II reaksiyalarning tezliklari o'zaro teng bo'lib qoladi:

$$v_{to'g'ri} = v_{teskari}$$

Bunda to'g'ri va teskari reaksiyalarning tezliklari teng bo'lib qoladi va ushbu holat **sistemaning kimyoviy muvozanat holati** deyiladi.

Kimyoviy muvozonat paytida kimyoviy reaksiyalar to'xtab qolmaydi, reaksiya davom etaveradi. Lekin qarama-qarshi reaksiyalarning tezliklarigina teng bo'lib turaveradi. Shu sababli buni dinamik (harakatchan) muvozanat deyiladi. Kimyoviy muvozanatning miqdoriy tavsifnomasi sifatida muvozanat doimiysi – K_{muv} qabul qilingan.

Muvozonat doimiysi

Yuqorida ko'rib chiqilgan reaksiyalar $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$ (I) uchun:

To'g'ri reaksiya tezligi: $v_{to'g'} = K_1[N_2] \cdot [H_2]^3$

Teskari reaksiya tezligi: $v_{tes} = K_2[NH_3]^2$,

Kimyoviy muvozonat sharti $v_{to'g'} = v_{tes}$ ga ko'ra:

$K_1[N_2] \cdot [H_2]^3 = K_2[NH_3]^2$ bo'ladi. Bu tenglikdagi doimiylarni bir tomonga, moddalar konsentratsiyalarini ikkinchi tomonga o'tkazib yozilsa:

$$K_{muv} = K_1 / K_2 = [NH_3]^2 / [N_2] \cdot [H_2]^3$$

tenglamaga kelimiz. Agar doimiylar nisbati ham bir (doimiy) o'zgarmas songa teng bo'lishini e'tiborga olsak, reaksiyalar tezlik doimiylarining nisbatlari $K_1 / K_2 = K_{muv}$ ekanligi kelib chiqadi. Buning ma'nosi – kimyoviy muvozonatda turgan sistemada reak-

siyada hosil bo'lgan moddalar konsentratsiyalari ko'paytmasining muvozanatda turgan dastlabki moddalar konsentratsiyalari ko'paytmasiga nisbati ayni haroratda doimiy sonidir.

Gazsimon moddalar ishtirok etadigan sistemalar uchun K_{muv} – ifodasida konsentratsiya o'rnida gazsimon moddaning parsial bosimlari yoziladi. Masalan, umumiy reaksiya: $aA + bB = cC + dD$ uchun

$$K_{muv.} = \frac{P_C^c \cdot P_D^d}{P_A^a \cdot P_B^b}$$

Bunda, $K_{muv.}$ – parsial bosim orqali ifodalangan muvozanat konstantasi.

P_A, P_B, P_C, P_D – reaksiyaga kirishayotgan moddalarning parsial bosimlari.

Har qanday reaksiya muvozonat doimiysining qiymati reaksiyada ishtirok etuvchi moddalar tabiati va haroratga bog'liq bo'lib, moddalar konsentratsiyasiga bog'liq emas. Agar muvozanatda turgan sistemaning harorat yoki mahsuloti konsentratsiyasi o'zgartirilsa to'g'ri va teskari reaksiya tezliklari teng bo'lmaydi. Agar muvozonatda turgan sistemaning biror harorat yoki reaksiya muhitning sharoiti o'zgartirilmasa, sistema uzoq vaqt mobaynida bu muvozanat holatida turaveradi. Agar shu sistemaning biror harorat (sharoit) o'zgarsa, sistemaning muvozanat holati buziladi, ya'ni $oto'g' \neq vtes$ bo'lib qoladi. Bunga kimyoviy muvozanat siljishi deyiladi. Sistema kimyoviy muvozanati moddalar konsentratsiyalari C , bosim (p) va harorat (T) o'zgarganda siljishi mumkin. Kimyoviy muvozanatga moddalar konsentratsiyalari C , bosim (p) va harorat (T) ta'sirini Le-Shatele o'rgangan: muvozanatda turgan sistemaga tashqaridan ta'sir ko'rsatilsa, muvozanat shu ta'sir kamayadigan yo'nalishda siljiydi.

Kimyoviy muvozanat siljishiga konsentratsiya ta'sir qiladi. Agar ammiak hosil bo'lishi reaksiyasida (muvozanatda turgan)

dastlabki moddalardan H_2 (yoki N_2) ning konsentratsiyasini oshirsak, massalar ta'siri qonuniga ko'ra:

$$v_{to'g'} = K_1[N_2][H_2]^3$$

Berilgan ifodaga muvofiq to'g'ri reaksiya tezligi ortadi va muvozanat o'ng tomonga siljiydi. Reaksiyon aralashmada NH_3 konsentratsiyasini oshirsak, o'z navbatida $2NH_3 \rightarrow N_2 + 3H_2$ reaksiya tezligi ortadi va muvozanat chap tomonga siljiydi. Ma'lum vaqtdan so'ng sistemada yana (yangi) muvozanat holati qaror topadi. Yangidan muvozanatga kelgan bu sistemada yana H_2 (yoki N_2) ning miqdorini oshirsak, yana xuddi yuqoridagi singari holat qaytariladi. Kimyoviy muvozanat o'ng tomonga siljiydi ($v_{to'g'} > v_{tes}$) va pirovardida yana qaytadan muvozanat qaror topadi ($v_{tes} = v_{to'g'}$ holatiga keladi).

Agar sistemada reaksiya mahsuloti NH_3 ning miqdori oshirilsa, muvozanat buzilib, ammiakning parchalanishi reaksiyasining tezligi ortadi. ($v_{to'g'} > v_{tes}$) va ma'lum vaqt o'tgandan so'ng qaytadan muvozanat qaror topadi.

Umuman, muvozanatda turgan sistema dastlabki moddalar konsentratsiyasining ortishi bu moddalar miqdorini kamaytiruvchi reaksiya tezligining ortishi ($v_{to'g'} > v_{tes}$)ga olib keladi, muvozanat o'ngga, ya'ni reaksiya mahsulotlari miqdori ortishi tomonga siljiydi.

Reaksiya mahsulotlaridan biri miqdorning ortishi, shu mahsulot miqdorini kamaytiruvchi reaksiya, ya'ni dastlabki moddalar hosil bo'lishi reaksiyasi ($v_{to'g'} < v_{tes}$) tezligining ortishiga, muvozanatning chapga siljishiga olib keladi.

Yuqorida aytilgan misolimizda dastlabki moddalar konsentratsiyalarining kamayishi teskari reaksiya tezligining ortishiga $v_{to'g'} < v_{tes}$ olib keladi.

Hosil bo'lgan mahsulot – NH_3 miqdorining kamayishi $v_{to'g'} > v_{tes}$ ga olib keladi, muvozanat o'ngga siljiydi.

Aksariyat hollarda gazsimon moddalar ishtirokida boruvchi reaksiya (sistema)larda kimyoviy muvozanatning siljishiga bosim ta'sir qiladi.

Masalan, azot, vodorod va ammiakdan iborat kimyoviy muvozanatda turgan sistemaning $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$ (I) umumiy bosimi (sistema hajmining kamaytirishi bilan) oshirilganda muvozanat molekular soni kam tomonga, ya'ni o'ngdan chap tomonga siljiydi. Bu holat reaksiya tenglamasining o'ng va chap tomonlaridagi stexiometrik koeffitsientlar ($1 \text{ mol } N_2 + 3 \text{ mol } H_2 \neq 2 \text{ mol } NH_3$) yig'indisi ($4 \text{ mol} \neq 2 \text{ mol}$) o'zaro teng bo'lmagani uchun ro'y beradi.

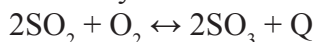
Agar tenglamada dastlabki moddalar mollari soni hosil bo'lgan moddalar mollari soni bilan teng bo'lsa, masalan,



Bunda bosimning o'zgarishi sistema muvozanatining o'zgarishiga olib kelmaydi, lekin tenglamadagi moddalardan birortasining konsentratsiyasi o'zgarishi muvozanatni u yoki bu tomonga siljitgan bo'lar edi.

Yuqoridagilarga asosan, sistema hajmini kamaytirish bilan bosimning ortishi kimyoviy muvozanat gaz molekulari soni kamayadigan ya'ni bosim kamayadigan tomonga siljitadi. Reaksiyaning o'ng va chap tomonlaridagi stexiometrik koeffitsiyentlar yig'indisi o'zaro teng bo'lsa, bosimning o'zgarishi muvozanat siljishga olib kelmaydi. Kimyoviy muvozanatning siljishiga haroratning ta'siri reaksiyaning endotermik yoki ekzotermik ekanligiga, ya'ni reaksiyaning issiqlik effektiga bo'g'liq bo'ladi.

Masalan, sulfat kislota ishlab chiqarishda oltingugurt (IV) oksidni oksidlab, oltingugurt (IV) oksid olish talab etiladi. Bu reaksiya ekzotermik va qaytar reaksiyadir:



Harorat oshirilganda muvozanat endotermik reaksiya tomoniga siljiydi:



Shuning uchun, oltingugurt (VI) oksidning gazlar aralashmasidagi massasi kamayadi. Demak, endotermik reaksiyada harorat oshirilganda muvozanat o'ngga siljiydi, ekzotermik reaksiyada harorat oshirilganda muvozanat chap tomonga siljiydi.

Vaziyatli masalalar

1-masala. H_2O_2 katalizatorsiz parchalanishining faollashtirish energiyasi 75 kJ/mol ni tashkil qiladi, katalaza fermenti ishtirokida bolsa, 23 kJ/mol ni tashkil etadi. Reaksiya tezligining 310 K da farqlanishini aniqlang.

2-masala. NO ni erkin O_2 bilan hosil qilgan birikmasi, ya'ni dioksid NO_2 toksinlarga o'ta chidamli bo'lib, u organizmda juda sekinlik bilan hosil bo'ladi. Konsentratsiya kam bo'lgan holda in vivo sharoitda NO hech qanaqa rol o'ynamaydi va hujayraga zaharli ta'siri kamroq. Agar uning konsentratsiyasi oshib ketsa, patogen ta'siri tezda kuchaydi. Gazlarning bosimini 2 marta oshirilsa, reaksiya tezligi necha marta oshishini aniqlang.

3-masala. Uglerod dioksidi, monooksidiga qaraganda fiziologik va anatomik yaxlitlikni buzmaydi. CO_2 konsentratsiyasi ko'p holatda salbiy ta'sir ko'rsatadi. Buni nafas chiqarganda CO_2 konsentratsiyasini % da o'lchab, bilib olish mumkin. Ularning hajmiy ulushlari mos ravishda CO_2 - 85,2 %, CO - 9,9 %, O_2 - 4,9 %, bosim esa p - Pa. Gazlarning parsial bosimini toping.

Bilimni sinab ko'rish uchun testlar

1. Agar reaksiyaning harorat koeffitsiyenti 4 ga teng bo'lsa, harorat 10°C dan 50°C ga ko'tarilganda reaksiya tezligi qanday ortadi?

- A) 64; B) 128;
D) 256; E) 512.

2. Nitroza usuli bo'yicha H_2SO_4 ishlab chiqarishda SO_2 ni SO_3 ga aylantirish uchun katalizator sifatida ishlatiladigan birikmani aniqlang.

- A) Cu; B) AgCl;
D) Al_2O_3 ; E) NO

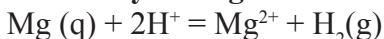
3. Le-Shatelye prinsipiga muvofiq, harorat ko'tarilganda muvozanat ...

- A) endotermik reaksiya tomonga siljiydi;
- B) gaz aralashmasidagi molekularlar umumiy sonining kamayishiga qarab o'ngga siljiydi;
- D) ekzotermik reaksiya tomonga siljiydi;
- E) B va D.

4. Fe bilan H_2SO_4 orasida boradigan reaksiya tezligiga ta'sir ko'rsatmaydi

- A) kislota konsentratsiyasi;
- B) maydalangan temir;
- D) reaksiya harorati;
- E) bosimning oshishi.

5. Reaksiya tezligi ortishi uchun



- A) bir nechta magniy bo'laklarini qo'shish;
- B) vodorod ionlarining konsentratsiyasini ko'paytirish;
- D) haroratni susaytirish;
- E) magniy ionlarining konsentratsiyasini ko'paytirish.

6. Oddiy sharoitda eng tez kechadigan reaksiya

- A) $Zn + HCl$ (5% e-ma);
- B) $Zn + HCl$ (10% e-ma);
- D) $Zn + HCl$ (20% e-ma);
- E) $NaOH$ (5% e-ma) + HCl (5% e-ma).

7. Reaksiya tezligining haroratga bog'liqligi qaysi olim qoidasi yordamida ifodalanadi.

- A) Vant-Goff; B) Gess;
- D) Raul; E) Le-Shatelye.

8. Katalizator jumlasiga kiruvchi moddalarni ko'rsating.

- 1) reaksiya tezligini oshiruvchi;
- 2) reaksiya tezligini sekinlashtiruvchi;
- 3) reaksiya tezligiga ta'sir ko'rsatmaydigan
- A) 1,2 B) 2,3 D) 3 E) 1,3

9. $A+B=C$ tenglamaga muvofiq gazlar reaksiyaga kirishayotgan bo'lsa, A moddani kontsentratsiyasini ikki marta oshirilsa reaksiya tezligi necha marotaba oshiriladi.

- A) 2 marta oshadi;
- B) tezlik o'zgarmaydi;
- D) 3 marta oshadi;
- E) 4 marta oshadi.

10. Haroratning ortishi oqibatida kimyoviy reaksiyaning tezligi nimani hisobiga o'zgarishini ko'rsating.

- A) effektiv to'qnashuvlarning soni ortishi hisobiga;
- B) effektiv to'qnashuvlarning soni kamayishi hisobiga;
- D) to'qnashuvlarning soni kamayishi hisobiga.

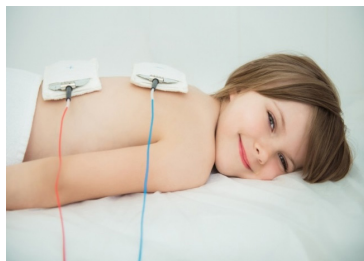
ELEKTROKIMYO ASOSLARI

17

Klinikada davolanayotgan bemorga dorivor moddani organizmga teri orqali elektrodlar yordamida yuborishni maslahat berishdi. Bu muolaja turi davolosh elektroforezi deb nomlanadi. Vrach-fizioterapevt bu elektrokimyoviy usul mohiyatini o'zi yaxshi tushinib turib, bemorga dorini organizmga yuborishning bu usulini havfsizligini va samarali taraflarini sodda qilib tushintirib berishi zarur bo'ladi.

Elektroforez usuli bilan dori moddalar organizmga yuborilishida, ularni dissotsiatsiyalanishi natijasida hosil bo'ladigan ionlar zaryadi hisobga olinadi. Anoddan kationlar, masalan, metall ionlari, alkaloidlar, katoddan esa anionlar (kislota radikallari, tuzlar, ba'zi organik birikmalar (sulfidin, penitsillin, kokain va b.) ionlari yuboriladi. Elektrodlar tagidagi salfetkalar tegishli dori modda eritmasi bilan ho'llanadi va organizmga yuborilgan ionlar chuqur singib ketmasdan, terida va teri osti kletchatkasida elektrodlar yonida to'planib qolib, "teri ostidagi depo" ni hosil qiladi. Dori modda uzoq vaqt davomida diffuziyanib qon oqimiga o'tib borib, butun organizm bo'ylab tashiladi.

Davolash elektroforezining o'ziga xosligi shundaki, organizmga dorilar elektr faol holatda tushib kelishi bilan birgalikda o'zgarmas tok ta'sirida bo'ladi. Bu esa kiritilayotgan dori preparatlar ta'sirining samarasini oshiradi.



Elektrokimyo – kimyoning elektr energiyani kimyoviy energiyaga, kimyoviy energiyani elektr energiyaga aylanishini o‘rganuvchi sohasi. U kimyoviy jarayonda elektr toki hosil bo‘lishi yoki elektr toki ta’sirida yuz beradigan kimyoviy jarayonlarni o‘rganadi. Kimyoviy energiyani elektr energiyaga o‘tishiga galvanik element ishini misol qilsak, elektr toki ta’sirida kimyoviy jarayon yuz berishiga elektrolizni misol qilamiz.

Elektrokimyo qonuniyatlari zaryadlangan zarrachalarning kimyoviy xossalariga asoslanadi. O‘tkazgichdagi elektr toki – bu elektr maydoni ta’siridagi erkin zaryadlarning tartibli harakatidir. Bu zaryadlarning turiga ko‘ra, o‘tkazuvchanlik elektronli va ionli bo‘lishi mumkin. Shu munosabat bilan o‘tkazgichlar birinchi va ikkinchi turga bo‘linadi. Elektr tokini eng yaxshi o‘tkazuvchilar – bu metallardir. Ularda elektr toki faqat “erkin” elektronlar hisobiga o‘tadi. Ular birinchi tur o‘tkazgichlar qatoriga kiradi.

Bulardan tashqari, birinchi tur o‘tkazgichlar qatoriga metall qotishmalari, ko‘mir, grafit va boshqalar kiradi. Bu turdagi o‘tkazgichlar elektr toki ta’sirida qizib, ularda kimyoviy o‘zgarishlar sodir bo‘lmaydi. Moddadan elektr toki o‘tishi natijasida kimyoviy o‘zgarishlar sodir bo‘lsa, bunday o‘tkazgichlar ikkinchi tur o‘tkazgichlar deyiladi. Ular qatoriga elektrolitlar – tuzlar, kislotalar, asoslar kabi moddalarning eritmaları kiradi. Elektrolitlardan elektr toki zaryadlangan ionlar hisobiga o‘tadi.

17.1. Elektrolit eritmalarining elektro‘tkazuvchanligi

O‘tkazgichning elektr tokini o‘tkazish qobiliyati *qarshilik* va *elektr o‘tkazuvchanlik* bilan baholanadi. *Qarshilik* (R) deb o‘tkazgichning uzunligi l ga to‘g‘ri proporsional va ko‘ndalang kesim yuzasi S ga teskari proporsional bo‘lgan kattalikka aytiladi va om-larda o‘lchanadi:

$$R = \rho \frac{l}{S}; om \quad (1)$$

O'tkazgichning uzunligi 1 sm, ko'ndalang kesim yuzasi 1 sm² bo'lgandagi qarshilikka teng bo'lgan kattalik *solishtirma qarshilik*- ρ deb nomlanadi (Om · sm). Odatda, tibbiyotda biologik suyuqliklar va to'qimalarning solishtirma qarshiligi o'lchanadi (12.1-jadval). Jadvaldan ko'rinib turibdiki, qon plazmasining normal holatdagi solishtirma qarshiligi $\rho = 1,48-1,76$ Om·m, oshqozon shirasi uchun $\rho = 0,9$ Om·m.

Qarshilikka teskari bo'lgan kattalik *elektro'tkazuvchanlik* deyiladi va **I** harfi bilan belgilanadi:

$$I = \frac{1}{R}; \text{om}^{-1} \quad (2)$$

Xalqaro o'lchov sistemasi SI da elektro'tkazuvchanlik Simens degan kattalik bilan o'lchanadi (Sm = Om⁻¹).

R qiymatini (2) tenglamaga qo'yib, elektro'tkazuvchanlik uchun tenglama hosil qilamiz:

$$I = \frac{1}{\rho} \cdot \frac{S}{l}; \text{om}^{-1} \quad (3)$$

17.1-jadval

Ba'zi bir biologik to'qima va suyuqliklarning solishtirma qarshiligi

	Biologik to'qima va suyuqliklarning	Solishtirma qarshiligi
1.	Orqa miya suyuqligi	0,55
2.	Oshqozon shirasi	0,9
3.	Qon plazmasi	1,66
4.	Mushak tolasi	2,09
5.	Miya to'qimasi	14,3
6.	Yog' to'qimasi	33,3
7.	Quruq teri	10 ⁵
8.	Suyak	10 ⁷

Solishtirma va molar elektr o'tkazuvchanlik

II tur o'tkazgichlar elektro'tkazuvchanligini aniqlashda eritma hajmi va konsentratsiyasini hisobga olishga to'g'ri keladi. Shunday holatlarda solishtirma va molar elektro'tkazuvchanlik ishlatiladi.

Solishtirma qarshilikka teskari, orasidagi masofasi 1 sm, ko'ndalang kesim yuzasi 1 sm² bo'lgan ikkita elektrod tushirilgan 1 sm³ hajmli elektrolit eritmasining elektro'tkazuvchanligi solishtirma elektro'tkazuvchanlik deyiladi va κ harfi bilan belgilanadi:

$$\kappa = \frac{1}{\rho}; \text{om}^{-1}\text{sm}^{-1} \quad (4)$$

(3) va (4) tenglamalardan topamiz:

$$I = \kappa \cdot \frac{S}{l}; \text{om}^{-1} \quad (5)$$

Va κ uchun formula keltirib chiqaramiz:

$$\kappa = \frac{1}{R} \cdot \frac{l}{S}; \text{om}^{-1}\text{sm}^{-1} \quad (6)$$

SI sistemasida solishtirma elektro'tkazuvchanlikning o'lchov birligi Sm · m⁻¹ (Simens metrga). Om⁻¹ · sm⁻¹ ham ishlatiladi.

Shunday qilib, κ ni aniqlash uchun qarshilikni o'lchash va idish doimiysini bilishimiz kerak:

$$K = \frac{l}{S}; \text{sm}^{-1}$$

Molar elektro'tkazuvchanlik deb orasidagi masofasi 1 sm, ko'ndalang kesim yuzasi 1 sm² bo'lgan ikkita elektrod tushirilgan 1 sm³ hajmli 1 mol-ekv elektrolit tutgan eritmaning elektro'tkazuvchanligiga aytiladi. SI sistemasida molar elektro'tkazuvchanlikning o'lchov birligi Sm · m² · mol⁻¹, yoki Om⁻¹ · sm² · mol⁻¹.

Solishtirma va molar elektro'tkazuvchanlik elektrolit tabiati, erituvchining xossalari, harorat, eritma konsentratsiyasi bilan bog'liq bo'lib, bir-biri bilan quyidagicha bog'langan:

$$\lambda = \alpha \cdot \frac{1000}{C_N}, \text{ Sm} \cdot \text{m}^2 / \text{mol}. \quad (7)$$

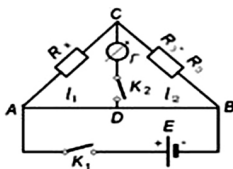
Bu yerda, C_N elektrolit eritmasining molar ekvivalent konsentratsiyasi (normalligi) mol/l.

Konsentratsiyaga teskari kattalik V – eritmaning *suyultirilganligi* deyiladi. Konsentratsiya kamayganligi sari hajm ortadi va suyultirilganlik ortib boradi. Molar elektroʻtkazuvchanlik α va K qiymatlari asosida topiladi. Eritma suyultirilgan sari dissotsiatsiya darajasi α ortib borganligi uchun, elektr tokini tashuvchilar soni koʻpayib, elektroʻtkazuvchanlik ham ortib boradi. Shuning uchun konduktometriyada molar elektroʻtkazuvchanlik qiymatini ishlatib elektrolitlarning dissotsiatsiylanish darajasini hisoblab topish mumkin.

Qarshilik qiymatini oʻlchash uchun ommetrlarlar ishlatiladi. Ularning ishlashi asosida fizikadan maʼlum boʻlgan – rexord koʻprigining ishi yotadi (17.1-rasm):



17.1-rasm. Reohord koʻprik P-38



17.2-rasm.
Raqamli ommetr

Kimyo va salomatlik



Elektrokimyo va tibbiyot

Zamonaviy tibbiyot amaliyotida fizik-kimyoviy tahlil usullari keng qoʻllanib kelmoqda. Davolash va diagnostika muolaja usulla-

rini to'g'ri tanlab va o'tkazish uchun bo'lg'usi shifokor elektr toki ta'sirida organizmda qanday jarayonlar sodir bo'lishini bilishi zarur.

Biologik suyuqliklar elektrolit moddalar, ya'ni neytral sistemalar bo'lib, manfiy va musbat ionlardan tashkil topadi va elektr tokini o'tkazadi.

Tirik organizmga, elektrokimyó nuqtayi nazaridan, hujayra va elektrolit eritmalari bilan to'ldirilgan hujayralararo bo'shliqdan tashkil topgan deb qaralsa bo'ladi. Barcha biologik suyuqliklar va to'qimalar ma'lum darajada elektro'tkazuvchanlikka ega bo'ladi. Shuning uchun, tibbiyotda elektrodagnostika va elektr toki bilan davolash usullari keng qo'llanadi. Ular qatoriga elektrokardiogramma, ensefologramma, davolash elektroforezi, elektroosmos, galvanizatsiya, elektrostimulatsiya usullari kiradi. Biologik to'qimalarga kichik chastotali tok bilan ta'sir etib, ularning normal faoliyatini ham tiklash mumkin. Sababi – organizm to'qimalari elektr tokini o'tkazib, elektr ta'siriga javoban reaksiya beradi. Bu jarayonlarning asosida elektrokimyó qonun qoidalari yotadi. To'qima qutblanishi katod va anodda turlicha kechadigan bir qator fizik-kimyoviy o'zgarishlar sodir bo'lishiga olib keladi. Yengil va harakatchan K^+ , Na^+ ionlari katod atrofida yig'ilib, membranani o'tkazuvchanligini oshiradi; og'irroq Ca^{+2} , Mg^{+2} ionlari anod atrofida to'planib, membranani dag'allashtirib, o'tkazuvchanligini kamaytiradi. Ionlar konsentratsiyasining o'zgarishi, hujayraning funksional holatini o'zgarishiga, katod yonida qo'zg'aluvchanlik ortishi va anod yonida uning kamayishiga olib keladi.

Kislota-asosli muvozanatning siljishi fermentlar ta'siri va hujayrada modda almashinish jarayonlari (suv-tuz, oqsil almashinuvi) ga ta'sir ko'rsatadi. Hujayra orqali o'zgarmas tok o'tishi diffuziya, osmos, masalan, hujayra orqali suv o'tishi (elektroosmos) jarayonlarini kuchaytirib yuboradi. O'zgarmas tok ta'sirida to'qimalarda birinchi navbatda ionli muvozanat buzilishi bilan bog'liq bo'lgan fizik-kimyoviy o'zgarishlar ro'y beradi. Bu o'zgarishlar asab retseptorlarini qo'zg'atadi. Retseptorlarga ta'sir asab yo'llari bo'ylab bosh

miya po'stloq qismiga yetib borib, javoban organizmning fiziologik reaksiyalarini chaqiradi. Sharoitga qarab bu reaksiyalar mahalliy yoki umumiy tabiatga ega bo'ladi. Mahalliy reaksiyalarda elektrodlar ostida terini achishishi, igna sanchilishi, kuyishi seziladi, umumiy reaksiyalarda – asab, endokrin, yurak-tomir, qon-tomir sistemalar ishi, modda almashinuvi stimullanadi va boshqalar kuzatiladi. Asab tolalari orqali tok o'tganda ularning qo'zg'aluvchanligi ortadi (elektrotonus). Katod yonida qo'zg'atuvchilar ta'siriga javoban reaksiya kuchayadi (katelektroton), anod yonida esa bu reaksiya kamayadi (anelektroton). Davolash amaliyotida birinchisini to'qimalar qo'zg'aluvchanligini oshirish uchun, ikkinchisini esa og'riq kamaytirish uchun qo'llashadi.

17.2. Konduktometrik usul bilan elektrolitlarning dissotsiatsiyanish darajasi va konstantasini aniqlash

Tahlilning konduktometrik usullari solishtirma elektro'tkazuvchanlikni o'lchashga, yoki uni qarshilikni o'lchangan qiymatidan hisoblab topishga asoslangan. Konduktometrik usul bilan elektrolitlarning dissotsiatsiyanish darajasi va konstantasini, elektrolitlarning konsentratsiyasini aniqlash mumkin.

Eritma suyultirilgani sari elektrolitning dissotsiatsiyanish darajasi ortadi va cheksiz suyultirilganda o'zining maksimal qiymati $\alpha=1$ ga yetadi. Dissotsiatsiyanish darajasi ortib borgan sari proporsional ravishda molar elektro'tkazuvchanlik ham ortib boradi va elektrolit molekularlarining barchasi dissotsiatsiyalanganda maksimal qiymati λ_{∞} ga yetadi:

$$\lambda = K \cdot \alpha; \text{ Sm} \cdot \text{m}^2/\text{mol}, \quad (8)$$

bunda K – proporsionallik koeffitsiyenti.

Dissotsiatsiyanish darajasi α ni foizlarda (0 dan 100 %gacha) yoki birning ulushlarida (0 dan 1gacha) ifodalanadi. Dissotsiatsiyanish darajasi elektrolit va erituvchi tabiati, harorat va eritma

konsentratsiyasiga bog'liq. Eritma qanchalik suyultirilgan bo'lsa, shunchalik ko'p dissotsiatsiyalanadi. Cheksiz suyultirilganda molekular to'liq dissotsiatsiyalangan ($\alpha = 1$) deb hisoblanadi, ionlar orasidagi bog'lanish yo'qolib elektro'tkazuvchanlik maksimal qiymatiga yetadi λ_{∞} ya'ni,

$\lambda = \lambda_{\infty}$. Bundan tashqari, (8) tenglamadan ko'rinib turibdiki, $\alpha = 1$ bo'lganda $\lambda = K$ bo'lib qoladi. K qiymatini (8) tenglamaga qo'yib, $K = \lambda_{\infty}$ ni olamiz. Shunda:

$$\lambda = \lambda_{\infty} \cdot \alpha; \text{Sm} \cdot \text{m}^2/\text{mol}, \quad (9)$$

va undan dissotsiatsiyalanish darajasi uchun:

$$\alpha = \frac{\lambda}{\lambda_{\infty}}, \quad (10)$$

tenglamasini keltirib chiqaramiz.

λ – ko'rilayotgan konsentratsiyali eritmaning molyar elektro'tkazuvchanligi va (7) formuladan topiladi; λ_{∞} – maksimal molar elektro'tkazuvchanlik. Bu tenglama **Arrenius tenglamasi** deyiladi.

Cheksiz suyultirilgan eritmada har bir ion bir-biridan bog'liqsiz ravishda harakatlanadi va bunda molar elektro'tkazuvchanlik ionlar elektro'tkazuvchanligidek ko'rilishi mumkin. Bir turdagi ionga to'g'ri keladigan molar elektro'tkazuvchanlik ionnig *harakatchanligi* deb nomlanadi.

Bundan kelib chiqadiki, cheksiz suyultirilgandagi molyar elektro'tkazuvchanlik λ_{∞} ionlar harakatchanliklari yig'indisi sifatida ko'rilishi mumkin:

$$\lambda_{\infty} = \lambda_{\infty A} + \lambda_{\infty K}, \quad (11)$$

Bu yerda: $\lambda_{\infty A}$ va $\lambda_{\infty K}$ – kationlar va anionlar maksimal harakatchanliklari.

Bu bog'liqlik Kolraush tomonidan 1879-yilda taklif qilinib *Kolraush qonuni* sifatida ta'riflanadi:

“Eritmaning cheksiz suyultirilgandagi molar elektr o‘tkazuvchanligi ionlarning maksimal xarakatchanliklarining yig‘indisiga teng“.

17.2-jadvalda ba’zi bir ionlarning 18°C da suvdagi maksimal harakatchalıkları keltirilgan.

17.2-jadval

Suvdagi (18°C) ionlarning maksimal harakatchanliklari

Kationlar	λ , Sm $\cdot$ m ² /mol	Anionlar	λ , Sm $\cdot$ m ² /mol
H ⁺	315.0	OH ⁻	171.0
Na ⁺	42.8	Cl ⁻	66.0
K ⁺	63.9	Br ⁻	68.0
NH ₄ ⁺	63.9	I ⁻	66.5
Ag ⁺	53.5	NO ₃ ⁻	62.3
1/2Mg ²⁺	45.0	CH ₃ COO ⁻	35.0
1/2Ca ²⁺	50.7	1/2CO ₃ ²⁻	60.5
1/2Ba ²⁺	54.6	1/2SO ₄ ²⁻	68.4
1/2Pb ²⁺	60.5		

Elektrolit eritmalarining elektro‘tkazuvchanligiga eritmada-gi barcha ionlar o‘z ulushini qo‘shadi. Ionlarning harakatchanligi ularning absolyut tezligidan keltirib chiqariladi. Ionlarning absolut tezligi deb 1 m uzunlikka 1 V kuchlanish sarflanganda metr/sek.da o‘lchangan ionlar tezligiga aytiladi. Eng tez harakatlanadigan ionlar – bu vodorod va gidroksid ionlaridir. Kaliy ionining harakatchanligi natriy ionlarinikidan deyarli bir yarim barobar katta, shuning uchun ham tibbiyotda elektro‘tkazuvchanlikni oshirish uchun NaCl emas KCl eritmasidan foydalaniladi (17.2-jadval).

Kuchsiz elektrolitlarning dissotsiatsiyalanish darajasi Arrenius formulasi bilan hisoblanadi

$$\alpha = \frac{\lambda}{\lambda_{\infty}}, \quad (10).$$

Elektrolit kuchini baholashda dissotsiatsiya darajasi bilan birgalikda dissotsiatsiya konstantasi ham ishlatiladi. Uning qi-yimatini konduktometrik usul bilan aniqlashda Ostvaldning su-

yultirish qonunining formulasidan foydalanamiz. Bu formulaga binoan elektrolitning konsentratsiyasi qanchalik kichik bo'lsa, ya'ni eritma qanchalik suyultirilgan bo'lsa, uning dissotsiatsiyanish darajasi shunchalik katta bo'ladi. Konduktometriyada dissotsiatsiyanish konstantasi molar elektro'tkazuvchanlik qiymati orqali ifodalanadi:

$$K = \frac{\alpha^2 C}{1 - \alpha} = \frac{\lambda^2 C}{\lambda_{\infty} (\lambda_{\infty} - \lambda)}. \quad (12)$$

17.3. Konduktometrik titrlash

Konduktometrik titrlash – fizik-kimyoviy tahlilning bir usuli bo'lib, titrlash davomida ekvivalent nuqtani elektro'tkazuvchanlikni o'zgarishi bo'yicha aniqlashga asoslangan. Konduktometrik titrlash ortiqcha qiyinchiliklarsiz moddalar konsentratsiyasini nafaqat tiniq, balki rangli va loyqa eritmalar, shu jumladan biologik suyuqliklarda ham aniqlash imkoniyatini beradi. Bu usulda indikator ishlatilishini chegaralaydigan oksidlovchilar va qaytaruvchilar mavjudligida ham eritmaning tahlilini o'tkazish mumkin (17.3-rasm).

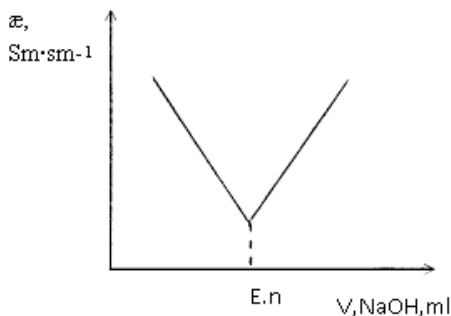


17.3. rasm. Laboratoriyada konduktometrik titrlash

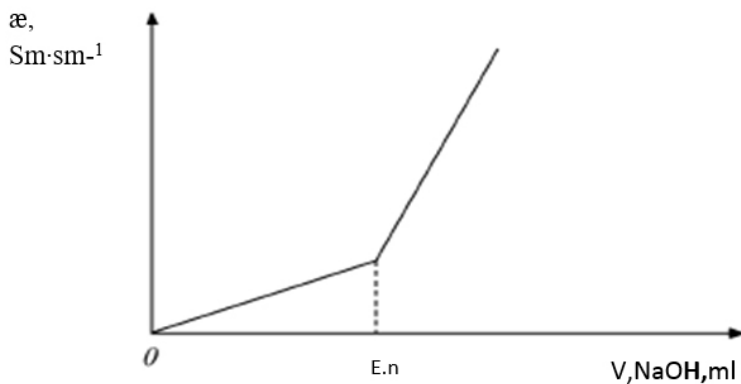
Bu usul bilan har qanday elektroʻtkazuvchanligi oʻzgarishi bilan boradigan reaksiyalarni ishlatish mumkin. Bundan tashqari, bir vaqtning oʻzida bir necha elektrolitni aralashmada titrlab, ekvivalent nuqtasi osonlik bilan egri chiziqlarni tutashish nuqtasi boʻyicha aniqlanadi, bu esa aniqlikni yanada oshiradi. Eritmaning elektroʻtkazuvchanligi elektrolit tabiati, uning konsentratsiyasi va haroratga bogʻliq. Elektroʻtkazuvchanlikni oʻlchashga asoslangan titrlashni amalga oshirgan holda konduktometrik titrlash egri chiziqlari chiziladi. Ularning shakli elektrolitning kuchi va titrantning tabiatiga bogʻliq boʻladi. Solishtirma elektroʻtkazuvchanlik konduktometrlar yordamida oʻlchanadi: Konduktometrik egri chiziqlari aniqlanayotgan eritma ustiga ishchi eritmani quygan sari oʻzgarayotgan solishtirma elektroʻtkazuvchanlikning oʻzgarishini aks ettiradi. Bu grafiklarda titrlashning oxirgi nuqtasida sinish nuqtasi aniq boʻlishi shart. Titrlanayotgan elektrolit tabiatiga koʻra elektroʻtkazuvchanlik qiymati turlicha oʻzgaradi. Kuchli kislotani kuchli asos bilan titrlaganda boshlangʻich nuqtada eritmada eng harakatchan vodorod ionlari konsentratsiyasi eng yuqori boʻlganligi tufayli elektroʻtkazuvchanlik eng yuqori qiymatiga ega boʻladi. Titrlash jarayonida vodorod ionlari suv molekulasigacha bogʻlanib elektroʻtkazuvchanlik kamayib boradi. Ekvivalent nuqtada elektroʻtkazuvchanlik harakatchanligi kamroq boʻlgan metall ionlarining harakatchanligi bilangina bogʻliq boʻladi. Titrlashni davom ettirilsa, eritmada ortiqcha gidroksid ionlari paydo boʻlib, elektroʻtkazuvchanlik keskin ortadi (17.4-rasm). Eritmada bir turdagi modda boʻlsa egri chiziqda faqat bitta sinish kuzatiladi:

17.4-rasm. Kuchli kislotani kuchli asos bilan titrlashning konduktometrik egri chizigʻi

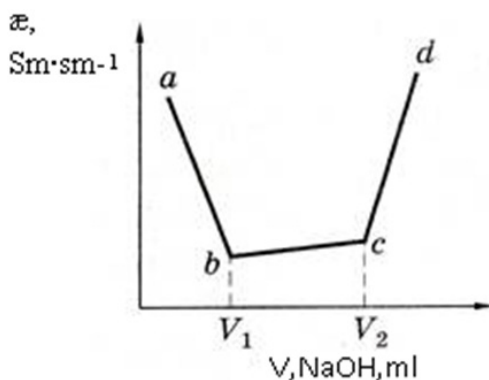
Kuchsiz kislotani kuchli asos bilan titrlashda elektroʻtkazuvchanlik boshlangʻich kuchsiz elektrolit erit-



masida eng kichik qiymatga ega bo‘ladi. Titrlash davomida ionlar konsentratsiyasi ortishi hisobiga u sekin-asta ko‘tariladi, chunki kam dissotsiatsiyalangan elektrolit o‘rniga uning to‘liq dissotsiatsiyalanadigan tuzi hosil bo‘la boshlaydi.



17.5-rasm. Kuchsiz kislotani kuchli asos bilan titrlashning konduktometrik egri chizig‘i



17.6 .rasm. Kuchli va kuchsiz kislotalarni kuchli asos bilan titrlashning konduktometrik egri chizig‘i

Ekvivalent nuqtadan keyin elektroʻtkazuvchanlik ortiqcha gidroksid ionlari hisobiga keskin koʻtariladi. (17.5-rasm). Elektrolitlar aralashmasi titrlanganda aralashmadagi moddalar soniga qarab mos ravishda egri chiziqli sinishi kuzatiladi. Kuchli va kuchsiz kislotalar aralashmasi kuchli asos bilan titrlanganda, avvaliga kuchli kislota, soʻngra kuchsiz kislota titrlanadi. Shuning uchun egri chiziqlida elektroʻtkazuvchanlik avval keskin tushib ketadi, birinchi ekvivalent nuqtadan keyin sekin asta ortadi, ikkinchi ekvivalent nuqtadan keyin yana keskin ortadi (17.6-rasm).

Ekvivalent nuqtadagi sarflangan titrant hajmi boʻyicha moddalar konsentratsiyasi maʼlum formula yordamida hisoblab topiladi:

$$C_{N_1} = \frac{C_{N_2} \cdot V_2}{V_1} \text{ mol/l}$$

17.4. Elektrod potensialning vujudga kelishi va uning turlari

Elektrokimyoviy potensial

Elektrod deb, tok hosil qiluvchi har qanday sistemaga aytiladi. U odatda, chegaradosh fazalar bilan ajralish sathi bilan ajralgan boʻladi. Fazalar chegarasida elektronlar almashinuvi amalga oshishi tufayli bir xil zaryadli zarrachalar yuzaning bir tarafiga, boshqa turdagi zarrachalar yuzaning ikkinchi tarafiga tizilib oladi va qoʻsh elektr qavat hosil boʻladi. Potensial deb, zaryadlangan zarrachalar atrofidagi fazo deb tushunsa boʻladigan birlikka aytiladi. Odatda, bir xil zaryadlangan zarrachalarga nisbatan boshqa turdagi zarrachalar soni koʻproq boʻlib, potenciallar ayirmasi hosil boʻladi. Potensiallar ayirmasining hosil boʻlish mexanizmi va qanday yuzada hosil boʻlishiga qarab turlicha nomlanadi: Elektrokimyoviy, oksidlanish-qaytarilish, diffuziya, membrana, kontakt, elektrkinetik va boshqalar.

Agar metall suvga yoki shu metall tuzining suvli eritmasiga tushirilsa, qutbli suv molekullari ta'sirida metall yuzasidagi ionlar yuzadan ajralib chiqib, suyuqlik musbat "+", metall yuzasi esa elektronlar hisobiga manfiy "-" zaryadlanadi. Metall ionlari yig'ilib borgan sari metall erishi sekinlashib borib, sistemada muvozanat qaror topadi:



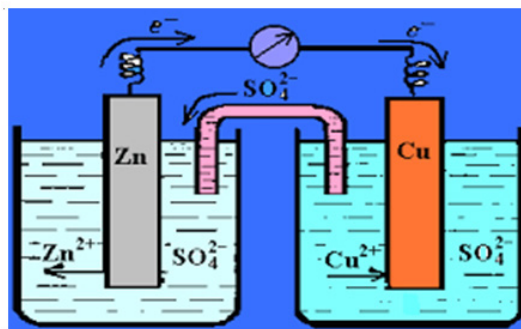
Muvozanat holati eritmadagi metall ionlari konsentratsiyasiga bog'liqdir. Shunday qilib, aktiv metallar (Al, Zn, Fe, Sn) suvga tushirilganda metall yuzasi musbat zaryadlanadi. Passiv metallar suvga yoki o'zining suvli eritmasiga tushirilganda ular eritmaga kam ion ajratadi, eritmadagi tuz ionlari ko'p bo'lganligi sababli, metall ionlari elektrod yuzasini qoplay boshlaydi va uning yuzasi musbat zaryadlanib, eritmada metall ionlariga eritmadan anionlar tortilib, metallga chegaradosh bo'lgan eritmada manfiy zaryadli tuz anionlari to'planadi.

Ikkala holda metall sathi bilan suyuqlikning yondoshgan qavati orasida potentsiallar ayirmasi yuzaga keladi. Bu potentsiallar ionlarning metallardan 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 oldinda turgan metallar manfiy zaryadlanadi, vodoroddan keyin joylashgan metallar esa musbat zaryadga ega bo'ladi. O'z tuzining eritmasiga botirilgan metall yuzasida hosil bo'ladigan potentsial elektrod potentsiali deb ataladi.

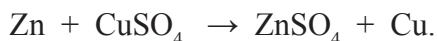
Elektrod potentsial hosil bo'lishini galvanik element misolida ko'ramiz. Musbat zaryadlanadigan mis va manfiy zaryadlanadigan ruxdan yasalgan galvanik element **Daniel-Yakobi galvanik elementi** deyiladi.

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. Element-

ning chap qismida hosil bo‘ladigan ortiqcha Zn^{2+} ionlari KCl ni tutgan agar- agar bilan to‘ldirilgan naycha orqali o‘ng tomonga dif-fuziyanadi, SO_4^{2-} ionlari esa chap tomonga o‘tadi. Misni rux bilan siqib chiqarish reaksiyasi elementdagi elektr energiya manbai bo‘lib xizmat qiladi.



17.7- rasm. Yakobi-Daniel galvanik element sxemasi



Ikkala metallning tabiati va konsentratsiyasi, aniqrog‘i ular-dagi ionlarning aktivligi bilan elementda paydo bo‘ladigan elektr yurituvchi kuch (E.Yu.K.) ning bog‘liqligi quidagicha ifodalanadi:

$$E_x = E_1 - E_2$$

bunda: 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 jara-yonlar yuz beradi. Rux elektroddan ajraladi, mis esa eriydi, sistema dastlabki holatga qaytadi. Tok teskari tomondan yo‘naltirilganda teskari jarayonlar yuzaga keladigan bunday elementlar **qaytar el-ementlar** 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(17.7-rasm).

Tokni teskari yo‘naltirilganda mis erib, rux elektroddan vodorod ajralib chiqadi. Shunday qilib, tok teskari tomonga o‘tishi dastlabki holatining qaytishiga olib bormaydi.

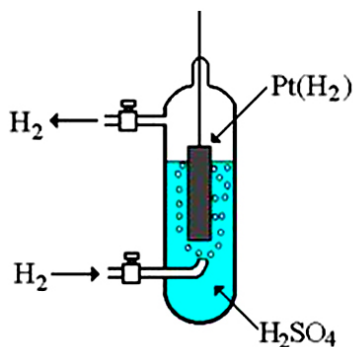
Elektrokimyoviy potensial qiymati Nernst tenglamasi yordamida hisoblanadi:

$$E = E_0 + \frac{RT}{zF} \ln C(\text{Me}^{z+})$$

Bunda: E_0 – standart elektrkimyoviy potensial $T=298\text{K}$; z –metall valentligi; $C(\text{Me}^{z+})$ – metall ionlarining konsentratsiyasi; R – universal gaz doimiysi; F – Faradey soni

Potensial qiymati metall tabiatiga, uning eritmadagi ionlar miqdori va haroratga bog‘liq. Berilgan harorat va bosimda, metall ionlari konsentratsiyasi 1 mol/l bo‘lgandagi potensial standart **Elektrokimyoviy potensial** deyiladi.

Elektrokimyoviy potensial qiymati galvanik element tuzilib, vodorod elektrodga nisbatan o‘lchanadi (17.8-rasm). Vodorod elektrodining shartli belgisi: $(\text{Pt})\text{H}_2 | 2\text{H}^+$.



17.8-rasm. Vodorod elektrodi metallar standart potensiallarini o‘lchashda ishlatiladi.

Gazning bosimi 1 atm. bo‘lganda, uning uchun Nernst tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$\varphi_{\text{H}_2} = \frac{2,3RT}{F} \cdot \lg a_{\text{H}^+} = -\frac{2,3RT}{F} \cdot \text{pH}$$

Vodorod elektrodining potentsiali shartli ravishda nolga teng deb olinib, u bilan juft bo‘lgan indikator elektrodining potentsiali pastroq bo‘lsa (-), kattaroq bo‘lsa (+) ishorasiga ega bo‘ladi.

Vodorod elektrodining potentsiali shartli ravishda nolga teng deb olinib, u bilan juft bo'lgan indikator elektrodining potentsiali pastroq bo'lsa (-), kattaroq bo'lsa (+) ishorasiga ega bo'ladi.

Kimyo va salomatlik

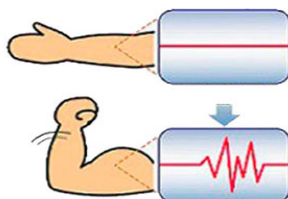


Elektrogrammalar

To'qima va a'zolar faoliyatida ham elektrod potentsiallar hosil bo'ladi. Organizmga qo'llagan holda ular biopotentsiallar deb nomlanadi va maxsus anjomlar yordamida o'lchanadi. To'qima va a'zolar biopotentsiallarini o'lchash usuli **elektrografiya** deyiladi. Usulni nomlaganda qaysi a'zoda potentsial o'lchanayotganligi nomida aks ettiriladi: masalan, *elektroensefalografiya (EEG)* – bosh miya biopotentsiallarini o'lchash usuli (17.9-rasm);

17.9-rasm. Elektroensefalografiya (EEG)– bosh miya biopotentsiallarini o'lchash usuli

Elektromiografiya (EMG) – asab va mushak tolalarining biopotentsiallarini o'lchash usuli (17.10-rasm)



17.10-rasm. Elektromiografiya zararsiz va og'riqsiz muolaja, shuning uchun tayanch-harakat apparatining bioelektrik faolligini aniqlashda keng qo'llanadi

Elektrokardiografiya (EKG) – yurak mushaklarini elektr toki bilan qo‘zg‘atish natijasida hosil bo‘ladigan potentsiallarni o‘lchashga asoslangan

Elektrokimyoviy usul. Bu usul asosidagi nazariya bo‘yicha yurakka tok dipoli sifatida qaraladi. Bu nazariyaga ko‘ra yurakning elektr dipol momentining vektori va odam tanasi yuzasida joylashgan ma’lum nuqtalar orasida hosil bo‘ladigan potentsiallar ayirmasi o‘rtasida bog‘lanish bordir. Vaqt birligi ichida yurak moduli va elektr dipol momentining yo‘nalishi orasidagi bog‘liqlikni grafik ko‘rinishida aks ettirilishi **elektrokardiogramma (EKG)** deyiladi (17.11-rasm). Yurak faoliyatida patologik o‘zgarishlar yuz berishida bu ko‘rsatkichlar o‘zgaradi, bu esa elektrokardiogrammani yurak kasalliklarini tashhis qilishda ishlatish imkoniyatini beradi.



17.11-rasm.
Elektrokardiogramma (EKG) yurak kasalliklarini tashxis qilishda ishlatiladi

17.5. Oksidlanish-qaytarilish potentsiali

Oksidlanish-qaytarilish (redoks) potentsiali – inert metall va moddaning oksidlangan-qaytarilgan shakllarini tutgan eritma chegarasida hosil bo‘ladi. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari borayotgan eritmaga inert metall (platina, oltin, paladiy, iridiy va boshqalar) tushirilganda ikki faza chegarasida potentsiallar ayirmasi vujudga keladi. Masalan, $Pt|FeCl_3|FeCl_2$; $Pt|SnCl_4|SnCl_2$. Oksidlangan va

qaytarilgan shakldagi moddalarni saqlagan eritmalar oksidlanish-qaytarilish sistemalari yoki redoks sistemalar deb yuritiladi. Bunday sistemalarda potentsiallar ayirmasining vujudga kelishining sababini $Pt|FeCl_3|FeCl_2$ misolida ko'rib chiqamiz.

Bu sistemada quyidagicha reaksiya boradi: $Fe^{+3} + e \rightarrow Fe^{+2}$. Agar eritmada Fe^{+3} , ya'ni oksidlangan shakl ko'p bo'lsa u elektrod-dan 1 ta elektron qabul qilib Fe^{+2} ga aylanadi, bunda elektrod musbat zaryadlanib qoladi va aksincha agar Fe^{+2} , ya'ni qaytarilgan shakl ko'p bo'lsa u elektrodga 1 ta elektronini beradi va Fe^{+3} ga aylanadi, u holda elektrod manfiy zaryadlanadi. Natijada yuqoridagi tenglama yoki o'ng tomonga yoki chap tomonga, toki yangi muvozanat qaror topmaguncha siljiydi. Shu paytda elektrodda potentsiallar ayirmasi vujudga keladi va bu potentsial redoks-potentsial deb ataladi. Uning qiymati ham Nernst (Fe^{+3} / Fe^{+2} sistemasi uchun Peters) tenglamasi yordamida hisoblanadi:

$$E_{red} = E_{red}^o + \frac{RT}{nF} \ln \frac{[oksid]}{[qayt]}$$

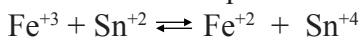
Bunda E_{red}^o – tegishli juftning standart redoks-potentsiali
 n – oksidlanish-qaytarilish jarayonida ishtirok etgan elektronlar soni
 R – universal gaz doimiysi, u 8,31 J/grad. molga teng
 T – absolyut harorat
 F – Faradey soni (96500 Kl/mol)

R va F qiymatlarini qo'yib o'nli logarifmga o'tsak, Peters tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$E_{red} = E_{red}^o + \frac{0,058}{n} \lg \frac{[oksid]}{[qayt]}$$

Agarda Peters tenglamasida oksidlangan va qaytarilgan shakllarning konsentrasiyalari o'zaro teng bo'lsa, $E = E_0$ bo'ladi va potentsial standart redoks potentsial deyiladi. Demak, standart redoks potentsial deb tegishli juftning oksidlangan va qaytarilgan shakllarining konsentrasiyasi teng bo'lgandagi potentsiali qiymatiga aytiladi.

Oksidlanish-qaytarilish potentsiali qiymatiga asoslanib redoks jarayonning yoʻnalishini aniqlash mumkin. Masalan, $\text{Fe}^{+3} / \text{Fe}^{+2}$ juftining potentsiali +0,771 v boʻlsa $\text{Sn}^{+4}/\text{Sn}^{+2}$ juftiniki +0,153 v ni tashkil qiladi (17.3-jadval). Bu degani Fe^{+3} ionining oksidlovchilik xususiyati Sn^{+4} ionnikidan kuchliroq ekan va



oksidlanish-qaytarilish sistemasidagi muvozanat koʻproq chapdan oʻngga siljigan boʻladi.

Shunday qilib, standart oksidlanish-qaytarilish potentsiallarini bir-biri bilan solishtirib oksidlanish-qaytarilish jarayonlar borish-bormasligi ehtimolligini oldindan bilib olish mumkin.

17.3-jadval

Suvli eritmada baʼzi bir oksidlanish-qaytarilish sistemalarida standart potentsial qiymatlari (298 K)

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

Kimyo va salomatlik



Oksidlanish-qaytarilish potentsiallarining tibbiyotdagi ahamiyati

Oksidlanish-qaytarilish hodisalari biokimyoviy jarayonlar yoʻnalishini belgilab beruvchi omillardan biridir. Tirik organizmlarda oziqa moddalardan olingan kimyoviy energiya elektr energiyaga

va soʻngra mexanik va issiqliqlik energiyalariga aylanadi. Bu hodisalar asosida turli xil oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari yotadi. Tirik organizmlarda asosiy elektronlar donori vazifasini vodorod atomi oʻtaydi, akseptori esa – bu kislorod atomlaridir. Ammo tirik organizmda vodorod bilan kislorodning toʻgʻridan-toʻgʻri birikishi yuz bermaydi. Organizmdagi murakkab hodisalar elektronlar va protonlar tashuvchisi vazifasini oʻtovchi redokssistemalar orqali amalga oshadi.

Organizmdagi oksidlanish-qaytarilish sistemalari: sitoxromalar, gem-gematin, sistin-sistein, vodorod peroksid – suv, glutation sistemasi, qahrabo va fumar kislotalar va boshqalar. Sistemaning redoks-potensial shu sistemani boshqa sistemaga elektron berishi yoki qabul qilishi xossasini baholovchi kattalikdir. Masalan: biologik oksidlanish jarayoni oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining zanjiridir. Bu jarayon oksidlanayotgan substratdan kislorodga elektron va proton tashuvchi maʼlum fermentlar bilan boshqariladi. Bu zanjirning har bir bosqichiga aniq redoks potensialga ega boʻlgan redoks sistema toʻgʻri keladi. Misol uchun:

Oksidlanayotgan substrat	(-0,42 V)
Degidrogenaza	(-0,32 V)
Flavin fermenti	(-0,06 V)
Sitoxromalar	(+0,04dan+0,55V)
$\frac{1}{2} O_2$	(+ 0,82 V)

Potensial kichik boʻlgan modda (flavin fermenti) potensial yuqori boʻlgan moddalarni (sitoxromalarni) qaytarishi, potensial kichikroq boʻlgan moddalarni (degidrogenazani) oksidlashi mumkin. Teskarisi esa oksidlanish-qaytarilish jarayonlari nazariyasiga toʻgʻri kelmaydi. Koʻrib turibmizki, oksidlanish-qaytarilish potensialining qiymatidan foydalanib u yoki bu biologik hodisaning yoʻnalishini aniqlash mumkin ekan.

Oksidlanish-qaytarilish potensiallarni o'lchash uchun galvanik element tuziladi:



U aniqlanayotgan eritmaga tushirilgan ikkita elektroddan iborat bo'lib, ulardan biri o'lhovchi yoki indikator elektrodi deyilsa, ikkinchisi **solishtirish elektrodi** deyiladi. Potensialini o'lchayotgan ionlar konsentratsiyasiga bog'liq bo'lgan elektrod *indikator elektrodi* deyiladi. Oksidlanish-qaytarilish jarayoni yuz beradigan sistemalarda o'lhovchi elektrod sifatida platina elektrodi qo'llanadi. Potensialini o'zgarmas va aniq bo'lgan elektrod *solishtirish elektrodi* deyiladi va uning sifatida kumush xloridli Ag/ AgCl/ KCl ($E_{\text{Kx}} = 201 \text{ mV}$) yoki kalomelli Hg/ Hg₂Cl₂/ KCl ($E_{\text{kal}} = 246 \text{ mV}$) elektrod ishlatiladi.

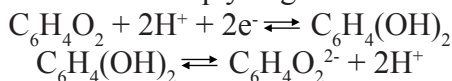
Elektrodlar tasnifining yana bir sistemasiga ko'ra elektrodlar 1- va 2- turlarga bo'linadi. 1- tur elektrodlari Cu/Cu²⁺, Ag/Ag⁺ va umumiy holda Me/Meⁿ⁺ larda metall kationi va o'z eritmasi orasida qaytar jarayon natijasida elektron almashinish sodir bo'ladi. Bunday elektrodlar yoki kationga, yoki anionga nisbatan qaytar hisoblanadi. 2- tur elektrodlarda metall o'zining qiyin eriydigan tuzi bilan qoplangan va shu tuz anionini saqlagan yaxshi eriydigan tuz eritmasiga tushirilgan bo'ladi. Masalan, Ag/ AgCl/ KCl va Hg/ Hg₂Cl₂/ KCl larda elektrod ham kation, ham anioniga nisbatan qaytar hisoblanadi.

Har bir holda o'ziga to'g'ri keladigan elektrod tanlanadi. Ko'pchilik sistemalarning, ayniqsa organik va biologik redoks sistemalarning potensiallari vodorod ion konsentratsiyasiga, ya'ni pH muhitga bog'liq bo'ladi. Bu holdagi redoks sistema **murakkab sistema** deyiladi. Murakkab redoks sistemalariga MnO₄⁻/ Mn²⁺, xinnon-gidroxinnon, Cr₂O₇²⁻/ Cr³⁺ misol qilinishi mumkin. Bunday sistemalar uchun Peters tenglamasida oksidlangan va qaytarilgan moddalar konsentratsiyasi bilan birgalikda vodorod ionlarining konsentratsiyasi ham hisobga olinadi:

$$E_{red} = E^o_{red} + \frac{0,058}{n} \lg \frac{[oksid][H^+]}{[qayt]}$$

Masalan, neytrallanish reaksiyasi uchun potentsiali vodorod ionlarining konsentrasiyasiga qarab o'zgaruvchi elektrod tanlanadi. Bunday holatlarda xingidron (Pt/XG/H⁺) yoki shisha elektrodi ishlatiladi.

Xingidron elektrodi (xg). Zamonaviy laboratoriyalarda xg elektrod ishlatilmasa ham, u pH ni o'lchash uchun yaroqli elektrodlariga misol bo'la oladi. Xingidron – bu xinon C₆H₄O₂ va gidroxinon C₆H₄(OH)₂ larning 1:1 nisbatda olingan ekvimolekular aralashmasidir. Xingidron eritmada xinon va gidroxinon aralashmasini beradi. Xinon va gidroxinon o'rtasida quyidagi muvozanat qaror topadi:



Agar xingidronni tutgan eritmaga Pt plastinkasi tushirilsa, metall-eritma chegarasida qiymati vodorod ionlariga bog'liq bo'lgan oksidlanish-qaytarilish potentsiali hosil bo'ladi. Xingidron elektrodning shartli belgisi: (Pt) (xg) | H⁺ va uning uchun Nernst tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

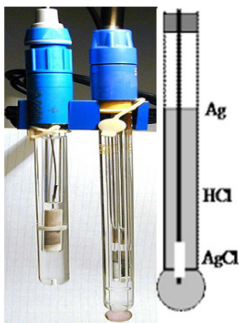
$$E_{xz} = E^0_{xz} + \frac{2,3RT}{2F} \cdot \lg \frac{[C_6H_4O_2] \cdot [H^+]^2}{[C_6H_4(OH)_2]}$$

$\frac{[C_6H_4O_2]}{[C_6H_4(OH)_2]}$ nisbati 1 ga teng bo'lganda, $\lg 1 = 0$ bo'lganligi uchun tenglamaning ko'rinishi:

$$E_{xz} = E^0_{xz} + \frac{2,3RT}{F} \cdot \lg [H]^+ = E^0_{xz} - \frac{2,3RT}{F} \cdot pH \text{ bo'ladi:}$$

Xingidron elektrodini ishqoriy muhitda ishlatib bo'lmaydi va oksidlovchi-qaytaruvchi moddalar uning ishlashiga xalaqit beradi.

Shuning uchun bu elektrodni biologik suyuqliklarni o'rganishda ishlatish qiyin va unga qaraganda mukammalroq bo'lgan shisha elektrodini ishlatish afzallroq hisoblanadi.

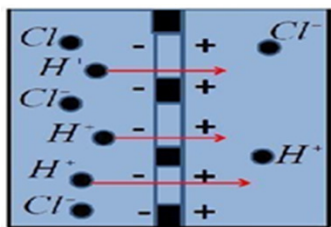


17.12-rasm. Shisha elektrodi eritmalarda pHni o'lchash uchun ishlatiladi

Shisha elektrodi. Shisha elektrodi pastki qismi shisha mumbranadan iborat shisha ampulaga joylashtirilgan kumush simdan iborat (17.12-rasm). Bu sim kumush xlorid bilan qoplanib HCl eritmasiga tushiriladi. Kislotali muhitga ega eritmaga tushirilganda membrana yuzasi vodorod ionlari bilan qoplanadi va elektrod vodorod elektrodi kabi ishlaydi. Shisha elektrodini tutgan galvanik elementlar eritmalarining pHni o'lchash uchun ishlatiladi.

17.6. Diffuziya potentsiali

Diffuziya potentsiali – konsentratsiyasi bilan farq qilgan ikki eritmaning chegarasida hosil bo'ladi. Tez harakatlanuvchi vodorod ionlari yuqori konsentratsiyali eritmadan kichik konsentratsiyali eritmaga o'ta boshlaydi. Kichik konsentratsiyali eritma musbat, yuqori konsentratsiyali eritma manfiy zaryadlanib, muvozanat qaror topganda ikki eritma chegarasida potentsiallar ayirmasi hosil bo'ladi va u diffuziya potentsiali deyiladi (17.13-rasm).



17.13-rasm. Tez harakatlanuvchi vodorod ionlari yuqori konsentratsiyali eritmadan kichik konsentratsiyali eritmaga o'ta boshlaydi va diffuziya potentsiali hosil bo'ladi

Bu potentsial ionlar harakati tezligini o'rtacha qiymatga kelishiga sabab

bo‘ladi: tez harakatlanadigan ionlarni sekinlashtirib, sekin harakatlanadiganini tezlashtiradi.

Diffuziya potentsiali biologik sistemalarda ham hosil bo‘ladi. Masalan, hujayra tashqi qavati shikastlanganda, uning tanlab o‘tkazish xususiyati buziladi va elektrolitlar, konsentrasiyalari farqi hisobiga, hujayradan tashqariga yoki hujayra ichiga diffuziyanadi. Shunda tabiati bo‘yicha diffuziya potentsiali bo‘lgan - shikastlanish potentsiali hosil bo‘ladi. Uning qiymati 30–40 mV ni tashkil qiladi. Sekin-asta bir soat davomida uning qiymati nolgacha tushadi. Odatda, shikastlangan to‘qima shikastlanmaganga qaraganda manfiy zaryadlanadi.

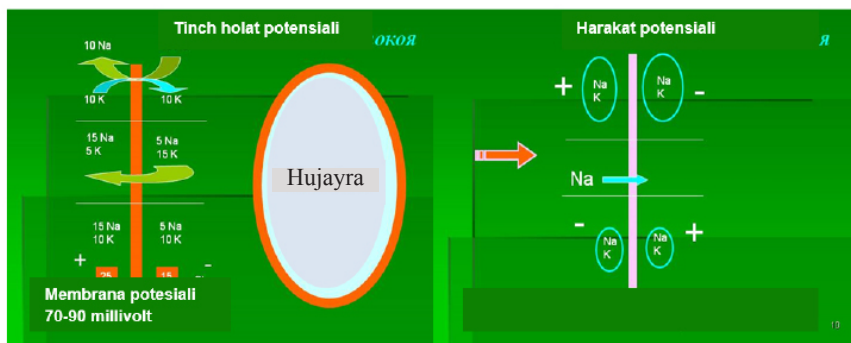
17.7. Membrana potentsiali

Membrana potentsiali – membrananing ikki tarafida, ionlar konsentratsiyasining farqi hisobiga hosil bo‘ladigan potensial.

Odam organizmidagi biologik jarayonlar turli xil elektrokimyoviy hodisalar bilan bog‘liq. “Hujayra-atrof muhit” chegarasida har doim potensiallar ayirmasi mavjud. U tinch holat potentsiali deyiladi. Hujayra ichida kaliy ionlari ko‘proq va natriy ionlari kamroq bo‘ladi. Hujayradan tashqarida bunga teskari holat bo‘ladi. Hujayra membranasini orqali faqat kaliy ionlari o‘tib membrana tashqarisida musbat, ichkarisida esa manfiy zaryad hosil bo‘ladi. Shuning natijasida hosil bo‘lgan elektrostatik kuchlar musbat zaryadlarni chiqishini davom etishiga to‘sqinlik qila boshlaydi va membrana chegarasida tinch holat potentsiali hosil bo‘ladi. Turli to‘qimalar hujayralari uchun bu potensial qiymati turlicha: asab to‘qimalarida 60–80 mV, mushak to‘qimalarida – 80–90 mV, yurak mushaklarida 90–95 mV bo‘ladi. Shu qiymatlarning o‘zgarishi ionlarning hujayradan o‘tish tartibini o‘zgarishiga olib keladi.

Harakat potentsiali – ma’lum ta’sir ostida Na^+ ionlarini hujayra ichiga, va K^+ ionlarini hujayradan tashqariga harakatlana boshlashi hisobiga vujudga keladigan membrana potentsialidir (17.14-rasm). Ya’ni qo‘zg‘atuvchi ta’sirida membrananing ionlarni o‘tkazish xususiyatini

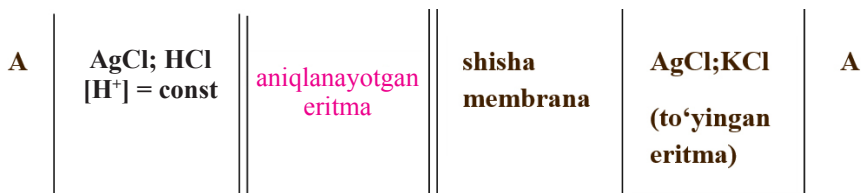
o'zgarishi natijasida tinch holat potensial qiymati o'zgaradi. Bu holat ion kanallarining aktivlanishi va inaktivlanishi hisobiga ro'y beradi.



17.14. rasm. Membrana potentsiali tinch holat va harakat potentsiali turlariga bo'linadi

17.8. Potensiometrik titrlash

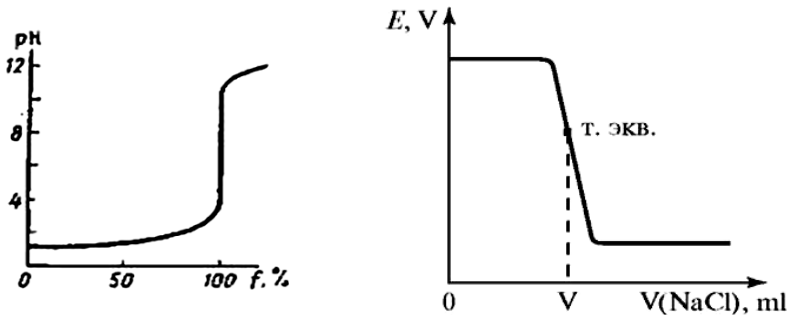
Potensiometrik titrlashda ishchi eritmani quygan sari aniqlanayotgan eritmaning elektr yurituvchi kuchi yoki pH qiymati o'lchanib boriladi. Shisha elektrodi eritmalar pHini 2–12 oralig'ida potensiometrik usul bilan o'lchaganda ishlatiladi. Buning uchun quyidagi galvanik element tuziladi.



Masalan, kislotani ishqor bilan titrlashda vodorod ionlarining konsentratsiyasi kamayib borgani sari sistemaning EYuKi sekin-asta kamayadi, pHi esa ortib boradi. Ekvivalent nuqtada EYuK keskin kamayib, pH esa keskin ortadi. Ekvivalent nuqtadan keyin yana sekin-asta o'zgaradi.

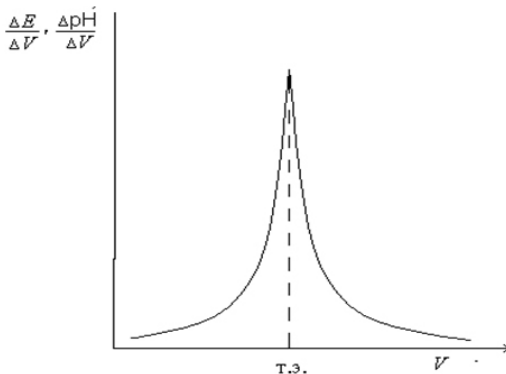
EYuK yoki pHni titrant eritmaning hajmiga bog‘liqligini aks ettiruvchi ikki xil chizma chizish mumkin. To‘g‘ridan-to‘g‘ri o‘lchangan kattaliklardan (E.Yu.K. va pH dan) integral chizma (17.15-rasm), nisbiy hisoblangan ($\Delta E/\Delta V$; $\Delta pH/\Delta V$) kattaliklardan esa differensial chizma chiziladi (17.17-rasm) va grafikdan topilgan ekvivalent nuqtadagi ishchi eritma hajmini va uning konsentrasiyasini hisobga olib aniqlanayotgan eritmaning normal konsentrasiyasi hisoblanadi:

$$N_{aniql.eritma} = \frac{N_{ishchi.eritma} \cdot V_{ishchi.eritma}}{V_{aniql.eritma}}$$



17.15-rasm. Potensiometrik titrlashning integral egri chiziqlari

Chizmaning shakli keskin o‘zgargan qismi bo‘yicha ekvivalent nuqta aniqlanadi va eritmaning konsentrasiyasi hisoblanadi:



17.16-rasm.

Differensial chizma

Potensiometrik titrlashning tibbiyotdagi afzalliklari shundan iboratki, bu usul rangli, tiniq bo‘lmagan, ya‘ni biologik suyuqliklarni ham

titrlash imkoniyatini beradi. Bundan tashqari, bu usul titrlash jarayonini tezlatishni va aniq natijalar olish imkoniyatini beradi.

Vaziyatli masalalar

1-masala. 37°C da molyar elektr o'tkazuvchanligi $370\text{ Cm}\cdot\text{m}^2/\text{mol}$, solishtirma qarshiligi $\rho = 0,90\text{ Om}\cdot\text{m}$ bo'lgan oshqozon shirasining pH ni aniqlang.

2-masala. 298 K da idish doimiysi $K=I/S = 0,99\text{ sm}^{-1}$ bo'lgan elektrolitik idishda qon zardobining qarshiligi 1000 Om ni tashkil etdi. Zardobning solishtirma elektr o'tkazuvchanligini aniqlang.

3-masala. Klinik laboratoriyada gazli konsentratsion zanjir 25°C haroratda ikkita vodorod elektrodidan yig'ilgan. Elektrodning biri bemorning me'da shirasiga tushirilgan. Ikkinchi elektrod konsentratsiyasi 1 mol/l bo'lgan to'liq ionlangan xlorovodorod eritmasiga tushirilgan. Potensiometr 60 mV elektr yurituvchi kuchni ko'rsatdi. Elektrokimyoviy zanjir sxemasining tuzilishi qanday bo'ladi? Bemor me'da shirasining pH ko'rsatkichi nechaga teng?

4-masala. Biokimyoviy oksidlanish-qaytarilish jarayonlari organizmning normal faoliyati uchun energiya beradi. Sut kislota (laktat) va pirouzum kislota (piruvat) orasida muvozanat qaror topganda: standart redoks potensial E^0 (piviruvat/laktat) = $-0,18\text{ V}$ ga teng bo'ladi.

Agar shu oksidlanish-qaytarilish sistemasidan tuzilgan galvanik elementda potensiometr yordamida o'lgangan elektr yurituvchi kuch qiymati $0,228\text{ V}$ ni tashkil qilgan bo'lsa, qaysi solishtirish elektrodi ishlatilgan?

5-masala. Oshqozon osti bezi shirasining pH qiymatini aniqlash uchun vodorod va kalomel elektrodlaridan tashkil topgan galvanik element tuzildi. 30°C da o'lgangan elektr yurituvchi kuch qiymati 707 mV ni tashkil qildi. Shu galvanik element sxemasini tuzib, suyuqlikning pHni aniqlang.

Bilimni sinab ko'rish uchun testlar

1. Konduktometrik usul bilan kuchli kislalani kuchli asos bilan titrlashda ekvivalent nuqtadagi elektroʻtkazuvchanlikni belgilab beruvchi zarrachalar:

- A) Metall ionlari va suv molekullari;
- B) Vodorod ionlari;
- D) Gidroksid ionlari;
- E) Kuchli elektrolit ionlari.

2. Elektrolit dissotsiatsiylanish darajasi va konstantasini elektroʻtkazuvchanlikni oʻlchab aniqlash usulining nomi:

- A) Potensiometriya;
- B) Konduktometriya;
- D) Amperometriya;
- E) Polyarografiya.

3. Dorilarni teri orqali elektrodlar yordamida organizmga yuborishning elektrokimyoviy usulining nomi:

- A) Elektrostimulyatsiya;
- B) Galvanizatsiya;
- D) Elektroforez;
- E) Elektrografiya.

4. Oʻtkazgichlarning elektr tokini oʻtkazish qobiliyatini baholash uchun ishlatiladigan kattaliklar nomi:

- A) Tok kuchi va kuchlanish;
- B) Qarshilik va elektroʻtkazuvchanlik;
- D) Tok chastotasi va tok kuchi;
- E) Kuchlanish va konsentratsiya.

5. Elektrolitlar oʻtkazgichlarning quyidagi turiga kiradi:

- A) Birinchi;
- B) Ikkinchi;
- D) Uchinchi;
- E) Toʻrtinchi.

6. Fazalar chegarasida zaryadlar to'planishi natijasida hosil bo'ladigan qavatning nomi:

- A) Adsorbsion qavat;
- B) Diffuzion qavat;
- D) Qo'sh elektr qavat;
- E) Elektrkinetik qavat.

7. Metall o'z tuzining eritmasiga tushirilganda hosil bo'ladigan elektrod potensial turi:

- A) Diffuzion;
- B) Kontakt;
- D) Elektrokimyoviy;
- E) Redoks.

8. Inert metall oksidlangan va qaytarilgan modda shakllarini tutgan eritmaga tushirilganda hosil bo'ladigan elektrod potensial turi:

- A) Diffuzion;
- B) Kontakt;
- D) Elektrokimyoviy;
- E) Redoks.

9. Miya to'qimalarida hosil bo'ladigan biopotensial turini o'lchashga asoslangan elektrokimyoviy tashxis usulining nomi:

- A) Elektrkardiografiya;
- B) Elektrensifalografiya;
- D) Elektromiografiya;
- E) Elektroretinografiya.

10. Asab va mushak to'qimalarida hosil bo'ladigan biopotensial turini o'lchashga asoslangan elektrokimyoviy tashxis usulining nomi:

- A) Elektrkardiografiya;
- B) Elektrensifalografiya;
- D) Elektromiografiya;
- E) Elektrretinografiya.

SIRT HODISALARI. ADSORBSIYA. XROMATOGRAFIYA

18



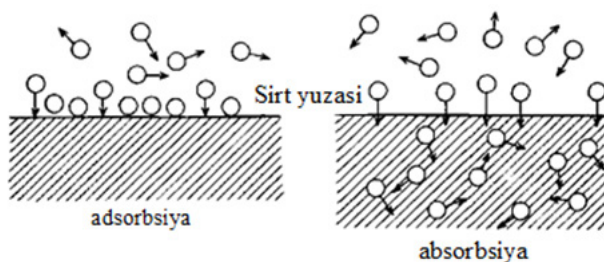
8 yoshli bola tuni bilan ichi ketib isitmalab, ko'ngli aynib, holsizlanib chiqdi. Ertalab uning onasi zudlik bilan bolani tuman poliklinikasi shifokoriga olib bordi. Shifokor ularning shikoyatini eshitib, undan kecha nima iste'mol qilganini so'radi.

Bola kecha do'stining tug'ilgan kuniga borganini va u yerda nimalar yeganini aytdi. Shifokor yig'ilgan ma'lumotlarga ko'ra bemorga "ovqatdan zaharlanish" deb tashxis qo'ydi. Shunda shifokor boladagi kuzatilayotgan belgilarni, uning vaznini hisobga olib, unga 3 ta faollangan ko'mir tabletkasidan, laktofiltrumning 1ta tabletkadan 2 mahal ovqatdan oldin ichishi kerakligini tayinladi.

Ikki va undan ortiq fazadan iborat bo'lgan geterogen sistemalarda sirtlar chegarasi yaqinida kuzatiladigan hodisalar katta ahamiyatga ega. Sirt yuzada joylashgan zarrachalar fazaning ichki hajmlaridagi zarrachalardan o'zining oriyentatsiyasi, energetik holati hamda zichligi, qovushqoqligi va boshqa xossalari bilan farqlanadi. Gazsimon yoki suyuq moddalarning qattiq yoki suyuq agregat holatdagi moddalar tomonidan yutilishi turli mexanizm asosida boradi. Bu jarayonlar *sorbsiya* deb ataladi.

Sorbsiya jarayoni xususiyatiga qarab 4 turga bo'linadi: adsorb-siya, absorbsiya, xemosorbsiya va kapillar kondensatsiya.

Suyuq yoki qattiq modda sirtida boshqa modda molekulari, atomlari yoki ionlarining yigʻilishi *sorbsiya (adsorbsiya)* deyiladi. Oʻz sirtiga yutuvchi modda *sorbent (adsorbent)*, yutilgan modda esa *sorbat (adsorbtiv)* deyiladi. Sorbsiyaga teskari jarayon sorbent sirtida yutilgan modda molekulari (atomlari yoki ionlarining) boshlangʻich xossasini saqlagan holda ajralib chiqish hodisasi *desorbsiya* deyiladi. Gazsimon moddaning qattiq yoki suyuq agregat holatidagi biron moddaning butun hajmi boʻylab yutilishi *absorb-siya* deb ataladi. 18.1-rasmda adsorbsiya va absorbtsiya jarayonlari koʻrsatilgan.



18.1-rasm. Adsorbsiya va absorbtsiya jarayonlari.

Adsorbsiya va absorbtsiya fizikaviy sorbsiyaga tegishli boʻlib, ularning borishida kuzatiladigan issiqlik koʻp hollarda $8\text{--}20\text{ kJ/mol}$ ga teng boʻladi. Bu qiymat fizikaviy sorbsiyaning Van-der-Vaals kuchlari hisobiga amalga oshishi orqali kelib chiqadi.

Modda geterogen sistemada (masalan, gaz bilan adsorbent orasida) boʻladigan kimyoviy reaksiya tufayli yutilsa, bu hodisa xemosorbsiya deyiladi. Masalan:



Bunda CaO adsorbent, CO_2 esa adsorbat vazifasini bajaradi.

Xemosorbsiya, odatda, qaytmis jarayonlar jumlasiga kiradi. Xemosorbsiya fizik adsorbsiyadan farq qiladi. Bu jarayonda adsorbent - adsorbat oʻrtasidagi bogʻlanish energiyasi katta qiymatga ($80\text{--}850\text{ kJ/mol}$) ega boʻladi. Bunda adsorbsiyaning issiqlik samara-

si kimyoviy birikmalarning hosil bo'lish issiqlik samaralariga yaqin bo'ladi.

Adsorbsiya kuchlari hisobiga adsorbsiyalangan moddani erituvchi yordamida ajratib olish (erituvchiga o'tkazish) *elyutsiya*, adsorbsiyalangan moddani saqllovchi eritma esa elyuat deyiladi. Agar adsorbsiyaga uchrayotgan modda molekular tabiatli bo'lsa – *molekular adsorbsiya*, ion tabiatli bo'lsa - *ion adsorbsiya* deyiladi.

Ba'zan o'z kritik haroratidan past haroratdagi gaz sorbsiya vaqtida qattiq jism kapillarlarida kondensantlanib (gaz holatdan suyuq holatga o'tishiga) suyuqlikka aylanadi. Bu hodisa *kapillar kondensatsiya* deyiladi.



Tabiiy adsorbentlarga ko'mir, qatiq, qotgan non, tvorog, sut, piyoz, tabiiy tolalar misol bo'ladi. Tibbiyotda organizmdan toksik moddalar, toshqollar, gazlarni chiqarib yuborish uchun adsorbent sifatida faollangan ko'mir (karbolen) keng qo'llaniladi.

Insoniyat qadim zamondan kimyoviy jarayonlardan to'g'ri foydalanishni bilgan va ulardan unumli foydalangan. Bunga misol qilib qadimda O'rta Osiyo hududidagi quduqlarni olishimiz mumkin. Ushbu quduqlarning ichki yuzasi ko'mir bilan qoplangan. Buning sababi shundan iboratki, ko'mir g'ovak adsorbent qatoriga kirib, o'zida turli xil zarrachalarni yutadi. Bu esa quduqlarni toksik(zaharli) moddalar, changlar bilan ifloslanishining oldini oladi va suvning tozaligini ta'minlaydi.

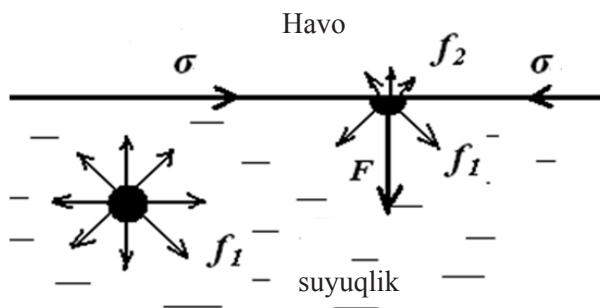
Suyuqlik - suyuqlik, suyuqlik - gaz, qattiq modda - gaz, qattiq modda - suyuqlik chegaralarida boradigan adsorbsiya jarayoni katta ahamiyat kasb etadi. Suyuqlik sirt yuzasida joylashgan molekularlarining qo'shni molekularlar bilan ta'sirlashuvi sistemaning ichki hajmida bo'lgan aynan shu molekulaning ta'sirlashuvidan keskin farq qiladi. Fazaning ichki muhitida joylashgan molekula va qo'shni zarrachalarning o'zaro ta'sirlashuvlari bir xil bo'ladi. Natijada bu

ta'sirlashuvlar o'zaro mutanosiblashadi, lekin fazaning ichki muhit (suyuq faza) molekularining ta'sir kuchi tashqi muhit (gaz faza) molekularining ta'siridan ancha yuqori bo'ladi va oqibatda bu molekulaga suyuq fazaning bosimiga teng bo'lgan kuchlar ta'sir etadi. Bu kuchlar molekulaning fazaning ichki muhitiga qarab intilishiga sabab bo'ladi.

Suyuqlikning ichki bosimi deganda uning hajm birligidagi molekularning o'zaro tortishuv kuchlari tushuniladi. Bu kuchlar ta'sirida suyuqliklar aynan shu sharoit uchun mos bo'lgan eng kichik sirt yuzasiga ega bo'lish tomon intiladi va suyuqlik tomchilari ko'pincha sharsimon shaklga ega bo'ladi.

18.1. Suyuqlik sirtidagi adsorbsiya

Suyuqliklar sirt yuza energiyasini kamaytirish tomon intiladi. Toza erituvchilarda bu holat sirt yuzasini kamaytirishga intilish natijasida erishiladi. Eritmalarda esa bu holat erigan modda zarrachalarining eritmaning sirt yuzasi va umumiy hajmi orasida taqsimlanishi orqali amalga oshiriladi. Agar biror suyuqlikka boshqa bir modda qo'shsak, suyuqlikning sirt tarangligi o'zgaradi, chunki suyuqlik o'zining sirt energiyasini kamaytirishga intiladi. Eritmaning sirt tarangligi sof erituvchiga nisbatan kattaroq qiymatga ega. 18.2-rasmda suyuqlik sirt tarangligini kelib chiqishi ko'rsatilgan.



18.2-rasm. Suyuqlik sirt tarangligini kelib chiqishi

Eritma sirt tarangligini orttiradigan moddalar – *sirt nofaol moddalar (SNF)* deyiladi. Ularga kuchli elektrolit tabiatli anorganik moddalar (kislotalar, ishqorlar, tuzlar) misol bo‘ladi.

Sirt yuzalarining tarangligini kamaytiruvchi moddalar - *sirt faol moddalar (SFM)* deyiladi. Ularga nosimmetrik tuzilishga egaqutbli hamda qutbsiz guruhlardan iborat moddalar misol bo‘ladi.

Moddalarning sirt tarangligini kamaytirish xususiyati ularning tarkibida qutblangan yoki oson qutblanadigan (gidrofil – suvni yaxshi ko‘radigan) hamda qutbsiz (gidrofob – suvdan qo‘rquvchi) guruhlarning borligi bilan belgilanadi. Bir vaqtning o‘zida ham gidrofil, ham gidrofob guruh saqlovchi moddalar *difil molekulalar* deyiladi.

Suyuqlikning sirt tarangligini kamaytiradigan moddalar suyuqlik sirtiga yig‘ila boshlaydi. Bunda difil molekulalar o‘zining gidrofil guruhi bilan eritmaga qarab, gidrofob guruhlari bilan esa havoga oriyentatsiyalangan bo‘ladi. Natijada suyuqlikka solingan moddaning sirtqi qavatdagi konsentratsiyasi suyuqlik ichidagi konsentratsiyasidan farq qiladi. Natijada modda tabiatidan qati’y nazar, eritma yuzasi va ichki muhiti orasida konsentratsiya gradiyenti ($c_2 - c_1 = \Delta c$) paydo bo‘ladi va diffuziya hodisasi kuzatiladi. Suyuqlik sirtidagi adsorbsialanish bilan suyuqlikning sirt tarangligi orasidagi miqdoriy bog‘lanish borligini 1876-yilda Gibbs topgan. Gibbs tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$\Gamma = -\frac{\Delta\sigma}{\Delta C} \cdot \frac{C}{RT}$$

Bu yerda, $(-\frac{d\sigma}{dC})$ konsentratsiya o‘zgarishiga mos keladigan sirt tarangligining o‘zgarishi moddaning sirt faollik ko‘rsatkichi. Gibbs tenglamasi, eritma sirt yuzasida yig‘ilgan moddaning miqdori eritmaning ichki hajmidagi miqdoridan qanchalik ko‘p yoki ozligini ko‘rsatadi. Adsorbsiya qiymatining (Γ) erigan modda sirt faolligi $(-\frac{d\sigma}{dC})$ va konsentratsiyaga bog‘liqligi natijasida quyidagi ikki holat kelib chiqadi.

1. Agar gidrofil guruh tabiati ustun bo'lsa, erigan modda eritma sathidan siqib chiqarilib, uning ichki hajmi sari yo'nalgan bo'ladi va oqibatda sirt tarangligi ortadi, ya'ni $\Delta\sigma > 0$. Bunday jarayon salbiy adsorbsiya deyiladi. Bunda sistemaning adsorbsiya qiymati kamayadi: ($\Gamma < 0$).

2. Agar sistemada gidrofob guruh tabiati ustun bo'lsa, erigan modda eritma sirt yuzasiga yig'ilib, sistema sirt tarangligi kamayadi, ya'ni $\Delta\sigma < 0$, sistemaning adsorbsiya qiymati esa ortadi: ($\Gamma > 0$). Moddaning sirt yuzasida to'planishi natijasida sodir bo'ladigan va oqibatda sirt tarangligining kamayishiga olib keladigan adsorbsiya ijobiy adsorbsiya deyiladi.

SFM ning sirt taranglik qiymatini kamaytirish mezoni vazifasini $\frac{\Delta\sigma}{\Delta C}$ bajaradi va $\frac{\Delta\sigma}{\Delta C}$ nisbat **sirt faollik** deyiladi. Uning fizik talqini quyidagicha: sirt faol modda konsentratsiyasining bir birlikka o'zgarganida kuzatiladigan sirt taranglikning o'zgarish miqdori sirt faollik deb ataladi. Sirt faollik moddaning adsorbsion xususiyatiga proporsional ravishda o'zgaradi. SFM ning qutbli nosimmetrikligi qanchalik yuqori bo'lsa, ularning sirt faolligi shuncha yuqori bo'ladi.

SFM gidrofob guruhlarining sirt faollikka ta'siri ma'lum konsentratsiyaga bo'ysinib, Dyuklo-Traube qoidasi bilan ifodalanadi: to'yingan karbon kislotalar va spirtlarning uglevodorod zanjirlarining bitta CH_2 guruhiga ortishi gomologlarning suvli eritmadagi sirt faolligini 3–3,5 marta ortishiga olib keladi. Dyuklo -Traube qoidasining matematik ifodasi quyidagicha:

$$\beta = \frac{G_{n+1}}{G_n} = 3 \div 3,5$$

Bunda, β – Traube koefitsiyenti, deb ataladi.

Dyuklo-Traube qoidasi kislotalar, aldegidlar, aminlar, murakkab efirlar va boshqa organik moddalar uchun ham tatbiq qilinishi mumkin.

Sirt faol va sirt nofaol moddalardan tashqari shunday moddalar ham borki, ular suyuqlikka qo'shilsa suyuqlikning sirt tarangli-

gi o'zgarmaydi. Bunday moddalar **sirt befarq moddalar** deyiladi. Bular qatoriga disaxarid va polisaxaridlar kiradi.

Eritmalardagi adsorbsiya jarayonining uch turi:

- Addetiv adsorbsiya – eritma komponentlarining adsorbsiyasi ularning sorbsiya xususiyati bilan belgilanadi. Komponentning sorbsiyalanish xususiyati qancha katta bo'lsa, u shunchalik tez va ko'p miqdorda adsorbsiyalanadi.

- Antagonistik adsorbsiya – eritma komponentlaridan biri boshqasining sorbsiya xususiyatini keskin kamaytiradi.

- Sinergistik adsorbsiya – eritma komponentlaridan biri boshqasining sorbsiya xususiyatini keskin oshiradi.

Kimyo va salomatlik

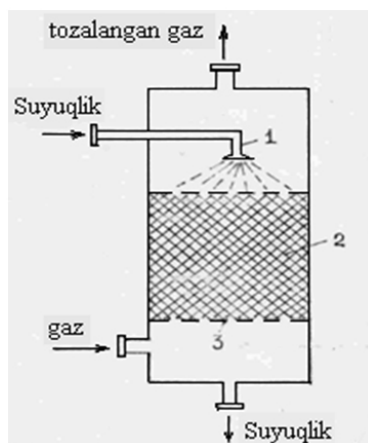


Atmosfera havosini absorbsiya usulida tozalash

Gaz yoki havoni suyuqlik tomonidan yutilishi **absorbsiya** deyiladi. Absorbsiyaning harakatlantiruvchi kuchi o'zaro ta'sirlashuvchi komponentlar (suyuqlik bilan gaz) ning dastlabki va muvozanat holatidagi parsial bosimlarining farqi hisoblanadi.

Agar gaz fazasidagi yutuvchi aralashmaning parsial bosimi suyuqlik ustidagi parsial bosimga tenglashsa, absorbsiya jarayonining harakatlanuvchi kuchi pasayadi.

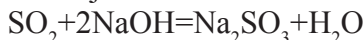
Absorbsiya va desorbsiya jarayonlarni birgalikda amalga oshirish, yutuvchi moddadan bir necha marotaba qayta foydalanish va yutilgan komponentni ajratib olishga imkon



18.3-rasm. Absorberning sxemasi

beradi. Ammo gaz yoki havoni tozalashda desorbsiya jarayonini amalga oshirish shart emas, chunki, yutilgan modda keyinchalik zararsizlantiriladi. 18.3-rasmda havoni absorbsiya usulida tozalash qurilmasi sxemasi berilgan. Absorber qurilmasi purkab (sachratib) beruvchi forsunka (1), suv qatlami (2) va o'tkazgich (nasadka) (3) dan iboratdir. Tarkibida zaharli modda tutgan havo yoki gaz (uning parsial bosimi p_{gaz}) o'tkazgich (3) dan pufakchalar shaklida o'tib, suyuqlik qatlami (2) da tozalanib qurilmadan chiqib ketadi. Agar tarkibida zaharli modda tutgan gazning parsial bosimi p_{gaz} bo'lsa, bu moddaning qurilmadan chiqayotganda parsial bosimi p'_{gaz} bo'ladi, ya'ni $p_{\text{gaz}} > p'_{\text{gaz}}$ bo'ladi. Yutuvchi suyuqlik forsunka (1) orqali qurilmaga kirib, pastki quvur orqali undan chiqib ketadi.

Havo yoki gazlarni tozalashda yuqori samaradorlikka erishish uchun erituvchilar o'rnida zaharli gazlarni yutuvchi kimyoviy moddalar, masalan, kislota, ishqor, tuz va ularning suvdagi eritmaları (ya'ni, elektrolitlar) qo'llaniladi. Masalan, gazlarni oltingugurt oksididan, vodorod sulfid (H_2S) va metilmerkaptandan tozalash uchun ishqor (NaOH) qo'llaniladi. Bunda SO_2 gazi ishqor eritmasi yordamida neytrallanadi va natijada tuz hosil bo'ladi:



Atmosfera havosiga chiqarilgan oltingugurt oksidi (SO_2) ohak eritmasi (CaO) orqali tozalanganda kalsiy sulfat tuzi hosil bo'ladi:



18.2. Qattiq adsorbentdagi adsorbsiya

Qattiq jism ham suyuqlik kabi sirt energiyasiga, demak, sirt taranglikka ega, lekin shu vaqtgacha qattiq jismning sirt tarangligini aniq o'lchash usuli ma'lum emas. Qattiq adsorbentlarda gazlar, bug', eritmada erigan modda zarrachalari adsorbsiyalanishi mumkin. Qattiq adsorbentlar tabiiy yoki sun'iy bo'ladi. Adsorbsiya jarayoni qattiq adsorbentlarning katta o'lcham qiymatiga ega bo'lgan tashqi yoki ichki sirt yuzalarida sodir bo'ladi. Qattiq jismlardagi adsorbsiyani, kristall panjaradagi bog'larning har xil uzunlikda bo'li-

shi hisobiga vujudga keladigan tortishish kuchlari maydonlarining mavjudligi bilan tushuntiriladi.

Qattiq adsorbentning faol markazlarida boʻrtib turgan qismlarida adsorbsiya ayniqsa kuchli boʻladi. Masalan, faollashtirilgan koʻmir zarrasining boʻrtib turgan uchlarida kislorodning adsorbsiyalanishi chuqur joylaridagiga qaraganda 4,5 marta tezroq boʻladi.

Gʻovak adsorbentlarda (faollangan koʻmir, silikagellar, alumogellar va h.k.) adsorbsiya ularning ichki yuzalarida, adsorbentlar (kukun holi)dagi esa adsorbsiya ularning yuzalarida sodir boʻladi.

Adsorbsiya tezligi adsorbentning solishtirma sirt yuzasi (S_c) (m/kg , sm/g) qiymatiga bogʻliq. Solishtirma sirt yuzasi qancha katta boʻlsa, adsorbsiya jarayoni shunchalik tez boradi. Adsorbent va adsorbatlarning oʻzaro taʼsirlashuv tabiati adsorbatning konsentratsiyasiga (gazlar uchun bosim qiymati)ga bogʻliq boʻlib, konsentratsiyaning kichik qiymatlarida kimyoviy (valent kuchlari), yuqori qiymatlarida esa fizik (Van der-Vaals kuchlari) omillar orqali amalga oshadi. Haroratning ortishi fizik adsorbsiyani kamaytiradi, chunki, bunda adsorbsion qavatda molekulalarning harakati kuchayadi, adsorbsiyalangan molekulalarning orientatsiyasi buziladi, yaʼni desorbsiya kuchayadi. Shu bilan bir qatorda haroratning koʻtarilishi, adsorbsiyalangan zarralarning energiyasini oshiradi, oqibatida, kimyoviy omillar kuchayishi va adsorbsiya jarayonining tezlashishiga olib keladi.

Haroratning adsorbsiyaga taʼsiri sistema komponentlari tabiati bilan belgilanadi. Masalan, koʻpchilik gazlarning adsorbsiyasi harorat ortishi bilan kamayadi. Shu bilan birga platina va O_2 dan iborat sistema harorati $-185^{\circ}C$ dan $+20^{\circ}C$ gacha oʻzgartirilganda adsorbsiya jarayoni 10 marta ortadi.

Bosimning ortishi bilan gaz va bugʻlar adsorbsiyasi kuchayadi. Yuqori kuchlanish maydoniga ega boʻlgan adsorbentlar sath yuzalari bilan, past kuchlanish maydonli adsorbentlar faqat faol markazlari bilangina adsorbsiya jarayonini taʼminlaydi. Koʻpincha adsorbsiyalanish tanlash xususiyatiga ega. Masalan, faollashtirgan koʻmir nafaqat ammiakni, hatto xlorni ham yutadi, ammo is gazini adsorbilamaydi.

Shuning uchun, oddiy protivogazdan yong‘inni o‘chirish vaqtida foydalanib bo‘lmaydi, chunki yong‘in zonasida ko‘p miqdorda is gazi bo‘ladi.

Adsorbsiyaga faqat adsorbentning tabiatigina emas, balki adsorbentning tabiati ham ta‘sir ko‘rsatadi. Masalan, qattiq adsorbentlarda osonroq suyuqlanadigan, ya‘ni kritik harorati yuqoriroq gazlar kuchli adsorbsiyalanadi. Adsorbsiya qaytar jarayon bo‘lib, adsorbsiyalangan zarralar adsorbentda hammasi bo‘lib sekundning yuz va ming ulushida ushlanadi va desorbsiyalanib, yangi zarralarga almashtiriladi. Lekin ular adsorbentda mahkam o‘rnashib qolmasdan, uning sathi bo‘ylab ko‘chib yurishi mumkin. Natijada erkin va adsorbsiyalangan zarralar o‘rtasida dinamik adsorbsion muvozanat qaror topadi.

Zarralarning adsorbsion muvozanatga yetish tezligi modda tabiatiga bog‘liq. Masalan, H_2 faollangan ko‘mirda adsorbsiyalanganda muvozanat 20 soat o‘tgandan keyin, O_2 adsorbsiyalanganda 2,5 soatdan keyin, CO_2 adsorbsiyalanganda esa 20 sekunddan keyin qaror topadi.

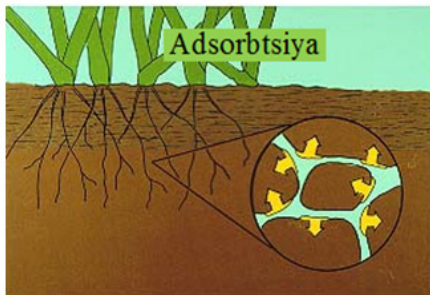
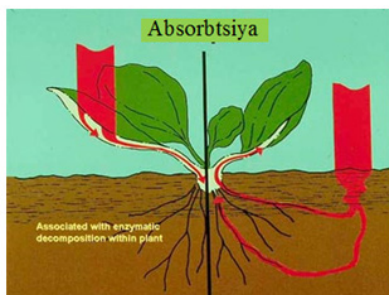
Kimyo va salomatlik



Adsorbsiyaning tibbiy-biologik ahamiyati

Adsorbsiya hodisasi tabiatda nihoyatda keng tarqalgan. Gazlar, suyuqlik va qattiq jismlar bir-biriga yaqin kelgan joylarda adsorbsiya jarayonlar sodir bo‘ladi. Tuproq suvda erigan organik va mineral birikmalar bilan birga havo, karbonat anhidrid, suv bug‘i, ammiakni ham yaxshi yutadi (adsorbsilaydi).

O‘simliklar ildiz tolalari yuzasida tuproqdagi oziqa elementlarning yutilishi adsorbsiya jarayonidir. Fotosintezda CO_2 ning o‘simlik tomonidan o‘zlashtirilishi o‘simlik yaprog‘ining ichki sirtida adsorbsion bilanishidan boshlanadi.



Yutilgan tuzlar va karbonat angidridning kimyoviy oʻzgarishi protoplazmatik strukturalarda hamda hujayralar yuzasida adsorbsiyalanish va desorbsiyalanish hodisalari bilan bogʻliq. Adsorbsiyalanish hodisasi hayvon organizmlari hayot faoliyatida ham muhim rol oʻynaydi. Adsorbsiyaning roli organizmda turli xil ajralish sirtlari - tomir devorlari, hujayra sirtlari, protoplazmaning kolloid zarrachalari, organizm muhiti orasidagi ajralish sirtining mavjudligi bilan bogʻliq.

Oxirgi yillardagi tadqiqotlarning koʻrsatishicha, ozuqa moddalar sirt-faol hisoblanadi va ular oʻzlashtirilishining birinchi bosqichi adsorbsiyalanish hisoblanadi, ularning kimyoviy oʻzgarish jarayonlari esa ikkilamchidir.

Tirik organizmlarda sodir boʻladigan adsorbsion jarayonlarning ahamiyatini tasavvur qilish uchun inson qoni eritrotsitlarining adsorbsiyalash imkoniyatlarini koʻrib chiqish mumkin. Tadqiqotlarning koʻrsatishicha, eritrotsitlarning katta sirt yuzaga ega boʻlishi, ularning faqat gazlarni transportlashdan tashqari, har xil moddalarni organizmning turli toʻqimalari va hujayralariga tashish imkoniyatini yaratadi. Inson qonidagi eritrotsitlar miqdori 1 mm^3 da taxminan 5000000 taga yetadi. Sogʻlom erkak vaznining har bir kilogrammi-da 450 milliard eritrotsitlar, butun organizmga esa 27 trillion toʻgʻri keladi. Eritrotsit diametri 7–8 mkm boʻlsa, inson qonidagi hamma eritrotsitlarning umumiy sirti taxminan 3200 m^2 ni tashkil qiladi.

Organizmda sodir boʻladigan koʻplab reaksiyalar biokatalizatorlar - fermentlarning bevosita ishtirokida boradi. Ferment taʼsirining birinchi bosqichi ferment sirtiga yutiluvchi moddalarning ad-

sorbsiyalanishidan iborat bo‘lib, shundan keyingina ferment o‘zi-ning spetsifik katalitik ta‘sirini namoyon qiladi.

18.3. Ion almashtirish va tanlangan adsorbsiya

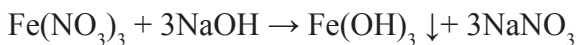
Kuchli elektrolitlar ion holida adsorbsiyalanadi. Ion adsorbsiya jarayoni aksariyat hollarda kimyoviy omillar asosida bo‘ladi va quyidagi 2 mexanizm asosida amalga oshadi:

- Ion almashinuv adsorbsiyasi.
- Ionlarning qattiq adsorbentlardagi tanlangan adsorbsiyasi.

Ikkala mexanizmnining amalga oshishi qo‘sh elektr qavatining hosil bo‘lishiga bog‘liq. Ion almashinuv adsorbsiyaning mohiyati shundan iboratki, ba‘zi adsorbentlar kuchli elektrolit tabiatiga ega bo‘lib, dissotsiatsiya jarayonida ularning sirtqi yuzasida joylashgan zarralar eritmaga ionlashadi, eritmadagi ionlarning ekvivalent miqdori esa adsorbentga adsorbsiyalanadi. Almashinish adsorbilinishi hodisasini (masalan, turli moddalarning gilga adsorbilinishida) kuzatish mumkin.

Bunda gil sirtidagi vodorod ionlari K^+ , Na^+ , Ca^{2+} va boshqa ionlarga almashadi. Buning natijasida gilning disperslik darajasi va xossalari o‘zgaradi. Gil anionlarni ham adsorbilaydi. Agar elektrolit eritmasidagi anion va kation ekvivalent miqdorda adsorbilansa, molekular adsorbilinish yuzaga chiqadi.

Qattiq jismga birinchi navbatda shu jismning kristall panjarasi tarkibida bo‘lgan ionlar adsorbilanadi. Tanlangan adsorbsiya tabiati jihatdan kimyoviy sorbsiya bo‘lib, valent bog‘lar kuchi hisobiga sodir bo‘ladi va harorat ortishi bilan tezlashadi. Panet - Fayans qoidasiga binoan, qattiq adsorbentda shu adsorbent tarkibiga kiradigan yoki adsorbent bilan umumiy guruhga ega bo‘lgan ionlarga adsorbsiyalanadi. Masalan, tanlangan adsorbsiyani quyidagi misolda ko‘rsatish mumkin.



Bu jarayonda hosil bo‘lgan $Fe(OH)_3$ cho‘kmasi qattiq fazali adsorbat vazifasini bajaradi. Agar shu sistemaga ortiqcha miqdorda

$NaOH$ yoki $Fe(NO_3)_3$ qo'shilsa tanlangan adsorbsiyaga Na^+ , NO_3^- ionlari emas, faqat OH^- va Fe^{3+} ionlar uchraydi, chunki adsorbent tarkibida OH^- va Fe^{3+} ionlari bo'lishligi oqibatida adsorbent va adsorbatning OH^- va Fe^{3+} ionlari orasidagi moyillik holati kelib chiqadi. Tanlangan adsorbsiya ionlarning zaryad soniga, radiusiga, gidratlanish darajasiga bog'liq bo'ladi. Ko'p valentli ionlar bir valentli ionlarga qaraganda kuchliroq adsorbsiyalanadi. Bir xil zaryadga ega bo'lgan ionlar o'lchamlari va gidratatsiya darajasiga qarab adsorbsiyaga moyilligi turlicha bo'ladi va liotrop qatorlardan joy oladi:



adsorbsiya yordamida kerakli adsorbentlarni tanlab olib, murakkab aralashmalardan kerakli moddalarni ajratib olish mumkin. Har bir antitelo aniq bir begona oqsil (antigenlar) bilangina birikadigan immunli oqsil (antitelo)lar tanlanish qobiliyatiga egadir. Buyrak va siydik yo'llarida tosh hosil bo'lishi jarayoni ham tanlangan adsorbsiyaga asoslangan.

Kimyo va salomatlik



Biologik sistemalarda tanlangan adsorbsiya

Bitta adsorbentning tanlanuvchanligi har xil bo'lgan faol markazlari bo'lishi mumkin. Shu sababli bir modda bir faol markazda, boshqa modda esa boshqa faol markazda adsorbsiyalanishi mumkin. Odam organizmida turli toksinlar va boshqa to'qimalar hamda hujayralar orqali tanlab adsorsiyalanadi. Masalan, qoqshol, botulizm va boshqa kasalliklarni qo'zg'atuvchi toksinlar avvalo markaziy asab sistemasi hujayralarini shikastlantiradi, dizenteriya qo'zg'atuvchi toksinlar - vegetativ asab sistemasini zararlantiradi, toshmali tifda ko'pincha teri, miya va qisman yurak tomirlari shikastlanib, og'ir oqibatlar kelib chiqishiga sabab bo'ladi.

Immun sistemasi faoliyatining asosiy fizik-kimyoviy mexanizmi adsorbsiya jarayoniga asoslangan. Immun oqsillari (antitelolar) juda katta tanlangan adsorbsiya qiymatiga ega. Ular organizm uchun yot bo'lgan ma'lum tur oqsil (antigen)larga adsorbsiyalanib, ularni eritib yuboradi. Elektron mikroskopik tekshirishlar shuni ko'rsatadiki, antitelolar, masalan, ich terlama bakteriyalari ustida bir xil adsorsiyalanmasdan, "faol markazlar" bo'yicha adsorbsiyalanadi. Buyrak va siydik yo'llarida tosh hosil bo'lishi jarayoni ham tanlangan adsorbsiyaga asoslangan. Buyrak biosuyuqliklari tarkibida Mg^{2+} , Ca^{2+} , PO_4^{3-} va $C_2O_4^{2-}$ ionlarining konsentratsiyasi ortganda ularning eruvchanlik ko'paytmalari kritik konsentratsiyasiga yetib kalsiy va magniy fosfat yoki oksalat tuzlari holida cho'kma hosil qiladi. Bu jarayon natijasida tanlangan adsorbsiya hisobiga suvda erimaydigan tuzlarga moyilligi katta bo'lgan ionlar adsorbsiyalanadi, natijada qattiq faza yiriklashib buyrak va siydik yo'llarida qum va tosh hosil bo'ladi.

Tibbiyotda ishlatiladigan "adsorbsion terapiya" deb ataladigan ba'zi davolash usullari adsorbsiyaga asoslangandir. Masalan, me'da - ichak sistemasiga tashqi muhitdan tushgan zaharli moddalarni yoki ichaklarga turli a'zolardan ajralib chiqqan zaharli gazlarni (meteorizm) karbolenga (faollangan ko'mir) adsorbsiyalantirish orqali chiqarib yuboriladi.

Tibbiyotda turli xil moddalar bilan zaharlanganda qo'llanadigan adsorbentlar quyidagi 18.1-jadvalda keltirilgan.

18.1-jadval

Turli moddalarni yo'qotish uchun qo'llanadigan adsorbentlar

Modda	Sorbent
Fenol, geparin	To'rtlamchi ammoniy va fosfoni asosli anionitlar
Bilirubin	Faollangan ko'mir
Kaliy ion	Kationitlar, alumosilikatlar, sirkoniy silikatlar
Ammoniy ion	Nordon fosfat kationitlar
Kreatinin	Nikel, mis, rux, kobalt tuzlari bilan modifikatsiyalangan alumosilikatlar
Xolesterin	Uglerod sorbentlar, biospetsifik sorbentlar.

Tirik organizmda ko'pchilik reaksiyalar biokatalizator-fermentlar ishtirokida boradi. Fermentlarning ta'siri avvalo substratning ferment kompleksi sirtida adsorbsiyalanishidan boshlanadi va shundan keyin ferment o'zining katalitik ta'sirini ko'rsatadi.

Odam organizmidagi ba'zi ferment va boshqa biologik faol birikmalarning faol markazlarida juda yaxshi adsorbsiyalanadigan zahar va toksinlarni oz miqdorda yuborish ko'pincha ularning adsorbsiyalanishiga olib keladi. Misol tariqasida organizmga sianid kislo-ta tuzlarining yuborilishini keltirish mumkin. Sianid kislo-ta tuzlari tarkibida temir saqlaydigan nafas fermentlarining faol markazlarida adsorbsiyalanib ularning faoliyatini to'xtatadi. Bu og'ir oqibatga olib keladi, natijada bir necha sekund ichida inson halok bo'lishi mumkin.

18.4. Xromatografiya

Xromatografiya (yunoncha xromos – rang demakdir) murakkab moddalarni ayrim qismlarga ajratib, tarkibini aniqlashga asoslangan fizik-kimyoviy usullardan biri. *Xromatografiyaning bir necha usullari farqlanadi:*

- Adsorbsion xromatografiya – bu usul birorta adsorbent tomoni-dan biron – bir adsorbentning tanlab adsorbsiyalashga asoslangan.
- Ion almashinish xromatografiyasi – eritma bilan adsorbent o'rtasida ion almashinishiga asoslangan.
- Taqsimlanish xromatografiyasi o'zaro aralashmaydigan su-yuqliklarda moddalarning turlicha taqsimlanishiga asoslangan.

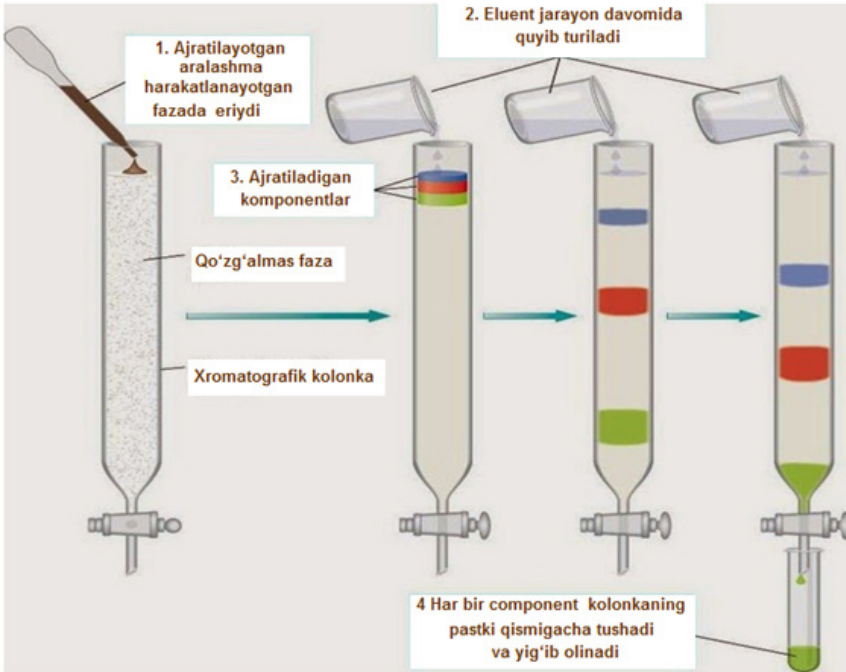
Adsorbsion xromatografiya usuli sorbent orqali o'tayotganda aralashmadagi komponentlarning sorbentga turlicha sorbsiyalanishi va desorbsiyalanishi tufayli ularni bir-biridan ajratish va aniqlash usulidir. Tarkibida bir necha modda aralashmasi bo'lgan eritma kolonkadagi harakatsiz adsorbent ustunidan qismlariga adsorbilana-di. Natijada adsorbent qavatida bir necha zona hosil bo'ladi. Bu hodisani dastlab rus botanigi M.S.Svet 1903-yilda kuzatgan.

U xlorofilni ana shu usul bilan tekshirdi. Rangli modda - xlorofil adsorbent ustunidan o'tkazilganda turli rangdagi zonalar hosil bo'lgan. Shu usul yordamida aralashmadagi komponentlarni bir-biridan ajratib olgan. Hozirgi vaqtda rangsiz moddalarni ham xromatografik usulda bir-biridan ajratish mumkin. Bunda adsorbent sifatida Al_2O_3 , $Ca(OH)_2$, MgO , $CaCO_3$, $Ca_3(PO_4)_2$, silikagel, kraxmal, talk va boshqa moddalar ishlatiladi. Qo'zg'almas faza (adsorbent) vazifasini bajaruvchi qavatdan adsorbat va elyuent (suyuklik yoki gazlar) o'tkaziladi. Natijada elyuent o'tkazilsa, aralashmadagi har qaysi modda adsorbentning ma'lum bilan birga adsorbat ham harakatlana boshlaydi.

Ajratilishi kerak bo'lgan adsorbat va elyuent (suyuklik yoki gazlar) shunday qo'zg'almas faza (adsorbent) to'ldirilgan kolonkaga solinadi. Natijada elyuent bilan birga adsorbat ham harakatlana boshlaydi. Agar adsorbat komponentlari adsorbsiyalanishiga moyilligi turlicha bo'lsa, kuchli adsorbsiyalanadigan moddalar adsorbentning yuqori qismida, nisbatan kuchsizlari esa quyi qismida sorbsiyalanadiva elyuent yordamida o'zaro ajraladi. Bu yuvilib tushayotgan moddalar eritmasi – eluatni fraksiyalarga ajratib yig'iladi va har bir fraksiya alohida-alohida tekshiriladi. 18.4-rasmda adsorb-sion kolonkada aralashma komponentlarini ajratish jarayoni ko'rsatilgan.

Xromatografik adsorbsion tahlil juda murakkab organik aralashmalarni va siyrak-yer metallarining birikmalarini ajratib olishda katta ahamiyatga ega. Hozir xromatografiyaning taqsimlanish, qog'oz yordami bilan olib boriladigan, cho'kma hosil bo'lishi bilan bog'langan, ion almashinish, gaz xromatografiyasi kabi turlari mavjud. Bular ichida ion almashinish, taqsimlanish, gaz xromatografiyalari katta ahamiyatga ega.

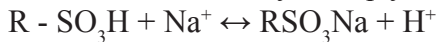
Ion almashinish xromatografiyasi – eritmadagi erigan elektrolit ionlarining tarkibidagi harakatchan ionlar bilan almashinish jarayoniga asoslangan usuldir.



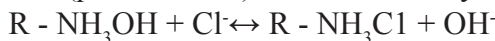
18.4-rasm. Adsorbsion kolonkada aralashma komponentlarini ajratish

Ionit deb, tarkibida harakatchan ionlar saqlagan anorganik va organik moddalarga aytiladi. Ionitlar almashinadigan ionning turiga ko'ra: kationitlar va anionitlarga bo'linadi.

Tarkibidagi kationlarini eritmadagi kationlarga almashtiradigan, molekulasida kislotalar $-\text{SO}_3\text{H}$, $-\text{PO}_3\text{H}$, $-\text{COOH}$, $-\text{H}$ va boshqa guruhlar saqlagan ionit (polielektrolit)lar *kationitlar* deyiladi. Kationitlarda boradigan ion almashinish reaksiyalari quyida ko'rsatilgan:



Tarkibidagi anionlarini eritmadagi anionlarga almashtiradigan, molekulasida asos $-\text{N}^+\text{H}_3\text{OH}$; $\text{N}^+\text{H}_3\text{OH}$; N^+HOH va boshqa guruhlar saqlagan ionit (polielektrolit)lar *anionitlar* deyiladi:



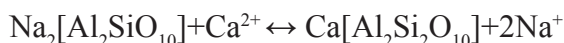
Ionitlar regeneratsiya (qaytadan ishlashga tayyorlash) jarayoni-dan so'ng qayta qo'llanishi mumkin:



Amfolitlar-sharoitga qarab eritmadagi ham kationlarni, ham anionlarni almashtira oladigan ionitlardir. Anionitlar anionlarni almashtiruvchi yoki anionlarni yutuvchi ionitlar bo'lib, ular tarkibida gidroksil ioni yoki amin guruhlari yuqori molekular moddalardan iborat.

Ion almashinish xromatografiyasining ahamiyati

Bunda ion almashinish jarayoni permutit va seolit deyiladigan anorganik adsorbentlar, shuningdek, ionitlar yoki vofatitlar deb ataluvchi organik adsorbentlar yordamida amalga oshiriladi. Permutit $Na_2[Al_2SiO_3O_{10}] \cdot 5H_2O$ yoki $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 3SiO_2 \cdot 5H_2O$ tarkibli alumosilikat, u kaolin, ortoklaz va soda aralashmasini qizdirib suyuqlantirish natijasida olinadi. Permutit eritmaga tushirilsa, uning ionlari kalsiy, magniy va temir kabi ionlar bilan almashinadi:



Suvni kalsiy ionlaridan tozalash uchun suv silindrik nayga joylangan permutit donalaridan o'tkaziladi. Permutitning tozalash xususiyati kamayganida u osh tuzining to'yingan eritmasi bilan yuviladi, bu vaqtda kalsiy ionlarining o'rnini natriy ionlari oladi. Shundan keyin permutitni yana qaytadan ishlatish mumkin. Suv texnikada shu tariqa tozalanadi.

18.5-rasmda oqar suvlarni tozalash havzalari ko'rsatilgan. Ion almashtiruvchi maxsus polimerlar yoki smola (ionit)lar sintez qilina boshlagandan keyin ion almashinish xromatografiyasi nihoyatda tez taraqqiy etdi. 18.6-rasmda suvni tozalash uchun filtr ko'rsatilgan.



18.5-rasm. Oqar suvlarni tozalash



18.6-rasm. Suvni tozalash uchun filtr

Taqsimlanish xromatografiyasining quyidagi turlari mavjud:

1. Taqsimlanish xromatografiyasining ekstraktsiya usuli.
2. Qog'ozli taqsimlanish xromatografiya.
3. Taqsimlanish xromatografiyaning gelfiltratsiya usuli.
4. Yupqa qavatli xromatografiya.
5. Gazli xromatografiya.

Taqsimlanish xromatografiyasi ekstraktsiya usuli o'zaro aralashmaydigan suyuqliklarda moddalarning turlicha taqsimlanishiga asoslangan. Taqsimlanish xromatografiyasi naylarda olib boriladi. Buning uchun silikagel, krahmal yoki selluloza bilan to'ldirilgan nayning tepasidan avval biror erituvchi, (masalan, suv) quyib adsorbent qo'llanadi, so'ngra nayning tepasidan ajratilishi lozim bo'lgan aralashma va uning ustidan biror boshqa erituvchi quyiladi. Aralashma tarkibidagi moddalar ikkala erituvchi o'rtasida o'zining taqsimlanish koeffitsiyentlariga muvofiq taqsimlanadi, ba'zi moddalar esa adsorbentga yutilganicha qoladi.

Dissotsiatsiyalanadigan, yoki kam dissotsiatsiyalanadigan moddalar taqsimlanishidagi farqi Nernst qonuni asosida ifodalanadi va o'zgarmas haroratda o'zaro aralashmaydigan 2 faza orasida taqsimlangan moddalarning konsentratsiyalari nisbati o'zgarmas son bo'ladi:

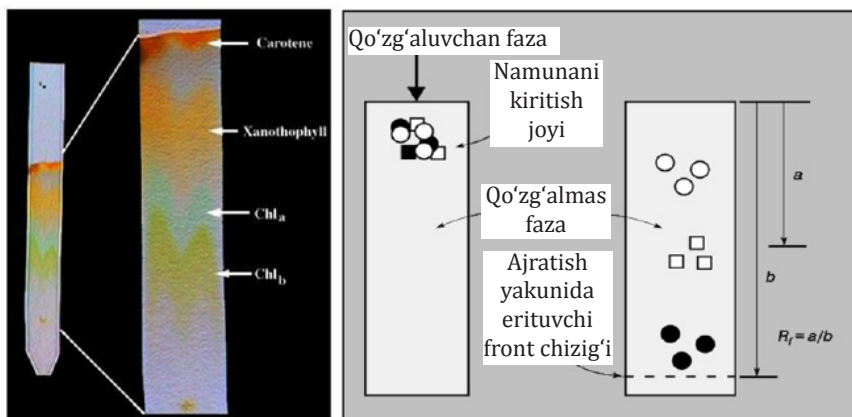
$$C_1/C_2 = K$$

bunda K – taqsimlanish koeffitsiyenti.

Qog‘ozli taqsimlanish xromatografiyasi murakkab aralashmalar (oqsillar, uglevodlar, gormonlar va boshqa tabiiy birikmalar)ni analiz qilishda keng qo‘llaniladi. Bu usulda maxsus filtr qog‘ozlar qo‘llanadi. Qog‘oz ma‘lum nuqtalari (start chizig‘i)ga xromatografiya qilinuvchi modda eritmalari kapilarlar yordamida shimdiriladi. Shuningdek start chizig‘iga tarkibi ma‘lum bo‘lgan va “guvoh” deb atalgan moddalar ham shimdiriladi. So‘ng bu qog‘oz maxsus tarkibga ega bo‘lgan erituvchiga tushiriladi. Qog‘oz xromatografiyasining erituvchining yo‘nalaishiga qarab:

- yuqoriga suriluvchi;
- pastga suriluvchi;
- ikki tomonlama;
- Gorizontaal-aylanma xromatografiya turlari mavjud.

Erituvchining qog‘oz bo‘ylab harakatlanishi va adsorbatlarning o‘zaro farqli bo‘lgan sorbsiya qiymatlari hisobiga ular turli tezlik bilan harakatlanib o‘zaro ajraladi. Komponent harakat tezligining erituvchi harakat tezligiga bo‘lgan nisbati taqsimlanish koeffitsiyenti R_f – deb ataladi. Uning qiymati komponent bosib o‘tgan masofaning (a) erituvchi o‘tgan (b) masofa (front chizig‘i)ga bo‘lgan nisbati orqali aniqlanadi.



18.7-rasm. Qog‘ozli taqsimlanish xromatografiya

Agar tarkibi aniqlanayotgan moddaning R_f qiymati “guvoh” vazifasini bajaruvchi komponentning R_f qiymatiga teng bo‘lsa, bu ikki modda shartli ravishda bir xil tabiatga ega deb olinadi.

Gazli xromatografiya qator turlarga bo‘linadi. Ulardan biri gaz-suyuqlik xromatografiyasi yordamida biologiya, kimyo va xalq xo‘jaligining ko‘pgina tarmoqlarida moddalarning miqdor va sifat analizi o‘tkazilmoqda. Bu xromatografiyada tekshirilayotgan murakkab moddalar, asosan gaz holati va suyuqlik fazalari orasida taqsimlanadi. Suyuq fazadagi moddalar miqdorining gaz fazadagi moddalar miqdoriga bo‘lgan munosabatiga ko‘ra aniqlanayotgan moddalar komponentlarga ajratiladi.

Xromatografik analiz usulining qo‘llanilishi va afzalliklari

Xromatografik analiz usuli oddiyligi, unumliligi va universalligi sababli organik va anorganik kimyo, biologiya, tibbiyot, fizika, neft va neftni qayta ishlash va boshqa sohalarda qo‘llaniladi. Masalan:

- murakkab organik va anorganik aralashmalarni alohida komponentlarga ajratishda;
- o‘simlik va hayvon organizmida juda kam miqdorda uchraydigan turli moddalar: vitaminlar, pigmentlar, glikozidlar, alkaloidlarni ajratish; yer po‘stlog‘ida kam tarqalgan moddalarni, izotoplarni boyitishda;
- ko‘pchilik dorivor moddalar: antibiotiklarni, gormonlarni, antiseptik moddalarni, alkaloidlarni preparativ ajratish va tozalashda, oqsil gidrolizatidagi aminokislotalarni aniqlashda;
- moddalarni qo‘shimchalardan tozalashda;
- juda suyultirilgan eritmalarni konsentrlashda;
- moddalarning sorbsiyalanish xususiyati bilan tuzilishi orasidagi bog‘lanishga asoslanib molekular tuzilishini aniqlashda;
- moddalarning sifati va miqdori tarkibini identifikatsiyalashda;

- spirt, konyak-vino tarkibidagi aldegidlar, karbon kislotalar, oksikislotalarni aniqlashda; oziq-ovqat mahsulotlari tarkibidagi aminokislotalar va ularning hosilalarini aniqlashda;

- yog‘ tarkibidagi to‘yingan, to‘yinmagan karbon kislotalarni aniqlashda va boshqalar.

Xromatografik analiz usuli quyidagi *afzalliklarga* ega:

- eng kam miqdordagi modda miqdorini aniqlash mkg, mkl (10^{-6} g, 10^{-6} ml bo‘lishi) imkoniyati, ya’ni sezgirligi yuqori;

- universal, ya’ni turli xil funksional guruhlar bo‘lgan modda aralashmalarini analiz qilish mumkin;

- fizik-kimyoviy xossalari bir-biriga juda yaqin, o‘xshash modda (izomer) lar aralashmasini analiz qilish mumkin;

- modda aralashmalarini komponentlarga ajratish, ularning konsentratsiyasini oshirish, selektiv (tanlab ajratish), toza moddalar olish (preparativ)imkonini beradi.

Vaziyatli masalalar

1-masala. Biologik sistemalarda sodir bo‘ladigan ba’zi biologik jarayonlar tanlangan adsorbsiyaga asoslangandir. Ularning mohiyatini tushunishda Dyuklo-Traube qoidasini bilish muhim ahamiyatga ega. Dyuklo-Traube qoidasi va uning matematik ifodasini ko‘rsating.

2-masala. Izovalerian kislota^{ning} 15°C dagi eritmalari uchun quyidagi ma’lumotlar olingan: kislota konsentratsiyasi (kmol/m^3 hisobida) 0,0312; sirt tarangligi (N/m hisobida) $57-10^{-3}$; suvning sirt tarangligi (N/m hisobida) $73,49 \Gamma_1$ va Γ_2 topilsin.

3-masala. 250 ml li KCl eritmasidan 10,00 ml olib, H^+ shakldagi kationitdan o‘tkazildi. Ajralib chiqqan kislota kolonkadan yuvib olinib, 0,1000 n 12,50 ml NaOH eritmasi bilan (metiloranj) titrlandi. Eritmadagi KCl ning miqdorini grammlarda aniqlang.

Bilimni sinab ko'rish uchun testlar

1. Gibbs tenglamasini ko'rsating:

- A) $G = C/RT + \Delta\delta/\Delta C$; B) $G = -S/RT \Delta\delta/\Delta C$
 C) $G = RT/C \Delta C/\Delta\delta$; D) $G = C/RT \Delta\delta/\Delta C$

2. Quyidagi jarayonlarning qaysi biri sorbsiyaga taalluqli?

- A) Adsorbtsiya; B) Xemosorbsiya;
 C) Kapillar kondensatsiya; D. Hamma javoblar to'g'ri.

3. Difil molekulani ko'rsating:

- A) $\text{CH}_3\text{-COOH}$; B) HOOC-COOH ;
 C) CH_4 ; D) H_2O .

4. Moy kislota molekulasidagi gidrofil guruhning ko'rsat-ing: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$

- A) $-\text{CH}_3$ B) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-}$
 C) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-}$ D) $-\text{COOH}$

5. AgCl zarrachalarida qaysi ionlar adsorbsiyalanadi?

- A) Na^+ ; B) Cu^{2+} ; C) Cl^- ; D) J^- .

6. Qaysi ionlarning konsentratsiyasi ortishi siydik yo'li va buyrakda tosh hosil bo'lishiga sabab bo'ladi?

- A) Na^+ , Ca^{2+} , PO_4^{3-} B) K^+ , Ca^{2+} , PO_4^{3-}
 C) Mg^{2+} , Ca^{2+} D) Mg^{2+} , Ca^{2+} , PO_4^{3-} , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$

7. Xromatografiya turlarini ko'rsating:

- A) Adsorbsion; B) Ion almashinuv;
 C. Taqsimlanish; D) Hamma javoblar to'g'ri.

8. Sorbsiya jarayonlari:

1. adsorbsiya; 2. absorbsiya; 3. xemosorbsiya;
 - a. Biror bir moddani boshqa bir modda sirtida yutilishi
 - b. Gazsimon moddaning qattiq yoki suyuq agregat holatdagi bi-ror moddaning butun hajmi bo'ylab yutilishi;
 - d. Valent kuchlari hisobiga boradigan adsorbsiya jarayoni
- A) 1a, 2b, 3v; B) 1v, 2b, 3v;
 C) 1a, 2v, 3a; D) 1b, 2b, 3v.

9. Eritmadagi adsorbsiya jarayoni:

1. addetiv 2. antagonistik 3. sinergistik
- a. Eritma komponentlaridan biri boshqasining sorbsiya xususiyatini keskin kamaytirishi;
- b. Eritma komponentlarining adsorbsiyasi ularning sorbsiya hususiyati bilan belgilanishi;
- d. Eritma komponentlaridan biri boshqasining sorbsiya xususiyatini keskin oshirishi;

A) 1b, 2a, 3d B) 1a, 2d, 3b

C) 1a, 2b, 3d D) 1b, 2b, 3a

10. Adsorbentlarni ko'rsating.

1) C (faol); 2) CaO; 3) CO₂; 4) H₂O; 5) Ca(OH)₂

A) 1.2.5 B) 1.2.3 C) 4.5.1 D) 1.3.5

DISPERS SISTEMALAR. KOLLOID ERITMALAR

19

Bemorning buyragi o'z vazifalarini bajarmay qolganda, unga haftasiga 3 marotaba dializ tayinlandi. U dializ bo'limiga borganida, hamshira uning salomatligi haqida so'radi. Bemor o'zini charchagan his qilayotganini va kaftining atrofida shish paydo bo'lganini aytdi. Hamshira bemorning hujayralarida suv miqdorini boshqarish izdan chiqqanini va shu tufayli bu holatlar kuzatilayotganini aytdi. Suv tanadagi suyuqlik orqali chiqarib yuboriladi va elektrolitlar konsentratsiyasi bilan tartibga solinadi, deb tushuntirdi hamshira. Suv organizmda ko'plab kimyoviy reaksiyalar uchun muhim hisoblansada, biroq suv miqdori juda kamayib yoki juda ortib ketishi turli kasalliklardan darak beradi. Bemorning buyragi o'z faoliyatini bajara olmay, elektrolitlar va tanadagi suyuqliklarning ortiqcha miqdorini peshob orqali chiqarolmay qoladi. Natijada tanadagi elektrolit muvozanati buzilib zararli mahsulotlarini suvni ushlab qola boshlaydi. Buyrak dializ apparati elektrolitlar va ortiqcha zararli mahsulotlarni kamaytirish uchun buyrak vazifasini amalga oshiradi, deb tushuntirdi hamshira.

Dializ bo'limi hamshirasi

Dializ bo'limi hamshirasining vazifasi buyragi kasallangan bemorlarga dializ orqali yordam berishga qaratilgan. Bu holatda dializdan oldin ham, keyin ham qon bosimini tushishi yoki turli ka-

salliklarning asoratlarning oldini olish maqsadida bemorni doimiy kuzatish talab qilinadi. Hamshira dializ qurilmasini dializ kateteri yordamida bemorning bo'yin qismiga ulaydi. Kateter infeksiya kasalliklarining rivojlanishini oldini olish uchun steril bo'lishi shart. Hamshira dializ jihozi to'g'ri ishlashiga ishonch hosil qilishi uchun, dializ qurilmasi faoliyati haqida yetarli bilimga ega bo'lishi kerak.



19.1. Dispers sistemalar va ularning turlari

O'z tarkibida muallaq holatda mayda zarrachalar saqlagan sistemalar *dispers sistemalar* deyiladi. Dispers sistemalar geterogen bo'lib, ular ikki fazadan iboratdir. Bu fazalardan biri *dispers faza* deb ataladi va u ma'lum o'lcham qiymatiga ega bo'lgan zarrachalardan tashkil topadi. Dispers faza taqsimlangan muhit esa *dispers muhit* deyiladi.

Har qanday dispers sistemaning xossasi ularning disperslik darajasi bilan belgilanadigan umumsirt yuzalarining qiymatiga bog'liq bo'ladi. Dispers faza sirt yuzasi qancha katta bo'lsa, sirt yuzasidagi Gibbs energiyasi shunchalik yuqori bo'ladi. Oqibatda bunday sistema (Gibbs energiyasi qiymatini kamaytirish sari intilishi hisobiga) termodinamik jihatidan beqaror va reaksiya qobiliyati yuqori bo'la-

di. Natijada bunday sistemalarda koagulyatsiya (dispers zarrachalar o'zaro birikishi) jarayoni mahsuloti bo'lgan makrostrukturalarning hosil bo'lishi va boshqa qator jarayonlar bilan amalga oshadi.

Dispers sistemalar quyidagi xususiyatlari bo'yichasinf lanadi:

- Dispers faza o'lcham qiymati bo'yicha;
- Fazalar agregat holatlari bo'yicha;
- Dispers faza va dispers muhit zarrachalari ta'sirlashuvi bo'yicha;

Dispers sistemalar dispers faza o'lcham qiymatiga ko'ra quyidagicha sinflanadi:

- Dag'al dispers sistemalar – zarrachalar o'lchami 100 nm va undan yuqori (10^{-4} - 10^{-7} m) (suspensiya, emulsiya, kukun va boshqalar.)

- Kolloid – dispers sistemalar - zarrachalar o'lchami 1 nm dan 100 nm gacha (10^{-7} - 10^{-9} m) (oqsil, kraxmal eritmali).

- Molekular - ion dispers sistemalar (elektrolit va noelektrolitlarning chin eritmali) – zarrachalar o'lchami 1mkm dan kichik (10^{-9} mdan kichik) bo'lgan sistemalar.

Chin eritmalar – gomogen sistemalar bo'lib, mayda zarrachalar, ya'ni atom, ion yoki uncha katta bo'lmagan molekular suyuq erituvchida erishida hosil bo'ladi. Erigan modda zarrachalari cho'kmaydi va filtr yoki yarim o'tkazgich membranalarida ushlanib qolmaydi.

*Kolloid eritmalar*da zarrachalar o'lchami chin eritmadagi zarrachalarga nisbatan taxminan 10–100 barobar yirik bo'ladi. Kolloid eritmalar zarrachalari filtdan o'tadi, lekin yarim o'tkazuvchan membranadan o'tmaydi va ushlanib qoladi. Kolloid zarrachalarga, masalan, oqsil molekulari yoki metall zollari va b. misol qilish mumkin.

Dag'al dispers sistemalar (suspensiya, emulsiya, aerozollar va boshqalar) geterogen sistemalar bo'lib, kolloid va chin eritmalaridan juda kuchli farq qiladi. Suspensiya zarrachalari shu qadar yirikki, oddiy ko'z bilan ham ko'rish mumkin. Ular filtr va yarim o'tkazuvchi membranadan o'ta olmaydi.

Suspenziyalarga tuproqni suv bilan aralashtirilganda hosil bo‘lgan sistemani misol qilib keltirish mumkin. Suspenziyalar beqaror bo‘lib, zarrachalar cho‘kadi, shaffof suyuqlik suv yuziga chiqadi. Suspenziya holatidagi dori moddalarga kolaminli losyon, suyuq penitsillinlarni misol qilib keltirish mumkin. Ushbu dorilarning yo‘riqnomasiga amal qilgan holda, ularni ishlatishdan oldin “yaxshilab chayqatish kerak”, shunda zarrachalar suspenziya hosil qiladi. Kimyoviy moddalar, masalan, aluminiy sulfat, temir sulfat ishlov berilmagan suvga qo‘shilsa, ular yirik suspenziya zarrachalarini hosil qiladi. Suv tozalovchi inshootlarda filtrlash tizimi suspenziya zarrachalarini ushlab qoladi, toza suv esa boshqa bosqichga o‘tadi.

Dispers sistemalar agregat holatlari bo‘yicha ham turlanadi. Dispers faza va dispers muhit uch xil agregat (gaz, suyuq, qattiq) holatda bo‘ladi. Shu sababli dispers sistema tarkibidagi tarkibiy qismlarining agregat holati bo‘yicha sinflanishi 19.1-jadvalda keltrilgan.

19.1-jadval

Dispers sistemalar misollar

Dispers sistema	Dispers faza	Dispers muhit
Tuman, bulut, soch uchun spreylar, suyuq dori aerosollari	suyuqlik	Gaz
Chang, tutun, qattiq dori aerosollari	qattiq modda	Gaz
Soqol olish uchun krem, ko‘pirtirilgan qaymoq, sovun ko‘pigi, gazli emulsiyalar	gaz	Suyuqlik
Mayonez, gomogenlangan sut, emulsiyalar (sut, dorivor modda emulsiyalari)	suyuqlik	Suyuqlik
Gellar, sariyog‘	suyuqlik	Qattiq
Qon plazmasi, bo‘yoqlar (lateks), jelatin, suspenziyalar.	qattiq	Suyuqlik

Dispers faza zarrachalari ta'sirlashuvi bo'yicha quyidagilarga bo'linadi:

- Erkin (bog'lanmagan) dispers sistemalar – dispers faza zarrachalari o'zaro bog'lanmaydi va erkin harakatlanish xususiyatiga ega bo'ladi (liazollar, aerozollar, suspenziya va emulsiyalar).

- Bog'langan dispers sistemalar – sistema fazalarida biron biri erkin harakatlanish imkoniga ega bo'lmaydi (gellar, ko'piklar va h.k.).

- ***Dispers muhit va dispers fazalar ta'sirlashuv tabiati bo'yicha sinflanishi.*** Dispers sistema komponentlarining o'zaro ta'sirlashuvi asosan dispers fazaning solvatlanish (gidratlanish) qobiliyati bilan belgilanadi.

- Dispers faza va muhit orasida *kuchli* ta'sirlashuv sodir bo'ladigan sistemalar *lioofil* (dispers muhit suv bo'lsa – *gidrofil*) sistemalar deb ataladi. Dispers faza zarrachalari dispers muhit bilan *kuchsiz* ta'sirlashishi xususiyatiga ega bo'lgan sistemalar – *liofob (gidrofob) sistemalar* deyiladi.

Dispers sistemalar ichida *kolloid dispers sistemalar* alohida ahamiyatga ega, chunki, ko'pchilik biologik sistemalar (qon, siydik, orqa miya suyuqligi va boshqalar) kolloid eritma holatda bo'ladi. Kolloid dispers sistemalarni zollar deb ham atash mumkin.

Kolloid eritmalar dispers muhit agregat holatiga ko'ra quyidagicha sinflanadi:

- Liazollar – dispers muhit suyuq agregat holatida bo'lgan zollar

- Aerozollar – dispers muhit gaz agregat holatida bo'lgan zollar

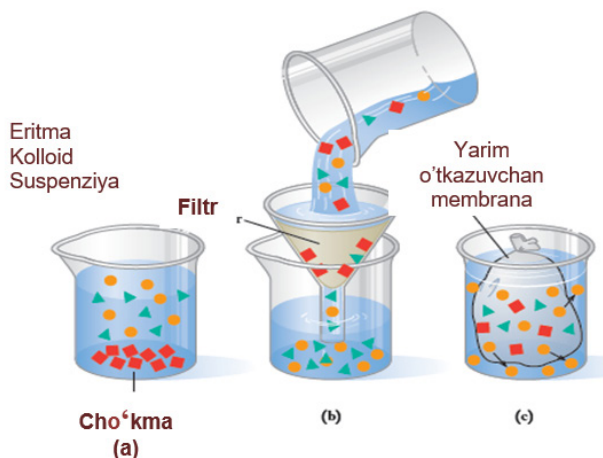
- Qattiq zollar – dispers muhit va faza qattiq agregat holatida bo'lgan zollar

Chin eritmalar, kolloid eritmalar va suspenziyalarni farqi 19.2-jadvalda ko'rsatilgan.

Chin eritmalar, kolloid eritmalar va suspenziyalarning xossalari

Aralashma turlari	Zarrachalar turi	Cho'kish	Qismlarga ajratish
Chin eritma	Kichik zarrachalar xuddi atomlar, ionlar va kichik molekulalar singari	Zarrachalar cho'kmaydi	Filtr yoki yarim o'tkazuvchan membrana yordamida zarracha erituvchidan ajralmaydi
Kolloid	Nisbatan katta molekulalar yoki molekulalar guruhi yoki katta o'lchamli ionlar	Zarrachalar cho'kmaydi	Zarrachalarni yarim o'tkazuvchan membrana yordamida ajratish mumkin, lekin filtrlar orqali ajralmaydi
Suspenziyal	Juda katta zarrachalar ko'z bilan ko'rish mumkin	Zarrachalar tez cho'kadi	Zarrachalarni filtr yordamida ham ajratish mumkin.

19.1-rasmda turli eritmalarining xususiyatlari ko'rsatilgan.



19.1-rasm. Turli eritmalarining xususiyatlari: (a) suspenziya cho'kadi, (B) suspenziya zarrachalari filtr yordamida ajratiladi; (c) eritmaning kichik o'lchamli ion va molekular zarrachalari yarim o'tkazuvchan membranalaridan o'tadi, lekin, suspenziya va kolloidlar o'tmaydi.

19.2. Kolloid eritmalar olish usullari

Kolloid eritmalar zarrachalari o'lchami dag'al dispers va molekular dispers sistema o'rtasidagi holatda bo'lgani uchun ularni olishning ikki asosiy usulini sanab o'tish mumkin.

- *Maydalash* – dispersirlash, nisbatan katta zarrachalarni kolloid zarracha o'lchamlariga keltirish.

- *Yiriklashtirish* – kondensatsion, molekula va ionlarni bir-lashtirib kolloid zarracha o'lchamlariga yetkazish yoki agregatlar hosil qilish.

Dispersirlash usullari

Dispersirlash usullari o'z navbatida quyidagi usullarga bo'lina-di: mexanik usul, ultratovush usuli, peptizatsiya usuli, eritish usuli yoki o'z-o'zidan dispersirlanish usuli.

Mexanik usul. Moddalarni maydalashda zarba va ishqalash-ga asoslangan qurilmalardan foydalaniladi. Bunday qurilmalarga sharli yoki kolloid tegirmonlar kiradi. Sharli tegirmon silindrsimon qurilma bo'lib, uning ichiga o'ta qattiq materialdan tayyorlangan sharchalar solinadi. Tegirmonga maydalanishi kerak bo'lgan mod-da solinadi, silindr maxsus mexanizmlar (reduktor, dvigatel) yor-damida harakatga tushiriladi. Tegirmonning tez aylanishi natijasida modda sharchalari zarba va ishqalanishi natijasida maydalanadi. Bunday ishlovda disperslik darajasi nisbatan past - zarracha dia-metrlari 50–60 nm bo'ladi.

Ultratovush usuli. Bu usulda dispersirlash uchun ultratovush-dan foydalaniladi. Bunda parchalovchi kuchlar hosil bo'lib, mod-dani maydalanishiga olib keladi. Ultratovush usuli yordamida grafit, oltingugurt, kraxmal, jelatin, ba'zi metallar (simob, qo'rg'oshin va rux) ni dispersirlash mumkin.

Peptizatsiya usuli. Peptizatsiya – moddalarni peptizatorlar yor-damida geldan zolga o'tkazish jarayonidir. Peptizatsiya usulida yangi hosil bo'lgan cho'kmalar zollar ko'rinishiga o'tkaziladi (yangi hosil

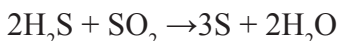
bo'lgan metall gidroksidlari, masalan, $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Zn}(\text{OH})_2$ va h.k). Ba'zan peptizatsiya usuli koagulyatsiya chaqiruvchi ionlarni eritmadan chiqarib tashlash bilan olib boriladi. Bu ionlar eritmada qolsa, zarrachalarning yiriklashib ketishiga yoki peptizatorni adsorbsiyasiga sabab bo'ladi va qo'sh elektr qavat bilan kolloid zarrachalarda solvat qavat hosil bo'lishiga olib keladi. Peptizator vazifasini asosan elektrolitlar bajaradi, ular dezagregatsiyani boshqaradi.

Eritish usuli yoki o'z-o'zidan dispergirlanish usuli. Bu usulda (mos kelgan erituvchilar yordamida) qattiq polimerlar dispergirlanadi. Qattiq moddaning suyuq muhitda o'z-o'zidan dispergirlanish usulidan foydalanilganda ikki fazali mustahkam kolloid sistema hosil bo'ladi. O'z-o'zidan dispergirlanish tashqi mexanik ta'sirlarsiz amalga oshuvchi jarayondir.

Kondensatsion usul

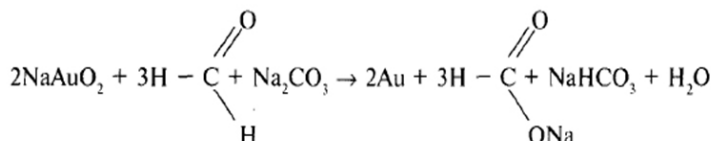
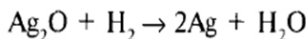
Kolloid eritmalarini kondensatsion usul bilan olish negizida turli kimyoviy reaksiyalar yotadi: oksidlanish, qaytarilish, almashinish, parchalanish, gidroliz, erituvchini almashtirish usuli, elektr usuli va h.k.

Oksidlanish usuli. Oksidlanish reaksiyasi natijasida kolloid eritmalar hosil bo'ladi:

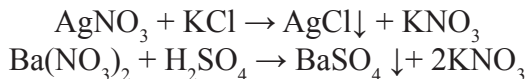


Hosil bo'lgan neytral oltingugurt atomlari o'z-o'zidan oltingugurtning kolloid zarrachalariga kondensatlanadi.

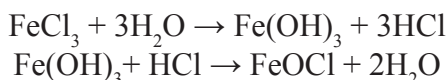
Qaytarilish usuli. Qaytarilish – bu ionlarning elektron qabul qilishidir. Bunda ular atomlarga aylanib kolloid zarrachalarga kondensatlanadi. Qaytaruvchilar sifatida kuchsiz qaytaruvchilar (formalin, gaz holdagi vodorod va h.k.) qo'llanadi:



Almashinish usuli. Bu usul ikki moddaning o‘zaro ta’sir etib qiyin eriydigan moddalar hosil qilish reaksiyalariga asoslanadi. Bu moddalar ma’lum qulay sharoitlarda o‘zining yuqori dispersligini saqlab qoladi. Kumush xlorid va bariy sulfat zollarining hosil bo‘lish reaksiyalarini misol keltirish mumkin:



Gidroliz usuli. Bu usul tuzlardan zollar hosil bo‘lishiga asoslanadi. Masalan,



$\text{FeOCl} \rightarrow \text{FeO}^+ + \text{Cl}^-$ ionlariga dissotsiatsiylanadi va $\text{Fe}(\text{OH})_3$ atrofidagi ionli qavatni ta’minlaydi. Bunda zarrachalar muallaq holatda bo‘lib zollar hosil qiladi.

Erituvchini almashtirish usuli. Bu usul eritmadan erigan moddani erituvchini almashtirish yo‘li bilan yuqori dispers erimaydigan faza ko‘rinishida ajratib olishga asoslangan. Erigan moddaning molekullari qiyin eriydigan sharoitga tushib qolganda yirik kolloid zarrachalarga kondensatsiylanadi.

Elektr usuli. Bredig tomonidan (1898) taklif qilingan bu usulda nodir metallarning gidrozollarini olishda foydalaniladi. Nodir metallarning (kumush, platina, oltin) dispersirlangan elektrodleri orasida elektr hosil bo‘lishiga asoslanadi. Yuqori harorat ta’sirida elektrodlerining materiali dispers suv muhitida bug‘lanadi. Metall bug‘lari kolloid zarrachalar holida kondensatlanib, tegishli zolni hosil qiladi. Bu jarayon sovutish davomida boradi.

19.3. Kolloid eritmalarni tozalash usullari

Kolloid eritmalarni tozalashda quyidagi usullardan foydalaniladi:

- Dializ usuli;

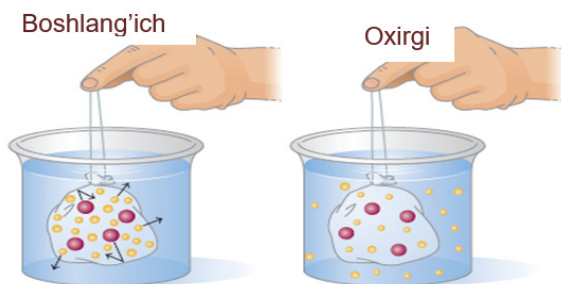
- Elektrodializ;
- Kompensatsion dializ va vividializ;
- Ultrafiltratsiya usuli.

Dializ usulida qoʻllanadigan yarim oʻtkazuvchan membrana dializ membranasi deb nomlanadi. Membrana katta boʻlmagan molekullarni, ionlarni hamda erituvchi molekullarini oʻtkazadi, lekin kolloidlarga oʻxshash yirik zarrachalarni ushlab qoladi. Dializ – bu yarimoʻtkazgich membranali moslama yordamida kolloid eritmalarini elektrolit ionlari va boshqa kichik molekular moddalardan tozalash usulidir.

Kolloid eritmalarini tozalashda devori yarimoʻtkazgich tabiatiga ega boʻlgan maxsus moslama ichiga kolloid eritmalar joylashtiriladi. Bu moslama distillangan suv oqib turadigan idishga joylashtiriladi. Natijada kolloid eritmadagi oʻlcham qiymati kichik boʻlgan zarrachalar yarimoʻtkazgichli membrana devoridan suv hajmiga oʻta boshlaydi.

Bu esa kolloid eritmaning tozalanishiga olib keladi.

Dializ usulining noqulay tomonlaridan biri uning uzoq davom etishidir. Baʼzan bu usulda kolloid eritmalarini tozalash bir necha hafta davom etadi.



19.2-rasm. Zarrachalarning membranadan oʻtishi

O Na^+ , Cl^- va glyukozaga oʻxshash eritma zarrachalari
O Oqsil va kraxmalga oʻxshash kolloid zarrachalar

Elektrodializ. Bu usul elektrodializatorlar yordamida olib boriladi. U mohiyati jihatidan dializ usuliga o'xshash bo'ladi. Elektrodializning dializdan farqi – kolloid eritmalarini elektrmaydoni ta'sirida juda tez (minutlar va soatlar davomida) tozalanishidir. Buning uchun elektrodializator uchta kameraga ajratiladi. O'rta-ga joylashgan va devorlari yarimo'tkazgich membranadan iborat kameraga kolloid eritma, uning ikki tomonidagi kameraga esa distillangan suv quyiladi. Suvli kameraga elektrodlar tushirilib, ularga doimiy tok manbayi ulanadi. Natijada o'rta kameradagi kationlar katod joylashgan kameraga, anionlar esa anod joylashgan kameraga o'ta boshlaydi. Bu esa kolloid eritmaning tozalanishiga olib keladi.

Kompensatsion dializ va vividializ. Bu usullar tabiati jihatidan kolloid sistemaga tegishli bo'lgan biologik suyuqliklarni o'rganish va tozalash jarayonlarini amalga oshirishda ko'p ishlatiladi.

Kompensatsion uslubning mohiyati quyidagilardan iborat. Dializatorga toza suv o'rniga turli konsentratsiyali quyi molekular modda eritmaları solinadi. Buning oqibatida diffuziya jarayoni va konsentratsiya gradiyenti hisobiga quyidagi ikki holat kelib chiqishi kuzatiladi.

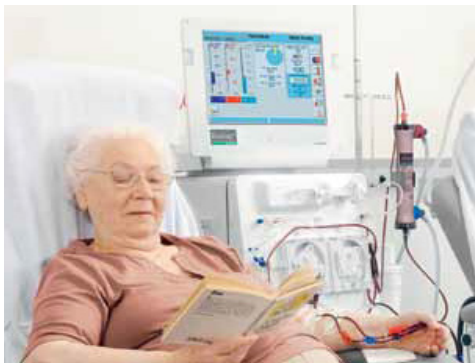
- Agar kolloid sistemadagi quyi molekular modda konsentratsiyasi eritmadagidan yuqori bo'lsa, bu holda ular kolloid eritmadan yarim o'tkazgich membrana orqali faqat shu modda saqlangan eritma hajmiga o'tadi. Oqibatda ularning eritmadagi konsentratsiyasi ortib, kolloid sistemadagi miqdori kamayadi.

- Agar kolloid sistemadagi modda miqdori eritmadagidan kam bo'lsa, bu moddalar kolloid sistemaga o'ta boshlaydi va yuqorida keltirilganga teskari bo'lgan holat qaror topadi.

Kompensatsion dializ tarkibida quyi molekular modda saqlagan eritma osmotik bosimi kolloid eritmaning osmotik bosimiga teng bo'lishi zarur. Ular orasidagi farq quyi molekular modda saqlagan eritmaga NaCl qo'shish orqali yo'qotiladi. Bundan tashqari, bu usulda kolloid sistema va eritmada saqlangan va tabiati bir xil bo'lgan moddalarninggina konsentratsiya qiymati o'zgarishidan foyda-

laniladi. Bu usuldan foydalangan holda qon tarkibida erkin holdagi glukoza hamda siydikchilning miqdori aniqlangan.

Amalga oshirilishi jihatidan vividializ (vividiffuziya) kompensatsion dializga o'xshash bo'lib, uning yordamida qon tarkibidagi quyi molekular moddalar aniqlanadi. Bu usulni amalga oshirish uchun qon tomirga shisha kanyula joylashtirib, undan chiqqan qon devorlari yarimo'tkazgich membrana tabiatiga ega bo'lgan va fiziologik eritma yoki suvga tushirilgan naychalar sistemasidan o'tkaziladi. Buning natijasida qon tarkibidagi quyi molekular moddalar eritmaga o'tadi. Bu usul yordamida birinchi marotaba qon tarkibida erkin aminokislotalar bo'lishi aniqlangan.



Kompensatsion vividializda kuzatiladigan jarayonlar asosida “sun’iy buyrak” apparati yaratilgan. Bu apparat yordamida qon tarkibida yig’ilib qolgan va organizmning zaharlanishiga olib keladigan tashlandiq moddalar chiqarib yuboriladi. “Sun’iy buyrak” mosla-

masi buyrakning fiziologik faoliyati yo‘qolganda, organizm zaharlanganda, katta miqdordagi teri sathlari kuyganda va boshqa hollarda qo‘llaniladi. Bunda apparat bevosita katta qon aylanish sistemasiga ulanib, qon o‘qtin-o‘qtin ishlaydigan nasos (“sun’iy buyrak”) orqali haydab beriladi. Bu sistemadagi membrana sathlari katta qiymatga (~ 15000 – 20000 sm²) ega bo‘lganligi sababli unga tushgan qon qisqa vaqt ichida (3 – 4 soat) ortiqcha miqdordagi siydikchil, ammiak, turli tuzlar va boshqalardan tozalanib, qaytadan qon aylanish sistemasiga o‘tkaziladi. 9.2 rasmda gemodializ jarayoni ko‘rsatilgan.

Ultrafiltratsiya usuli kolloid eritmaning maxsus yarimo‘tkazgich membranadan filtrlab o‘tkazishga asoslangan. Bunda filtratga o‘lcham qiymati kichik bo‘lgan zarrachalar o‘tadi, filtratda esa kol-

loid zarrachalar tutib qolinadi. Ultrafiltratsiya jarayonini tezlatish maqsadida tozalanilayotgan kolloid eritmaga bosim bilan ta'sir ko'rsatiladi. Bundan tashqari, bu jarayonni filtrat yig'ilayotgan hajmda vakuum 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 olish imkoniyatiga erishish mumkin.

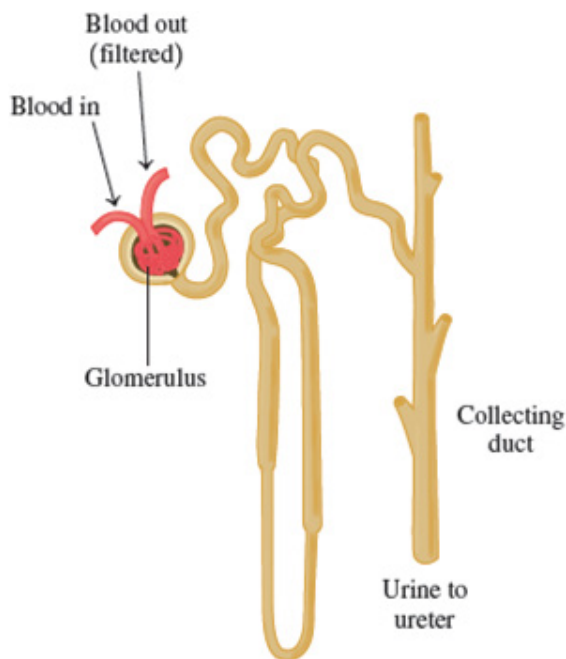
Surunkali buyrak yetishmovchiligining terminal bosqichidagi bemorlarga gemodializ jarayoni orqali yordam beriladi. Bu holatda gemodializdan oldin ham, keyin ham qon bosimi, puls va tana haroratining o'zgarishi yoki tutqanoq kabi turli kasalliklarning asoratlarini oldini olish maqsadida bemorni doimiy kuzatish talab qilinadi. Hamshira dializ qurilmasini markaziy qon tomir kateteri yordamida bemorning o'mrovi osti yoki bilakdagi qon tomiriga ulaydi. Kateter infeksiyon kasalliklarining rivojlanishini oldini olish uchun steril bo'lishi shart.

Buyrak va sun'iy buyrak apparati (gemodializ)

Dializ membranalari (dializator) organizmda qonni filtrlaydi, ortiqcha shlaklarni va suvni chiqarib yuboradi. Kattalarning har bir buyragi 1,5–2mln. nefronlardan tashkil topgan. Har bir nefronning tepa qismida “koptokchalar” deb nomlanadigan arterial kapillar zanjiri mavjud. Qon “koptokchalar”dan oqayotganida aminokislotalar, glukoza, mochevina, suv va ayrim ionlarga o'xshash mayda zarrachalar kapillarli membrana va nefronlardan o'tadi. Nefrondan o'tayotgan bu eritma aminokislotalar, glyukoza, turli ionlar va 99% suvdan iborat bo'lib, u organizm uchun o'z qiymatini yo'qotmagan. Organizmdagi ortiqcha moddalar mochevina bilan organizmdan peshob orqali chiqarib yuboriladi.

Gemodializ. Agar buyraklar organizmda metabolizm jarayonida hosil bo'lgan oxirgi moddalarni chiqarib tashlash vazifasini bajara olmasa, mochevina miqdori oshib ketib, nisbatan qisqa vaqt ichida hayot uchun xavfli holatlar yuzaga kelishi mumkin. Buyrak faoliyati izdan chiqqan bemor qonini gemodializ usuli bilan tozalay-

digan “sun’iy buyrak” moslamadan foydalanishi zarur. Zamonaviy sun’iy buyrak moslamasi suv tozalash tizimi (dializ uchun konsentrat) moslamasi (hovuzi)dan iborat bo‘lib, u suv va tanlangan elektrolitlar bilan to‘ldirilgan bo‘ladi.

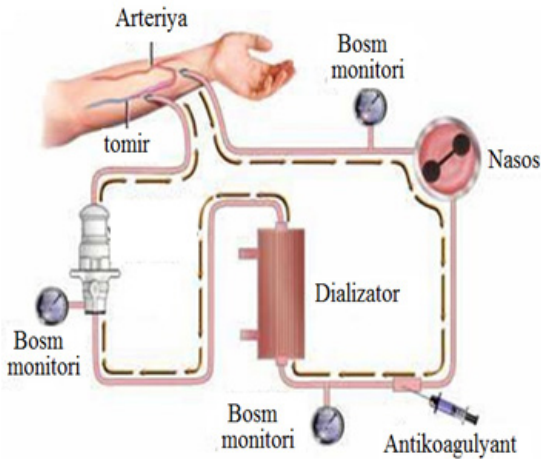


Ushbu dializator markazida kapillarlar mavjud bo‘lib, membrana sellulozadan yoki polisulfondan tayyorlangan. Bemorning qoni magistral (sistema) orqali o‘tadi va qon yuqori konsentratsiyali ortiqcha qoldiqlardan tozalanadi.

Buning natijasida qon yo‘qotilmaydi, chunki eritrotsitga o‘xshash yirik zarrachalarni membrana o‘tkazmaydi. Mazkur muolajani o‘tayotgan bemorlar kam peshob ajratadilar. Shuning uchun muolajani boshlashdan avval bemorning og‘irligi o‘lchanadi, chunki bemor tanasidagi suvning muolajadan oldingi va keyingi miqdori taqqoslanadi. Dializda ishtirok etayotgan bemorlar bir kunda kam miqdorda nazorat ostida suv iste’mol qilishlari lozim. Dializ o‘tayot-

gan bemorlarning qon bosimi oshadi, chunki dializ apparati bosim orqali suvni qondan chiqarib yuborishi mumkin. Ayrim bemorlardan dializ jarayonida 2–10 litrgacha suv olib tashlaniladi. Bu vazifani moslamaning “ultrafiltrasiya” deb nomlanadigan joyi bajaradi.

Buyraklarda “koptokchalar” mavjud bo‘lib, bu yerda birlamchi siydik hosil bo‘ladi va metabolizm jarayonidan hosil bo‘lgan oxirgi mahsulotlar (mochevina) ikkilamchi siydik bilan organizmdan chiqariladi.

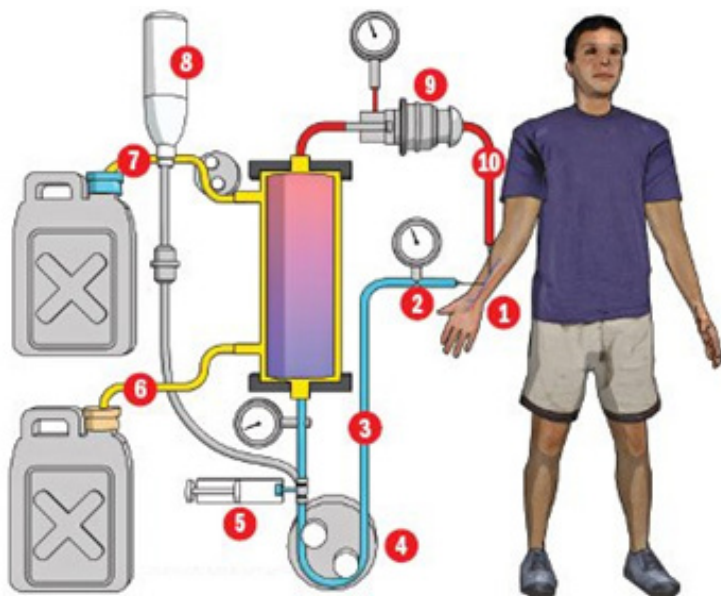


Bemorlar haftada 2–3 marta dializ muolajasini o‘taydilar. Har bir davolanishga 4-5 soat vaqt talab qilinadi.

“Sun’iy buyrak” moslamasining og‘irligi 80 kg bo‘lib, u nasos orqali ishlaydi, ya’ni zararlangan qon bemordan olinib, tozalanib, yana qayta bemorga quyiladi. “Sun’iy buyrak” moslamasining ishlash prinsipi quyidagicha:

Dializator ko‘p miqdordagi kapillyarlardan tashkil topgan bo‘lib, ichidan bemor qoni oqib o‘tadi, tashqaridan bu qonni maxsus dializlovchi eritma (konsentrat) yuvib turadi. Ushbu kapillyarlarning devorlari yarimo‘tkazuvchan membranadan tashkil topgan bo‘lib, ular orasidan osmos va diffuziya hodisasi orqali dializlovchi eritmaga, qondagi zaharli birikmalar va ortiqcha mikroelementlar kelib tu-

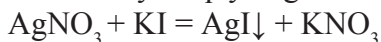
shadi. Shundan so‘ng dializlovchi eritma (konsentrat) kanalizatsiya orqali oqib ketadi. Agar bemor surunkali buyrak yetishmovchiligining terminal bosqichi bilan og‘risa, “Sun’iy buyrak” dializ muolajasi doimiy ravishda haftasiga 3–4 marta o‘tkaziladi. Agar bemorda o‘tkir buyrak yetishmovchiligi (buyrakning o‘tkir shikastlanishi) rivojlansa, muolajalar intoksikasiya holati yo‘qolguncha va buyrakning mustaqil ishlashi tiklanguncha har kuni o‘tkaziladi. Muolajani shifokor-nefrolog, yoki reanimatolog amalga oshiradi.



Surunkali buyrak yetishmovchiligini bu usulda davolash samarali usul hisoblanadi, ammo hamma bemorlarda ham gemodializ usuli yaxshi natija bermasligi mumkin. Apparatga va dorilar-ga umrbod bog‘lanib qolish, mazkur patologiyaning og‘ir kechishi va gemodializ natijasida yuzaga keladigan og‘irlashishlar, ba’zan shu bemorlarning sog‘ligiga jiddiy ta’sir ko‘rsatadi. Ko‘pincha ular boshqa sohadagi shifokor tomonidan (misol uchun, kardiolog, pulmonolog, gematolog) davolaniladi.

19.4. Kolloid birikmalar mitsellasining tuzilishi

Kolloid birikmalar mitsellasining tuzilishini AgI kolloid zarra-chasi tuzilishi misolida ko'rib chiqish mumkin. AgI kolloid zarra-chasining hosil bo'lish reaksiyasi quyidagi sxema bo'yicha boradi:



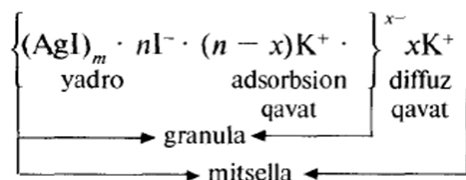
Qiyin eriydigan AgI birikmasida Ag^+ va I^- ionlari birlashadi va kristallik panjara AgI hosil qiladi. Yangi hosil bo'lgan AgI zarra-chalari avval amorf holatda bo'ladi, keyin asta-sekin kristallashadi. Agar boshlang'ich moddalar (AgNO_3 va KI) reaksiya uchun ekvivalent miqdorda olingan bo'lsa, kristallar o'sib, o'lchamlari kolloid zarrachadan oshib ketadi va cho'kmaga tushadi. Agar boshlang'ich moddalardan biri ortiqcha olingan bo'lsa, AgI zarrachasining o'lchami kolloid zarracha o'lchamlariga mos keladi. Ortiqcha miqdorda olingan reagent stabilizator vazifasini bajaradi. Masalan, KI ortiqcha olinganda eritmada K^+ va I^- ionlari konsentratsiyasi ortadi. Panet-Fayans qoidasiga ko'ra, kristall panjaraning qurilishi faqat shu panjarani tashkil etgan ionlar hisobiga borishi mumkin. Bu holda I^- ionlari hisobiga bo'ladi. Shuning uchun I^- ionlari yadroning kristall panjara qurilishini davom ettiradi va unga o'z zaryadini beradi. Shu sababli I^- ionlari potensial belgilovchi ion yoki elektrotermodinamik potensial (E potensial) deb ataladi. Zaryadi nisbatan katta bo'lgan zarrachalar eritmada qarama-qarshi zaryadli K^+ ionlarini tortadi. Qarama-qarshi ionlarining adsorbsiyasi boshlanadi. Bunda adsorbsiyalangan ionlar bilan eritmada erkin ionlar o'rtasida dinamik muvozanat qaror topadi. Yadroga adsorbsiyalangan qarama - qarshi ionlar bilan birga potensial belgilovchi ionlar hammasi adsorbsion qavatni tashkil etadi. Yadro va adsorbsion qavat granulan tashkil qiladi. Granula E potensial bilan bir xil zaryadga ega, lekin qiymati jihatidan kichikroq bo'lib, adsorbsion qavatdagi qarama-qarshi ionlar soniga bog'liq. Agar 90% qarama-qarshi ionlar adsorbsiyalangan bo'lsa, granulaning potentsiali E - potentsialning 10%ni tashkil

etadi. Granulaning potentsiali kinetik potentsial yoki dzeta potentsial (ξ -potentsial) deb nomlanadi, chunki uni granula yaqinida elektr tortishish kuchlari ta'sirida zarrachalarining harakatidan o'lchash mumkin.

Qarama-qarshi ionlarning qolgani elektrostatik tortilish kuchlari ta'sirida granula atrofida bo'ladi va diffuzion qavatni hosil qiladi. Diffuzion qavatning qalinligi turlicha bo'lib, u eritmaning ion kuchiga bog'liq bo'ladi, ya'ni ion kuchi qancha katta bo'lsa, diffuzion qavatning qalinligi shuncha kichik bo'ladi. Diffuzion qavat qiymat kattaligi adsorbsion va diffuzion qavatlardagi ionlarining miqdoriga bog'liq bo'ladi: adsorbsion qavatdagi ionlar qancha ko'p va diffuzion qavatdagilar qanchalik oz bo'lsa ξ -potentsial shunchalik kichik bo'ladi. Bu kattalik kolloid zarrachaning barqarorlik me'zoni hisoblanadi. Granula diffuzion qavat bilan birga mitsellani hosil qiladi.

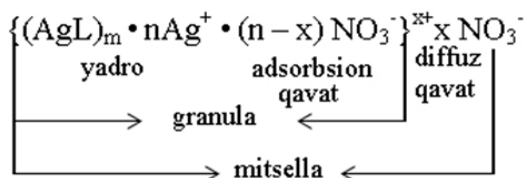
Diffuzion qavatdagi ionlar konsentratsiyasi zarracha chegarasiga yaqinlashgan sari kamayib boradi va potentsial ham kamayadi, chegaraga yetganda esa u nolga teng bo'ladi. Shunday qilib, mitsella doim elektroneytral holdadir. Agar adsorbsion qavatga ko'p miqdorda qarama-qarshi ionlar joylashtirilsa, masalan, 95%, bunda granula sathidagi ξ -potentsial 5%gacha kamayadi. Potentsial belgilovchi ionlar miqdoriga bog'liq bo'lgan E-potentsial qiymati o'zgarmaydi.

KI ortiqcha miqdorda olinganda Agl mitsellasining sxematik ko'rinishi quyidagicha bo'ladi:



Kolloid eritmalarining barqarorligi stabilizatorlar (elektrolit) va granula zaryadi kattaligiga (ξ potentsialga) bog'liq. Bu potentsial qa-

ncha katta bo'lsa, zarrachalarning elektrostatik itarilish kuchi shuncha yuqori va demak, sistema shuncha barqaror bo'ladi. AgNO_3 ortiqcha olingandagi Agl mitsellasining tuzilishini quyidagicha tasavvur qilish mumkin:



19.5. Kolloid eritmalarining xossalari

Kolloid dispers tizimlar chin eritmalarga o'xshab *molekular kinetik* xossalarga ega bo'ladi:

1. *broun harakati* – dispers faza zarrachalarining erituvchining molekularlari ta'siridagi uzluksiz va betartib harakati

2. *osmotik bosim* – kolloid eritma zarrachalari yirik va konsentratsiyasi kichik bo'lishiga qaramay, osmotik bosim kolloid eritmalarida ham kuzatiladi

3. *diffuziya* – harorat ta'siri va broun harakati tufayli eritmada kolloid zarrachalarning teng taqsimlanishi.

Ushbu xossalari kolloid eritmalarini dag'al-dispers sistemalariga nisbatan termodinamik barqarorligini tushuntirib beradi.

Kolloid eritmalar o'ziga xos bo'lgan maxsus xossalarni ham namoyon qiladi.

- nur tarqatish
- koagullanish
- ultrafiltrlardan o'tmaslik
- zarrachalari elektron mikroskopda ko'rinadi

Kolloid eritmalarining ushbu xossalari ularning beqarorligini tushinishga yordam beradi.

Kolloid eritmalarning koagulyatsiyasi

Har qanday dispers sistemaning barqarorligi quyidagi uch me'zon bilan belgilanadi:

- Zarrachalarning o'zaro qo'shilishi (agregatsiya)ga intilishini va oqibatda, barqarorlikni ta'minlovchi kuchlar;
- Zarrachalarning o'zaro intilishi (barqarorligi)ni ta'minlovchi kuchlar;
- Zarrachalarning o'zaro yaqinlashuviga to'sqinlik qiladigan va shu sababli sistema barqarorligini oshiradigan adsorbsion – solvat qavatlarining bo'lishi.

Dispers sistema barqarorligi ularning sedimentatsiya va agregatsiya jarayonlariga nisbatan turg'unligi bilan belgilanadi.

Sistemaning sedimentatsion barqarorligi undagi fazalarning disperslik darajasi bilan belgilanib, dispers fazaning cho'kishi yoki eritma sirtiga ko'tarilishiga to'sqinlik qiladi. Fazalarning dispersligi yuqori bo'lsa, ularning sedimentatsion barqarorligi katta bo'ladi.

Sistemaning agregatsion barqarorligi undagi dispers fazalarning o'zaro qo'shib yiriklashuvi (agregatsiyalashuvi)ga to'sqinlik qilishi bilan belgilanadi. Agregatsion barqarorligi jihatidan sistemalar ikki sinfga bo'linadi:

- O'z-o'zidan dispergirlanadigan va termodinamik barqaror liofil kolloid eritmalar ($\Delta G < 0$). Bu sinfga SFM mitsellalari, yuqori molekular modda eritmaları va boshqalar kiradi;
- O'z-o'zidan hosil bo'lmaydigan va termodinamik jihatidan barqaror liofob sistemalar ($\Delta G > 0$). Bularga misol tariqasida zollar, emulsiya va suspenziyalarni keltirish mumkin.

Kolloid eritmalar dispers fazalarining umumiy sirt yuzasi katta bo'lganligi sababli ularning sirt yuza energiyasi yuqori bo'ladi. Shu sababli ular o'z energiya qiymatini kamaytirishga intiladi. Natijada dispers fazalar o'zaro qo'shib yiriklashadi. Bu jarayon *koagulyatsiya* deyiladi. Buning oqibatida sistema termodinamik jihatdan barqaror holatga o'tadi. Koagulyatsiya bosqichma-bosqich boradi. Birinchi bosqichi – *yashirin koagulyatsiya* deyiladi. Bu bosqichda

zarrachalar agregatlarga to‘planadi va ularni faqat mikroskop yordamidagina ko‘rish mumkin. Ikkinchi bosqichi aniq koagulatsiya bo‘lib, eritma loyqalanadi va rangi o‘zgaradi. Keyin bu bosqich sedimentatsiyaga o‘tadi. Shulse-Gardi zollarni koagullanishiga elektrolitlar ta‘sirini o‘rganib, elektrolitlarning koagullash ta‘siri kolloid zarrachalarining zaryadiga teskari bo‘lgan ion zaryadining kattaligiga bog‘liqligini aniqlab berdi. Ionlarning koagullash ta‘siri ularning zaryadlar sonining ko‘payishi bilan progressiv ravishda ortib boradi.

Liofob kolloid eritmalarida dispers faza va muhit molekulalari orasida kimyoviy moyillik mavjud bo‘lmaydi. Shuning uchun ularning hosil bo‘lishida uchinchi modda-elektrolit (stabilizator) ishtirok etadi. Stabilizator ionlaridan biri suvda erimaydigan cho‘kma sirtida Panet-Fayans qoidasi bo‘yicha tanlab adsorbsiyalanadi va unga bir xil zaryad hamda barqarorlik beradi.

Kolloid eritmalarining turg‘unligi dispers sistemalarning muhim va murakkab xossalariidan biridir. Kolloid eritmalarining dispers fazalarining umumiy sirt yuzasi katta bo‘lganligi sababli ularning sirt yuza erkin energiya qiymati yuqori bo‘ladi, shu sababli kolloid eritmalar har qanday termodinamik sistema singari o‘z energiya qiymatini kamaytirishga intiladi. Bu esa dispers fazalarning o‘zaro qo‘shilib yiriklashuvi orqali amalga oshadi.

Yirik agregatlarni og‘irlik kuchi ta‘sirida cho‘kmaga tushishi *sedimentatsiya* deyiladi. Koagulatsiya jarayonini quyidagi omillar tezlashtiradi:

- mexanik ta‘sir
- haroratning ta‘siri
- ozgarmas elektr toki ta‘siri
- elektrolitlarni qo‘shish.

19.6. Kolloid eritmalarining tibbiyotdagi ahamiyati

Kolloid eritmalar tibbiyotda katta ahamiyatga ega. Qon, limfa, orqa miya suyuqligi, hujayra protoplazmasi va boshqa biologik

suyuqliklar kolloid eritmalaridir. Ular kolloid holatdagi ko'pgina moddalarni o'z ichiga oladi, masalan, fosfatlar, yog'lar, lipidlar va boshqalar. Ko'pgina oziq-ovqat mahsulotlari, yuvish vositalari ham kolloid eritmalaridir.

Dorishunoslik sanoatida ko'p dori-darmonlar kolloid holatda ishlab chiqariladi. Masalan, burunga tomiziladigan tomchi dorilar (kollargol va protargol) kolloid holatdagi kumushning zolidir. Go'sht va go'sht mahsulotlari, suzma, pishloq, non mahsulotlari ham kolloid sistemalariga misol bo'ladi.

Koagullanish va peptizatsiylanish jarayonlari odam organizmi-da muhim ahamiyatga ega, chunki hujayra kolloidlari va biologik suyuqliklar doimo elektrolitlar ta'siri ostida bo'lganligi uchun ularning koagullanish ehtimolligi juda katta. Shulise-Gardi qoidasiga muvofiq a'zolaridagi fizikaviy va kimyoviy sharoitlarni doimiy tutish uchun elektrolitlarning konsentratsiyasiningiz emas, balki sifat jihatidan tarkibini ham doimiy tutish zarur. Haqiqatan ham izotonik eritma NaCl dan emas, balki shu konsentratsiyadagi ko'p zaryadli ionlardan (masalan, $MgSO_4$) tayyorlansa, ikki zaryadli ionlarning koagullash ta'siri NaCl ga qaraganda kuchliroq bo'lganligi uchun qon koagullanib, hayot to'xtagan bo'lar edi.

Kolloid sistemalarning barqarorligini ta'minlash uchun, ular tozalanishi kerak. Bu usullardan dializ, elektrodializ va gelfiltratsiya usullari tibbiyotda biologik suyuqliklarni tozalash uchun qo'llanadi.

Uzoq muddat saqlash kerak bo'lgan zollarni olishda kolloid himoya keng qo'llaniladi. Ko'p dori-darmonlar shunday zollar qatoriga kiradi. Kollargol va protargollarni tayyorlashda jelatindan himoyalovchi modda sifatida foydalaniladi.

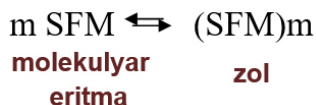
19.7. Kolloid sirt faol moddalar va ularning xossalari

Kolloid kimyo dispers sistemalarning fizik-kimyosini o'rganish bilan birgalikda sirt faolligi, sirt taranglik koeffitsiyenti va ularga ta'sir etuvchi omillar bilan, shu jumladan, sirt faol moddalar, yuqori

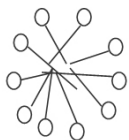
molekular birikmalar kabi moddalarning fizik-kimyosi bilan ham shugʻullanadi.

Eritmalarning sirt tarangligini kamaytiruvchi moddalar, *sirt-faol moddalar* deb nomlanadi. Ularning oʻziga xos xususiyatlaridan biri ularning *difilligidir*, yaʼni bir vaqtning oʻzida ham qutbli, ham qutbsiz guruhlarni tutishi. Oʻzida yettitagacha uglerod atomini tutgan sirt faol moddalar (spirtlar va karbon kislotalar) qutbli erituvchida molekular eritma hosil qilib eriydi, uglerod atomlarining soni yettitadan koʻp boʻlsa – kichik konsentratsiyalarda molekular eritmalar, yuqori konsentratsiyalarda mitsellyar eritmalar hosil qiladi va bunday eritmalar kolloidli *SFM eritmaları* deb ataladi. Kolloid SFM zollari oʻzini xuddi liofil tabiatli zol kabi tutadi. Bunday oʻxshash xususiyatlarga sovun eritmasi, yuqori molekular karbon kislotalar, tannid, pektin, umuman olganda oqsil va yogʻlar qatoriga kiradigan moddalar ham kiradi.

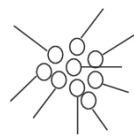
SFM kichik konsentratsiyalarda molekular eritmalarning xususiyatlariga ega. Yuqori konsentratsiyalarda esa molekularlar agregatlashib, mitsellalarni hosil qiladi. Kolloid sirt faol moddalar koʻpik hosil qilish, yuvish, solubilizatsiya xususiyatlariga ega boʻladi. Ularda eritma hosil boʻlishi bilan sirt tarangligi va elektr oʻtkazuvchanligi kamayishi kuzatiladi, qovushqoqligi oshadi va h.k. SFM ning yetarli darajada mitsellalar hosil qilinishi kuzatila boshlaydigan eng kichik konsentratsiyasi mitsella hosil boʻlishining kritik konsentratsiyasi deb nomlanadi -MKK. Bu holatga quyidagi tenglik toʻgʻri keladi:



Molekularlar suvda agregatlanganda sferik mitsellalar hosil boʻladi, ularning molekularlarining uglevodorod zanjiri mitsellaning ichiga yoʻnalsa, qutbli guruhlari esa tashqariga qarab turadi. Organik eritmalarda esa shuni aksi:



Suvda



Organik eritmalar

SFM larning o'ziga xos xususiyatlari – bu ularning *yuvish, ko'pik hosil qilish va solubilizatsiyalash* (suvli mitsellyar eritmalarida organik moddalarni erishi) xususiyatlaridir. Yuvish va ko'pik hosil qilish xususiyatlari xalq xo'jaligida ahamiyatga ega bo'lsa, ularning solyubilizatsiyalash xususiyatlari dori preparatlarni ishlab chiqarishda katta ahamiyatga ega.



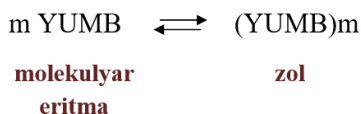
Solyubilizatsiya jarayonining sxemasi

O'z tarkibida SFM ni saqlaganligi uchun, dori darmon preparatlari tanlab ta'sir etadi. Masalan, aspirin qonni suyultiradi, lekin me'da shirasining kislotaligini oshiradi, shuning uchun u ichak devorlaridan so'rilishi maqsadga mufoviqdir. Bu tanlash xususiyatini dori tarkibiga kiruvchi sirt faol moddalar beradi. Ular solibilizatsiyalash xususiyatlarini namoyon etganda mitsellalar o'zining ichki qismiga organik modda molekulalarini qamrab olib, dori moddani qutbsiz muhit – ularni erish joyiga yetkazib beradi.

Yuqorimolekular birikmalarning eritmaları (YUMB). YUMB eritmaları, shuningdek, biopolimerlar ham kolloid eritmalarining hamma xususiyatlariga ega. YUMB eritmalarining zollarga o'xshashligi, YUMB va mitsellalarning kattaligi bir xilligida. Po-

limer eritmalariga, zollarga o'xshab, zarrachalar diffuziyasining tezligi kichikligi, yarimo'tkazuvchi membranadan o'tmasligi xosdir.

Polimerning yaxshi erituvchida erigan suyultirilgan eritmasi kichik molekular massaga ega bo'lib, gomogen molekular eritmani hosil qiladi. Polimer makromolekulalarining konsentratsiyasini ortishi uni yoki globulaga o'ralishiga yoki, yoki bir nechta makromolekulalardan agregat hosil bo'lishiga olib keladi. Bu jarayonning ikkilasi ham yangi faza, ya'ni mitsellalar hosil bo'lishiga olib keladi. Polimerlar eritmada mitsellalar holatida bo'ladi, va shuning uchun oddiy zol xususiyatini namoyon qiladi. Bunday zolning agregativ barqarorligi, mitsella hosil bo'lishida polimerning qutbli va qutbsiz guruhleri makromolekula – muhit chegarasida ma'lum tartibda joylashishidir. Shuning hisobiga mitsella atrofida solvat qobiq hosil bo'ladi. Bu jarayon sirt faol moddalardan mitsella hosil bo'lishiga o'xshab ketadi. Shunday qilib, YUMB larning eritmalarida makromolekulalar va ular agregatlari mitsellalar o'rtasida SFM lar eritmasidagidek muvozanat qaror topadi:



YuMB eritmalarining xossalari. Oddiy sharoitda YuMB lar eritmaları, o'zining xususiyatlariga ko'ra kolloid eritmalariga yaqinlashadi va ularni termodinamik barqaror liofil kolloid sistemalar sifatida ko'rish mumkin. Ularning zarrachalari kattaligi kolloidlarning disperslik darajasiga (10^{-6} – 10^{-7} sm) to'g'ri keladi.

Bu zarrachalar zol zarrachasiga o'xshab dializda yarimo'tkazgich membrana bilan ushlanib qoladi, diffuziya tezligi past, ba'zi tashqi ta'sirlar ostida koagullanib ham qoladi. Erish jarayoni esa chin eritmalar hosil bo'lish mexanizmi bo'yicha borib termodinamik barqaror sistema hosil bo'ladi. Shuning uchun, yuqorimolekular moddalarni kolloid va chin eritmalar o'rtasidaga oraliq holat deb ham ta'riflash mumkin.

Oqsillar, nuklein kislotalar, polisaxaridlar organizmning tuzilish birliklari bo'lib, yuqorimolekular moddalarning barcha xususiyatlariga ega bo'ladi. Shuning uchun ularni o'rganishda YuMB larning barcha xossalariiga asoslanish zarur. Bu ularning eritma hosil qilishda bo'kishi, eritmalarining qovushqoqligi, tuzlanishi, jele hosil qilishi, koat servantlar hosil qilishi va boshqalardir.

YuMM eritmalarining qovushqoqligi. Eritmalarining qovushqoqligi – bu eritma molekulalarining ichki ishqalanish kuchini baholovchi kattalikdir. Bu kattalik eritma tarkibini tashkil qiluvchi moddalar bir biriga nisbatan qaysi darajada erkin harakatlanayotganini ko'rsatadi.

Agregativ barqarorlikka ega suyultirilgan dispers sistemalarda (chin eritmalarda) zarrachalar harakati mutlaqo erkin bo'ladi, bu degani ular ma'lum strukturaga ega bo'lmaydi. Umuman qovushqoqlikka ega bo'lmagan sistemalar bo'lmaydi. Barcha eritmalar qanchadir darajada bo'lsa ham qovushqoqlikka egaligini I.Nyuton o'rgangan va bunday sistemalar *Nyuton* sistemalari deyiladi. Ularning qovushqoqligi Eynshteyn qonuni bilan tushintiriladi: *Dispers sistemaning (zol, suspenziya) qovushqoqligi dispers faza miqdori oshishi bilan ortadi*. Strukturalashgan kolloid sistemalar Eynshteyn qonuniga bo'ysinmaydi. Ularning qovushqoqligi Eynshteyn qonuniga bo'ysinmasdan, dispers faza zarrachalari ortishidan ilgarilab ketadi. *YuMM* eritmaları ham Nyuton suyuqliklari qatoriga kirmaydi. Qon ham kolloid eritma bo'lganligi uchun Nyuton suyuqliklari qatoriga kirmaydi.

Qonning yana bir asosiy ko'rsatkichlaridan biri – bu uning suyuqlik (oquvchanlik) darajasidir. Suyuqliklarning oquvchanligi bilan bog'liq xossalariini fizikaning *reologiya* degan sohasi o'rganadi.

Reologiya – (grekcha rheos - oqim va logos – o'rganish) ya'ni moddalar eritmalarida deformatsiyalanish va qovushqoqlikni, shu qatorda ularning elastikligi, plastikligini o'rganishdir.

Dispers sistemaning tuzilishi va reologik xossalarini o'rganishdagi asosiy omillar – bu dispers faza zarrachalari konsentratsiyasi va zarrachalar ta'sirlashuvi energiyasi.

Qon – Nyuton suyuqligi emas deb ta'kidladik. U shakliy elementlarning suyuqlikda ya'ni plazmadagi strukturalashtirilgan eritmasi. Shakliy elementlarning asosiy qismi eritrotsitlar bo'lgani uchun, qon – bu eritrotsitlarning fiziologik eritmadagi suspenziyasidir. Eritrotsitlarning asosiy xususiyatlaridan biri – bu ularning agregatlar hosil qilishga intilishi. Shuning uchun qonning qovushqoqligi ancha yuqori qiymatlarga ega. Yo'g'on tomirlarda qonning qovushqoqligi oddiy holatda $\eta_{qon} = (4.2-6) \cdot \eta_{suv}$; anemiyada $\eta_{anem} = (2-3) \cdot \eta_{suv}$; politsitemiyada $\eta_{pol} = (15-20) \cdot \eta_{suv}$. Plazmada $\eta_{pl} = 1.2 \cdot \eta_{suv}$. Suv uchun $\eta_{suv} = 0,01$ Puaz (1 Puaz = 0,1 Pa · s). Harorat pasayishi bilan har qanday suyuqlikning qovushqoqligi oshadi. Qonning qovushqoqligi harorat 37° dan 17° gacha pasayganda 10% ga oshadi.

YUMB eritmalarining turg'unligi

Ma'lum sharoitda YuMB eritmalarida zollarga o'xshab zarrachalarning yiriklashishi – koagullanish kuzatiladi. Lekin zollardan farqli ravishda YuMM larning yashirin koagullanish jarayoni sekin va uzoq o'tadi. Ba'zida aniq koagullanishga o'tmasdan ham *tuzlanish va jele holatiga o'tish* boshlanadi.

Tuzlanish – erigan moddani oz miqdorda qo'shilgan neytral tuzlar ta'sirida cho'kish. Kolloidlarni cho'ktirish uchun juda oz miqdorda elektrolit kerak bo'lsa (mmol/l), YUMB ni cho'ktirish uchun deyarli to'yingan elektrolit eritmasi kerak bo'ladi. YUMB eritmasidan tuzlanish yo'li bilan moddani cho'ktirish zollarni koagullanishidan katta farq qiladi.

Tuzlanishning sababi YUMB makromolekulalari va erituvchi o'rtasidagi solvat bog'lar uzilishi bilan bog'liq. Bu jarayon desolvatlanish deb nomlanadi. Bu YUMB ning eruvchanligi sekin-asta pasayishi va oxirgi oqibat cho'kishga olib keladi. Elektrolitning tuzlantirish ta'siri uning ionlarini solvatlanish darajasi bilan to'g'ri-

dan-to'g'ri bog'liq. YUMB ning koagullanishini elektrolitning ikkala ioni ham chaqiradi. Tuzlanishga nafaqat elektrolit ionlari, balki har qanday erituvchi va YUMB ning eruvchanligini kamaytiruvchi moddalar olib keladi. Masalan, atseton va spirt jelatinni suvli eritmasidan osonlik bilan cho'ktiradi, chunki ular suv bilan osonlikcha bog'lanib jelatin zarrachalarini suvsizlantiradi. Tuzlantirish qobiliyati bo'yicha elektrolitlar liotrop qatorga joylashtiriladi:

Anionlar qatori:



Kationlar qatori:



Ionlarni tuzlantirish xususiyati keltirilgan qatorlarda chapdan o'ngga kamayib boradi. Ba'zida YuMB ni uni eritish xususiyati kamroq bo'lgan suyuqlik quyib ham cho'ktirishadi. Bitta polimerning eruvchanligi makromolekulalari uzunligiga bog'liq. U qanchalik uzun bo'lsa, eruvchanligi shuncha kam bo'lib, cho'kishi shuncha oson bo'ladi. Polimerlarning shu xususiyatini polidispers sistemalarni tahlilida ishlatishadi. Ko'pincha YuMB ning aniq koagullanishi *jele hosil bo'lishi* bilan boradi. Bunda cho'kma hosil bo'lmay butun sistema bor hajmida *jele* holatiga o'tadi.

Jele va jele hosil bo'lish jarayoni atrof-muhitni o'rganishda katta ahamiyatga ega. Go'sht, tvorog, qatiq, kisel, marmelad jele holatidagi oziq-ovqatlardir. Harorat, pH o'zgarishi, tuzlar ta'sirida koagullanishning yana o'ziga xos turi *koatservatlar hosil bo'lishi* yuz beradi.

Koatservatlanishning tuzlanishdan farqi shundan iboratki, cho'kma hosil bo'lmasdan, sistema ikki fazaga bo'linadi. Bu fazalarning biri YuMB ning erituvchidagi eritmasi bo'lsa, ikkinchisi erituvchining YuMB dagi eritmasidir. YuMB miqdori ko'proq bo'lgan eritma tomchilarga aylanib, yiriklashib boradi. Koatservatlanishning ahamiyati mikrokapsulalar ishlab chiqarish texnologiyasi bilan keng rivojlana boshladi. Masalan, farmatsevtikada dori moddalarni atrofda ta'sirlardan chegaralash uchun ishlatishadi.

Dorining qobig'i uning ustida adsorblangan koatservatlangan polimer tomchilaridan iborat.

19.8. Kolloid himoya

Kolloid eritmalarga elektrolit qo'shish orqali koagullanish chiqirishdan avval sistemaga SFM qo'shilishi 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, "himoya" 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 himoya" deb ataladi. "Kolloid himoya" ning miqdoriy belgisi sifatida zolni "himoyalash soni" tushunchasi kiritilgan bo'lib, oltin zoli uchun "oltin son", temir zoli uchun "temir son", kumush zoli uchun "kumush son" deyiladi va h. k.. Masalan, oltin son tushunchasi quyidagi ta'rifga ega: 10 ml oltin zolini 1 ml 10 % li NaCl eritmasining koagullovluchi ta'siridan (zol rangini qizildan ko'kka o'zgartirishidan) saqlab qoladigan moddaning milligramm miqdori "oltin son" deb ataladi.

Oltin zolini koagullanishdan himoyalash maqsadida turli moddalardan foydalanish mumkin. Himoyalash qiymati moddaning xususiyatiga bog'liq. Olingan natija qiymati kichik bo'lsa, moddaning himoyalash xususiyati yuqori bo'ladi.

Jumladan quyidagi keltirilgan qatorda oltin zolini eng katta himoyalash xususiyatiga jelatin (eng kichik "oltin son" qiymatiga ega) va eng kichik himoyalash 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).

Organizm sharoitda himoyalovchi vazifasini oqsillar bajaradi. Fiziologik jarayonlarda himoyalash juda katta ahamiyatga ega. Masalan, oqsillar qonda qiyn eriydigan kalsiy fosfati va karbonatini disperslangan holda ushlab turadi. Ba'zi bir kasalliklarda himoyalovchi moddalar konsentratsiyasi kamayib ketib tuzlarning cho'kishiga (buyraklarda, jigarda, bo'g'inlarda tuzlar yig'ilishiga) olib keladi. Ko'pchilik dori moddalar himoyalangan zollar ko'rinishida ishlab chiqariladi (kollargol, protargol va boshqalar.).

Dag'al dispers sistemalar:

Dag'al dispers sistema zarrachalarining kattaligi 100 nm dan katta yoki 10^{-7} dan 10^{-4} m gacha bo'ladi. Ular qatoriga emulsiyalar, suspenziyalar va aerozollar (tuman, chang, tutun kukunlar) kiradi. Dag'al dispers sistemalar ko'rinishida, tibbiyotda keng qo'llaniladigan, farmatsevtik mahsulotlar ishlab chiqariladi.



Tuman



Ko'pik



Sut



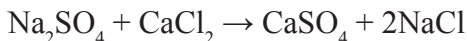
Pemza



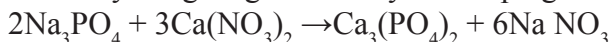
Gel

Vaziyatli masalar

1-masala. $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ tibbiyotda gips bog'lovlar sifatida keng qo'llanadi. CaSO_4 mitsellasi tuzilishini Na_2SO_4 va CaCl_2 ortiqcha olingandagi holatlar uchun yozing va granula zaryadini aniqlang



2-masala. Quyidagi reaksiya bo'yicha $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ va Na_3PO_4 eritmaları ortiqcha qo'shilishidan hosil bo'lgan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ kolloid zarracha tuzilishini yozing va granula zaryadini toping.



Bilimni sinab ko'rish uchun testlar

1. Dispers faza suyuqlik, dispers muhit gaz bo'lsa bunday dispers sistema qanday nomlanadi?

A) Aerosol; B) Suspenziya; D) Emulsiya; E) Ko'pik.

2. Dispers faza qattiq, dispers muhit gaz bo'lgan dispers sistemani ko'rsating?

A) Tutun; B) Suspenziya; D) Emulsiya; E) Ko'pik.

3. Dispers faza suyuq, dispers muhit suyuq bo'lgan dispers sistemani ko'rsating?

A) Emulsiya; B) Suspenziya; D) Qotishma; E) Ko'pik.

4. Dispers faza qattiq, dispers muhit suyuq bo'lgan dispers sistemani ko'rsating?

A) Suspenziya; B) Emulsiya; D) Qotishma; E) Gel.

5. Kolloid dispers sistemalarning o'lchamlari qanday kattalikda bo'ladi.

A) $10^{-7} - 10^{-9}$ m; B) $10^{-6} - 10^{-10}$ m;
D) $10^{-1} - 10^{-3}$ m; E) $10^{-2} - 10^{-8}$ m.

6. Keltirilgan mitselladan qarshi ionni ko'rsating

$[(AgJ)m. nJ^- (n-x)K^+]-x. xK^+$

A) $(n-x) K^+$ B) nJ^- D) xK^+ E) $(AgJ)m$

7. Keltirilgan mitselladan diffuzion qavatni ko'rsating

$[(As_2S_3)m. nHS^- . (n-x)H^+]-x. xH^+$

A) xH^+ B) $(As_2S_3) m$ D) nHS^- E) $nHS^-(n-x)H^+$

8. Quyidagi mitsella tuzilishidan adsorbsion qavatni ko'rsating.

$[(Fe(OH)_3)m. nFeO^+ . (n-x)Cl^-]+x. xCl^-$

A) $(n-x)Cl^-$ B) xCl^-

D) $nFeO^+ . (n-x)Cl^-$ E) $(Fe(OH)_3) m$

9. Aerosolda dispers faza qanday holatda bo'ladi?

A) Suyuq; B) Gaz; D) Qattiq; E) Dag'al.

10. Aerosolda dispers muhit qanday holatda bo'ladi?

A) Gaz; B) Suyuq; D) Qattiq; E) Dag'al.

MUNDARIJA

<i>Kirish</i>	3
---------------------	---

I. Bioanorganik kimyo. Kimyoning asosiy tushunchalari va asosiy qonunlari.

Materiya va energiya	6
1.1. Materiya va energiya	7
1.2. Kimyoda atom – molekular ta’limot	12
1.3. Kimyoning asosiy tushunchalari	15
1.4. Kimyoviy formulalar	16
1.5. O’lchov birliklarning metrik sistemasi	17
1.6. Kimyoning asosiy miqdoriy qonunlari.....	19

II. Atom tuzilishi. Molekula tuzilishi. Kimyoviy bog’lanishlar turlari. D.I.Mendeleyevning

davriy qonuni	32
2.1. Atom tuzilishi	33
2.2. Atom yadrolarining tarkibi. Izotoplar	35
2.3. Atom elektron qobiqlarining tuzilishi	37
2.4. Molekulaning tuzilishi. Kimyoviy bog’lanishlar turlari	41
2.5. Ion bog’lanish	42
2.6. Ko’p atomli ionlar.....	44
2.7. Kovalent bog’lanish	45
2.8. Donor-akseptor bog’lanish	49
2.9. Kovalent bog’ning xossalari	50
2.10. Vodород bog’lanish	52
2.11. Metall bog’lanish	53
2.12. D.I. Mendeleyevning davriy jadvali	54

III. Yadro kimyosi.....**66**

3.1. Yadro reaksiyalari.....	68
3.2. Radioaktiv izotoplarni hosil qilish.....	72
3.3. Radiatsiyaning biologik ta’siri	74

3.4. Radiatsiyadan himoyalaniish	75
3.5. Nur kasalligi	79
3.6. Radioaktivlikni tibbiyotda ishlatilishi	79

IV. Biogen elementlar kimyosi88

4.1. Biogen elementlar	89
4.2. Biogen elementlarning sinflanishi	91
4.3. Biosfera va biogeokimyo. V.I.Vernadskiy ta'limoti.	92
4.4. Biogen elementlarning odam organizmida taqsimlanishi (topografiyasi)	93
4.5. Bioelementlarning ba'zi vakillarining odam organizmida bajaradigan asosiy vazifalari	97
4.6. Bioelementlarning antagonistik va sinergistik o'zaro ta'sirlashuvi.....	113
4.7.Tarkibida biometall saqllovchi dorivor moddalar va ularning tibbiyotda qo'llanishi.....	114

V. Noorganogen elementlar119

5.1. Noorganogen elementlarning ba'zi vakillarining odam organizmiga ta'siri.....	120
5.2. Tarkibida noorganogen metall saqllovchi dorivor moddalar va ularning tibbiyotda qo'llanishi.....	131

VI. Analitik kimyo135

6.1. Sifat analizi usullari.....	136
6.2. Analitik reaksiyalar va ularga qo'yiladigan talablar	139
6.3. Eritmani bo'lib-bo'lib va sistematik analiz qilish	140
6.4. Ionlarning analitik gruppalariga bo'linishi.....	141
6.5. Biogen elementlar kationlarining sifat reaksiyalari	142
6.6. Noorganogen elementlar ionlarining sifat reaksiyalari.....	151

VII. Eritmalar. Eritmalar konsentratsiyasini ifodalash usullari160

7.1. Eritmalar	161
7.2. Eritmalarning hosil bo'lishi	167
7.3. Elektrolitlar va noelektrolitlar.....	169

7.4. Eruvchanlik va eruvchanlikka ta'sir etuvchi omillar.....	171
7.5. Cho'kish va erish jarayonlari.....	174
7.6. Eritma konsentratsiyasini SI sistemasida ifodalash usullari.....	180

VIII. Eritmalarning kolligativ xossalari.

Osmos hodisasi.....	186
8.1. Eritmalarning kolligativ xossalari.....	187

IX. Biosistemalarda kislota-asos muvozanati.

Bufer sistemalar	205
9.1. Biosistemalarda kislota-asos muvozanati	206
9.2. Brensted-Lourining kislota va asoslar protolitik nazariyasi.....	208
9.3. Suvning ion ko'paytmasi. Vodorod ko'rsatkichi	216
9.4. Bufer sistemalar	221
9.5. Bufer sistemaning pH qiymati.....	224
9.6. Bufer sistemaning ta'sir mexanizmi.....	225
9.7. Qondagi bufer sistemalar	228

X. Kompleks birikmalar

10.1. Kompleks birikmalar.....	236
10.2. Kompleks birikmalarning sinflanishi.....	242
10.3. Kompleks birikma eritmalaridagi muvozanat.....	248

XI. Analitik kimyo. Miqdoriy analizga kirish

11.1. Titrimetrik analizga kirish.	
Analitik kimyoning miqdoriy analiz usullari	254
11.2. Titrimetrik analiz mohiyati va turlari.....	257
11.3. Titrimetrik analizda ishlatiladigan jihozlar	262

XII. Kislota -asosli titrlash usuli

12.1. Kislota -asosli indikatorlar	267
12.2. Titrlash egri chizig'i. Indikator tanlash	273
12.3. Alkalimetriya usuli.....	278
12.4. Atsidimetriya usuli.....	282

XIII. Oksidimetriya usullari287

13.1. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari	288
13.2. Biologik sistemalarda boradigan (in vivo) oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari.....	289
13.3. Oksidimetrik titrlash usullari.....	291

XIV. Ichki kompleks birikmalar.

Kompleksonometriya usuli300

14.1. Ichki kompleks birikmalar	302
14.2. Kompleksonometrik titrlash	306
14.3. Suvning qattiqligi va uni yo'qotish usullari.....	309

XV. Kimyoviy termodinamika314

15.1. Organizmda energiya va modda almashinuvining o'zaro bog'liqligi.....	315
15.2. Energiya	318
15.3. Termodinamikaning asosiy tushunchalari.....	319
15.4. Termodinamikaning birinchi qonuni	323
15.5. Termokimyoviy hisoblashlar. Gess qonuni.....	326
15.6. Entropiya. Termodinamikaning ikkinchi qonuni...	331
15.7. Termodinamik potentsiallar.....	338
15.8. Termodinamika va tirik organizmda ketadigan jarayonlar	340

XVI. Kimyoviy kinetika.....345

16.1. Kimyoviy reaksiya turlari	346
16.2. Ekzotermik va endotermik reaksiyalar	349
16.3. Kimyoviy reaksiya tezligi	352
16.4. Reaksiyaning molekularligi va tartibi	361
16.5. Kimyoviy muvozanat	367

XVII. Elektrokimy o asoslari377

17.1. Elektrolit eritmalarining elektro'tkazuvchanligi	378
17.2. Konduktometrik usul bilan elektrolitlarning dissotsiatsiylanish darajasi va konstantasini aniqlash.	383
17.3. Konduktometrik titrlash.....	386

17.4. Elektrod potensialning vujudga kelishi va uning turlari.....	389
17.5. Oksidlanish-qaytarilish potentsiali	394
17.6. Diffuziya potentsiali	400
17.7. Membrana potentsiali	401
17.8. Potensiometrik titrlash.....	402

XVIII. Sirt hodisalari. Adsorbsiya. Xromatografiya ...407

18.1. Suyuqlik sirtidagi adsorbsiya	410
18.2. Qattiq adsorbentdagi adsorbsiya	414
18.3. Ion almashtirish va tanlangan adsorbsiya	418
18.4. Xromatografiya	421

XIX. Dispers sistemalar. Kolloid eritmalar431

19.1. Dispers sistemalar va ularning turlari.....	432
19.2. Kolloid eritmalar olish usullari	437
19.3. Kolloid eritmalarini tozalash usullari.....	439
19.4. Kolloid birikmalar mitsellasining tuzilishi.....	447
19.5. Kolloid eritmalarining xossalari.....	449
19.6. Kolloid eritmalarining tibbiyotdagi ahamiyati	451
19.7. Kolloid sirt faol moddalar va ularning xossalari....	452
19.8. Kolloid himoya	459

**N.T. Alimxodjayeva, X.S. Tadjiyeva
Z.A.Ikramova, G.G. Suleymanova**

TIBBIY KIMYO

1-qism Bioorganik kimyo

Darslik

Muharrirlar: *Gulnora Rahmonberdiyeva,
Xudoyberdi Po'latxo'jayev*

Rassom: *Jamila Po'latxo'jayeva*

Sahifalovchilar: *Zohidxo'ja Po'latxo'jayev
Egamberdi Jabborov*

Musahhih: *Dilnoza Jabborova*

Nashr. lits. AI № 003. 20.07.2018-y.

Bosishga ruxsat 26.08.2019-yilda berildi.

Bichimi 60x84 1/16. Ofset qog'ozi №2.

“Times” garniturası. Shartli b.t. 29,0. Nashr hisob t. 29,25.

Adadi 700 dona. 17-buyurtma.

“Ijod-Print” nashriyoti
100011, Toshkent, Shayxontoxur tumani, Navoiy 30-uy.

MChJ «IPAK YO‘LI POLIGRAF» bosmaxonasida chop etildi.
Toshkent shahri, 100170, Avayhon ko‘chasi, 98 uy.