

O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta‘lim vazirligi

O‘zbekiston Respublikasi Sog‘liqni saqlash vazirligi

N.T.OLIMXO‘JAYEVA

BIOANORGANIK VA FIZKOLLOID KIMYO

*O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta‘lim vazirligi
tomonidan tibbiyot oliy o‘quv yurtlari talabalari uchun
o‘quv qo‘llanmasi sifatida tavsiya etilgan*

«O‘zbekiston milliy ensiklopediyasi»

Davlat ilmiy nashriyoti

Toshkent 2005

Olimxo'jayeva Nazira Tillaxo'jayevna.

- O49 **Bioorganik va fizkolloid kimyo:** tibbiyot oliy o'quv yurtlari talabalari uchun o'quv qo'llanmasi / N.T.Olimxo'jayeva; O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi, O'zbekiston Respublikasi Sog'liqni saqlash vazirligi. — T.: «O'zbekiston milliy ensiklopediyasi» Davlat ilmiy nashriyoti, 2005. — 368 b.

BBK24.11ya73+24.6ya73

Taqrizchilar: **A.G'.Maxsumov** — kimyo fanlari doktori, professor.
S.Z.Orifjonov — kimyo fanlari nomzodi, dotsent.

Olimxo'jayeva Nazira Tillaxo'jayevna

kimyo fanlari nomzodi, dotsent

BIOANORGANIK VA FIZKOLLOID KIMYO

O'quv nashri

«O'zbekiston milliy ensiklopediyasi»

Davlat ilmiy nashriyoti

Muharrirlar: *R.Ma'rupov, H.Zokirov*

Badiiy muharrir *A.Burxonov*

Texnik muharrir *M.Alimov*

Sahifalovchi *Sh.Rahimqoriyev*

Bosishga 2005-yil 10.10 da ruxsat etildi. Bichimi 60×90^{1/16}, Times garniturası.
Ofset bosma usulida bosildi. Shartli b. t. 23,0. Nashriyot hisob tabog'i 26,61.
Adadi 3000 nusxa. BuyurtmaA-304Bahosi shartnoma asosida.

O'zbekiston Matbuot va axborot agentligining «O'zbekiston» nashriyot-matbaa ijodiy uyida chop etildi. Toshkent, 700129, Navoiy ko'chasi, 30.

O 1704000000-11 2005
358-2005

ISBN 5-89890-106-X

© «O'zbekiston milliy ensiklopediyasi»
Davlat ilmiy nashriyoti, 2005.

SO'ZBOSHI

Bioanorganik va fizkolloid kimyo fanini tibbiyot oliy o'quv yurti talabalari birinchi o'quv yili davomida o'rganadilar. Bu fan quyidagi asosiy bo'limlarni o'z ichiga oladi:

1. Bioanorganik kimyoni biologik sistemalarga qo'llashning nazariy asoslari.
2. Biogen elementlar kimyosi.
3. Biologik obyektlar, dori preparatlarining sifat va miqdoriy analiz asoslari.
4. Biofizik kimyoni biologik sistemalarga qo'llashning nazariy asoslari.
5. Fizkolloid kimyoni biologik sistemalarga qo'llashning nazariy asoslari.
6. Kimyoviy jarayonlarning issiqlik effekti.
7. Kimyoviy termodinamika.
8. Kimyoviy kinetika.

Bu o'quv qo'llanma bioanorganik va fizkolloid kimyoni o'rganadigan tibbiyot oliy o'quv yurti talabalariga yordam tariqasida tuzilgan. Qo'llanma talabalarning amaliy mashg'ulotlarga mustaqil tayyorlanishi uchun zarurdir.

Bioanorganik va fizkolloid kimyo kursining maqsadi: talabalarda kimyoviy jarayonlarni o'rganish asosida tirik organizmda kechadigan modda o'zgarishi mahsulotlarini oldindan sifat va miqdoriy aniqlash ko'nikmalarini fanning hozirgi zamon yutuqlari asosida shakllantirish. Shuningdek, kimyoning muhim nazariy bilimlarini sistemalashtirib, bu bilimlarni tirik organizmda borayotgan normal va patologik holatlardagi jarayonlarga qo'llay bilish va xulosalar chiqarishni o'rgatish.

Bioanorganik va fizkolloid kimyo kursini o'zlashtirish va kimyo fanining muhim nazariy bilimlarini sistemalashtirish natijasida:

Talaba quyidagilarni bilishi kerak:

1. Eritmalar haqidagi ta'limot, uning asosida elektrolit va noelektrolitlar xossalari baholash va uni biokimyoviy jarayonlar borishiga ta'sirini avvaldan belgilash; eritma tarkibini ifodalash usullari;

kislota va asoslarning protolitik nazariyasini qo'llagan holda, tirik organizmda kechadigan kislota-asos muvozanatlarini ko'rib chiqishni.

2. Oksidlanish-qaytarilish va cho'kish jarayonlari borishining asosiy qonuniyatlari, ularni biokimyoviy sistemalarda va dorivor moddalarning tibbiyotda ishlatilishida hosil bo'ladigan moddalarni bashorat qilishda qo'llashni.

3. Biomolekulalar hosil bo'lishi va tuzilishini o'rganishda atom tuzilish kvant-mexanika nazariyasi asoslarini, kimyoviy bog' hosil bo'lishini o'rganishda hozirgi zamon nazariyasidan foydalanishni.

4. Tirik organizmda metall ionlari va bioligandlar orasida hosil bo'lish ehtimoli ko'proq bo'lgan moddalarni bashorat qilishda kompleks birikmalarni reaksiyaga kirishish xususiyati hamda tuzilish nazariyasi asoslarini tatbiq qilish va ularning tibbiyotda qo'llanishini;

5. Elementlarni D.I. Mendeleyev davriy sistemasida joylashgan o'rniga qarab *s*-, *p*-, *d*- element birikmalarining tipik xossalarini, kimyoviy elementlarning biologik sistemalarda o'zgarish ehtimolini bashorat qilishni;

6. Biokimyoviy jarayonlarning yo'nalishi va borishini belgilaydigan kimyoviy jarayonlar termodinamikasiga taalluqli asosiy tushuncha va qonunlarni.

7. Kimyoviy kinetikaning asosiy qonunlarini biologik sistemalarga tatbiq qila olishni.

Bioanorganik va fizkolloid kimyo kursini o'zlashtirish natijasida:

Talaba quyidagilarni bajara olishi kerak:

1. Mustaqil ravishda o'quv va bildirgich adabiyotlardan foydalanish hamda ulardagi ma'lumotlarni namunaviy masalalarni yechishga va biologik sistemalarga tatbiq qilishni.

2. Muayyan birikma olish reaksiyasini o'tkazish uchun sharoit tanlashni.

3. O'tkazish mumkin bo'lgan kimyoviy jarayonlarni bashorat qilish va boradigan jarayonlar tenglamasini tuzishni;

4. Tibbiy preparatlar va biologik obyektlarni sifat va miqdor jihatdan analiz qilishda kimyoviy laboratoriya ishlarini zamonaviy usulda bajarishni;

5. Bajarilayotgan analizga referatlar tuzish va tibbiy amaliyotga tatbiq qilish uchun olingan natijalarni ilmiy asoslab berishni.

Qo'llanmada masalalar va ularning yechimlaridan namunalar keltirilgan, bu esa aniq masalalarni yechishda nazariy asoslarni tatbiq etishga yo'llanma bo'ladi. Ularni talqinidan so'ng savollarga javob berish, mashg'ulotlar muhokamasi, masalalar yechish va taklif etilgan laboratoriya ishlarini bajarishga o'tish tavsiya etiladi.

Mazkur qo'llanmaga qator yillar mobaynida Toshkent pediatriya tibbiyot institutida o'quv jarayonida bioorganik va fizkolloid kimyoni o'rganish uchun qo'llangan ishlar asos qilib olingan. O'quv qo'llanma tibbiyot instituti talabalarini «Bioorganik va fizkolloid kimyo» kursi bo'yicha o'qitilish programmasi asosida tuzilgan.

Qo'llanmani tuzishda bioorganik va fizkolloid kimyoni tibbiyotga moyil ko'rishda tuzishga alohida etibor berilgan.

I b o b

KIMYOVIIY LABORATORIYALARDA ISHLASH TARTIBI

Zamonaviy kimyoviy tekshirish usullari murakkab va turli-tuman. Ularning dastlabki bosqichi bionoorganik kimyo bo'yicha bajariladigan laboratoriya-amaliy mashg'ulotlaridir. Unda talabada laboratoriya asbob-anjomlari, idishlar bilan ishlashda dastlabki ko'nikmalar hosil bo'ladi hamda uncha murakkab bo'lmagan tajribalar o'tkaziladi.

Kimyoviy laboratoriyada ishlayotgan har bir talaba quyidagi qoidalarga qat'iy rioya qilishi kerak:

1. Laboratoriyadagi har bir ishlovchiga alohida ish joyi tayinlanadi, uni keraksiz narsalar bilan uyib tashlash, stolga papka, kitoblar va boshqa ortiqcha narsalar qo'yish mumkin emas. Ish joyida tartib va tozalikka rioya qilishi kerak.

2. Har bir laboratoriya ishidan oldin unga taalluqli nazariy materiallarni o'rganish kerak hamda yo'riqnoma bilan chuqur tanishib, noaniq savollarni aniqlangandan so'ng tajribani boshlash lozim. Har bir laboratoriya ishi alohida bajariladi.

3. Elektr quvvati, gaz, suv, reaktivlar tejamkorlik bilan ishlatilishi lozim. Tajribalar uchun modda eng kam miqdorda olinadi. Ishlatilmay qolgan yoki ortiqcha olingan reaktivlarni qayta idishga solish mumkin emas. Kam uchraydigan, qimmatbaho va zaharli modda qoldiqlarini laborantda saqlanadigan mahsus idishga to'kish lozim.

4. Ishlatilgandan so'ng barcha reaktiv va eritmalar saqlanadigan idish qopqog'ini yopib qo'ying, shu bilan birga qopqoqlarni almashtirib yubormang. Umumiy ishlatiladigan reaktivlarni o'z ish joyiga olib ketish man qilinadi. Reaktivlarni idishi bilan kitob va daftarlar ustiga qo'yish mumkin emas.

5. Laboratoriyada xalat kiyib ishlanadi, u yerda ovqat yeyish, chekish va baland ovozdagi gaplashish qat'iy man etiladi.

6. Ishni tugatgandan so'ng foydalanilgan idishlarni yuvib qo'yish, ish joyini tozalash, gaz, suv, elektr asboblarni o'chirib qo'yish zarur.

Hamma o'tkazilgan laboratoriya ishlarining natijalari laboratoriya jurnaliga yoziladi. Unda ana shu ishni bajarish uchun zarur bo'lgan nazariy ma'lumotlar, kuzatishlar yoziladi, reaksiya tenglamalari, hisoblar, savollarga javoblar, masalalar yechimi, analizning ilmiy asoslangan natijalari qayd etiladi. Jurnalidagi yozuv tartibli bo'lishi va aniq yozilishi kerak-ki, bu ish bilan tanish bo'lmagan kimyogar ham uni o'qib tajriba qanday bajarilganligi, unda nimalar kuzatilganligi, bajaruvchi qanday xulosaga kelganligi haqida aniq ma'lumotlarga ega bo'la olishi kerak. Laboratoriya jurnalini analiz olib borish mobaynida to'ldirib borish, tajriba bayonida raqamlarni o'zgartirish lozim bo'lsa, ustiga chizib yoniga qayta yozish lozim.

Kimyoviy laboratoriyalarda ishlashda texnika xavfsizligi qoidalari

Tajribani qo'llanmada yozilishi bo'yicha olib borish lozim. Qizdirilayotgan kolba va probirka og'zini o'zingizga va yoningizda ishlayotgan talabaga qaratmang. Jarayon (reaksiya) borayotgan idish og'ziga engashib qarash mumkin emas.

Tez alanga oluvchi moddalar bilan ishlayotganda olovdan uzoqda bo'lish kerak.

O'yuvchi, zaharli va hidi o'tkir moddalar bilan bajariladigan ishni mo'rkonli javon ichida bajarish kerak. Konsentrlangan kislotaga va ishqorlar ham shu yerga qo'yiladi. Ularning qoldig'ini chig'anoqqa to'kmang, balki maxsus ajratilgan idishga quyung. Zaharli gaz yoki bug' ajralib chiqishi bilan bog'liq barcha ishlar mo'rkonli javon ichida bajariladi.

Iссиq idish va asboblarga maxsus taglikka qo'yiladi. Yuz va qo'llarga kislotaga tekkingda avval kuchli suv oqimida, so'ngra ichimlik sodasining kuchsiz eritmasida yuviladi; teriga ishqor tekkingda avval suv bilan, so'ngra suyultirilgan sirkaga kislotaga eritmasi bilan yuviladi.

Iссиq jism va kimyoviy moddalardan kuyganda kuygan joyga kaliy permanganatning kuchsiz eritmasi shimdirilgan doka yopiladi. Shisha kesganda qonni kaliy permanganatning kuchsiz eritmasi yoki spirt bilan yuviladi, yaraga yo'd surtib bog'lab qo'yiladi.

Tarkibida simob, margimush, bariy, qo'rg'oshin saqlovchi tuzlar zaharli ekanini esda tutish lozim, ular bilan ishlagandan so'ng qo'lni yaxshilab yuvish kerak.

Gazlarni hidiga ko'ra tekshirayotganda probirkani chap qo'lga olib, burundan pastroqda ushlanadi va o'ng qo'l bilan burun tomon yelpiladi.

Shuni esda tutish kerakki, kimyoviy laboratoriyalarda ishlash alohida e'tibor, tartib va ishchanlikni talab etadi. Bu ishdagi yutuqlar mezonidir.

Har bir talaba kimyoviy laboratoriyalarda ishlash texnika xavfsizligi qoidalarini o'rganganidan so'nggina laboratoriya ishlarini bajarishiga ruhsat etiladi.

II b o b

ERITMALAR

XALQARO SI SISTEMASIDA ERITMA KONSENTRATSIYASINI IFODALASH USULLARI

Mashg'ulotning maqsadi. Dorivor modda va biologik obyektlarni tekshirish uchun zarur bo'lgan turli konsentratsiyadagi eritmalar tayyorlashda miqdoriy hisoblarni o'rganish.

O'rganilayotgan mavzuning ahamiyati. Suyuq eritmalar, avvalo suvli eritmalarining tabiatda ahamiyati katta. Ular tirik organizm uchun, ayniqsa hayotiy zarur jarayonlar, birinchi navbatda moddalar almashinuvi uchun zarur omil hisoblanadi. Biologik suyuqliklar: qon plazmasi, limfa, me'da shirasi, siydik va boshqalar oqsil, uglevod, yog' hamda tuzlarning suvda erigan murakkab aralashmalaridir. Dorivor moddalarni ishlatishda ularning suvda eruvchanligi hisobga olinadi. Dorivor modda eritmaları tibbiyotda ishlatilganda uni qabul qilish miqdori aniq ko'rsatilgan bo'lishi kerak. Shuning uchun shifokor eritma konsentratsiyasini ifodalovchi birliklarni bilishi kerak.

Boshlang'ich bilim darajasi:

1. Moddaning suvda eruvchanligi.
2. Erigan modda, erituvchi, eritma tushunchalari.
3. D.I. Mendeleevning eritmalar hosil bo'lish kimyoviy nazariyasi.
4. Eritmalar konsentratsiyasi.

Mustaqil tayyorlanish uchun o'quv adabiyotlar:

1. *L.N.Glinka.* Umumiy ximiya. T., 1968, 254- bet.
2. *X.Rustamov.* Umumiy ximiya. T., 1969, 99- bet.
3. *X.R.Rahimov.* Anorganik ximiya. T., 1974, 108- bet.

4. *A.V. Babkov, G.H. Gorshkova, A.M. Kononov.* Практикум по общей химии с элементами количественного анализа. М., 1978, 532- bet.

5. *S.S. Qosimova, S.M. Masharipov, Q.O. Najimov.* Umumiy va bioorganik kimyodan amaliy mashg'ulotlar. T., 2001, 10–14- betlar.

6. *X.H. Hakimov, A.Z. Tatarskaya, N.T. Olimxo'jayeva.* Umumiy kimyodan amaliy mashg'ulotlar. T., 1993, 9–21- betlar.

Darsda ko'riladigan savollar:

1. Eritma, erigan modda, erituvchi, moddalarning suvda eruvchanligi.

2. To'yingan, to'yinmagan, o'ta to'yingan, konsentrlangan, suyultirilgan eritmalar.

3. Eritmalar konsentratsiyasi va ularni SI sistemasida ifodalash usullari:

3.1. Komponentning massa ulushi – $\omega(X)$, $\omega(X)\%$.

3.2. Komponentning molyar ulushi – $N(X)$.

3.3. Komponentning hajmiy ulushi – $\varphi(X)$.

3.4. Molyar konsentratsiya – $c(X)$.

3.5. Molyal konsentratsiya – $b(X)$.

3.6. Ekvivalent molyar konsentratsiya – $c(f_{\text{ekv}}(X)X)$.

3.6.1. Ekvivalentlik faktori – $(f_{\text{ekv}}(X))$.

3.6.2. Ekvivalent molyar massa – $M(f_{\text{ekv}}(X)X)$.

3.6.3. Ekvivalent modda miqdori – $n(f_{\text{ekv}}(X)X)$.

3.7. Eritmaning titri – $t(x)$.

4. Mavzu bo'yicha masalalar yechish.

MA'LUMOTLAR YIG'INDISI

Eritmalar. SI sistemasida eritma konsentratsiyasining o'lchov birliklari va asosiy terminlari

Eritmalar deb, 2 va undan ortiq tarkibiy qismlardan (komponentlardan) va ularning o'zaro ta'sir maxsulotidan tarkib topgan bir jinsli (gomogen) sistemalarga aytiladi. Eritmada erigan modda va erituvchi zarralari bir tekis tarqalgan bo'lib, ularni mikroskop yordamida ham ko'rib bo'lmaydi. Har qanday eritma erituvchi va erigan moddadan iborat. Agregat holatini saqlab qolib eritmaga o'tkazadigan hamda ko'proq miqdorda olingan komponent *erituvchi* deyiladi. Masalan: sulfat kislotaning 10% li eritmasida suv erituvchi, sulfat kislota esa erigan moddadir.

Suvda qattiq, suyuq va gazsimon moddalar erishi mumkin. Qattiq moddalarning suvda erishi anchagina murakkab jarayondir. Bunda

qattiq modda kristallari sirtidan alohida molekular ajralib chiqib, diffuziya tufayli butun erituvchi hajmida taqsimlanishi kuzatiladi.

Kristallning erishi bilan birga teskari jarayon, eritmadagi molekularlarning qayta kristallanishi ham sodir bo'ladi. Erigan modda ortiqcha bo'lsa, bunda ma'lum vaqtdan keyin muvozanat yuzaga keladi. Erigan modda bilan muvozanat xolatida bo'ladigan eritma to'yingan eritma deyiladi. Ayni temperaturada to'yingan eritmada eng ko'p erishi mumkin bo'lgan modda bo'ladi. To'yinmagan eritmada erigan modda miqdori to'yingan eritmaga nisbatan kam bo'ladi. Bunday eritmada qattiq moddaning erish tezligi, erigan moddaning cho'kish tezligidan katta bo'ladi. O'ta to'yingan eritmada esa erigan modda miqdori to'yingan eritmaga nisbatan ko'p bo'ladi. Bunday eritmalar beqaror bo'lib, erigan modda kristallaridan bir necha donasi tashlansa, eritmada yana kristallanish sodir bo'ladi.

Har qanday modda eruvchanlik bilan tavsiflanadi. Eruvchanlik moddaning suvda yoki boshqa erituvchida erish qobiliyatidir. Eruvchanlikni miqdoriy jihatdan tavsiflash uchun ma'lum temperaturada 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 erigan modda va erituvchining tabiati, temperatura, gazsimon moddalarda bosim ta'sir ko'rsatadi. Erigan modda va erituvchi molekulari qutbli yoki qutbsiz bog' bilan bog'langan bo'lsa eruvchanlik qiymati katta, agar ulardan biri qutbli, ikkinchisi qutbsiz bo'lsa eruvchanligi kam bo'ladi. Temperatura ko'tarilganda ko'pchilik moddalarning eruvchanligi ortadi. Masalan 0 °C da 100 g suvda 30 g, 80 °C da esa 165 g kaliy nitrat eriydi. Ba'zi moddalarning eruvchanligi temperatura ortishi bilan juda oz o'zgaradi, ba'zilariniki esa kamayadi.

Gazlarning eruvchanligi bosim ortishi bilan ortadi.

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 $-55,6$ kJ/mol, ammoniy nitratning erish issiqligi $+26,4$ kJ/mol.

Eritmalar konsentratsiya bilan tavsiflanadi. *Eritmaning konsentratsiyasi* deb eritmaning 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 sistemasida ifodalanadi.

Bu sistemada massaning asosiy birligi *kilogramm (kg)*, *gramm (g)*, hajm birligi — *litr (l)*, *millilitr (ml)*; moddaning miqdoriy birligi — *mol* deb qabul qilingan.

Sistemasidagi 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 kg ^{12}C 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 1 mol modda massasi. Modda massasi uning miqdoriga nisbatini ko'rsatadi. O'lchov birliklari — kg/mol ; g/mol ;

$$M(X) = \frac{m(X)}{n(X)}, \text{ g/mol},$$

bu yerda: $M(X)$ — sistemadagi X moddaning molyar massasi; $m(X)$ — sistemadagi X modda massasi; $n(X)$ — sistemadagi X modda miqdori.

Masalan: $M(\text{Cl}_2) = 70,916 \text{ g/mol}$; $M(\text{Ca}^{2+}) = 40,08 \text{ g/mol}$; $M(\text{NaCl}) = 58,50 \text{ g/mol}$.

Komponentning massa ulushi $\omega(X)$, $\omega\%(X)$ — nisbiy kattalik bo'lib, sistemadagi (eritma) berilgan modda (komponent) massasining sistema (eritma) umumiy massasiga nisbatini ko'rsatadi (protsent konsentratsiya tushunchasi o'rniga). U kasr sonlarda va protsentlarda (%) ifodalanishi mumkin:

$$\omega(X) = \frac{m(X)}{m(\text{eritma})}; \quad \omega\%(X) = \frac{m(X)}{m(\text{eritma})} \cdot 100\%.$$

Masalan: $\omega\%(\text{NaCl}) = 20\%$; $\omega\%(\text{HCl}) = 37\%$.

Molyar ulush $N(X)$ — nisbiy kattalik bo'lib, sistema (eritma)dagi modda (komponent) miqdorini sistema (eritma) umumiy modda miqdoriga nisbatini ifodalaydi:

$$N(X) = \frac{n(X)}{n(\text{eritma})}.$$

Masalan: $N(\text{HCl}) = 0,5$; $N(\text{NaCl}) = 0,8$.

Hajmiy ulush $\varphi(X)$ – nisbiy kattalik, sistemadagi modda (komponent) hajmini, sistema (eritma) umumiy hajmiga nisbatiga teng:

$$\varphi(X) = \frac{V(X)}{V(\text{eritma})}.$$

Masalan: $\varphi(\text{HCl}) = 0,3$; $\varphi(\text{NaCl}) = 0,5$.

Molyar konsentratsiya – $c(X)$ – erigan modda (komponent) miqdorini sistema (eritma) hajmiga nisbatini ko'rsatadi:

$$c(X) = \frac{n(X)}{V(\text{eritma})} = \frac{m(X)}{M(X)V(\text{eritma})}, \text{ mol/l.}$$

Masalan, $c(\text{HCl}) = 0,1550 \text{ mol/l}$; $c(\text{Cu}^{2+}) = 0,2378 \text{ mol/l}$.

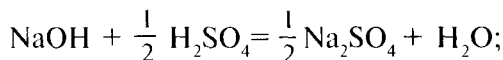
Molyal konsentratsiya $b(X)$ – erigan modda miqdorini erituvchi massasiga nisbatini ko'rsatadi:

$$b(X) = \frac{n(X)}{m(\text{erituvchi})} = \frac{m(X)}{M(X) \cdot m(\text{erituvchi})}, \text{ mol/kg.}$$

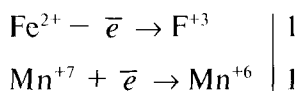
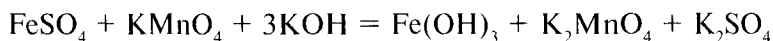
Masalan: $b(\text{HCl}) = 0,1000 \text{ mol/kg}$.

Ekvivalentlik omili $f_{\text{ekv}}(X) = \frac{1}{Z}$ – o'lcamsiz kattalik, u X moddaning kislotas-asos reaksiyalarida bitta vodorod ioniga yoki oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida bitta elektronga to'g'ri keladigan mavjud zarrachalar ulushini ifodalaydi. Ekvivalentlik omili berilgan reaksiya stexiometriyasi asosida hisoblanadi.

Masalan: $2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$,
bu reaksiyani 1 mol NaOH ga nisbatan yozsa,



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



$$f_{\text{ekv}}(\text{FeSO}_4) = 1, f_{\text{ekv}}(\text{KMnO}_4) = 1.$$

Ekvivalent $f_{\text{ekv}}(X) X = \frac{1}{Z} X$ – o'lichamsiz kattalik, kislotasi-asos reaksiyalarida bir vodorod ionini yoki oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida bir elektronga ekvivalent bo'lgan X moddaning mavjud yoki shartli zarrachalari.

Ekvivalent molyar massa – $M(f_{\text{ekv}}(X)X) = M(\frac{1}{Z} X)$ – moddaning bir mol ekvivalent massasi bo'lib, ekvivalentlik omilini shu modda molyar massasiga ko'paytmasiga teng:

$$M(f_{\text{ekv}}(X)X) = M(\frac{1}{Z} X) = f_{\text{ekv}}(X) \cdot M(X), \text{ g/mol.}$$

$$\text{Masalan: } M(\frac{1}{2} \text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{1}{2} M(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{1}{2} \cdot 98,0 = 49,0, \text{ g/mol.}$$

Ekvivalent modda miqdori – $n(f_{\text{ekv}}(X)X) = n(\frac{1}{Z} X)$ – ekvivalent zarrachalaridan tashkil topgan modda miqdori.

$$n(\frac{1}{Z} X) = \frac{m(X)}{M(\frac{1}{Z} X)}, \text{ mol.}$$

$$\text{Masalan: } n(\frac{1}{Z} \text{Ca}^{2+}) = 0,5 \text{ mol; } n(\frac{1}{Z} \text{H}_2\text{SO}_4) = 0,1 \text{ mol.}$$

Ekvivalent molyar konsentratsiya (yoki normal konsentratsiya) – $c(f_{\text{ekv}}(X)X) = c(\frac{1}{Z} X)$ sistemadagi (eritmadagi) ekvivalent modda miqdorini shu sistema (eritma) hajmiga nisbatiga teng:

$$c(f_{\text{ekv}}(X)X) = c(\frac{1}{Z} X) = \frac{n(\frac{1}{Z} X)}{V(\text{eritma})} = \frac{m(X)}{M(\frac{1}{Z} X) \cdot V(\text{eritma})} \text{ mol/l.}$$

$$\text{Masalan: } c(\frac{1}{2} \text{H}_2\text{SO}_4) = 0,1000 \frac{\text{mol}}{\text{l}}.$$

Eritma titri – $t(X)$ – 1 ml eritmadagi x modda massasini ko'rsatadi:

$$t(X) = \frac{m(X)}{V(\text{eritma})}, \text{ g/ml;}$$

$$t(\text{HCl}) = 0,003278 \text{ g/ml.}$$

Mavzu bo'yicha masalalar va ularni yechish namunalari

1- masala. 50,00 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ kristallogidrat va 200,00 g suvdan hosil bo'lgan eritmadagi kristallogidrat va suvsiz mis sulfatning massa ulushini aniqlang.

Berilgan:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 200,00 \text{ g}$$

$$m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 50,00 \text{ g}$$

$$M(\text{CuSO}_4) = 160,00 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 250,00 \text{ g/mol.}$$

$$\omega\%(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = ?$$

$$\omega\%(\text{CuSO}_4) = ?$$

Yechish:

1. Hosil bo'lgan eritmaning massasi topiladi:

$$m(\text{eritma}) = m(\text{modda}) + m(\text{H}_2\text{O}) = 50,00 \text{ g} + 200,00 \text{ g} = 250,00 \text{ g};$$

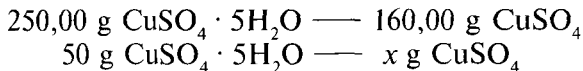
$$m(\text{eritma}) = 250,00 \text{ g.}$$

2. Eritmadagi $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ning massa ulushi aniqlanadi:

$$\omega\%(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})}{m(\text{eritma})} \cdot 100\%$$

$$\omega\%(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \frac{50,00}{250,0} \cdot 100\% \frac{\text{g}}{\text{g}} \cdot \% = 20\%.$$

3. 50,00 g kristallogidratdagi suvsiz tuzning massasi topiladi. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ning molyar massasi 250,00 g/mol ga teng, CuSO_4 molyar massasi 160,00 g/mol ga teng. 1 mol $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ da 1 mol CuSO_4 bor. Shunday qilib, 1 mol $\cdot 250,00 \text{ g/mol} = 250,00 \text{ g}$ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ da 1 mol $\cdot 160,00 \text{ g/mol} = 160,00 \text{ g}$ CuSO_4 bor:



proporsiyani yechib mis sulfat massasi topiladi:

$$m(\text{CuSO}_4) = \frac{160,00 \cdot 50,00}{250,00} \frac{\text{g} \cdot \text{g}}{\text{g}} = 32,00 \text{ g.}$$

4. Suvsiz tuzning massa ulushi topiladi:

$$\omega\%(\text{CuSO}_4) = \frac{m(\text{CuSO}_4)}{m(\text{eritma})} \cdot 100\%,$$

$$\omega\%(\text{CuSO}_4) = \frac{32,00}{250,0} \cdot 100 \frac{\text{g}}{\text{g}} \cdot \% = 12,80\%.$$

Javob: $\omega\%(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 20\%$; $\omega\%(\text{CuSO}_4) = 12,80\%$.

2- masala. 2,00 l 0,1000 mol/l eritma tayyorlash uchun 96% li H_2SO_4 ($\rho = 1,84$ g/ml) eritmasidan necha ml olish kerak?

Berilgan:

$$\omega\%(\text{H}_2\text{SO}_4) = 96\%;$$

$$\rho = 1,84 \text{ g/ml}$$

$$V(\text{eritma}) = 2,00 \text{ l}$$

$$c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,1000 \text{ mol/l}$$

$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98,00 \text{ g/mol}$$

$$V(\text{eritma})=?$$

Yechish:

1. 2,00 l 0,1000 mol/l konsentratsiyali eritmadagi H_2SO_4 massasi topiladi.

$$c(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)V(\text{eritma})}, \text{ bundan}$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = c(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot M(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot V(\text{eritma})$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,1000 \cdot 98 \cdot 2,00 \frac{\text{mol} \cdot \text{g} \cdot \text{l}}{\text{l} \cdot \text{mol}} = 19,60 \text{ g.}$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 19,60 \text{ g.}$$

2. 19,60 g H_2SO_4 saqlagan 96% li (massa jihatdan) H_2SO_4 eritmasi massasi topiladi:

$$\omega\%(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{m(\text{eritma})} \cdot 100\%,$$

bundan

$$m(\text{eritma}) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{\omega\%(\text{H}_2\text{SO}_4)} \cdot 100\%$$

$$m(\text{eritma}) = \frac{19,6 \cdot 100}{96} \frac{\text{g} \cdot \%}{\%} = 20,42 \text{ g.}$$

3. Zichligini bilgan holda H_2SO_4 eritmasi hajmi aniqlanadi.

$$m(\text{eritma}) = V(\text{eritma}) \cdot \rho(\text{eritma});$$

$$V(\text{eritma}) = \frac{m(\text{eritma})}{\rho(\text{eritma})}$$

$$V(\text{eritma}) = \frac{20,42}{1,84} \frac{\text{g}\cdot\text{ml}}{\text{g}} = 11,10 \text{ ml}.$$

Javob: $V(\text{eritma}) = 11,10 \text{ ml}$.

3- masala. Antiseptik vosita – brilliant ko‘king 200,00 ml 2,0% li (massa jihatdan) spirtidagi eritmasining molyar konsentratsiyasini aniqlang. $M(\text{bril. ko‘ki}) = 492 \text{ g/mol}$; ($\rho = 0,80 \text{ g/ml}$).

Berilgan:

$$V(\text{eritma}) = 200,00 \text{ ml}$$

$$\omega\%(\text{bril. ko‘ki}) = 2,0\%$$

$$\rho(\text{eritma}) = 0,80 \text{ g/ml}$$

$$M(\text{bril. ko‘ki}) = 492,00 \text{ g/mol}$$

$$c(\text{bril. ko‘ki}) = ?$$

Yechish:

1. 200,00 g brilliant ko‘ki eritmasi tarkibidagi modda massasi topiladi:

$$m(\text{bril. ko‘ki}) = \frac{200,00 \cdot 2,0}{100} \frac{\text{g}\cdot\%}{\%} = 4 \text{ g}.$$

2. Spirtli eritmaning hajmi aniqlanadi:

$$V(\text{eritma}) = \frac{m(\text{eritma})}{\rho(\text{eritma})}$$

$$V(\text{eritma}) = \frac{200,00}{0,80} \frac{\text{g}\cdot\text{ml}}{\text{g}} = 250,00 \text{ ml} = 0,25 \text{ l}.$$

3. Eritmadagi moddaning molyar konsentratsiyasi aniqlanadi:

$$c(\text{bril. ko‘ki}) = \frac{m(\text{bril. ko‘ki})}{M(\text{bril. ko‘ki}) \cdot V(\text{eritma})};$$

$$c(\text{bril. ko‘ki}) = \frac{4}{492,00 \cdot 0,25} \frac{\text{g}\cdot\text{mol}}{\text{g}\cdot\text{l}} = 0,0325 \text{ mol/l}.$$

Javob: $c(\text{bril. ko‘ki}) = 0,0325 \text{ mol/l}$.

4- masala. Dorivor preparatlarni analiz qilishda qo‘llaniladigan NaOH eritmasining titri 0,003600 g/ml ga teng. Sulfat kislota bilan reaksiyaga kirishib nordon tuz hosil qiladi. Uning sulfat kislota bilan

reaksiyasida ekvivalent molyar konsentratsiyasi qanday? NaOH ning eritmadagi massa ulushi (%) qanday? 1,00 l shunday eritma tayyorlash uchun zarur bo'lgan NaOH massasini aniqlang.

Berilgan:

$$\rho(\text{NaOH}) = 0,003800 \text{ g/ml}$$

$$V(\text{eritma}) = 1,00 \text{ l} = 1000 \text{ ml}$$

$$M(\text{NaOH}) = 40,0 \text{ g/mol}$$

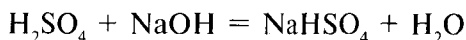
$$\rho(\text{eritma}) = 1,0 \text{ g/ml}$$

$$c(\text{NaOH}) = ? \quad m(\text{NaOH}) = ?$$

$$\omega\%(\text{NaOH}) = ?$$

Yechish:

Reaksiya tenglamasi quyidagicha:



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

Bunday holatda NaOH eritmasining ekvivalent molyar konsentratsiyasi uning molyar konsentratsiyasiga teng bo'ladi.

1. 1,00 l eritma tayyorlash uchun zarur bo'lgan NaOH massasi topiladi:

$$\rho(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{V(\text{eritma})};$$

$$m(\text{NaOH}) = \rho(\text{NaOH}) \cdot V(\text{eritma});$$

$$m(\text{NaOH}) = 0,003800 \cdot 1000 \frac{\text{g} \cdot \text{ml}}{\text{ml}} = 3,8 \text{ g.}$$

2. Eritmaning molyar konsentratsiyasi topiladi:

$$c(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{M(\text{NaOH}) \cdot V(\text{eritma})};$$

$$c(\text{NaOH}) = \frac{3,8}{40 \cdot 1} \frac{\text{g} \cdot \text{mol}}{\text{g} \cdot \text{l}} = 0,0950 \text{ mol/l.}$$

3. 1 litr eritmaning massasi aniqlanadi:

$$m(\text{eritma}) = \rho \cdot V(\text{eritma}); \quad m(\text{eritma}) = 1000 \cdot 1 \frac{\text{g} \cdot \text{ml}}{\text{ml}} = 1000 \text{ g.}$$

4. Eritmadagi NaOH ning massa ulushi (%) topiladi:

$$\omega\%(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{m(\text{eritma})} \cdot 100\%;$$

$$\omega(\text{NaOH}) = \frac{3,8 \cdot 100}{1000} \frac{\text{g}\cdot\%}{\text{g}} = 0,38\% ;$$

$$\text{Javob: } c(\text{NaOH}) = 0,0950 \text{ mol/l; } \omega(\text{NaOH}) = 0,38\%; \\ m(\text{NaOH}) = 3,8 \text{ g.}$$

Vaziyatli masalalar

1. Me'da shirasi kislotaliligi yetishmovchiligida ishlatiladigan 1,00 l 3,0% li (massa jihatdan) HCl eritmasini tayyorlash uchun uning 30% li ($\rho = 1,152 \text{ g/ml}$) eritmasidan necha millilitr olish kerak? Hosil bo'lgan eritmaning molyar konsentratsiyasini aniqlang (eritmani standartlash NaOH bo'yicha olib boriladi).

$$\text{Javob: } V(\text{HCl}) = 86,80 \text{ ml; } c(\text{HCl}) = 9,47 \text{ mol/l.}$$

2. Fiziologik eritmaning (0,86%) NaCl ($\rho = 1,00 \text{ g/ml}$) molyar konsentratsiyasini hisoblang. Fiziologik eritma tayyorlash uchun 200 ml 20% li (massa jihatdan) NaCl eritmasiga ($\rho = 1,012 \text{ g/ml}$) qancha suv qo'shish kerak?

$$\text{Javob: } c(\text{NaCl}) = 0,1470 \text{ mol/l; } V(\text{H}_2\text{O}) = 4504,6 \text{ ml.}$$

Mavzuni o'zlashtirishni mustaqil nazorat qilish uchun savollar va masalalar

1. Eritgan moddaning molyal ulushi nima?
 2. Eritgan moddaning hajmiy ulushi nima?
 3. Tibbiyotda glitserinning ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$) 85% li (massa jihatdan) eritmasi keng qo'llanadi. Shu eritmadagi glitserin va suvning molyal ulushini aniqlang ($\rho = 1,222 \text{ g/ml}$).

4. Biokimyoviy analizda qondagi qand miqdorini aniqlashda $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ning 45% li (massa jihatdan) eritmasi qo'llanadi. a) 2,00 kg shunday eritmani tayyorlash uchun qancha tuz va suv kerak? b) 500,00 ml 0,1000 molyal va 0,1000 molyar eritma tayyorlash uchun-chi? ($\rho = 1,019 \text{ g/ml}$).

5. Massa ulushi 5% bo'lgan 200,00 g yo'dning spirdagi eritmasini tayyorlash uchun necha gramm yo'd va necha millilitr spirt ($\rho = 0,80 \text{ g/ml}$) kerak?

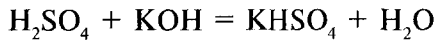
6. Organizm ko'p miqdorda qon yo'qotganda unga NaCl ning 0,86% li (massa jihatdan) eritmasi fiziologik eritma sifatida yuboriladi. Shu eritmaning molyar konsentratsiyasini va titrini aniqlang. Organizmga 400 ml fiziologik eritma yuborilgandagi tuzning massasini aniqlang.

7. Kalsiy xlorid tuzining eritmasi qon to'xtatuvchi modda sifatida ishlatiladi. «K.T.» tamg'ali kalsiy xlorid kristallogidratidan 200 ml ($\rho = 1 \text{ g/ml}$) bo'lgan CaCl_2 eritmasini tayyorlash uchun qancha tuz olish kerak. Hosil bo'lgan eritmaning molyar konsentratsiyasini aniqlang.

8. 280 g suvda 40 g glukoza eritildi. Hosil bo'lgan eritmada glukozaning massa ulushini (%) aniqlang.

Test savollari

1. Quyidagi reaksiyada H_2SO_4 ning ekvivalentlik omilini aniqlang:



a) 1; b) 2; d) 1/2; e) 1/3.

2. NaOH eritmasining titri 0,03600 g/ml ga teng. Shu eritmaning molyar konsentratsiyasini aniqlang.

a) 9 mol/l; b) 0,9 mol/l; d) 0,0014 mol/l; e) 0,014 mol/l.

3. Qanday eritmaga quyidagi qiymat taalluqli: $V_{\text{erish}} < V_{\text{kristallanish}}$?

a) to'yingan eritma; d) o'ta to'yingan eritma;
b) to'yinmagan eritma; e) suyultirilgan eritma.

4. 280 g suvda 40 g glukoza eritilishidan hosil bo'lgan eritmada glukozaning massa ulushini aniqlang.

a) 24,6%; b) 12,5%; d) 40%; e) 8%.

5. Quyidagi reaksiyada H_2SO_4 ning ekvivalentlik omilini aniqlang:



a) 2; b) 1; d) 1/2; e) 4.

6. Eritmalar necha xil agregat holatda mavjud bo'ladi?

a) 2; b) 3; d) 1; g) 4.

9. NaOH ning konsentrlangan eritmasini ko'rsating.

a) 0,36%; b) 0,40%; d) 56%; e) 0,56%.

10. NaCl ning fiziologik eritmasi molyar konsentratsiyasini aniqlang ($\omega(\text{NaCl}) = 0,86\%$, $t = 22 \text{ }^\circ\text{C}$, $\rho = 1 \text{ g/ml}$).

a) 1 mol/l; b) 0,14 mol/l; d) 1,5 mol/l; e) 9,31 mol/l.

LABORATORIYA ISHI

1- tajriba. Berilgan konsentratsiyada eritmalar tayyorlash.

Berilgan konsentratsiyada eritma tayyorlash 3 xil usulda olib boriladi:

- I. Qattiq moddadan namuna olish usuli.
- II. Konsentrlangan eritmalarini suyultirish usuli.
- III. Fiksanallardan foydalanish usuli.

Qattiq moddalardan namuna olish usuli bilan buyurilgan konsentratsiyali eritma tayyorlash

O'qituvchidan qaysi tuzdan necha protsentli eritma tayyorlash to'g'risidagi topshiriqni olgandan so'ng, ishni quyidagi tartibda bajariladi.

1. Eritma tayyorlash uchun qancha tuz kerakligini hisoblab uni texnik tarozida 0,01g gacha aniqlik bilan tortib olinadi.

2. Suv massasini uning hajmiga teng deb hisoblab, kerakli suvni o'lchov silindrda o'lchab olinadi va uni tuz solingan stakan yoki kolbaga quyiladi.

3. Stakandagi tuz to'liq erib ketguncha eritmaning uchi rezinali shisha tayoqcha bilan aralashtiriladi. Erish jarayonida eritmaning qizishi yoki sovishi kuzatilsa, eritma xona temperaturasiiga kelguncha kutiladi.

4. Eritmani quruq o'lchov silindriga quyib, zichligini areometr bilan o'lchanadi. O'lchangan zichlikka mos keladigan eritmaning protsentli konsentratsiyasini jadvaldan topiladi.

5. Eritma tayyorlashda yo'l qo'yilgan xatolik quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$\% \text{ xato} = \frac{\omega_{\text{naz}} - \omega_{\text{amaliy}}}{\omega_{\text{naz}}} \cdot 100\% .$$

6. Tayyorlangan eritmaning molyar, ekvivalent molyar va molyal konsentratsiyalari hisoblanadi.

Konsentrlangan eritmalarini suyultirish usuli bilan berilgan konsentratsiyali eritma tayyorlash

2- tajriba. Konsentratsiyasi 0,1000 mol/l bo'lgan sulfat kislota eritmasini tayyorlash.

1. Menzurkaga berilgan sulfat kislotadan quyib, areometr yordamida uning zichligi aniqlanadi va ilovada berilgan jadvaldan foydalanib aniqlangan zichlikka mos keladigan protsentli konsentratsiyasi aniqlaniladi.

2. 100,00 ml 0,1000 mol/l H_2SO_4 eritmasini tayyorlash uchun berilgan kislotadan qancha hajm olinishi hisoblanadi.

3. Hisoblangan hajmdagi H_2SO_4 ni kichkina menzurkada o'lchab olinadi va uni yarmigacha distillangan suv quyilgan 100,00 ml li o'lchov kolbasiga voronka yordamida asta-sekin quyiladi. O'lchov kolbasidagi aralashma xona temperaturasigacha sovilib, ehtiyotlik bilan kolbaning belgisigacha yana suv quyiladi. O'lchov kolbasi mahkam berkitilib, bir necha marta aralashtirilgach, tayyor bo'lgan eritma laborantga topshiriladi.

KISLOTA-ASOSLI MUVOZANAT

Mashg'ulotning maqsadi. Dorivor preparatlar va biologik suyuqliklarda pH ni eksperimental aniqlash va miqdoriy hisoblashni o'rganish.

O'rganilayotgan mavzuning ahamiyati. Vodorod ionlari konsentratsiyasining doimiyligi tirik organizm ichki muhitining muhim konstantalaridan biridir. Masalan, odam qonining vodorod ko'rsatkichi (pH)ning qiymati $7,4 \pm 0,04$ ga, me'da shirasiniki — $1,85 \pm 0,15$ ga, so'laginiki — $6,0 \pm 0,30$ ga, siydiginiki — $5,0-8,0$ ga teng.

Biologik sistemalarda pH ning, avvalo qon pH ining sezilarli o'zgarishi hayot faoliyatining chuqur buzilishiga va oqibatda o'limga sabab bo'lishi mumkin.

Ba'zi biologik suyuqliklar uchun pH o'zgarishining fiziologik chegaradagi qiymatlari jadvalda keltirilgan.

Biosistemalar	pH o'zgarishining fiziologik chegaralari	pH ning o'rtacha qiymati
1. Qon zardobi	7,26–7,47	7,36
2. Me'da shirasi	0,9–2,0	1,65
3. Me'da osti bezi shirasi	6,0–9,0	8,0
4. Orqa miya suyuqligi	7,35–7,80	7,6
5. So'lak	5,6–7,6	6,75
6. O't yo'llaridagi safro	6,2–8,5	7,35
7. Ko'z yoshi suyuqligi	7,6–7,8	7,7
8. Siydik	4,5–7,0	5,8
9. Ona suti	6,6–6,9	6,75
10. Axlat	7,0–7,5	7,25
11. O't pufagidagi safro	5,6–7,9	6,8
12. Jigar hujayralarining ichki suyuqligi	6,4 – 6,5	6,45

Turli kasalliklar oqibatida organizmda reaksiya muhitining kislotali tomonga o'zgarishi — *asidoz*, ishqoriy tomonga o'zgarishi — *alkaloz* deb ataladi. Atsidoz ham, alkaloz ham hayot uchun xavfli. *pH* ning normadan kam bo'lishi birinchi navbatda fermentlar faolligining susayishiga va hujayralardagi reaksiyalarning normal borishi buzilishiga olib keladi, chunki har bir ferment *pH* ning ma'lum chegara qiymatida o'z funksiyasini normal holatda bajaradi. Bu esa ba'zi kasalliklarning kelib chiqishiga sabab bo'lishi mumkin. Bir qator kasalliklarda odam organizmida kislota-asos muvozanati buzilishi ro'y beradi. Masalan, diabetning og'ir turida atsidoz, jigar sirrozida alkaloz kuzatiladi.

Turli biologik suyuqliklarda *pH* ni aniqlash tibbiyot amaliyotida zarur omillardan hisoblanadi.

Boshlang'ich bilim darajasi:

1. Eritmalar haqida tushuncha.
2. Elektrolitik dissotsiatsiya nazariyasi.
3. Massalar ta'siri qonuni.

Mustaqil tayyorlanish uchun o'quv adabiyotlar:

1. *N.L.Glinka*. Umumiy ximiya. T., 1968, 220- bet.
2. *X.Rustamov*. Umumiy ximiya. T., 1969, 83- bet.
3. *C.C.Оленин, Г.Н.Фадеев*. Неорганическая химия., М., 1985, 131- bet.
4. *И.К.Цитович*. Курс аналитической химии. М., 1985, 25-бет.
5. *А.С.Ленский*. Введение в бионеорганическую и биофизическую химию. М., 1989, 139- bet.
6. *S.S.Qosimova, S.M.Masharipov, Q.O.Najimov*. Umumiy va bioorganik kimyodan amaliy mashg'ulotlar. T., 2001, 14- bet.
7. *X.H.Hakimov, A.Z.Tatarskaya, N.T.Olimxo'jaeva*. Umumiy kimyodan amaliy mashg'ulotlar. T., 1993, 43–48- betlar.

Darsda ko'riladigan savollar:

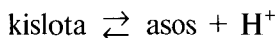
1. Kislota va asoslarning protolitik nazariyasi.
2. Suvning ion ko'paytmasi.
3. Vodorod ko'rsatkich.
4. Eritmalarning *pH* qiymatini aniqlash usullari.
5. Mavzu bo'yicha masalalar yechish.

MA'LUMOTLAR YIG'INDISI

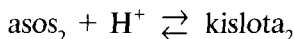
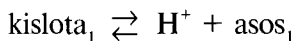
Kislota va asoslarning protolitik nazariyasi asoslari

Kislota va asoslarning protolitik nazariyasi 1923- yilda Brensted va Lourilar tomonidan taklif etilgan. Bu nazariyaga asosan kislotalarga

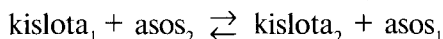
oʻzidan proton ajratuvchi moddalar (yoki ionlar), asoslarga esa proton birlashtirib oluvchi moddalar (yoki ionlar) kiradi. Unisi ham, bunisi ham *protolitlar* deyiladi. Proton berish qaytar jarayon boʻlib, bunda hosil boʻlgan qoldiq asos protonni birlashtirib olishi va yana kislota hosil qilishi mumkin:



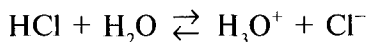
Eritmada protonlar mustaqil boʻla olmaydi, ular faqat kislotadan asosga oʻtadi. Shuning uchun eritmada doimo 2 ta jarayon boradi:



Ular orasidagi muvozanatni quyidagi tenglama bilan ifodalash mumkin:

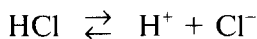


Masalan:

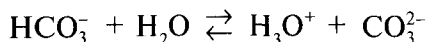
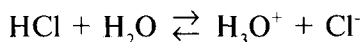


Shunday qilib protolitik nazariyaga koʻra, boshlangʻich kislota va asoslardan doimo yangi kislota va asos hosil boʻladi, ular bunday jarayonlarda *tutash kislota* va *asoslar* deyiladi. Neytral molekullar, musbat va manfiy ionlar kislota hamda asos boʻlishi mumkin.

Kislota Asos

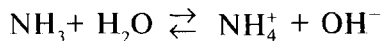


Shuni esda saqlash kerakki, suvli muhitda hamma ionlar, jumladan vodorod kationlari ham gidratlangan boʻladi. Gidratlangan vodorod kationlari H_3O^+ – *gidroksoniy ionlari* deyiladi. Shunday qilib, elektrolitlar dissotsiatsiyasi tenglamasi toʻgʻriroq tarzda quyidagicha yoziladi:

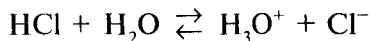


Lekin koʻpincha soddalashtirish uchun tenglamada H_3O^+ emas, balki H^+ deb yoziladi.

Ba'zi moddalar (yoki ionlar) sharoitga qarab kislota va asos xossasini namoyon qiladi. Masalan, suv NH_3 bilan ta'sirlashganda kislota xossasini namoyon qiladi:

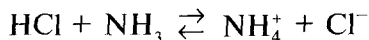


HCl bilan o'zaro ta'sirlanganda esa asos xossani namoyon qiladi:



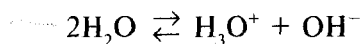
Sharoitga qarab ham kislotali, ham asosli xossani namoyon qiladigan moddalar *amfolitlar* deyiladi. Yuqorida ko'rilgan misolda suv amfolitdir.

Neytrallanish reaksiyasiga protolitik nazariyaga ko'ra protonning kislotadan asosga o'tish jarayoni deb qaraladi:

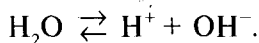


Suvning ion ko'paytmasi. Vodород ko'rsatkich

Toza suv elektr tokini juda oz o'tkazadi. Bunga sabab, suv kuchsiz elektrolit bo'lib, ionlarga juda kam dissotsiatsiyalanadi:



yoki soddalashtirilgan holda



Suvning dissotsiatsiyalanish konstantasi quyidagiga teng:

$$K_{\text{diss}} = \frac{c(H^+) \cdot c(OH^-)}{c(H_2O)}; \quad K_{\text{diss}} = 1,8 \cdot 10^{-16}$$

Bu yerda $c(H_2O)$ suvning dissotsiatsiyalanmagan molekulari konsentratsiyasi bo'lib, uning miqdori 1 l suv uchun

$$\frac{1000 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} = 55,55 \text{ mol}$$

ga teng.

22 °C da suv uchun $K = 1,8 \cdot 10^{-16}$ deb qarab, tenglamani quyidagicha yozish mumkin:

$$K \cdot c_1(H_2O) = c(H^+) \cdot c(OH^-) = 1,8 \cdot 10^{-16} \cdot 55,55 = 10^{-14}$$

$$\text{Bundan } K_{H_2O} = c(H^+) \cdot c(OH^-) = 10^{-14},$$

K_{H_2O} – suvning ion ko'paytmasi.

Neytral eritmalar uchun: $pH = 7$.

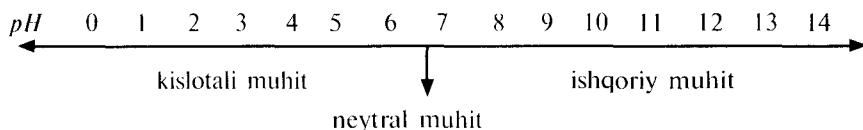
Kislotali eritmalar uchun: $pH < 7$.

Ishqoriy eritmalar uchun: $pH > 7$.

Gidroksid ionlari konsentratsiyasining manfiy ishora bilan olingan o'nlik logarifm qiymati pOH deyiladi. $pOH = -\lg c(OH^-)$ ga teng.

Masalan, $c(OH^-) = 10^{-8}$ bo'lsa $pOH = -\lg 10^{-8} = 8 \lg 10 = 8$.

Shunday qilib, $pH + pOH = 14$; bundan $pH = 14 - pOH$, yoki $pOH = 14 - pH$



Eritmalarning pH qiymatini aniqlash uchun bir necha usullar qo'llanadi. Bulardan biri indikator rangining o'zgarishidir. Eritmaning pH ini tajribada aniqlash uchun kislota-asosli indikatorlar qo'llanadi. Ko'p ishlatiladigan indikatorlarga metilzarg'aldog'i, metilqizili, fenolftalein, timolftalein, lakmus qog'ozi misol bo'ladi. Masalan, metilzarg'aldog'i indikator kislotali muhitda $pH < 3,1$ bo'lganda pushti rangli, $pH > 4,4$ bo'lganda sariq rangli bo'ladi. Fenolftalein indikator $pH < 8$ bo'lganda rangsiz, $pH > 9,8$ bo'lganda to'q pushti ranglidir. Lakmus qog'ozi esa kislotali muhitda $pH < 5$ bo'lganda qizil, neytral muhitda $5 < pH < 8$ pushti, ishqoriy muhitda $pH > 8$ ko'k rangli bo'ladi. Eritmaning pH ini taqriban aniqlash uchun universal indikatorlardan ham foydalaniladi. Keyingi paytlarda indikator eritmasi singdirilgan qog'ozdan keng foydalaniladi. Rangli shkala etalonidan foydalanib, indikator qog'ozi rangiga qarab, eritmaning pH ini aniqlash mumkin.

Eritmaning pH ini aniqroq o'lchashda pH metrlardan foydalaniladi.

Mavzu bo'yicha masalalar va ularni yechish namunasi

1- masala. $c(OH^-) = 10^{-4}$ mol/l va $c(OH^-) = 10^{-11}$ mol/l bo'lgan eritmadagi $c(H^+)$ ni hisoblang.

Berilgan:

$$c(OH^-) = 10^{-14} \text{ mol/l}$$

$$c(OH^-) = 10^{-11} \text{ mol/l}$$

$$c(H^+) = ?$$

Yechish:

$$c(\text{H}^+) \cdot c(\text{OH}^-) = 10^{-14}$$

$$c(\text{H}^+) = 10^{-14}/c(\text{OH}^-)$$

$$1) c(\text{H}^+) = 10^{-14}/10^{-4} = 10^{-10} \text{ mol/l}$$

$$2) c(\text{H}^+) = 10^{-14}/10^{-11} = 10^{-3} \text{ mol/l}$$

$$\text{Javob: } c(\text{H}^+) = 10^{-10} \text{ mol/l}; \quad c(\text{H}^+) = 10^{-3} \text{ mol/l.}$$

2- masala. $c(\text{OH}^-) = 10^{-5} \text{ mol/l}$ bo'lgan eritmaning $c(\text{H}^+)$ va pH ni hisoblang.

Berilgan:

$$c(\text{OH}^-) = 10^{-5} \text{ mol/l}$$

$$c(\text{H}^+) = ? \quad pH = ?$$

Yechish:

$$pOH = -\lg c(\text{OH}^-) = -\lg 10^{-5} = 5,$$

$$pH + pOH = 14; \quad pH = 14 - pOH = 14 - 5 = 9,$$

$$c(\text{H}^+) = 10^{-9} \text{ mol/l.}$$

$$\text{Javob: } c(\text{H}^+) = 10^{-9} \text{ mol/l}; \quad pH = 9.$$

3- masala. $c(\text{H}^+)$: a) $2 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$; b) $5 \cdot 10^{-6} \text{ mol/l}$;
d) $9 \cdot 10^{-9} \text{ mol/l}$ bo'lgan eritmaning pH ini hisoblang.

Berilgan:

$$c(\text{H}^+) = 2 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l},$$

$$c(\text{H}^+) = 5 \cdot 10^{-6} \text{ mol/l},$$

$$c(\text{H}^+) = 9 \cdot 10^{-9} \text{ mol/l}$$

$$pH = ?$$

Yechish:

$$pH = -\lg c(\text{H}^+)$$

$$a) pH = -\lg(2 \cdot 10^{-4}) = 4 - \lg 2 = 3,70; \quad pH = 3,70;$$

$$b) pH = -\lg(5 \cdot 10^{-6}) = 6 - \lg 5 = 5,31; \quad pH = 5,31;$$

$$d) pH = -\lg(9 \cdot 10^{-9}) = 9 - \lg 9 = 8,05; \quad pH = 8,05.$$

$$\text{Javob: } pH = 3,70; \quad pH = 5,31; \quad pH = 8,05.$$

4- masala. Hajmi 1 l bo'lgan eritmada 6,3 g nitrat kislotasi eritilgan. Eritmaning pH qiymatini aniqlang. Eritma 100 marta suyultirilgandan songgi pH qiymatini hisoblang.

Berilgan:

$$V(\text{eritma}) = 1 \text{ l}$$

$$m(\text{HNO}_3) = 6,3 \text{ g}$$

$$pH = ?$$

Eritma 100 marta suyultirilgandan song $pH = ?$

Yechish:

1. HNO_3 ning modda miqdori teng:

$$n(\text{HNO}_3) = \frac{m(\text{HNO}_3)}{M(\text{HNO}_3)} = \frac{6,3 \text{ g} \cdot \text{mol}}{63 \text{ g}} = 0,1 \text{ mol}.$$

2. Eritmadagi HNO_3 ning molyar konsentratsiyasi:

$$c(\text{HNO}_3) = \frac{n(\text{HNO}_3)}{V(\text{eritma})} = \frac{0,1 \text{ mol}}{1 \text{ l}} = 0,1 \frac{\text{mol}}{\text{l}}.$$

3. $pH = -\lg c(\text{H}^+) = -\lg 0,1 = -\lg(1 \cdot 10^{-1}) = 1.$

4. Eritma 100 marta suyultirilgandan song:

$$n(\text{HNO}_3) = 0,1 \text{ mol} : 100 = 1 \cdot 10^{-3} \text{ mol},$$

$$c(\text{HNO}_3) = \frac{n(\text{HNO}_3)}{V(\text{eritma})} = \frac{1 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{100} \frac{\text{mol}}{\text{l}} = 1 \cdot 10^{-5} \frac{\text{mol}}{\text{l}},$$

$$pH = -\lg c(\text{H}^+) = -\lg(1 \cdot 10^{-5}) = 5.$$

Javob: $pH = 1$; eritma 100 marta suyultirilgandan song $pH = 5$.

**Mavzuni o'zlashtirishni mustaqil nazorat qilish uchun
savol va masalalar**

1. Kislotali, ishqoriy va neytral muhitda pH qiymati qanday?
2. Suv ionlarining ko'paytmasi qanday omillarga bog'liq?
3. Agar oshqozon shirasining kislotaligi 3,5 ga teng bo'lsa kishi salomatligi haqida qanday xulosa chiqarish mumkin?
4. Eritmaning pH qiymati 4 ga teng. Shu eritmaning $c(\text{H}^+)$ va $c(\text{OH}^-)$ ni aniqlang.
5. Tibbiyot amaliyotida biologik obyektlar pH ini aniqlash zarurati bormi?
6. Eritmada $c(\text{H}^+) = 3 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$. Eritmaning pH va pOH qiymatini aniqlang.

Vaziyatli masalalar

1. Agar me'da shirasining vodorod ioni konsentratsiyasi $c(\text{H}^+) = 10^{-3} \text{ mol/l}$ ga teng bo'lsa, uning pH i nechaga teng va kishi salomatligi haqida qanday xulosa chiqarish mumkin?

Javob: $pH = 3$. Me'da shirasining kislotaligi kamaygan.

2. Me'da shirasining kislotaligi kamayganda tibbiy preparat sifatida ishlatiladigan 3% li xlorid kislota eritmasining pH ini aniqlang.

Javob: $pH = 0,085$.

Test savollari

1. Vodorod va gidroksid ionlarning ko'paytmasi nimaga teng?

a) 7; b) 14; d) 10^{-7} ; e) 10^{-14} .

2. Eritmaga kislota qo'shilganda vodorod ionlarining konsentratsiyasi qanday o'zgaradi?

- a) vodorod ionlarining konsentratsiyasi ortadi;
- b) vodorod ionlarining konsentratsiyasi kamayadi;
- d) vodorod ionlarining konsentratsiyasi o'zgarmaydi;
- e) vodorod ionlarining konsentratsiyasi avval ortadi, so'ng kamayadi.

3. 0,0010 molyarli HCl eritmasidagi vodorod ionlarining konsentratsiyasini aniqlang.

a) 10^{-2} ; b) 10^{-3} ; d) 10^{-4} ; e) 10^{-11} .

4. 0,0010 molyarli HCl eritmasidagi gidroksid ionlarining konsentratsiyasini aniqlang.

a) 10^{-12} ; b) 10^{-3} ; d) 10^{-10} ; e) 10^{-11} .

5. 0,0100 molyarli HCl eritmasining pH ini aniqlang.

a) 2; b) 3; d) 11; e) 12.

6. 0,0100 molyarli HCl eritmasining pOH ini aniqlang.

a) 2; b) 3; d) 11; e) 12.

7. Protolitik nazariyaga ko'ra asoslar deb ...

- a) proton biriktirib oluvchi moddalarga aytiladi;
- b) proton beruvchi moddalarga aytiladi;

- d) ham proton berib, ham qabul qiluvchi moddalarga aytiladi;
- e) protonlar donoriga aytiladi.

8. Protolitik nazariyaga ko'ra kislotalar deb ...

- a) proton biriktirib oluvchi moddalarga aytiladi;
- b) proton beruvchi moddalarga aytiladi;
- d) ham proton berib, ham qabul qiluvchi moddalarga aytiladi;
- e) protonlar aktsentoriga aytiladi.

9. $c(\text{H}^+) = 10^{-3}$. $c(\text{OH}^-)$ ni aniqlang.

- a) 10^{-5} ; b) 10^{-11} ; d) 10^{-12} ; e) 10^{-6} .

10. $c(\text{OH}^-) = 10^{-5}$. pH ni aniqlang.

- a) 5; b) 9; d) 6; e) 10.

LABORATORIYA ISHI

Eritmalar pH ini kalorimetrik aniqlash (bufersiz usul)

Eritmalar pH ini bufersiz usulda aniqlash uchun Mixaels qutichasidan foydalaniladi. U quyidagilardan iborat:

- 1) nitrofenolning boshlang'ich induktori bo'lgan 4 ta idish;
- 2) pH o'zgarish oralig'i 1–14 bo'lgan rangli shkalali universal indikator;
- 3) 4 qator kavsharlangan probirkalarda etalonlar;
- 4) chinni idishcha yoki buyum oynachasi, shisha tayoqcha va pipetka;
- 5) 6 uyachali va probirkali komparator.

Ishning bajaralishi. Mixaels probirkalari yordamida pH ni aniqlash quyidagicha bajariladi:

1) universal indikator va rangli shkala bo'yicha me'da pH ni aniqlanadi. Buning uchun buyum oynasiga me'da shirasidan bir necha tomchi tomiziladi va universal indikator qog'ozcha ho'llanadi. Indikatorli qog'ozchani rangli shkala ranglari bilan solishtiriladi va u bo'yicha me'da shirasining taxminiy pH qiymati aniqlanadi;

2) Mixaels qutisidan indikator shunday tanlanadiki, eritmaning topilgan taxminiy pH qiymati indikator rangining o'zgarishi oralig'ida bo'lishi kerak;

3) diametri etalonniki bilan bir xil bo'lgan probirkaga 0,6 ml me'da shirasi solinadi va tanlab olingan indikatordan 0,1 ml qo'shib aralashtiriladi;

4) Me'da shirasi va indikator solingan probirkani komparatorga qo'yib o'sha indikatorli etalon bilan solishtiriladi. Bo'yalish intensivligining mosligi etalon bilan eritma pH ning tengligini ko'rsatadi. Shunday usulda siydik pH ini aniqlab, bemorning solamatligi haqida xulosa chiqarish mumkin.

BUFER ERITMALARNING XOSSALARI

Mashg'ulotning maqsadi. Biologik sistemalarda bufer eritmalarining ta'sir mexanizmini oldindan belgilashni o'rganish, bufer eritmalar pH ini miqdoriy hisoblash va eksperimental aniqlashni o'rganish.

O'rganilayotgan mavzuning ahamiyati. Bufer sistemalar xossalarini bilish va ularni tibbiyot amaliyotida konkret masalalarni hal qilishga tadbiq qila bilish zarur, chunki bu sistemalar organizmda kislotasos muvozanatini saqlab turishda muhim rol o'ynaydi. Ular qon, hujayra ichi va hujayralararo suyuqliklar kislotaliligini boshqarib turadi, shu bilan birga ferment va gormonlar yuqori faollikni namoyon qilishi uchun maqbul sharoit yaratib beradi. Tirik organizmda qon pH ining normal qiymati 7,36. U bikarbonat bufer sistemasi va qonning butun bufer sig'imining 75% ini tashkil etadigan qudratli gemoglobin va oksigemoglobin bufer sistemasi bilan ta'minlanadi. Arteriyalarda qon pH ining doimiyliigi ham gemoglobin va oksigemoglobin sistemasi bilan ushlab turiladi. Siydik va hazm azolari suyuqligida fosfatli buferning bo'lishi muhim.

Boshlang'ich bilim darajasi:

1. Massalar ta'siri qonuni.
2. Kimyoviy muvozanat, kimyoviy muvozanatning siljishi.
3. Suvning ion ko'paytmasi, vodorod ko'rsatgich.
4. Kuchli va kuchsiz kislotasi va asos eritmalar nazariyasi.
5. Eritma konsentratsiyasini ifodalash usullari.

Mustaqil tayyorlanish uchun o'quv adabiyotlar:

1. X.Rustamov. Umumiy ximiya. T., 1969, 129- bet.
2. В.Н.Алексеев. Количественный анализ. М., 1972, 280- bet.
3. К.А.Селезнёв. Аналитическая химия. М., 1973, 30- bet.
4. И.К.Цитович. Курс аналитической химии. М., 1985, 31- bet.
5. С.С.Оленин, Г.Н.Фадеев. Неорганическая химия. М., 1985, 135- bet.

6. А.С.Ленский. Введение в бионеорганическую и биофизическую химию. М., 1989, 151- bet.

7. S.S.Qosimova, S.M.Masharipov, Q.O.Najimov. Umumiy va bioorganik kimyodan amaliy mashg'ulotlar. T., 2001, 61–68- betlar.

8. X.H.Hakimov, A.Z.Tatarskaya, N.T.Olimxo'jayeva. Umumiy kimyodan amaliy mashg'ulotlar. T., 1993, 49–55- betlar.

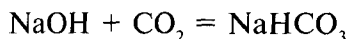
Darsda ko'riladigan savollar:

1. Bufer eritmalar va ularning sinflanishi.
2. Bufer eritmalarning pH qiymatini aniqlash. Genderson–Gasselbax tenglamasi.
3. Bufer eritmalarning ta'sir mexanizmi.
4. Bufer sistemalar pH qiymatiga suyultirishning ta'siri.
5. Bufer eritmalarning biologik ahamiyati.

MA'LUMOTLAR YIG'INDISI

Bufer eritmalarlar

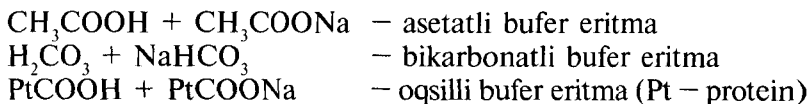
Ko'pchilik eritmalarning pH qiymati vaqt o'tishi bilan havodagi kislota va ishqor tabiatli moddalar ta'sirida o'zgaradi. Masalan, havodagi CO_2 ning erishi sababli ishqor eritmasining pH qiymati o'zgaradi. Bunga quyidagi reaksiyaning borishi sabab bo'ladi:



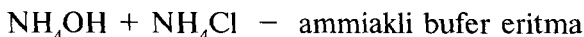
Lekin shunday eritmalar borki, ularga nafaqat CO_2 , balki oz miqdorda kuchli kislota yoki ishqor qo'shilganda ham o'zining pH qiymatini o'zgartirmay saqlab qoladi. Bunday eritmalar *bufer eritmalar* yoki *bufer sistemalar* deyiladi.

Ular tarkibiga ko'ra quyidagilarga bo'linadi:

1) kuchsiz kislota va shu kislolaning kuchli asos bilan hosil qilgan tuzi aralashmasidan tashkil topgan:



2) kuchsiz asos va shu asosning kuchli kislota bilan hosil qilgan tuzi aralashmasidan tashkil topgan:

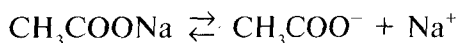
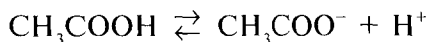


3) ko'p negizli kislotalarning nordon tuzi aralashmasidan tashkil topgan:

$\text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{NaH}_2\text{PO}_4$ – fosfatli bufer eritma

Fosfatli bufer sistemada kislota vazifasini NaH_2PO_4 , asos vazifasini Na_2HPO_4 bajaradi.

Bufer sistemalarning vodorod ko'rsatkichi (pH) Genderson–Gasselbax tenglamasi bo'yicha hisoblanadi. Buni asetatli bufer (kislotali bufer) misolida ko'rish mumkin:



Bufer sistemadagi vodorod ionlarining konsentratsiyasi kuchsiz sirka kislota molekulasining dissotsiatsiyalanish konstantasiga bog'liq:

$$K = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})}$$

Bu formuladan vodorod ionlarining konsentratsiyasi topiladi:

$$c(\text{H}^+) = \frac{K \cdot c(\text{CH}_3\text{COOH})}{c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}$$

Sirka kislota kuchsiz kislota bo'lgani sababli juda kam ionlarga ajraladi, ya'ni eritmada ionlanmagan molekularning miqdori ko'p. Natriy asetat tuzi esa kuchli elektrolit bo'lgani uchun ionlarga to'liq ajraladi. Eritmada asetat ionlarining ko'payishi sirka kislotaning ionlanishini kamaytiradi. Eritmada ionlarga ajralmagan sirka kislotaning molekulari ko'pligini e'tiborga olib $c(\text{CH}_3\text{COOH})$ ni kislotaning umumiy konsentratsiyasiga teng deb qabul qilinadi:

$$c(\text{CH}_3\text{COOH}) = c_{\text{kislota}}$$

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

$$c(\text{CH}_3\text{COO}^-) = c_{\text{tuz}}, \text{ u holda } c(\text{H}^+) = K \cdot \frac{c_{\text{kislota}}}{c_{\text{tuz}}}$$

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

$$-\lg c(\text{H}^+) = -\lg K + \lg \frac{c_{\text{tuz}}}{c_{\text{kislota}}}$$

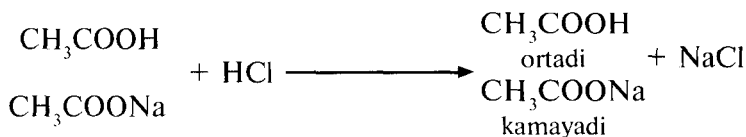
$-\lg c(\text{H}^+) = pH$; $-\lg K = pK$ ekanligini hisobga olib, bu formulani quyidagi ko'rishda yozish mumkin:

$$\text{kislotali bufer uchun} \quad pH = pK_{\text{kislota}} - \lg \frac{c_{\text{kislota}}}{c_{\text{tuz}}}$$

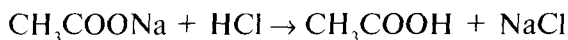
Shunday qilib, bufer eritmaning pH i olingan tuz va kislota konsentratsiyalarining nisbati bilan ifodalanadi. Huddi shu yo'l bilan kuchsiz asos va uning tuzidan iborat bo'lgan bufer eritma (ishqoriy bufer) uchun quyidagi tenglamalarni yozish mumkin:

$$\text{ishqoriy bufer uchun} \quad pH = 14 - pK_{\text{asos}} + \lg \frac{c_{\text{asos}}}{c_{\text{tuz}}}$$

Buf'erlarga oz miqdorda kislota yoki ishqor qo'shilganda ularning pH i amalda o'zgarmaydi, chunki quyida keltirilgan tenglama 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:

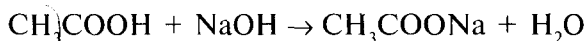


Bunda CH_3COONa ning bir qismi CH_3COOH ga o'tadi. Buning oqibatida vodorod ionlari to'liq kuchsiz kislota CH_3COOH ga bog'lanadi va $c(\text{H}^+)$ hamda pH qiymatlari o'zgarmaydi.³

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 sistemalarni 100 martagacha suyultirish ularning pH qiymatiga juda kam ta'sir ko'rsatadi, chunki ikkala komponent konsentratsiyasi bir me'yorda kamayadi. Yuqorida keltirilgan tenglamalarga ko'ra c_{kislota} va c_{asos} konsentratsiyasi nisbati o'zgarmaydi.

Bufer sistemalarning pH ini doimiy ushlab turish cheklangandir va u qo'shilayotgan kislota hamda ishqorning miqdoriga bogliq bo'ladi.

Bufer sistemaning reaksiya muhiti o'zgarishiga qarshi turishi bufer sig'im bilan aniqlanadi. *Bufer sig'im 1 l* 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:

$$B = \frac{c}{pH_1 - pH_0}, \text{ mol/l},$$

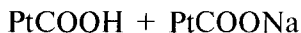
bu yerda: B – bufer sig'imi; c – kuchli kislota yoki asos miqdori, mol/l; pH_0 – kislota yoki asos qo'shilgunga qadar bo'lgan eritmaning vorodod ko'rsatkichi; pH_1 – kislota yoki asos qo'shilgandan keyingi eritmaning vorodod ko'rsatkichi.

Buforni tashkil etuvchi kislota (asos) va tuz konsentratsiyasining ortishi bilan sistemaning bufer sig'imi ortadi. Shunday qilib, bufer aralashmaning pH qiymati faqat komponentlar nisbati va kuchsiz kislota yoki asosning dissotsiatsiya konstantasiga (K_{dis}), bufer sig'imi esa komponentlar nisbati va ularning konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi.

Biologik sistemalardagi bufer eritmalarning pH qiymati quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$pH = pK_0 + \lg \frac{c(\text{proton akseptori})}{c(\text{proton donori})}, \text{ mol/l}.$$

Odam organizmida oqsil buferi katta rol o'ynaydi, u protein (Pt) va uning kuchli asos bilan hosil qilgan tuzidan tashkil topgan:



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.

Bikarbonatli bufer sistema $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{NaHCO}_3$ asosan hujayra tashqarisidagi buferdir. Qon umumiy bufer sig'imining deyarli 10% i bikarbonat buferga to'g'ri keladi. Qonning pH qiymati normal bo'lgan, ya'ni $pH = 7,4$ da bikarbonat bufer sistemaning tarkibiy nisbati 1 : 20 ga teng. Qonga kuchli kislota yoki asos tushganda bikarbonat bufer sistema ta'sirini quyidagicha ko'rsatish mumkin.

Masalan, 1,00 l qon zardobiga 10,00 ml 0,1000 molyarli xlorid kislotaga qoʻshilganda pH 7,4 dan 7,2 ga oʻzgaradi. Agar shuncha miqdordagi xlorid kislotaga 1,00 l suvga yoki fiziologik eritmaga qoʻshilsa, pH qiymati 7,4 dan 5,0 gacha oʻzgaradi.

Siydikda va ovqat hazm qilish bezlari suyuqligida fosfatli buferning boʻlishi $NaH_2PO_4 + Na_2HPO_4$ katta ahamiyatga ega. Fosfat bufer sistemaning qondagi konsentratsiyasi karbonatli bufer sistemaga nisbatan kamroq. Fosfatli bufer sistema umumiy qon bufer sigʻimining 1% ini tashkil qiladi.

Bufer sistemalar tirik organizmni normal hayot faoliyati uchun juda zarur hisoblanadi.

Mavzu boʻyicha masalalar va ularni yechish namunalari

1- masala. Komponentlari bir xil nisbatlarda olingan 0,1000 mol/l konsentratsiyali sirka kislotaga va 0,1000 mol/l natriy asetatdan tashkil topgan asetatli bufer sistemaning pH ini aniqlang ($K(CH_3COOH) = 1,8 \cdot 10^{-5}$).

Berilgan:

$$\begin{aligned} c(CH_3COOH) &= 0,1000 \text{ mol/l} \\ c(CH_3COONa) &= 0,1000 \text{ mol/l} \\ K(CH_3COOH) &= 1,8 \cdot 10^{-5}. \end{aligned}$$

$$pH = ?$$

Yechish. Genderson–Gasselbax tenglamasiga koʻra:

$$pH = pK_{k-ta} - \lg \frac{c_{k-ta}}{c_{tuz}}, \quad pK = -\lg 1,8 \cdot 10^{-5} = 5 - \lg 1,8 = 4,75,$$

$$pH = 4,75 - \lg \frac{0,1000}{0,1000} = 4,75.$$

Javob: $pH = 4,75$.

2- masala. Komponentlarining konsentratsiyasi 0,1000 mol/l boʻlgan asetat buferga 0,0100 mol/l HCl va NaOH eritmaları qoʻshilgandan keyingi pH ni aniqlang ($pK(CH_3COOH) = 4,75$).

Berilgan:

$$\begin{aligned} c(CH_3COOH) &= 0,1000 \text{ mol/l} \\ c(CH_3COONa) &= 0,1000 \text{ mol/l} \\ c(HCl) &= 0,0100 \text{ mol/l} \\ c(NaOH) &= 0,0100 \text{ mol/l}. \end{aligned}$$

$$pH = ?$$

Yechish:

1) HCl qo'shilgandan so'ng kislotaning konsentratsiyasi 0,1100 mol/l, tuzniki esa 0,0900 mol/l bo'ladi:

$$pH = 4,75 - \lg \frac{0,1100}{0,0900} = 4,66;$$

$$\Delta pH = 4,75 - 4,66 = 0,09;$$

2) NaOH qo'shilgandan so'ng kislotaning konsentratsiyasi 0,0900 mol/l, tuzniki esa 0,1100 mol/l bo'ladi:

$$pH = 4,75 - \lg \frac{0,0900}{0,1100} = 4,88;$$

$$\Delta pH = 4,75 - 4,88 = -0,13.$$

Javob: Bufer sistemaning pH qiymati kislotaga qo'shilgandan so'ng 0,09 birlikka kamayadi, ishqor qo'shilgandan so'ng esa 0,13 birlikka ortadi.

3- masala. Komponentlarining konsentratsiyasi 0,5000 mol/l bo'lgan ammiakli bufer sistemadan 1,00 ml olib, unga 100,00 ml suv qo'shing va pH ini aniqlang ($pK(\text{NH}_4\text{OH}) = 4,75$).

Berilgan:

$$c(\text{NH}_4\text{OH}) = 0,5000 \text{ mol/l}$$

$$c(\text{NH}_4\text{Cl}) = 0,5000 \text{ mol/l}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 100,00 \text{ ml}$$

$$V(\text{eritma}) = 1,00 \text{ ml}$$

$$pH = ?$$

Yechish. Suv bilan suyultirilgandan so'ng komponentlarning konsentratsiyasi 0,0050 mol/l ga teng bo'ladi:

$$pH = 14 - pK_{\text{asos}} + \lg \frac{c(\text{asos})}{c(\text{tuz})} = 14 - 4,75 + \lg \frac{0,0050}{0,0050} = 9,25.$$

Javob: $pH = 9,25$. Suv bilan 100 marta suyultirilganda bufer sistemaning pH i o'zgarmaydi, chunki komponentlarning konsentratsiyasi bir xilda 100 marta kamayadi.

**Mavzuni o'zlashtirishni mustaqil nazorat qilish uchun
savol va masalalar**

1. Bufer sistemalarga ta'rif bering va tarkibini ko'rsating.
2. Fosfatli va bikarbonatli buferlarning ta'sir mexanizmini keltiring.
3. Oqsil bufer komponentlarini ko'rsating.

4. Biologik suyuqliklarda — siydik, ovqat hazm qilish bezlari suyuqligida fosfatli buferning ta'siri amalga oshiriladi. Komponentlar nisbati bir xil bo'lib, 0,1000 mol/l NaH_2PO_4 va Na_2HPO_4 eritmalari-dan tashkil topgan buferning pH ini aniqlang. $K_{(\text{H}_3\text{PO}_4)^-} = 6,8 \cdot 10^{-8}$.

5. Bufar sig'imi nima va u qanday omillarga bog'liq?

6. Bufar sig'im qaysi formula bilan aniqlanadi?

Vaziyatli masalalar

1- masala. Qonda bikarbonatli bufer sistemaning konsentratsiyasi yuqori. Komponentlar nisbati bir xil bo'lib, 0,1000 mol/l H_2CO_3 va NaHCO_3 dan tashkil topgan bufer sistema suv bilan 100 marta suyultirilganda; 0,0100 mol/l HCl yoki NaOH qo'shilganda pH qiymati o'zgaradimi? $K_{(\text{H}_2\text{CO}_3)} = 4,5 \cdot 10^{-7}$.

Javob: komponentlar nisbati bir xil bo'lganda $pH = 6,3$;

HCl qo'shilgandan so'ng $pH = 6,29$;

NaOH qo'shilgandan so'ng $pH = 6,48$ bo'ladi;

100 marta suyultirilganda esa pH o'zgarmaydi.

2- masala. Komponentlar nisbati bir xil bo'lib, 0,5000 mol/l CH_3COOH va CH_3COONa dan iborat asetatli bufer sistemaning pH ini aniqlang. ($pK_{(\text{CH}_3\text{COOH})} = 4,75$.)

Javob: $pH = 4,75$.

Test savollari

1. Bufar sistemalar organizmda qanday vazifani bajaradi?

- a) osmotik bosimni doimiy saqlab turadi;
- b) organizm biosuyuqligi pH ni doimiy saqlaydi;
- d) qonning pH ini doimiy saqlaydi;
- e) biologik suyuqliklarning pH ini oshiradi.

2. Bufar eritmalarning pH i komponentlar nisbatiga bog'liqmi?

- a) ha; b) yo'q; d) agregat holatiga bog'liq;
- e) komponentlarning tabiatiga bog'liq.

3. Bufar sig'im qaysi formula bilan aniqlanadi?

a) $\beta = \frac{c_1 - c_2}{pH_1 - pH_0}$; d) $\beta = \frac{c}{pH_1 - pH_0}$;

b) $\beta = \frac{c}{pH_0 - pH_1}$; e) $\beta = \frac{c_1 - c_2}{pH_0}$.

4. Bikarbonatli bufer qon umumiy bufer sig'iminin necha protsentini tashkil qiladi?

- a) 50%; b) 75%; d) 10%; e) 100%.

5. Qaysi biologik suyuqlikning ko'proq qiymatini fosfat bufer tashkil qiladi?

- a) qon; b) siydik; d) siydik va ovqat hazm qilish shirasi;
e) ovqat hazm qilish shirasi.

6. Komponentlarining konsentratsiyasi 0,1000 mol/l bo'lgan ammiakli bufer sistemani 100 marta suyultirilganda pH i nechaga teng bo'ladi?

- a) 4,75; b) 4,95; d) 9,25; e) 9,55.

7. Asetatli bufer sistemaga oz miqdorda HCl qo'shilganda bufer sistemaning pH qiymati qanday o'zgaradi?

- a) keskin ortadi; d) deyarli o'zgarmaydi;
b) keskin kamayadi; e) 2 marta ortadi.

8. Ammiakli bufer sistemaga oz miqdorda $NaOH$ qo'shilganda bufer sistemaning pH qiymati qanday o'zgaradi?

- a) keskin ortadi; d) deyarli o'zgarmaydi;
b) keskin kamayadi; e) 2 marta ortadi.

9. Komponentlarning konsentratsiyasi 0,5000 mol/l bo'lgan fosfatli bufer sistemani 10 marta suyultirilganda pH qiymati qanday o'zgaradi?

- a) o'zgarmaydi; d) 2 marta ortadi;
b) juda oz ortadi; e) 2 marta kamayadi.

10. Oqsil bufer sistemaning komponentlarini ko'rsating:

- a) $CH_3COOH + CH_3COONa$ d) $PtCOOH + PtCOONa$
b) $H_2CO_3 + NaHCO_3$ e) $NaH_2PO_4 + Na_2HPO_4$

LABORATORIYA ISHI

Bufer eritmalar tayyorlash va ularning xossalari tekshirish

1- tajriba. Bufer eritma tayyorlash.

Tajriba uchun 0,1000 mol/l konsentratsiyali CH_3COOH va CH_3COONa eritmalaridan foydalaniladi.

5 ta bir xil probirkaga jadvalda ko'rsatilgan hajmlarda sirka kislota va uning tuzli eritmalari solinadi.

Har bir probirkaga 3 tomchidan metilzarg'aldog'i solinadi, aralashtiriladi va jadvalda bufer aralashmalar rangi ko'rsatiladi. So'ngra bufer eritmalar pH ining nazariy qiymati quyidagi formula bo'yicha hisoblab topiladi:

$$pH = pK_{(kislota)} - \lg \frac{V_{(kislota)}}{V_{(tuz)}}$$

Probirka	Bufer aralashmaning tarkibi, ml		Aralashma pH ining hisoblangan qiymati	Indikator qo'shilgandan keyingi rangi
	CH ₃ COOH	CH ₃ COONa		
1	10,0	10,0		
2	15,0	5,0		
3	12,0	8,0		
4	8,0	12,0		
5	5,0	15,0		

2- tajriba. Suyultirishning bufer eritma pH iga ta'siri.

Probirkada 5,00 ml sirka kislota va huddi shunday hajmdagi uning tuzidan tashkil topgan bufer aralashma tayyorlanadi. Shu aralashmadan 2,00 ml olib boshqa probirkaga solinadi va 6,00 ml suv qo'shib suyultiriladi. Har bir probirkaga 2 tomchidan metilqizili indikator qo'shiladi. Eritma qaysi rangga bo'yaladi? Suyultirishning bufer eritma pH iga ta'siri haqida xulosa chiqariladi.

3- tajriba. Kislota va ishqorning bufer eritma pH iga ta'siri.

3 ta probirkada 5,00 ml CH₃COOH va 5,00 ml CH₃COONa dan tashkil topgan bufer eritma tayyorlanadi. Birinchi probirkaga 5 tomchi 0,1000 mol/l HCl, ikkinchisiga 5 tomchi 0,1000 mol/l NaOH eritmasi, uchinchisiga 5 tomchi distillangan suv solib, metil qizili indikator tomiziladi. Eritmalarning rangi belgilanadi. Oz miqdordagi kislota va ishqorning bufer eritma pH iga ta'siri to'g'risida xulosa chiqariladi.

4- tajriba. Qon zardobining bufer sig'imini aniqlash.

2 ta kolbaga 5,00 ml dan qon zardobi o'lchab solinadi ($pH = 7,4$). Kolbalarning biriga 2 tomchi fenolftalein qo'shib 0,1000 mol/l NaOH eritmasi bilan och pushti ranggacha titrlanadi.

Ikkinchi kolbaga 2 tomchi metilzarg'aldog'i indikatorini qo'shib 0,1000 mol/l HCl eritmasi bilan sariq-pushti ranggacha titrlanadi. Natijalar jadvalga kiritiladi va qon zardobining bufer sig'imi asos va kislotaga nisbatan quyidagi formulalar orqali hisoblanadi:

$$B_{\text{kislota}} = \frac{c_{\text{kislota}} \cdot V_{\text{kislota}} \cdot 200}{pH_0 - pH_1},$$

$$B_{\text{asos}} = \frac{c_{\text{asos}} \cdot V_{\text{asos}} \cdot 200}{pH_1 - pH_0}.$$

Tartib raqami	V (qon zardobi)	V (HCl)	pH ₀	pH ₁	B (qon zardobi)

ERITMALARNING KOLLIGATIV XOSSALARI

Mashg'ulotning maqsadi. Eritmalarning kolligativ xossalari, osmotik bosimi haqida ma'lumotga ega bo'lib, biologik suyuqliklar va dorivor preparatlar eritmalarining osmotik bosimi miqdorini hisoblashni o'rganish.

O'rganilayotgan mavzuning ahamiyati. Osmos hodisasi o'simlik va tirik organizmlar hayotida katta ro'l o'ynaydi. Hujayra yuzasi va organizm to'qimalari qobiqlari yarim o'tkazgich membrana xossalariga ega. Osmotik bosim organizm ichida eng muhim omil bo'lib, uning turli qismlarida suv taqsimotini belgilaydi, qiymati doimiydir. U organizmdagi oziq-ovqat mahsulotlari so'rilishi va yutilishiga yordam beradi.

Odam qonida va boshqa biologik suyuqliklarda osmotik bosim doimiylik ta'minlanib turadi. Tana harorati 37 °C bo'lganda qonning osmotik bosim qiymati 740–780 kPa (7,7 atm.) oralig'ida bo'ladi. Bosimning bunday qiymati turli moddalarning qondagi miqdoriga bog'liqdir.

Biologik suyuqliklar osmotik bosimining qiymatini buzmaslik uchun odam va hayvon organizmiga faqat izotonik eritmalar katta hajmda quyish mumkin. Gipertonik eritmalar tomir tortishishi va shamollash jarayonida inyeksiya holida ishlatiladi, gipotonik eritmalar esa ishlatilmaydi.

Mavzuni chuqur o'zlashtirgan holda dorivor preparatlar eritmaları va turli biologik suyuqliklar osmotik bosimini, konsentratsiyasini va boshqalarni aniqlash mumkin.

Boshlang'ich bilim darajasi:

1. Elektrolit va noelektrolitlar.
2. Diffuziya jarayoni.
3. Eritmalarning turlari.
4. Eritmalarning konsentratsiyasini ifodalash usullari.

Mustaqil tayyorlanish uchun o'quv adabiyotlar:

1. X.H.Nakimov, A.Z.Tatarskaya, N.T.Olimxo'jayeva. Umumiy kimyodan amaliy mashg'ulotlar. T., 1993, 134–144- betlar.

5. A.C.Ленский. Введение в бионеорганическую и биофизическую химию. М., 1989, 112–120- betlar.

3. A.B.Akbarov. Bioanorganik va biofizik kimyo asoslari. T., 1995, 175–194- betlar.

4. M.И.Равич-Шербо, В.В.Новиков. Физическая и коллоидная химия. М., 1975, 37–45- betlar.

Darsda ko'riladigan savollar:

1. Eritmalarning kolligativ xossalari.
2. Osmos hodisasi va osmotik bosim.
3. Vant-Goff qonuni va izotonik ko'effitsient.
4. Giper-, gipo- va izotonik eritmalar.
5. Plazmoliz va gemoliz.
6. Osmos turlari va ularning biologik jarayonlardagi ahamiyati.
7. Elektroosmos va anomal osmos.
8. Eritma ustidagi bug' bosimi va Raul qonuni.
9. Ebulioskopiya va krioskopiya.
10. Osmos hodisasining tibbiyotdagi ahamiyati.

MA'LUMOTLAR YIG'INDISI**Eritmalarning kolligativ xossalari**

Eritmalarda qator xossalari borki, ular erigan modda tabiatiga emas, balki eritmaning konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi.

Bunday xossalari eritmalarning *kolligativ xossalari* deyiladi.

Ideal holatga yaqinlashgan, ya'ni o'ta suyultirilgan eritmalarda kolligativ xossalari deganda eritmalarning osmotik bosimi, eritma sathidagi bug' bosimining kamayishi, eritma qaynash temperaturasi o'rtishi, muzlash temperaturasi pasayish holatlari tushuniladi.

Eritmalarning kolligativ xossalari o'rganish erigan modda massasi, ularning dissotsiatsiyalanish darajalarini va assotsiatsiya qiymatlarini aniqlash imkoniyatlarini beradi.

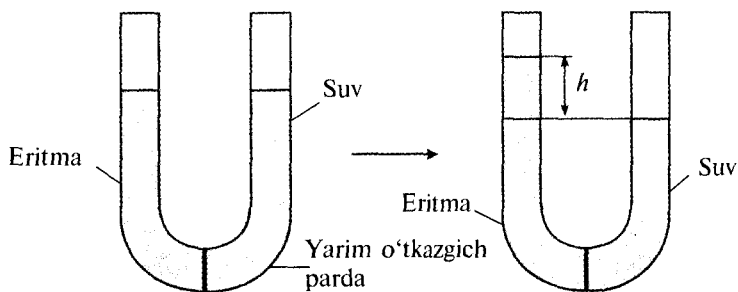
Osmos hodisasi va osmotik bosim

Eritmalardagi osmos hodisasi eritma hosil bo'lishidagi molekulyar 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 moddaning, masalan, kaliy bixromatning quyuuq 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 eritma va toza erituvchi orasiga yoki har xil konsentratsiyali eritmalar 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 (1- rasm). Ammo erituvchi molekullarining toza suvdan eritmaga o'tish tezligi yoki erigan modda konsentratsiyasi kamroq bo'lgan eritmadan konsentratsiyasi yuqori bo'lgan qatlamiga o'tishiga qaraganda ko'proq bo'ladi. Bu jarayon ikkita eritma orasidagi konsentratsiyalar farqi tenglashguncha davom etadi. Buning natijasida konsentratsiyasi yuqori bo'lgan bo'limdagi eritmaning 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 orasidagi masofa qiymatining (h) o'zgarishi) to'xtaydi.

Erituvchining (diffuziya hisobiga) yarim o'tkazgich membrana orqali erigan modda konsentratsiyasi kam bo'lgan eritmadan erigan modda konsentratsiyasi ko'p bo'lgan eritmaga o'z-o'zidan o'tish



1- rasm. Osmos hodisasi.

jarayonini *osmos* deb ataladi. Osmos holatini to'xtatish uchun eritmaga ta'sir ettirish zarur bo'lgan bosim qiymatiga *osmotik bosim* (P) deyiladi.

Osmotik bosim osmometr yordamida o'lchanadi. Ilk bor osmometrni 1877- yilda Pfeffer yasagan.

Osmotik bosim quyidagi omillarga bog'liq:

– o'zgarmas temperaturada osmotik bosim erigan modda konsentratsiyasiga (c) to'g'ri proporsional ($T = \text{const}$, $P_{\text{osm}} = k \cdot c$);

– konsentratsiya o'zgarmas bo'lganda osmotik bosim absolut temperaturaga to'g'ri proporsional ($c = \text{const}$, $P_{\text{osm}} = k \cdot T$).

Shu ikki holatga (ya'ni P_{osm} temperatura 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 hajmi egallagan holatda ko'rsatadigan bosim qiymatiga teng bo'ladi*.

Demak, ideal eritmaning osmotik bosimini Klapeyron–Mendeleyev tenglamasi bo'yicha hisoblab topish mumkin:

$$PV = nRT, \quad (1)$$

$$P_{\text{osm}} \cdot V = nRT \quad (2)$$

bu yerda: V – eritma egallagan hajm;

R – gaz doimiysi 8, 311 l · kPa/ mol · K;

T – absolut temperatura (273 K);

n – erigan moddaning mollar soni.

Agar Klapeyron–Mendeleyev 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'yilsa 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 assotsialanish darajalari har xil bo'ladi. Shu sababdan yuqoridagi tenglamaga (agar modda elektrolit bo'lsa) Vant-Goffning izotonik koeffitsienti tushunchasi (i) kiritiladi va formula (4) quyidagicha yoziladi:

$$P_{\text{osm}} = icRT. \quad (5)$$

Bu formula elektrolitlar eritmasining osmotik bosimini aniqlash imkonini beradi.

O'z navbatida i – eritmadagi ionlar soni (N)ning umumiy molekular soni (N_0)ga bo'lgan nisbatiga teng:

$$i = N/N_0. \quad (6)$$

i ning absolyut qiymatini aniqlash uchun quyidagi tenglamani keltirib chiqarish mumkin:

$$i = 1 + \alpha(n - 1), \quad (7)$$

bu yerda: 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, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ uchun ($\alpha = 1$) $i = 1 + 1 \cdot (5 - 1) = 5$, chunki $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ beshta ionga dissotsiatsiyalanadi.

Ma'lumki, eritmaning molyar konsentratsiyasi $c(X)$ quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$c(X) = \frac{n(X)}{V(\text{eritma})} = \frac{m(X)}{M(X) \cdot V(\text{eritma})}, \text{ mol/l}. \quad (8)$$

Shu sababli (4) tenglamani quyidagicha ifodalash mumkin:

$$P_{\text{osm}} = \frac{m(X)}{M(X) \cdot V(\text{eritma})} RT. \quad (9)$$

Ushbu tenglama asosida eritmaning hajmi, osmotik bosimi va erigan modda massasini bilgan holda noelektrolit tabiatli moddalarning molekular massasini quyidagi formula orqali aniqlash mumkin:

$$M(X) = \frac{m(X)}{P_{\text{osm}} \cdot V(\text{eritma})} RT. \quad (10)$$

Eritmalar osmotik bosim qiymatiga ko'ra:

1) izotonik $P_{\text{stand}} = P_{\text{osm}}$.

2) gipertonik $P_{\text{stand}} < P_{\text{osm}}$.

3) gipotonik $P_{\text{stand}} > P_{\text{osm}}$ eritmalar turiga bo'linadi.

Standart qilib olingan eritma osmotik bosimiga teng osmotik bosimli eritmalar – *izotonik*, osmotik bosimi standart eritmanikidan yuqori bo'lganlari – *gipertonik*, kamlari *gipotonik eritmalar* deyiladi.

Biologik sistemalarda standart eritma sifatida osmotik bosimi 740–780 kPa (7,6–7,8 atm) bo'lgan hujayra ichi suyuqligi (qon) qabul qilingan. Organizmdagi biosuyuqliklarning osmotik bosim

qiymati ularda erigan quyi molekulyar va kolloid holatdagi yuqori molekular moddalar (asosan oqsillar) hisobiga kelib chiqadi. Qon va to'qimalar orasidagi suv almashinuvi zardob tarkibidagi oqsil molekularining 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.

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 eritmalarni odam organizmiga ko'plab (litrlab) quyish mumkin.

Odam organizmidagi osmotik bosimni doimiy saqlanib turishi *izoosmiya* deyiladi. Izoosmiyaning buzilishi organizm uchun xavflidir.

Gipertonik eritmalarning organizmga kiritilishi hujayralarning siqilishiga olib keladi, bu yallig'langan hujayralar uchun foydalidir. Shuning uchun yallig'lanishga qarshi dorivor preparat sifatida tomirga 10–20 ml 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 membranasi ikki tomonida osmotik bosimning o'zgarishi natijasida kelib chiqadigan holat.

Gemolizning xavfli oqibatlari yuqoridagi hodisalardan tashqari hujayra qobig'i (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 qilganda, organizm chanqoqni his etadi, ya'ni hujayralararo suyuqliklarda osmotik bosim oshayotgani haqida habar qiladi.

Osmos turlari va osmos hodisalarining biologik jarayonlardagi ahamiyati

Tirik organizmda qator gradient turlari o'zaro ajratiladi. Bulardan quyidagilarni keltirish mumkin:

1. Konsentratsiya gradiyenti.

2. Osmotik gradiyent.
3. Elektr gradiyenti.
4. Suyuqlikning gidrostatik bosim gradiyenti.

Osmotik va elektr gradiyentlari hisobiga kelib chiqadigan osmos hodisalari quyidagilarga bo'linadi:

1. Osmos.
2. Elektroosmos.
3. Anomal osmos.

Osmos hodisasi o'simlik va hayvon organizmlari uchun katta ahamiyatga ega. U hujayra va hujayralararo suyuqliklarni yetarlicha suv bilan ta'minlab turishga yordam beradi. Bunda vujudga kelgan osmotik bosim hujayralarning turg'unligiga, ya'ni ularning o'ziga xos tarangligiga sabab bo'ladi. Shu bilan birga u to'qimalarning elastikligini, organlarning ma'lum shaklda bo'lishini saqlab turishiga yordam beradi.

Osmos hodisasi tirik organizmda ko'pchilik jarayonlarni amalga oshirishda bevosita ishtirok etadi. Jumladan, qon va to'qima orasidagi suv almashinuvini ta'minlab beradi. Odam qonining osmotik bosimi 740–780 kPa (7,6–7,8 atm) bo'ladi va u qonda erigan barcha moddalar hisobiga kelib chiqadi. Bu moddalardan eng ahamiyatlisi oqsillardir. Ular qonning onkotik (kolloid-osmotik) bosimini belgilaydi. Qonning umumiy osmotik bosimi uning onkotik bosimidan qariyb 200 marta katta. Ammo suv almashinuvi jarayonida oqsillar asosiy komponent (tarkibiy qism) rolini o'ynaydi, chunki membrana devorlaridan o'ta olmaydi.

Qonning osmotik bosim qiymatining o'zgarishi qator ko'ngilsiz hollarga olib keladi. Masalan, qon plazmasi osmotik bosimining keskin kamayishi, hujayra ichidagi osmotik bosimi katta bo'lgan eritrotsitlarga suv kirishiga olib keladi va natijada hujayralar yoriladi, bunga *gemoliz* deyiladi. Agar *gemoliz* letal tabiatga ega bo'lsa, odam halok bo'lishi mumkin.

Agar qon plazmasining osmotik bosimi keskin oshib ketsa, hujayra ichidagi bosim plazma bosimiga qaraganda katta bo'ladi. Natijada hujayra ichidagi suv qon plazmasiga kira boshlaydi, hujayra burushib qoladi (*plazmoliz jarayoni*), undagi biokimyoviy jarayonlar buzuladi va hujayra halok bo'ladi.

Osmos hodisasi tibbiyotda davolash maqsadida (masalan, tibbiyotda 0,86% li NaCl ning eritmasi) keng qo'llanadi. Bu eritmaning osmotik bosimi qonning osmotik bosimiga teng, u *fiziologik eritma* deb ataladi. Organizm suvsizlanganda, bemor ko'p qon yo'qotganda organizmga ko'p miqdorda fiziologik eritma yuboriladi. Og'ir

yuqumli kasalliklarda, kuchli shamollashda qon hujayralarida normadan ortiq suv yig'iladi. Uni yo'qotish maqsadida bemor qon tomiriga gipertonik eritma yoki oqsil saqllovchi preparatlar yuboriladi. Yiringlagan to'qimalardan pattosni yo'qotish maqsadida (suv yig'ilganda — shish paydo bo'lganda) bemorning shu joyiga gipertonik eritmaga botirib olingan bog'lam qo'yib bog'lanadi. Qadimda tabiblar shu maqsadda nomakob va siydikdan foydalanganlar.

Eritma ustidagi bug' bosimi va Raul qonuni

Bug' bosimi, eritmaning qaynash va muzlash temperaturalari eritmalarning eng asosiy xossalari hisoblanadi. Eritmalarning bu xossalari toza erituvchilarnikidan farq qiladi, ya'ni undagi erigan modda zarrachalarining soniga bog'liq bo'ladi. Eritmalarning bunday xossalari Vant-Goff va Raul qonunlari yordamida tushuntirish mumkin.

Ma'lum bir temperaturada moddaning bug' holatiga o'tish tezligi uning kondensatsiya hisobiga dastlabki (masalan, eritma) holatiga o'tish tezligiga teng bo'lganda kuzatiladigan bug' bosimi *eritma ustidagi to'yingan bug' bosimi* deb ataladi. Sof erituvchi bilan eritma ustidagi bug' bosimlari o'zaro farq qiladi. Birinchi holdagi bosim ikkinchi holdagi bosimdan katta bo'ladi. Bunga sabab, sof erituvchining sathi faqat shu modda molekulalaridan iborat bo'ladi, eritmada esa sath yuzasining ma'lum bir qismi erigan modda zarrachalari bilan egallangan bo'ladi. Bundan tashqari erigan modda zarrachalari erituvchi modda molekulalarining ma'lum bir miqdorini o'ziga biriktirib olgan bo'lishi ham mumkin — shu holatlarning hammasi eritma ustidagi bug' bosimning kamayishiga olib keladi.

1886- yilda F.M.Raul quyidagini aniqladi: erituvchining eritma sathidagi bosimining nisbiy kamayishi erigan moddaning mol ulushiga teng, ya'ni bosimning nisbiy kamayishi erigan modda miqdorining erituvchi va erigan moddalar miqdorlarining yig'indisiga bo'lgan nisbatiga teng:

$$\frac{P_0 - P}{P_0} = \frac{n}{n + N},$$

bu yerda: P_0 — sof erituvchi sathidagi to'yingan bug' bosimi; P — to'yingan bug'ning eritma sathidagi bosimi; n — erigan moddaning mol miqdori; N — erituvchining mol miqdori.

Raul va Vant-Goff qonunlari faqat ideal eritmalar uchungina haqlidir. Amalda o'ta suyultirilgan eritmalar ideal eritmalariga o'xshashligini hisobga olgan holda quyidagilarni yozish mumkin:

$$\frac{n}{n+N} \approx \frac{n}{N}, \text{ bundan } \frac{P_0 - P}{P_0} = \frac{n}{N}.$$

Agar erigan modda elektrolit tabiatiga ega bo'lsa, bu tenglama quyidagicha yoziladi:

$$\frac{P_0 - P}{P_0} = \frac{in}{in - N},$$

i – izotonik koeffitsient.

Eritma ustidagi bug' bosimining pasayishi erituvchi tabiatiga bog'liq bo'lib, erigan modda tabiatiga bog'liq emas.

Qaynash temperaturasining ko'tarilishi va muzlash temperaturasining pasayishi. Ebulioskopiya va krioskopiya

Suyuqlik sathidagi bug' bosimining tashqi muhit bosimiga teng bo'lgan holatga *suyuqlikning qaynash temperaturasi* deyiladi. Bu holda moddaning suyuq va bug' holatlari o'rtasida muvozanat sodir bo'ladi. Bosim 101325 Pa qiymatiga ega bo'lgandagi moddalarning qaynash temperaturasi *normal qaynash temperaturasi* deyiladi. Kam bug'lanuvchi moddalarning eritmasi ustidagi to'yingan bug' bosimi, sof erituvchi bug' bosimidan past. Bunday eritma qaynashi uchun sof erituvchining qaynash temperaturasidan yuqoriroq temperatura zarur.

Muzlash temperaturasi deganda suyuqlik ustidagi to'yingan bug' bosimining kristall holatidagi qattiq faza ustidagi to'yingan bug' bosimiga to'g'ri keladigan temperatura tushuniladi. Kam bug'lanuvchi moddalar eritmasining muzlash temperaturasi sof erituvchining muzlash temperaturasidan past bo'ladi.

Agar biror bir erituvchida modda eritilsa, ya'ni erituvchi eritmaga aylansa qaynash va muzlash temperaturasi o'zgaradi. Buni Raul qonunidan kelib chiqadigan xulosa bilan tushuntiriladi.

1. Eritmaning muzlash temperaturasi toza erituvchidan past bo'ladi.

2. Eritmaning qaynash temperaturasi toza erituvchidan yuqori.

Suyultirilgan eritmalardagi qaynash temperaturasining ko'tarilishi va muzlash temperaturasining pasayishi eritmalarning molyal konsentratsiyalariga (molyalligiga) to'g'ri proporsional.

Ularning matematik ifodasi quyidagicha:

$$\Delta T_{\text{qaynash}} = E \cdot b(x),$$

$$\Delta T_{\text{muzlash}} = K \cdot b(x),$$

bu yerda: $\Delta T_{\text{qaynash}}$ – sof erituvchi bilan eritmaning qaynash temperaturasi orasidagi farq; $\Delta T_{\text{muzlash}}$ – sof erituvchi bilan eritmaning muzlash temperaturasi orasidagi farq; $b(x)$ – eritmaning molyalligi; E va K – ebulyoskopik va krioskopik doimiylar, ularning qiymatlari erituvchi tabiatiga bog‘liq.

Agar 1000 g erituvchida 1 mol modda erigan bo‘lsa, ya’ni $b(x) = 1$ mol/kg bo‘lsa, bu holda $\Delta T_{\text{qaynash}} = E$, $\Delta T_{\text{muzlash}} = K$.

Raul qonunidan chiqqan xulosadan ko‘rinib turibdiki, eritma konsentratsiyasi kichik bo‘lgan hollarda eritmalarning $\Delta T_{\text{qaynash}}$, $\Delta T_{\text{muzlash}}$ qiymatlari va modda miqdorlari orasida to‘g‘ri proporsionallik mavjud.

Ammo konsentratsiya oshishi bilan bu proporsionallik buziladi. Agar erigan modda elektrolit tabiatiga ega bo‘lsa, u holda

$$\Delta T_{\text{qaynash}} = iEb(x), \quad \Delta T_{\text{muzlash}} = iKb(x).$$

Tajribada bu farqlarni aniqlab, eritmaning molyal konsentratsiyasini hisoblash mumkin.

Barcha kolligativ xossalari o‘zaro bir-biri bilan bog‘liq. Ma’lum konsentratsiyali eritmaning qaynash temperaturasini bilgan holda, uning muzlash temperaturasi pasayishini, shu bilan birga to‘yingan bug‘ bosimining nisbatan pasayishini va osmotik bosimdagi o‘zgarishlarni ham oldindan aytib berish mumkin.

Masalan, 1 litr suvda 60 g siydikchil eritilganda suvning muzlash temperaturasi $1,86^\circ$ ga kamayadi. Bunday kattalik *suvning krioskopik doimiysi* deyiladi. Noelektrolit moddaning bir molyar eritmasini sof erituvchiga nisbatan muzlash temperaturasining pasayishi *krioskopik doimiy* deyiladi. Turli erituvchilarning krioskopik doimiylari turlicha bo‘ladi. Masalan, benzol uchun $K = 5,12$, kamfora uchun $K = 40,2$ va hokazo.

Moddaning nisbiy molekulyar massasini aniqlash uning sof erituvchiga nisbatan muzlash temperaturasining o‘zgarishini aniqlashga asoslanadi. Ebulyoskopik va krioskopik doimiylarning ma’nosi eritma molyalligi 1 mol/kg ga teng bo‘lganda, ularning sof erituvchi va eritma qaynash va muzlash temperaturalarining farqiga teng bo‘lishi bilan belgilanadi:

$$\frac{\Delta P}{\Delta P_A^0} = N_B, \quad \text{bunda} \quad \Delta P = \Delta P_A^0 - P_A,$$

bu yerda: P_A – erituvchining eritma ustidagi bug‘ bosimi; ΔP_A^0 – sof erituvchi ustidagi bug‘ bosimi.

Eritmalar muzlash temperaturasining pasayishi va qaynash temperaturasining ortishi ulardagi zarrachalar soniga bog‘liq bo‘ladi, unda

elektrolit eritmalarining xossalari bir xil konsentratsiyali noelektrolit eritmalarining xossalariidan farq qiladi. Masalan, molyal konsentratsiyasi bir xil bo'lgan osh tuzi va siydikchil eritmasining muzlash temperaturasini solishtirsa:



eritmada:

$$b(\text{NaCl}) = 0,0100 \text{ mol/kg};$$

$$b(\text{Na}^{+}) = 0,0100 \text{ mol/kg};$$

$$b(\text{Cl}^{-}) = 0,0100 \text{ mol/kg};$$

$$\text{yig'indisi } 0,0200 \text{ mol/kg ga teng.}$$

$\text{CO}(\text{NH}_2)$ eritmada ionlarga ajralmaydi, shuning uchun molyal konsentratsiya o'zgarmaydi, ya'ni $b(\text{CO}(\text{NH}_2)) = 0,0100 \text{ mol/kg}$ ligicha qoladi. Shuning uchun elektrolit eritmasi (NaCl eritmasi)ning muzlash temperaturasi noelektrolit (siydikchil) eritmasinikidan 2 marta ko'p. Bu qiymatlar nisbatini *izotonik koeffitsiyent* deb ataladi:

$$i = \frac{dt_{\text{el.muz}}}{dt_{\text{noel.muz}}}$$

Mavzu bo'yicha masalalar va ularni yechish namunalari

1- masala. 750 g benzolda 27 g modda erishidan hosil bo'lgan eritma $3,5^{\circ}\text{C}$ da muzlaydi. Toza benzol $5,5^{\circ}\text{C}$ da muzlaydi. Benzolda erigan moddaning nisbiy molekular massasini hisoblang. Benzolning krioskopik doimiysi $5,2 \text{ grad/mol}$ ga teng.

Berilgan:

$$m(\text{modda}) = 27,0 \text{ g}$$

$$m(\text{C}_6\text{H}_6) = 750,0 \text{ g}$$

$$t_{\text{muzl.}}(\text{eritma}) = 3,5^{\circ}\text{C}$$

$$t_{\text{muzl.}}(\text{C}_6\text{H}_6) = 5,5^{\circ}\text{C}$$

$$K = 5,2 \text{ grad/mol}$$

$$M(\text{modda}) = ?$$

Yechish:

1. Benzolga nisbatan eritma muzlash temperaturasining pasayishi:

$$\Delta t_{\text{muzl.}} = t_{\text{muzl.}}(\text{C}_6\text{H}_6) - t_{\text{muzl.}}(\text{eritma})$$

$$\Delta t_{\text{muzl.}} = 5,5^{\circ}\text{C} - 3,5^{\circ}\text{C} = 2,0^{\circ}\text{C}$$

ni tashkil etadi.

2. Benzolda erigan moddaning nisbiy molekular massasi qiymatiga ko'ra hisoblanadi:

$$\Delta t_{\text{muzl.}} = K \frac{m_{\text{modda}} \cdot 1000}{M_{\text{modda}} \cdot m_{(\text{C}_6\text{H}_6)}}$$

$$M_{\text{modda}} = K \frac{m_{\text{modda}} \cdot 1000}{\Delta t_{\text{muzl.}} \cdot m_{(\text{C}_6\text{H}_6)}}$$

$$M_{\text{modda}} = 5,2 \cdot \frac{27,0 \cdot 1000 \text{ grad} \cdot \text{g} \cdot \text{g}}{750,0 \cdot 2,0 \text{ mol} \cdot \text{g} \cdot \text{grad}} = 93,6 \text{ g/mol}.$$

Javob: $M(\text{modda}) = 93,6 \text{ g/mol}$.

2- masala. 250,0 g suv va 54,0 g glukoza ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) dan tashkil topgan eritma qanday temperaturada kristallanishini hisoblang. Glukoza ning krioskopik doimiysi 1,86 grad/mol ga teng.

Berilgan:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 250,0 \text{ g}$$

$$m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 54,0 \text{ g}$$

$$M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 180,0 \text{ g/mol}$$

$$K = 1,86 \text{ grad/mol}$$

$$t_{\text{krist.}} = ?$$

Yechish:

1000 g suvdagi glukoza ning massasi hisoblanadi:

$$250,0 \text{ g H}_2\text{O} \text{ ———— } 54,0 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$$

$$1000 \text{ g H}_2\text{O} \text{ ———— } x \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$$

$$m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 216,0 \text{ g}$$

Glukoza eritmasining molyal konsentratsiyasi topiladi:

$$b(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \frac{m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)}{M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) \cdot m(\text{H}_2\text{O})},$$

$$b(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \frac{216,0 \cdot 1000 \text{ g} \cdot \text{mol}}{180,0 \cdot 1000 \text{ g} \cdot \text{kg}} = 1,20 \text{ mol/kg}.$$

Eritmaning $\Delta t_{\text{krist.}}^0$ i topiladi:

$$\Delta t_{\text{krist.}}^0 = K \cdot b(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 1,86 \cdot 1,20 \frac{\text{grad} \cdot \text{mol}}{\text{mol} \cdot \text{kg}} = 2,23 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Eritmaning kristallanish temperaturasi aniqladi:

$$\Delta t_{\text{krist.}} = \Delta t_{\text{krist. e-chi}} - \Delta t_{\text{krist. eritma}}$$

Ko'rilgan misolda erituvchi H₂O, uning $t_{\text{krist.}} = 0 \text{ } ^\circ\text{C}$, demak,

$$t_{\text{krist.}} = 0 - 2,23^\circ = -2,23 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Javob: $t_{\text{krist. eritma}} = -2,23 \text{ } ^\circ\text{C}$.

3- masala. Birinchi eritma ikkinchisiga nisbatan gipertonik, izotonik yoki gipotonikligini tushuntiring:

1. Molyar konsentratsiyalari 1,000 mol/l NaCl va 0,1000 mol/l NaCl.

2. Molyar konsentratsiyalari 0,5000 mol/l CO(NH₂)₂ va 0,5000 mol/l C₆H₁₂O₆.

3. Molyar konsentratsiyalari 0,1000 mol/l NaCl va 0,1000 mol/l CO(NH₂)₂.

Yechish:

Ma'lumki, eritmalarining osmotik bosimi Vant-Goff qonuniga muvofiq hisoblanadi:

$$P_{\text{osm}} = cRT$$

noelektrolitlarning
suyultirilgan eritmasi
uchun

$$P_{\text{osm}} = icRT$$

elektrolitlarning
suyultirilgan eritmasi
uchun

Osmotik bosim qiymati eritma konsentratsiyasi va temperaturaga bog'liq bo'lib, erituvchi va erigan modda tabiatiga emas, balki zarrachalar soniga bog'liq.

1. 1,0000 mol/l NaCl eritmasining molyar konsentratsiyasi 0,1000 mol/l NaCl eritmasiga nisbatan 10 marta katta, shuning uchun birinchi eritma ikkinchisiga nisbatan gipertonikdir.

2. Siydikchil va glukoza noelektrolitlardir, ularning eritmaları bir xil konsentratsiyali, demak, ularning osmotik bosimi ham bir xil, shuning uchun bu eritmalar izotonikdir.

3. NaCl elektrolit, CO(NH₂)₂ noelektrolit. NaCl ikkita ionga dissotsiatsiyaladi:



$$i = 1 + \alpha(n - 1) = 1 + 1 \cdot (2 - 1) = 2.$$

Shunday qilib, birinchi eritmaning osmotik bosimi ikkinchi eritmanikiga qaraganda 2 marta yuqori bo'ladi, ya'ni u ikkinchi eritmaga nisbatan gipertonik.

4- masala. Osmotik bosimi $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ da 760 kPa ga teng bo'lishi uchun $1,0\text{ mol}$ noelektrolit qanday hajmdagi eritmada bo'lishi kerak?

Berilgan:

$$n_{\text{modda}} = 1,0\text{ mol}$$

$$P_{\text{osm}} = 760\text{ kPa}$$

$$t = 37\text{ }^{\circ}\text{C}, T = 310\text{ K}$$

$$R = 8,31\text{ l} \cdot \text{kPa}/(\text{mol} \cdot \text{K})$$

$$V_{\text{eritma}} = ?$$

Yechish:

Vant-Goff qonuniga binoan $P_{\text{osm}} = cRT$;

$$c = \frac{n_{(\text{modda})}}{V_{(\text{eritma})}}; P_{\text{osm}} = \frac{n_{(\text{modda})}}{V_{(\text{eritma})}} RT.$$

Bundan:

$$V_{(\text{eritma})} = \frac{n_{(\text{modda})} \cdot RT}{P_{\text{osm}}} = 3,39\text{ l},$$

$$V_{(\text{eritma})} = \frac{1,0 \cdot 8,31 \cdot 310\text{ mol} \cdot \text{l} \cdot \text{kPa} \cdot \text{K}}{760\text{ kPa} \cdot \text{mol} \cdot \text{K}} = 3,39\text{ l}.$$

Javob: $V_{(\text{eritma})} = 3,39\text{ l}.$

Mavzuni o'zlashtirishni mustaqil nazorat qilish uchun savol va masalalar

1. Eritmalarning osmotik bosimi qanday birlikda o'lchanadi?
2. Raul qonuni qanday ta'riflanadi?
3. Eritmalarning osmotik bosimi nima sababdan temperatura ortishi bilan ortadi?
4. Ebulioskopik va krioskopik doimiylarning fizik ma'nosi qanday?
5. $0,1000\text{ mol/l}$ qand va tuz eritmaları izotonikmi?
6. Biologik suyuqliklar, mevalar, go'sht va qon nima uchun $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ da muzlamaydi?
7. 30% li (massa jihatdan) $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ($c = 1,215\text{ g/ml}$) eritmasi tibbiyotda surgu dori sifatida qo'llanadi. Shu eritmaning $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ dagi osmotik bosimini hisoblab toping ($\rho = 0,92$).
8. Eritma muzlash temperaturasining sof erituvchi muzlash temperaturasidan farqini tushuntiring.
9. Nima uchun dengiz suvida cho'milganda ko'z qizarishi kuzatiladi?

Vaziyatli masalalar

1. Qon plazmasi muzlash temperaturasining pasayishi – $0,56\text{ }^{\circ}\text{C}$ ga teng. Qonga izotonik bo‘lgan natriy xlorid eritmasini tayyorlash uchun $1,0\text{ l}$ suvda eritish kerak bo‘lgan osh tuzi miqdorini hisoblang.

Javob: $m(\text{NaCl}) = 8,81\text{ g}$.

2. Bemor ko‘p qon yo‘qotganda tomchilab fiziologik eritma (osh tuzining $0,86\%$ li eritmasi) yuboriladi. Fiziologik eritmaning osmotik bosimini aniqlang ($\rho = 1\text{ g/ml}$, $\alpha = 1$, $t = 37\text{ }^{\circ}\text{C}$). Bu eritma qon plazmasiga izotonikmi?

Javob: $P_{\text{osm}} = 757,4\text{ kPa}$, izotonik.

3. Jarrohlikda «gipertonik bog‘lamlar» ishlatiladi. Bu NaCl ning gipertonik eritmasida ho‘llab yiringli yaraga kiritib qo‘yilgan doka bo‘lakchalaridir. 10% li gipertonik NaCl eritmasining osmotik bosimini hisoblang. ($\rho = 1,05\text{ g/ml}$, $\alpha = 0,89$, $t = 37\text{ }^{\circ}\text{C}$). «Gipertonik bog‘lov»larning ta’siri nimaga asoslanganligini tushuntiring.

Javob: $P_{\text{osm}} = 8739\text{ kPa}$.

Test savollari

- Osmotik bosimning kattaligi qanday parametrlarga bog‘liq?
 - idish parametrlariga;
 - erituvchining miqdoriga;
 - temperaturaga;
 - erituvchining tabiatiga.
- Gipotonik eritmani ko‘rsating:
 - $0,5\%$ NaCl;
 - 1% NaCl;
 - $0,86\%$ NaCl;
 - 5% NaCl.
- Organizmdagi gemoliz jarayoniga qaysi javob mos keladi.
 - suv molekullari eritmadan hujayraga o‘tganda;
 - qonga gipertonik eritma quyilganda;
 - hujayra bujmayganda;
 - qonga gipotonik eritma quyilganda.
- Izotonik koeffitsiyent nimani ko‘rsatadi?
 - osmotik bosim qiymati necha marta ortishini ko‘rsatadi;
 - osmotik bosim qiymati necha marta kamayishini ko‘rsatadi;
 - osmotik bosimni hisobdagi va kuzatuvdagi farqini ko‘rsatadi;
 - elektrolitning osmotik bosimi noelektrolitnikidan necha marta kattaligini.

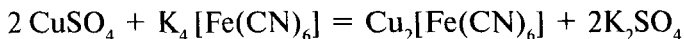
5. Osmotik bosim birligini ko'rsating.
- a) mol/l; b) kPa; d) kJ; e) mol/kg.
6. NaNO_3 uchun izotonik koeffitsiyent nechaga teng?
- a) 2; b) 4; d) 6; e) 5.
7. Eritmalarning osmotik bosimi qaysi qonuniyatga bo'ysinadi?
- a) Boyl-Marriot qonuniga; d) Vant-Goff qonuniga;
b) Raul qonuniga; g) Gey-Lyussak qonuniga.
8. 3% (massa jihatidan) glukoza eritmasini ($\rho = 1,011 \text{ g/ml}$) ko'p miqdorda tomir orqali yuborish mumkinmi?
- a) yuborish mumkin;
b) yuborish mumkin emas;
d) faqat 50 ml yuborish mumkin;
e) faqat 100 ml yuborish mumkin.
9. 1000 g suvda 400 g gemoglobin eriganida muzlash temperaturasi $0,012 \text{ }^\circ\text{C}$ ga kamayadi. Gemoglobinning nisbiy molekular massasi nechaga teng? ($K(\text{H}_2\text{O}) - 1,86 \text{ grad/mol.}$)
- a) 62015; b) 3107; d) 1555; e) 1725.
10. 0,86% osh tuzi eritmasining osmotik bosimini aniqlang.
- a) 375,5 kPa; b) 757,4 kPa; d) 1500 kPa; e) 100 kPa.

LABORATORIYA ISHI

1- laboratoriya ishi

«Sun'iy» hujayraning o'sishi. «Traube» to'qimasi»

100 ml li idishga to'ldirib 5% li CuSO_4 eritmasi solinadi va unga sariq qon tuzi kristallaridan bir nechta solinadi (kaliy geksatsiano ferrat (II)). Ma'lum vaqtdan so'ng idishda ajoyib o'zgarish kuzatiladi, kristallchalar eritmada erib, CuSO_4 bilan ta'sirlashadi:



Hosil bo'lgan mis geksatsiano ferrat (II) plyonkasi sariq qon tuzi kristallarini o'ziga yaqin turgan eritma bilan birga o'rab olib, «sun'iy to'qima» hosil qiladi. Bu to'qima o'sishni davom ettirish xususiyatiga ham ega, chunki uning devorlari yarim o'tkazgich xossasini namoyon

qiladi. Suv molekulasi «to'qima» ichiga kirib uning hajmini oshiradi, natijada «to'qima» yorilib sariq qon tuzi eritmasi tashqariga oqib chiqadi. Jarayon yana qaytarilishi natijasida «to'qima» o'sadi va o'ziga xos o'simtalar, shoxlanishlar hosil qiladi.

2- laboratoriya ishi

Qon plazmasining osmotik xossalari o'rganish

1- tajriba. Tajriba uchun 3 ta probirka olinadi; birinchisiga 10 tomchi NaCl ning izotonik eritmasi, ikkinchisiga 10 tomchi NaCl ning gipertonik eritmasi, uchinchisiga shu tuzning gipotonik eritmasidan solinadi. Har bir probirkaga bir tomchidan qon plazmasi tomiziladi. Sodir bo'layotgan hodisa kuzatiladi va xulosa qilinadi. Xulosalar ilmiy asoslab yoziladi.

2- tajriba. Probirkadagi 10 tomchi izotonik eritmaga 1 tomchi 0,5000 molyarli H_2SO_4 eritmasi tomiziladi. Yuz bergan hodisalarni ilmiy asoslab tushuntiriladi. Qanday eritmalarning odam organizmiga kiritilishi patologik holatlarga olib keladi? Tirik organizmga ko'p miqdorda kislotaga tabiiatli moddalar kiritilishi organizmni qanday holatga keltiradi?

3- tajriba. 3 ta probirkaga 10 tomchidan izotonik eritma va 1 tomchidan qon plazmasi tomiziladi. Birinchi probirkaga 10 tomchi 10% li NaCl eritmasi, ikkinchi probirkaga 1 tomchi $CuSO_4$ eritmasi tomiziladi, uchinchi probirkani solishtirish uchun qoldiriladi. Mis ionlarining organizmga ta'siri natijasida Vilson kasalligi kelib chiqishi tushuntiriladi.

3- laboratoriya ishi

Nisbiy molekular massani kriometrik usulda aniqlash

Bu usulning mohiyati shundaki, u tajriba yo'li bilan sof erituvchi va eritmaning muzlash temperaturasini aniqlash hamda muzlash nuqtasining pasayishiga ko'ra molyar massani aniqlashga yordam beradi. Ishni bajarish uchun maxsus asbobdan foydalaniladi (2- rasm). U sovituvchi aralashma uchun qalin devorli stakan 1, aralashtirgich 2, qopqoq 3, turli diametrlil probirkalar 4 va 7, eritma uchun aralashtirgich 5 va Bekman differensial temperatura o'lchagichi (termometr) 6 dan tashkil topgan. Bekman asbobi avvaldan 0 °C da simob ko'rsatkichi 1,75–2,85 °C oralig'ida bo'ladigan qilib sozlab qo'yilgan bo'ladi.

Tajriba natijalariga ko'ra moddaning molyar massasi hisoblanadi:

$$\Delta t_{\text{muzl.}}^{\circ} = \frac{K \cdot \alpha \cdot 1000}{M \cdot m}, \quad M = \frac{K \cdot \alpha \cdot 1000}{m \cdot \Delta t^{\circ}}, \text{ g/mol},$$

bu yerda: M – moddaning molyar massasi (g/mol); a – erigan modda massasi (g); m – erituvchi (suvning)ning massasi, g; K – suvning krioskopik doimiysi, $K = 1,86$ grad/mol.

Molyar massa son jihatidan moddaning nisbiy molekular massasi M_r (modda)ga teng.

Moddaning tajribada aniqlangan molyar massasi aniqlanadi va nisbiy xato topiladi:

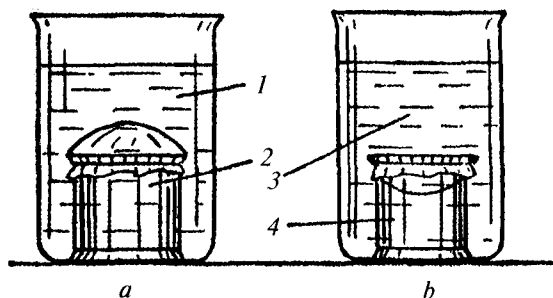
$$\text{hato (\%)} = \frac{M_r(\text{haqiqiy}) - M_r(\text{topilgani})}{M_r(\text{haqiqiy})}$$

4- laboratoriya ishi

Osmos, turgor (endoosmos) va plazmoliz (ekzoosmos) hodisalarini kuzatish

1- tajriba. Tajriba o'tkazish uchun 2 ta qalin devorli hajmi 6,00 l li idish, 2 ta qalin devorli 0,50 l hajmli kimyoviy stakan, yarim o'tkazgichli plyonka (hayvon pufakchasi, pergament yoki sellofan), ingichka ip, qand ishlatiladi (3- rasm).

Ishga tayyorgarlik. Stakanni bo'g'zigacha qandning to'yingan eritmasi bilan to'ldiriladi. Stakan og'zidan 3–4 sm kattalikda sellofan qirqib olinadi va uni suvda ho'llanadi. Ho'llangan plyonkani ostidagi



3- rasm. Endoosmos va ekzoosmos hodisasi:

a – gipertonik eritma; b – gipotonik eritma;
 1 – suv; $2, 3$ – qandning to'yingan eritmasi; 4 – suv.

havo pufakchalari qoldirmay idishga tortiladi. Parda chetlarini qaytarib, uni tarang tortiladi, buklangan joylarini stakan og'zi bo'ylab teng taqsimlab (bir necha marta chilvir bilan aylantirib tugun qilib bog'lanadi). Ikkinchi stakanni suv bilan to'ldiriladi va yarim o'tkazgich parda bilan shunday yopiladi.

Ishning borishi. Birinchi stakanni $\frac{3}{4}$ qismi suv bilan to'ldirilgan katta idishga joylashtiriladi. Boshida yassi turgan yarim o'tkazgich parda 2–3 soatdan so'ng shisha boshlaydi (endoosmos). Ikkinchi stakanni $\frac{3}{4}$ qismi qandning to'yingan eritmasi bilan to'ldirilgan katta idishga joylashtiriladi. Bu holatda yassi parda ichga botadi (ekzoosmos).

Bu hodisalar tushuntiriladi.

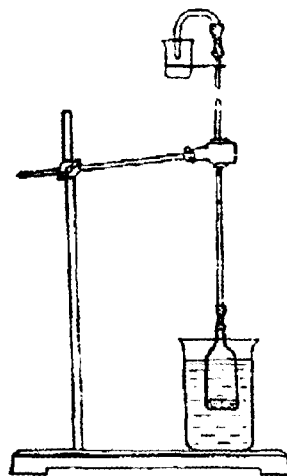
2- tajriba. Osmotik bosim.

Ishga tayyorgarlik. Forshtossning keng teshigini yarim o'tkazgich bilan zich qilib bog'lanadi. Forshtossni fuksin bilan bo'yalgan qandning to'yingan eritmasi bilan tepasigacha to'ldiriladi (4- rasm). Forshtossning yuqori uchi rezina naycha bilan uzun shisha nayga ulanadi (diametri 3–5 mm, uzunligi 1 m li), unga esa tepasiga kichik stakan biriktirilgan egik shisha naycha ulanadi.

Ishning borishi. Tayyorlab qo'yilgan osmotik yacheykani suvli stakanga joylashtiriladi, uzun nayni esa shtativga mahkamlanadi. Suv darhol stakandan yarim o'tkazgich plyonka orqali osmotik yacheyka ichiga tomon harakat qiladi va bo'yalgan qand eritmasi naycha ichida ko'tarila boshlaydi. Mashg'ulot oxirida naycha ichidagi eritmaning ko'tarilgan balandligi belgilanadi. Suyuqlik bir necha sekunddan so'ng nay yuqorisigacha ko'tariladi va stakanga tomadi.

3- tajriba. Qon plazmasining izotonikligini o'rganish (eritrotsitlar reaksiyasi bo'yicha).

4 ta probirka tayyorlanadi. Probirkalarga 3,00 ml dan 0,85, 0,8, 0,9% li NaCl eritmaları va distillangan suv solinadi. Har bir probirkaga 2 tomchidan sitratli qon qo'shiladi va shisha tayoqcha bilan aralashtiriladi. Borayotgan hodisalar yozib olinadi va tushuntirib beriladi. Ular haqida ilmiy asoslangan xulosalar chiqariladi. Tekshirish uchun qonni ho'l probirkalarga olish mumkinmi? Javobni asoslang.



4- rasm. Osmotik bosim o'lchagich.

III b o b

TITRIMETRIK ANALIZ

TITRIMETRIK ANALIZGA KIRISH

Mashg'ulotning maqsadi: miqdoriy analiz usullaridan biri titrimetrik analiz asoslari bilan tanishish. Bu analiz tibbiyot amaliyotida biologik obyektlarni va dorivor preparatlarni tekshirishda qo'llanadi, shu bilan birga undan atrof-muhitning sanitariya holatini baholashda foydalaniladi.

O'rganilayotgan mavzuning ahamiyati. Titrimetrik analiz usuli – biologik obyektlarning miqdoriy tarkibini aniqlash uchun tibbiy-biologik tekshiruvlarda, dorivor va farmakologik preparatlar analizida 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 organizmni taqqoslash orqali amalga oshiriladi.

Shuning uchun tibbiyot xodimlari, ayniqsa shifokorlar titrimetrik analiz usullari va asosiy yo'nalishlarini bilishi zarur.

Boshlang'ich bilim darajasi:

1. Kislota, asos, tuzlarning elektrolitik dissotsiya nazariyasi.
2. Kimyoviy reaksiya turlari (ionli va molekulyar ko'rinishda).
3. Konsentrasiyani ifodalash usullari.

Mustaqil tayyorlanish uchun adabiyotlar:

1. *V.N.Alekseyev.* Miqdoriy analiz. M., 1972, 193- bet.
2. *A.A.Селезнёв.* Аналитическая химия. М., 1973, 164- bet.
3. *И.К.Цитович.* Курс аналитической химии. М., 1985, 212- bet.
4. *S.S.Qosimova, S.M.Masharipov, Q.O.Najimov.* Umumiy va bioorganik kimyodan amaliy mashg'ulotlar. T., 2001, 43–45- betlar.
5. *X.H.Hakimov, A.Z.Tatarskaya, N.T.Olimxo'jayeva.* Umumiy kimyodan amaliy mashg'ulotlar. T., 1993, 56–58- betlar.

Darsda ko'riladigan savollar:

1. Analitik kimyoning asosiy masalalari.
2. Titrimetrik analiz asoslari.
 - 2.1. Titrimetrik analizda qo'llanadigan asosiy tushunchalar.

- 2.2. Ekvivalentlik nuqtasi.
- 2.3. Titrimetrik analizda qo'llanadigan reaksiyalarga qo'yiladigan talablar.
- 2.4. O'lchov idishlari: byuretkka, pipetka, o'lchov kolbalari, o'lchov silindrlari.
- 2.5. Titrlash usuli.
- 2.6. Titrlash usulidagi hisoblash ishlari.
- 2.7. Titrimetrik analiz usullarining sinflanishi.
3. Titrimetrik analiz usullarining tibbiyotda qo'llanishi.
4. Laboratoriya ishi.

MA'LUMOTLAR YIG'INDISI

Analitik kimyo – moddalar va ularning aralashmalarining sifat va miqdoriy tarkibini tekshirish, ya'ni analiz qilinayotgan modda qanday element, atom, ion yoki molekuladan tashkil topgan ekanini aniqlashga asoslangan. Analitik kimyo 2 bo'limdan iborat:

1. Miqdoriy analiz.
2. Sifat analizi.

Miqdoriy analiz usullari bilan tekshirilayotgan moddaning tarkibidagi komponentlar qanday miqdoriy nisbatda ekani aniqlanadi.

Miqdoriy analiz turli usullar bilan 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 – tortma, kallorimetrik va titrimetrik (hajmiy) usullar.

Tortma analiz usulida tekshirilayotgan modda qiyin eriydigan cho'kma holiga o'tkaziladi va eritmada filtrlab to'liq ajratib olinadi, massasi o'zgarmas bo'lguncha qurtiladi 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 rangini solishtiriladi.

Klinik analizda titrimetrik analiz usuli keng qo'llanadi, chunki uni o'tkazishga kam vaqt talab etiladi, ishni amalga oshirish yo'nalishi sodda, aniqlik darajasi yuqori.

Titrimetrik analiz usuli tekshirilayotgan modda bilan kimyoviy reaksiyaga kirishayotgan titrlangan eritma hajmini aniq belgilashga asoslangan. Bu analiz usulida biror moddaning konsentratsiyasini

aniqlash uchun albatta ikkinchi eritmaning konsentratsiyasi ma'lum (titrlangan eritma) bo'lishi kerak. Titri (konsentratsiyasi) ma'lum bo'lgan eritmani konsentratsiyasi noma'lum bo'lgan eritmaga byuretka yordamida tomchilab quyish jarayoniga *titrlash* deyiladi. Titrlash termini titr so'zidan olingan bo'lib, u 1 ml eritmadagi reagentning gramm hisobidagi miqdorini bildiradi.

Konsentratsiyasi ma'lum eritma – *titrlangan* yoki *ishchi eritma* deyiladi. Bunday eritmani erituvchi va erigan modda miqdorini aniq o'lchab tayyorlash mumkin yoki boshqa konsentratsiyasi ma'lum eritma yordamida aniqlash mumkin. Birinchi holda eritma *aniq titrli* deyiladi, ikkinchi holda *aniqlangan titrli eritma* deyiladi. Titrlangan eritmalarni tayyorlash uchun fiksanalardan foydalanish mumkin. Fiksanalarda shisha ampulalarda 1,00 l 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 l li o'lchov kolbasiga solinadi va ustiga kolbaning o'lchov chizig'igacha erituvchi qo'shiladi. Titrlangan eritma tayyorlash uchun eritilayotgan moddaning tarkibi o'ta sof va doimiy (o'zgarmas) bo'lishi, saqlanganda havoda o'zgaraydigan bo'lishi kerak. Bunday moddalarga ko'pgina tuzlar (natriy tetraborat (bura) $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, natriy oksalat $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$, kaliy bixromat $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, natriy xlorid NaCl), oksalat kislotasi $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ va boshqalar misol bo'ladi.

Titrimetrik analizda natijani aniq olish asoslaridan biri bu ishchi eritma konsentratsiyasi aniqlik darajasining yuqoriligidir. Shunday aniqlikda tayyorlangan eritmalarni saqlashda quyidagilarga e'tibor beriladi:

- 1) saqlanganida eritma bug'lanmasligi kerak;
- 2) atrof muhitdan ifloslanmasligi kerak;
- 3) parchalanmasligi kerak.

Titrlangan eritmalarning konsentratsiyasi doimo boshqa standart eritmalar yordamida tekshirib turiladi.

Titrlash davomida titrlashning (reaksiyaning) tugashini aniqlay bilish kerak, bu *ekvivalent nuqta* deb ataladi va ta'sir etuvchi moddalar miqdori o'zaro ekvivalent bo'lganda yuzaga keladi. Ekvivalent nuqtani aniqlash maqsadida titrimetrik analizda indikatorlardan foydalaniladi. *Indikatorlar* deb, titrlashda eritmaga oz miqdorda qo'shiladigan va ekvivalent nuqtaga yetganda ko'z bilan ko'rsa bo'ladigan darajada rangi o'zgaradigan yoki cho'kma hosil qiladigan moddalarga aytiladi. Ba'zan indikatorlar vazifasini reaksiyaga kirishayotgan moddalardan biri bajarishi mumkin.

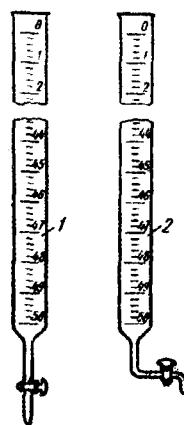
Titrimetrik analizda quyidagi shartlarga javob beradigan reaksiyalargina qo'llaniladi:

- 1) tekshirilayotgan modda va reaktiv orasidagi reaksiya ma'lum bir stexiometrik nisbatlarda borishi kerak;
- 2) ta'sirlashuvchi 2 modda orasidagi reaksiya tez borishi kerak;
- 3) reaksiya oxirigacha borishi, ya'ni reaksiyaning qaytishiga yo'l qo'ymaslik kerak;
- 4) reaksiya jarayonida qo'shimcha yonaki reaksiyalar bormasligi kerak.

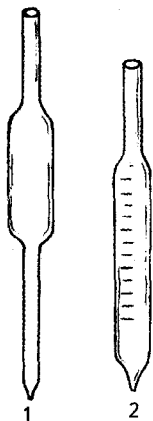
Titrimetrik analizda eritmaning hajmini aniq o'lchab olish kerak. Buning uchun o'lchov idishlari: byuretka, pipetka, o'lchov kolbalari va o'lchov silindrlari ishlatiladi.

Byuretkalar titrlash jarayonida reagentni tomchilab sarflash va qancha hajm sarf bo'lganini aniq bilish uchun zarur. 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 (5- rasm). Ularning hajmi 10,00 ml dan 100,00 ml gacha. Natijalar aniqligini oshirish uchun 1,00–2,00 ml li byuretkalardan ham foydalaniladi, ular *mikrobyuretkalar* deyiladi. Ko'pincha hajmi 10,00, 25,00 va 50,00 ml bo'lgan byuretkalar ishlatiladi. Byuretkaning shkala chiziqlari yuqoridan 0 dan boshlanib pastga tomon 1 ml dan farqlanib boradi. 1 ml li oraliq 10 bo'lakka bo'lingan. Sarf bo'lgan eritma hajmi boshlang'ich va titrlash oxiridagi holatlar orasidagi farqdan aniqlanadi. Bunda suyuqlik sathidagi botiq menisk chizig'i «0» soniga mos kelishi kerak va bu holatni kuzatilganda ko'z bilan teng bir chiziqda qaraladi. Byuretkani voronka yordamida to'ldiriladi va chang tushmasligi uchun qalpoqcha bilan yopiladi. To'ldirishdan oldin eritmani konsentratsiyasi o'zgarماسligi uchun byuretkani 3 marta standart eritma bilan chayiladi. Ish tugagandan keyin byuretkani distillangan suvga chayib, to'ldirib, yopib qo'yiladi.

Pipetkalar eritmani aniq hajmda bir idishdan boshqa idishga solish uchun ishlatiladi. Pipetka shisha naychadan iborat bo'lib, pastga tomon diametri torayib boradi (6- rasm). Yuqori qismida pipetka hajmi yozilgan bo'ladi: 1,00 ml dan 100,00 ml gacha bo'lishi mumkin. Mingdan bir bo'lak aniqlik gacha o'lchash uchun 1,00 ml hajmli pipetkalar ishlatiladi. Pipetkalar maxsus shtativlarda vertikal holatda saqlanadi. Pipetkani rezina gusha

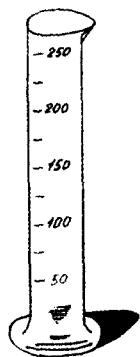


5- rasm.
Byuretkalar.

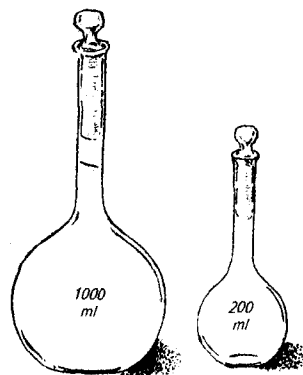


6- rasm. Pipetkalar.

1 – bir xil hajmli eritmalar uchun; 2 – har xil hajmli eritmalar uchun.



7- rasm. O'lchov silindri.



8- rasm. O'lchov kolbalari.

yordamida to'ldiriladi yoki so'rib olish usulidan foydalaniladi. Bunda kerakligidan ozgina ko'proq miqdorda eritma so'rib olinib, suyuqlik to'kilib ketmasligi uchun ko'rsatkich barmoq bilan yuqori qismi yopiladi. Ko'z qarshisiga olib kelinadi va barmoqni biroz bo'shatilsa, suyuqlik tomchilay boshlaydi va meniskga etganda ko'rsatkich barmoq bilan yana yopiladi. Pipetkadan suyuqlikni idishga quyishda pipetka uchini idish devoriga tegizib turiladi. Suyuqlik tushib bo'lganidan so'ng 20–30 sek kutiladi va pipetka idishdan olinadi. Suyuqlikning oxirgi tomchisi pipetkadan puflab chiqarilmaydi. Ish boshlashdan avval pipetka o'sha eritmada chayiladi, keyin kerakli miqdorda eritma o'lchab olinadi. Ish tugatilgandan keyin pipetka distillangan suvga chayib qo'yiladi.

O'lchov silindrlari eritmalarini ma'lum hajmda o'lchab olish uchun ishlatiladi (7- rasm). 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 muljallangan bo'ladi.

O'lchov kolbalari asosan aniq konsentratsiyali eritmalar tayyorlashda ishlatiladi. Bular tagi yassi, uzun va ingichka bo'yinli kolbalardir (8- rasm). Bo'yinchasida belgi chizigi bo'lib, shu belgigacha erituvchi bilan to'ldiriladi (menisk chizig'ini e'tiborga olgan holda). Ushbu kolbalar 50,00; 100,00; 200,00; 500,00; 1000,00; 5000,00 ml hajmlarga

mo'ljallangan bo'ladi. Kolbani shisha tiqin bilan berkitib qo'yiladi. Eritma tayyorlashda avval voronkadan, so'ngra eritish nihoyasida pipetkadan foydalaniladi.

Kimyoviy analizda idishlar o'ta tozaligiga rioya qilinadi, bu aniq natija olishda katta ahamiyatga ega. Toza idish deyilganda idish devorlarida tomchilar va uning izlari qolmasligi tushuniladi. Agar ular mavjud bo'lsa, idishni xromli aralashmada ushlab turiladi, so'ng distillangan suv bilan chayiladi.

Titrlash jarayoni quyidagi yo'nalishda olib boriladi:

- 1) toza byuretkani 2–3 marta ishchi eritma bilan chayiladi;
- 2) byuretkani vertikal holatda o'rnatib, titrlangan eritma bilan «0» dan yuqoriroqqacha 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 eritmalarda 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 sarf bo'lgan eritma hajmini o'rtacha qiymati bo'yicha hisoblash 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.

Titrmetik analizda hisoblash ishlari *ekvivalentlar qonuni* asosida olib boriladi: 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:

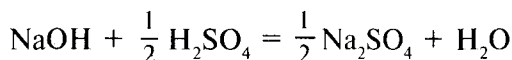
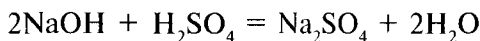
$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{c\left(\frac{1}{Z}X_2\right)}{c\left(\frac{1}{Z}X_1\right)}. \quad (1)$$

Har 2 ta'sirlashuvchi moddalarning ekvivalent molyar konsentratsiyasining hajmiga ko'paytmasi o'zgarmas kattalikdir. Shu qonuniyatlar asosida turli hisoblashlar olib boriladi.

Masalan, bir eritmaning ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titrlashga sarf bo'lgan eritmaning hajmi ma'lum bo'lsa, ikkinchi eritmaning ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titrini aniqlash mumkin.

Masalan: 20,00 ml sulfat kislota eritmasini titrlashda 12,00 ml ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,2000 mol/l bo'lgan ishqor eritmasi sarflandi. Eritmadagi H_2SO_4 ning titri va ekvivalent molyar konsentratsiyasini hisoblash kerak.

Reaksiya tenglamasi:



Tenglamalardan ko'rinib turibdiki, H_2SO_4 ning ekvivalentlik omili $\frac{1}{2}$ ga, NaOH niki esa 1 ga teng. Ekvivalentlar qonuniga ko'ra:

$$c\left(\frac{1}{2} H_2SO_4\right) = \frac{c(NaOH) \cdot V(NaOH)}{V(H_2SO_4)} \frac{\text{mol} \cdot \text{ml}}{\text{ml} \cdot \text{l}} = \frac{\text{mol}}{\text{l}},$$

$$c\left(\frac{1}{2} H_2SO_4\right) = \frac{0,2000 \cdot 12,00}{20,00} \frac{\text{mol} \cdot \text{ml}}{\text{ml} \cdot \text{l}} = 0,1200 \frac{\text{mol}}{\text{l}},$$

$$t(H_2SO_4) = \frac{c\left(\frac{1}{2} H_2SO_4\right) \cdot M\left(\frac{1}{2} H_2SO_4\right)}{1000}, \frac{\text{g}}{\text{ml}},$$

$$t(H_2SO_4) = \frac{0,1200 \cdot 49}{1000} \frac{\text{g} \cdot \text{mol}}{\text{ml} \cdot \text{mol}} = 0,005880 \frac{\text{g}}{\text{ml}}.$$

Titrimetrik analizda hisoblash yuqori darajada aniqlikni talab qiladi. Shuning uchun eritmalar hajmini 0,10 ml daraja aniqlikda o'lchash talab etiladi:

$$V(HCl) = 10,27 \text{ ml} \text{ yoki } V(NaOH) = 22,82 \text{ ml}.$$

Konsentratsiyani yanada yuqori daraja aniqlikda, verguldan keyin 4 ta aniq qiymatgacha, titr nollardan keyin 4 ta aniq qiymatgacha aniqlikda o'lchanadi, masalan:

$$c(HCl) = 0,1025 \text{ mol/l},$$

$$c(\text{NaOH}) = 0,0932 \text{ mol/l,}$$

$$t(\text{HCl}) = 0,003600 \text{ g/ml.}$$

Bajarilayotgan analiz asosida qanday reaksiyalar borishiga qarab titrimetrik analiz quyidagi usullarga bo'linadi:

- 1) kislota-asosli titrlash yoki neytrallanish usuli;
- 2) oksidlanish-qaytarilish yoki oksidimetriya usuli;
- 3) kompleksometriya usuli;
- 4) cho'ktirish usuli.

Mavzu bo'yicha masalalar va ularni yechish namunalari

1- masala. Tibbiyotda kaliy permanganatning 0,1–0,5% li eritmasi antiseptik vosita sifatida yaralarni yuvishda, 0,01–0,1% li eritmasi tomoq chayishda, oshqozonni yuvish uchun esa 0,02–0,1% li eritmasi ishlatiladi. Titrimetrik analizning qaysi usuli bo'yicha KMnO_4 eritmasining konsentratsiyasini aniqlash mumkin (agar oksalat kislotaning titrlangan eritmasi bo'lsa)?

Yechish: kaliy permanganat oksidlovchi, oksalat kislota esa qaytaruvchi ekanligini e'tiborga olinsa, oksidimetriya usulidan foydalanish mumkin.

Javob: oksidimetriya usuli bo'yicha aniqlash mumkin.

2- masala. Agar 20,00 ml HCl ni titrlashga 19,87 ml 0,1000 mol/l konsentratsiyali NaOH eritmasi sarf bo'lgan bo'lsa, HCl ning ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titrini aniqlang.

Berilgan:

$$V(\text{HCl}) = 20,00 \text{ ml}$$

$$V(\text{NaOH}) = 19,87 \text{ ml}$$

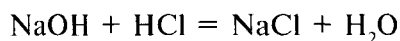
$$c(\text{NaOH}) = 0,1000 \text{ mol/l}$$

$$M(\text{HCl}) = 36,5 \text{ g/mol}$$

$$c(\text{HCl}) = ? \quad t(\text{HCl}) = ?$$

Yechish:

Reaksiya tenglamasi:



Shunday qilib: $f_{\text{ekv}}(\text{NaOH}) = 1$, $f_{\text{ekv}}(\text{HCl}) = 1$.

1. Ekvivalentlar qonuniga ko'ra HCl eritmasining molyar konsentratsiyasi hisoblanadi:

$$c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}) = c(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}),$$

$$c(\text{HCl}) = \frac{c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH})}{V(\text{HCl})},$$

$$c(\text{HCl}) = \frac{0,1000 \cdot 19,87 \frac{\text{mol} \cdot \text{ml}}{\text{l} \cdot \text{ml}}}{20,00} = 0,0993 \text{ mol/l}.$$

2. $c(\text{HCl})$ natijasiga ko'ra eritmaning titri aniqlanadi:

$$t(\text{HCl}) = \frac{c(\text{HCl}) \cdot M(\text{HCl})}{1000},$$

$$t(\text{HCl}) = \frac{0,09935 \cdot 36,5}{1000} \frac{\text{mol} \cdot \text{g}}{\text{ml} \cdot \text{mol}} = 0,003626 \text{ g/ml},$$

Javob: $c(\text{HCl}) = 0,0993 \text{ mol/l}$; $t(\text{HCl}) = 0,003626 \text{ g/ml}$.

Mavzuni o'zlashtirishni mustaqil nazorat qilish uchun savol va masalalar

1. Titrimetrik analizda qo'llanadigan reaksiyalar qanday talablarga javob berishi kerak?

2. Nima sababdan pipetka va byuretkalarni ishlatishdan avval shu eritma bilan chayish lozim? Titrlash uchun mo'ljallangan kolbani ham shu eritma bilan chayish kerakmi?

3. Pipetka uchida qolgan tomchi eritmani nima qilish kerak?

4. Titrlash jarayonida eksperimentator titrlash uchun quyidagi hajmlarda eritma sarflanganligini aniqlang: 15,27 ml, 18,17 ml va 12,89 ml. Keltirilgan qiymatlardan o'rtacha arifmetik qiymatni olib analiz natijasini hisoblash mumkinmi?

5. 10,00 ml HCl eritmasini titrlashga 9,80 ml 0,1000 mol/l konsentratsiyali NaOH eritmasi sarf bo'lgan. HCl ning ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titrini aniqlang.

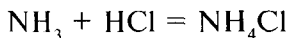
6. Ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,1510 mol/l hajmi 10,00 ml bo'lgan HCl eritmasini titrlashga 10,00 ml NaOH eritmasi sarf bo'lgan. NaOH ning ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titrini aniqlang.

Vaziyatli masalalar

1. Oshqozon shirasida xlorid kislotaning massa ulushi 0,5% bo'lsa, 10,00 ml oshqozon shirasini titrlash uchun necha millilitr 0,1000 mol/l NaOH eritmasi sarf bo'ladi ($\rho = 1,00 \text{ g/ml}$).

Javob: $V(\text{NaOH}) = 13,70 \text{ ml}$.

2. 10,00 ml NH_3 eritmasini quyidagi reaksiya



bo'yicha titrlash uchun konsentratsiyasi 0,0980 mol// HCl eritmasidan 8,20 ml sarf bo'ldi. NH_3 ning ekvivalent molyar konsentratsiyasini aniqlang.

Javob: $c(\text{NH}_3) = 0,0804 \text{ mol/l}$.

3. Qo'rg'oshin asetat – $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ bog'lovchi modda sifatida terining yallig'lanish kasalliklarini davolashda ishlatiladi. Uning 100,00 ml 0,5% li eritmasini tayyorlash uchun zarur bo'lgan modda massasini hisoblang ($\rho = 1,00 \text{ g/ml}$). Bu eritmada qo'rg'oshinning massa ulushi (%) qanday?

Javob: $m(\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2) = 0,5 \text{ g}$; $\omega\%(\text{Pb}) = 0,32\%$.

Test savollari

1. Titrimetrik analizda eritma titri (t) ning aniqlik darajasi yuqori bo'lishi talab etiladi. Qaysi javob shu fikrga mos keladi?

a) 0,03 g/ml; b) 0,003715 g/ml; d) 0,375 g/ml; e) 0,037 g/ml.

2. Qaysi qiymatlar titrimetrik analizdagi hajmlar mutanosibligini ifodalaydi?

a) 2,51 ml, 10,52 ml, 8,78 ml; d) 15,27 ml, 15,22 ml, 15,31 ml;
b) 5,73 ml, 7,02 ml, 15,76 ml; e) 1,07 ml, 5,34 ml, 0,78 ml.

3. Titrlangan eritma hajmini qanday o'lchov asbobida o'lchanadi?

a) pipetka; b) o'lchov kolbasi; d) byuretka; e) kolba.

4. Kislota-asosli titrlash usuli asosida qanday reaksiya yotadi?

a) oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi;
b) neytrallanish reaksiyasi;
d) kompleks birikmalar hosil bo'lish reaksiyasi;
e) issiqlik ajralishi bilan boradigan reaksiyalar.

5. Qanday eritma titrlangan deyiladi?

a) noaniq konsentratsiyali eritma;
b) yangi tayyorlangan eritma;
d) aniq konsentratsiyali eritma;
e) konsentratsiyasini aniqlash kerak bo'lgan eritma.

6. Ekvivalent nuqta nima?

- a) reaksiyaning tugash nuqtasi;
- b) reaksiyaning boshlanish nuqtasi;
- d) 2 moddaning ta'sirlashuvi;
- e) hajmlar teng bo'lgandagi nuqta.

7. Titrimetrik analizdagi hisoblashlar qanday qonuniyat asosida olib boriladi?

- a) massaning saqlanish qonuni;
- b) Ostvaldning suyultirish qonuni;
- d) ekvivalentlar qonuni;
- e) massalar ta'siri qonuni.

8. Pipetkalar nima maqsadida ishlatiladi?

- a) eritma hajmini aniq o'lchash uchun;
- b) eritmalar tayyorlash uchun;
- d) titrlash uchun;
- e) eritmani suyultirish uchun.

9. Eritmaning titri nima?

- a) 1 l eritmada erigan moddaning grammlar hisobidagi miqdori;
- b) 1 l eritmada erigan moddaning mollar soni;
- d) 1 kg eritmada erigan moddaning mollar soni;
- e) 1 m/eritmada erigan moddaning grammlari hisobidagi miqdori.

10. Ekvivalent nuqtasini aniqlash uchun qanday moddalar ishlatiladi?

- a) indikatorlar;
- b) ingibitorlar;
- d) promotorlar;
- e) katalizatorlar.

LABORATORIYA ISHI

Titrimetrik analiz usulida (suvda) o'lchov idishlari bilan ishlash texnikasi

Titrimetrik analizda eritmalar hajmini aniq o'lchash uchun quyidagi o'lchov idishlari qo'llanadi: byuretka, pipetka, o'lchov kolbalari, silindrlar. Suvda o'tkaziladigan tajribalarda ulardan to'g'ri foydalanishni o'rganish zarur, chunki titrimetrik analizda asosiy xatoliklar hajmni noto'g'ri o'lchashdan kelib chiqadi.

KISLOTA ASOSLI TITRLASH USULINING NAZARIY ASOSLARI

Mashg'ulotning maqsadi. Indikatorlarning rang o'zgarish mexanizmini bilgan holda, ularni to'g'ri tanlab, biologik suyuqliklarni va dorivor preparatlarni kislota-asosli titrlash usuli bilan analiz qilish, shuningdek titrlash egri chizig'i yordamida indikatorni to'g'ri tanlay bilishni o'rganish.

O'rganilayotgan mavzuning ahamiyati. Kislota asosli indikatorlarning rang o'zgarish nazariyasini bilgan holda har bir alohida titrlash jarayoni uchun indikatorni to'g'ri tanlay bilish zarur. Indikatorlarni to'g'ri tanlash katta ahamiyatga ega, chunki biologik obyekt va dorivor moddalarning analiz natijalari aniqligi indikator to'g'ri tanlanganligi va titrlash to'g'ri olib borilganligiga bog'liq.

Boshlang'ich bilim darajasi:

1. Neytrallanish reaksiyasi.
2. Massalar ta'siri qonuni.
3. Kimyoviy muvozanat.
4. Tuzlarning gidrolizi.

Mustaqil tayyorlanish uchun adabiyotlar:

1. *V.H.Алексеев.* Количественный анализ. М., 1972, 238- bet.
2. *К.А.Селезнёв.* Аналитическая химия. М., 1973, 173- bet.
3. *И.К.Цитович.* Курс аналитической химии. М., 1983, 228- bet.
4. *А.В.Бабков, Г.Н.Горшкова, А.М.Канонов.* Практикум по общей химии с элементами количественного анализа. М., 1978, 98- bet.
5. *Х.Н.Налимов, А.З.Татарская, Н.Т.Олимхоjayeva.* Umumiy kimyodan amaliy mashg'ulotlar. T., 1993, 58–73- betlar.
6. *S.S.Qosimova, S.M.Masharipov, Q.O.Najimov.* Umumiy va bioorganik kimyodan amaliy mashg'ulotlar. T., 2001, 46–49- betlar.

Darsda ko'riladigan savollar:

1. Indikatorlarning ion nazariyasi.
2. Indikator ko'rsatkichi haqida tushuncha.
3. Indikatorlarning rang o'zgarish oralig'i.
4. Titrlash egri chizig'i.
 - 4.1. Sakrash oralig'i.
 - 4.2. Ekvivalent nuqta.
 - 4.3 Indikator tanlash.
5. Laboratoriya ishi.

MA'LUMOTLAR YIG'INDISI

Kislota-asosli indikatorlar

Kislota-asosli titrlash usulida jarayonning tugagan nuqtasini indikatorlar yordamida aniqlanadi. Eritmaning muhitiga qarab o'z rangini o'zgartiradigan moddalar *kislota-asosli indikatorlar* deyiladi: metilzarg'aldog'i, metilqizili, neytralqizili, lakmus, fenolftalein, timolftalein. Indikatorlarning ion nazariyasiga ko'ra, kislota-asosli indikatorlar kuchsiz organik kislota yoki asoslar bo'lib, molekula shaklining rangi ion shaklining rangidan keskin farq qiladi. Indikatorlar bir va ikki xil rangli bo'ladi. Bir xil rangli indikatorlarning ionlashmagan molekullari rangsiz, ion shakli esa rangli bo'ladi. Ikki xil rangli indikatorlarning ionlashmagan shakli bir rangli (masalan qizil), ion shakli esa boshqa rangli (masalan, sariq). Bir xil rangli indikatorlarga fenolftalein, timolftalein, ikki xil rangliga – metilzarg'aldog'i, metilqizili, neytralqizili, lakmus va boshqalar misol bo'ladi.

Titrimetrik analizda ko'pincha indikator sifatida kuchsiz organik kislotalar qo'llanadi. Indikator kuchsiz elektrolit sifatida dissotsiatsiyalanadi. Suvda eritilganda uning ikki shakli orasida muvozanat qaror topadi:



bu yerda: $HInd$ – indikatorning ionlashmagan shakli; Ind^- – indikator anioni.

Kislota qo'shilishi vodorod ionlarining konsentratsiyasi ko'payishiga va massalar ta'siri qonuniga ko'ra muvozanatning chapga siljishiga olib keladi, ya'ni eritma indikatorning dissotsiatsiyalanmagan molekulasi 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, indikatorning rang o'zgarishi eritmaning pH qiymati o'zgarishiga bog'liq.

Indikatorning elektrolitik dissotsiatsiyalanish konstantasini ifodalash uchun quyidagi tenglama to'g'ri bo'ladi:

$$K_{HInd} = \frac{c(H^+) \cdot c(Ind^-)}{c(HInd)}, \quad (2)$$

K_{HInd} – indikatorning ehtimollik ionlanish konstantasi.

(2) tenglamani o'zgartirilsa:

$$\frac{c(HInd)}{c(Ind^-)} = \frac{c(H^+)}{K_{HInd}}$$

va uni $c(H^+)$ ga nisbatan yechilsa:

$$c(H^+) = \frac{K_{HInd} \cdot c(HInd)}{c(Ind^-)},$$

$$\lg c(H^+) = -\lg K_{HInd} - \frac{\lg c(HInd)}{c(Ind^-)}$$

kelib chiqadi. Bundan:

$$pH = pK - \frac{\lg c(HInd)}{c(Ind^-)},$$

bu yerda: $c(HInd)$ – indikatorning kislotali muhitdagi shakli, u $c_{\text{kislota,sh}}$ bilan ifodalanadi; $c(Ind^-)$ – indikatorning ishqoriy muhitdagi shakli, u $c_{\text{ishq,sh}}$ bilan ifodalanadi.

Shunday qilib:

$$pH = pK - \lg \frac{c_{\text{kislota,sh}}}{c_{\text{ishqor,sh}}}, \quad (3)$$

$pK = -\lg K$ – indikator ko'rsatkichi.

(3) tenglama indikator rangi va eritma pH i orasidagi bog'lanishni ko'rsatadi. K_{HInd} qiymati qanchalik kichik bo'lsa, u qo'shilayotgan kislota yoki asos ta'sirida shunchalik yuqori pH qiymatida o'z rangini o'zgartiradi.

Agar $c_{\text{kislota,sh}} = c_{\text{ishq,sh}}$ bo'lsa, unda $c_{\text{kislota,sh}}/c_{\text{ishq,sh}} = 1$ bo'ladi.

Bunda $pH = pK$, ya'ni indikator ko'rsatkichi kattaligini ko'rsatadi, unda indikatorning 50% i molekula shaklida, 50% i ion shaklida bo'ladi. Kislota yoki ishqor qo'shib, $c_{\text{kislota,sh}}/c_{\text{ishq,sh}}$ nisbatini o'zgartirish ular orasidagi muvozanatning o'zgarishiga olib keladi, bu esa rang o'zgarishiga sabab bo'ladi. Odam ko'zining rang ajratishi chegaralangan bo'lib, agar indikator shakllari konsentratsiyasi bir-biridan 10 marta farq qilsa, ularni ajrata olmaydi. Shuning uchun indikator rangi pH ning har qanday o'zgarishida emas, balki uning ma'lum qiymati orasida o'zgaradi. Bu oraliq *indikatorning rang o'zgarish oraliq'i* deyiladi. U odatda pH ga nisbatan u yoki bu tomonga bir birlik siljiydi, ya'ni $pH = pK \pm 1$. Masalan, metilzarg'aldoq indikatorining rang o'zgarish oraliq'i $pH = 3,1 - 4,4$. Shu oraliq ichida indikator rangi pushtidan sariq rangga o'zgaradi. $pH > 4,4$ bo'lganda metilzarg'aldoq sariq rangini, $pH < 3,1$ bo'lganda esa pushti rangini saqlaydi. Berilgan indikatorning titrlash tugatilgan paytdagi pH qiymati *titrlash ko'rsatkichi* deyiladi va pT bilan belgilanadi. Titrlash ko'rsatkichi indikatorning bir shakldan ikkinchisiga o'tishida rang o'zgarishi pH qiymatlar yig'indisining yarmi tariqasida hisoblanadi. Masalan:

$$pT_{m-z} = (3,1 + 4,4)/2 = 3,75,$$

$$pT_{t-r} = (8 + 10)/2 = 9.$$

Ideal holatda titrlash $pH = pT$ bo'lganda tugaydi.

Kislota-asosli titrlash usulining asosiy indikatorlari quyidagi rang o'zgarish oralig'i va titrlash ko'rsatkichiga ega:

	Rang o'zgarish oralig'i	Titrlash ko'rsatkichi pT
Metilzarg'aldoq	3,1–4,4	3,75
Metilqizili	4,4–6,2	5,3
Fenolftalein	8,0 – 10,0	9,0
Lakmus	5,0 – 8,0	6,5

Titrlash egri chizig'i. Indikator tanlash

Kislota-asosli titrlash usulida ekvivalent nuqta qo'shiladigan indikatorning rangi o'zgarishiga ko'ra aniqlanadi. Indikatorni to'g'ri tanlash uchun titrlash jarayonida eritma muhitining kislotali yoki ishqoriyligi (pH) o'zgarishini aniqlash lozim. Eritmaning pH qiymati uzluksiz o'zgarishini grafik tarzda ko'rsatish qabul qilingan.

Eritma muhitining o'zgarishi titrlash egri chizig'i yordamida ko'rsatiladi. Titrlash jarayonida qo'shilayotgan kislota yoki asos eritmasining hajmiga qarab eritma pH i o'zgarishining grafik tasviri *titrlash egri chizig'i* deyiladi. Titrlash egri chizig'ini tuzish uchun to'g'ri chizikli koordinata o'qlaridan foydalanib grafik chiziladi. Absissa o'qida qo'shilayotgan titrlangan eritmaning hajmi (m), 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 asidimetrik titrlash egri chizig'ini ko'ramiz. 100,00 ml ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,1000 mol/l bo'lgan NaOH ni titrlashda 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 qo'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 eritma $pH = 11$, $pOH = 3$. HCl eritmasini qo'shishni asta-sekin davom ettirib, olingan pH qiymatlarini grafik tarzida joylab titrlash egri chizig'ini keltirib chiqariladi.

Kuchli asosni kuchli kislota bilan titrlash egri chizig'ida boshlangich holatda muhit pH qiymati avval bir tekisda o'zgaradi, muhit ishqoriy bo'ladi. $pH = 10$ bo'lganda pH keskin o'zgaradi va muhit kislotali bo'lib qoladi ($pH = 4$). Undan keyin yana pH kislotali muhitda bir tekisda o'zgarib boradi.

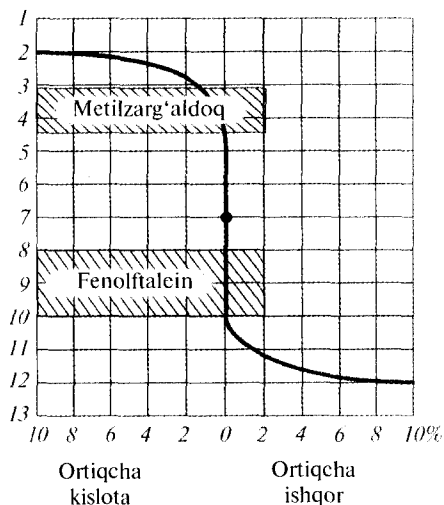
Titrlash egri chizig'ida muhit pH ining keskin o'zgarishi *sakrash oralig'i* deyiladi. Titrlash egri chizig'ida sakrash $pH = 4-10$ oralig'ida kuzatiladi.

Sakrash oralig'ining o'rtasi *ekvivalent nuqta* deyiladi. Kuchli asosni kuchli kislota bilan titrlashda ekvivalent nuqta $pH = 7$ ga to'g'ri keladi. Kuchli kislotali 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. Kuchli kislotali kuchli asos bilan titrlash egri chizig'i 9- rasmda ko'rsatilgan.

Titrlashdagi sakrash oralig'i titrlanayotgan kislota yoki asosning konsentratsiyasiga bog'liq. Ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,0100 mol/l bo'lgan kislotalarning huddi shunday konsentratsiyali ishqor eritmasi bilan titrlaganda sakrash oralig'i kichiklashadi va $pH = 5$ dan $pH = 9$ bo'lib qoladi.

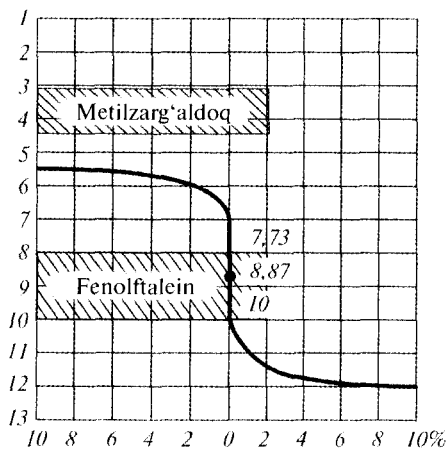
Titrlash egri chizig'idan foydalanib unga mos indikatorlar tanlanadi. Har bir titrlashga faqat sakrash oralig'ining pH qiymatlarida rangini o'zgartiradigan indikator yaroqlidir.

Kuchli kislotali 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'aldoq, rang o'zgarish oralig'i $pH = 4,4 - 6,2$ bo'lgan metilqizili, rang o'zgarish oralig'i $pH = 5 - 8$ bo'lgan lakmus va $pH = 4,0 - 10,0$ qiymati oralig'ida bo'lgan boshqa indikatorlardan foydalanish mumkin.



9- rasm. Ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,1000 mol/l HCl eritmasini ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,1000 mol/l NaOH bilan titrlash egri chizig'i.

Kuchsiz kislotani kuchli asos bilan titrlash egri chizig'i



10- rasm. Ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,1000 mol/l CH_3COOH eritmasini ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,1000 mol/l NaOH bilan titrlash egri chizig'i.

Kuchsiz kislotani kuchli asos bilan titrlash egri chizig'i ko'rinishi bir muncha o'zgacha. Ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,1000 mol/l bo'lgan kuchsiz sirka kislota CH_3COOH ni ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,1000 mol/l bo'lgan kuchli asos NaOH bilan titrlash egri chizig'i 10- rasmda keltirilgan.

Titrlash natijasida hosil bo'lgan natriy asetat 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 shunchalik ko'p ishqoriy muhitga surilgan bo'ladi.

Kuchsiz kislotani kuchli asos bilan titrlaganda rang o'zgarish oralig'i $pH = 8,0 - 10,0$ bo'lgan fenolftalein indikatorini qo'llanadi.

Kuchsiz asosni kuchli kislota bilan titrlash egri chizig'i

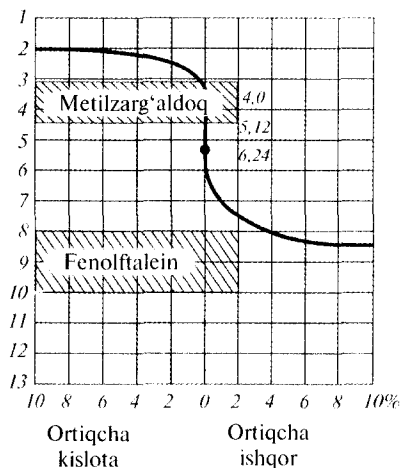
Ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,1000 mol/l bo'lgan NH_4OH eritmasini 0,1000 mol/l ekvivalent molyar konsentratsiyali HCl eritmasi bilan titrlash egri chizig'i 11- rasmda keltirilgan.

Reaksiya mahsuloti hosil bo'lgan NH_4Cl tuzining eritmasi kislotali muhit hosil qilib gidrolizlanadi. Shuning uchun ekvivalent nuqta kislotali muhitda $pH < 7$ bo'ladi. Titrlash egri chizig'i buni tasdiqlaydi.

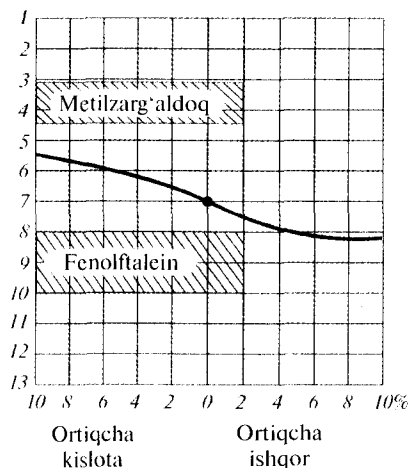
Haqiqatan ham bu jarayonda sakrash oralig'i $pH = 4$ dan $pH = 6,2$ gacha bo'lib, ekvivalent nuqta $pH = 5,4$ ga teng bo'ladi.

Bu holatda indikator sifatida metilzarg'aldoq'i ($pT = 3,75$) va metilqizili ($pT = 5,3$) ishlatiladi. Lakmus va fenolftalein ishlatilmaydi, chunki ularning 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 (12- rasm).



11- rasm. Ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,1000 mol/l NH_4OH eritmasini ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,1000 mol/l HCl bilan titrlash egri chizig'i.



12- rasm. Ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,1000 mol/l CH_3COOH eritmasini ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,1000 mol/l NH_4OH 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 keng qo'llanadi. Titrimetrik analiz usullari yordamida dorivor preparatlar sifatida ishlatiladigan xlorid, borat va ko'pchilik organik kislota eritmalari miqdoriy analiz qilinadi. Sanitariya-gigienik jihatdan bu usullar yordamida oziq-ovqat mahsulotlarining kislotaliligi, suvning qattiqligi va boshqalar aniqlanadi.

Mavzu bo'yicha masalalar va ularni yechish namunasi

1- masala. Eritma fenolftalein qo'shilganda rangsiz, fenolqizili qo'shilganda esa qizil rangga ega. Ushbu eritma muhitining taxminiy pH qiymatini aniqlang.

Yechish:

1. Fenolftaleinning rang o'zgarish oralig'i $pH = 8,0 - 10,0$, rangsizdan binafsha rangga o'tadi.

2. Fenol qizilining rang o'zgarishi oralig'i esa $pH = 6,8 - 8,4$, sariqdan qizil rangga o'zgaradi.

3. Eritma fenoltalein ishtirokida rangsiz, fenol qizili ishtirokida qizil rang hosil qiladi, demak, uning pH qiymati 8,0–8,4 oralig'ida yotadi.

2- masala. Ammoniy gidroksidni xlorid kislota bilan titrlash egri chizig'ini tushuntiring va titrlash reaksiyasiga indikator tanlang.

Yechish:

1. Jarayon quyidagi reaksiya asosida boradi:



2. Hosil bo'lgan tuz gidrolizi natijasida eritma kislotali muhitga ega bo'lib ekvivalent nuqta $pH < 7$ bo'ladi.

3. Bu jarayonda sakrash oralig'i $pH = 4$ dan $pH = 6,2$ gacha bo'ladi.

Shunday qilib, bu jarayon uchun metilzarg'aldoq ($pH = 3,1-4,4$) va metilqizili ($pH = 4,4-6,2$) ishlatilishi mumkin.

Mavzuni o'zlashtirishni mustaqil nazorat qilish uchun savol va masalalar

1. Qanday indikatorlar kislota asosli indikatorlarga kiritiladi?
2. Indikatorning rang o'zgarish oraligi nima?
3. Indikator ko'rsatkichi nimani bildiradi?
4. Indikator rangi bilan eritmaning pH i orasida qanday bog'liqlik kuzatiladi?
5. Agar titrlashdagi sakrash $pH = 5,0-9,0$ oralig'ida bo'lsa, qaysi indikatorni ishlatish mumkin?
6. Kuchli kislotani kuchsiz asos bilan titrlashda ekvivalent nuqtani va qaysi indikatoridan foydalanish mumkinligini ayting.
7. Kuchsiz kislotani kuchli asos bilan titrlashda qaysi indikatoridan foydalanish mumkin va unda ekvivalent nuqta qayerda joylashadi?

Vaziyatli masalalar

1. Bromtimol ko'kining ionlanish konstantasi $1,6 \cdot 10^{-7}$ ga teng bo'lsa (kislotali indikator) titrlash ko'rsatkichini hisoblang.

Javob: $pK = 6,8$.

2. Agar eritma nitrofenol qo'shilganda rangsiz bo'lsa, bromkrezol ko'kida ko'k rangga kirs, biologik suyuqlik pH ining taxminiy qiymatini ayting. Nitrofenolning sakrash oralig'i pH 5,6–7,6 –

rangsizdan sariqqa o'tadi; bromtimol ko'kning sakrash oralig'i pH 3,8 dan 5,4 gacha – sariqdan ko'kka o'tadi.

Javob: $pH = 5,4-5,6$.

3. Sirka kislotaning kaliy gidroksid bilan titrlash jarayoniga mos indikatorni tanlang.

Javob: fenolftalein, timolftalein.

Test savollari

1. Indikatorning rang o'zgarish oraligi nima?

- a) indikatorning 50% i molekula shaklda, 50% i ion shaklda bo'lgan pH qiymati;
- b) indikatorning bir rangdan ikkinchi rangga o'tish oralig'i;
- d) titrlashdagi eritma pH qiymati o'zgarishining grafik tasviri;
- e) ekvivalent nuqta yaqinida I tomchi ishchi eritmada eritma pH ining keskin o'zgarishi.

2. Titrlash egri chizig'i nima?

- a) indikatorning 50% i molekula shaklda, 50% i ion shaklda bo'lgan pH qiymati;
- b) indikatorning bir rangdan ikkinchi rangga o'tgandagi pH qiymati;
- d) titrlash jarayonida eritma pH qiymati o'zgarishining grafik tasviri;
- e) ekvivalent nuqta yaqinida bir tomchi ishchi eritmada eritma pH ining keskin o'zgarishi.

3. Titrlashda sakrash oralig'i nima?

- a) indikatorning 50% i molekula shaklda, 50% i ion shaklda bo'lgan pH qiymati;
- b) indikatorning bir rangdan ikkinchi rangga o'tgandagi pH qiymati;
- d) titrlash jarayonida eritma pH qiymati o'zgarishining grafik tasviri;
- e) ekvivalent nuqta yaqinida bir tomchi ishchi eritmada eritma pH ining keskin o'zgarishi.

4. 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.

5. Qanday indikatorlar ikki 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.
6. Bir xil rangli indikatorni ko'rsating?
- a) lakmus; b) fenolftalein; d) metilzarg'aldog'i; e) metilqizili.
7. Titrlash ko'rsatkichi deganda nima tushuniladi?
- a) indikatorning 50% i molekula shaklda, 50% i ion shaklda bo'lgan pH qiymati;
 - b) indikatorning bir rangdan ikkinchi rangga o'tgandagi pH qiymati;
 - d) titrlash jarayonida eritma pH qiymati o'zgarishining grafik tasviri;
 - e) ekvivalent nuqta yaqinida bir tomchi ishchi eritmadan eritma pH ining keskin o'zgarishi.
8. Qaysi indikatorning rang o'zgarishi oralig'i $pH = 3,1-4,4$ ni tashkil qiladi?
- a) lakmus; b) fenolftalein; d) metilzarg'aldog'i; e) metilqizili.
9. Qaysi indikatorning rang o'zgarishi oralig'i $pH = 8,2-10,0$ da bo'ladi?
- a) lakmus; b) fenolftalein; d) metilzarg'aldog'i; e) metilqizili.
10. Ammoniy gidroksidni xlorid kislota bilan titrlashda qaysi indikatorni qo'llash mumkin?
- a) lakmus; b) fenolftalein; d) metilzarg'aldog'i; e) metilqizili.

KISLOTA-ASOSLI TITRLASH USULI. ALKALIMETRIYA

Mashg'ulotning maqsadi: kislota-asos reaksiyalarining borish qonunlarini bilgan holda biologik obyekt va dorivor preparatlarda kislotalar va gidrolizlanganda kislotali muhit hosil qiluvchi tuzlar miqdorini aniqlashni o'rganish.

O'rganilayotgan mavzuning ahamiyati. Kislota-asosli titrlash usuli tibbiy-biologik tekshiruvlarda klinik analizlar o'tkazish, oziq-ovqat

mahsulotlari va suvning sanitariya-gigiena holatini tekshirish, dori shakllari va preparatlarini analiz qilishda qo'llanadi. Bu usul bilan eritmalarda kislotalar, ishqorlar va gidrolizlanganda kislotali yoki ishqoriy muhit hosil qiluvchi tuzlar miqdorini aniqlash mumkin. Masalan, bu usul bilan me'da shirasi, siydik va boshqa biologik suyuqliklarning kislotaliligi tekshiriladi. Dorivor preparatlar sifatida ishlatiladigan xlorid, sulfat, borat va ko'pchilik organik kislotalar eritmalarini miqdoriy analiz qilinadi. Sanitariya-gigiena jihatdan oziq-ovqat mahsulotlarining kislotaliligi, suvning qattiqligi va boshqalar aniqlanadi.

Boshlang'ich bilim darajasi:

1. Neytrallanish reaksiyasi.
2. Vodorod ko'rsatkich.
3. Tuzlarning gidroliz reaksiyasi.
4. Kislota-asosli titrlash usulining indikator nazariyasi.
5. Eritma tarkibini ifodalash usullari.
6. Titrangan eritmalarini tayyorlash.

Mustaqil tayyorlanish uchun o'quv adabiyotlari:

1. *H.A.Алексеев*. Количественный анализ. М., 1972, 294- bet.
2. *H.A.Селезнёв*. Аналитическая химия. М., 1973, 183- bet.
3. *И.К.Цитович*. Курс аналитической химии. М., 1985, 249- bet.
4. *А.В.Бабков, Г.Н.Горошкова, А.М.Кононов*. Практикум по общей химии с элементами количественного анализа. М., 1978, 109- bet.
5. *X.H.Hakimov, A.Z.Tatarskaya, N.T.Olimxo'jayeva*. Umumiy kimyodan amaliy mashg'ulotlar. T., 1993, 74-75- betlar.
6. *S.S.Qosimova, S.M.Masharipov, Q.O.Najimov*. Umumiy va bioorganik kimyodan amaliy mashg'ulotlar, T., 2001, 51-53- betlar.

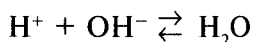
Darsda ko'riladigan savollar:

1. Kislota-asosli titrlash usulining nazariy asoslari.
2. Laboratoriya ishining nazariy asoslari.
 - 2.1. Kimyoviy reaksiya tenglamasi.
 - 2.2. Indikator tanlash.
 - 2.3. Laboratoriya ishining bajarish uslubi.
 - 2.4. Hisoblash formulalari.
 - 2.5. Analiz natijalaridan xulosa chiqarish.
3. Kislota-asosli titrlash usulining tibbiyotda qo'llanishi.
4. Laboratoriya ishi.

MA'LUMOTLAR YIG'INDISI

Kislota-asosli titrlash usullari. Alkalimetriya

Kislota-asosli titrlash usuli negizida mahsulotining biri suv bo'lgan neytrallanish reaksiyasi yotadi:



Bu usul yordamida kuchli kislota titrlangan eritmasidan foydalanib, ishqor yoki gidrolizlanganda ishqoriy muhit hosil qiluvchi tyzlar miqdorini aniqlash (*asidimetriya*) yoki titrlangan ishqor eritmasidan foydalanib kislota yoki gidrolizlanganda kislotali muhit hosil qiluvchi tyzlar miqdorini aniqlash (*alkalimetriya*) mumkin. Ekvivalentlik nuqtasi *pH* ning ma'lum qiymatida yotadi va o'zaro ta'sirlashayotgan kislota va asos kuchiga bog'liq bo'ladi.

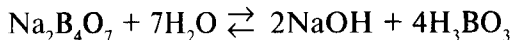
Kislota-asosli titrlash usulida ekvivalent nuqtasi (reaksiyaning tugash nuqtasi) indikatorlar yordamida aniqlanadi. Bu usul bilan titrlash davomida eritma muhitining *pH* qiymati o'zgaradi, shu sababli ekvivalent nuqtani aniqlashda kislota-asosli indikatorlardan foydalaniladi. Bunday indikatorlarga metilzarg'aldog'i, metilqizili, fenolftalein, timolftalein, lakmus va boshqalarni keltirish mumkin.

Bu indikatorlar muhit *pH* qiymatiga qarab o'z rangini o'zgartiradi. Masalan, metilzarg'aldoq indikator *pH* = 3,1–4,4 oralig'ida o'z rangini o'zgartiradi. *pH* < 3,1 bo'lganda bu indikator pushti rangli, *pH* > 4,4 bo'lganda sariq rangli. Fenolftalein indikator *pH* < 8 bo'lganda rangsiz, *pH* > 10 bo'lganda binafsha rangli, lakmus *pH* < 5 bo'lganda qizil, *pH* < 8 bo'lganda ko'k rangli.

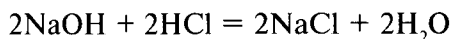
Titrlash davomida reaksiya muhiti o'zgaradi va eritma muhitiga qarab kerakli indikator tanlanadi. Reaksiya muhiti reaksiya natijasida hosil bo'lgan tuz tabiatiga bog'liq. Agar hosil bo'lgan tuz kuchli asos va kuchsiz kislotadan hosil bo'lgan bo'lsa, reaksiya muhiti asosli bo'ladi. Bu holda asosli muhitga rangini o'zgartiradigan indikatorlar – fenolftalein, timolftaleindan foydalaniladi. Agar tuz kuchsiz asos, kuchli kislotadan hosil bo'lgan bo'lsa, reaksiya muhiti kislotali bo'lib, kuchsiz kislotali muhitda rangini o'zgartiradigan indikatorlar – metilzarg'aldoq, metilqizil indikator qo'llash mumkin. Agar tuz kuchli asos va kuchli kislotadan hosil bo'lgan bo'lsa, hamma indikatorlardan foydalanish mumkin.

Alkalimetriya usuli bilan titrlashda ko'pincha xlorid kislota eritmasi ishchi eritma sifatida qo'llanadi. Uning konsentratsiyasini aniqlash uchun ma'lum konsentratsiyali (titrlangan) natriy tetraborat eritma-

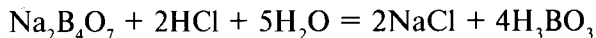
sidan foydalaniladi. Bu tuzning suvli eritmasi gidrolizlanishi oqibatida ishqoriy muhit hosil bo'ladi:



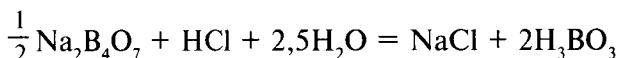
Shuning uchun uni kislota bilan titrlash mumkin:



Umumiy tenglamasi:



yoki



Reaksiya tenglamasidan ko'rinib turibdiki, reaksiya natijasida kuchsiz ortoborat kislota hosil bo'ladi, uning eritmasining $pH = 4,6$. Demak, ekvivalentlik nuqtasini metilzarg'aldoq indikatorini rang o'zgarishiga qarab belgilasa bo'ladi, chunki uning rang o'zgarish oralig'i $pH = 3,0-4,4$ da yotadi.

Standartlangan xlorid kislota eritmasi dorivor preparatlar, asoslar, gidrolizlanganda ishqoriy muhit hosil qiluvchi tuzlar va boshqalarni analiz qilishda ishlatiladi.

Kislota-asosli titrlash usuli klinik-diagnostik ahamiyatga ega. Bu usuldan foydalanib tibbiyot amaliyotida oziq-ovqat mahsulotlari, ichimlik suvi, ona sutining kislotaliligi aniqlanadi.

Kislota-asosli moddalarning biologik muhiti hujayralarga va tirik organizmning biologik faoliyatiga ta'sir etadi. Organizmdagi barcha biologik suyuqliklar – me'da shirasi, qon, siydik, o't suyuqligi, ter va boshqalar ma'lum pH qiymatiga ega. Bu kattalikning o'zgarishi patologik holatlarga olib keladi. Shuning uchun organizm biosuyuqliklarining kislotaliligini aniqlash tibbiyot amaliyotida katta ahamiyat kasb etadi.

Laboratoriya ishida talabalar me'da shirasining umumiy kislotaliligini aniqlaydilar.

Me'da shirasi kuchli kislotali muhitga 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 tarkibidagi xlorid kislota, nordon ta'sir etuvchi fosfatlar borligidan, patologik jarayonlarda esa sut kislotasi va uchuvchan yog' kislotalar borligidan vujudga keladi.

Me'da shirasiga nordon ta'sir etuvchi moddalar yig'indisini umumiy kislotalilik deyiladi.

Oqsil va uning 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, uning tarkibidagi xlorid kislotalarining miqdori ham o'zgarishi mumkin.

Me'da shirasidagi HCl konsentratsiyasining o'zgarishi me'da-ichak trakti xastaliklariga sabab bo'ladi. Me'da shirasini pH ining qiymati normada 0,9–2,0 bo'ladi. Kislotaligi ortishi ($pH < 0,9$) – giperxloridriya, me'da yallig'lanishiga olib keladi. Me'da shirasi kislotaligining kamayishi ($pH > 2,0$) – giperxloridriya va $pH = 0$ ga tushishi – axloridriya, onkologik kasalliklarga olib keladi.

Me'da shirasining umumiy miqdori, rangi, hidi, fermentativ faolligi ham o'zgarib turishi mumkin. Shuning uchun klinik amaliyotda, diagnostikada va me'da-ichak kasalliklarini davolashda kislota asosli titrlash usuli keng qo'llanadi. Shilliq borligi, umumiy kislotaligi, erkin va bog'langan xlorid kislotalar, me'da shirasida sut kislota, o't zardobi va qon borligi aniqlanadi.

Mavzu bo'yicha masalalar va ularni yechish namunalari

1- masala. 20,00 ml xlorid kislota eritmasini titrlash uchun 18,27 ml ekvivalent molyar konsentratsiyasi $c(1/2 Na_2B_4O_7) = 0,0952 \text{ mol/l}$ bo'lgan natriy tetraborat eritmasi sarflangan. Xlorid kislota eritmasining ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titrini hisoblang.

Berilgan:

$$V(Na_2B_4O_7) = 20,00 \text{ ml}$$

$$c(1/2 Na_2B_4O_7) = 0,0952 \text{ mol/l}$$

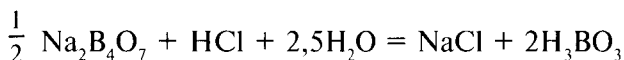
$$V(HCl) = 18,27 \text{ ml}$$

$$M(HCl) = 36,5 \text{ g/mol}$$

$$c(HCl) = ? \quad \rho(HCl) = ?$$

Yechish:

Reaksiya tenglamasi:



$$f_{\text{ekv}}(Na_2B_4O_7) = \frac{1}{2}; \quad f_{\text{ekv}}(HCl) = 1.$$

1. Ekvivalentlar qonuniga ko'ra HCl eritmasining konsentratsiyasi topiladi:

$$V(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7) \cdot c\left(\frac{1}{2} \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7\right) = V(\text{HCl}) \cdot c(\text{HCl})$$

$$c(\text{HCl}) = \frac{V(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7) \cdot c\left(\frac{1}{2} \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7\right)}{V(\text{HCl})},$$

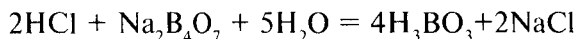
$$c(\text{HCl}) = \frac{20,00 \cdot 0,0952}{18,27} \frac{\text{ml} \cdot \text{mol}}{\text{ml} \cdot \text{l}} = 0,1042 \text{ mol/l}.$$

2. Eritmaning titri $t(\text{HCl})$ aniqlanadi:

$$t(\text{HCl}) = \frac{c(\text{HCl}) \cdot M(\text{HCl})}{1000} = \frac{0,1042 \cdot 36,5}{1000} \frac{\text{mol} \cdot \text{g}}{\text{ml} \cdot \text{mol}} = 0,003804 \text{ g/ml}.$$

Javob: $c(\text{HCl}) = 0,1042 \text{ mol/l}$; $t(\text{HCl}) = 0,003804 \text{ g/ml}$.

2- masala. Xlorid kislota eritmasini quyidagi reaksiyaga ko'ra:



kislota-asosli titrlash uchun zarur bo'lgan 500,00 ml 0,1000 mol/l li eritma tayyorlash uchun qancha $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ kerakligini hisoblang.

Berilgan:

$$m(V(\text{eritma})) = 500,00 \text{ ml} = 0,5 \text{ l}$$

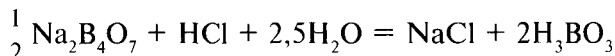
$$c\left(\frac{1}{2} \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7\right) = 0,1000 \text{ mol/l}$$

$$M(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 381,4 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7) = ?$$

Yechish:

1. Reaksiya tenglamasi:



Tenglamadan $f_{\text{ekv}}(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7) = \frac{1}{2}$; $f_{\text{ekv}}(\text{HCl}) = 1$ ligi ko'rinadi.

Bundan $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ning ekvivalent molyar massasi

$$M(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = f_{\text{ekv}}(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O})$$

ga teng.

$$M\left(\frac{1}{2} \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}\right) = \frac{1}{2} \cdot 381,4 \text{ g/mol} = 190,7 \text{ g/mol}.$$

2. 500 ml (0,5 l) $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ eritmasidagi mollar soni topiladi:

$$n(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = c\left(\frac{1}{2} \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}\right) \cdot V(\text{eritma})$$

$$n(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 0,1000 \cdot 0,5 \frac{\text{mol}\cdot\text{l}}{\text{l}} = 0,05 \text{ mol.}$$

3. $n(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O})$ ning topilgan qiymatiga ko'ra va $M\left(\frac{1}{2} \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}\right)$ ning qiymatini nazarda tutib, shu tuz massasi hisoblanadi:

$$m\left(\frac{1}{2} \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}\right) = n(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) \cdot M\left(\frac{1}{2} \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}\right)$$

$$m\left(\frac{1}{2} \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}\right) = 0,05 \cdot 190,7 \frac{\text{mol} \cdot \text{g}}{\text{mol}} = 9,53 \text{ g.}$$

Javob: $m\left(\frac{1}{2} \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}\right) = 9,53 \text{ g.}$

Mavzuni o'zlashtirishni mustaqil nazorat qilish uchun savol va masalalar

1. Kislota-asosli titrlash usulining negizida qanday reaksiyalar yotadi?

2. Kislota-asosli titrlash usulida ekvivalent nuqta qanday aniqlanadi?

3. Sirka kislota bilan kalii gidroksid bilan titrlashga mos keladigan indikator tanlang.

4. Farmatsevtik preparatlar, masalan, salitsil, atsetilsalitsil, limon, niotin va boshqa kislotalar analiz qilinganda ishqor eritmasi bilan titrlanadi. Bu analizda qanday indikordan foydalanish mumkin?

5. 20,00 ml/ ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,1120 mol/l bo'lgan natriy tetraboratni titrlash uchun 18,20 ml/ xlorid kislota sarf bo'ldi. Xlorid kislota eritmasining ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titrini aniqlang.

6. Xlorid kislota eritmasini quyidagi reaksiyaga ko'ra



kislota-asosli titrlash uchun zarur bo'lgan 100,00 ml/ 0,0950 mol/l li eritma tayyorlash uchun necha gramm $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ kerakligini hisoblang.

Vaziyatli masalalar

1. Xlorid kislota me'da shirasida 0,5% ni (massa jihatdan) tashkil etadi. 10,00 ml ($\rho = 1,03 \text{ g/ml}$) me'da shirasini titrlash uchun 0,1000 mol/l li NaOH eritmasidan necha ml sarf bo'lishini hisoblang.

Javob: $V(\text{NaOH}) = 14,1 \text{ ml}$.

2. Og'izni chayish, ko'zni yuvish uchun ishlatiladigan borat kislota miqdori alkalimetrik usul bilan aniqlanadi. Agar 2,00 ml H_3BO_3 ni titrlash uchun 10,00 ml 0,1000 mol/l NaOH eritmasi sarflangan bo'lsa, borat kislota eritmasining ekvivalent molyar konsentratsiyasi va eritmadagi H_3BO_3 ning massa ulushi qanday? $M(\text{H}_3\text{BO}_3) = 61,83 \text{ g/mol}$.

Javob: $c(\text{H}_3\text{BO}_3) = 0,5000 \text{ mol/l}$; $\omega(\text{H}_3\text{BO}_3) = 3,09\%$.

Test savollari

1. Titrimetrik analizning qaysi usuli bilan sirka kislotaning konsentratsiyasini aniqlash mumkin? (Bunda titrlangan eritma sifatida ishqor eritmasi ishlatilgan.)

- a) atsidimetriya; d) oksidimetriya;
b) alkalimetriya; e) kompleksometriya.

2. Fenolftalein indikatorini qaysi reaksiya asosida boradigan titrlashda qo'llash mumkin?

- a) $\text{NH}_3 + \text{HCl}$; d) $\text{Na}_3\text{PO}_4 + \text{HCl}$;
b) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HNO}_3$; e) $\text{HCOOH} + \text{NaOH}$.

3. Qaysi holatda ekvivalent nuqta ishqoriy muhitda bo'ladi?

- a) kuchli kislota kuchsiz asos bilan titrlanganda;
b) kuchli kislota kuchli asos bilan titrlanganda;
d) kuchsiz kislota kuchli asos bilan titrlanganda;
e) kuchsiz kislota kuchsiz asos bilan titrlanganda.

4. Qaysi holatda ekvivalent nuqta kislotali muhitda bo'ladi?

- a) kuchli kislota kuchsiz asos bilan titrlanganda;
b) kuchli kislota kuchli asos bilan titrlanganda;
d) kuchsiz kislota kuchli asos bilan titrlanganda;
e) kuchsiz kislota kuchsiz asos bilan titrlanganda.

5. Qaysi holatda ekvivalent nuqta neytral muhitda bo'ladi?

- a) kuchli kislota kuchsiz asos bilan titrlanganda;
b) kuchli kislota kuchli asos bilan titrlanganda;

- d) kuchsiz kislota kuchli asos bilan titrlanganda;
 e) umuman neytral muhit hosil bo'lmaydi.
6. Me'da shirasining pH qiymatini ko'rsating?
 a) 2–4; b) 0,9–2; d) 4–6; e) 3–5.
7. Eritmaning konsentratsiyasi qanday aniqlik bilan o'lchanadi?
 a) 0,03 mol/l; d) 0,09328 mol/l;
 b) 0,1025 mol/l; e) 0,081293 mol/l.
8. Eritmalarning hajmi qanday aniqlik bilan o'lchanadi?
 a) 10,25 ml; b) 11,252 ml; d) 11 ml; g) 12,5 ml.
9. HCl ni $Na_2B_4O_7$ bilan titrlanganda ekvivalent molyar konsentratsiyasi qaysi formula bilan hisoblanadi?

$$a) c(HCl) = \frac{c(\frac{1}{2}Na_2B_4O_7) \cdot V(Na_2B_4O_7)}{V(HCl)} ;$$

$$b) c(HCl) = \frac{c(\frac{1}{2}Na_2B_4O_7) \cdot V(HCl)}{V(Na_2B_4O_7)} ;$$

$$d) c(HCl) = \frac{c(\frac{1}{2}Na_2B_4O_7) \cdot V(HCl) \cdot M(HCl)}{1000} ;$$

$$e) c(HCl) = \frac{m(HCl) \cdot M(HCl)}{M(HCl) \cdot V(HCl)} .$$

10. HCl eritmasini NH_4OH bilan titrlanganda qaysi indikator qo'llaniladi?

- a) fenolftalein; b) lakmus; d) metilzarg'aldog'i; e) timolftalein.

LABORATORIYA ISHI

1. Me'da shirasidagi xlorid kislota konsentratsiyasini aniqlash

Pipetka bilan 10,00 ml me'da shirasi eritmasi o'lchab olinadi va titrlash uchun mo'ljallangan kolbaga solinadi. Unga 1–2 tomchi metilzarg'aldoq qo'shib, standartlangan natriy tetraborat eritmasi bilan bir tomchi $Na_2B_4O_7$ dan eritma pushti rangdan sariq rangga kimguncha

titrlanadi. Titrlash yana 2 marta takrorlanadi va o'rtacha hajm qiymatidan xlorid kislota konsentratsiyasi va titri quyidagi formula bilan hisoblanadi.

Tajriba natijalari jadvalda ko'rsatiladi.

No	$V(\text{HCl})$, ml	$c(1/2\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7)$, mol/l	$V(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7)$, ml	$c(\text{HCl})$, mol/l	$\tau(\text{HCl})$, g/ml	Indikator
1	10,00					metilzarg'aldoq
2	10,00					metilzarg'aldoq
3	10,00					metilzarg'aldoq
O'rtacha qiymati						

$$f_{\text{ekv}}(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7) = \frac{1}{2}; f_{\text{ekv}}(\text{HCl}) = 1.$$

Hisoblar quyidagi tenglamalar bo'yicha bajariladi:

$$c(\text{HCl}) = \frac{V(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7) \cdot c(\frac{1}{2}\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7)}{V(\text{HCl})}, \text{ mol/l,}$$

$$\tau(\text{HCl}) = \frac{c(\text{HCl}) \cdot M(\text{HCl})}{1000}, \text{ g/ml,}$$

$M(\text{HCl})$ – HCl ning molyar massasi; $M(\text{HCl}) = 36,5$ g/mol.

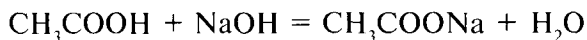
$pH = -\lg c(\text{H}^+)$ formuladan pH aniqlanadi.

Talabalarga berilgan 3 xil eritmani shu tarzda analiz qilib, ulardan tegishli xulosalar chiqariladi.

8,2–8,4%li (massa jihatidan) HCl eritmasi me'da shirasi kislotaliligi taqchilligida mikstura holatda ichishga buyuriladi. Uning miqdoriy analizini natriy tetraboratning standart eritmasi yoki NaOH va KOH larning standart eritmalari yordamida olib boriladi. Analiz o'tkazish usuli yuqoridagidek.

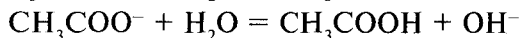
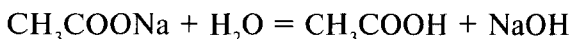
2. Alkalimetriya usuli bilan sirka kislota konsentratsiyasi va massasini aniqlash

Sirka kislota kuchsiz kislota bo'lgani uchun uni kuchli ishqor eritmasi bilan titrlanadi.



$$f_{\text{ekv}}(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1; f_{\text{ekv}}(\text{NaOH}) = 1$$

Reaksiya natijasi kuchsiz kislota bilan kuchli ishqordan tarkib topgan tuz hosil bo'lib, u qisman gidrolizga uchraydi:



Reaksiya tenglamasidan ko'rinib turibdiki, CH_3COONa gidrolizi natijasida reaksiya muhiti ishqoriy bo'ladi ($pH > 7$). Shuning uchun sirka kislotani kuchli ishqor bilan titrlashda fenolftalein indikatoridan foydalanish maqsadga muvofiqdir.

Titrlash tartibi. Byuretkani NaOH ning ishchi eritmasi bilan «0» nuqtasigacha to'ldirish bilan ishchi holatga keltiriladi. Titrlash kolbasiga pipetka yordamida 10,00 ml sirka kislota eritmasi solib, uning ustiga 2 tomchi fenolftalein indikatorini qo'shiladi va aralashmani och pushti rang hosil bo'lguncha byuretkadagi NaOH eritmasi bilan titrlanadi. Titrlash 3 marta takrorlanadi va olingan qiymatlar jadvalga kiritiladi.

№	$V(\text{CH}_3\text{COOH})$, ml	Indikator f-f, tomchi	$V(\text{NaOH})$, ml	$M(\text{CH}_3\text{COOH})$, g/mol	$c(\text{CH}_3\text{COOH})$, mol/l	$\rho(\text{CH}_3\text{COOH})$, g/ml
1	10,00	2				
2	10,00	2				
3	10,00	2				
O'rtacha qiymat						

Hisoblash formulalari:

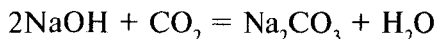
$$c(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH})}{V(\text{CH}_3\text{COOH})}, \text{ mol/l},$$

$$\rho(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{c(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot M(\text{CH}_3\text{COOH})}{1000}, \text{ g/ml},$$

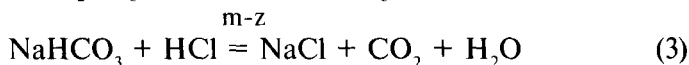
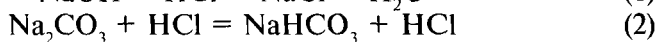
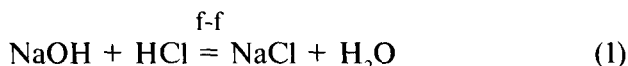
$$m = \rho(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot V(\text{CH}_3\text{COOH}), \text{ g}.$$

3. Natriy gidroksid va natriy karbonat aralashmasidagi komponentlar miqdorini aniqlash

Natriy gidroksid gigroskopik modda bo'lgani uchun uning ma'lum bir qismi havodagi karbonat angidridni biriktirib natriy karbonatga aylanadi:



Shuning uchun amaliyotda ishlatiladigan natriy gidroksid o'zida ma'lum miqdorda natriy karbonat saqlaydi. Quyidagi usul tibbiyot amaliyotida ishlatiladigan NaOH tarkibidagi Na_2CO_3 ni aniqlashga asoslangan. NaOH va Na_2CO_3 aralashmasidagi ularning miqdorini aniqlash uchun ishchi eritma sifatida HCl ishlatiladi. Bunda fenolftalein va metilzarg'aldoq indikatorlaridan foydalaniladi. HCl bilan titrlashda avval fenolftalein indikatorini ishtirokida uning rangi yo'qolguncha titrlanadi, so'ngra metilzarg'aldoq indikatorini ishtirokida qizilpushti rang hosil bo'lguncha titrlanadi. Indikatorlarning bunday tartibda qo'shilishi quyidagi reaksiyalarga bog'liq.



Titrlash davomida fenolftalein ishtirokida aralashmadagi NaOH ning hammasi va Na_2CO_3 ning yarmi HCl bilan reaksiyaga kirishadi (1, 2- tenglama). Reaksiyaning ekvivalent nuqtasi eritmada hosil bo'lgan NaHCO_3 bilan tavsiflanadi, bu holda eritmaning pH qiymati 8,5 ga teng bo'ladi. Fenolftalein indikatorining rang o'zgarish oralig'i $\text{pH} = 8$ dan $\text{pH} = 10$ gacha. Titrlashni metilzarg'aldoq indikatorini ishtirokida davom ettiriladi. Bunda HCl faqat NaHCO_3 ni titrlashga sarflanadi (3- tenglama).

Aniqlash tartibi. Titrlash kolbasiga pipetka yordamida 10,00 ml NaOH va Na_2CO_3 aralashmasi olib, unga 1–2 tomchi indikator – fenolftalein qo'shiladi. Pushti rangga ega bo'lgan eritmani konsentratsiyasi ma'lum bo'lgan HCl eritmasi bilan tekshiriluvchi eritmaning pushti rangi yo'qolguncha titrlanadi. Sarf bo'lgan HCl ning hajmi V_1 bilan belgilanadi. Hosil bo'lgan rangsiz aralashmaga 2–3 tomchi metilzarg'aldoq indikatorini qo'shiladi, bunda sariq rang eritma hosil bo'ladi. Titrlashni HCl bilan qizilpushti rang hosil bo'lguncha davom ettiriladi va kislotaning umumiy hajmini (fenolftalein va metilzarg'aldoq ishtirokida reaksiya uchun ketgan HCl hajmi) V_2 bilan belgilanadi. Titrlashni 3 marta takrorlanadi va olingan natijalar jadvalga kiritiladi.

No	$V(\text{NaOH} + \text{NaHCO}_3)$, ml	Indikator f-f	$V_1(\text{HCl})$, ml	Indikator m-z	$V_2(\text{HCl})$, ml	$c(\text{HCl})$, mol/l
1	10,00	2		2		
2	10,00	2		2		
3	10,00	2		2		
O'rtacha qiymat						

Hisoblash formulalari:

$$m(\text{NaOH}) = \frac{c(\text{HCl}) \cdot 2(V_1 - V_2) \cdot M(\text{NaOH})}{1000}, \text{ g},$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{c(\text{HCl}) \cdot 2(V_2 - V_1) \cdot M(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{1000}.$$

KISLOTA-ASOSLI TITRLASH USULI. ASIDIMETRIYA

Mashg'ulotning maqsadi. Kislota-asos reaksiyalarining borish qonunlarini bilgan holda biologik obyekt va dorivor preparatlarda asoslar va gidrolizlanganda ishqoriy muhit hosil qiluvchi tuzlar miqdorini aniqlashni o'rganish.

O'rganilayotgan mavzuning ahamiyati. Ammiak tirik organizmda 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. Ammiak organizm uchun zaharli. Uning qondagi miqdori 0,05 mg dan oshmasligi kerak. Biologik suyuqliklarda ammiakning miqdori ortib ketishi giperammoniyemiya holatini keltiradi, shuning uchun biologik suyuqliklar tarkibidagi ammiak miqdorini aniqlash diagnostik ahamiyatga ega.

Tibbiyotda ammiakning 10% li eritmasi – «Novshadil spirti» keng qo'llanadi.

Boshlang'ich bilim darajasi:

1. Neytrallanish reaksiyalari.
2. Vodorod ko'rsatkich – *pH*.
3. Tuzlarning gidrolizi.
4. Kislota-asosli titrlash usulining nazariy asoslari.

Mustaqil tayyorlanish uchun adabiyotlar:

1. *H.A.Алексеев*. Количественный анализ. М., 1972, 296- bet.
2. *H.A.Цитович*. Курс аналитической химии. М., 1985, 249- bet.
3. А.В.Бабков, Г.Н.Горошкова, А.М.Кононов. Практикум по общей химии с элементами количественного анализа. М., 1978, 109- bet.
4. *X.H.Hakimov, A.Z.Tatarskaya, N.T.Olimxo'jayeva*. Umumiy kimyodan amaliy mashg'ulotlar. T., 1993, 75–77- betlar.

5. S.S.Qosimova, S.M.Masharipov, Q.O.Najimov. Umumiy va bioorganik kimyodan amaliy mashg'ulotlar. T., 2001, 52–53- betlar.

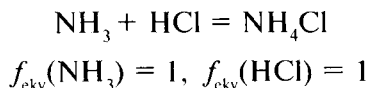
Darsda ko'riladigan savollar:

1. Aniqlanayotgan modda bo'yicha titr.
2. Laboratoriya ishining nazariy asoslari.
 - 2.1. Kimyoviy reaksiya tenglamasi.
 - 2.2. Indikator tanlash.
 - 2.3. Laboratoriya ishini bajarish uslubi.
 - 2.4. Hisoblash formulalari.
 - 2.5. Eksperimental natijalaridan xulosa chiqarish.
3. Asidimetriya usulining klinik analizda qo'llanilishi.
4. Laboratoriya ishi.

MA'LUMOTLAR YIG'INDISI

Kislota-asosli titrlash usuli. Asidimetriya

Standartlangan xlorid kislota eritmasi asoslar va gidrolizlanganda ishqoriy muhit hosil qiladigan tuzlarni miqdoriy analizida foydalaniladi. Misol tariqasida suvli eritmalarda NH_3 ni aniqlashni ko'rib chiqish mumkin. Xlorid kislota ning NH_3 (suvli eritmada) bilan o'zaro ta'siri quyidagi reaksiya tenglamasi bo'yicha boradi:



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:

$$n(\text{NH}_3) = \frac{m(\text{NH}_3)}{M(\text{NH}_3)}; n(\text{HCl}) = c(\text{HCl}) \cdot V(\text{eritma})$$

bu yerda: $m(\text{NH}_3)$ – NH_3 ,ning massasi, g; $M(\text{NH}_3)$ – NH_3 ning molyar massasi, g/mol; $c(\text{HCl})$ – HCl ning molyar konsentratsiyasi, mol/l; $V(\text{eritma})$ – HCl eritmasining hajmi, ml.

$$\text{Shunday qilib: } \frac{m(\text{NH}_3)}{M(\text{NH}_3)} = c(\text{HCl}) \cdot V(\text{eritma}).$$

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'zgartirilsa:

$$\frac{m(\text{NH}_3)}{V(\text{eritma})} = c(\text{HCl}) \cdot M(\text{NH}_3)$$

va uni 1 ml ga nisbatan yozilsa:

$$\alpha(\text{HCl}/\text{NH}_3) = \frac{c(\text{HCl}) \cdot M(\text{NH}_3)}{1000}, \text{ g/ml,}$$

$c(\text{HCl})$ – 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.

Bu ma'lum kattaliklarni o'rinlariga qo'yib $\alpha(\text{HCl}/\text{NH}_3)$ ni hisoblash mumkin, u ham doimiy qiymatga ega bo'ladi. Agar qandaydir obyektдан ammiakni aniqlashda uning eritmasini titrlash uchun $V(\text{HCl})$ sarflansa, unda titrlanayotgan eritmadagi ammiak massasi quyidagicha bo'ladi:

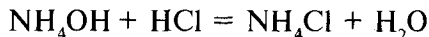
$$m(\text{NH}_3) = \alpha(\text{HCl}/\text{NH}_3) \cdot V(\text{HCl}).$$

Mavzu bo'yicha masalalar va ularni yechish namunalari

1- masala. Ammoniy gidroksidni xlorid kislota bilan titrlash egri chizig'i yo'lini tushuntiring, berilgan titrlash reaksiyasi uchun indikator tanlang.

Yechish:

1. Aytaylik ammiakning suvli eritmasini xlorid kislota bilan titrlanadi:



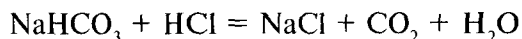
Reaksiya natijasida NH_4Cl tuzi hosil bo'ladi, bu esa ekvivalent nuqtadagi pH ga ta'sir etadi.

2. NH_4Cl gidrolizi natijasida eritmada kislotali muhit hosil bo'lib, ekvivalent nuqta $pH < 7$ da joylashadi.

3. Kuchsiz asosni kuchli kislota bilan titrlash egriligida sakrash chegarasi $pH = 4$ dan $pH = 6,2$ oralig'ida joylashadi.

4. Shunday qilib, titrlash uchun metilzarg'aldoq (o'tish oralig'i $pH = 3,1-4,4$) va metilqizili ($pH = 4,4-6,2$) kabi indikatorlarni ishlatish mumkin.

2- masala. 3,0 g choy sodasi 250,00 ml li o'lchov kolbasidagi suvda eritildi:



Yuqoridagi reaksiya bo'yicha shu eritmaning 10,00 ml ni titrlash uchun 11,53 ml konsentratsiyasi 0,1000 mol/l bo'lgan xlorid kislota eritmasi sarf bo'ldi. Eritmadagi NaHCO_3 ning molyar konsentratsiyasi va titrini aniglanq.

Berilgan:

$$m(\text{namuna}) = 3,0 \text{ g}$$

$$V(\text{eritma}) = 250,00 \text{ ml}$$

$$V(\text{NaHCO}_3) = 10,00 \text{ ml}$$

$$V(\text{HCl}) = 11,53 \text{ ml}$$

$$c(\text{HCl}) = 0,1000 \text{ mol/l}$$

$$M(\text{NaHCO}_3) = 84,0 \text{ g/mol}$$

$$c(\text{NaHCO}_3) = ? \quad t(\text{NaHCO}_3) = ? \quad \omega\%(\text{NaHCO}_3) = ?$$

Yechish:

1. Ekvivalentlar qonuniga binoan NaHCO_3 eritmasining molyar konsentratsiyasi topiladi:

$$f_{\text{ekv}}(\text{NaHCO}_3) = 1, \quad f_{\text{ekv}}(\text{HCl}) = 1$$

$$c(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}) = c(\text{NaHCO}_3) \cdot V(\text{NaHCO}_3)$$

$$c(\text{NaHCO}_3) = \frac{0,1000 \cdot 11,53}{10,00} \frac{\text{mol} \cdot \text{ml}}{\text{l} \cdot \text{ml}} = 0,1153 \text{ mol/l}$$

2. $c(\text{NaHCO}_3)$ qiymatiga ko'ra NaHCO_3 eritmasining titri topiladi:

$$t(\text{NaHCO}_3) = \frac{c(\text{NaHCO}_3) \cdot M(\text{NaHCO}_3)}{1000}$$

$$t(\text{NaHCO}_3) = \frac{0,1153 \cdot 84,0}{1000} \frac{\text{mol} \cdot \text{g}}{\text{ml} \cdot \text{mol}} = 0,009685 \text{ g/ml}$$

Javob: $c(\text{NaHCO}_3) = 0,1153 \text{ mol/l};$

$$t(\text{NaHCO}_3) = 0,009685 \text{ g/mol}$$

3- masala. 500,00 ml natriy gidroksid eritmasini tayyorlash uchun necha gramm ishqor eritmasi kerak? Titrlash jarayonida shu eritmaning 20,00 ml ni titrlash uchun 18,50 ml ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,1000 mol/l bo'lgan sulfat kislota eritmasi sarflandi.

Berilgan:

$$V(\text{eritma}) = 500,00 \text{ ml}$$

$$V(\text{eritma}) = 20,00 \text{ ml}$$

$$V(\text{H}_2\text{SO}_4) = 18,50 \text{ ml}$$

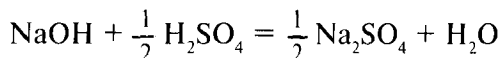
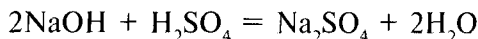
$$c\left(\frac{1}{2} \text{H}_2\text{SO}_4\right) = 0,1000 \text{ mol/l}$$

$$M(\text{NaOH}) = 40,0 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{NaOH}) = ?$$

Yechish:

Bunda quyidagi reaksiya boradi:



Shunday qilib $f_{\text{ekv}}(\text{NaOH}) = 1$, $f_{\text{ekv}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{1}{2}$.

Ekvivalentlar qonuniga asosan NaOH ning ekvivalent molyar konsentratsiyasi topiladi:

$$c(\text{NaOH}) = \frac{c\left(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4\right) \cdot V(\text{H}_2\text{SO}_4)}{V(\text{NaOH})},$$

$$c(\text{NaOH}) = \frac{0,1000 \cdot 18,50}{20,00} \frac{\text{mol} \cdot \text{ml}}{\text{l} \cdot \text{ml}} = 0,0925 \text{ mol/l}.$$

1. 500,00 ml (0,5 l) eritmadagi NaOH ning massasi aniqlanadi:

$$m(\text{NaOH}) = c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{eritma}) \cdot M(\text{NaOH}),$$

$$m(\text{NaOH}) = 0,0925 \cdot 0,5 \cdot 40 \frac{\text{mol} \cdot \text{l} \cdot \text{g}}{\text{l} \cdot \text{mol}} = 1,85 \text{ g}.$$

Javob: $m(\text{NaOH}) = 1,85 \text{ g}$.

Mavzuni o'zlashtirishni mustaqil nazorat qilish uchun savol va masalalar

1. Nima uchun titrimetrik analizda kuchsiz asos va kuchsiz kislota orasida boradigan neytrallanish reaksiyalari ishlatilmaydi?
2. Ammoniy gidroksidni sulfat kislota bilan titrlashda qanday indikatoridan foydalaniladi?
3. Kaliy gidroksidni sirka kislota bilan titrlashga mos keladigan indikator tanlang.
4. Eritmaning aniqlanayotgan moddaga ko'ra titri nima?
5. Ammiakning suvli eritmasini titrlash uchun 15,75 ml 0,1025 mol/l li xlorid kislota eritmasi sarf bo'lgan. Tekshirilayotgan eritmadagi ammiakning massasini aniqlang.
6. 20,00 ml ammiak eritmasini titrlash uchun 21,80 ml ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,0950 mol/l bo'lgan nitrat kislota eritmasi sarf bo'ldi. Ammiak eritmasining ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titrini aniqlang.

Vaziyatli masalalar

1. 10% li (massa jihatdan) ammiak eritmasi – «novshadil spirti» bemorlarni behush holatdan chiqarishda nafas olishni kuchaytirish uchun ishlatiladi. Uning miqdori asidimetrik usul bilan aniqlanadi. Buning uchun 5,00 ml preparat, hajmi 100,00 ml li kolbadagi suvda eritiladi. Agar 10,00 ml eritmani titrlash uchun 14,00 ml 0,1000 mol/l konsentratsiyali HCl eritmasi sarflangan bo'lsa, hosil bo'lgan eritmaning ekvivalent molyar konsentratsiyasi, massa ulushi (%) va titri qanday?

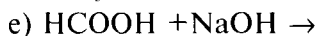
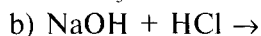
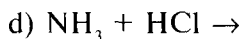
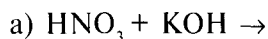
Javob: $c(\text{NH}_3) = 0,1400 \text{ mol/l}$; $t(\text{NH}_3) = 0,002380 \text{ g/ml}$; $\omega(\text{NH}_3) = 0,24\%$.

2. Tinchlantiruvchi ta'sirga ega kodein preparati miqdorini HCl eritmasi bilan, o'tish oralig'i pH qiymati 4,2–6,3 bo'lgan metilqizili ishtirokida aniqlanadi. Ushbu titrlashda ekvivalent nuqta joylashgan pH qiymatini tushuntiring.

Javob: $pH = 4-7$.

Test savollari

1. Qaysi titrlashda ekvivalent nuqta $pH > 7$ ga to'g'ri keladi?



xlorid kislotadan och pushti rangga o'tguncha standartlangan xlorid kislotasi eritmasi bilan titrlanadi. Aniqlashni yana 2 marta qaytariladi, o'zaro yaqin natijalardan o'rta arifmetik qiymat olinadi va ammiak massasi hisoblanadi. Tajriba natijalarini jadvalda ko'rsatiladi.

№	$V(\text{NH}_3)$, ml	$V(\text{HCl})$, ml	$c(\text{HCl})$, mol/l	$t(\text{HCl}/\text{NH}_3)$, g/ml	$m(\text{NH}_3)$, g	Indikator
1						M-z
2						M-z
3						M-z
O'rtacha qiymati						

Hisoblar quyidagi tenglama bo'yicha bajariladi:

$$m(\text{NH}_3) = t(\text{HCl}/\text{NH}_3) \cdot V(\text{HCl}),$$

bunda: $t(\text{HCl}/\text{NH}_3)$ – HCl ning ammiakka nisbatan titri:

$$t(\text{HCl}/\text{NH}_3) = \frac{c(\text{HCl}) \cdot M(\text{NH}_3)}{1000}, \text{ g/ml};$$

$V(\text{HCl})$ – NH_3 eritmasini titrlash uchun sarf bo'lgan HCl ning hajmi.

KOMPLEKS BIRIKMALAR

Mashg'ulotning maqsadi. Kompleks hosil qiluvchi reaksiya mahsulotlarining tavsifi, ishlatish imkoniyatlarini aniqlashga sistemali yondoshuvni o'rganish, biologik sistemalarda kompleks birikmalar hosil bo'lishini oldindan belgilash.

O'rganilayotgan mavzuning ahamiyati. Kompleks hosil bo'luvchi reaksiyalarining borish qonunlari va ularni biologik sistemalarga tatbiq qilishni bilish shifokorlar uchun juda zarur, chunki tirik organizmda boradigan ko'pchilik biokimyoviy jarayonlar kompleks birikmalar ishtirokida boradi. Xlorofill – magniyning kompleks birikmasi, gemoglobin – temirning kompleks birikmasi, B_{12} vitamini – kobaltning kompleks birikmasi va boshqalar. Metallofermentlar ham kompleks birikmalardir. Masalan, sitoxrom oksidaza va seruloplazmin – misning, karboksipeptidaza va karboangidraza fermentlari – ruxning kompleks birikmalari. Fermentativ jarayonlarning faollanishi (so'nishi) metallarning kompleks hosil qilishi oqibatida amalga oshadi. Masalan, magniy organizmda boradigan muhim biokimyoviy jarayonlarning biri bo'lgan ATF gidrolizini katalizlaydi

(kuchaytiradi). Berilliy magniy saqlovchi fermentlarni, kadmiy esa rux saqlovchi fermentlarni barqarorroq kompleks hosil bo'lishi va biometallarni siqib chiqarishi hisobiga ingibirlaydi (so'ndiradi). Kompleks hosil bo'lish jarayonlarini dorivor vositalar (preparatlar) ishlatishda hisobga olish kerak, chunki ularning ko'pchiligi biometallar uchun yaxshi ligand bo'lishi mumkin yoki tarkibida metall saqlagani holda organizmdagi bioligandlar bilan barqaror koordinatsion birikmalar hosil qilishi mumkin.

Metallarning, birinchi navbatda, og'ir metallarning, masalan, simob, qo'rg'oshin, vismut, margimush va boshqalarning ortiqcha miqdorda organizmga tushishi zaharli ta'sir ko'rsatadi, bu ularning organizmdagi kislorod, azot, oltingugurt va boshqa bioelementlar saqlovchi biomolekulalar bilan kompleks birikmalar hosil qilishi oqibatidir. Bunday zaharlanishni davolash organizmga yanada barqarorroq, suvda yaxshi eriydigan kompleks birikmalar hosil qiluvchi ligandlar kiritish yo'li bilan amalga oshiriladi. Bu jarayonda kompleksonlar, unitiol, dimerkaprol, penitsilamin va boshqa preparatlar (antidotlar) samarali vosita hisoblanadi.

Organizmda bioelementlar taqchilligida odatda, ularni ko'pincha odam organizmi uchun zaharli bo'lgan anorganik tuzlar hoida emas, balki bioligandlar bilan hosil qilgan koordinatsion birikmalar hoida kiritiladi. Masalan, tarkibida kobal't saqlovchi B₁₂ vitamini, temir saqlovchi ferrotseron, gemostimulin va boshqalar shular jumlasidandir. Kompleks birikmalar tibbiyotda qator kasalliklarni davolashda ishlatiladi. Masalan, platina birikmalari rakka qarshi preparatlar bo'lib, xavfli o'smalarning o'sishini sekinlashtiradi. Kupir CuCl₂ · 2B₆ 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.

Boshlang'ich bilim darajasi:

1. Molekular va ion tenglamalar.
2. Massalar ta'siri qonuni.
3. Kimyoviy muvozanat.
4. Suvning qattiqligi.

Mustaqil tayyorlanish uchun o'quv materiallari:

1. *N.L.Glinka*. Umumiy ximiya. T., 1968. 653- bet.
2. *X.R.Rahimov*. Anorganik ximiya. T., 1974. 148- bet.

3. *X.Rustamov*. Umumiy ximiya. T., 1969.
4. *S.S.Olenin, G.H.Fadееv*. Неорганическая химия. М., 1979, 94- bet.
5. *И.К.Цитович*. Курс аналитической химии. М., 1985, 57, 263- betlar.
6. *Н.А.Алексеев*. Количественный анализ. М., 1972, 336- bet.
7. *Н.А.Селезнёв*. Аналитическая химия. М., 1973, 222- bet.
8. *А.С.Ленский*. Введение в бионеорганическую и биофизическую химию». М., 1989.
9. *Х.Н.Накимов, А.З.Татарская, Н.Т.Олимхо'jayeva*. Umumiy kimyodan amaliy mashg'ulotlar. T., 1993, 117–120- betlar.
10. *S.S.Qosimova, S.M.Masharipov, Q.O.Najimov*. Umumiy va bioorganik kimyodan amaliy mashg'ulotlar. T., 2001, 69–72- betlar.

Darsda ko'riladigan savollar:

1. Kompleks birikmalar.
2. Kompleks birikmalarning olinishi.
3. Kompleks birikmalar tuzilishi haqida A.Verner nazariyasi.
4. Kompleks birikmalarning sinflanishi.
5. Ichki kompleks birikmalar.
6. Kompleks birikmalar eritmasida muvozanat.
7. Kompleks birikmalarning beqarorlik va barqarorlik konstantasi.
8. Kompleks hosil bo'lish reaksiyalarining yo'nalishini ilmiy asoslash.
9. Kompleks birikmalarning tibbiyotdagi ahamiyati.
10. Laboratoriya ishi.

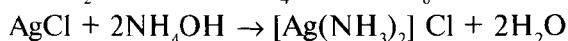
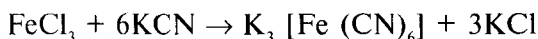
MA'LUMOTLAR YIG'INDISI

Tabiatda uchraydigan barcha kimyoviy moddalarni shartli ravishda 2 guruhga bo'lish mumkin:

1. Oddiy yoki birinchi darajali moddalar: H_2O , NH_3 , $AgCl$, KCN va boshqalar.

2. Murakkab, yoki yuqori darajali moddalar: $[Ag(NH_3)_2]Cl$, $K_4[Fe(CN)_6]$, $H_2[HgCl_4]$ va boshqalar.

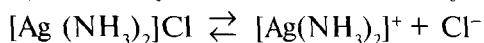
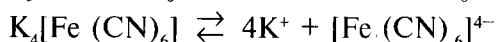
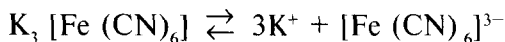
Murakkab yoki yuqori darajali moddalar oddiy modda molekularining o'zaro ta'siri natijasida hosil bo'ladi. Masalan:



Ularining tarkibiga kirgan murakkab ionlar kompleks ionlar deb ataladi. Kompleks birikmalar kristall holatda va eritmada mustaqil ravishda mavjud bo'lishi mumkin.

Kompleks birikmalar deb ligandlar bilan o'ralgan, markaziy atomdan iborat bo'lgan, kristall panjarasida murakkab kompleks ion saqlaydigan moddalarga aytiladi.

Kompleks birikmalar kristall holatda va eritmada mavjud bo'la oladi:



Kompleks birikmalarning tuzilishini 1863- yili shved olimi Alfred Verner keltirgan nazariya tushuntirib beradi.

Bu nazariya quyidagilardan iborat:

1. Ko'pchilik elementlarda asosiy valentlikdan tashqari yonaki valentliklar mavjud bo'lib, ular ba'zi reaksiyalarda kuzatiladi.

2. Asosiy valentliklarning to'yinishi birinchi tartibli birikmalar hosil bo'lishi asosida yotadi, masalan oddiy binar birikmalar hosil bo'lishida: HCl, H₂O, NH₃, CaCl₂ va boshqalar.

3. Yonaki valentliklarning to'yinishi yuqori tartibli birikmalar hosil bo'lishi asosida yotadi, masalan: [NH₄]Cl, K₃[Fe(CN)₆], K₄[Fe(CN)₆], [Al(H₂O)₆]Cl₃ va boshqalar.

4. Elementlarning yonaki valentliklari aniq fazoviy yo'naluvchanlikka ega bo'ladi.

Shularga asoslanib, A.Verner kompleks birikmalar tuzilishini quyidagicha asoslab berdi:

1. Kompleks birikmalarda markaziy o'rinni kompleks hosil qiluvchi ion yoki markaziy atom egallaydi. Ko'pincha markaziy atom vazifasini musbat zaryadlangan metall atomi bajaradi, [NH₄]Cl tuzi bundan mustasno, bu birikmada markaziy atom vazifasini N⁻³ bajaradi.

2. Markaziy atom atrofida ligandlar yoki addendlar deb nomlangan qarama-qarshi ionlar yoki qutbli molekular koordinatsiyalanadi. Ligand vazifasini neytral molekular – NH₃, H₂O, NO, CO; kislota qoldiqlari – CN⁻, CNS⁻, NO₂⁻, Cl⁻, I⁻, CO₃²⁻, S₂O₃²⁻; gidroksid ionlar – OH⁻ va boshqalar bajaradi.

3. Markaziy atom yoki kompleks hosil qiluvchi ion ligandlar bilan bevosita bog'lanib kompleks birikmaning ichki sferasini hosil qiladi.

4. Markaziy atom bilan bevosita bog‘lanmagan va ichki sferaga sig‘magan barcha ionlar kompleks birikmaning tashqi sferasini tashkil etadi.

5. O‘zida ortiqcha musbat yoki manfiy zaryad saqlovchi kompleks guruh *kompleks ion* deyiladi. Kompleks ion musbat, manfiy yoki zaryadsiz bo‘lishi mumkin.

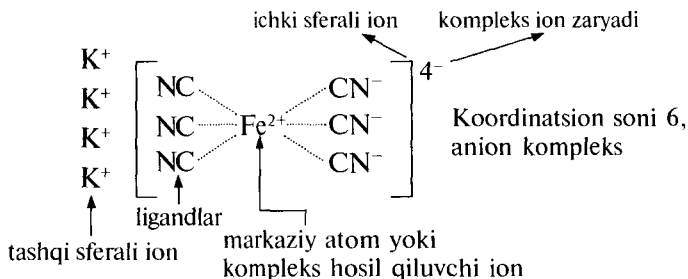
Kompleks ionning zaryadi kompleks hosil qiluvchi ion bilan ligandlar zaryadlarining algebraik yig‘indisiga teng.

6. Markaziy atom bilan bog‘langan bir dentantli ligandlar soni koordinatsion son deyiladi. Koordinatsion son markaziy atom tabiatiga, geometrik tuzilishiga 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.

Ba‘zi kompleks hosil qiluvchi ionlarga xos bo‘lgan koordinatsion sonlar jadvalda keltirilgan.

Koordinatsion sonlar	2	4	6	8
Kompleks hosil qiluvchi ionlar	Cu ⁺ Ag ⁺ Au ⁺	Cu ⁺² , Co ²⁺ Hg ²⁺ , Pb ²⁺ , Pt ²⁺ , Zn ²⁺	Fe ²⁺ , Fe ³⁺ Co ³⁺ , Cr ³⁺ Al ³⁺ , Mg ²⁺	Ca ²⁺ Sr ²⁺ Ba ²⁺ Pt ⁴⁺

Shunday qilib, kompleks hosil qiluvchi ion va ligandlarning zaryadi, markaziy atomning koordinatsion soni va tashqi sferali ion zaryadini bilgan holda kompleks birikmaning tuzilishini ko‘rsatish mumkin:



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 elektronlarni joylashishi uchun bo‘sh orbitalga ega bo‘lgani uchun elektron juft *akseptori* vazifasini bajaradi.

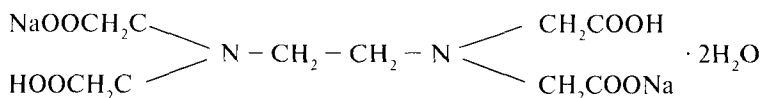
Ligandlar markaziy atom bilan bir nechta bog‘ orqali bog‘lanishi mumkin. Ligandlarning markaziy atom atrofida egallay oladigan koordinatsion nuqtalar soni uning *dentantligi* yoki *koordinatsion sig‘imi* deyiladi.

Ligandlar dentantligiga ko‘ra quyidagilarga bo‘linadi.

1. *Bir dentantli* ligandlar – markaziy atom atrofida 1 ta 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 molekularlar (H_2O , NH_3) hamda gidroksid ion OH^- misol bo‘ladi.

2. *Ikki dentantli* ligandlar – markaziy atom atrofida 2 ta koordinatsion nuqtani egallaydi yoki markaziy atom bilan ligand 2 ta bog‘ bilan bog‘langan. Ikki dentantli ligandlarga SO_4^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ionlari, etilendiamin molekulari va boshqalar misol bo‘ladi.

3. *Uch va ko‘pdentantli* ligandlar – markaziy atom atrofida 3 ta va undan ko‘p koordinatsion nuqtalarni egallaydi, yoki markaziy atom bilan ligandlar 3 ta va undan ortiq bog‘ bilan bog‘langan. Uch dentantli ligandlarga dietilenuchamin – $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$, to‘rt dentantli ligandlarga etilendiamindiatsetat – $\text{HOOCCH}_2\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_2\text{COOH}$ va ko‘p dentantli ligandlarga



misol bo‘la oladi.

Ikki, uch va ko‘pdentantli ligandlar halqali xelat kompleks birikmalarni hosil qiladi. Bunday birikmalar metallxelatlar, jarayon esa xelatlanish jarayoni deyiladi.

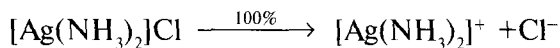
Kompleks birikmalar tarkibida metall xelatlar bo‘lishi kompleks birikmalarning barqarorligini oshiradi. Buni L.A.Chugayevning halqalar qoidasi quyidagicha ta‘riflaydi: metallxelat hosil qilishda ishtirok etadigan atomlar soni 5 yoki 6 ga teng bo‘lganda eng katta barqarorlikka ega bo‘lgan komplekslar hosil bo‘ladi.

2. 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, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ – tetraamin mis (II) sulfat.

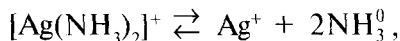
3. Anion kompleks birikmalarni nomlashda avval tashqi sfera kationi o'qilib, so'ngra ligandlar soni va nomi o'qiladi. Oxirida kompleks hosil qiluvchining lotincha nomiga *-at* qo'shimchasi qo'shib o'qilib, qavs ichida oksidlanish darajasi ko'rsatiladi. Masalan, $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ – kaliy geksatsianoferrat (III).

Kompleks birikma eritmalaridagi muvozanat

Suvli eritmalarda kompleks birikmalar dissotsilanadi. Birlamchi dissotsiatsiya kuchli elektrolitlar dissotsiatsiyasi ko'rinishida boradi:



Ichki koordinatsion sferaning dissotsiatsiyasi kompleks zarracha, markaziy ion va ligandlar orasidagi muvozanat bilan tavsiflanadi, u (muvozanat) massalar ta'siri qonuniga bo'ysinadi va kompleks ionning beqarorlik konstantasi deb nom olgan muvozanat konstantasi bilan tavsiflanadi:



$$K_{\text{beqarorlik}} = \frac{c(\text{Ag}^+) \cdot c^2(\text{NH}_3^0)}{c([\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+)} = 6,8 \cdot 10^{-8}.$$

$K_{\text{beqarorlik}}$ kompleks ionning barqarorlik o'lchovi bo'lib xizmat qiladi. Kompleks ion qancha barqaror bo'lsa, beqarorlik konstantasi qiymati shunchalik kichik bo'ladi. Komplekslarning barqarorligini baholash uchun ko'pincha $K_{\text{beqarorlik}}$ ga teskari qiymatga ega bo'lgan barqarorlik konstanta B dan foydalaniladi:

$$B = \frac{1}{K_{\text{beqarorlik}}}.$$

Uning logarifmi butun sonni ifodalaydi va bir qator birikmalarning barqarorligini solishtirish uchun juda qulaydir:

$$\text{I}gB_{([\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+)} = \frac{1}{6,8 \cdot 10^{-8}} = 7,23.$$

$K_{\text{beqarorlik}}$, B , $\text{I}gB$ qiymatlari ma'lumotnoma (spravochnik)larda keltiriladi. $K_{\text{beqarorlik}}$ qiymatidan foydalangan holda kompleks birikma-

larning hosil bo'lishi va parchalanishi bilan boradigan reaksiyalar yo'nalishini avvaldan aytib berish mumkin.

1. Kompleks hosil bo'lishida reaksiya doimo eng kam $K_{\text{beqarorlik}}$ qiymatga ega bo'lgan birikma hosil bo'lish tomonga, ya'ni eng barqaror kompleks birikma hosil bo'lish tomonga yo'naladi.

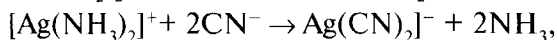
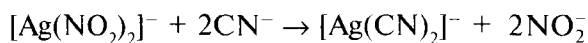
Masalan,

$$K_{\text{beqarorlik}} [\text{Ag}(\text{NO}_2)_2]^- = 1,5 \cdot 10^{-3},$$

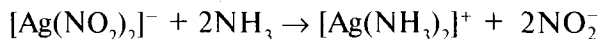
$$K_{\text{beqarorlik}} [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ = 6,8 \cdot 10^{-8},$$

$$K_{\text{beqarorlik}} [\text{Ag}(\text{CN})_2]^- = 1,1 \cdot 10^{-21}.$$

$[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$ kompleks ionning $K_{\text{beqarorlik}}$ qiymati eng kichik bo'lgani uchun birinchi va ikkinchi komplekslar KCN bilan reaksiyaga kirishib, sianid komplekslarini hosil qiladi:



yoki quyidagi reaksiya sodir bo'lishi mumkin:



$[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$ ammiak bilan reaksiyaga kirishmaydi, chunki $K_{\text{beqarorlik}}[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$ qiymati $K_{\text{beqarorlik}}[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ qiymatidan kichik.

Mavzu bo'yicha masalalar va ularni yechish namunasi

1- masala. Quyidagi kompleks ionlarning zaryadini va ularning ichida kation, anion va neytral komplekslarni ko'rsating.

- A) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]$ B) $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_4\text{PO}_4]$ D) $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]$
 E) $[\text{Cr}(\text{OH})_6]$ F) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_3(\text{NO}_2)_3]$ G) $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]$

Yechish:

a) kobalt ionining zaryadi +3 ga, ammiak molekulasining zaryadi 0 ga, xlor ioniniki -1 ga teng. Ichki sferaga kiruvchi ion zaryadining algebraik yig'indisini aniqlanadi:

$$(+3) + (0) \cdot 5 + (-1) = +2$$

Kompleks ion zaryadi +2 ga teng, demak, u kation kompleks: $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]^{+2}$.

- b) $\text{Cr} = (+3)$, $\text{NH}_3 = 0$, $\text{PO}_4 = (-3)$,
 $(+3) + (0) \cdot 4 + (-3) = 0$, neytral – $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_4\text{PO}_4]$;
- d) $\text{Ag} = (+1)$, $\text{NH}_3 = (0)$,
 $(+1) + (0) \cdot 2 = +1$ kation – $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$;
- e) $\text{Cr} = (+3)$, $\text{OH} = (-1)$,
 $(+3) + (-1) \cdot 6 = -3$ anion – $[\text{Cr}(\text{OH})_6]^{3-}$;
- f) $\text{Co} = (+3)$, $\text{NH}_3 = 0$, $\text{NO}_2 = (-1)$,
 $(+3) + (0) \cdot 3 + (-1) \cdot 3 = 0$ neytral – $[\text{Co}(\text{NH}_3)_3(\text{NO}_2)_3]$;
- g) $\text{Cu} = (+2)$, $\text{H}_2\text{O} = (0)$,
 $(+2) + (0) \cdot 4 = +2$ kation – $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$.

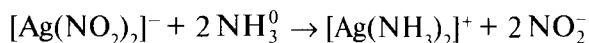
2- masala. Qaysi holatda ko'rsatilgan modda eritmalari orasida o'zaro ta'sir vujudga kelishini aniqlang. Reaksiya tenglamasini yozing.



Yechish:

a) $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ ionining beqarorlik konstantasi $6,8 \cdot 10^{-8}$, $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$ ioniniki esa $1,1 \cdot 10^{-21}$ ga teng. Shunday qilib $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$ kompleksi barqarorroq. Shuning uchun u NH_3 bilan reaksiyaga kirishmaydi;

b) $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ ionining beqarorlik konstantasi $6,8 \cdot 10^{-8}$, $[\text{Ag}(\text{NO}_2)_2]^-$ ionniki esa $1,5 \cdot 10^{-3}$ ga teng. Bu holda $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ kompleks barqarorroq. Ular orasida quyidagi reaksiya sodir bo'ladi:



3- masala. 1,000 mol miqdorda mo'l NH_3 saqlagan, konsentratsiyasi 0,1000 mol/l bo'lgan $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{NO}_2$ eritmasidagi Ag^+ ion konsentratsiyasini aniqlang.

Berilgan:

$$c[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{NO}_2 = 0,1000 \text{ mol/l}$$

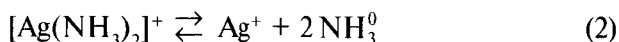
$$c(\text{NH}_3) = 1,000 \text{ mol/l}$$

$$K_{\text{beqarorlik}} = 6,8 \cdot 10^{-8}$$

$$c(\text{Ag}^+) = ?$$

Yechish:

1. Kompleks birikmaning eritmadagi dissotsiatsiya tenglamasi:



NH_3 miqdori mo'l bo'lganda muvozanat chapga siljiydi va (2)-dissotsiatsiya natijasida hosil bo'layotgan NH_3 miqdori oz bo'lgani uchun uni hisobga olinmasa ham bo'ladi.

$$K_{\text{beqarorlik}} = \frac{c(\text{Ag}^+) \cdot c^2(\text{NH}_3)}{c([\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+)}$$

Bu tenglikdan Ag^+ ioni konsentratsiyasi topiladi:

$$c(\text{Ag}^+) = \frac{K_{\text{beqarorlik}} \cdot c([\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+)}{c^2(\text{NH}_3)} = \frac{6,8 \cdot 10^{-8} \cdot 0,1000}{(1,000)^2} = 6,8 \cdot 10^{-9} \text{ mol/l}$$

Mavzuni o'zlashtirishni mustaqil nazorat qilish uchun savol va masalalar

1. Quyidagi kompleks birikmani koordinatsion nazariyaga ko'ra ta'riflang: $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$.

- Markaziy atomning oksidlanish darajasi;
- kompleks ionning zaryadi;
- ligandlar;
- tashqi sfera ionlari;
- koordinatsion son;
- kompleks ionning turi (kation, anion, neytral);
- kompleks ion dissotsiatsiyasi (birlamchi, ikkilamchi);
- beqarorlik konstantasini ifodalang.

2. Kompleks ionda markaziy atom va ligandlar orasida qanday kimyoviy bog' mavjud?

3. Quyidagi kompleks birikmalardagi markaziy atomning oksidlanish darajasi va koordinatsion sonini ko'rsating:

- $\text{K}_2[\text{Pt}(\text{Cl}_4)]$;
- $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$;
- $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_3\text{Cl}]\text{Cl}$.

4. Quyidagi kompleks birikmalar uchun beqarorlik konstantasi qiymatini ko'rsating: 1) $(\text{NH}_4)_2[\text{Co}(\text{SCN})_4]$; 2) $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$; 3) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}$.

Vaziyatli masalalar

1. $\text{PtCl}_4 \cdot 6\text{NH}_3$ eritmasidan kumush nitrat hamma xlor ionlarini kumush xlorid ko'rinishida to'liq cho'ktiradi, $\text{PtCl}_4 \cdot 3\text{NH}_3$ tuzi eritmasi tarkibiga kirgan xlori esa faqat bir qisminigina cho'ktiradi. Shu tuzlarning koordinatsion formulalarini yozing, ularning har biridagi platinaning koordinatsion sonini aniqlang.

7. Quyidagi kompleks birikmada markaziy atomning zaryadi va koordinatsion sonini ko'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; d) Pt, +2, Cl^- , NH_3 , 4;
b) Cl, +4, K^+ , 2; e) Cl, +2, K^+ , 6.

10. Kompleks birikmalarda kompleks ion bilan tashqi sfera ioni orasidagi bog' turini ko'rsating.

- a) ion; d) qutbli kovalent;
b) donor-aktseptor; e) qutbsiz kovalent.

LABORATORIYA ISHI

1-tajriba. Kompleks ion hosil bo'lishi.

FeCl_3 tuzlari eritmasiga tomchilab NaOH eritmasidan qo'shing. Hosil bo'lgan gidroksid cho'kmani NH_4OH reaktivning mo'l miqdorida eriting. Kationlarga xos kompleks birikmalar – ammiakatlar hosil bo'ladi. Komplekslarning hosil bo'lgan eritmalariga ishqor eritmasidan soling. Metall gidroksidlari cho'kmaga tushadimi? Ammiakat hosil bo'lish reaksiya tenglamalarini yozing.

2- tajriba. Kompleks anion hosil bo'lishi.

a) Probirkaga 5 tomchi $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ eritmasi soling. 2 tomchi KI eritmasini qo'shing. Cho'kma hosil bo'lishini kuzating. Cho'kmaga erib ketguncha asta-sekin KI tomizing. Reaksiya tenglamasini yozing.

b) $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ va $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ tuzlari eritmasiga NaOH eritmasidan soling. Hosil bo'lgan gidrokid cho'kmalarini reaktivning mo'l miqdorida eriting. Gidroksokomplekslar hosil bo'lish reaksiyasi tenglamalarini yozing.

3- tajriba. Kompleks hosil bo'lish reaksiyasi muvozanatini siljitish.

a) Probirkaga 5 tomchi AgNO_3 va 3 tomchi NaCl eritmasidan soling. Reaksiya tenglamasini yozing;

b) hosil bo'lgan AgCl cho'kmasiga 10 tomchi NH_4OH eritmasi tomizing. Erish reaksiyasi tenglamasini yozing;

d) hosil bo'lgan eritmaga 10 tomchi HNO_3 eritmasidan qo'shing. AgCl cho'kmasi hosil bo'lish reaksiyasi tenglamasini yozing.

4- tajriba. Kompleks birikmalarning barqarorligi.

FeCl_3 tuzi eritmasiga NH_4CNS eritmasidan qo'shing. Hosil bo'lgan eritma rangini belgilang. NaF eritmasidan qo'shing. Borayotgan hodisalarni tushuntiring.

5- tajriba. Kompleks birikmalar eritmasidagi almashinish reaksiyalari.

FeCl_3 tuzi eritmasiga $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ eritmasidan, FeCl_2 tuzi eritmasiga $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ dan qo'shing. Hosil bo'lgan cho'kmalar rangini belgilang, ularning hosil bo'lish reaksiyasi tenglamalarini yozing. Alohida probirkada bir necha tomchidan $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ va $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ eritmalarini solib aralashtiring. Nima uchun bu holda cho'kma hosil bo'lmaydi?

KOMPLEKSONOMETRIK TITRLASH USULI

Mashg'ulotning maqsadi. Kompleks birikmalar hosil bo'lishi qonuniyatlarini bilgan holda biologik suyuqliklardagi metall ionlari miqdorini aniqlashni o'rganish.

O'rganilayotgan mavzuning ahamiyati. Kompleksonometriya usuli tibbiy-biologik tadqiqotlarda, sanitariya-gigienik va dorivor moddalarni analiz qilishda keng qo'llanadi. 80 dan ortiq elementlarni miqdoriy analiz qilish usullari ma'lum. Bu usul bilan biologik suyuqliklardagi kalsiy, magniy, mis, temir va boshqa kationlarning miqdori aniqlanadi. Sanitariya-gigienik analizda kompleksometriya usuli bilan suvning umumiy qattiqligi aniqlanadi.

Boshlang'ich bilim darajasi:

1. Kompleks birikmalarning hosil bo'lishi.
2. Kompleks birikmalarning barqarorligi.
 - 2.1. Kompleks birikmalarning beqarorlik konstantasi.
3. Kompleks birikmalar hosil bo'lish reaksiyalari yo'nalishi.
4. Suvning qattiqligi.

Mustaqil tayyorlanish uchun adabiyotlar:

1. *H.A.Алексеев*. Количественный анализ. М., 1972, 336- bet.
2. *H.A.Селезнёв*. Аналитическая химия. М., 1973, 222- bet.
3. *И.К.Цитович*. Курс аналитической химии. М., 1985, 263- bet.
4. *А.В.Бабков, Г.Н.Горшкова, А.М.Кононов*. Практикум по общей химии с элементами количественного анализа. М., 1978, 151- bet.
5. *Х.Н.Накимов, А.З.Татарская, N.Т.Олимхо‘jayeva*. Umumiy kimyodan amaliy mashg‘ulotlar. T., 1993, 130–132- betlar.
6. *S.S.Qosimova, S.M.Masharipov, Q.O.Najimov*. Umumiy va bioorganik kimyodan amaliy mashg‘ulotlar», T., 2001, 72–76- betlar.

Darsda ko‘riladigan savollar:

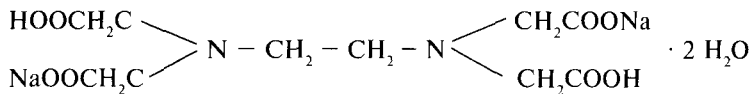
1. Kompleksonometrik titrlash usulining nazariy asoslari.
2. Suvning qattiqligi va uni yo‘qotish usullari.
3. Laboratoriya ishining nazariy asoslari.
 - 3.1. Kimyoviy reaksiya tenglamasi.
 - 3.2. Indikatorning ta’sir mexanizmi.
 - 3.3. Laboratoriya ishining bajarilishi.
 - 3.4. Hisoblash formulalari.
 - 3.5. Analiz natijalaridan xulosa chiqarish.
4. Kompleksonometrik titrlash usulining tibbiyotdagi ahamiyati.
5. Xelatoterapiya asoslari.
6. Laboratoriya ishi.

МА’LUMOTLAR YIG‘INDISI**Kompleksonometrik titrlash usuli**

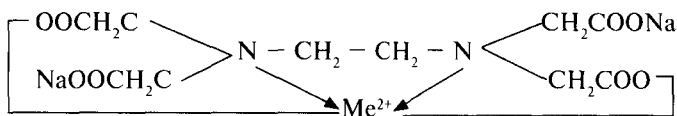
Kompleksonometrik titrlash usuli tibbiy-biologik tadqiqotlarda klinik, sanitariya-gigienik analizlar olib borishda, farmatsevtika va dorivor preparatlar analizida keng qo‘llanadi. 80 dan ortiq elementni aniqlash usuli ishlab chiqilgan.

Bu usul bilan biologik suyuqliklar, a‘zolardagi kalsiy, magniy va boshqa kationlarni aniqlash mumkin. Sanitariya-gigiena analizlarida bu usul suvning qattiqligini aniqlash uchun ishlatiladi. Kompleks hosil qilish reaksiyalari tibbiyotda og‘ir metallar bilan zaharlanishda ularni ligand sifatida ishlatiladigan kompleksonlar bilan eruvchan kompleks birikmalar hosil qilib, organizmdan chiqarib yuborishda qo‘llanadi.

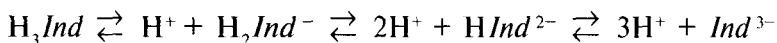
Kompleksonometrik titrlash usuli asosida komplekson III ning metall ionlari bilan barqaror ichki kompleks birikma hosil qilish reaksiyasi yotadi. Komplekson III – EDTA (etilendiamintetrasirka kislotaning ikki natriyli tuzi):



Ichki kompleks birikmalar – komplekson III molekulasidagi karboksil guruh vodorodi o'rnini metall ionlari egallashidan va azot atomlari vositasida koordinatsion bog' hosil qilishidan paydo bo'lgan birikmalardir. Odatda, ichki kompleks birikmalarda metall : ligand nisbati 1 : 1 boladi:



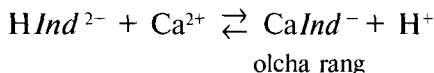
Komplekson III ko'pchilik metall kationlari bilan suvda eruvchan barqaror ichki kompleks birikmalar (tuzlar) hosil qiladi, bu esa uning metallar miqdorini aniqlash uchun ishlatish imkonini beradi. Bu usulda ekvivalentlik nuqtasini metall indikatorlar yordamida aniqlanadi, ular organik bo'yoqlar bo'lib, metall kationlari bilan boshqa rangli kompleks birikmalar hosil qiladi. Bu birikmalarning barqarorligi shu kationlarning komplekson III bilan hosil qilgan birikmasinikidan kam. Masalan, kalsiy va magniy ionlarini aniqlashda indikator sifatida erioxrom qora T ishlatiladi. Erioxrom qora T – 3 negizli kuchsiz organik kislova:



$pH < 3$ – qizil; $pH = 7-11$ – ko'k; $pH > 12$ – sariq qovoq rang.

$pH < 10$ da Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlarning indikator bilan hosil qilgan kompleksi olcha rangli bo'ladi. Ca^{2+} va Mg^{2+} tuzlarining komplekson III va erioxrom qora T ishtirokida titrlashda quyidagi reaksiyalar boradi:

1. $pH = 10$ da erioxrom qora T Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlari bilan olcha rangli komplekslar hosil qiladi (beqaror):

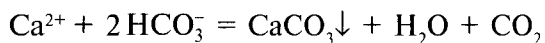


2. Kalsiy va magniy tuzlarini titrlashda, metallarning indikator bilan bog'lanmaganlari komplekson III bilan barqaror rangsiz komplekslar hosil qiladi:

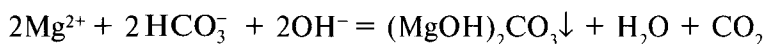
Choynaklarda ham quyqa ana shunday hosil bo‘ladi. Nihoyat, suvning qattiqligi metall konstruksiyalar, quvurlar va sovitiladigan mashinalarning g‘ilofi uchun ham zararlidir.

Ca^{2+} ionlari kalsiyli qattiqlikni, Mg^{2+} ionlari esa magniyli qattiqlikni keltirib chiqaradi. Umumiy qattiqlik kalsiy va magniyli qattiqliklarning yig‘indisiga, ya‘ni suvdagi Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlar konsentratsiyalarining yig‘indisiga teng bo‘ladi.

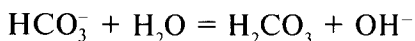
Suvni yumshatish jarayonlari nuqtai nazaridan qattiqlik karbonatli va karbonatsiz qattiqlikka bo‘linadi. Suv tarkibidagi HCO_3^- gidrokarbonat ionlarga ekvivalent bo‘lgan Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlar karbonatli qattiqlikni keltirib chiqaradi. Boshqacha aytganda, karbonatli qattiqlik, suvda kalsiy va magniy gidrokarbonatlarning bo‘lishi tufayli yuzaga keladi. Suv qaynatilganda gidrokarbonatlar parchalanadi, bunda hosil bo‘ladigan kam eruvchan karbonatlar cho‘kmaga tushadi va suvning umumiy qattiqligi karbonatli qattiqlik miqdori qadar kamayadi. Shuning uchun karbonatli qattiqlik muvaqqat qattiqlik deyiladi. Suv qaynatilganda Ca^{2+} ionlari karbonat holdida cho‘kadi:



Mg^{2+} ionlari esa gidroksikarbonat yoki magniy gidroksid ($pH > 10,3$ bo‘lganda) holdida cho‘kadi:



HCO_3^- ionlarining suv bilan o‘zaro ta‘siri natijasida OH^- ionlari hosil bo‘ladi:



va qizdirilganda muvozanat o‘ngga siljiydi.

Suv qaynatilgandan keyin ham saqlanib qoladigan qattiqlik karbonatsiz qattiqlik deyiladi. U kuchli kislotalarning kalsiy va magniyli tuzlari, asosan, sulfat va xloridlarining suvdagi miqdori bilan aniqlanadi. Suv qaynatilganda bu tuzlar yo‘qolmaydi, shu sababli karbonatsiz qattiqlikni doimiy qattiqlik ham deyiladi.

Suv qattiqligining miqdoriy tafsifi. Suvning qattiqligi turlicha ifodalanadi. U 1 /suv tarkibidagi Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlarining milligramm-ekvivalentlar soni bilan ifodalanadi. 1 mg-ekv Ca^{2+} ionlarning massasi 20,04 mg, 1 mg-ekv Mg^{2+} ionlarniki esa 12,6 mg bo‘lgani sababli yuqorida berilgan ta‘rifga muvofiq suvning umumiy qattiqligi Q ni quyidagi formula bilan hisoblab topish mumkin:

$$Q = \frac{c(\text{Ca}^{2+})}{20,04} + \frac{c(\text{Mg}^{2+})}{12,16},$$

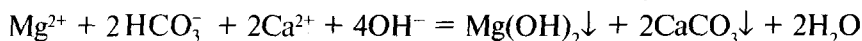
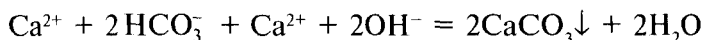
bunda $c(\text{Ca}^{2+})$ va $c(\text{Mg}^{2+})$ – kalsiy va magniy ionlarning konsentratsiyasi, mg/l. Juda yumshatilgan yoki distillangan suvning qattiqligi 1 kg suvdagi Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlarning mikrogramm-ekvivalentlari bilan ifodalanadi ($1 \text{ mgk-ekv/kg} = 0,001 \text{ mg-ekv/l}$).

Qattqlik darajasiga ko'ra tabiiy suv juda yumshoq – qattiqligi 1,5 mg-ekv/l gacha, yumshoq – 1,5 dan 4 mg-ekv/l gacha, o'rtacha qattiq – 4 dan 8 mg-ekv/l gacha, qattiq – 8 dan 12 mg-ekv/l gacha, juda qattiq – 12 mg-ekv/l dan yuqori bo'lgan suvlarga bo'linadi.

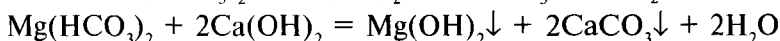
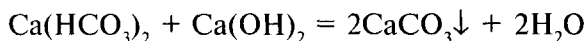
Dengiz va okean suvlarining qattiqligi ayniqsa katta bo'ladi. Masalan, Qora dengiz suvining kalsiyli qattiqligi 12 mg-ekv/l, magniyli qattiqligi 53,5 mg-ekv/l va umumiy qattiqligi 65,5 mg-ekv/l ga, Kaspiy dengizi suvining kalsiyli qattiqligi 36,4 mg-ekv/l, magniyli qattiqligi 30 mg-ekv/l va umumiy qattiqligi 66,4 mg-ekv/l ga teng. Okeanda o'rtacha kalsiyli qattqlik 22,5 mg-ekv/l, magniyli – 108 mg-ekv/l va umumiy qattiqligi 130,5 mg-ekv/l ga teng.

Xo'jalikdagi ichiladigan vodoprovod suvining qattiqligi 7 mg-ekv/l dan oshmasligi kerak.

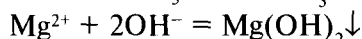
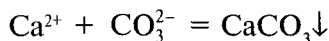
Qattiq suvni ko'pincha ishlatilish oldidan yumshatiladi. Odatda, buning uchun suvga turli kimyoviy moddalar bilan ishlov beriladi. Masalan, karbonatli qattqlikni so'ndirilgan ohak qo'shish yo'li bilan yo'qotish mumkin:



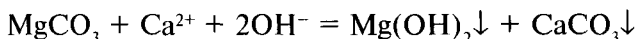
yoki molekulyar shaklda:



Ohak bilan soda bir vaqtda qo'shilganida karbonatli va karbonatsiz qattqlikni yo'qotish mumkin (ohak-sodali usul). Bunda karbonatli qattqlik ohak ta'sirida (yuqoriroqqa qarang), karbonatsiz qattqlik esa soda ta'sirida yo'qoladi:



va so'ngra



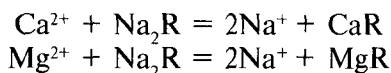
bo'ladi.

Suvning qattqligini yo'qotish uchun boshqa usullardan ham foydalaniladi. Hozirgi paytda foydalaniladigan eng yangi usullardan biri

kationitlar (kationli usul) ishlatishga asoslangan. Kationitlar ion almashtiruvchi sintetik smola va alyumosilikatlar (masalan, $[Al_2Si_2O_8 \cdot nH_2O]$) dir.

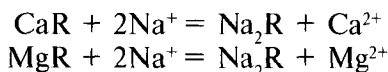
Ularning tarkibini Na_2R umumiy formula bilan ifodalash mumkin, bunda Na^+ ancha harakatchan kation va R^- manfiy zaryadga ega bo'lgan zarrachasi, masalan, keltirilgan misolda $R = [Al_2Si_2O_8 \cdot nH_2O]^{2-}$.

Agar qattiq suv kationit qatlami orqali o'tkazilsa, natriy ionlari kalsiy va magniy ionlariga almashinadi. Buni sxema tarzida quyidagicha yozish mumkin:



Shunday qilib, kalsiy va magniy ionlari eritmadan kationitga, natriy ionlari esa kationitdan eritmaga o'tadi. Bunda suvning qattiqligi yo'qoladi.

Natriy ionlarining ko'p qismidan foydalanilgandan keyin kationit regeneratsiya qilinadi. Buning uchun u natriy xlorid eritmasida tutib turiladi. Natijada teskari jarayon sodir bo'ladi. Natriy ionlari kationitdagi kalsiy va magniy ionlari o'rnini oladi, bu ionlar esa eritmaga o'tadi:



Regeneratsiya qilingan kationitdan qattiq suvning yangi miqdorini yumshatish uchun foydalaniladi.

Xelatoterapiya asoslari

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.

Metalloligand gomeostaz sistemasining buzilishi toksik metall kationlarning ko'payishi, biogen metall kationlarining ortib yoki kamayib ketishi oqibatida yuzaga kelishi mumkin.

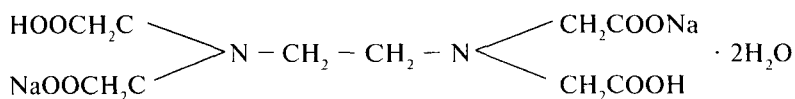
Bu jarayonlarni normal holatlarda ushlab turish uchun tibbiyotda maxsus yo'nalish — xelatoterapiya yuzaga kelgan. *Xeloterapiya usuli* — organizm toksik metallar bilan zaharlanganda shu metallar bilan yanada barqaror kompleks birikma hosil qiluvchi ligandlar (antidotlar) yuborib, toksik metallarni organizmdan chiqarib yuborishga asoslangan. Bunda kompleksonlar yordamida metall-ligand balansi hosil qilinadi.

Masalan, organizmga Cd^{2+} ionlari tushib qolganda karboangidraza fermentlari bilan mustahkam kompleks hosil qilib, Zn^{2+} ionlarini bu ferment tarkibidan siqib chiqarib, fermentning o'z aktivligini yo'qotishga olib keladi.

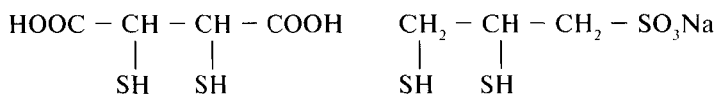
Toksik elementlarni organizmdan chiqarib yuborish uchun organizmga yanada barqarorroq kompleks (toksik element bilan) hosil qiluvchi ligandlar kiritiladi. Xelatoterapiyada qoʻllanadigan ligandlar antidotlar (zaharga qarshi moddalar) deb ataladi. Ular oʻz tarkibida bir nechta funksional guruhlar tutadi, bu guruhlar toksik element ionlari bilan 5 yoki 6 aʼzoli halqa – barqaror kompleks (xelatlar) hosil qiladi.

Noorganogen elementlar toksik oqibatlarining klinik namoyon boʻlishi 8–12 soatgacha davom etadi. Antidotlarning himoyasi ularni oʻz vaqtida 10–12 soat oraligʻida kiritilishiga bogʻliq.

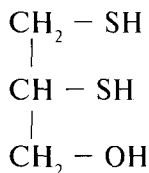
Tibbiyotda antidot sifatida unitiol, dimerkaprol (BAL), dimerkaptoqahrabo kislota, penitsilamin, aurintrikarbon kislota, etilendiamin tetrasirka kislota (EDTA) etilendiamin tetrasirka kislolaning ikki natriyli tuzi, pentatsit va boshqalar qoʻllanadi:



Etilendiamintetra sirka kislolaning ikki natriyli tuzi (EDTA)

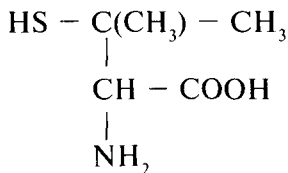


Dimerkaptokahrabo kislota

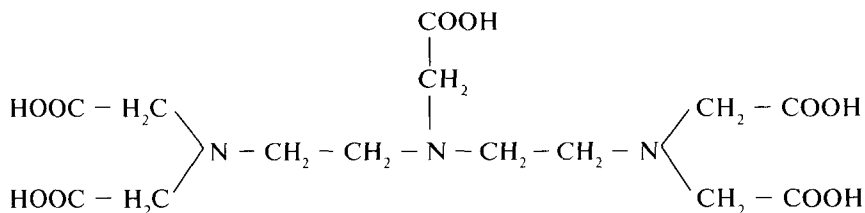


Dimerkaprol (BAL)

Unitiol



Penitsilamin



Pentatsit

Ba'zi holatlarda og'ir metallarni organizmdan chiqarib yuborish uchun makrosiklik ligandlar, masalan, kriptandlar ishlatiladi. Bu antidotlarning afzalligi ma'lum bir metall ioniga bog'lanishi, ya'ni tanlab ta'sir etishidir. Masalan, u Zn^{2+} va Ca^{2+} bilan kompleks hosil qilmaydi, noorganogen Cd^{2+} , As^{3+} lar bilan barqaror kompleks birikma hosil qilib, organizmdan chiqarib yuboriladi.

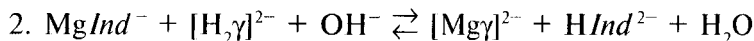
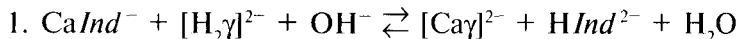
Tibbiyotda bir nechta og'ir metallar bilan zaharlanishda davolash mos kelgan 2 va undan ortiq antidotlar bilan amalga oshiriladi.

Mavzu bo'yicha masalalar va ularni yechish namunasi

1- masala. Kompleks ionlarning beqarorlik konstantasi $[Ca\gamma]^{2-} = 2 \cdot 10^{-11}$, $[Mg\gamma]^{2-} = 2 \cdot 10^{-9}$. Eritmada Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlari birga bo'lganda ularni titrlashda qaysi reaksiya birinchi navbatda amalga oshishini aniqlang (Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlarining indikator bilan hosil qilgan kompleksining beqarorlik qiymati bir xil deb hisoblang).

Yechish:

$[Ca\gamma]^{2-}$ ionining beqarorlik konstantasi magniy ioninikidan kichik, demak, Ca^{2+} saqlagan kompleks ion barqarorroq va komplekson III birinchi navbatda $CaInd^-$ bilan ta'sirlashib Ca^{2+} ionni bog'lab oladi:



2- masala. 50,00 ml vodoprovod suvini erioxrom qora T bilan titrlash uchun 4,86 ml 0,0505 mol/l li komplekson III eritmasi sarf bo'ldi. Suvning qattiqligini aniqlang.

Berilgan:

$$V(\text{kompl. III}) = 4,86 \text{ ml}$$

$$c(\text{kompl. III}) = 0,0505 \text{ mol/l}$$

$$V(H_2O) = 50,00 \text{ ml}$$

$$x = ?$$

Yechish. Suvning qattiqligi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$x = \frac{c(\text{kompl. III}) \cdot V(\text{kompl. III})}{V(H_2O)} \cdot 1000$$

$$x = \frac{4,86 \cdot 0,0505}{50,00} \cdot 1000 \frac{\text{ml} \cdot \text{mol} \cdot \text{mg}}{\text{l} \cdot \text{ml} \cdot \text{mol}} = 4,9086 \text{ mg/l}$$

Javob: $x = 4,91 \text{ mg/l}$.

3- masala. $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ antiseptik ta'sirga ega, uning 0,5% li eritmasi ko'z tomchisi sifatida qo'llanadi. 20,00 ml shunday eritmani titrlash uchun sarf bo'lgan 0,0500 mol /l komplekson III eritmasining hajmini aniqlang.

Berilgan:

$$\begin{aligned}\omega\%(\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) &= 0,50\% \\ c(\text{kopl. III}) &= 0,0500 \text{ mol/l} \\ V(\text{ZnSO}_4) &= 20,00 \text{ ml} \\ M(\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) &= 287,54 \text{ g/mol} \\ \rho(\text{eritma}) &= 1,0 \text{ g/ml}\end{aligned}$$

$$V(\text{kopl. III}) = ?$$

Yechish:

Komplekson III rux ionlari bilan quyidagi nisbatda ichki kompleks birikma hosil qiladi: Me : ligand = 1 : 1.

1. Eritma $p = 1,00 \text{ g/ml}$ dan kelib chiqib 20,00 ml eritmadagi $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ miqdori proporsiya orqali topiladi:

$$\begin{aligned}100,00 \text{ ml} &\text{ ————— } 0,5 \text{ g } \text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} \\ 20,00 \text{ ml} &\text{ ————— } x \text{ g } \text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}, \\ x &= 0,10 \text{ g}.\end{aligned}$$

2. Ekvivalentlar qonuniga muvofiq 0,10 g $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ni titrlashga sarflangan 0,0500 mol/l komplekson III eritmasining hajmi aniqlanadi:

$$\begin{aligned}V(\text{kopl. III}) &= \frac{m(\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) \cdot 1000}{c(\text{kopl. III}) \cdot M(\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})} = \\ &= \frac{0,10 \cdot 1000 \text{ g} \cdot \text{ml} \cdot \text{mol}}{287,3 \cdot 0,0500 \text{ mol} \cdot \text{g}} = 6,96 \text{ ml}\end{aligned}$$

Javob: $V(\text{kopl. III}) = 6,96 \text{ ml}$.

Mavzuni o'zlashtirishni mustaqil nazorat qilish uchun savol va masalalar

1. Suvning qattiqligini kompleksometrik titrlash usuli asosida aniqlashda qanday reaksiya yotadi?
2. Metall-indikatorlarning ta'sir mexanizmini tushintiring.
3. Suvning qattikligini yo'qotish usullarini ko'rsating.

4. 50,00 ml vodoprovod suvini erioxrom qora T ishtirokida titrlashga 4,58 ml 0,0511 mol/l konsentratsiyali kompleksion III eritmasi sarflandi. Suvning umumiy qattiqligini aniqlang.

Javob: $x = 4,68 \text{ mg/l}$.

Vaziyatli masalalar

1. Magniy sulfat $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ning 20% li (massa jihatdan) eritmasini gipertoniya kasalligida muskul orasiga yoki qon tomiriga 10,0–20,0 ml miqdorda yuboriladi. Shu moddaning 2,00 ml 20,0% li eritmasini titrlash uchun sarf bo'ladigan 0,5235 mol/l konsentratsiyali kompleksion III eritmasi hajmini hisoblang. $\rho(\text{MgSO}_4) = 1,235 \text{ g/ml}$.

Javob: $V(\text{kompl. III}) = 3,836 \text{ ml}$.

2. Kalsiy xlorid – $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ eritmasi tibbiyot amaliyotida turli patologik holatlarda keng ishlatiladi. Undagi kalsiy ionni kislotali xrom to'q ko'ki ishtirokida kompleksionometrik 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 kompleksion III eritmasi sarflangan bo'lsa, shu tekshirilayotgan eritmada $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ining massa ulushini (%) hisoblang.

$\rho(\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 1,125 \text{ g/ml}$.

Javob: $\omega\%(\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 8,81\%$.

Test savollari

1. Kompleksonometriya usulida ammiakli bufer aralashma qanday maqsadda qo'shiladi?

- kuchsiz kislotali muhit hosil qilish uchun;
- kislotali muhit hosil qilish uchun;
- ishqoriy muhit hosil qilish uchun;
- kuchsiz ishqoriy muhit hosil qilish uchun.

2. Qanday tuzlar suvning vaqtincha qattiqligiga sabab bo'ladi?

- CaCl_2 , MgCl_2 ;
- $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$;
- CaSO_4 , MgSO_4 ;
- CaSO_4 , MgSO_4 , MgCl_2 , CaCl_2 .

3. Qanday tuzlar suvning doimiy qattiqligiga sabab bo'ladi?

- CaCl_2 , MgCl_2 ;

- b) $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$;
 d) CaSO_4 , MgSO_4 ;
 e) CaSO_4 , MgSO_4 , MgCl_2 , CaCl_2 .

4. Vaqtincha qattqlik qanday yo'qotiladi?

- a) suvni qaynatish va $\text{Ca}(\text{OH})_2$ qo'shish 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.

5. Doimiy qattqlik qanday yo'qotiladi?

- a) suvni qaynatish va $\text{Ca}(\text{OH})_2$ qo'shish 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.

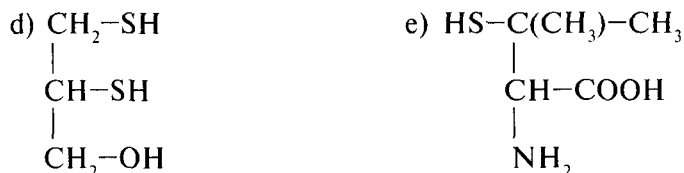
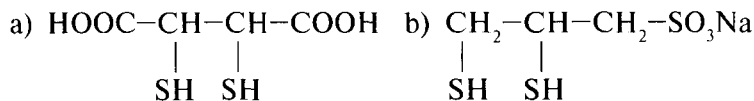
6. Suvning umumiy qattqligi qanday yo'qotiladi?

- 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.

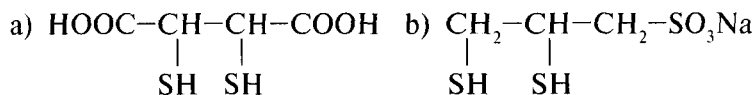
7. Kompleksonometriya usuli bilan qanday moddalarning miqdori aniqlanadi?

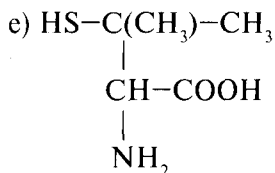
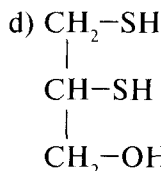
- a) metal ionlarini; d) asoslarni;
 b) kislotalarni; e) tuzlarni.

8. Unitiol formulasini ko'rsating:



9. Antidot BAL formulasini ko'rsating:





9. Tibbiyotda og'ir metallar bilan zaharlanganda davolashda qo'llanadigan moddalar qanday nomlanadi?

a) kompleksonlar; b) antidotlar; d) ingibitorlar; e) promotorlar.

LABORATORIYA ISHI

1. Suvning umumiy qattiqligini nazorat-analitik yo'l bilan aniqlash

Ishning borishi. Titrlash uchun mo'ljallangan kolbaga byuret-kadan 100,00 ml vodoprovod suvi o'lchab solinadi. Unga 5,00 ml ammiakli bufer eritmasi ($pH = 10$), shpatel uchida indikator erioxrom qora T (quruq NaCl bilan aralashma holdida) qo'shiladi va komplekson III ning standart eritmasi bilan olcha rangdan ko'k rangga (yashil tusli) o'tguncha titrlanadi. Titrlash so'ngida komplekson III eritmasini tomchilab qizil tus batamom yo'qolguncha qo'shiladi. Titrlashni yana 2 marta takrorlanadi. Tajriba natijalarini jadvalga yoziladi. Yaqin kelgan natijalardan o'rta arifmetik qiymatini olib vodoprovod suvining umumiy qattiqligi hisoblanadi.

Tartib raqami	$V(\text{H}_2\text{O})$, ml	$V(\text{kompl.III})$, ml	$c(\text{kompl.III})$, mol/l	Indikator
1				Erioxrom
2				qora T
3				
O'rtacha qiymati				

Suvning umumiy qattiqligini (Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlarining I/suvdagi miqdorini) quyidagi tenglama bo'yicha hisoblanadi:

$$x = \frac{c(\text{kompl. III}) \cdot V(\text{kompl. III}) \cdot 1000}{V(\text{H}_2\text{O})}$$

2. Dorivor preparatlardagi kalsiyning konsentratsiyasi va titrini kompleksonometrik aniqlash

Ishning borishi: titrlash uchun mo'ljallangan kolbaga 20,00 ml tekshirilayotgan eritma, 5,00 ml ammiakli bufer eritma ($pH = 10$),

shpatel uchida indikator erioxrom qora T (quruq NaCl bilan aralashma holdida) qo‘shiladi va komplekson III ning standart eritmasi bilan olcha rangdan ko‘k rangga (yashil tusli) o‘tguncha titrlanadi. Titrlashni yana 2 marta takrorlanadi. Yaqin keladigan natijalardan o‘rtacha arifmetik qiymatni olib kalsiy tuzining ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titri hisoblanadi:

$$c(\text{CaCl}_2) = \frac{c(\text{kompl. III}) \cdot V(\text{kompl. III})}{V(\text{CaCl}_2)}, \frac{\text{mol}}{l};$$

$$t(\text{CaCl}_2) = \frac{c(\text{CaCl}_2) \cdot V(\text{CaCl}_2)}{1000} \frac{\text{g}}{\text{ml}};$$

Tartib raqami	$V(\text{CaCl}_2)$, ml	$c(\text{kompl. III})$, mol/l	$V(\text{kompl. III})$, ml	$c(\text{CaCl}_2)$, mol/l	$t(\text{CaCl}_2)$, g/ml
1					
2					
3					
O‘rtacha qiymati					

GETEROGEN MUVOZANAT

Mashg‘ulotning maqsadi. Cho‘ktirish va eritish reaksiyalarida hosil bo‘lgan mahsulotlarning xususiyatlarini o‘rganishga sistemali yondoshuvni o‘rganish va biologik sistemalarda kam eriydigan moddalarning hosil bo‘lishini oldindan aytib berish.

O‘rganiladigan mavzuning ahamiyati. 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 jarayonlarning muvozanati buzilishi natijasida kam eriydigan birikmalar hosil bo‘lishi va ularning yig‘ilishidan hosil bo‘lgan kasalliklar mavjud. Masalan, buyrak va o‘t yo‘llarida tosh hosil bo‘lishi, podagra, glaukoma, ateroskleroz va boshqalar.

«Bariyli» va «strontsiyli» 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 – CaCO₃ va boshqalar. Tibbiyot amaliyotida BaSO₄ rentgen–diagnostikada kontrast modda sifatida ishlatiladi. Bariy ionlari organizmga toksik taʼsir koʻrsatadi, lekin u kislotalarda erimaydigan (oshqozon shirasidagi HCl da) tuz, u organizmga tushganda ichakda soʻrilmaydi va organizmga zaharli taʼsir koʻrsatmaydi.

Boshlangʻich bilim darajasi:

1. Qaytar va qaytmas reaksiyalar.
2. Kam eriydigan birikmalar hosil boʻlish reaksiyalarining ionli tenglamalari.
3. Massalar taʼsiri qonuni; kimyoviy muvozanat.
4. Kimyoviy muvozanatni siljitish.
5. Kislota, asos va tuzlarning eruvchanligini koʻrsatuvchi jadvaldan foydalanishni bilish.

Mustaqil tayyorlanish uchun oʻquv adabiyotlar:

1. *N.L. Glinka*. Umumiy ximiya. T., 1979. 220- bet.
2. *X.R. Rahimov*. Anorganik ximiya. T., 1974, 95- bet.
3. *С.С. Оленин, Г.Н. Фадеев*. Неорганическая химия. М., 1979, 137- bet.
4. *И.К. Цитович*. Курс аналитической химии. М., 1985, 41- bet.
5. *X.H. Hakimov, A.Z. Tatarskaya, N.T. Olimxoʻjayeva*. Umumiy kimyodan amaliy mashgʻulotlar. T., 1993, 111–117- betlar.

Darsda koʻriladigan savollar:

1. Choʻktirish va eritish jarayonlari.
2. Eruvchanlik koʻpaytmasi konstantasi.
3. Toʻyingan, toʻyinmagan va oʻta toʻyingan eritmalar.
4. Choʻkmalarni eritma holatiga oʻtkazish.
5. Choʻktirish va eritish jarayonlarining tibbiyotdagi ahamiyati.

MAʼLUMOTLAR YIGʻINDISI

Choʻktirish va eritish jarayonlari

Kuchli elektrolit eritmalarining nazariyasidan maʼlumki, suvda oz eriydigan kuchli elektrolitlar eritmaga molekula holatda oʻtmasdan balki, alohida toʻliq dissotsiyalangan ionlar holatida oʻtadi. Shuning uchun bunday moddalarning toʻyingan eritmalarida, erigan moddalarning ionlari bilan qattiq (choʻkmadagi) faza orasida dinamik muvozanat vujudga keladi. Masalan, AgCl ning toʻyingan eritmasida, AgCl choʻkmasi bilan eritmadagi ionlari orasida muvozanat boʻladi:



Bu muvozanat holati uchun massalar ta'siri qonunini qo'llab, muvozanat konstantasining ifodasi yoziladi:

$$K = \frac{c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Cl}^-)}{c(\text{AgCl})}. \quad (2)$$

Qattiq fazadagi AgCl ning konsentratsiyasi ayni temperaturada turg'un qiymatga ega, shuning uchun (2) tenglamani quyidagicha yozish mumkin:

$$K \cdot c(\text{AgCl}) = c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Cl}^-). \quad (3)$$

2 ta turg'un qiymatlar ko'paytmasi $K \cdot c(\text{AgCl})$ ning hosilasi ham turg'un bo'ladi. Demak,

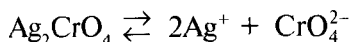
$$c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Cl}^-) = \text{const}. \quad (4)$$

Shunday qilib, suvda oz eruvchi elektrolitlarning to'yingan eritmasida, ayni temperaturada erkin ionlar konsentratsiyalarining ko'paytmasi o'zgarmas qiymatdir. Bu qiymatga *elektrolitning eruvchanlik ko'paytmasi* deyiladi va $EK(\text{AgCl})$ bilan ifoda etiladi.

Yuqoridagi (4) tenglamadan const qiymatini $EK(\text{AgCl})$ bilan almash-tirilsa, ayni elektrolit uchun eruvchanlik ko'paytmasi ifodalanadi:

$$c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Cl}^-) = EK(\text{AgCl}) = 1,56 \cdot 10^{-10}.$$

Agar oz eriydigan elektrolit eritmada bir necha ionlarga dissotsiatsiyalansa, ayni elektrolitning eruvchanlik ko'paytmasini ifodalash uchun tenglamada shu ionlarning stehiometrik koeffitsiyenti konsentratsiyasi 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 temperaturada 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 temperaturada 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 temperaturada ayni elektrolitning eruvchanlik ko'paytmasi qiymatidan katta bo'lsa, o'ta to'yingan eritma hosil bo'lib, elektrolit cho'kmaga tushadi:

$$c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Cl}^-) > EK(\text{AgCl}).$$

Moddalarning eruvchanlik ko'paytmasi qiymatidan foydalanib ayni moddalarning suvda erish qobiliyati haqida xulosa chiqarish mumkin.

Moddalarning *EK* qiymati qancha kichik bo'lsa, elektrolit shuncha oz eriydi:

$$EK(\text{AgCl}) = c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Cl}^-) = 1,78 \cdot 10^{-10},$$

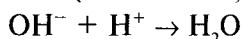
$$EK(\text{AgBr}) = c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Br}^-) = 5,3 \cdot 10^{-13},$$

$$EK(\text{AgI}) = c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{I}^-) = 8,3 \cdot 10^{-17}.$$

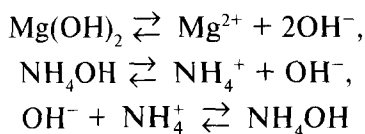
AgI eng kam eriydi. *EK* qiymatiga ko'ra eritmadagi ion konsentratsiyalari ko'paytmasi *EK* qiymatidan katta bo'lgandagina cho'kmaga tushadi. Eritmada bir necha xil ionlar bo'lganda, eng kam eriydigan birikma birinchi navbatda cho'kmaga tushadi. Masalan, Cl^- , Br^- , I^- aralashmasiga AgNO_3 qo'shilganda dastlab AgI cho'kmaga tushadi, keyin AgBr va eng so'ngida AgCl cho'kmaga tuchadi. Shunday qilib, birikmalarning eruvchanlik ko'paytmasini bilgan holda reaksiya yo'nalishini belgilash mumkin, bu esa kimyoviy analiz olib borishda juda katta ahamiyatga ega. Kam eriydigan elektrolitlarning eruvchanligi temperaturaga bog'liq.

Boshqa moddalar ta'sirida reaksiya muhitini o'zgartirib, cho'ktirish reaksiyalari muvozanatini siljitish mumkin.

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. Bunga qo'shiladigan reaktiv ioni yordamida to'yingan eritmadagi ionlarning birini kam dissotsiladigan birikma tarzida bog'lash yo'li bilan erishiladi. Masalan, $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ning xlorid kislotada erishini quyidagicha tasvirlash mumkin:



Uning 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:

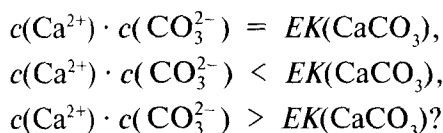


Eruvchanlik ko'paytmasi haqidagi qoidaning ahamiyati shundaki, bu qoidaga asoslanib, kimyoviy reaksiyalar natijasida hosil bo'layotgan moddalarni qaysi holatlarda cho'kmaga tushish yoki cho'kmadan eritmaga o'tish sharoitlari aniqlanadi.

Elektrolitlar eruvchanlik ko'paytmalarining qiymatlariga asoslanib, ularning eruvchanligi hisoblanadi yoki elektrolitning eruvchanligi ma'lum bo'lsa, ularning eruvchanlik ko'paytmasini hisoblash mumkin.

Mavzu bo'yicha masalalar va ularni yechish namunalari

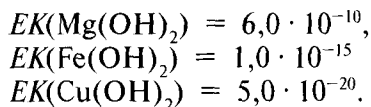
1- masala. Quyida keltirilgan holatlarning qaysi birida kam eriydigan elektrolit CaCO_3 eritmasi to'yinmagan:



Yechish. CaCO_3 eritmasi $c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c(\text{CO}_3^{2-}) < EK(\text{CaCO}_3)$ bo'lganda to'yinmagan bo'ladi va bunday eritmada cho'kma hosil bo'lmaydi.

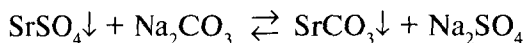
2- masala. Tarkibida Mg^{2+} , Fe^{2+} , Cu^{2+} ionlari bo'lgan eritmaga NaOH eritmasi qo'shilsa, avval qaysi gidroksid hosil bo'ladi?

Yechish. Bu savolga javob berish uchun ko'rsatilgan gidroksidlarning eruvchanlik ko'paytmasi konstantalari qiymatini bilish kerak, ularning qiymati esa har birining eruvchanligini ko'rsatadi:



EK qiymatidan ko'rinadiki, avval cho'kmaga Cu(OH)_2 , keyin Fe(OH)_2 va so'ngra eng oxirida Mg(OH)_2 tushadi.

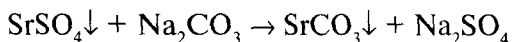
3- masala. Quyidagi reaksiya qaysi yo'nalishda borishini aniqlang:



Yechish:



Shunday qilib, SrCO_3 , SrSO_4 ga nisbatan kam eruvchan ekan. Shuning uchun reaksiya chapdan o'ngga qarab ketadi:



4- masala. 20 °C da PbI_2 ning eruvchanligi $1,3 \cdot 10^{-3}$ mol/l ga teng. Shu birikmaning eruvchanlik ko'paytmasi konstantasini toping.

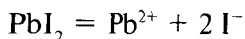
Berilgan:

$$c(\text{PbI}_2) = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$

$$EK(\text{PbI}_2) = ?$$

Yechish:

Har bir mol PbI_2 erishidan eritmada 1 mol Pb^{2+} va 2 mol I^- hosil bo'ladi. Shunday qilib, bu tuzning to'yingan eritmasida quyidagi muvozanat qaror topadi:



$$\text{Bundan, } c(\text{Pb}^{2+}) = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l, } c(\text{I}^-) = 2,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l;}$$

$$EK(\text{PbI}_2) = c(\text{Pb}^{2+}) \cdot c^2(\text{I}^-) = 1,3 \cdot 10^{-3} \cdot (2,6 \cdot 10^{-3})^2 = 8 \cdot 10^{-9}.$$

$$\text{Javob: } EK(\text{PbI}_2) = 8 \cdot 10^{-9}.$$

Mavzuni o'zlashtirishni mustaqil nazorat qilish uchun savol va masalalar

1. Qaysi holatda CaCO_3 ning erishi kuzatiladi?
2. Qaysi holatda PbI_2 elektrolit eritmasi to'yingan, to'yinmagan va o'ta to'yingan bo'ladi?
3. PbI_2 elektrolitning $c(\text{Pb}^{2+})$ konsentratsiyasi 2 marta oshirilganda va $c(\text{I}^-)$ 2 marta kamaytirilganda $c(\text{Pb}^{2+})$ va $c^2(\text{I}^-)$ qiymatining ko'paytmasi qanday o'zgaradi?
4. Natriy va kaliy tuzlari – xloridlar, bromidlar, yodidlar farmatsevtik preparat bo'lib xizmat qiladi. Cl^- , Br^- , I^- ionlari saqlagan eritmaga AgNO_3 ta'sir ettirilganda AgCl , AgBr , AgI tuzlari qanday tartibda cho'kmaga tushadi?
5. Me'da shirasi kislotaligi ko'payganda kislota miqdorini kamaytiruvchi vosita sifatida suvda erimaydigan, lekin me'da shirasidagi HCl da eriydigan CaCO_3 ishlatiladi. Bu preparatni CaSO_4 ga Na_2CO_3 ta'sir ettirib olish mumkinmi?

6. Me'da shirasida kislota ko'payganda MgO ishlatiladi, u suvda deyarli erimaydi, lekin suyultirilgan mineral kislotalarda eriydi. Bu preparatning ta'siri nimaga bog'liqligini tushuntiring.

Vaziyatli masalalar

1- masala. 1 l to'yingan eritmada $6,3 \cdot 10^{-3}$ g kalsiy karbonat bo'ladi. Eruvchanlik ko'paytmasi konstantasini hisoblang.

Javob: $EK(CaCO_3) = 6,3 \cdot 10^{-9}$.

2- masala. Oz eriydigan $Ca_3(PO_4)_2$ birikmasining eruvchanlik ko'paytmasi konstantasini keltirib chiqaring. U qaysi omillarga bog'liq va qaysilariga bog'liq emas?

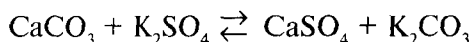
Javob: $EK(Ca_3(PO_4)_2) = c^3(Ca^{2+}) \cdot c^2(PO_4^{3-})$

Test savollari

1. Oz eriydigan $BaSO_4$ ning eruvchanlik ko'paytmasi konstantasi to'g'ri keltirilgan javobni ko'rsating.

- a) $EK(BaSO_4) = c(Ba^{2+}) \cdot c(SO_4^{2-})$
- b) $EK(BaSO_4) = c^2(Ba^{2+}) \cdot c(SO_4^{2-})$
- d) $EK(BaSO_4) = c(Ba^{2+}) \cdot c^2(SO_4^{2-})$
- e) $EK(BaSO_4) > c(Ba^{2+}) \cdot c^2(SO_4^{2-})$

2. Quyidagi reaksiyaning yo'nalishini aniqlang:



$EK(CaCO_3) = 4,8 \cdot 10^{-9}$, $EK(CaSO_4) = 9,1 \cdot 10^{-6}$.

- a) chapdan o'ngga;
- b) o'ngdan chapga;
- d) muvozanat qaror topadi;
- e) reaksiya sodir bolmaydi.

3. Qaysi holatda $BaSO_4$ cho'kma eriydi?

- a) $EK(BaSO_4) = c(Ba^{2+}) \cdot c(SO_4^{2-})$
- b) $EK(BaSO_4) > c(Ba^{2+}) \cdot c(SO_4^{2-})$
- d) $EK(BaSO_4) < c(Ba^{2+}) \cdot c(SO_4^{2-})$
- e) $EK(BaSO_4) = c(Ba^{2+}) \cdot c^2(SO_4^{2-})$

4. Kam eriydigan $Sr_3(PO_4)_2$ ning eruvchanlik ko'paytmasi konstantasi to'g'ri keltirilgan javobni ko'rsating.

- a) $EK(\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2) = c^3(\text{Sr}^{2+}) \cdot c^2(\text{PO}_4^{3-})$
 b) $EK(\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2) = c^2(\text{Sr}^{2+}) \cdot c^3(\text{PO}_4^{3-})$
 d) $EK(\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2) = c^2(\text{Sr}^{2+}) \cdot c(\text{PO}_4^{3-})$
 e) $EK(\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2) = c(\text{Sr}^{2+}) \cdot c(\text{PO}_4^{3-})$

5. To'yingan eritmani ko'rsating.

- a) $c^2(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) = EK(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)$
 b) $c^2(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) > EK(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)$
 d) $c^2(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) < EK(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)$
 e) $c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) = EK(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)$

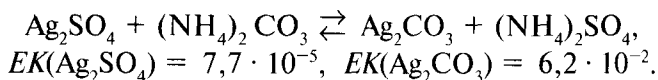
6. To'yinmagan eritmani ko'rsating.

- a) $c^2(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) = EK(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)$
 b) $c^2(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) > EK(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)$
 d) $c^2(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) < EK(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)$
 e) $c(\text{Ag}^+) \cdot c^2(\text{CrO}_4^{2-}) = EK(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)$

7. O'ta to'yingan eritmani ko'rsating.

- a) $c^2(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) = EK(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)$
 b) $c^2(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) > EK(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)$
 d) $c^2(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) < EK(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)$
 e) $c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) = EK(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)$

8. Quyidagi reaksiyaning yo'nalishini aniqlang.



- a) chapdan o'ngga; d) muvozanat qaror topadi;
 b) o'ngdan chapga; e) reaksiya sodir bo'lmaydi.

9. Quyidagi moddalarning qaysi biri eng oz eriydi?

- a) $EK(\text{AgCl}) = 1,78 \cdot 10^{-10}$
 b) $EK(\text{AgBr}) = 5,3 \cdot 10^{-13}$
 d) $EK(\text{AgI}) = 8,3 \cdot 10^{-17}$
 e) $EK(\text{Ag}_2\text{SO}_4) = 7,7 \cdot 10^{-5}$

10. Oz eriydigan CaCO_3 ning eruvchanlik ko'paytmasi konstantasi to'g'ri keltirilgan javobni ko'rsating.

- a) $EK(\text{CaCO}_3) = c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c(\text{CO}_3^{2-})$
 b) $EK(\text{CaCO}_3) = c^2(\text{Ca}^{2+}) \cdot c(\text{CO}_3^{2-})$
 d) $EK(\text{CaCO}_3) = c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c^2(\text{CO}_3^{2-})$
 e) $EK(\text{CaCO}_3) > c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c^2(\text{CO}_3^{2-})$.

LABORATORIYA ISHI

Kam eriydigan elektrolitlarning olinishi va xossalarini o'rganish

1- tajriba. Kam eriydigan birikmalarning hosil bo'lishi

Quyidagi tajribalarni probirkada bajaring:

- 1) $\text{CaCl}_2 + (\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightarrow$ 4) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{KI} \rightarrow$
 2) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ 5) $\text{CuSO}_4 + \text{NaOH} \rightarrow$
 3) $\text{FeSO}_4 + \text{NaOH} \rightarrow$

Kam eriydigan birikmalar hosil bo'lish reaksiyalarining molekular, to'liq ion va qisqa ion tenglamalarini yozing, ranglarini belgilang.

2- tajriba. Bir ion vositasida bir necha oz eriydigan birikmalar hosil bo'lishi.

3 ta probirkaga 2–3 tomchidan qo'rg'oshin nitrat eritmasini soling: birinchisiga 3–4 tomchi kaliy yodid, ikkinchisiga 3–4 tomchi kaliy xromat, uchinchisiga esa 3–4 tomchi kaliy xlorid soling. Hosil bo'lgan oz eriydigan birikmalar rangini belgilang. Reaksiyalarning ion elektron tenglamalarini yozing. Cho'kmalarning qaysi biri ko'proq (kamroq) eriydi?

3- tajriba. Muvozanatni oz eriydigan birikmalar hosil bo'lish tomoniga siljitish.

Probirkaga 2–3 tomchi kaliy xromat eritmasini soling, 1–2 tomchi kumush nitrat eritmasidan qo'shing, probirkadagi aralashmaga 2–3 tomchi kaliy xlorid qo'shing. Cho'kma va eritma rangi qanday o'zgaradi? Reaksiyaning ion-molekular tenglamasini tuzing. Bitta oz eriydigan birikmaning boshqasiga o'tishini asoslab bering.

$$EK(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = 1,1 \cdot 10^{-12}; EK(\text{AgCl}) = 1,78 \cdot 10^{-10}.$$

Eruvchanlik: $\text{Ag}_2\text{CrO}_4 = 1 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$; $\text{AgCl} = 1,28 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}$.

4- tajriba. Cho'kmaning erish shartlari. EK kattaligining cho'kmaning erishiga ta'siri.

3 ta probirkaga 2–3 tomchidan kumush nitrat soling. Birinchisiga 2–3 tomchi kaliy xlorid, ikkinchisiga 2–3 tomchi kaliy bromid, uchinchisiga 2–3 tomchi kaliy yodid eritmalaridan qo'shing. Cho'kmalar rangini belgilang. Har bir probirkadagi cho'kmaga 3–4 tomchidan ammiak eritmasi qo'shing. Qaysi holatda cho'kma tezroq eriydi? Nima uchun? Qaysi birikma cho'kmasi amalda erimaydi? Oz eriydigan kumush birikmalarining hosil bo'lish va ammiakda erish reaksiyalarining ion-molekular tenglamalarini yozing.

5- tajriba. Ba'zi amfoter gidroksidlarning olinishi va xossalari.

2 ta probirkaga 3–4 tomchidan qo'rg'oshin nitrat soling, har biriga oz eriydigan qo'rg'oshin gidroksid hosil bo'lguncha 1–2 tomchi ishqor eritmasi qo'shing. Qo'rg'oshin gidroksid xususiyatini tushuntiring. Reaksiyalarining ion-molekular tenglamalarini yozing. Xrom (III) sulfat bilan xuddi shunday tajriba o'tkazing.

CHO'KTIRISH USULI. ARGENTOMETRIYA USULI. MOR USULI

Mashg'ulotning maqsadi. Cho'kma hosil bo'lishi bilan boradigan reaksiyalar qonuniyatlarini bilgan holda eritmadagi xlorid ionlarining miqdorini aniqlashni o'rganish.

O'rganilayotgan mavzuning ahamiyati. Klinik analizda cho'ktirish usullari siydik, me'da shirasi, qondagi xloridlar miqdorini aniqlashda keng qo'llanadi. Sanitariya-gigienik tajribalarda ichimlik suvining analizida ham shu usullardan foydalaniladi.

Xloridlar (NaCl, KCl va boshqalar) mineral suv tarkibida uchraydi. Bu tuzlar organizmdagi hujayra va to'qimalarning asosiy tarkibiy qismini tashkil etadi. Natriy xlorid (osh tuzi) odam organizmi uchun ayniqsa keraklidir. Bu tuz qonda, to'qimalardagi suyuqliklar tarkibida bo'lib, me'da shirasida xlorid kislotaning hosil bo'lishida ishtirok etadi. Natriy xloridning qondagi konsentratsiyasi 0,5–0,6% bo'ladi. Organizmda natriy xloridning yetishmasligi natijasida to'qimalar suvsizlanadi, oqibatda qon aylanish sistemasi buziladi. Organizmning bir sutkada osh tuziga bo'lgan ehtiyoji katta kishilar uchun 12–15 g ga teng. Tirik organizmda tuzning etishmasligi hayot uchun xavflidir. NaCl tuzining tashqaridan organizmga yetarli miqdorda kirmasligi natijasida organizm turli kasalliklarga uchraydi. Bunday holatlarda tuzning

organizmdagi normal miqdorini saqlash uchun bemorga natriy xlorid eritmasi yuboriladi. Bemor ko'p miqdorda qon yo'qotganda, to'xtovsiz qayt qilgan hollarida, organizm suvsizlanib qolganda natriy xloridning 0,86% li eritmasi tomchilatib vena orqali yuboriladi.

Lekin tuzning organizm talabidan ortiqcha miqdorda iste'mol qilinishi yurak va buyrakning normal faoliyatini buzadi. Oqibatda organizmda suyuqlikning ushlanib qolishi natijasida shish paydo bo'ladi, bu esa organizmda qon to'qimalari faoliyatining buzilishiga sabab bo'ladi. Shuning uchun ham ba'zi bir kasalliklarni davolashda iste'mol qilinuvchi tuzning miqdori chegaralab qo'yiladi. Tuzsiz parhez gipertoniya, buyrak va yurak kasalliklarini davolashda yaxshi natija beradi. Tuzsiz parhezda sutkasiga 5–6 g tuz iste'mol qilinishi yetarli deb hisoblanadi.

Klinik analizda qon, siydik va me'da shirasi tarkibidagi xloridlar miqdorini aniqlashda hamda galogen saqlagan dori-darmon preparatlarini analiz qilishda cho'ktirish usulidan foydalaniladi. Siydik tarkibidagi xlorid miqdorining o'zgarishi, shu organizmda paydo bo'lgan patologik o'zgarishlardan xabar beradi. Bir sutkada odamdan 1000 ml dan 1600 ml gacha siydik va 500 ml gacha ter ajraladi. Normal organizmda ajraladigan siydikning o'rtacha miqdori erkaklar uchun 1300 ml/bo'lib, ayollar uchun 1200 ml/ga teng. Ajralgan siydik tarkibidagi natriy xloridning o'rtacha miqdori 10–15 g ni tashkil qiladi. Buyrak funksiyasi buzilganda siydikdagi natriy xlorid miqdori o'zgaradi. Shuning uchun klinik analizda siydik tarkibidagi natriy xlorid miqdorini aniqlash diagnostik ahamiyat kasb etadi. Bu analiz Mor usuli bilan olib boriladi.

Boshlang'ich bilim darajasi:

1. Elektrolitik dissotsiatsiya.
2. Kuchli va kuchsiz elektrolitlar.
3. Eruvchanlik ko'paytmasi.

Mustaqil tayyorlanish uchun o'quv adabiyotlar:

1. *V.N.Alekseev*. Miqdoriy analiz. M., 1972.
2. *К.А.Селезнёв*. Аналитическая химия. М., 1973, 216- bet.
3. *И.К.Цитович*. Курс аналитической химии. М., 1985, 253- bet.
4. *А.В.Бабков, Г.Н.Горшкова, А.М.Кононов*. Практикум общей химии с элементами количественного анализа. М 123- bet.

Darsda ko'riladigan savollar:

1. Argentometrik titrlash usulining nazariy asoslari.
2. Laboratoriya ishining nazariy asoslari.

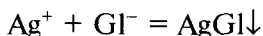
- 2.1. Kimyoviy reaksiya tenglamasi.
 - 2.2. Indikatorning ta'sir mexanizmi.
 - 2.3. Laboratoriya ishini bajarish uslubi.
 - 2.4. Hisoblash formulalar.
 - 2.5. Olingan natijalardan xulosa chiqarish.
3. Mor usulining tibbiyotda qo'llanishi.

MA'LUMOTLAR YIG'INDISI

Argentometrik titrlash usuli – Mor usuli – miqdoriy analiz usullaridan biri bo'lib, titrlashda qiyin eriydigan birikmalar hosil bo'ladigan reaksiyalarni qo'llashga asoslangan. Bu usulda biror (ion) moddani cho'kmaga tushurib uning miqdori aniqlanadi.

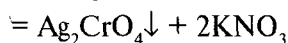
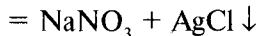
Cho'ktirish usuli bilan aniqlashda moddalar bir-biri bilan ekvivalent miqdorda reaksiyaga kirishadi, shuning uchun tekshirilayotgan moddalarni cho'ktirishga sarf bo'lgan ishchi eritmaning hajmini aniq bilgan holda tekshirilayotgan eritmadagi moddaning miqdorini hisoblash mumkin.

Mor usuli kumush ionining galogen ionlari Cl^- , Br^- , I^- bilan birikib qiyin eruvchi kumush galogenidlar holida cho'kma hosil qilish reaksiyasiga asoslangan. Bu usulda boradigan asosiy reaksiya tenglamasi quyidagicha:



bu yerda $\text{GI} = \text{Cl}^-$, Br^- , I^- .

Ishchi eritma sifatida kumush nitrat AgNO_3 dan foydalaniladi. Bu usulda reaksiya oxiridagi ekvivalent nuqtani aniqlash uchun indikator sifatida kaliy xromat K_2CrO_4 eritmasi ishlatiladi. K_2CrO_4 kumush ionlari bilan birikib, qizil rangli kumush xromat Ag_2CrO_4 cho'kmasini ayotgan eritmadagi xloridlar miqdorini aniqlash uchun CrO_4^{2-} indikator ishtirokida kumush nitrat eritmasidagi reaksiyalar ketma-ketlikda boradi:

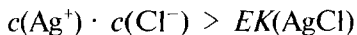


ning ikkalasi ham qiyin eruvchi bo'lganligi tufayli eritmadagi barcha Cl^- ionlari bu AgCl oq cho'kmaga tushib qolganligi tufayli qolmagan-

д. п. о.
1978,
4.3.

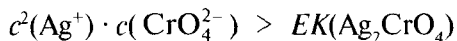
asoslari. Mor usuli.

dan keyin, reaksiyaning oxiridagi ekvivalent nuqtada, ortiqcha qo'shilgan AgNO_3 ning bir tomchi eritmasidagi Ag^+ ioni, indikatorning xromat CrO_4^{2-} ioni bilan birikib, qizil g'isht rangli kumush xromat cho'kma hosil bo'ladi. Avval oq rangli AgCl cho'kmani keyin esa qizil g'isht rangli Ag_2CrO_4 cho'kmani tushishiga sabab, AgCl ning eruvchanligi ($1,25 \cdot 10^{-5}$ g-ion/l) Ag_2CrO_4 ning eruvchanligiga ($6,5 \cdot 10^{-5}$ g-ion/l) nisbatan ozligidir. AgCl cho'kmasini hosil qilish uchun



bo'lishi kerak.

Ag_2CrO_4 cho'kmasining hosil bo'lishiga Ag^+ ionlarning konsentrsiyasi nisbatan oz sarf bo'ladi:



AgCl cho'kmasining hosil bo'lishi eritmada xlor ionlarining konsentrsiyasi $1,25 \cdot 10^{-5}$ g-ion/l ga teng bo'lguncha davom etadi.

Mor usuli bilan titrlashni faqat neytral yoki kuchsiz ishqoriy muhitda olib boriladi, chunki:

a) ishqoriy muhitda quyidagi reaksiya bo'yicha Ag^+ ioni qo'ng'ir rangli Ag_2O holida cho'kmaga tushadi:



b) kislotali muhitda Ag_2CrO_4 yaxshi eriydi va kuchsiz xromat kislotasi hosil bo'ladi:



d) ammiakli muhitda esa AgCl va Ag_2CrO_4 cho'kmalari erishi natijasida kumush ammiakli kompleks tuzlari hosil bo'ladi.

Mor usuli bilan analiz qilinganda titrlashni xona temperaturasida olib boriladi, chunki temperatura ortishi bilan Ag_2CrO_4 cho'kmasining eruvchanlik ko'paytmasi qiymati ortadi va indikatorning Ag^+ ioniga bo'lgan sezgirliki kamayadi. Titrlash davomida quyidagi tartibga albatta rioya qilish kerak: byuretkaga AgNO_3 eritmasini quyib, bu eritma bilan kolbadagi tekshirilayotgan eritma titrlanadi, reaksiya oxirida cho'kma rangining yaqqol o'zgarganligini ko'rib, ekvivalent nuqtani xatosiz belgilanadi.

Mor usulining asosiy kamchiliklari quyidagilardan iborat:

1. Tekshirilayotgan eritmada to'sqinlik qiluvchi Ba^{2+} , Pb^{2+} , B^{3+} , PO_4^{3-} , CO_3^{2-} , CrO_4^{2-} ionlarining bo'lmasligi shart.

2. Bu usul bilan yodid va rodanidlar miqdorini aniqlab bo'lmaydi, chunki kumush yo'did rodanidlar bilan xromat CrO_4^{2-} ionlarining orasidagi adsorbsiya hodisasi tufayli analiz noto'g'ri natijalar beradi.

Argentometriya usuli ayrim kamchiliklarga ega: kumush tuzlari qimmat va nodir birikmalardir. Shuning uchun bu usuldan foydalanishda reaksiya chiqindilarini yig'ib, undan kumushni qaytadan ajratib olinadi.

Argentometriya usuli klinik analizda biologik suyuqliklar tarkibidagi galogenid ionlar miqdorini aniqlashda keng qo'llanadi.

Mavzu bo'yicha masalalar va ularni yechish namunasi

1- masala. Osh tuzining 20,00 ml molyar konsentratsiyasi 0,0501 mol/l bo'lgan eritmasini titrlash uchun 19,64 ml kumush nitrat eritmasi sarf bo'ldi. Kumush nitrat eritmasining molyar konsentratsiyasi va titrini aniqlang.

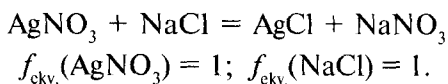
Berilgan:

$$\begin{aligned} V(\text{NaCl}) &= 20,00 \text{ ml} \\ c(\text{NaCl}) &= 0,0501 \text{ mol/l} \\ V(\text{AgNO}_3) &= 19,64 \text{ ml} \\ M(\text{AgNO}_3) &= 170 \text{ g/mol} \end{aligned}$$

$$c(\text{AgNO}_3) = ? \quad t(\text{AgNO}_3) = ?$$

Yechish:

Analiz asosida quyidagi reaksiya yotadi:



1. Ekvivalentlar qonuga asoslanib AgNO_3 ning ekvivalent molyar konsentratsiyasi aniqlanadi:

$$c(\text{AgNO}_3) = \frac{V(\text{NaCl}) \cdot c(\text{NaCl})}{V(\text{AgNO}_3)} \frac{\text{mol}}{l},$$

$$c(\text{AgNO}_3) = \frac{20,00 \cdot 0,0501}{19,64} \frac{\text{ml} \cdot \text{mol}}{\text{ml} \cdot l} = 0,0510 \frac{\text{mol}}{l}.$$

Eritmaning titri aniqlanadi:

$$t(\text{AgNO}_3) = \frac{c(\text{AgNO}_3) \cdot M(\text{AgNO}_3)}{1000} \frac{\text{g}}{\text{ml}},$$

$$t(\text{AgNO}_3) = \frac{0,0510 \cdot 170}{1000} \frac{\text{mol} \cdot \text{g}}{\text{ml} \cdot \text{mol}} = 0,008673 \frac{\text{g}}{\text{ml}}.$$

Javob: $c(\text{AgNO}_3) = 0,0510 \text{ mol/l}; \quad t(\text{AgNO}_3) = 0,008673 \text{ g/ml}.$

2-masala. 5,00 ml kaliy bromid eritmasini titrlash uchun 6,32 ml 0,0504 mol/l konsentratsiyali kumush nitrat eritmasi sarflandi. Kaliy bromidning ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titrini aniqlang.

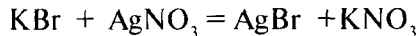
Berilgan:

$$\begin{aligned} V(\text{KBr}) &= 5,00 \text{ ml} \\ c(\text{AgNO}_3) &= 0,0504 \text{ mol/l} \\ V(\text{AgNO}_3) &= 6,32 \text{ ml} \\ M(\text{KBr}) &= 119 \text{ g/mol} \end{aligned}$$

$$c(\text{KBr}) = ? \quad t(\text{KBr}) = ?$$

Yechish:

Analiz asosida quyidagi reaksiya yotadi:



$$f_{\text{ekv.}}(\text{AgNO}_3) = 1; \quad f_{(\text{ekv.})}(\text{KBr}) = 1.$$

1. Ekvivalentlar qonuniga asoslanib AgNO_3 ning ekvivalent molyar konsentratsiyasi aniqlanadi:

$$c(\text{KBr}) = \frac{V(\text{AgNO}_3) \cdot c(\text{AgNO}_3)}{V(\text{KBr})} \frac{\text{mol}}{\text{l}},$$

$$c(\text{KBr}) = \frac{6,32 \cdot 0,0504 \text{ ml} \cdot \text{mol}}{5,00 \text{ l} \cdot \text{ml}} = 0,0637 \frac{\text{mol}}{\text{l}}.$$

Eritmaning titri aniqlanadi:

$$t(\text{KBr}) = \frac{c(\text{KBr}) \cdot M(\text{KBr})}{1000} \frac{\text{g}}{\text{ml}},$$

$$t(\text{KBr}) = \frac{0,0637 \cdot 119}{1000} \frac{\text{mol} \cdot \text{g}}{\text{ml} \cdot \text{mol}} = 0,007581 \frac{\text{g}}{\text{ml}}.$$

Javob: $c(\text{AgNO}_3) = 0,0637 \text{ mol/l}$; $t(\text{AgNO}_3) = 0,007581 \text{ g/ml}$.

Mavzuni o'zlashtirishni mustaqil nazorat qilish uchun savol va masalalar

1. Mor usulida qanday indikator qo'llanadi?
2. Indikatorning ta'sir mexanizmini tushuntiring.
3. Mor usulida analiz qanday muhitda olib boriladi?
4. Osh tuzining 10,00 ml molyar konsentratsiyasi 0,0100 mol/l bo'lgan eritmasini titrlash uchun 9,60 ml kumush nitrat eritmasi sarf bo'ldi. Kumush nitrat eritmasining molyar konsentratsiyasi va titrini aniqlang.
5. Mor usulining tibbiyotdagi ahamiyati.

Vaziyatli masalalar

1. Kumush nitrat AgNO_3 yoki «lyapis» bakteritsid kuydiruvchi ta'sir ko'rsatadi. Uning 10,00 ml ini titrlaganda 12,50 ml ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,0485 mol/l bo'lgan NaCl eritmasi sarflandi. Kumush nitrat eritmasining ekvivalent molyar konsentratsiyasini aniqlang.

Javob: $c(\text{AgNO}_3) = 0,0606 \text{ mol/l}$.

2. Suyultirilgan xlorid kislota me'da shirasi kislotaliligi kamligida ishlatiladi. Preparatning haqiqiyliги AgNO_3 yordamida aniqlanadi. Bunda boradigan reaksiya tenglamasini yozing. 5,0 g 8,4% li (massa jihatidan) HCl eritmasidagi xlor ionini to'la cho'ktirish uchun AgNO_3 dan necha gramm olish kerak?

Javob: $m(\text{AgNO}_3) = 1,96 \text{ g}$.

Test savollari

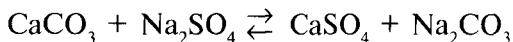
1. Ag_2CrO_4 cho'kmasining rangini ko'rsating:

a) sariq; b) qizil; d) oq; e) g'isht rangli-qizil.

2. Mor usulida qanday indikator qo'llanadi?

a) Ag_2CrO_4 ; d) K_2CrO_4 ;
b) $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$; e) Ag CrO_4 .

3. Quyidagi reaksiyaning yo'nalishini aniqlang:



$$EK(\text{CaCO}_3) = 4,8 \cdot 10^{-9}; \quad EK(\text{CaSO}_4) = 9,1 \cdot 10^{-6}.$$

a) chapdan o'ngga; d) muvozanat qaror topadi;
b) o'ngdan chapga; e) reaksiya sodir bolmaydi.

4. Oz eriydigan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ning eruvchanlik ko'paytmasi konstantasi to'g'ri keltirilgan javobni ko'rsating.

a) $EK(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = c^3(\text{Ca}^{2+}) \cdot c^2(\text{PO}_4^{3-})$

b) $EK(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = c^2(\text{Ca}^{2+}) \cdot c^3(\text{PO}_4^{3-})$

d) $EK(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = c^2(\text{Ca}^{2+}) \cdot c(\text{PO}_4^{3-})$

e) $EK(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c(\text{PO}_4^{3-})$

5. To'yingan eritmani ko'rsating:

a) $EK(\text{BaSO}_4) = c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{SO}_4^{2-})$

- b) $EK(\text{BaSO}_4) < c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{SO}_4^{2-})$
 d) $EK(\text{BaSO}_4) < c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{SO}_4^{2-})$
 e) $EK(\text{BaSO}_4) = c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c^2(\text{SO}_4^{2-})$

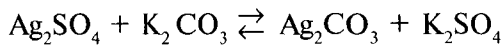
6. To'yinmagan eritmani ko'rsating:

- a) $EK(\text{BaSO}_4) = c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{SO}_4^{2-})$
 b) $EK(\text{BaSO}_4) > c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{SO}_4^{2-})$
 d) $EK(\text{BaSO}_4) < c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{SO}_4^{2-})$
 e) $EK(\text{BaSO}_4) = c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c^2(\text{SO}_4^{2-})$

5. O'ta to'yingan eritmani ko'rsating:

- a) $EK(\text{BaSO}_4) = c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{SO}_4^{2-})$
 b) $EK(\text{BaSO}_4) > c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{SO}_4^{2-})$
 d) $EK(\text{BaSO}_4) < c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{SO}_4^{2-})$
 e) $EK(\text{BaSO}_4) = c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c^2(\text{SO}_4^{2-})$

8. Quyidagi reaksiya yo'nalishini aniqlang:



$$EK(\text{Ag}_2\text{SO}_4) = 7,7 \cdot 10^{-5}; \quad EK(\text{Ag}_2\text{CO}_3) = 6,2 \cdot 10^{-2}$$

- a) chapdan o'ngga; d) o'ngdan chapga;
 b) muvozanat qaror topadi; e) reaksiya sodir bolmaydi.

9. Quyidagi moddalarning qaysi biri eng oz eriydi?

- a) $EK(\text{AgCl}) = 1,78 \cdot 10^{-10}$; d) $EK(\text{AgI}) = 8,3 \cdot 10^{-17}$;
 b) $EK(\text{AgBr}) = 5,3 \cdot 10^{-13}$; e) $EK(\text{Ag}_2\text{SO}_4) = 7,7 \cdot 10^{-5}$.

10. Kam eriydigan BaCO_3 ning eruvchanlik ko'paytmasi konstantasi to'g'ri keltirilgan qatorni ko'rsating.

- a) $EK(\text{BaCO}_3) = c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{CO}_3^{2-})$
 b) $EK(\text{BaCO}_3) = c^2(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{CO}_3^{2-})$
 d) $EK(\text{BaCO}_3) = c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c^2(\text{CO}_3^{2-})$
 e) $EK(\text{BaCO}_3) > c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c^2(\text{CO}_3^{2-})$

LABORATORIYA ISHI

1. Mor usuli bilan kumush nitrat eritmasining ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titrini aniqlash

Byuretkaga AgNO_3 eritmasi solinadi. Titrlash uchun mo'ljallangan kolbaga pipetka yordamida konsentratsiyasi ma'lum bo'lgan NaCl eritmasidan 5 ml solib, unga 2–3 tomchi K_2CrO_4 eritmasi qo'shiladi va eritmani byuretkadagi AgNO_3 eritmasi bilan titrlanadi. Titrlash davomida eritma aralastirilib turiladi. Eritmaning rangi bug'doy rangga o'tguncha titrlash davom ettiriladi. Tajriba 3 marta takrorlanadi. Bajirilgan ish natijalarini jadvalga yoziladi.

Tartib raqami	V(NaCl), ml	c(NaCl), mol/l	Indikator	V(AgNO ₃), ml	c(AgNO ₃), mol/l	t, g/ml
1						
2						
3						
O'rtacha qiymati						

Kumush nitratning ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titri quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$c(\text{AgNO}_3) = \frac{V(\text{NaCl}) \cdot c(\text{NaCl})}{V(\text{AgNO}_3)}, \text{ mol/l,}$$

$$t(\text{AgNO}_3) = \frac{c(\text{AgNO}_3) \cdot M(\text{AgNO}_3)}{1000}, \text{ g/ml.}$$

2. Siydikdagi NaCl massasini nazorat analitik aniqlash

Titrlash uchun mo'ljallangan kolbagapi petka yordamida ma'lum hajm (o'qituvchi nazorat ish sifatida beradi) analiz uchun mo'ljallangan siydik solinadi. Uning ustiga 5 tomchi 5% li K_2CrO_4 solib asta-sekin aralastirib turib AgNO_3 ning titrlangan eritmasi bilan barqaror qizil g'isht rangli tus paydo bo'lguncha titrlanadi.

Tajriba 3 marta takrorlanadi. Bajirilgan ish natijalarini jadvalga yoziladi.

Tartib raqami	$V_{\text{siydik}},$ ml	$c(\text{AgNO}_3),$ mol/l	$V(\text{AgNO}_3),$ ml	$c(\text{NaCl}),$ mol/l	$m(\text{NaCl}),$ g	Indikator
1						
2						
3						
O'rtacha qiymati						

Yaqin keladigan natijalardan o'rtacha arifmetik qiymatni olib, siydikdagi NaCl massasi quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$m(\text{NaCl}) = \frac{c(\text{AgNO}_3) \cdot V(\text{AgNO}_3) \cdot M(\text{NaCl})}{1000}, \text{ g},$$

$M(\text{NaCl})$ – NaCl ning molyar massasi; $M(\text{NaCl}) = 58,5$ g/mol.

Bir kecha-kunduzgi siydik tarkibidagi NaCl miqdori quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$m'(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{V_{\text{siydik}}} \cdot 1300, \text{ g}.$$

CHO'KTIRISH USULI. TIOTSIANOMETRIK TITRLASH. FOLGARD USULI

Mashg'ulotning maqsadi. Cho'kma hosil bo'lishi bilan boradigan reaksiyalar qonuniyatlarini bilgan holda eritmadagi xlorid ionlarining miqdorini aniqlashni o'rganish.

O'rganilayotgan mavzuning ahamiyati: Klinik analizda cho'ktirish usullari siydik, me'da shirasi, qondagi xloridlar miqdorini aniqlashda keng qo'llanadi. Sanitariya-gigienik tajribalarda ichimlik suvini analiz qilishda ham shu usullardan foydalaniladi.

Klinik analizda siydik va me'da shirasidagi xloridlarning miqdorini aniqlashda hamda galogen saqlagan dori-darmon preparatlarni analiz qilishda cho'ktirish usulidan foydalaniladi. Bu analizlarni bajarishda kumush nitratning titrlangan eritmasi ishlatiladi.

Boshlang'ich bilim darajasi:

1. Elektrolitik dissotsiatsiya.
2. Kuchli va kuchsiz elektrolitlar.
3. Eruvchanlik ko'paytmasi.

Mustaqil tayyorlanish uchun o'quv adabiyotlar:

1. *V.N. Alekseyev.* Miqdoriy analiz. M., 1972.
2. *K.A. Селезнёв.* Аналитическая химия. М., 1973, 216- bet.

3. *И.К.Цитович*. Курс аналитической химии. М., 1985, 253- bet.
4. *А.В.Бабков, Г.Н.Горшкова, А.М.Кононов*. Практикум по общей химии с элементами количественного анализа. М., 1978, 123- bet.

Darsda ko‘riladigan savollar:

1. Argentometrik titrlash usulining nazariy asoslari.
2. Laboratoriya ishining nazariy asoslari.
 - 2.1. Kimyoviy reaksiya tenglamasi.
 - 2.2. Indikatorning ta’sir mexanizmi.
 - 2.3. Laboratoriya ishining bajarish uslubi.
 - 2.4. Hisoblash formulalari.
 - 2.5. Olingan natijalardan xulosa chiqarish.
3. Folgard usulining tibbiyotda qo‘llanishi.

5

MA’LUMOTLAR YIG‘INDISI

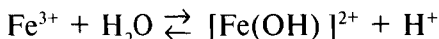
Cho‘ktirish usullari cho‘kma (oz eriydigan moddalar) hosil bo‘lishi bilan boradigan reaksiyaga asoslangan. Bu usulda qo‘llanadigan reaksiyalarga asosiy talab *EK* (eruvchanlik ko‘paytmasi) qiymati kichik bo‘lgan moddalarning hosil bo‘lishidir. Cho‘ktirish usullari asosan kumush, galogenidlar va sianidlar miqdorini aniqlashda ishlatiladi. Folgard usulida kumush nitrat bilan ammoniy yoki kaliy tiotsianat to‘g‘ridan-to‘g‘ri titrlanadi. Indikator sifatida tarkibida Fe^{3+} ioni saqlaydigan temirammoniyli achchiqtosh $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ning to‘yingan eritmasi qo‘llanadi. Folgard usuli asosida kumush ion bilan rodanid ionlarining birikib suvda yomon eruvchi oq rangli kumush rodanid cho‘kmasi hosil bo‘lish reaksiyasi yotadi:



Eritmada kumush nitratning ortiqcha miqdori qoladi. Eritmada ortib qolgan Ag^+ ionlarini indikator-temir ammoniyli achchiqtosh $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ishtirokida ammoniy rodanid bilan titrlanadi. Bu tuzni indikator sifatida qo‘llash sababini quyidagicha tushuntiriladi. Tekshirilayotgan eritmadagi kumush Ag^+ ion tomchilab qo‘shilayotgan ammoniy rodanid eritmasidagi rodanid CNS^- ion bilan kumush rodanid AgCNS oq cho‘kmasini hosil qiladi. Eritmadagi Ag^+ va CNS^- ionlari reaksiyaga kirishib, Ag^+ ion tugagan vaqtdan boshlab, ortiqcha tomgan bir tomchi NH_4CNS bilan indikator tarkibidagi temir Fe^{3+} ion reaksiyaga kirishadi va qizil g‘isht rangli temir rodanid hosil bo‘ladi:



Folgard usulining Mor usulidan afzalligi shundaki, bu usulda reaksiyani kislotali muhitda olib borish mumkin. Ma'lumki, 3 valentli temir ionining tuzlari neytral muhitda qisman gidrolizga uchraydi:



Bu esa eritma rangining o'z-o'zidan o'zgarishiga olib keladi. Shunga ko'ra, Fe^{3+} tuzining eritmadagi gidrolizlanish reaksiyasini orqaga qaytarish uchun reaksiya kislotali muhitda olib boriladi.

Folgard usuli bilan eritma tarkibidagi galogen, rodanid va kumush ionlarining miqdorini aniqlashda, ayni eritmada boshqa ionlarning bo'lishi to'sqinlik qilmaydi.

Mavzu bo'yicha masalalar va ularni yechish namunalari

1- masala. Blennoreya kasalligining oldini olish uchun chaqaloqlar ko'ziga kumush nitratning suyultirilgan eritmasi tomiziladi. 10,00 ml kumush nitrat eritmasini titrlash uchun ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,05010 mol/l bo'lgan 22,10 ml ammoniy rodanid eritmasi sarflandi. Kumush nitrat eritmasining titrini aniqlang.

Berilgan:

$$V(\text{AgNO}_3) = 10,00 \text{ ml}$$

$$V(\text{NH}_4\text{SCN}) = 22,10 \text{ ml}$$

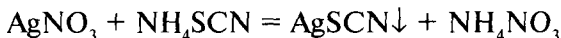
$$c(\text{NH}_4\text{SCN}) = 0,05010 \text{ mol/l}$$

$$M(\text{AgNO}_3) = 169,9 \text{ g/mol}$$

$$t(\text{AgNO}_3) = ?$$

Yechish:

1. Reaksiya tenglamasi:



$$f_{\text{ekv}}(\text{AgNO}_3) = 1; f_{\text{ekv}}(\text{NH}_4\text{SCN}) = 1.$$

2. Eritmaning titri topiladi:

$$t(\text{AgNO}_3) = \frac{c(\text{AgNO}_3) \cdot M(\text{AgNO}_3)}{1000},$$

$$c(\text{AgNO}_3) = \frac{c(\text{NH}_4\text{SCN}) \cdot V(\text{NH}_4\text{SCN})}{V(\text{AgNO}_3)},$$

bundan

$$t(\text{AgNO}_3) = \frac{169,9 \cdot 22,10 \cdot 0,05010}{1000 \cdot 10,00} \frac{\text{g} \cdot \text{l} \cdot \text{mol}}{\text{mol} \cdot \text{l} \cdot \text{ml}} = 0,01881 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$$

$$\text{Javob: } t(\text{AgNO}_3) = 0,01881 \text{ g/ml.}$$

2- masala. Otolaringologiyada antiseptik vosita sifatida protargol ishlatiladi. Uning tarkibida kumush nitrat bo'ldi. Kumush nitratning massa ulushi 5% bo'lgan 1 l protargol ($\rho = 1,00 \text{ g/ml}$) tayyorlash uchun necha gramm kumush nitrat kerak?

Berilgan:

$$\omega(\%) = 5\%$$

$$V = 1 \text{ l} = 1000 \text{ ml}$$

$$\rho = 1,00 \text{ g/ml}$$

$$m(\text{AgNO}_3) = ?$$

Yechish:

1. Eritmaning massasi aniqlanadi:

$$m(\text{eritma}) = V(\text{eritma}) \cdot \rho$$

$$m(\text{eritma}) = 1000 \text{ ml} \cdot 1,00 \text{ g/ml} = 1000 \text{ g}$$

2. Eritmadagi AgNO_3 massasi aniqlanadi:

$$\omega\% = \frac{m(\text{AgNO}_3)}{m(\text{eritma})} 100\% ,$$

$$m(\text{AgNO}_3) = \frac{\omega\% \cdot m(\text{eritma})}{100\%} ,$$

$$m(\text{AgNO}_3) = \frac{5 \cdot 1000}{100} \frac{\% \cdot \text{g}}{\%} = 50 \text{ g} .$$

Javob: $m(\text{AgNO}_3) = 50 \text{ g}$.

Mavzuni o'zlashtirishni mustaqil nazorat qilish uchun savol va masalalar

1. Folgard usuli asosida qanday reaksiya yotadi?
2. Folgard usulida indikatorning ta'sir mexanizmini tushuntiring.
3. Tibbiyotda kumush nitrat – lyapis yaralarni kuydirish maqsadida qo'llanadi. 0,2 g lyapisni eritib titrlash uchun 10,20 ml ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,0520 mol/l ammoniy tiotsianatdan sarflandi. Lyapisdagi kumush nitratning massa ulushini aniqlang.
4. 10,00 ml kumush nitrat eritmasini titrlash uchun 7,80 ml ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,4800 mol/l kaliy tiotsianat sarf bo'ldi. Eritmadagi kumush nitrat massasini aniqlang.
5. Folgard usulining Mor usulidan qanday farqi bor?
6. Folgard usuli tibbiyotda qo'llanadimi? .

Vaziyatli masalalar

1- masala. 15,00 ml kumush nitrat eritmasini titrlash uchun 17,25 ml ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,0502 mol/l bo'lgan ammoniy rodanid eritmasi sarflangan. 200 ml kumush nitrat eritmasidagi tuzning massasini aniqlang.

Javob: $m(\text{AgNO}_3) = 1,9628 \text{ g}$.

2- masala. Surunkali gastritni davolashda kumush nitratning suyultirilgan eritmasi qo'llanadi. 100,00 ml kumush nitrat eritmasini titrlash uchun 3,10 ml ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,05020 mol/l ammoniy rodanid eritmasi sarflandi. Kumush nitrat eritmasining ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titrini aniqlang.

Javob: $c(\text{AgNO}_3) = 0,001556 \text{ mol/l}$; $t(\text{AgNO}_3) = 0,0002643 \text{ g/ml}$.

Test savollari

1. AgSCN cho'kmasining rangini ko'rsating:

a) sariq; b) qizil; d) oq; e) qizil g'isht rangli.

2. Fe(CNS)₃ cho'kmasining rangini ko'rsating:

a) sariq; b) qizil; d) oq; e) qizil g'isht rangli.

3. Oz eriydigan BaCrO₄ ning eruvchanlik ko'paytmasi konstantasi to'g'ri keltirilgan javobni ko'rsating.

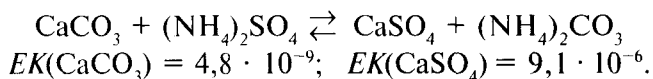
a) $EK(\text{BaCrO}_4) = c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-})$

b) $EK(\text{BaCrO}_4) = c^2(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-})$

d) $EK(\text{BaCrO}_4) = c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c^2(\text{CrO}_4^{2-})$

e) $EK(\text{BaCrO}_4) > c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-})$

4. Quyidagi reaksiyaning yo'nalishini aniqlang:



a) chapdan o'ngga; d) muvozanat qaror topadi;

b) o'ngdan chapga; e) reaksiya sodir bolmaydi.

5. Folgard usulida titrlashni qanday muhitda olib boriladi?

a) kislotali; d) neytral;

b) ishqoriy; e) kislotali va ishqoriy.

6. Qaysi holda BaSO_4 cho'kma eriydi?

- a) $EK(\text{BaCrO}_4) = c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-})$
- b) $EK(\text{BaCrO}_4) > c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-})$
- d) $EK(\text{BaCrO}_4) < c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-})$
- e) $EK(\text{BaCrO}_4) = c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c^2(\text{CrO}_4^{2-})$

7. Oz eriydigan $\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2$ ning eruvchanlik ko'paytmasi konstantasi to'g'ri keltirilgan javobni ko'rsating.

- a) $EK(\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2) = c^3(\text{Sr}^{2+}) \cdot c^2(\text{PO}_4^{3-})$
- b) $EK(\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2) = c^2(\text{Sr}^{2+}) \cdot c^3(\text{PO}_4^{3-})$
- d) $EK(\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2) = c^2(\text{Sr}^{2+}) \cdot c(\text{PO}_4^{3-})$
- e) $EK(\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2) = c(\text{Sr}^{2+}) \cdot c(\text{PO}_4^{3-})$

8. To'yingan eritmani ko'rsating:

- a) $c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) = EK(\text{BaCrO}_4)$
- b) $c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) > EK(\text{BaCrO}_4)$
- d) $c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) < EK(\text{BaCrO}_4)$
- e) $c^2(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) = EK(\text{BaCrO}_4)$

9. To'yinmagan eritmani ko'rsating:

- a) $c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) = EK(\text{BaCrO}_4)$
- b) $c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) > EK(\text{BaCrO}_4)$
- d) $c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) < EK(\text{BaCrO}_4)$
- e) $c^2(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) = EK(\text{BaCrO}_4)$

10. O'ta to'yingan eritmani ko'rsating:

- a) $c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) = EK(\text{BaCrO}_4)$
- b) $c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) > EK(\text{BaCrO}_4)$
- d) $c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) < EK(\text{BaCrO}_4)$
- e) $c^2(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-}) = EK(\text{BaCrO}_4)$

LABORATORIYA ISHI

Folgard usuli bo'yicha siydik tarkibidagi NaCl miqdorini aniqlash

Tajriba. Titrlash uchun mo'ljallangan kolbagapi petkayordamida 4 ml siydik olib ustiga kislotali muhit hosil qilish uchun 4 ml molyar konsentratsiyasi 4 mol/l HNO_3 eritmasi qo'shiladi va 8 ml AgNO_3 ning ishchi eritmasidan solib uning ustiga 5 tomchi indikator $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ qo'shiladi. Bunda AgNO_3 ning bir qismi siydik tarkibidagi xloridlar bilan oq rangli cho'kma hosil qiladi. Ortib qolgan AgNO_3 eritmasi NH_4CNS eritmasi bilan qizil gisht rang hosil bo'lguncha titrlanadi. Titrlashni 3 marta takrorlab, NH_4CNS ning o'rtacha hajmi aniqlanadi. Hisoblashni NH_4CNS ning o'rtacha hajmining qiymati bilan olib boriladi.

Tar. raq.	V_{siydik} , ml	$c(\text{AgNO}_3)$, mol/l	Indikator $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	$c(\text{NH}_4\text{CNS})$, mol/l	$V(\text{NH}_4\text{CNS})$, ml	V_{NaCl} , g/ml	S_{NaCl} , g
1							
2							
3							
O'rtacha qiymati							

Masalan, 4,00 ml tekshirilayotgan eritmaga (siydik) 8,00 ml 0,0190 molyarlik AgNO_3 ning titrlash uchun 3,50 ml 0,0200 molyarlik NH_4CNS eritmasidan sarf bo'lgan bo'lsa, hisoblash quyidagicha bajariladi:

1. AgNO_3 eritmasi bilan reaksiyaga kirishgan NH_4CNS ning hajmi topiladi:

$$c(\text{NH}_4\text{CNS}) \cdot V(\text{NH}_4\text{CNS}) = c(\text{AgNO}_3) \cdot V(\text{AgNO}_3),$$

$$V(\text{AgNO}_3) = \frac{c(\text{NH}_4\text{CNS}) \cdot V(\text{NH}_4\text{CNS})}{c(\text{AgNO}_3)} = \frac{0,0200 \cdot 3,50}{0,0190} \frac{\text{mol} \cdot \text{ml} / l}{l \cdot \text{mol}} = 3,68 \text{ ml}.$$

2. Analiz qilinayotgan eritmadagi xlorid ionlari bilan reaksiyaga kirishgan AgNO_3 eritmasining hajmi topiladi:

$$8,00 \text{ ml} - 3,68 \text{ ml} = 4,32 \text{ ml}.$$

3. Analiz gilinayotgan eritmaning konsentratsiyasi aniqlanadi:

$$c(\text{NaCl}) = \frac{c(\text{AgNO}_3) \cdot V(\text{AgNO}_3)}{V(\text{NaCl})} = \frac{0,0190 \cdot 4,32 \text{ mol} \cdot \text{ml}}{4,00 \text{ l} \cdot \text{ml}} = 0,0205 \text{ mol/l}.$$

4. Analiz gilinayotgan eritmaning titri aniqlanadi:

$$t(\text{NaCl}) = \frac{0,0205 \cdot 58,5}{1000} \frac{\text{mol} \cdot \text{g}}{\text{ml} \cdot \text{mol}} = 0,001199 \text{ g/ml}.$$

5. Bir sutkada ajralayotgan 1300 ml siydikdagi natriy xloridning miqdori:

$$g(\text{NaCl}) = 0,001199 \cdot 1300 \frac{\text{g} \cdot \text{ml}}{\text{ml}} = 1,5589 \text{ g}.$$

Analiz qilishdan oldin siydikni 10 marta suyultirilgan edi, shuning uchun bu miqdor 10 ga ko'paytiriladi:

$$g(\text{NaCl}) = 1,5589 \text{ g} \cdot 10 = 15,59 \text{ g}.$$

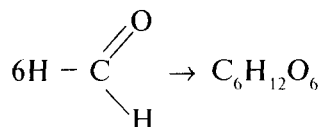
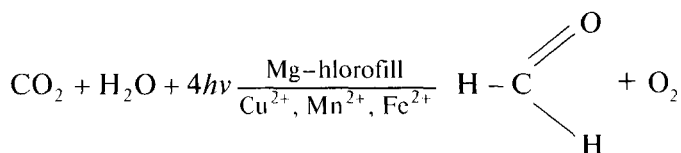
Erkaklar va ayollar organizmidan bir sutkada ajraladigan siydikdagi NaCl ning o'rtacha miqdorini quyidagicha hisoblanadi:

$$\begin{aligned} g_{\text{erkaklarda}} &= t \cdot 1300 \cdot 10 = 0,001199 \cdot 1300 \cdot 10 = 15,587 \text{ g}, \\ g_{\text{ayollarda}} &= t \cdot 1200 \cdot 10 = 0,001199 \cdot 1200 \cdot 10 = 14,388 \text{ g}. \end{aligned}$$

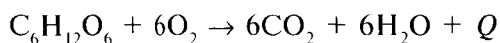
OKSIDLANISH-QAYTARILISH REAKSIALARI. REDOKS POTENSIALNI ANIQLASH

Mashg'ulotning maqsadi. Biologik sistemalarda kechadigan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining borish imkoniyatlari va ularga sistemali yondoshishni o'rganish.

O'rganilayotgan mavzuning ahamiyati. Tirik organizmda kechadigan biokimyoviy jarayonlarning ko'pchiligi oksidlanish-qaytarilish jarayonlaridir, shuning uchun tibbiyot amaliyotida oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining borish qonuniyatlarini o'rganish va ularni biologik sistemalarga tatbiq etish zarur. Biokimyoviy reaksiyalarni tushuntirish va asoslab berishda redoks potensialni bilib ishlatish organizmda boradigan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarni boshqarish imkonini beradi. 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, gidrookso-guruhlariga o'tishi, vodorod va gidrid ionlarning ajralishi va boshqa jarayonlar ro'y beradi. O'simliklarda fotosintez, tirik organizmlarda esa nafas olish eng ahamiyatli bioredoks jarayonlardir. Fotosintezda quyosh energiyasining yig'ilishi (akkumulyatsiyasi) CO_2 ning qaytarilishi va O^{2-} ning oksidlanishi hisobiga quyidagi reaksiya bo'yicha sodir bo'ladi:



Odam va hayvon organizmida glyukozaning oksidlanishi va kislorodning qaytarilishi yig'ilgan energiyaning ajralib chiqishi bilan boradi:



Boshlang'ich bilim darajasi:

1. Birikmalarda elementlarning oksidlanish darajasini aniqlash.
2. Reaksiyalarning molekular va ionli shakllarini tuzish.
3. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini tuzish va elektron muvozanat usulida koeffitsientlar tanlash.

Mustaqil tayyorlanish uchun o'quv adabiyotlar:

1. *N.L. Glinka*. Umumiy ximiya. T., 1968, 241- bet.
2. *X. Rustamov*. Umumiy ximiya. T., 1969, 140- bet.
3. *И.К. Цитович*. Курс аналитической химии. М., 1985, 271-бет.
4. *А.В. Бабков, Г.Н. Горшкова, А.М. Кононов*. Практикум по общей химии с элементами количественного анализа. М., 1978, 135- bet.
5. *X.H. Hakimov, A.Z. Tatarskaya, N. T. Olimxo'jayeva*. Umumiy kimyodan amaliy mashg'ulotlar. T., 1993, 77-91- betlar.
6. *S.S. Qosimova, S.M. Masharipov, Q.O. Najimov*. Umumiy va bioorganik kimyodan amaliy mashg'ulotlar. T., 2001, 54-56- betlar.

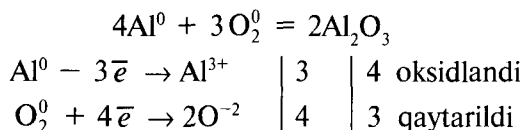
Darsda ko'riladigan savollar:

1. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari.
2. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining turlari.
3. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga muhitning ta'siri.
4. Oksidlovchi va qaytaruvchilarning ekvivalent molyar massasini aniqlash.
5. Redoks potentsiali va uning tibbiyotdagi ahamiyati.
6. Nernst tenglamasi.

MA'LUMOTLAR YIG'INDISI

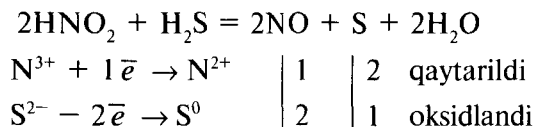
Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari

Reaksiyaga kiruvchi moddalr tarkibidagi atomlarning oksidlanish darajasi o'zgarishi bilan boradigan reaksiyalar *oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari* deyiladi. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida elektronlarning bir molekula atom yoki ionlardan boshqalariga o'tishi kuzatiladi. Elektron berish jarayoni *oksidlanish*, elektron qabul qilish esa *qaytarilish jarayoni* deyiladi:

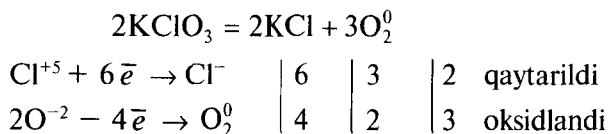


Oksidlanishda atom (ion)ning musbat oksidlanish darajasi ortadi, qaytarilishda esa kamayadi. Oksidlanish va qaytarilish jarayonlari bir-biri bilan uzviy bog'liq. Elektron qabul qilib olgan molekula atom yoki ionlar *oksidlovchi* (u elektron qabul qilib qaytariladi), elektron beradiganlari (yo'qotadiganlari) – *qaytaruvchi* (u elektron berib oksidlanadi) deyiladi. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining quyidagi turlari mavjud:

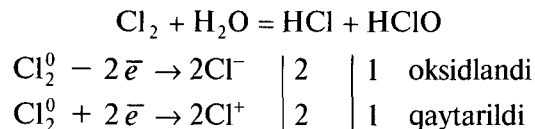
1. **Molekulararo oksidlanish-qaytarilish.** Bu jarayonda oksidlovchi va qaytaruvchi turli molekular tarkibida bo'ladi:



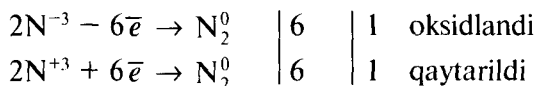
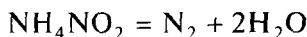
2. **Ichki molekular oksidlanish-qaytarilish.** Bu jarayonda molekula tarkibining bir qismi oksidlanadi, qolgan qismi qaytariladi. Bu turdagi reaksiyalarga ko'pchilik termik parchalanish jarayonlari misol bo'la oladi.



3. **Disproporsiyalanish** (o'z-o'zini oksidlash – o'z-o'zini qaytarish). Bu jarayonda bir elementning o'zi ham oksidlanadi, ham qaytariladi.



4. **Sinproporsiyalanish.** Bu jarayonda molekulada bir elementning turli xil oksidlanish darajasidagi atomlari reaksiya natijasida bir hil oksidlanish darajasidagi birikmalarga aylanadi. Masalan:

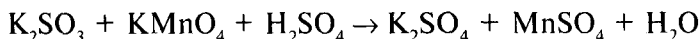


Bunday reaksiyalarda sodir bo'ladigan vaziyat disproporsiyalanishdagi holatning teskarisi bo'ladi.

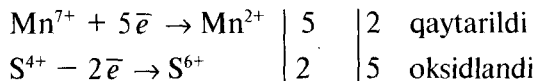
Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida koeffitsiyent tanlash elektron balans usulida yoki ion-elektron usulda amalga oshiriladi.

Elektron balans usulini kaliy sulfitni kaliy permanganat ta'sirida oksidlanishi misolida ko'rish mumkin. Bu reaksiyada oksidlanish va qaytarilish mahsulotlari kechayotgan jarayon muhitiga bog'liq bo'ladi.

1. **Kislotali muhitda** marganes Mn^{7+} dan Mn^{2+} gacha qaytariladi:

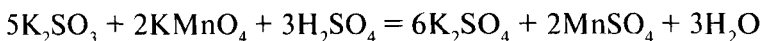


Kaliy permanganat binafsha rangli marganes sulfatga o'tganda rangsizlanadi. Reaksiyaning elektron muvozanati tuziladi:

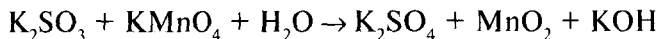


Bir reaksiyada qaytaruvchi beradigan va oksidlovchi qabul qiladigan elektronlar soni bir xil bo'lishi kerak. Shuning uchun ularning soni tenglashtiriladi va elektron tenglamalar jamlanadi.

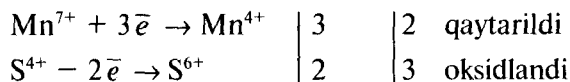
Koeffitsiyentlarni qo'yib reaksiya tenglashtiriladi:



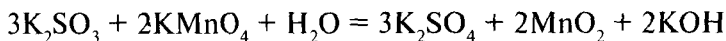
2. **Neytral muhitda** marganes Mn^{7+} dan Mn^{4+} gacha qaytariladi:



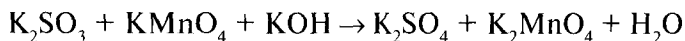
Binafsha rangli kaliy permanganat qo'ng'ir rangli marganes (IV) oksid cho'kmasigacha qaytariladi.



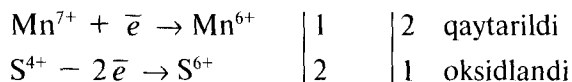
Koeffitsientlarni qo'yib reaksiya tenglashtiriladi:



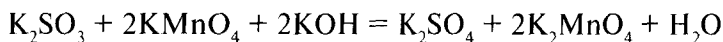
3. **Ishqoriy muhitda** marganes Mn^{7+} dan Mn^{6+} gacha qaytariladi:



Binafsha rangli kaliy permanganat yashil tusli kaliy manganatgacha qaytariladi.

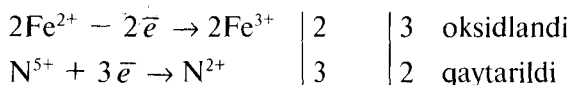


Koeffitsientlarni qo'yib reaksiya tenglashtiriladi:



Oksidlovchi va qaytaruvchilar doimo o'zaro ekvivalent miqdorda reaksiyaga kirishadi.

Moddaning ekvivalenti deb oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida moddaning bir elektronga ekvivalent miqdoriga aytiladi, shuning uchun oksidlovchi yoki qaytaruvchi ekvivalent molyar massasi moddaning *bir molekulasini* qabul qiladigan yoki yo'qotadigan elektronlar sonidan hisoblab chiqariladi. Shunday qilib, oksidlovchi (qaytaruvchi)ning ekvivalent molyar massasi uning molyar massasini bir molekula oksidlovchi (qaytaruvchi) qabul qilgan (yo'qotgan) elektronlar nisbatiga teng. Masalan:



$NaNO_3$ ning ekvivalent molyar massasi:

$$M(1/3 NaNO_3) = \frac{M(NaNO_3)}{3} = \frac{85}{3} = 28,33 \text{ g/mol,}$$

$$M(1/1 FeSO_4) = \frac{M(FeSO_4)}{1} = \frac{152}{1} = 152 \text{ g/mol.}$$

Bitta oksidlovchi yoki qaytaruvchining ekvivalent molyar massasi reaksiya sharoitiga (konsentratsiya va temperatura) va muhitiga bog'liq holda turlicha bo'ladi. Masalan, kaliy permanganatning ekvivalent molyar massasi kislotali muhitda molyar massasining 1/5 qismiga, neytral muhitda 1/3 qismiga, ishqoriy muhitda esa o'zining molyar massasiga teng.

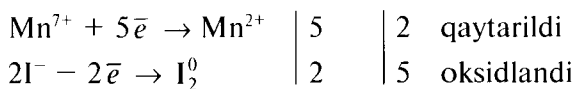
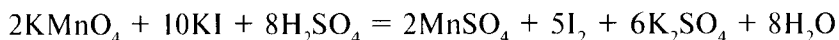
Redoks potentsiali

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida oksidlovchi elektronni qabul qilib olib qaytariladi, qaytaruvchi – elektronni berib oksidlanadi. Oksidlovchi va qaytaruvchilarning oksidlanish-qaytarilish reaksiyalaridagi oʻrni ularning kuchiga bogʻliq. Buni tasdiqlash uchun quyidagi misollarni koʻrib chiqish mumkin.

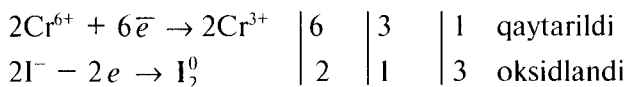
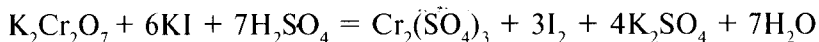
3 ta stakanga 3 xil tuz eritmalari quyilgan: birinchisiga KMnO_4 eritmasi, ikkinchisiga $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ eritmasi, uchinchisiga – $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ eritmasi. Kislotali muhit hosil qilish uchun har bir stakanga 0,1000 mol/l H_2SO_4 eritmasi qoʻshiladi.

1. Har bir stakanga KI eritmasi qoʻshiladi. Uchala holda ham erkin I_2 ajralib chiqishi kuzatiladi.

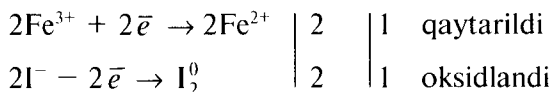
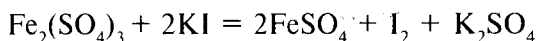
1.1. 1- stakanda reaksiya quyidagi tenglama boʻyicha boradi:



1.2. 2- stakanda:

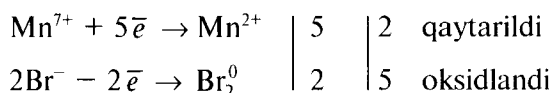
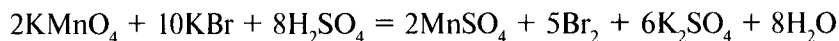


1.3. 3- stakanda:

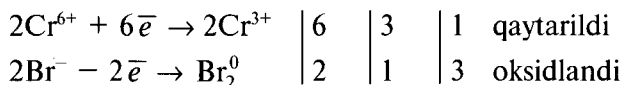
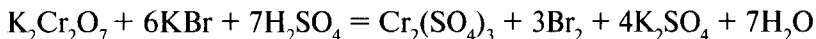


2. 2- misolda stakandagi shunday eritmalarga KI oʻrniga KBr qoʻshiladi.

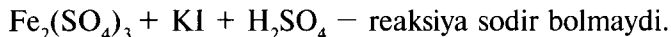
2.1. 1- stakanda reaksiya quyidagi tenglama boʻyicha boradi:



2.2. 2- stakanda:

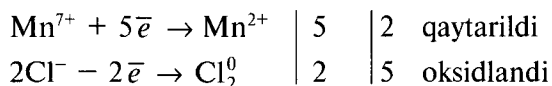
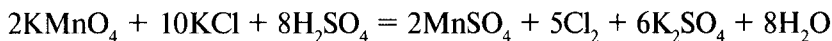


2.3. 3- stakanda:



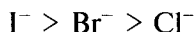
3. 3- misolda xuddi shu stakanlardagi berilgan eritmalarga KCl qo'shiladi.

Oxirgi misolda Cl_2 faqat 1- stakanda ajralib chiqadi. Keyingi 2 ta stakanda xlor ajralishi kuzatilmaydi:



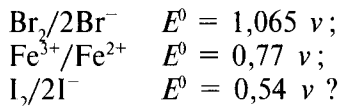
Shunday qilib, 3 ta oksidlovchi – KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ dan eng kuchlisi – KMnO_4 , kuchsizi – $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$.

Keltirilgan misollarda KI eng kuchli qaytaruvchi, KCl – kuchsiz qaytaruvchi, chunki u faqat eng kuchli oksidlovchi bilan reaksiyaga kirishadi:

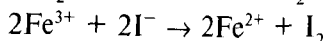
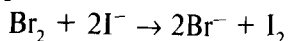
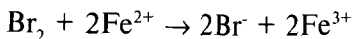


Turli sistemalarning oksidlash-qaytarish xossasi ularning oksidlanish-qaytarilish (redoks) potentsiali qiymati bilan belgilinadi.

Oksidlanish-qaytarilish potentsiallari qiymatini bilgan holda reaksiya yo'nalishini oldindan aytib berish mumkin. Masalan, quyidagi moddalar orasida qanday jarayonlar amalga oshadi:



Reaksiya yo'nalishini belgilash uchun quyidagi qoidaga amal qilinadi: standart potensial qiymati yuqori bo'lgan birikmalarning oksidlangan shakli standart potensial qiymati kichik bo'lgan birikmalarning qaytarilgan shakli bilan o'zaro ta'sirlashadi. Br_2 ($E^0 = 1,065 \text{ v}$) I_2 ($E^0 = 0,54 \text{ v}$) ga nisbatan kuchliroq oksidlovchi bo'lgani sababli u I_2^0 ni I^- saqllovchi eritmalardan siqib chiqaradi. Shuning uchun quyidagi reaksiyalar borishi mumkin:



Elektrod potentsiallari o'zgaruvchan bo'lib, ular moddaning oksidlangan va qaytarilgan shakllari konsentratsiyalari (aniqrog'i, aktivliklari) nisbatiga, temperaturaga, erituvchining tabiatiga, muhit pH iga va boshqa omillarga bog'liq.

Elektrod potentsiali qiymatining oksidlangan va qaytarilgan shakllarining konsentratsiyasiga bog'liqligi Nernst tenglamasi orqali ifodalanadi:

$$E = E^0 + \frac{0,058}{n} \lg \frac{c^x \text{ oksidlanish}}{c^y \text{ qaytarilish}},$$

E^0 – sistemaning standart redoks potentsiali.

Agar c^x oksidlanish = c^y qaytarilish bo'lsa, unda

$$\frac{c^x \text{ oksidlanish}}{c^y \text{ qaytarilish}} = 1, \lg 1 = 0,$$

unda $E = E^0$, ya'ni sistemaning redoks potentsiali standart redoks potentsialiga teng bo'lib qoladi.

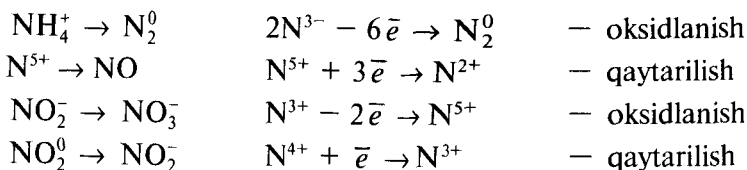
Mavzu bo'yicha masalalar va ularni yechish namunalari

1- masala. Ushbu jarayonlarning qaysi birida azotning oksidlanishi va qaysi birida qaytarilishi ro'y beradi: oksidlanish darajasi har bir holatda qanday o'zgaradi?

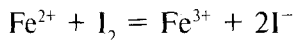


Yechish:

Atomlarning elektron berish jarayoni oksidlanish deb ataladi, u oksidlanish darajasining ortishi bilan boradi. Atomlarning elektronni biriktirib olishi qaytarilish deyiladi, u oksidlanish darajasining pasayishiga olib keladi:



2- masala. Quyidagi reaksiya qaysi yo'nalishda boradi:

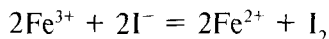


Yechish:

Oksidlovchi va qaytaruvchining o'zaro ta'siri reaksiyaga kirishayotgan moddalar standart redoks potentsiali E^0 (voltlarda ifodalanadi) qiymatiga bog'liq: Masalan,

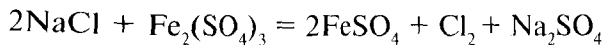
$$E^0 \text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+} = 0,76 \text{ V}; \quad E^0 \text{I}_2/2\text{I}^- = 0,54 \text{ V}.$$

Qoidaga muvofiq, redoks potentsiali qiymati katta bo'lgan sistemaning oksidlangan shakli redoks potentsiali qiymati kichik bo'lgan sistemaning qaytarilgan shakli bilan o'zaro ta'sirlashadi. Bunga asosan quyidagi ionli tenglamani yozish mumkin:



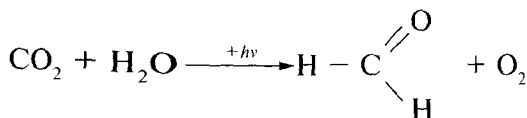
Mavzuni o'zlashtirishni mustaqil nazorat qilish uchun savol va masalalar

1. Kislorod ishtirokida boradigan fermentativ jarayonlarda kislorod H_2O yoki H_2O_2 gacha qaytarilishi mumkin. Bunda O_2 bilan bo'ladigan jarayonlarni ko'rsating.
2. Standart oksidlanish-qaytarilish potentsiali qiymati bilan oksidlovchi xususiyati orasida qanday bog'liqlik bor?
3. Metall ionlari saqlovchi biomolekulalar redoks potentsiali qiymati qanday omillarga bog'liq?
4. Redoks sistemasini qanday elementlardan tuzish mumkin?
5. Tarkibida temir saqlovchi fermentlarning redoks potentsiali kattaligi qanday? Turli birikmalarning redoks potentsiallari orasidagi farqi qanday tushuntiriladi?
6. Standart redoks potentsiallar qiymatini bilgan holda quyidagi oksidlanish-qaytarilish reaksiyasining yo'nalishini aniqlang:



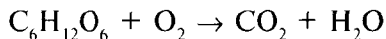
Vaziyatli masalalar

1- masala. Fotosintez – muhim biologik jarayon. Umumiy natija CO_2 ni HCOH gacha qaytarilishidan va suvni molekular kislorodgacha oksidlanishidan tashkil topgan. Boshlang'ich bosqichni



ko'rinishida ifodalash mumkin. Ushbu reaksiyaning elektron balansini tuzib tenglashtiring.

2- masala. Biologik oksidlanish barcha tirik hujayralarda boradigan oksidlanish reaksiyalarining yig'indisidir. Biologik oksidlanish mexanizmini umumiy ko'rinishda quyidagicha ifodalash mumkin:



Ushbu reaksiya koeffitsiyentlarni tanlang hamda glyukoza va kislorod orasida qanday jarayonlar borishini ko'rsating. Qaysi modda oksidlovchi, qaysisini qaytaruvchi bo'ladi?

Test savollari

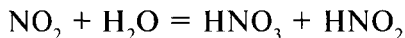
1. Eng kuchli oksidlovchini ko'rsating:

- a) K_2SO_4 ; b) $KMnO_4$; d) KOH ; e) K_2SO_3 .

2. Ham oksidlovchi, ham qaytaruvchi bo'la oladigan moddani ko'rsating:

- a) K_2SO_4 ; b) $KMnO_4$; d) K_2S ; e) K_2SO_3 .

3. Quyidagi oksidlanish-qaytarilish reaksiyasining turini ko'rsating:



- a) molekulararo oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi;
b) ichki molekulyar reaksiya;
d) disproporsiyalanish reaksiyasi;
e) sinproporsiyalanish reaksiyasi.

4. Qaysi modda faqat qaytaruvchi bo'ladi:

- a) NH_3 ; b) NO_2 ; d) N_2O_3 ; e) N_2O_5 .

5. Ichki molekular oksidlanish-qaytarilish reaksiyasini ko'rsating:

- a) $HCl + MnO_2 \rightarrow MnCl_2 + Cl_2 + H_2O$
b) $KMnO_4 \rightarrow K_2MnO_4 + MnO_2 + O_2$
d) $KMnO_4 + HCl \rightarrow MnCl_2 + KCl + Cl_2 + H_2O$
e) $Cl_2 + H_2O \rightarrow HCl + HClO$

6. Disproporsiyalanish reaksiyasini ko'rsating.

- a) $HCl + MnO_2 \rightarrow MnCl_2 + Cl_2 + H_2O$
b) $KMnO_4 \rightarrow K_2MnO_4 + MnO_2 + O_2$
d) $KMnO_4 + HCl \rightarrow MnCl_2 + KCl + Cl_2 + H_2O$
e) $Cl_2 + H_2O \rightarrow HCl + HClO$

7. Elektrod potentsiali qanday omillarga bog'liq?

- a) moddaning oksidlangan va qaytarilgan shakllari konsentratsiyasi nisbatiga;
- b) temperatura va muhit pH iga;
- d) erituvchi tabiatiga;
- e) javoblarning barchasi to'g'ri.

8. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi yo'nalishi qanday belgilanadi?

- a) standart potensial qiymati yuqori bo'lgan birikma oksidlangan shakli standart potensial qiymati kichik bo'lgan birikmalarning qaytarilgan shakli bilan o'zaro ta'sirlashadi;
- b) standart potensial qiymati kichik bo'lgan birikma oksidlangan shakli standart potensial qiymati kichik bo'lgan birikmalarning qaytarilgan shakli bilan o'zaro ta'sirlashadi;
- d) standart potensial qiymati yuqori bo'lgan birikma oksidlangan shakli standart potensial qiymati yuqori bo'lgan birikmalarning qaytarilgan shakli bilan o'zaro ta'sirlashadi;
- e) standart potensial qiymati kichik bo'lgan birikma oksidlangan shakli standart potensial qiymati yuqori bo'lgan birikmalarning qaytarilgan shakli bilan o'zaro ta'sirlashadi.

9. Elektrod potentsiali qiymatining oksidlangan va qaytarilgan shakllari konsentratsiyasiga bog'liqligi qaysi tenglama orqali ifodalanadi?

- a) Vant-Goff tenglamasi;
- d) Nernst tenglamasi;
- b) A.Verner tenglamasi;
- e) Vagner tenglamasi.

10. Ham oksidlovchi, ham qaytaruvchi bo'la oladigan moddani ko'rsating.

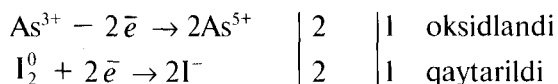
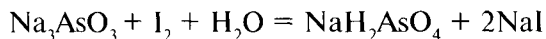
- a) HCl ;
- b) HNO_3 ;
- d) H_2O_2 ;
- e) H_2SO_4 .

LABORATORIYA ISHI

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida muvozanatni siljitish

1- tajriba. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari muvozanatini siljitishga muhit pH ining ta'siri.

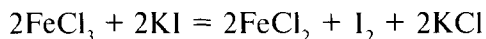
Probirkaga 5–6 tomchi 2% li (massa jihatdan) Na_3AsO_3 eritmasi va 3 tomchi 2% li (massa jihatdan) I_2 eritmasidan solinadi. Bunda As^{3+} As^{5+} gacha oksidlanishi tufayli I_2 rangi yo'qoladi.



Muvozanatni o'ngdan chapga siljitish uchun 8–10 tomchi 10% li HCl eritmasi va 1 tomchi kraxmal qo'shiladi. Eritma I₂ ajralib chiqishi tufayli ko'k rangga bo'yaladi. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida muvozanatni siljitishga *pH* ning ta'siri haqida xulosa chiqariladi.

2-tajriba. Kompleks birikma hosil bo'lishi natijasida oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari muvozanatining siljishi.

Probirkaga 3 tomchi 2% li FeCl₃ eritmasi va 1 tomchi shunday konsentratsiyali KI eritmasi tomiziladi:



Reaksiya natijasida yod ajralib chiqadi. Uni eritmaning rangi qizil-qo'ng'ir tusga kirishidan aniqlash mumkin. Komplekson III [Na₂H₂γ] konsentrlangan eritmasi qo'shiladi. Bunda eritma rangsizlanadi. Reaksiyaning o'ngdan chapga siljishi Fe³⁺ ning komplekson III bilan barqaror kompleks birikma hosil qilishi va uning natijasida [Feγ]¹⁻/[Feγ]²⁻ redoks potensialining kamayishi oqibatida ro'y beradi:



OKSIDLANISH-QAYTARILISH USULI BILAN TITRLASH. PERMANGANOMETRIYA USULI

Mashg'ulotning maqsadi. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining borish qonuniyatlarini bilgan holda biologik ob'ektlar va dorivor preparatlar hamda sanitariya-gigiena tavsifiga ega bo'lgan ob'ektlarni permanganometriya usulida aniqlash.

O'rganilayotgan mavzuning ahamiyati. Oksidlanish-qaytarilish usuli dorivor preparatlarni klinik va sanitariya-gigiena jihatidan tekshirishda keng qo'llanadi. Kaliy permanganatning yuqori oksidlovchilik xossasidan foydalangan holda uni biologik obyektlarda qaytaruvchilarni aniqlashda qo'llash mumkin. Permanganometriya usuli bilan siydikdagi siydik kislotaning, qon zardobidagi kalsiy ionining miqdorini, qonda qand moddasi va boshqalarni aniqlash mumkin. Kaliy permanganatning oksidlovchilik xossasidan tibbiyot amaliyotida keng foydalaniladi. Uning

0,1–0,55% li suvli eritmasi yaralarni yuvishga antiseptik vosita sifatida, 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.

Boshlang'ich bilim darajasi:

1. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining borish qonuniyatlari.
2. Elektron muvozanat va ion-elektron usulida oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini tuzish.

Mustaqil tayyorlanish uchun o'quv adabiyotlar:

4. *A.V. Babkov, G.H. Gorshkova, A.M. Kononov.* Практикум по общей химии с элементами количественного анализа. М., 1978, 135- bet.
1. *V.N. Alekseyev.* Miqdoriy analiz. М., 1972, 378- bet.
3. *I.K. Curovich.* Курс аналитической химии. М., 1985, 271- bet.
4. *X.H. Hakimov, A.Z. Tatarskaya, N.T. Olimxo'jayeva.* Umumiy kimyodan amaliy mashg'ulotlar. Т., 1993, 92–101- betlar.
5. *S.S. Qosimova, S.M. Masharipov, Q.O. Najimov.* Umumiy va bioorganik kimyodan amaliy mashg'ulotlar. Т., 2001, 56–61- betlar.

Darsda ko'riladigan savollar:

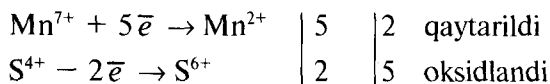
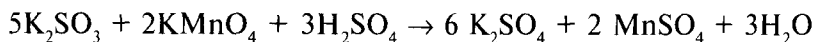
1. Permanganometriya usulining nazariy asoslari:
 - 1.1. Kaliy permanganatning kislotali, ishqorli va neytral muhitda qaytarilishi.
2. Oksidlovchi va qaytaruvchilarning ekvivalent molyar massasini hisoblash.
3. Kimyoviy reaksiya tenglamasi.
4. Qayta titrlash usulining mohiyati.
5. Permanganometriya usulining tibbiyotda qo'llanishi.
6. Laboratoriya ishi.

MA'LUMOTLAR YIG'INDISI

Permanganometrik titrlash usuli

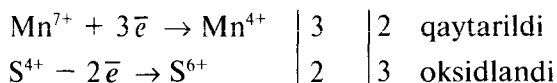
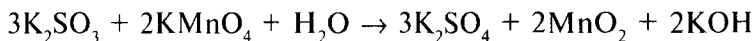
Permanganometriya usuli kaliy permanganatning qaytariluvchilarni oksidlash reaksiyalariga asoslangan. Kaliy permanganat kislotali, ishqorli va neytral muhitlarda oksidlovchi xossalarini namoyon qiladi.

1. Kislotali muhitda marganes Mn^{7+} dan Mn^{2+} gacha qaytariladi:



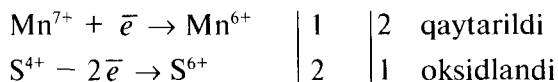
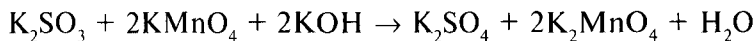
Kaliy permanganatning binafsha rangi rangsizlanadi.

2. Neytral muhitda marganes Mn^{7+} dan Mn^{4+} gacha qaytariladi:



Binafsha rangli kaliy permanganat qo'ng'ir rangli marganes (IV)-oksid cho'kmasigacha qaytariladi.

3. Ishqoriy muhitda marganes Mn^{7+} dan Mn^{6+} gacha qaytariladi:

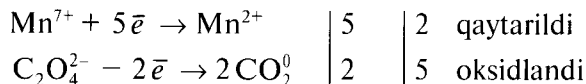
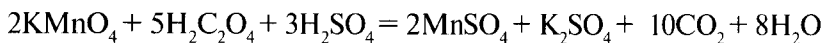


Binafsha rangli kaliy permanganat yashil tusli kaliy manganatgacha qaytariladi.

Permanganometriya usulida analiz har doim kislotali muhitda olib boriladi, chunki unda bu moddaning oksidlovchi xususiyati ko'proq namoyon bo'ladi, titrlashda esa uning tarkibiga kirgan binafsha rangli Mn^{7+} ioni rangsiz Mn^{2+} ionigacha qaytariladi. Ekvivalent nuqtaga erishilgandan so'ng kaliy permanganat ortiqcha tomchisining birinchisiyoq titrlanayotgan suyuqlikni pushti ranga 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.

Permanganometriya usulida oksidlovchining ekvivalent molyar massasini aniqlash lozim. Ma'lumki *modda ekvivalenti* deb oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida moddaning bir elektronga ekvivalent miqdoriga aytiladi, shuning uchun oksidlovchi yoki qaytaruvchi ekvivalent molyar massasini moddaning bir molekulasiga qabul qiladigan yoki yo'qotadigan elektronlar sonidan hisoblab chiqariladi. Oksidlovchi (qaytaruvchi)ning ekvivalent molyar massasini aniqlash uchun uning molyar massasini bir molekula oksidlovchi yoki qaytaruvchi qabul qilgan yoki yo'qotgan elektronlar soniga bo'linadi.

$KMnO_4$ eritmasi konsentratsiyasi boshlang'ich modda bo'lgan oksalat kislotaning standart eritmasi yordamida aniqlanadi. O'zaro ta'sirlashuv quyidagi reaksiya bo'yicha boradi:



Reaksiya natijasida KMnO_4 5 ta elektronni biriktirib olgani uchun ekvivalent molyar massasi uning molyar massasining 1/5 qismiga teng:

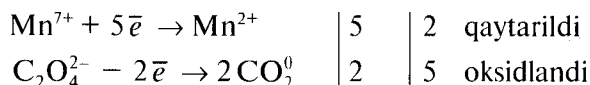
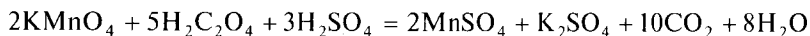
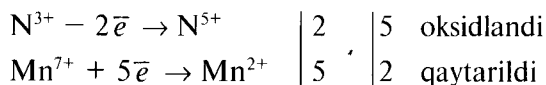
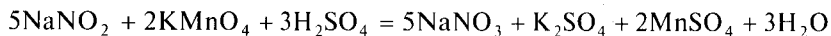
$$M\left(\frac{1}{5} \text{KMnO}_4\right) = \frac{158,03}{5} = 31,61 \text{ g/mol.}$$

Oksalat kislota reaksiya natijasida 2 ta elektron beradi, shuning uchun ekvivalent molyar massasi uning molyar massasining 1/2 qismiga teng:

$$M\left(\frac{1}{2} \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4\right) = \frac{126,07}{2} = 63,03 \text{ g/mol.}$$

Permanganometriya usuli qo'llanayotgan vaqtda qo'shimcha (kerak-siz) jarayonlar boradigan bo'lsa, qayta titrlash usulidan foydalaniladi.

Masalan, tibbiyotda ishlatiladigan 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 ozgina kislota qo'shib, natriy nitrit eritmasidan aniq hajmda qo'shiladi va kaliy permanganatning ortiqcha miqdori oksalat kislotaning standart eritmasi bilan titrlanadi.

Permanganometriya usuli klinik analizda keng qo'llaniladi. Bu usul bilan qondagi siydik kislota, qon plazmasidagi kalsiy, kaliy, qand moddasi miqdori, biosuyuqliklardagi oksidlovchi va qaytaruvchilar miqdori aniqlanadi. Sanitariya-gigiyenik analizda ichimlik suvning analizida qo'llaniladi.

Mavzu bo'yicha masalalar va ularni yechish namunalari

1- masala. KMnO_4 eritmasi konsentratsiyasini aniqlash uchun ishlatiladigan 0,0500 mol/l li 500 ml eritma tayyorlash uchun kerak bo'lgan oksalat kislota miqdorini aniqlang.

Berilgan:

$$V(\text{eritma}) = 500,00 \text{ ml} = 0,5 \text{ l}$$

$$M(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 126,1 \text{ g/mol}$$

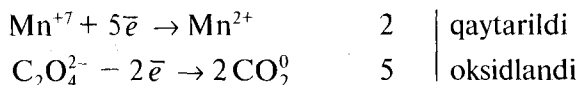
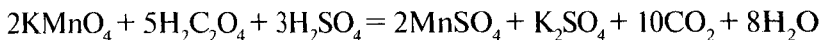
$$M(\text{KMnO}_4) = 158,0 \text{ g/mol}$$

$$c(1/2 \text{ H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 0,0500 \text{ mol/l}$$

$$m(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = ?$$

Yechish:

1. Reaksiya tenglamasi yoziladi:



$2\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ning ekvivalent molyar massasi:

$$M\left(\frac{1}{2} \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}\right) = \frac{M(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})}{2} = \frac{126,1}{2} = 63,0 \text{ g/mol}$$

2. 500,00 ml eritmadagi $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ massasi aniqlanadi:

$$m(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = \frac{M\left(\frac{1}{2} \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}\right) \cdot c\left(\frac{1}{2} \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4\right) \cdot V(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)}{1000};$$

$$m(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = \frac{63,0 \cdot 0,0500 \cdot 0,5 \text{ g} \cdot \text{mol} \cdot \text{l}}{1 \text{ mol} \cdot \text{l}} = 1,575 \text{ g.}$$

Javob: $m(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 1,575 \text{ g.}$

2- masala. 500,0 ml/li o'Ichov kolbasidagi suvda 0,8 g KMnO_4 eritildi. 20,00 ml/0,04741 mol/l oksalat kislotasi eritmasini titrlash uchun 18,30 ml KMnO_4 eritmasi sarf bo'ldi. KMnO_4 eritmasining ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titrini aniqlang.

Berilgan:

$$m(\text{namuna}) = 0,8 \text{ g}$$

$$V(\text{eritma}) = 500,00 \text{ ml}$$

$$V(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 20,00 \text{ ml}$$

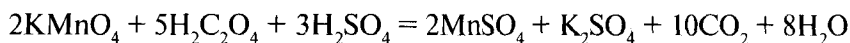
$$c(1/2 \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 0,0474 \text{ mol/l}$$

$$V(\text{KMnO}_4) = 18,30 \text{ ml}$$

$$M(\text{KMnO}_4) = 158,00 \text{ g/mol}$$

$$c\left(\frac{1}{5} \text{KMnO}_4\right) = ? \quad n(\text{KMnO}_4) = ?$$

Yechish. 1. Reaksiya tenglamasi yoziladi:



$$M\left(\frac{1}{5}\text{KMnO}_4\right) = 31,60\text{g/mol},$$

$$M\left(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}\right) = \frac{126,07}{2} = 63,03 \text{ g/mol}.$$

2. Ekvivalentlar qonuniga asoslanib eritmadagi oksidlovchi (kaliy permanganat) ning ekvivalent molyar konsentratsiyasini aniqlanadi:

$$c\left(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4\right) \cdot V(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = c\left(\frac{1}{5}\text{KMnO}_4\right) \cdot V(\text{KMnO}_4)$$

$$c\left(\frac{1}{5}\text{KMnO}_4\right) = \frac{c\left(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4\right) \cdot V(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)}{V(\text{KMnO}_4)};$$

$$c\left(\frac{1}{5}\text{KMnO}_4\right) = \frac{0,04741 \cdot 20,00}{18,30} \frac{\text{mol} \cdot l}{l \cdot \text{ml}} = 0,0518 \text{ mol/l}.$$

3. Eritmani titri aniqlanadi:

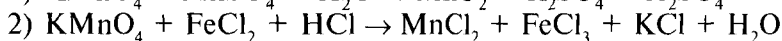
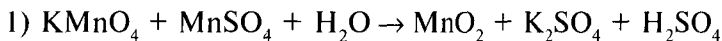
$$\tau(\text{KMnO}_4) = \frac{c\left(\frac{1}{5}\text{KMnO}_4\right) \cdot M\left(\frac{1}{5}\text{KMnO}_4\right)}{1000};$$

$$\tau(\text{KMnO}_4) = \frac{0,0518 \cdot 31,60}{1000} \frac{\text{mol} \cdot \text{g}}{\text{ml} \cdot \text{mol}} = 0,001637 \text{ g/ml}.$$

Javob: $c(1/5\text{KMnO}_4) = 0,0518 \text{ mol/l}$; $\tau(\text{KMnO}_4) = 0,001637 \text{ g/ml}$.

Mavzuni o'zlashtirishni mustaqil nazorat qilish uchun savol va masalalar

1. Permanganatometrik titrlash usuli qanday reaksiyalarga asoslangan?
2. Nima uchun titrimetrik analizda permanganat bilan oksidlash reaksiyalari ko'pincha kislotali muhitda olib boriladi?
3. Oksidlovchi va qaytaruvchining ekvivalent molyar massasi qanday aniqlanadi?
4. KMnO_4 ishqoriy muhitda qanday birikmagacha qaytariladi?
5. Quyidagi reaksiyalarda oksidlovchi va qaytaruvchilarning ekvivalent molyar massasini aniqlang:

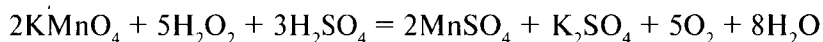


Vaziyatli masalalar

1. Ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,1020 mol/l bo'lgan 15,00 ml oksalat kislotani kislotali muhitda titrlash uchun 13,50 ml KMnO_4 eritmasi sarf bo'ldi. Kaliy permanganatning ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titrini aniqlang.

Javob: $c(\frac{1}{5} \text{KMnO}_4) = 0,1133 \text{ mol/l}$; $\tau(\text{KMnO}_4) = 0,003580 \text{ g/ml}$.

2. Sotuvdagi tibbiy preparat H_2O_2 dan 1,00 ml olib o'lehov kolbasida 100,00 ml gacha suv bilan suyultiriladi $c(\text{H}_2\text{O}_2) = 1,0 \text{ g/ml}$. Quyidagi reaksiya bo'yicha



titrlashda suyultirilgan eritmaning har 20,00 ml iga o'rtacha 16,90 ml 0,0198 mol/l KMnO_4 eritmasi sarf bo'ladi. Tibbiy preparatdagi H_2O_2 ning massa ulushini (%) aniqlang.

Javob: $\omega\%(\text{H}_2\text{O}_2) = 2,84\%$.

Test savollari

1. Ishqoriy muhitda Mn^{+7} qanday iongacha qaytariladi?

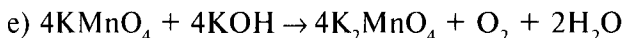
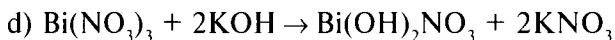
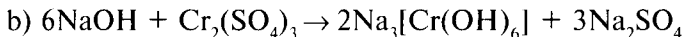
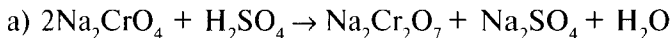
1. $\text{Mn}^{+7} \rightarrow \text{Mn}^{2+}$ 2. $\text{Mn}^{+7} \rightarrow \text{Mn}^{+4}$ 3. $\text{Mn}^{+7} \rightarrow \text{Mn}^{+6}$

a) 1 va 2; b) 1 va 3; d) 3; e) 1.

2. Permanganometriya usulida qanday indikator qo'llanadi?

a) metilzarg'aldoq; d) kraxmal;
b) fenolftalein; e) indikator ishlatilmaydi.

3. Quyidagi reaksiyalar ichida oksidlanish-qaytarilish reaksiyasini ko'rsating.



4. Kislotali muhitda Mn^{+7} qanday iongacha qaytariladi?

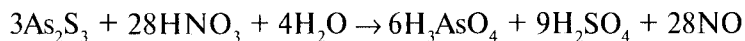
1. $\text{Mn}^{+7} \rightarrow \text{Mn}^{2+}$ 2. $\text{Mn}^{+7} \rightarrow \text{Mn}^{+4}$ 3. $\text{Mn}^{+7} \rightarrow \text{Mn}^{+6}$

a) 1 va 2; b) 1 va 3; d) 3; e) 1.

5. Turli xil muhitda KMnO_4 ning ekvivalent molyar massasi bir xilmi?

- a) ha; b) yo‘q; d) past temperaturada;
e) yuqori temperaturada.

6. Quyidagi oksidlanish-qaytarilish reaksiyasida qaysi elementning oksidlanish darajasi kamayadi?

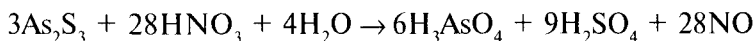


- a) S; b) As; d) N; e) H.

7. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida KMnO_4 qanday vazifani bajaradi?

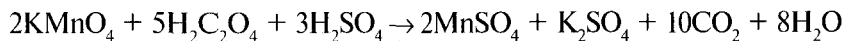
- a) oksidlovchi; d) ham oksidlovchi, ham qaytaruvchi;
b) qaytaruvchi; e) hech qanday vazifani bajarmaydi.

8. Quyidagi oksidlanish-qaytarilish reaksiyada qaysi elementlarning oksidlanish darajasi ortadi?



- a) As, N; b) As, S; d) S, N; e) As, H.

9. Quyidagi reaksiyada oksalat kislotaning ekvivalent molyar massasini aniqlang:



- a) $M(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$; d) $M(\frac{1}{2} \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$;
b) $M(\frac{1}{4} \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$; e) $M(\frac{1}{3} \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$.

10. Kimyoviy reaksiyalarda H_2O_2 qanday xossalarni namoyon qiladi?

- a) oksidlovchi; d) ham oksidlovchi, ham qaytaruvchi;
b) qaytaruvchi e) hech qanday xossani namoyon qilmaydi.

LABORATORIYA ISHI

1- tajriba. Kaliy permanganat eritmasi konsentratsiyasini aniqlash.

Ishning borishi. Kolbaga 10,00 ml H_2SO_4 eritmasi (1 : 4), 2,00 ml MnSO_4 ning to‘yingan eritmasi (katalizator) pipetka bilan o‘lchab

20,00 ml titrlangan oksalat kislotasi eritmasi solinadi va kaliy permanganat eritmasi bilan toki bir tomchidan 30 sekundda o'zgarmaydigan och pushti rang hosil bo'lguncha titrlanadi. Titrlashni yana 2 marta takrorlanadi. Natijalar jadvalga yoziladi. Bir-biriga yaqin natijalarning o'rta arifmetik qiymatini olinadi va kaliy permanganat eritmasi ekvivalentining molyar konsentratsiyasi va titrini hisoblanadi.

Tar. raq.	$V(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$, ml	$c(1/2\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$, mol/l	$V(\text{KMnO}_4)$, ml	$c(1/5\text{KMnO}_4)$, mol/l	$t(\text{KMnO}_4)$, g/ml
1					
2					
3					
O'rtacha qiymati					

Hisoblashni quyidagi tenglama bo'yicha olib boriladi:

$$c\left(\frac{1}{5}\text{KMnO}_4\right) = \frac{c\left(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4\right) \cdot V(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)}{V(\text{KMnO}_4)}, \text{ mol/l}$$

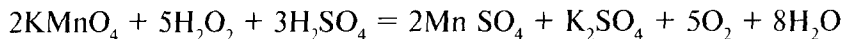
$$t(\text{KMnO}_4) = \frac{c\left(\frac{1}{5}\text{KMnO}_4\right) \cdot M\left(\frac{1}{5}\text{KMnO}_4\right)}{1000}, \text{ g/ml,}$$

$M\left(\frac{1}{5}\text{KMnO}_4\right)$ – kaliy permanganatning ekvivalent molyar massasi;

$M\left(\frac{1}{5}\text{KMnO}_4\right) = 31,60 \text{ g/mol.}$

2- tajriba. Eritmadagi vodorod peroksid massasini nazorat-analitik aniqlash.

Vodorod peroksid KMnO_4 bilan oksidlanish-qaytarilish reaksiyasida qaytaruvchi xossasini namoyon qiladi va jarayon quyidagi tenglama bo'yicha boradi:



Ishning borishi. Titrlash kolbasiga ma'lum hajmda (o'qituvchi nazorat vazifa sifatida beradi) H_2O_2 eritmasi solinadi. 3,0 ml H_2SO_4 eritmasidan (1 : 4) qo'shiladi va KMnO_4 eritmasi bilan pushti rang hosil bo'lguncha titrlanadi. Titrlashni yana 2 marta takrorlanadi. Natijalarni jadvalga yoziladi. Bir-biriga yaqin natijalardan o'rta arifmetik qiymat hisoblanadi.

Tar. raq.	$V(\text{H}_2\text{O}_2)$, ml	$c(1/5\text{KMnO}_4)$, mol/l	$V(\text{KMnO}_4)$, ml	$m(\text{H}_2\text{O}_2)$, g
1				
2				
3				
O'rtacha qiymati				

Hisoblashni quyidagi tenglama bo'yicha olib boriladi.

$$m(\text{H}_2\text{O}_2) = \frac{M(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}_2) \cdot V(\text{KMnO}_4) \cdot c(\frac{1}{5}\text{KMnO}_4)}{1000}, \text{ g}$$

bu yerda: $c(\frac{1}{5}\text{KMnO}_4)$ – KMnO_4 eritmasining ekvivalent molyar konsentratsiyasi; $M(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}_2)$ – H_2O_2 ning ekvivalent molyar massasi, $M(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}_2) = 17 \text{ g/mol}$.

3- tajriba. Natriy nitrit eritmasi ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titrini aniqlash (qayta titrlash).

Ishning borishi. Titrlash uchun kolbaga 25,00–30,00 ml KMnO_4 eritmasi solinadi, 10,00–15,00 ml 20% li sulfat kislota eritmasi va 20,00 ml natriy nitrit eritmasi qo'shiladi.

Kolba qopqog'ini yopib, ehtiyotkorlik bilan yaxshilab aralashiriladi va reaksiyani oxiriga yetkazish uchun 10–15 minut kutib turiladi. So'ngra eritma 70–80 °C gacha isitiladi va oksalat kislota eritmasi bilan kaliy permanganat rangi bir tomchidan butunlay yo'qolib ketguncha titrlanadi. Tajribani yana 2 marta takrorlanadi, natijalar jadvalga yoziladi. Bir-biriga yaqin natijalardan o'rta arifmetik qiymat olinadi va natriy nitrit eritmasining ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titri aniqlanadi.

Tar. raq.	$V(\text{KMnO}_4)$, ml	$c(1/5\text{KMnO}_4)$, mol/l	$V(\text{NaNO}_2)$, ml	$V(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$, ml	$c(1/2\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$, mol/l	$c(1/2\text{NaNO}_2)$, mol/l	$r(\text{NaNO}_2)$, g/ml
1							
2							
3							
O'rtacha qiymati							

$$c\left(\frac{1}{2} \text{NaNO}_2\right) = \frac{|V(\text{KMnO}_4) \cdot c\left(\frac{1}{5} \text{KMnO}_4\right) - [V(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) \cdot c\left(\frac{1}{2} \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4\right)]|}{V(\text{NaNO}_2)}, \frac{\text{mol}}{\text{l}},$$

$$r(\text{NaNO}_2) = \frac{c\left(\frac{1}{2} \text{NaNO}_2\right) \cdot M\left(\frac{1}{2} \text{NaNO}_2\right)}{1000}, \text{ g/ml}$$

OKSIDLANISH-QAYTARILISH USULI BILAN TITRLASH. YODOMETRIYA USULI

Mashg'ulotning maqsadi. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining borish qonunlarini bilgan holda yodometriya usuli bilan dorivor preparatlar miqdorini aniqlashni o'rganish.

O'rganilayotgan mavzuning ahamiyati. Titrlashning oksidlanish-qaytarilish usuli dorivor preparatlarni analiz qilishda, sanitariya-gigiena va klinik analizda keng qo'llanadi.

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, xinon, antipirin, vodorod peroksid, suvdagi erkin xlor, mis (II)-nitritlar va boshqalarni aniqlash mumkin. Moylardagi yod sonini aniqlash yog'larning oziq-ovqatga yaroqliligini baholashda katta ahamiyatga ega.

Boshlang'ich bilim darajasi:

1. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining borish qonunlari.
2. Elektron balans usulida oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini tuzish.

Mustaqil tayyorlanish uchun o'quv adabiyotlar:

1. *И.К.Цитович.* Курс аналитической химии. М., 1985, 282- bet.
2. *А.В.Бабков, Г.Н.Горшкова, А.М.Кононов.* Практикум по общей химии с элементами количественного анализа. М., 1978, 142- bet.
3. *В.Н.Алексеев.* Количественный анализ. М., 1972., 395- bet.
4. *Х.Н.Накимов, А.З.Татарская, Н.Т.Олимхо'jayeva.* Umumiy kimyodan amaliy mashg'ulotlar. T., 1993, 102–110- betlar.

Darsda ko'riladigan savollar:

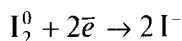
1. Yodometriya usulining nazariy asoslari:
 - 1.1. Yodometriya usuli bilan qaytaruvchilarning miqdorini aniqlash.

- 1.2. Yodometriya usuli bilan oksidlovchilarning miqdorini aniqlash.
2. Yodometriya usulining tibbiyotdagi ahamiyati.
3. Laboratoriya ishi.

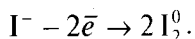
MA'LUMOTLAR YIG'INDISI

Yodometrik titrlash usuli

Bu usul erkin yod I_2 ning ion I^- holdagi yodgacha qaytarilishi bilan bog'liq bo'lgan oksidlanish jarayoniga asoslangan:

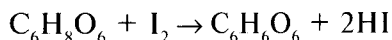


yoki I^- ionlarini I_2 gacha oksidlanishi:



Yodometriya usulida erkin yod nisbatan kuchsiz oksidlovchi, yod anioni I^- esa — kuchli qaytaruvchidir. Titrimetrik analizda yod eritmasidan foydalanib qaytaruvchilarni miqdorini aniqlashda va I^- eritmasidan foydalanib oksidlovchilar miqdorini aniqlashda foydalaniladi. I_2 eritmasi kraxmal ishtirokida ko'k rangga bo'yaladi. Biror qaytaruvchi eritmasini yod eritmasi bilan titrlansa, reaksiya tugaganda (ekivalent nuqtada) ortiqcha yod tomchisidan eritma ko'k rangga kiradi. Agar yod eritmasiga kraxmal ishtirokida qaytaruvchi eritmasi qo'shilsa, reaksiya tugaganda eritmaning ko'k rangi yo'qoladi.

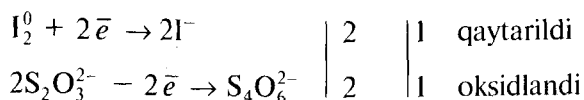
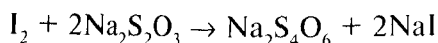
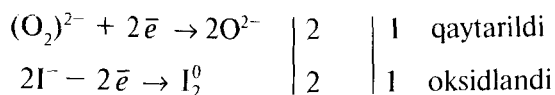
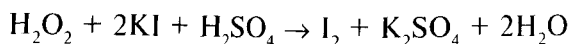
Qaytaruvchilar miqdori yod eritmasi bilan *to'g'ri titrlash* yoki *qayta titrlash* usuli bilan aniqlanadi. Masalan, I_2 eritmasidan foydalanib quyidagi reaksiya asosida askorbin kislotasi (qaytaruvchi) miqdorini aniqlash mumkin:



Qaytaruvchilar miqdorini *qayta titrlash usuli* orqali aniqlaganda tekshirilayotgan eritmaga ortiqcha miqdorda titrlangan yod eritmasi qo'shiladi. Aniqlanayotgan modda bilan yodning ekvivalent miqdori reaksiyaga kirishadi. Yodning ortiqcha qismi ishchi eritma — natriy tiosulfat bilan titrlab aniqlanadi. Shunday qilib, yodning umumiy va reaksiyaga kirishmagan qismlarini bilgan holda tekshirilayotgan moddaga ekvivalent bo'lgan yod miqdori hisoblanadi.

Oksidlovchilar miqdori o'rin *almashish usuli* bilan aniqlanadi. Bunda kislotali muhitda oksidlovchi eritmasiga ortiqcha kaliy yod eritmasi qo'shiladi.

Oksidlovchilarning KI ga ta'siri natijasida ekvivalent miqdorda molekular yod ajralib chiqadi. Ajralib chiqqan yod standartlangan natriy tiosulfat eritmasi bilan titrlanadi:



Shunday qilib, oksidlovchining miqdori ajralib chiqqan I_2 miqdoriga ekvivalent bo'lgan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ hajmiga ko'ra hisoblanadi. Bu usulda kraxmal – indikator, u yod bilan to'q ko'k rangli adsorbsion kompleks – oraliq birikma hosil qiladi.

Yodometriya usulida natijalarning aniqlik darajasi yuqori bo'lgani uchun bu usul klinik analizda keng qo'llaniladi. Yodometriya usuli bilan qondagi qand, peroksidaza fermenti miqdori, sanitariya-gigienik analizda – xlorli ohak tarkibidagi aktiv xlor, suvdagi qoldiq xlor miqdori aniqlanadi.

Mavzu bo'yicha masalalar va ularni yechish namunalari

1- masala. Margimush (III) oksid As_2O_3 miqdorini aniqlash yodometrik titrlash usuli bilan bajariladi. Bu preparat teri kasalliklarini davolashda va stomatologiyada nekrotik vosita sifatida qo'llanadi. Kamqonlik, darmonsizlik, asab charchaganda ichishga buyuriladi. 1,40 g preparatni 250,00 ml li o'lchov kolbasidagi suvda eritishdan hosil bo'lgan As_2O_3 massa ulushini (%) aniqlang. Hosil bo'lgan eritmaning 25,00 ml ni oksidlash uchun o'rtacha 24,40 ml / 0,0980 mol/l I_2 eritmasi sarf bo'lgan.

Berilgan:

$$m(\text{preparat}) = 1,40 \text{ g}$$

$$V(\text{eritma}) = 250,00 \text{ ml}$$

$$V(\text{As}_2\text{O}_3) = 25,00 \text{ ml}$$

$$V(\text{I}_2) = 24,40 \text{ ml}$$

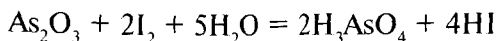
$$c(1/2\text{I}_2) = 0,0980 \text{ mol/l}$$

$$M(\text{As}_2\text{O}_3) = 197,8 \text{ g/mol}$$

$$\omega\%(\text{As}_2\text{O}_3) = ?$$

Yechish:

Reaksiyaning borish tenglamasi:



Bunda margimush anhidrid ekvivalent molyar massasi quyidagiga teng bo'ladi:

$$M\left(\frac{1}{4}\text{As}_2\text{O}_3\right) = \frac{M(\text{As}_2\text{O}_3)}{4} = \frac{197,82}{4} = 49,46 \text{ g/mol}.$$

Yodning ekvivalent molyar massasi:

$$M\left(\frac{1}{2}\text{I}_2\right) = \frac{M(\text{I}_2)}{2} = \frac{253,8}{2} = 126,9 \text{ g/mol}.$$

Ekvivalentlar qonuniga asosan As_2O_3 ning ekvivalent molyar konsentratsiyasi aniqlanadi:

$$c\left(\frac{1}{4}\text{As}_2\text{O}_3\right) \cdot V(\text{As}_2\text{O}_3) = c\left(\frac{1}{2}\text{I}_2\right) \cdot V(\text{I}_2),$$

$$c\left(\frac{1}{4}\text{As}_2\text{O}_3\right) = \frac{c\left(\frac{1}{2}\text{I}_2\right) \cdot V(\text{I}_2)}{V(\text{As}_2\text{O}_3)} = \frac{0,0980 \cdot 24,40}{25,00} \frac{\text{mol} \cdot \text{ml}}{\text{l} \cdot \text{ml}} = 0,09565 \text{ mol/l}.$$

Eritmaning titri aniqlanadi:

$$\begin{aligned} t\left(\frac{1}{4}\text{As}_2\text{O}_3\right) &= \frac{c\left(\frac{1}{4}\text{As}_2\text{O}_3\right) \cdot M\left(\frac{1}{4}\text{As}_2\text{O}_3\right)}{1000} = \\ &= \frac{0,09565 \cdot 49,46}{1000} \frac{\text{mol} \cdot \text{g}}{\text{mol} \cdot \text{ml}} = 0,004731 \text{ g/ml} \end{aligned}$$

250,00 ml eritmadagi As_2O_3 ning massasi aniqlanadi:

$$m(\text{As}_2\text{O}_3) = t(\text{As}_2\text{O}_3) \cdot V(\text{eritma}) = 0,004731 \cdot 250,0 \frac{\text{g} \cdot \text{ml}}{\text{ml}} = 1,1827 \text{ g}.$$

Preparatdagi As_2O_3 massa ulushi (%) aniqlanadi:

$$\omega\%(\text{As}_2\text{O}_3) = \frac{m(\text{As}_2\text{O}_3)}{m(\text{prepar.})} \cdot 100\% = \frac{1,1827 \cdot 100}{1,40} \frac{\text{g} \cdot \%}{\text{g}} = 84,48\%.$$

Javob: $\omega\%(\text{As}_2\text{O}_3) = 84,48\%$.

2- masala. H_2O_2 dezinfeksiyalovchi vosita sifatida yaralarni yuvish va chayish uchun ishlatiladi. Uning eritmasining 20,00 ml ni titrlash uchun o'rtacha 19,00 ml 0,0180 mol/l kaliy yodid eritmasi sarf bo'lgan. H_2O_2 eritmasining ekvivalent molyar konsentratsiyasini va titrini aniqlang.

Berilgan:

$$V(\text{KI}) = 19,00 \text{ ml}$$

$$c(\text{KI}) = 0,0180 \text{ mol/l}$$

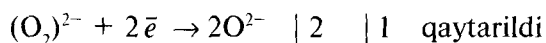
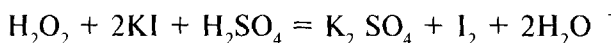
$$V(\text{H}_2\text{O}_2) = 20 \text{ ml}$$

$$M(\text{H}_2\text{O}_2) = 34,0 \text{ g/mol}$$

$$\omega\%(\text{H}_2\text{O}_2) = ? \quad c\left(\frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}_2\right) = ?$$

Yechish:

Reaksiyaning borish tenglamasi:



Bundan vodorod peroksid ekvivalent molyar massasi:

$$M\left(\frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}_2\right) = \frac{M(\text{H}_2\text{O}_2)}{2} = \frac{34}{2} = 17 \text{ g/mol}.$$

1. Ekvivalentlar qonuniga muvofiq H_2O_2 ekvivalent molyar konsentratsiyasi topiladi:

$$c\left(\frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}_2\right) \cdot V(\text{H}_2\text{O}_2) = c(\text{KI}) \cdot V(\text{KI}),$$

$$c\left(\frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}_2\right) = \frac{0,0180 \cdot 19,00}{20,00} \frac{\text{mol} \cdot \text{ml}}{\text{l} \cdot \text{ml}} = 0,0171 \text{ mol/l}.$$

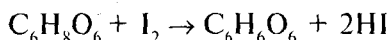
2. H_2O_2 eritmasining titri topiladi:

$$t(\text{H}_2\text{O}_2) = \frac{c\left(\frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}_2\right) \cdot M\left(\frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}_2\right)}{1000} = \frac{0,0171 \cdot 17,0}{1000} \frac{\text{mol} \cdot \text{g}}{\text{ml} \cdot \text{mol}} = 0,0002907 \text{ g/ml}.$$

$$\text{Javob: } c\left(\frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}_2\right) = 0,0171 \text{ mol/l; } t(\text{H}_2\text{O}_2) = 0,0002907 \text{ g/ml}.$$

Mavzuni o'zlashtirishini mustaqil nazorat qilish uchun savol va masalalar

1. Yodometrik analiz usuli nimaga asoslangan?
2. Nima uchun oksidlovchilarni yodometrik aniqlashda mo'l KI ishlatiladi?
3. Yodometrik titrlash usulida qaysi indikator ishlatiladi?
4. Askorbin kislota (C vitamini) yangi uzib olingan sabzavot va mevalarda ko'p bo'ladi. U organizmda oksidlanish-qaytarilish jarayonlarini boshqarib turadi. Askorbin kislota odam organizmida sintezlanmaydi. Organizmda C vitamini tanqisligi gipo- yoki avitaminoz rivojlanishiga olib keladi, bu esa singa (lavsha) kasalligining kelib chiqishiga sabab bo'ladi. Askorbin kislotaning miqdoriy analizi yodometrik usulda olib boriladi:



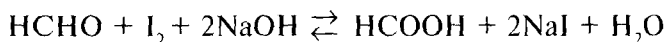
1,20 g preparatni 100,00 ml suvda eritishdan hosil bo'lgan askorbin kislotaning massa ulushini (%) hisoblang. Shu eritmadan 15,00 ml ni kraxmal ishtirokida titrlash uchun 21,00 ml 0,0973 mol/l konsentratsiyali yod eritmasi sarflangan. Askorbin kislota eritmasining ekvivalent molyar konsentratsiyasini aniqlang.

Vaziyatli masalalar

1. Yodning 5% (massa jihatdan) suv-spirтли eritmasi antiseptik vosita sifatida qo'llanadi. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ning standartlangan eritmasi bilan miqdoriy analiz qilinadigan bu eritmaning ekvivalent molyar konsentratsiyasini aniqlang ($\rho = 1,00 \text{ g/ml}$).

Javob: $c(\frac{1}{2} \text{I}_2) = 0,3940 \text{ mol/l}$.

2. Formaldegid miqdorini aniqlash uni yodning ishqoriy eritmasi bilan chumoli kislotagacha oksidlashga asoslangan:



Aniqlash qoldiq yodning natriy tiosulfat bilan qayta titrlash usulida bajariladi. Agar formaldegiddan 2,00 ml olib 100,00 ml li kolbada suyultirilgan va hosil bo'lgan eritmaning 10,00 ml iga 40,00 ml 0,01940 mol/l I_2 eritmasi qo'shilgan bo'lsa, uning formalindagi massa ulushini aniqlang. Yod qoldig'ini titrlash uchun 16,00 ml 0,01980 mol/l $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ eritmasi ($\rho = 1,00 \text{ g/ml}$) sarf bo'lgan.

Javob: $\omega\%(\text{HCHO}) = 1,86\%$.

Test savollari

1. Yodometrik titrlash usulida qanday indikator qo'llanadi?
a) lakmus; b) metilzarg'aldog'i; d) metilqizili; e) kraxmal.
2. To'g'ri titrlash usuli bilan qanday moddalarning miqdori aniqlanadi?
a) oksidlovchilarning; d) oksidlovchi va qaytaruvchilarning;
b) qaytaruvchilarning; e) to'g'ri javob yo'q.
3. O'rin armashish usuli bilan qanday moddalarning miqdori aniqlanadi?
a) oksidlovchilarning; d) oksidlovchi va qaytaruvchilarning
b) qaytaruvchilarning; e) to'g'ri javob yo'q.
4. Qayta titrlash usuli bilan qanday moddalarning miqdori aniqlanadi?
a) kislotalarning; d) keton va aldegidlarning;
b) asoslarning; e) to'g'ri javob yo'q.
5. Yod qaysi organda to'planadi?
a) suyakda; d) qalqonsimon bezda;
b) jigarda; e) me'da osti bezida.
6. Tibbiyotda yodning necha protsentli eritmasi ishlatiladi?
a) 2%; b) 5%; d) 10%; e) 8%.
7. Molekular yod kimyoviy reaksiyalarda qanday funksiyani bajaradi?
a) oksidlovchi; d) kuchsiz oksidlovchi;
b) qaytaruvchi; e) kuchsiz qaytaruvchi.
8. Yod ioni kimyoviy reaksiyalarda qanday funksiyani bajaradi?
a) oksidlovchi; d) kuchsiz oksidlovchi;
b) qaytaruvchi; e) kuchsiz qaytaruvchi.
9. Quyidagi reaksiyada $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ning ekvivalent molyar massasini ko'rsating:

$$2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{I}_2 \rightarrow 2\text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$$
a) $M(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$; d) $M(\frac{1}{3}\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$;
b) $M(\frac{1}{2}\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$; e) $M(\frac{1}{5}\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$.
10. Quyidagi reaksiyada I_2 ning ekvivalent molyar massasining aniqlang:

$$2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{I}_2 \rightarrow 2\text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$$
a) $M(\text{I}_2)$; b) $M(\frac{1}{2}\text{I}_2)$; d) $M(\frac{1}{3}\text{I}_2)$; e) $M(\frac{1}{5}\text{I}_2)$.

LABORATORIYA ISHI

1. Yod eritmasining ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titrini aniqlash

Ishning borishi. Titrlash uchun kolbaga 20,00 ml standartlangan natriy tiosulfat olinadi va 1,0 ml kraxmal ishtirokida och ko'k rang hosil bo'lguncha yod eritmasi bilan titrlanadi. Titrlash yana 2 marta takrorlanadi. Natijalar jadvalga yoziladi. O'rta arifmetik qiymatini olib hisoblash bajariladi.

Tar. raq.	$V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$, ml	$V(\text{I}_2)$, ml	$c(1/2 \text{I}_2)$, mol/l	$t(\text{I}_2)$, g/ml	Indikator
1					Kraxmal
2					
3					
O'rtacha qiymati					

Hisoblash quyidagi tenglama bo'yicha olib boriladi:

$$c\left(\frac{1}{2} \text{I}_2\right) = \frac{c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)}{V(\text{I}_2)}, \text{ mol/l};$$

$$t = \frac{c\left(\frac{1}{2} \text{I}_2\right) \cdot M\left(\frac{1}{2} \text{I}_2\right)}{1000}, \text{ g/ml}.$$

Yodning suvli-spirтли eritmasi tibbiyotda antiseptik vosita sifatida ishlatiladi. I_2 ning suvli-spirтли eritmasi KI ishtirokida tayyorlanadi: $\text{I}_2 + \text{KI} = \text{KI}_3$ hosil bo'ladi.

2. Suvli eritmalarda askorbin kislotasi massasini aniqlash (Nazorat-analitik aniqlash)

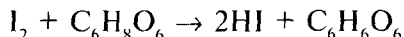
Ishning borishi. Titrlash kolbasiga askorbin kislotasi eritmasidan ma'lum hajmda (nazorat analitik vazifa tariqasida beriladi) olinadi va 1,00 ml kraxmal eritmasi qo'shib, ko'k rang hosil bo'lguncha bir tomchidan yod eritmasi bilan titrlanadi. Titrlashni yana 2 marta takrorlanadi. Tajriba natijalarini jadvalga yoziladi. Bir-biriga yaqin natijalar (hajmlar)dan o'rtacha arifmetik qiymatlari olib hisoblanadi. Natijalar jadvalga yoziladi.

Tar. raq.	$V(C_6H_8O_6)$, ml	$V(\text{kraxmal})$, ml	$V(I_2)$, ml	$m(C_6H_8O_6)$, g	Indikator
1					Kraxmal
2					
3					
O'rtacha qiymati					

Hisoblash quyidagi tenglama bo'yicha olib boriladi:

$$m(C_6H_8O_6) = \frac{c(\frac{1}{2}I_2) \cdot V(I_2) \cdot M(\frac{1}{2}C_6H_8O_6)}{1000}, \text{ g.}$$

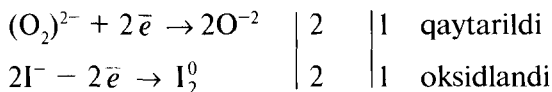
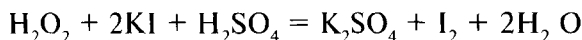
Askorbin kislota miqdorini aniqlash uning qaytaruvchi xossasiga asoslangan. Yod askorbin kislota ta'sirida rangsizlanadi:



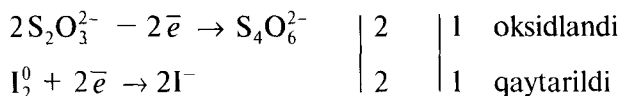
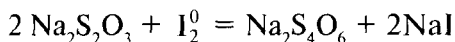
Yangi sabzavotlardan shovul, karam, lavlagi, kartoshka, mevalardan olma, qora smorodina, namatak, qora qand va boshqalar C vitamininga boy. Yana C vitamin – qichitqi o't va igna barglilarda ko'p bo'ladi. Bu vitamin qon ivishini tezlashtiradi va organizmni infeksiyalarga qarshiligini oshiradi.

3. Eritmadagi vodorod peroksid massasini nazorat-analitik aniqlash (o'rin almashish usuli)

Vodorod peroksid massasini o'rin almashish usulida aniqlash quyidagi reaksiyaga asoslangan:



Reaksiya natijasida ajralib chiqqan yodni natriy tiosulfat bilan titrlab olinadi:



Ishning borishi. Titrlash uchun kolbaga ma'lum hajmda (o'qituvchi nazorat analitik vazifa tariqasida beradi) vodorod peroksid olinadi, 3,0 ml (H_2SO_4) ($c(H_2SO_4) = 4,0 \text{ mol/l}$), 5,0 ml 5% li KI va 3 tomchi 30% li ammoniy molibdat (katalizator) qo'shiladi. Reaksiya to'liq tugallanishi uchun qorong'i joyda 10 min qoldiriladi, so'ngra ajralib chiqqan yod kraxmal ishtirokida standartlangan natriy tiosulfat eritmasi bilan titrlab olinadi. Kraxmalni eritma sariq somon rangga kirganda qo'shiladi. Hosil bo'lgan ko'k rang bir tomchi natriy tiosulfatdan rangsizlanishi kerak. Titrlashni yana 2 marta qaytariladi. Tajriba natijalari jadvalga yoziladi. Bir-biriga yaqin natijalardan o'рта arifmetik qiymatni olib, tekshirilayotgan eritmadagi vodorod peroksid massasi hisoblanadi:

Tar. raq	$V(H_2O_2)$, ml	$V(Na_2S_2O_3)$, ml	$c(Na_2S_2O_3)$, mol/l	$m(H_2O_2)$, g	Indikator
1					Kraxmal
2					
3					
O'rtacha qiymati					

Hisoblash quyidagi tenglamalar bo'yicha olib boriladi:

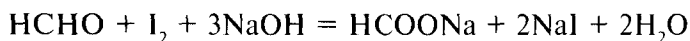
$$m(H_2O_2) = \frac{c(Na_2S_2O_3) \cdot V(Na_2S_2O_3) \cdot M(\frac{1}{2}H_2O_2)}{1000}, \text{ g},$$

bu yerda: $c(Na_2S_2O_3) - Na_2S_2O_3$ eritmasining molyar konsentratsiyasi;
 $M(\frac{1}{2}H_2O_2) - H_2O_2$ ekvivalent molyar massasi; $M(\frac{1}{2}H_2O_2) = 17,0 \text{ g/mol}$.

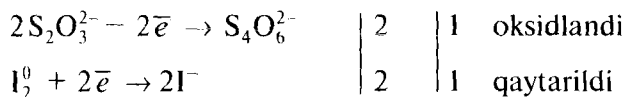
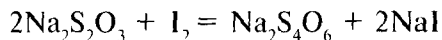
Vodorod peroksid eritmasi tibbiyotda shilliq pardalar yallig'lanishida chayish va surkash (stomatit, angina) hamda yiringli yaralarni davolashda keng ishlatiladi. Teri kasalliklarida vodorod peroksidan dezinfeksiyalovchi vositasi sifatida foydalaniladi.

4. Eritmadagi formaldegidni ekvivalent molyar konsentratsiyasi va titrini aniqlash (qayta titrlash)

Eritmadagi formaldegidni yodometriya usulida aniqlash quyidagi reaksiyaga asoslangan:



Tekshirilayotgan modda eritmasiga avvaldan ortiqcha olingan yod eritmasidan aniq hajmda qo'shiladi, so'ngra qoldiq yod standartlangan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ eritmasi bilan titrlanadi:



Tenglamadan ko'rinadiki, I_2 ning ekvivalent molyar massasi quyidagiga teng:

$$M\left(\frac{1}{2} \text{I}_2\right) = \frac{M(\text{I}_2)}{2} = \frac{253,8}{2} = 126,9 \text{ g/mol.}$$

Ishning borishi. Titrlash uchun kolbaga 5,00 ml formaldegid eritmasi o'lchab solinadi, 20,00 ml yod eritmasi (titrlangan) qo'shiladi va somon-sariq rang hosil bo'lguncha tomchilab 2,00 mol/l konsentratsiyali NaOH eritmasi qo'shiladi. Kolbani shisha bilan yopib, 4–5 minut qorong'i joyda saqlanadi. Eritmaga 2,00 mol/l konsentratsiyali 3 ml HCl qo'shiladi va aralashmani och sariq rangga kiringuncha natriy tiosulfatning standartlangan eritmasi bilan titrlanadi; 1 ml kraxmal qo'shiladi, bunda eritma ko'k rangga bo'yaladi va shu rang yo'qolguncha bir tomchidan titrlashni davom ettiriladi. Titrlashga sarf bo'lgan natriy tiosulfat eritmasining aniq hajmi belgilanadi. Titrlashni yana 2 marta takrorlanadi, natijalarni jadvalga yoziladi. Bir-biriga yaqin natijalardan o'rta arifmetik qiymatni olib hisoblanadi.

Tar. raq.	$V(\text{CH}_2\text{O})$, ml	$c(1/2 \text{I}_2)$, mol/l	$c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$, mol/l	$c(\text{CH}_2\text{O})$, mol/l	$t(\text{CH}_2\text{O})$, g/ml	Indikator
1						Kraxmal
2						
3						
O'rtacha qiymati						

Formaldegidning ekvivalent molyar konsentratsiyasi quyidagicha topiladi:

$$c(\text{CH}_2\text{O}) = \frac{V(\text{I}_2) \cdot c\left(\frac{1}{2} \text{I}_2\right) \cdot V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)}{V(\text{CH}_2\text{O})}, \text{ mol/l,}$$

$$t(\text{CH}_2\text{O}) = \frac{c(\text{CH}_2\text{O}) \cdot M\left(\frac{1}{2} \text{CH}_2\text{O}\right)}{1000}, \text{ g/ml.}$$

Formaldegid tibbiyotda dori moddalar olishda boshlang'ich mahsulot sifatida ishlatiladi. Uning 40% li eritmasi *formalin* deb ataladi. Formalin oqsilga ta'sir etib, uni suvda erimaydigan qiladi va chirishdan saqlaydi. Shuning uchun formalin anatomik preparatlarni konservatsiyalashda ishlatiladi.

Formalin yana qo'l yuvishda dezinfeksiyalovchi vosita sifatida, ko'p terlashda (0,5–1% li eritmasi), asbob-anjomlarni dezinfeksiyalashda, klizma uchun (1 : 2000–1 : 3000 eritmalari) ishlatiladi.

IV b o b

BIOGEN ELEMENTLAR

BIOGEN ELEMENTLAR KIMYOSI

Mashg'ulotning maqsadi. Talabalarni biogen elementlar kimyosi va sifat analizi asoslari bilan tanishtirish.

O'rganilayotgan mavzuning ahamiyati. Bionoorganik kimyoning biogen elementlar bo'limi kimyoviy elementlarning biologik jarayonlardagi ahamiyati va vazifalarini o'rganadi.

Odam organizmida juda ko'p kimyoviy birikmalar sintezlanadi. Bu birikmalarning bir qismi energiya manbai bo'lib, organizmning o'sishi va rivojlanishini ta'minlaydi, qolgan qismi esa chiqindi sifatida organizmdan chiqib ketadi.

6 ta element – uglerod, kislorod, vodorod, azot, oltingugurt va fosfor organizmning hayot faoliyati jarayonida moddalar almashinuvida (metabolizm) qatnashadi. Bulardan tashqari ko'pchilik elementlar – kremniy, vanadiy, marganes, kobalt, nikel, mis, molibden, yod, brom, rux va boshqalar organizmida ma'lum funksiyani bajaradi. Tirik organizmni asosan 78 ta element tashkil etadi, jumladan odam organizmining 90% ini biogen elementlar tashkil etadi.

Ko'pgina *s*- va *d*- elementlar hayotiy muhim va fiziologik faol biogen elementlardir. Shuningdek, ko'pgina I, II guruh *s*- elementlari va ba'zi *d*- va *p*- elementlar, asosan temir guruhchasi elementlarining dorivor preparatlari mavjud.

Moddalarning tarkibiy qismlarini aniqlashda sifat analizi katta ahamiyat kasb etadi. Sifat analizining asosiy maqsadi ayni moddaning sifat tarkibini aniqlash, ya'ni modda tarkibiga kiruvchi ionlarning yoki organik moddalar tarkibidagi ayrim funksional guruhlarini aniqlashdir. Sifat analizi tibbiyot amaliyotida biologik obyektlarni

tekshirishda keng qo'llanadi. Masalan, organizmdagi biologik suyuqliklarning, oziq-ovqat mahsulotlarining tarkibini aniqlashda ham sifat analizi usullaridan foydalaniladi.

Boshlang'ich bilim darajasi:

1. Elementlar xossalari D.I. Mendeleev davriy jadvalidagi joylashishiga ko'ra o'zgarishi qonuniyatlari.
2. Atomlarning elektron tuzilishi.
3. Molekulalardagi kimyoviy bog'lanish turlari.
4. Kimyoviy reaksiyalarning molekular va ionli tenglamalarini tuzish.

Mustaqil tayyorlanish uchun o'quv adabiyotlar:

1. *H.Л. Глинка*. Общая химия. 1984, 543–652- bet.
2. *С.С.Оленин, Г.Н.Фадеев*. Неорганическая химия. М., 1979, 241–372- betlar.
3. *В.Н.Алексеев*. Курс качественного химического полумикроанализа. М., 1973, 121–344- betlar.
4. *К.А.Селезнёв*. Аналитическая химия. М., 1973, 71–98- betlar.
5. *И.К.Цитович*. Курс аналитической химии. М, 1985, 102–131- betlar.
6. *Х.Х.Хакимов, А.З.Татарская*. Периодическая система и биологическая роль элементов. Т., 1985, 16–64- betlar.
7. *С.С.Касымова*. Биогенные элементы. Т., 1990.
8. *S.S.Qosimova, S.M.Masharipov, Q.O.Najimov*. Umumiy va bioorganik kimyodan amaliy mashg'ulotlar. Т., 2001, 88–103- betlar.
9. *Х.Н.Нахимов, А.З.Татарская, N.T.Olimxo'jayeva*. Umumiy kimyodan amaliy mashg'ulotlar. Т., 1993, 157–240- betlar.

Darsda ko'riladigan savollar:

1. Biogen elementlar kimyosi – kimyoviy elementlarning tirik organizmdagi biologik rolini o'rganishning asosi.
2. Biologik muhim *s*-elementlar.
3. Biologik muhim *d*-elementlar.
4. Biologik muhim *p*-elementlar.
5. *s*-elementlarning kimyoviy xossalari.
6. *d*-elementlarning kimyoviy xossalari.
7. *p*-elementlarning kimyoviy xossalari.
8. Tibbiyotda *s*-, *p*- va *d*-elementlar birikmalarining qo'llanishi.
9. Sifat analizi asoslari.
10. *s*-, *p*- va *d*-elementlar ionlariga sifat reaksiyalari.
11. Laboratoriya ishi.

MA'LUMOTLAR YIG'INDISI

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. Organizmda biogen elementlar ishtirokida boradigan reaksiyalarni *bionoorganik kimyo* fani o'rganadi. Elementlarning biologik ahamiyati ularning fizik-kimyoviy xossalari bilan belgilanadi.

Biogen elementlar tirik organizmdagi hayotiy jarayonlarda ahamiyatiga ko'ra 3 guruhga bo'linadi:

1. Tirik organizmlarning asosini tashkil qiladigan va ularning yetishmasligi patologik holatlarni keltirib chiqaradigan elementlar. Ularga: H, O, N, C, P, S, F, Cl, I, Se, Na, K, Mg, Ca, Mn, Fe, Co, Cr, V, Cu, Zn, Mo, Ti, B, Si kiradi.

2. Biogen bo'lmagan, ammo dorivor preparatlar tarkibiga kiradigan elementlar. Ularga: Ag, Au, Al, Pb, Sb, Bi, Pt kiradi.

3. Hozirgi kunda dorivor preparatlar tarkibiga kirmaydigan va ahamiyati oxirigacha o'rganilmagan elementlar.

Odam organizmidagi turli o'rganlar ba'zi elementlarni o'zida tutib qolib, ma'lum miqdorda to'playdi va shu organ faoliyati uchun bu elementlar ahamiyatga ega bo'ladi. Organizmda bu elementlar miqdorining kamayishi patologik holat keltirib chiqaradi. Shuning uchun bu elementlarni organizmga kiritish (yoki chiqarib yuborish) tibbiyot ilmining muhim masalalaridan hisoblanadi.

Hozirgi kunda 110 dan ortiq kimyoviy elementlar ma'lum bo'lib, ulardan 92 tasi tabiatda uchraydi. 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. Qolgan 12 ta elementlar (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.

O'simlik va hayvon organizmlari atrof muhitdan turli elementlarni o'zlashtiradi va o'zida to'playdi.

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, oltinugurt, xlor) ko'p miqdorda bo'ladi.

Biogen elementlarning sinflanishi quyidagi hususiyatlariga ko'ra olib boriladi.

Elektron tuzilishiga ko'ra:

- 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.

Bu 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 va boshqalar kiradi

- 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.

Biogen elementlar tirik organizmda bajaradigan funksiyasi, ahamiyati bo'yicha quyidagi 3 guruhga bo'linadi:

- organizmning hayot faoliyatida *muhim rol o'ynaydigan*, hayotiy zarur elementlar. Ularning organizmda yetishmasligi turli patologik holatlarga olib keladi. Bularga ko'pchilik makrobiogen va ba'zi mikrobiogen elementlar kiradi. Masalan: Na, K, Mg, Ca, Co, Cu, Fe, Zn va boshqalar;

- organizmning hayot faoliyatida *ahamiyatga ega bo'lishi mumkin bo'lgan* elementlar. Ularga organizmning biologik sistemalarida mavjud bo'lib, ishtiroki, ahamiyati oxirigacha o'rganilmagan elementlar kiradi. Masalan: Cr, Ni, Cd va boshqalar;

- biologik *faoliyati aniqlanmagan* elementlarga shu kungacha to'qimalarda uchrashi, ammo faoliyati o'rganilmagan elementlar kiradi. Masalan: Tl, In, La, Te, W va boshqalar.

BIOLOGIK MUHIM s- ELEMENTLAR

Natriy va kaliy I guruhning biogen s- elementlari bo'lib, organizmning normal faoliyati uchun juda muhim hisoblanadi. Ular odamning barcha organlarida mavjud. Bu elementlar makroelementlardir. Natriy ion ko'rinishida turli biomolekulalar tarkibiga kiradi. Odam organizmida ularning miqdori 0,25% ni tashkil etadi. Natriyga I sutkada

bo'lgan talab 4–7 g dir. Natriyning qondagi miqdori 0,32% ni tashkil qiladi. Uning ionlari organizmda suvni bir me'yorda ushlab turishga yordam beradi. U Mg^{2+} , Ca^{2+} , K^+ , Cl^- , ionlari bilan birga nerv impulslari o'zlashtirilishida va mushaklarning normal holatini saqlashda muhim ahamiyatga ega. Kaliy ioni hujayraning ichki suyuqliklari tarkibiga, natriy ioni esa hujayralararo suyuqlik tarkibiga kiradi. Qattiq kuyish oqibatida kelib chiqadigan shok holatlarida K^+ ionlarining shu suyuqliklarda etishmasligi kuzatiladi. Kaliy ionlari yurak va miyaning normal hayot faoliyati uchun zarurdir. Na^+ ionlari fosfat kislotalar birikmalari va organik kislotalar o'rtasidagi kislotalar-asosli muvozanatni saqlaydi. Kaliy ioni piruvatkinaza fermenti bilan birga fosfoenolpiruvatni enolpiruvatga aylantirishda ishtirok etadi. Bu organizm uchun eng muhim bo'lgan jarayonlardan birini oxirgi reaksiyasi hisoblanadi. Organizmga Na^+ va K^+ ionlari sabzavot va mevalar bilan kiradi.

II guruh biogen s- elementlari – Mg va Ca makroelementlardir.

Magniy ionlari 15 dan ortiq fermentni faollaydi. Bu element ATF ni AMF ga o'tishida qatnashadi. Mg organizmga antiseptik va qon tomirlarni kengaytiruvchi ta'sir etadi, qon bosimini kamaytiradi, o'simliklarda xlorofill tarkibining 2% i tashkil etadi.

Magniy ionlari ribosomalar tarkibiga kirib, ularda oqsil molekulasini bog'lovchi ko'priqchalar vazifasini bajaradi. Magniyning zarur miqdorini organizm meva va sabzavotlardan oladi. Mg asosan o'rik, shaftoli, gulkaram, karam, kartoshka, pomidor tarkibida bo'ladi. Oziq ovqatlardagi magniy ionining faqatgina 40 % ini organizm o'zlashtiradi. O'zlashtirilgan magniy ionlari jigarda to'planadi, keyin mushak va suyaklarga o'tadi. U uglevodlar almashinuvini yaxshilaydi, suyaklarda Ca bilan birga muhim element hisoblanadi. Kalsiy-magniyli muvozanat buzilganda barcha magniy suyak va mushaklarga o'tib kalsiyni siqib chiqaradi va magniyli raxit kelib chiqadi. Magniy miya faoliyatida ham katta ahamiyatga ega. Bu ion ta'sirida nerv impulslarini o'tkazish jarayonlari, mushaklar qisqaruvi kuzatiladi.

Kalsiy o'ta zarur hayotiy elementdir. U organizmda ion ko'rinishida oqsillar va lipidlar bilan bog'langan holda bo'ladi. Kalsiy organizmga o'simlik oziqlari va sut orqali tushadi. Odam organizmining 2% ni tashkil etadi. Uning asosiy qismi suyak va tish to'qimalarida fosfatlar, karbonatlar, fluoridlar shaklida bo'ladi.

To'qimalarda kalsiyning konsentratsiyasi oz bo'ladi.

Normal holdagi odam qonida kalsiy 9–11 mg · % miqdorida bo'ladi. Bu miqdorning kamayishi asab sistemasining qo'zg'aluvchanligini oshiradi. Ionlashgan kalsiy qon ivishida va muskullarning qisqaruvi va bo'shashuvida ishtirok etadi. Uning sintezi D vitaminiga bog'liq. D vitamini organizmda kalsiy almashinuvini boshqaradi. Odam organizmiga tushgan kalsiy ichaklarning shilliq qavatida saqlanadigan maxsus oqsil

moddasi bilan bog'lanadi va organizmda tutib qolinadi. O'z navbatida bu oqsilning sintezlanishi D vitamini miqdoriga bog'liq bo'lib, uning organizmda kamayishi bu oqsilning sintezlanishi va demak kalsiy ionining o'zlashtirilishini qiyinlashtiradi va oqibatda raxit keltirib chiqaradi.

Ca^{2+} ionlari qator ishqoriy-yer metallar, masalan, stronsiy bilan almashinishi mumkin. Bu holda kasbiy kasalliklar kelib chiqadi.

Organizmda kalsiy miqdori ortib ketsa, u toksik ta'sir ko'rsatishi mumkin. Ba'zi kalsiy almashinuvi buzilgan jarayonlarda glaukoma, ateroskleroz, siydik-tosh kasalliklari, podagra kelib chiqadi.

BIOLOGIK MUHIM d- ELEMENTLAR

d- elementlar fiziologik faol elementlardir. Ular hayotiy zarur elementlar hisoblanib, qon hosil bo'lishi kabi muhim jarayonlarda ishtirok etadi. Ular ko'pgina fermentlar tarkibiga kiradi, tirik hujayra-ning bioredoks jarayonlarida ishtirok etadi. Biogen d- elementlar ichida o'zgaruvchan elementlar, ya'ni d pog'onachasi to'lmagan elementlar katta ahamiyatga ega. Ularga Cu, Zn, Mn, Fe, Co, Ni, Cr, Mn, Mo va boshqalar kiradi.

Mis – I guruh biogen d- elementidir. U organizm faoliyatida muhim ahamiyatga ega. Uning fiziologik deposi jigar, suyak va bosh miya hisoblanadi. Mis organizmning $1 \cdot 10^{-4} \%$ ini tashkil etadi. Organizmning 1 sutkadagi misga bo'lgan ehtiyoji 2–3 mg ni tashkil etadi.

Mis organizmda oqsillar, fermentlar va vitaminlar bilan kompleks holda bo'ladi. Oqsillar va fermentlar, masalan oksidaza, laktaza, askarbinoksidaza tarkibiga kirib, fermentativ oksidlanish jarayonida faol qatnashadi.

Mis oksidlanish-qaytarilish fermenti bo'lgan – sitoxromoksidaza tarkibiga kiradi, u seruloplazmin molekulasining ajralmas qismidir. Uning miqdorining o'zgarishi patologik holatlarni keltirib chiqaradi. Miya va jigarda Cu ning ortiqcha miqdorda to'planishidan Vilson kasalligi kelib chiqadi.

Mis almashtirib bo'lmaydigan mikroelementdir. Qon zardobidagi misning asosiy qismi oqsil moddalari (α - globulinlar) bilan birikkan holda bo'ladi. Bu kompleks *seruloplazmin* deyiladi. U jigarda sintezlanadi, keyin qon tarkibiga o'tadi.

Tirik organizmda qon hosil bo'lishida mis maxsus vazifani bajaradi. Ba'zi fikrlarga ko'ra u noorganik temirni gemoglobinli temirga aylantirishda zarur bo'ladi. Mis retsikulotsitlarning eritrotsitga o'tishini ta'minlaydi. Uning organizmda etishmasligi o'tkir anemiyani, diareya (yosh bolalarda), Menxes kasalligini keltirib chiqaradi. Menxes

sindromi bolalarda mis ioni soʻrilishining genetik deffektidan kelib chiqadi. Uning tavsifli belgilari: miya rivojlanishda orqada qolishi, gipotermiya, uzun suyaklar uchlari emirilishi va h.k.

Mis fermentativ jarayonlarda elektronning tashilishini, ularni kompleks hosil qilishini tezlashtiradi hamda fermentlarning uchlamchi tuzilishini saqlashda yordam beradi. Mis insulinning insulinazaga oʻtishini katalizlovchi fermentning faolligini kamaytirishi mumkin.

Mis baʼzi fermentlarning faolligini oshirishi mumkin. Bu fermentlar oksidlanishda, teri orqali nafas olishda, immun jarayonlarda, pigmentatsiyada qatnashadi.

Rux II guruh biogen *d*- elementi boʻlib, organizmda uning miqdori $1 \cdot 10^{-3} \%$ ni tashkil etadi. Organizmga 1 sutkada 10–15 mg rux talab qilinadi. Rux organizmga oziq-ovqatlar bilan tushib, ingichka ichakning yuqori qismlarida soʻriladi. Keyin jigarga borib, depolanadi va talabga koʻra sarflanadi. Ruxning katta qismi koʻzning shox pardasida boʻladi, ichki sekretsiya bezlarida, jigarda, mushaklarda uchraydi.

Rux ioni qator fermentlarga kofaktor vazifasini bajaradi. Masalan: karboangidraza, karboksipeptidaza, alkololdegidrogenaza va h.k. Rux insulin tarkibiga kiradi va qand almashinuviga taʼsir etadi. Ovqatda ruxning yetishmasligi organizm oʻsishning sekinlashuviga, soch toʻkilishiga, jinsiy faoliyatning oʻzgarishiga olib keladi.

Rux almashtirib boʻlmaydigan mikroelementlarga kiradi. U yogʻ, uglerod, oqsil almashinuvida faol ishtirok etadi.

Rux ionlari ishqoriy fosfotazani faollashtiradi. Rux gipofiz gormonlarini va jinsiy gormonlarni faollashtiradi, qon hosil boʻlishida ishtirok etadi, organizmdan CO_2 ning chiqib ketishini taʼminlaydi.

Marganes VII guruh biogen *d*- elementi boʻlib, odam organizmida uning miqdori $1-10^{-3} \%$ ni tashkil etadi. Oziq-ovqat mahsulotlaridan lavlagi, pomidor, soya, yashil nohat, kartoshkada koʻp uchraydi.

Marganesning koʻpgina qismi mushaklarda, bosh miyada, buyrakda, jigarda, qalqonsimon bezda, suyaklarda, taloqda uchraydi. Odam organizmining marganesga sutkalik ehtiyoji 6 mg atrofida. Bola organizmining bu elementga ehtiyoji katta, chunki bu element uning normal oʻsishi va rivojlanishiga taʼsir koʻrsatadi.

Marganes 8 xil oksidlanish darajasini namoyon eta oladi, biologik sistemalarda asosan 2 tasi uchraydi: Mn^{2+} va Mn^{3+} , baʼzan Mn^{4+} ham boʻlishi mumkin. Marganesning anion xili uchrashi ehtimoli deyarli yoʻq. Mn^{2+} ioni Mn^{3+} ga oʻxshash xossaga ega boʻlganligi uchun DNK komplekslarida Mn^{2+} ni almashtirib turishi mumkin. Mn^{3+} ning koʻpgina komplekslari, masalan, $[\text{Mn}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]$ barqaror hisoblanadi. Bu element

ham organizmning o'sishi va rivojlanishida, ko'payishida, hujayra bo'linishida, gormonlar ta'sirini oshirishda ishtirok etadi. Uning ishtirokisiz fotosintez jarayoni amalga oshmaydi. Odam va ba'zi jonivorlar qonida 0,02 mg/l miqdorda uchraydi. Marganes temir, mis va kobalt bilan birga qon hosil bo'lishida qatnashadi, antitelolar hosil bo'lishini tezlashtiradi. Marganes qand miqdorini kamaytiradi, ateroskleroz rivojlanishini to'xtatadi. Qator fermentlarni masalan, dehidrogenaza va dekarboksilazani faollaydi. Bu fermentlarsiz spetsifik metabolitik jarayonlar bormaydi, masalan, siydikning hosil bo'lishi.

Marganes tutgan metallofermentlar gidrolitik va oksidlanish-qaytarilish jarayonida ishtirok etadi.

Marganes B₁ va E vitaminlarining almashinuviga ta'sir ko'rsatadi. Oqsil va mineral almashinuvlarini ta'minlaydi. Uning oziq-ovqatlarda yetishmasligi patologik semirish, suyak rivojlanishida buzilish, endemik buqoq kasalliklarini keltirib chiqaradi.

Marganes skelet shakllanishida, immunitet reaksiyalarida, qon hosil bo'lishida, teri orqali nafas olishda qatnashadi. Marganetsning ortiqcha miqdori zaharli ta'sir ko'rsatadi va turli asab kasalliklarini keltirib chiqaradi.

Temir oilasiga temir, kobalt, nikel kiradi. Bu elementlar fiziologik faol va almashtirib bo'lmaydigan elementlar hisoblanadi.

Temir tabiatda eng keng tarqalgan element bo'lib, organizmdagi uning miqdori $1 \cdot 10^{-5}$ % ni tashkil etadi. U o'simliklarda, odam va hayvonlar organizmida muhim fiziologik funksiyani bajaradi. Odam organizmida 4–5 g miqdorda temir bo'ladi. Organizmda temir yetishmasa gemoglobin miqdori kamayib, anemiya kelib chiqadi. Uning asosiy deposi eritrotsitlar, jigar, taloq hisoblanadi. Temirning 60–72% gemoglobinda ekanligini hisobga olsa, qon hosil bo'lishida ahamiyati juda katta deb aytish mumkin. Gemoglobinda temir gemning porfirin halqasi bilan xelat kompleks hosil qiladi. Gemoglobin 2 funksiyani bajaradi: o'z atomlari bilan kislorodni bog'lab olib, uni o'pkadan mushaklarga tashiydi va mioglobinga uzatiladi. Keyin aminoguruhlar yordamida karbonat anhidridni bog'lab, qayta o'pkaga yuboradi.

Kompleks birikmalarda temir bilan bog'langan ligand tabiatiga ko'ra temir 2 xil valent holatida bo'lishi mumkin: Fe²⁺ – gemoglobinda, mioglobinda, Fe³⁺ – katalaza va oksidazada.

Oqsil bilan birikkan temir birikmalari turli vazifalarni bajaradi. Gemoglobin kislorod tashiydi, mioglobin bog'langan holatda saqlaydi, c- sitoxrom oksidaza kislorodni suvgacha oksidlaydi, P₄₅₀- sitoxrom

kislorod bilan oksidlanishni katalizlaydi, *b*- sitoxrom va *c*- sitoxrom elektron tashish vazifasini bajaradi.

Tabiatda temir tutgan juda ko'p oqsil birikmalar mavjud. Ular oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida, fotosintez jarayonida elektron tashishda, azot va kislorod fiksatsiyasida va h.k. larda ishtirok etadi. Ularga 1 dan 8 tagacha temir atomlari kiradi. Ular o'zaro sistein qoldiqlari bilan bog'lanadi.

Kobalt kuchli biologik faollikka ega. U muhim hayotiy ahamiyatga ega bo'lgan mikroelement. Kobaltning organizmdagi miqdori $1 \cdot 10^{-6}$ % ni tashkil etadi. Uning asosiy deposi jigar, buyrak, qon va taloq, oshqozon osti bezi, gipofiz, tuxumdondlar, suyak to'qimalari. Bir sutkada organizmning kobal'tga bo'lgan ehtiyoji 0,001 mg. U B₁₂ vitamini – sianokobalamin tarkibiga kiradi. Kobalt B₁₂ vitaminining 4,0% ini tashkil etadi. U ko'pgina fermentlar sintezida, qalqonsimon bez gormonlari, gemoglobin va boshqalar sintezida ishtirok etadi. Uning yetishmasligi yomon oqibatli anemiyani keltirib chiqaradi. U ko'pgina fermentlarni faollaydi. Kobalt tuzlari organizmda nikatinamid va piridoksin to'planishini kuchaytiradi. Organizmda kobaltning ko'payib ketishi qalqonsimon bez faolyatini susaytiradi.

Nikel biosistemalardagi faoliyatiga ko'ra kobaltga yaqinroq. Odam organizmida nikelning miqdori $1 \cdot 10^{-6}$ % ni tashkil etadi. U jigarda, buyrakda, me'da osti bezida, gipofizda, terida, ko'zda uchraydi. Hozirgi kunda nikelning fermentativ jarayonlarga ta'siri aniqlangan. U angidraza fermentini faollaydi, oksidlovchilik jarayoniga ta'sir etadi va uglevod almashinuvida qatnashadi. Nikel insulin tarkibiga kiradi.

Xrom va molibden VI guruhning fiziologik faol *d*- elementlaridir. Xrom o'simlik dunyosida keng tarqalgan, ammo uning fiziologik faoliyati kam o'rganilgan. U sochda va tirnoqlarda to'planadi. Odam organizmida $1 \cdot 10^{-5}$ % ni tashkil etadi. U glukoza almashinuvida ishtirok etadi. Ba'zi ma'lumotlar uning xossalari, marganes xossalari bilan o'xshashligidan dalolat beradi.

Molibden ham o'simlik dunyosida keng tarqalgan. Odam organizmida $1 \cdot 10^{-5}$ % uchraydi. U jigarda, buyrakda, buyrak usti bezida, ko'zda to'planadi. Molibden o'sishni tezlashtiradi, organizmda uning miqdori ortib ketishi esa molibdenli podagrani keltirib chiqaradi.

BIOLOGIK MUHIM *p*- ELEMENTLAR

Uglerod – organizmdagi barcha organik birikmalarning asosidir. U organizmga oziq-ovqat mahsulotlari bilan tushadi, shuningdek ichimlik suvi bilan karbonatlar va bikarbonatlar ko'rinishida o'tadi. Organizmdan nafas chiqarish orqali 90% i chiqib ketadi. U asosiy

makrobiogen elementlardan biridir. Organizmdagi miqdori 20,2% ni tashkil etadi. Uning 52% i oqsillar tarkibida bo'ladi, 37% i DNK va RNK, fermentlar, gormonlar, vitaminlar tarkibida bo'ladi.

O'pkaga uzoq vaqt ko'mir changi kirs, antrakoz kasalligi kelib chiqadi.

Azot – makrobiogen elementlardan biri. Hujayraning asosiy tarkibi bo'lgan protoplazma va yadro oqsil moddalaridan tuzilgan. Oqsil azotsiz mavjud bo'lmaydi, oqsilsiz hayot yo'q. Oqsilning birlamchi tuzilishini aminokislotalar tashkil etadi.

Oqsil tarkibiga o'rtacha 15–17% azot kiradi. Azot shuningdek, fermentlar, ko'pgina gormonlar, vitaminlar tarkibida bo'ladi. Tirik organizmda doimo hujayralarning buzilishi va qayta tiklanishi boradi. Azot odam organizmining 3% ni tashkil etadi. Odam organizmi azotni havodan emas, balki tarkibida azot bo'lgan birikmalardan oladi. Uzoq vaqt oqsilsiz ovqatlar iste'mol qilish organizmda azot miqdori kamayishiga olib keladi. Aqliy mehnat bilan shug'ullanadigan katta yoshdagi odamlar organizmidagi azotga bo'lgan ehtiyoji 100 g, jismoniy mehnatda esa 130–150 g. Oqsillar hazm bo'lish jarayonida aminokislotalargacha parchalanadi. Aminokislotalar o'z navbatida oqsillar biosinteziga, boshqa moddalar energiya sarfiga va boshqa jarayonlarga sarf bo'ladi.

Barcha antibiotiklar – tabiiy moddalar bo'lib, mikroorganizmlarni o'ldiradi yoki o'sishini to'xtatadi. Bu moddalarning tarkibida ham azot bo'ladi.

Ko'pgina dorivor preparatlar – aminokislotalar, vitaminlar, gormonlar tarkibida azot hayot faoliyatiga zarur ko'rinishida bo'ladi.

Fosfor azot kabi organizm uchun muhimdir. Organizmga o'simliklar orqali tushadi.

Odam organizmida fosfor 1,16% ni tashkil etib, uning 86% i qiyin eruvchi kalsiy fosfat ko'rinishida suyak va tishlarda bo'ladi. Fosforning bir qismi yumshoq to'qimalar tarkibiga kiradi. Fosfat kislota yuqori energetik birikmalar hosil bo'lishida asosiy rol o'ynaydi (masalan, ATF, uglevod almashinuvida ham), DNK, RNK tarkibiga kiradi, fosfolipidlar, bufer sistemalar tarkibiga kiradi.

Bir sutkada organizm 2,94g fosfor talab qiladi. Uning katta qismi sut, go'sht, parranda, baliq, non, sabzavotlar orqali organizmga tushadi. Bu mahsulotlardagi fosforning 70% i organizmga so'riladi.

Kislorod ham makroelementlardan biri bo'lib, organizmda 65% ni tashkil etadi. U uglevodlar, oqsillar, barcha organlar, biologik suyuqliklar va boshqalar takribida bo'ladi.

Kislorodga boy bo'lgan keng tarqalgan modda suv hisoblanadi. Suv faqat hayotiy jarayonlar kechadigan muhitgina emas, balki kimyoviy biologik jarayonlarda ham faol ishtirok etuvchi moddadir.

Kislorod karbonat kislota bilan birgalikda nafas olish va qon tomir harakati markazlarini ishga soladi. U g'ovvoslar, o't o'chiruvchilar va tog'-kon qurilmalarida (nafas olish uchun) va tibbiyotda keng qo'llanadi.

Oltinugurt odam organizmining 0,16% ini tashkil qiladi. U organizmning almashtirib bo'lmaydigan komponenti hisoblanadi, chunki u ko'pgina oqsillar, aminokislotalar, gormonlar, vitaminlar, nuklein kislotalar va h.k. tarkibiga kiradi. Tirik organizmda oltinugurtli aminokislotalar sulfatlargacha, qisman tiosulfatlargacha oksidlanadi va elementar oltinugurt ham hosil bo'ladi.

Ftor yer po'stida keng tarqalgan bo'lib, asosan birikmalar tarkibida uchraydi. Odam organizmida $1 \cdot 10^{-50}\%$ uchraydi. Oziq-ovqatlar bilan organizmga sutkasiga 1 m/ tushadi. Suvdagi ftor miqdori odam va hayvonlar tishiga ta'sir ko'rsatadi. Normal holatda 1 / suvda 1 m/ ftor bo'lishi kerak, suvda ftor miqdorining kamayishi karies (tish chirishi)ga olib keladi.

Ftor organizmda kalsiy, magniy va boshqa ferment sistemalarining aktivatorlari bilan kompleks holda bo'ladi. Ftor organizmga ko'p miqdorda kiritilsa yo'dning o'rnini egallab qalqonsimon bez faoliyatini buzadi.

Ftor ko'pgina neyroleptik preparatlar tarkibiga kiradi, ftorfenazin shizofreniyada ishlatiladi. Ftor uratsil, ftorafur kabilar xavfli o'smalarda, ftoronat – yallig'lanish va allergik teri kasalliklarida ishlatiladi.

Xlor makroelement bo'lib, faol metalloid, sariq tusli o'tkir hidli gaz. U nafas olish yo'llariga ta'sir etadi, yo'tal va qizib achishish, xatto bo'g'ilishgacha olib keladi. Shuning uchun uning havodagi miqdori 0,001 mg/l dan oshmasligi zarur.

Odam organizmida $1 \cdot 10^{-2}\%$ xlor uchraydi. Hujayraning tashqi suyuqligida bo'ladi va xlorid kislota hosil qilishda ishtirok etadi. Me'da shirasining 0,4–0,5% ini tashkil etadi, u oqsillarning gidrolizini tezlashtiradi, protolitik fermentlarning faolligini oshiradi, bakteriotsid xususiyatga ega. Odam organizmida taxminan 0,25% xlor ioni mavjud. Bu ionlar hujayra membranalarining elektr o'tkazuvchanligiga ta'sir etadi, qon bufer sistemasining hosil bo'lishida, suv-tuz almashinuvida qatnashadi.

Brom tabiatda ishqoriy va ishqoriy-yer metallarning bromidlari ko'rinishida uchraydi. Bundan tashqari u dengiz, grunt va yer osti suvlarida uchraydi. Faol metalloid, xona temperaturasida harakatchan to'q-qo'ng'ir rangli suyuqlik, parlanganda bo'g'uvchi hidli qo'ng'ir qizil rangda. Teri, ko'z, nafas yo'llarini zararlaydi.

Brom organizmning $1 \cdot 10^{-4}$ % ini tashkil etadi. U ko'pgina organlarda uchraydi, gipofizda uning ta'siri faol ekanligi seziladi.

Brom organizmga oziq-ovqat bilan kirib (sutkasiga 7,5 mg) to'qimalarda va qonda to'planadi. Brom organizmning jinsiy gormonlarida uchraydi. Asosiy ijobiy ta'siri markaziy nerv sistemasi tormozlanishini kuchaytiradi. Bromning organik birikmalari tinchlantiruvchi va uxlatuvchi ta'sir ko'rsatadi.

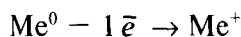
Yod tabiatda natriy va kaliy yo'didlar ko'rinishida uchraydi. Organizmning $1 \cdot 10^{-6}$ % ini tashkil etadi. Yod moddalar almashinuvida muhim vazifalarni bajaradi. U asosan qalqonsimon bezda (15 mg) to'planadi. Piyoz va dengiz balig'i tarkibida uchraydi. Yod tiroksin va triyodtironin gormonlarining asosiy tarkibini tashkil etadi. Yod organizmda ortib ketsa, qalqonsimon bez faoliyati buziladi, u gormonlar ishlab chiqarishini keskin kamaytiradi.

Molekular yod mikroba qarshi ta'sirga ega, uning eritmalari bilan yaralarga ishlov beriladi. Tibbiyotda yodning 5–10% li spirtli eritmasi mikroblarga qarshi kurashishda qo'llanadi. Yod organizmga so'rilib, moddalar almashinuviga faol ta'sir ko'rsatadi, dissimilyatsiya jarayonini tezlashtiradi, tiroksin sintezida ishtirok etib qalqonsimon bez faoliyatini yaxshilaydi. Organizmning unga sutkalik ehtiyoj 0,1 mg ni tashkil qiladi.

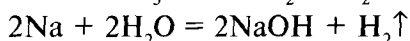
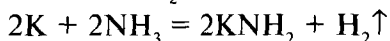
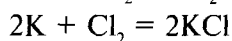
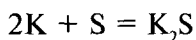
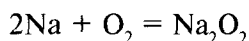
BIOGEN ELEMENTLARNING KIMYOVIY XOSSALARI

s- ELEMENTLARINING KIMYOVIY XOSSALARI

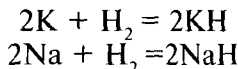
Natriy va kaliy I guruh biogen s- elementlariga kiradi. Ular ishqoriy metallarga mansub bo'lib, tashqi elektron qavatida ns^1 elektronga ega. Kimyoviy faol metalmaslar bilan reaksiyaga kirishganda kuchli qaytaruvchi hossasini namoyon qiladi. Birikmalarda ularning oksidlanish darajasi +1.



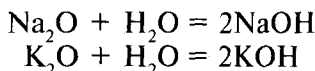
Kaliy natriyga nisbatan katta atom radiusi va kichik ionlanish energiyasi bilan farqlanadi. Ular – elektromanfiy elementlar, ko'pgina murakkab moddalar bilan reaksiyaga tez kirishadi:



Vodorod bilan gidridlar hosil qiladi:

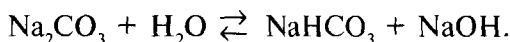


Ishqoriy metallarning oksidlari suv bilan reaksiyaga oson kirishib suvda eruvchan gidroksidlar hosil qiladi:

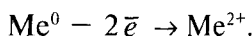


Bu gidroksidlar suvda yaxshi dissotsilanadi, shu sababli ularni kuchli ishqorlar deb ham yuritiladi.

Ishqoriy metallarning barcha kislotalar bilan tuzlari mavjud. Tuzlari kuchsiz kislotadan hosil bo'lgan bo'lsa, suvda gidrolizga uchraydi va ishqoriy muhit hosil qiladi:

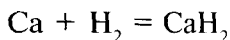


Kalsiy va magniy II guruh biogen *s*- elementlariga kiradi. Magniy tipik element, kalsiy – ishqoriy-yer metall. Tashqi elektron qavatida ns^2 elektronlar mavjud. Havoda oson oksidlanadi. Oksidlanish darajasi +2, ular kuchli qaytaruvchi xossaga ega:



Kalsiy, magniyga nisbatan katta atom radiusi va kichik ionlanish energiyasi bilan farqlanadi.

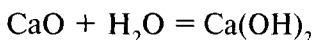
Kalsiy vodorod bilan to'g'ridan-to'g'ri reaksiyaga kirib gidrid hosil qiladi:



Kalsiy havoda oson oksidlanadi. Ko'pchilik elektromanfiy elementlar bilan reaksiyaga kirishadi:

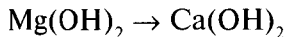


Kalsiy oksid olovbardosh modda. Uning texnik nomi kuydirilgan yoki so'ngdirilmagan ohak. So'ngdirilmagan ohak suv bilan katta energiya ajratib reaksiyaga kirishadi:



Kalsiy gidroksid kuchli asos, suvda oz miqdorda eriydi, to'yingan eritmasi *ohakli suv* deb ataladi, ishqoriy xususiyatga ega. Kalsiy gidroksid havodan CO_2 gazini yutadi va suvda erimaydigan kalsiy karbonat hosil qiladi.

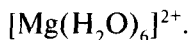
Magniydan kalsiyga qarab asoslik xossalari ortib boradi:



Bu metallarning, oksid va gidroksidlarining suvda eruvchanligi ham shu tartibda ortib boradi.

Magniyning ko'pchilik tuzlari suvda yaxshi eriydi. Kalsiyning nordon tuzlari, nitrati, xloridi suvda yaxshi eriydi, karbonat, fosfat va sulfat tuzlari esa suvda qiyin eriydi.

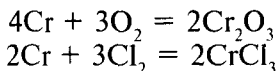
Magniy, kalsiydan farqli o'laroq kompleks birikmalar hosil qiladi:



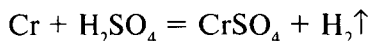
d- ELEMENTLARNING KIMYOVIY XOSSALARI

Xrom VI guruh d- elementlarga kiradi. Xrom atomining elektron konfiguratsiyasi $3d^5 4s^1$. Bu element o'zgaruvchan oksidlanish darajasiga ega, ulardan +2, +3, +6 birikmalari barqarorroq. Bog' hosil bo'lishida oxirgi va oxiridan bitta oldingi qavatdagi elektronlar qatnashadi.

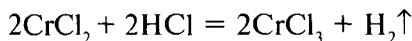
Xrom juda qattiq metall. U qizdirilganda ko'pchilik metallmaslar bilan reaksiyaga kirishadi:



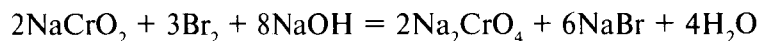
Xrom suyultirilgan kislotalardan vodorodni siqib chiqaradi:



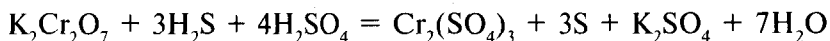
Xromning kimyoviy xossalari uning oksidlanish darajasiga bog'liq. Cr^{2+} – kuchli qaytaruvchi:



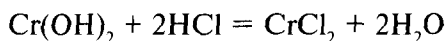
Cr^{3+} – kuchsiz qaytaruvchi:



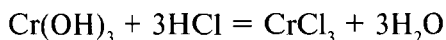
Cr^{6+} – kuchli oksidlovchi:



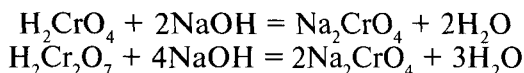
CrO , Cr(OH)_2 – asosli xossaga ega:



Cr_2O_3 , Cr(OH)_3 – amfoter xossaga ega:

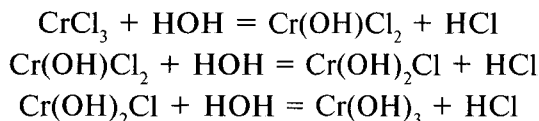


CrO_3 , H_2CrO_4 , $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ – kislotali xossaga ega:



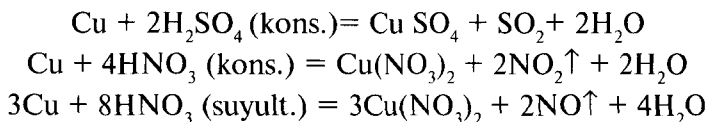
Cr^{2+} va Cr^{3+} ionlari kation va anion tipidagi kompleks birikmalar hosil qiladi. Bu birikmalarda xromning koordinatsion soni 4 va 6 ga teng: $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$, $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$, $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]^{2+}$, $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]^+$, $[\text{CrCl}_6]^{3-}$.

Xromning xlorid, sulfat va nitrat tuzlari suvda yaxshi eriydi, gidroksidi, fosfat va asosli tuzlari qiyin eriydi. Xromni kuchli kislotalar bilan hosil qilgan tuzlari suvli eritmalarda gidrolizga uchraydi va asosli tuzlar hosil qiladi:

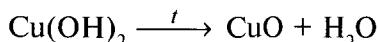


Mis I guruh *d*- elementlarga kiradi. Atomining elektron konfiguratsiyasi $3d^{10}4s^1$. Misning kimyoviy faolligi yuqori emas. Mis kuchsiz qaytaruvchi bo‘lib, qiyin oksidlanadi. Kimyoviy bog‘ hosil qilishda atomidagi tashqi va oxiridan bitta oldingi qavatdagi elektronlar qatnashadi. Shuning uchun misning oksidlanish darajasi +2 va +1 ga teng.

Odatdagi temperaturada galogenlar va kislorod misga ta’sir etmaydi. U vodorod, azot, uglerod bilan bevosita reaksiyaga kirishmaydi. Oksidlovchi xossasiga ega bo‘lmagan kislotalar misni eritmaydi. Konsentrlangan sulfat kislota, konsentrlangan va suyultirilgan nitrat kislota bilan mis shiddatli reaksiyaga kirishadi:



Misning oksidi va gidroksidi beqaror birikmalar bo‘lib, suvda erimaydi. Qizdirilganda mis gidroksid parchalanadi:

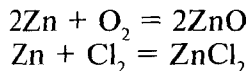


Mis kompleks hosil qilishga moil element bo‘lib, koordinatsion soni 4 va 6 bo‘lgan kation va anion tipdagi kompleks birikmalar hosil qiladi: $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$; $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$; $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{NH}_3)_2]^{2+}$; $[\text{Cu}(\text{OH})_4]^{2-}$.

Misning tuzlari: xloridlari, sulfatlari, nitratlari, asetatlari suvda yaxshi eriydi.

Rux II guruh *d*- elementlarga mansub. Atomining elektron konfiguratsiyasi $3d^{10}4s^2$. Bu element IV davrdagi oxirgi *d*- elementdir, oxiridan bitta oldingi qavati tugatilgan va d^{10} konfiguratsiyaga ega. Bu bilan rux boshqa elementlardan farq qiladi va katta davr elementlariga o'xshab ketadi. Ruxning oksidlanish darajasi +2.

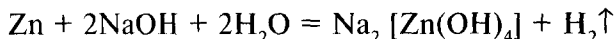
Rux og'ir metall bo'lib, qaytaruvchilik xossasini namoyon qiladi. Havoda oksidlanganda sirtida oksid parda hosil bo'ladi. Bu parda uni keyingi oksidlanishidan saqlaydi. Shuning uchun rux barqarordir. Qizdirilganda ko'pchilik metallmaslar bilan oson reaksiyaga kirishadi:



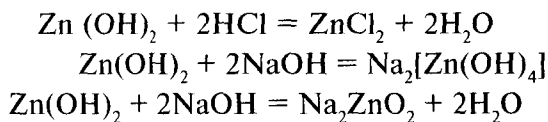
Rux elektrokimyoviy kuchlanishlar qatorida vodoroddan chapda joylashgan, shuning uchun kislorodsiz kislotalardan vodorodni siqib chiqaradi:



Qizdirilganda ishqor eritmalarida eriydi:

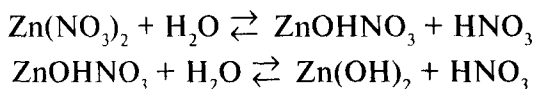


Rux oksid va gidroks amfoter xossaga ega:



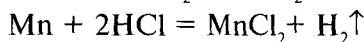
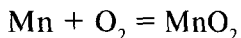
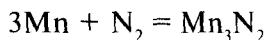
Rux kation va anion tipidagi kompleks birikmalar hosil qiladi. Bu birikmalarda uning koordinatsion soni 4 va 6 ga teng: $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$, $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$, $[\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$.

Ruxning ko'pchilik tuzlari suvda oz eriydi. Xlorid, nitrat va sulfat tuzlari suvda yaxshi eriydi. Rux tuzlarining aksarisi suvli eritmada gidrolizlanib kislotali muhit hosil qiladi:

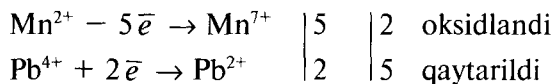


Marganes VII guruh *d*- elementlariga mansub. Atomining elektron konfiguratsiyasi $3d^54s^2$. Marganesga o'zgaruvchan oksidlanish darajasi hos +2, +3, +4, +6, +7. Kimyoviy bog' hosil qilishda marganes atomining tashqi va oxiridan oldingi qavatdagi elektronlari qatnashadi.

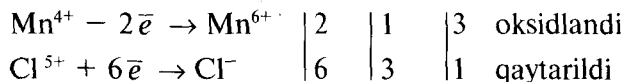
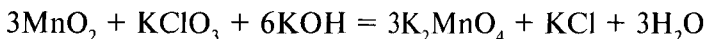
Marganes metall sifatida ancha faol. Qizdirilganda ko'pchilik metallmaslar, suyultirilgan kislotalar bilan reaksiyaga oson kirishib vodorodni siqib chiqaradi:



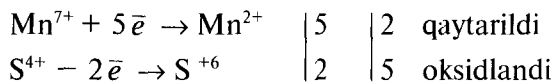
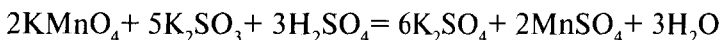
Marganes birikmalarining kimyoviy xossalari uning oksidlanish darajasiga bog'liq. Masalan, Mn^{2+} birikmalari qaytaruvchi hossasini namoyon qiladi:



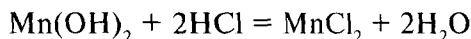
Mn^{4+} birikmalari kuchsiz qaytaruvchilardir:



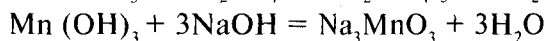
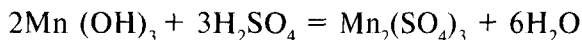
Mn^{7+} birikmalari kuchli oksidlovchi xossalarini namoyon qiladi:



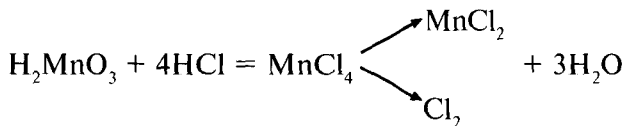
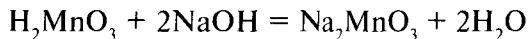
MnO , $\text{Mn}(\text{OH})_2$ asosli xossani namoyon qiladi:



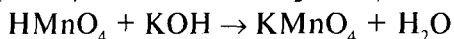
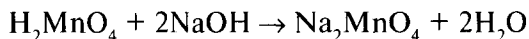
Mn_2O_3 , $\text{Mn}(\text{OH})_3$ asosli xossasi ustunrok bo'lgan amfoter xossaga ega:



MnO_2 , H_2MnO_3 amfoter xossaga ega:

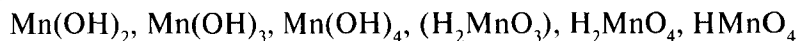


H_2MnO_4 , HMnO_4 kislotali xossaga ega:



Marganesning oksidlanish darajasi ortishi bilan kislotali xossasi kuchayadi, asosli xossasi kamayadi.

Asosli xossasi kuchayadi



Kislotali xossasi kuchayadi

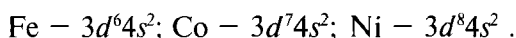
Marganes hamma valent holatlarida ko'p sonli kationli va anionli komplekslar hosil qiladi. Bu komplekslarda marganesning koordinatsion soni 6 va 4 ga teng: $[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$, $[\text{Mn}(\text{OH})_4]^{2-}$, $[\text{Mn}(\text{CN})_6]^{4-}$, $[\text{MnF}_6]^{4-}$ va boshqalar.

Uning neytral komplekslari – karbonillari mavjud: $[\text{Mn}_2(\text{CO})_{10}]$.

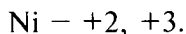
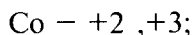
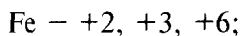
Marganesning xloridlari, sulfatlari, nitratlari, asetatlari ishqoriy metallarning manganatlari, permanganatlari suvda yaxshi eriydi. Gidroksidlari, sulfidlari, karbonatlari, fosfatlari suvda qiyin eriydi.

Mn^{2+} tuzlari suvli eritmada gidrolizlanadi, ishqoriy metallarning permanganatlari esa gidrolizlanmaydi.

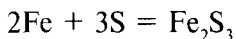
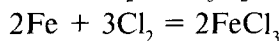
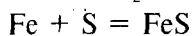
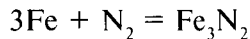
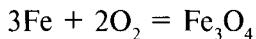
Temir, kobalt, nikel temir oilasidagi d- elementlarga kiradi. Ular atomining elektron konfiguratsiyasi:



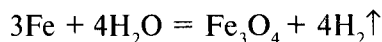
Bu elementlar o'zgaruvchan oksidlanish darajasiga ega:



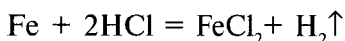
Bu oiladagi barcha elementlar tugallanmagan 3d- pog'onachaga ega. Kimyoviy bog' hosil qilishda 4s va 3d pog'onacha elektronlari qatnashadi. Ular o'rtacha faollikga ega metallar bo'lib, boshqa metallardan magnitga tortilishi bilan farqlanadi. Bu metallar oddiy sharoitda metallmaslar bilan reaksiyaga kirishishi qiyinroq, lekin qizdirilganda ularning kimyoviy faolligi ortadi:



Temir yuqori temperaturada suv bilan reaksiyaga kirishadi:



Suyultirilgan kislotalardan vodorodni siqib chiqaradi:



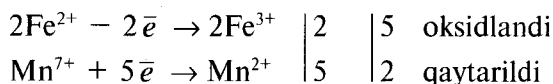
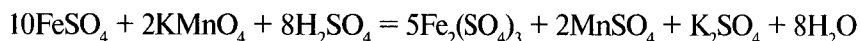
Kobalt, nikel esa faolligi kamroq bo'lgani uchun kislotalar bilan reaksiyaga qiyinroq kirishadi.

Konsentrlangan sulfat kislota bilan temir reaksiyaga kirishmaydi.

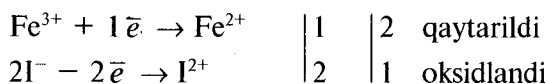
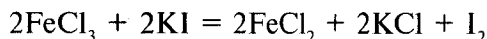
Fe – Co – Ni qatorida kimyoviy faollik kamayadi.

Temirning kimyoviy xossalari uning oksidlanish darajasiga bog'liq:

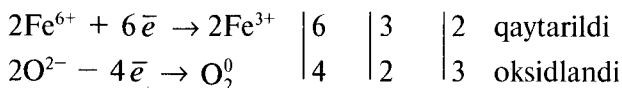
Fe²⁺ birikmalari kuchli qaytaruvchi:



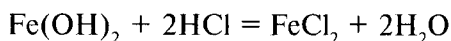
Fe³⁺ birikmalari oksidlovchi:



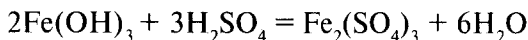
Fe⁶⁺ birikmalari kuchli oksidlovchi:



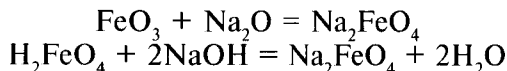
FeO, Fe(OH)₂ asosli xossalarini namoyon qiladi:



Fe₂O₃, Fe(OH)₃ asosli xossasi ustunroq bo'lgan amfoter xossaga ega:



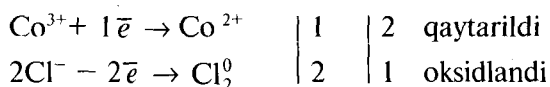
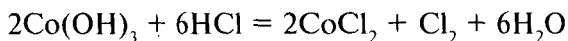
FeO₃ (H₂FeO₄) kislotali xossani namoyon qiladi:



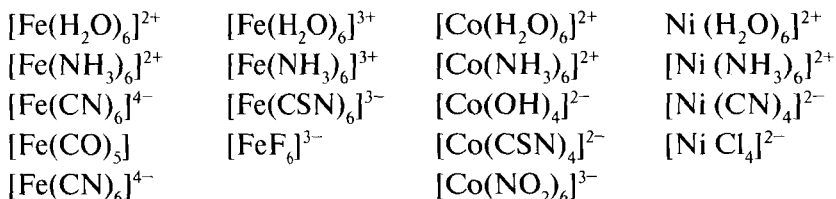
Co²⁺ birikmalari Fe²⁺ birikmalariga nisbatan kuchsiz qaytaruvchi.

Fe(OH)₂ havo kislorodi ta'sirida oson, Co(OH)₂ esa sekin oksidlanadi. Ni(OH)₂ umuman oksidlanmaydigan gidroksid.

Co^{3+} birikmalari Fe^{3+} birikmalariga nisbatan beqaror, lekin oksidlovchi xossasi kuchliroq:

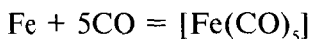


Bu elementlar, ko'pchilik o'tuvchi metallar kabi kompleks hosil qiluvchilardir. Ular ham noorganik, ham organik ligandlar bilan kation va anion tipida kompleks birikmalar hosil qiladi. Ko'pincha bu birikmalarda metallarning koordinatsion soni 4 va 6 ga teng.



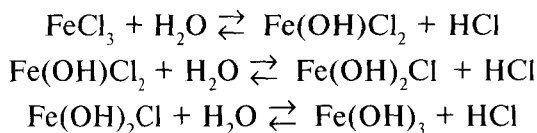
Ko'pchilik kompleks birikmalar o'ziga xos rangli bo'lib, ularning hosil bo'lishidan sifat analizida shu ionlarni aniqlashda foydalaniladi.

Temirning o'ziga xos xususiyati uning CO bilan kompleks hosil qilishidir:



Bu kompleks birikma bipiramida tuzilishga ega bo'lib, temir atomi markazda joylashgan.

Temir, kobalt, nikelning xlorid, sulfat va nitratlari suvda yaxshi eriydi, gidroksidlari, sulfidlari, fosfatlari, karbonatlari, asosli tuzlari oz eriydi. Temir (III) tuzlari gidrolizlanadi:

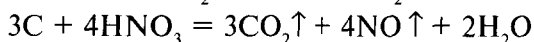
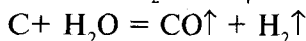
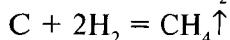
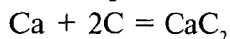
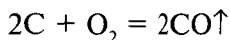


p-ELEMENTLARNING KIMYOVIY XOSSALARI

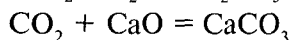
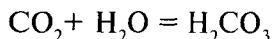
Uglerod IV guruh p- elementlarga mansub. Atomining elektron konfiguratsiyasi $1s^2 2s^2 2p^2$. Uglerod atomining eng tavsifli oksidlanish darajasi +2, +4, -4. Uglerod - tipik metallmas. Uglerod atomi beqiyos elektron tuzilishga ega: unda valent elektronlar soni valent orbitallar soniga teng, bu esa unga ko'pchilik elementlar bilan kovalent

bog' va turli sondagi bog'li cheksiz zanjirlar hosil qilish imkonini beradi. Uglerod – organik dunyoning asosidir.

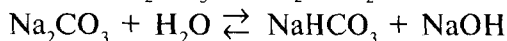
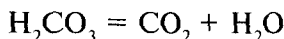
Uglerod juda inert, uning kimyoviy faolligi temperatura ortishi bilan kuchayadi. U qaytaruvchi bo'lib, metallar, metallmaslar va ba'zi birikmalar bilan reaksiyaga kirishadi:



Uglerod dioksid CO_2 – gaz, kislotali oksid:

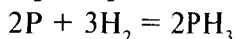
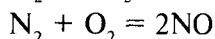
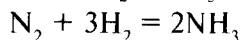
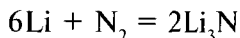


H_2CO_3 – kuchsiz 2 asosli kislota, uning tuzlari gidrolizlanadi:



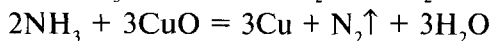
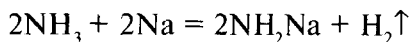
V guruh *p*-elementlariga azot va fosfor kiradi. Ularning atomlari elektron konfiguratsiyasi ns^2np^3 . Bu elementlarning barqaror oksidlanish darajasi $-3, +3, +5$; azot yana boshqa oksidlanish darajali birikmalar hosil qilishi mumkin.

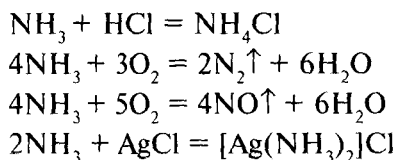
Azot – gaz, fosfor – qattiq modda, tipik metallmaslar. Azot atomining elektron konfiguratsiyasi $1s^2 2s^2 2p^3$. Azot yuqori temperaturada ko'pchilik metallar, vodorod, kislorod bilan reaksiyaga kirishadi:



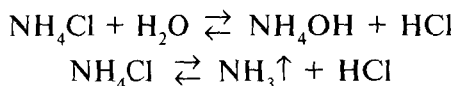
Ammiak – NH_3 – o'ziga xos hidli ega gaz, H^+ ionini biriktirib ammoniy kationiga NH_4^+ aylanadi. Ammiakning suvdagi eritmasi – NH_4OH .

Ammiak metallar, metall oksidlari, kislotalar, kislorod, tuzlar bilan reaksiyaga kiradi:



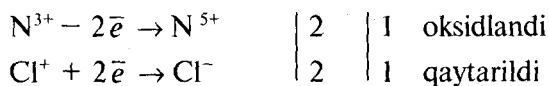
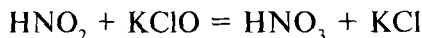
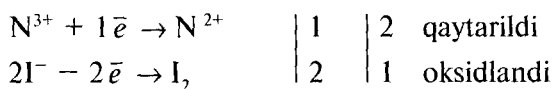
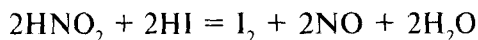


Ammoniy tuzlari suvda yaxshi eriydi, gidrolizlanadi, oson parchalanadi:

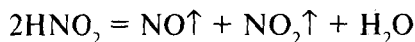


Azot kislorod bilan 5 ta oksid hosil qiladi: N_2O , NO , N_2O_3 , NO_2 , N_2O_5 .

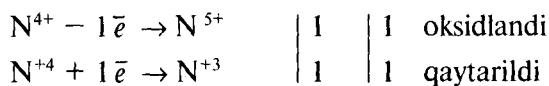
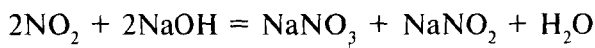
N_2O_3 – nitrit kislotani HNO_2 angidridi. Ikkalasi ham oksidlovchi, ham qaytaruvchi xossaga ega:



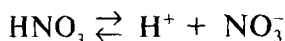
Nitrit kislotani beqaror:



NO_2 – kislotali oksid, oksidlovchi va qaytaruvchi:

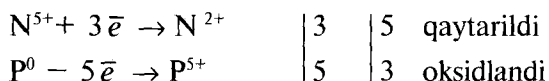
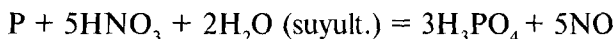
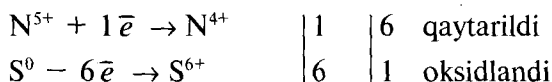
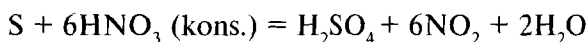
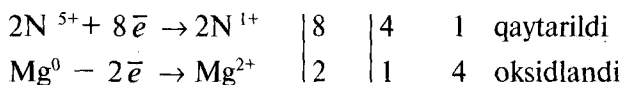
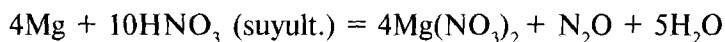
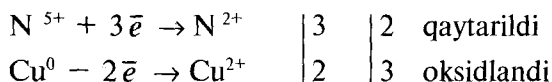
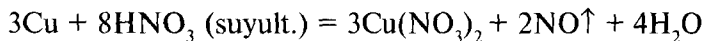
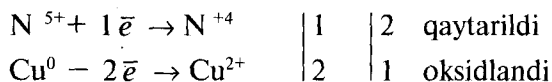


N_2O_5 – kislotali oksid, suv bilan reaksiyaga kirishib nitrat kislotani HNO_3 hosil qiladi. Nitrat kislotani – kuchli kislotani, to‘liq dissotsiatsiyalanadi:



Nitrat kislotani kuchli oksidlovchi bo‘lib, konsratsiyasiga va qaytaruvchining tabiatiga qarab turli birikmalargacha qaytariladi: NH_3 , N_2 , NO , N_2O_3 , NO_2 .

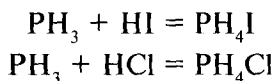
HNO₃ metallar va metallmaslarni oksidlaydi:



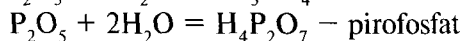
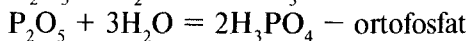
Nitrat kislota tuzlari – *nitratlar*, nitrit kislota tuzlari – *nitritlar* deyiladi. Nitrit kislota tuzlarining ko‘pchiligi suvda erib, gidrolizlanadi. Nitrat kislota tuzlari oksidlovchi xossasini namoyon qiladi.

Fosfor V guruh *p*- elementidir. Atomining elektron konfiguratsiyasi $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$. Fosforning bir necha allotropik shakl o‘zgarishlari mavjud: oq, qizil, qora fosfor va boshqalar.

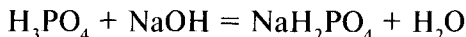
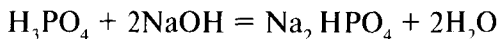
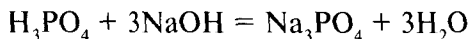
Fosforning vodorodli birikmasi fosfin – PH₃. U havoda turqun gaz, suvda juda oz eriydi, eritmasi neytral xususiyatga ega. Juda kuchli kislotalar bilan reaksiyaga kirib fosfoniy tuzlarini hosil qiladi:



Fosfor bir necha oksid hosil qiladi. Ulardan eng muhimlari P₂O₃, P₂O₅ va P₄O₁₀. Bu oksidlar kislotali oksidlar bo‘lib, ularga fosfit H₃PO₃ va fosfat H₃PO₄ kislotalar mos keladi. P₂O₅ 3 xil kislota hosil qiladi:

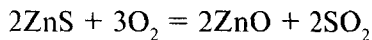
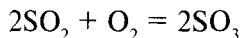
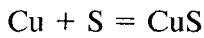
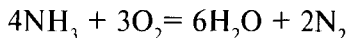
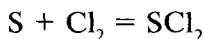
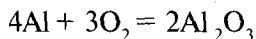
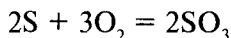
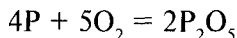
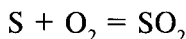
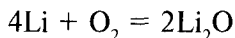
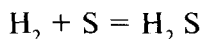
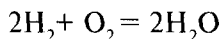


Bu kislotalar ichida ahamiyatlisi ortofosfat kislota – H_3PO_4 bo‘lib, o‘rtacha kuchli, 3 negizli kislota, o‘rta va nordon tuzlar hosil qiladi:

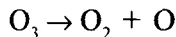


Kislorod va **oltingugurt** VI guruh *p*- elementlariga kiradi. Atomlarining elektron konfiguratsiyasi tegishlicha $1s^2 2s^2 2p^4$ va $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$. Kislorod -2 , ba‘zan -1 , ftor bilan birikmasida $+2$, oltingugurt -2 , $+2$, $+4$, $+6$ oksidlanish darajasini namoyon qiladi. Kislorod bilan oltingugurt tipik metallmaslardir.

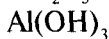
Kislorod geliy, neon va argondan tashqari ko‘pchilik oddiy va murakkab moddalar bilan birikmalar hosil qiladi; oltingugurtning faolligi kamroq bo‘lib, ba‘zi metallmas, ko‘pchilik birikmalar bilan reaksiyaga kirishadi:



Kislorod – kuchli oksidlovchi, uning allotropik shakl o‘zgarishi – ozon O_3 , u parchalanganda hosil bo‘ladigan atomar kislorod hisobiga yanada kuchliroq oksidlovchilik xossasini namoyon qiladi:



Kislorod turli xil kislotali, amfoter va asosli oksid va gidroksidlar, kislorodli kislotalar hosil qiladi:

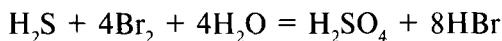
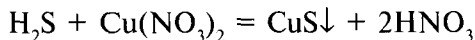
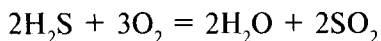


Asos xossali

amfoter xossali

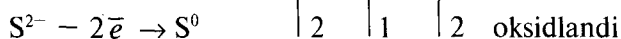
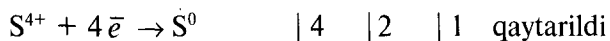
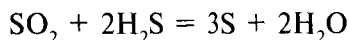
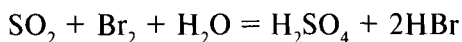
kislotali xossali

Oltimgugurtning vodorodli birikmalaridan eng muhimi vodorod sulfididir. U o'ziga xos hidli gaz, qaytaruvchi, suvda eriganda kuchsiz 2 negizli kislota H_2S hosil qiladi, uning ko'pchilik tuzlari suvda erimaydi, ba'zilari rangli:



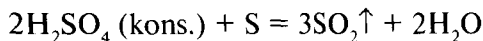
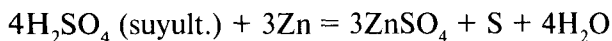
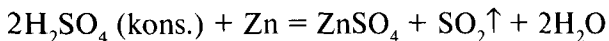
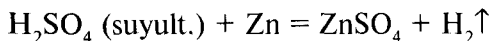
Oltimgugurt SO_2 va SO_3 oksidlarni hosil qiladi. Bu oksidlarga tegishli H_2SO_3 va H_2SO_4 kislotalar mos keladi.

SO_2 , H_2SO_3 lar ham oksidlovchi, ham qaytaruvchi xossaga ega:



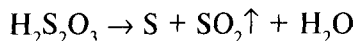
Sulfit kislota H_2SO_3 – beqaror kislota: $H_2SO_3 \rightarrow H_2O + SO_2\uparrow$

Sulfat kislota H_2SO_4 – kuchli oksidlovchi, uning xossalari konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi. U oddiy moddalar bilan ham, murakkab moddalar bilan ham reaksiyaga kirishadi. Sulfat kislota kislotalarning barcha xossalari ega:

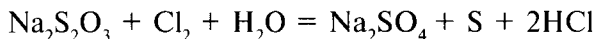


H_2SO_4 ko'pchilik suvda eruvchan va erimaydigan tuzlarni hosil qiladi.

Oltimgugurt birikmalaridan yana biri tiosulfat kislota $H_2S_2O_3$ dir. Bu birikmada oltimgugurt bir atomi -2 , ikkinchisi $+6$ oksidlanish darajaga ega. Tiosulfat kislota beqarordir:

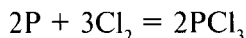
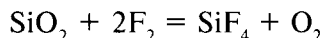
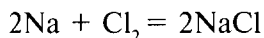
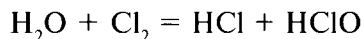
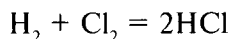


Tiosulfat kislotasi tuzlari qaytaruvchi xossaga ega:

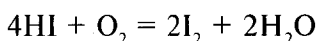
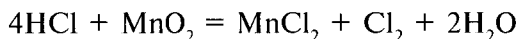


Ftor, xlor, brom, yod VII guruh p- elementlariga kiradi. Ularning atomining elektron konfiguratsiyasi ns^2np^5 . Galogenlar (ftordan tashqari) $-1, +1, +3, +5, +7$ oksidlanish darajasini namoyon qiladi, ftorning oksidlanish darajasi -1 ga teng.

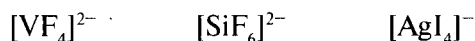
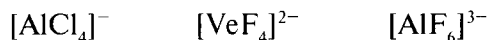
Galogenlar – tipik metallmaslar. Galogenlar guruhchasida yuqoridan pastga qarab oksidlovchi xossasi kamayib, qaytaruvchi xossasi ortib boradi. Ftor – eng kuchli oksidlovchi. Galogenlarning reaksiyaga kirishish xususiyati yuqori bo‘lib, ko‘pchilik oddiy va murakkab moddalar bilan reaksiyaga oson kirishadi:



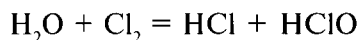
Deyarli hamma galogenlarning vodorodli birikmasi (HF dan tashqari) kuchli kislotasi bo‘lib, ular kislotalarning barcha xossalari namoyon qiladi:



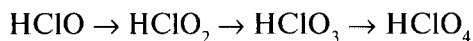
Galogenlar deyarli hamma metallar bilan reaksiyaga kirishib metall galogenidlar hosil qiladi. Galogenid anionlari juda yaxshi ligandlardir:



Galogenlar qator kislorodli kislotalar hosil qiladi. Bu kislotalar galogenlarga suv ta’sir ettirib olinadi:



Xlorning quyidagi kislorodli kislotalari mavjud:



Bu qatordagi kislotalarda xlorning oksidlanish darajasi ortishi bilan oksidlovchi xossasi kamayadi, kislotalarning kuchi esa ortadi.

HClO – eng kuchli oksidlovchi;

HClO₄ – eng kuchli kislotasi.

Biogen elementlar birikmalarining tibbiyotdagi ahamiyati

Li_2CO_3	Litiy karbonat	Psixiatriyada qo'llanadi
NaCl – 0,86% (massa jihatdan) eritma	Fiziologik eritma	Ko'p qon yo'qotilganda, organism suvsizlanganda tomirdan tomchilab yuboriladi
NaCl 3%, 5% (massa jihatdan) eritma	Natriy xlorid	Jarrohlikda qo'llanadi
NaHCO_3	Natriy gidrokarbonat	Me'da shirasi kislotaligi ortganda neytrallash uchun qo'llanadi
$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	Natriy sulfat	Surgi vositasi sifatida qo'llanadi
NaBr , KBr	Kaliy va natriy bromid	Tinchlantiruvchi vosita
NaI , KI	Kaliy va natriy yo'did	Qalqonsimon bez kasalligida qo'llanadi
KCl	Kaliy xlorid	Yurak aritmiyasida qo'llanadi
CH_3COOK	Kaliy asetat	Siydik haydovchi vosita
MgO	Magniy oksid	Me'da-ichak trakti kasalligida adsorbtsiya-lovchi modda sifatida qo'llanadi
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	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
$\text{CaPO}_3 - \text{O} - \text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$		Asab sistemasini tiklashda qo'llanadi
$\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$	Kalsiy sulfat	Gips bog'lovlar
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
FeSO ₄ · 7H ₂ O	Temir (II)-sulfat	O'sha patologiyada
Ferramid		O'sha patologiyada
Ferrotseron		O'sha patologiyada
Ferkoven		O'sha patologiyada
Gemostimulin		O'sha patologiyada
FeCl ₃ · 6H ₂ O	Temir (III)-xlorid	Qon ketishini to'xtatishda ishlatiladi
ZnSO ₄ · 7H ₂ O	Rux sulfat	Konyunktivitga qarshi, surtma
ZnO	Rux oksid	Teri kasalligini davolashda qo'llanadi
HgCl ₂	Sulema	Teri kasalligini davolashda qo'llanadi
Hg(CN) ₂ · HgO		Dezinfektsiyalovchi modda
HgO	Simob oksid	Teri kasalligini davolashda qo'llanadi
HgNH ₂ Cl		Teri kasalligini davolashda qo'llanadi
Hg ₂ Cl ₂	Kalomel	Ko'z shox pardasini davolashda qo'llanadi
CuSO ₄ · 5H ₂ O	Mis kuporosi	Konyunktivitni davolashda qo'llanadi
CuCl ₂ · 2B ₆	Kupir	Sil, hepatit, vitiligoni davolashda qo'llaniladi
Mis sitrat		Sil, hepatit, vitiligoni davolashda qo'llanadi
AgNO ₃	Lyapis	Antiseptik, bakteritsid xossaga ega, surtma sifatida qo'llanadi
(Au - CH ₂ - CH ₂ - CHOH - CH ₂ CO ₃) ₂ Ca	Krizanol	Sil, prokaza, volchankani davolashda qo'llanadi
NH ₄ Cl	Ammoniy xlorid	Siydik haydovchi vosita

SIFAT ANALIZINING ASOSLARI

Analitik kimyo – bu kimyoviy analizning usullarini va asoslarini nazariy jihatdan o‘rganadigan fan. Analitik kimyo kursining vazifasi moddalar yoki ularning aralashmalari tarkibini o‘rganishdan, aniqlashdan iborat. Analiz qilishda avval berilgan aralashma yoki modda qanday atomlar guruhidan, kation va anionlardan iborat ekanligini, ya’ni sifat tarkibi o‘rganiladi, so‘ng uning tarkibidagi moddalar, kation va anionlar qanday miqdoriy nisbatda ekani tekshiriladi.

Tekshirilayotgan modda qanday element atom, molekula yoki ionlardan tarkib topganini aniqlash **sifat analizining** vazifasidir.

Tekshirilayotgan modda tarkibini tashkil etgan element atom, molekula yoki ionlar miqdorini aniqlash **miqdoriy analizning** vazifasidir.

Sifat analizi tibbiy biologik obyektlarni tekshirishda, dorivor preparatlarning tarkibini aniqlashda keng qo‘llanadi.

Bu analiz turli usullar (kimyoviy, fizik, fizik-kimyoviy) bilan amalga oshiriladi, ular tobora takomillashib, rivojlanib bormoqda.

Sifat analizining kimyoviy usuli bilan tekshirish kimyoviy reaksiyalarga asoslanadi. Bu reaksiyalar tavsifli bo‘lib, sodir bo‘ladigan kimyoviy o‘zgarish – *analitik reaksiya*, qaysi modda yordamida tekshirilayotgan bo‘lsa, o‘sha modda *reagent* deyiladi. Reagent sifatida shunday modda tanlanadiki, u tekshirilayotgan modda bilan reaksiyaga kirishganda tashqi o‘zgarish kuzatiladi, ya’ni cho‘kma hosil bo‘ladi, eritma rangi o‘zgaradi, gaz ajralib chiqadi yoki tavsifli hid yuzaga keladi va shu kabilar.

Fizik usullar sistemaning qaysidir parametrlari o‘zgarishiga asoslanadi.

Fizik-kimyoviy usullar tekshirilayotgan element yoki moddaning qandaydir bir fizik xossasiga asoslanadi, bu uning uchun tavsifli bo‘ladi. Masalan, nurlanish spektrlari hosil bo‘lishi yoki ularning yutilishi (spektr analizi), kristallarning shakli va rangi (kristallokimyoviy analiz), suyuqlanish temperaturasining o‘zgarishi (termik analiz), turli yutuvchi moddalarga adsorbsiyalanish xossasi (xromotografik adsorbsion analiz) va shu kabilar.

Ushbu bo‘limda asosan kimyoviy sifat analizi usullari ko‘rib chiqiladi.

Moddani tekshirishni «xo‘l» va «quruq» usullarda amalga oshirish mumkin. Birinchi holatda tekshirilayotgan modda suvda (yoki boshqa erituvchida) eritiladi va hosil bo‘lgan eritmaga reaktivlar ta’sir ettiriladi. Ikkinchi usulda esa quruq moddalar bilan ish olib boriladi. Bunda ko‘pincha modda tarkibi rangsiz alangani bo‘yalgan rangiga ko‘ra aniqlanadi.

Tekshirilayotgan moddaning miqdoriga ko'ra:

1. *Makroanaliz* – analiz uchun 0,1 dan 1 g gacha quruq modda olinadi.

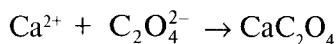
2. *Yarim mikroanaliz* – makroanalizdagidan 20–30 marta kam miqdorda modda olinadi.

3. *Mikroanaliz* – makroanalizdan 100 marta kam miqdorda modda olinadi.

Sifat analizi ko'pincha «xo'l» usulda olib boriladi, ya'ni bunda elektrolit erituvchida eriganda ionlarga ajraladi.

Sifat analizida qo'llanadigan reaksiyalar sezgir bo'lishi, to'liq va tez boradigan bo'lishi kerak. Ularning asosiy shartlari: muhit, temperatura, konsentratsiya (eritmada qidirilayotgan ion) va h.k.

Ionlarni sifat jihatidan aniqlash uchun cho'kma hosil qiluvchi (eruvchanligi o'zgarishi), rangi o'zgaruvchi yoki ma'lum xossali gazlar hosil qiluvchi va h.k. reaksiyalar qo'llanadi. Bunday reaksiyalar va ularda qo'llanadigan reaktivlar berilgan ion uchun *tavsifli* deyiladi. Masalan, kalsiy ionlarini oksalat ionlari ta'sirida oq kristall cho'kma hosil bo'lishidan aniqlash mumkin:



Tavsifli reaktiv bilan boshqa ionlarni eritmadan chiqarib tashlangandan keyin (shuningdek bu reagent bilan ta'sir etishi mumkin bo'lganlarni ham) tekshirilayotgan ionni aniqlash mumkin.

Bunda reaksiyaning spetsifligi juda muhim. *Spetsifik reaksiya* deb boshqa ionlar ham eritmada mavjudligida aniqlanayotgan ionni tekshirish mumkin bo'lgan reaksiyalarga aytiladi. Bunday reaksiya beruvchi reagentlar *spetsifik reagentlar* deyiladi. Masalan, ammoniy ioni uchun spetsifik reagent ishqordir, u ammoniy ioni bor eritmaga ta'sir ettirilsa ammiak hosil qiladi, uni o'ziga xos hididan yoki lakmusning rangini ko'kartirishidan aniqlasa bo'ladi:



Bu reaksiya yordamida ammoniy ionini boshqa ionlar mavjudligida ham aniqlash mumkin.

Izlanayotgan ionlarni spetsifik reaksiyalardan foydalanib tekshirilayotgan eritmaning alohida ulushlaridan (bu eritmada boshqa ionlar bo'lishidan qat'i nazar) bevosita topish mumkin. Bu usul *bo'lib-bo'lib analiz qilish usuli* deb ataladi.

Ma'lum bir guruh ionlarini aniqlash imkonini beradigan reaksiyalar *guruhlashgan reaksiyalar*, unda ishlatiladigan reagentlar esa

guruhlashgan reagentlar deyiladi. Masalan, Ag, Rb, Hg, Cu ionlar guruhi reagent vodorod sulfididir. Bu moddalar reaksiyasi natijasida suyultirilgan kislotalarda erimaydigan sulfid cho'kmalari hosil bo'ladi.

Sifat analizi kasr analizi usuli bilan yoki sistematik analiz usulida olib borilishi mumkin.

Bir ionni spetsifik reaksiya yordamida eritmaning ma'lum bir bo'lagida analiz qilish *kasr analiz* deyiladi.

*Sistematik analiz*da ionlar guruhlashgan reaktivlar yordamida analitik guruhlarga bo'lib olinadi. Agar ionlarning bir guruhi ikkinchi guruhini aniqlashga xalal bersa, ularni maxsus reaktivlar yordamida ajratib olib, keyin har bir turini alohida reaksiyalar yordamida aniqlanadi.

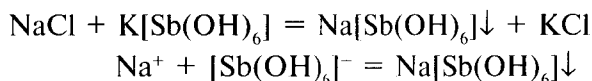
Demak, sistematik analizda faqat tekshirilayotgan ionni aniqlash reaksiyasidan foydalanmay, balki eritma tarkibidagi ionlarni bir-biridan ajratib olish reaksiyalari ham ishlatiladi. Chegaralangan ionlar soniga samara beruvchi reaksiyalar *tanlovchi* yoki *selektiv reaksiyalar* deyiladi.

BIOGEN ELEMENTLAR KATIONLARINING ALOHIDA SIFAT REAKSIYALARINI O'RGANISH

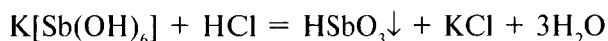
Natriy ioni – Na⁺ reaksiyasi

Reaktiv: kaliy geksagidroksostibat (V) – K[Sb(OH)₆].

Kaliy geksagidroksostibat (V) – K[Sb(OH)₆] – neytral yoki kuchsiz ishqoriy muhitda natriy tuzlari bilan oq kristall cho'kma – Na[Sb(OH)₆] hosil qiladi:

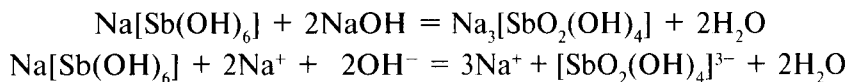


Cho'kma hosil bo'lishi eritma sovitilganda va shisha tayoqcha bilan probirka devoriga ishqalanganda tezlashadi. Tekshirilayotgan eritma nordon bo'lmasligi shart, chunki kislotali muhitda metasurma kislota oq cho'kmasi hosil bo'ladi:



Na[Sb(OH)₆] cho'kmasining xossalari tekshirish.

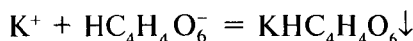
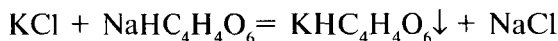
1. Cho'kma issiq suvda eriydi.
2. Cho'kma o'yuvchi ishqor eritmasida eriydi.



Kaliy ioni – K⁺ reaksiyasi

Reaktiv: natriy gidrotartat – NaHC₄H₄O₆.

Natriy gidrotartat NaHC₄H₄O₆ – neytral muhitda kaliy tuzlari bilan mayda kristall cho'kma hosil qiladi:

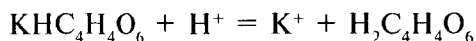
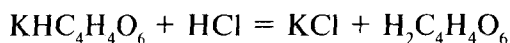


Cho'kma hosil bo'lishi sovitilganda, aralastirilganda va probirka devori shisha tayoqcha bilan ishqalanganda tezlashadi.

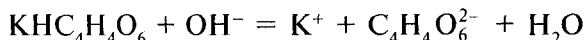
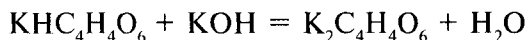
KHC₄H₄O₆ cho'kmasining xossalarini tekshirish:

1. Cho'kma qizdirilganda suvda eriydi.

2. Cho'kma kuchli kislotada eriydi:

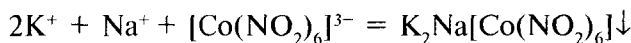
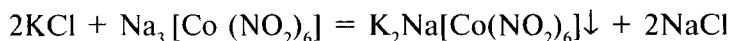


3. Cho'kma o'yuvchi ishqor eritmasida eriydi:

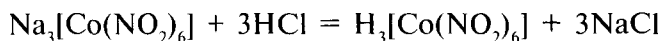


Reaktiv: natriy geksanitrokobalt (III) – Na₃[Co(NO₂)₆].

Natriy geksanitrokobalt (III) Na₃[Co(NO₂)₆] kuchsiz kislotali va neytral muhitda kaliy tuzlari bilan mayda sariq kristall cho'kma – K₂Na[Co(NO₂)₆] hosil qiladi:

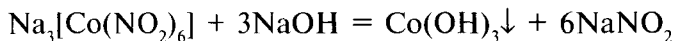


Reaksiyani neytral yoki kuchsiz kislotali muhitda olib borish kerak, chunki kuchli kislotali muhitda reaktiv parchalanadi:



H₃[Co(NO₂)₆] – beqaror modda.

Shuningdek, reaktiv ishqoriy muhitda ham parchalanadi:

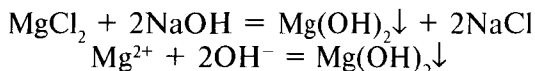


Co(OH)₃ – to'q qo'ng'ir rangli cho'kma.

Magniy ioni – Mg²⁺ reaksiyalari

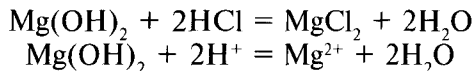
Reaktiv: natriy, kaliy gidroksid – NaOH, KOH.

O'yuvchi ishqorlar magniy tuzlari eritmasidan oq amorf cho'kma – Mg(OH)₂ ajratadi:

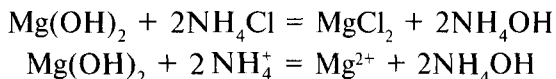


Mg(OH)₂ cho'kmasining xossalarini tekshirish.

1. Cho'kma kislotalarda eriydi:



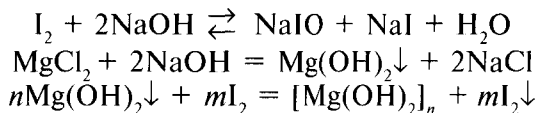
2. Cho'kma ammoniy tuzlarida eriydi:



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 tomizib, 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:

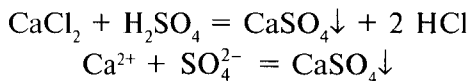


Yod va ishqor orasidagi reaksiya qaytar bo'lib, bu aralashmaga magniy ionlari tushirilganda reaksiya teskari tomonga borib, Mg(OH)₂ cho'kmasi hosil bo'lishi oqibatida muvozanat o'ngdan chapga siljiydi, bunda molekula shakldagi yod ajralib chiqadi va oq cho'kma Mg(OH)₂ ustiga adsorbsiyalanib (shimilib) uni to'q qo'ng'ir tusga kiritadi. Reaksiyani ortiqcha miqdordagi ishqor ishtirokida o'tkazib bo'lmaydi.

Kalsiy ioni – Ca²⁺ reaksiyalari

Reaktiv: sulfat kislota – H₂SO₄

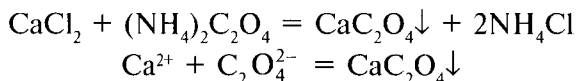
Sulfat kislota H₂SO₄ va uning suvda eriydigan tuzlari kalsiy tuzlari bilan oq kristall cho'kma CaSO₄ hosil qiladi:

**CaSO₄ cho'kmasining xossalarini tekshirish:**

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

Reaktiv: ammoniy oksalat – (NH₄)₂C₂O₄

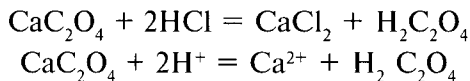
Ammoniy oksalat (NH₄)₂C₂O₄ kalsiy tuzlari bilan mayda oq kristall cho'kma – CaC₂O₄ hosil qiladi:



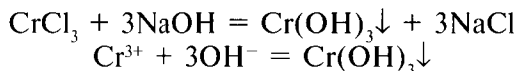
Qizdirilganda cho'kma hosil bo'lishi tezlashadi.

CaC₂O₄ cho'kmasining xossalarini tekshirish.

1. Cho'kma mineral kislotalarda eriydi, lekin sirka kislotada erimaydi:

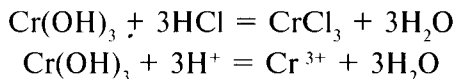
**Xrom ioni – Cr³⁺ reaksiyalari****Reaktiv: natriy va kaliy gidroksid – NaOH, KOH.**

Xrom III tuzlari eritmasiga o'yuvchi ishqorlar extiyotkorlik bilan qo'shilganda kulrang-yashil xrom gidroksid Cr(OH)₃ cho'kmaga tushadi:

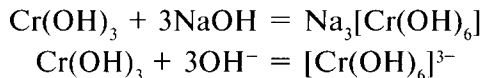
**Cr(OH)₃ cho'kmasining xossalarini tekshirish.**

Cr(OH)₃ amfoter xossaga ega:

1. Cho'kma mineral kislotalarda eriydi:

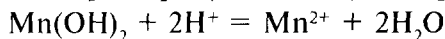
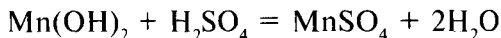


2. Cho'kma o'yuvchi ishqorning mo'l miqdorida eriydi:



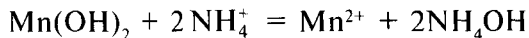
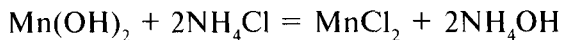
[Cr(OH)₆]³⁻ yashil-zumrad rangli eritma.

2. Cho'kma kislotalarda eriydi:



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

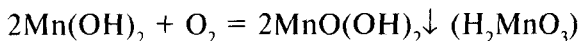
4. Cho'kma ammoniy tuzlarida eriydi:



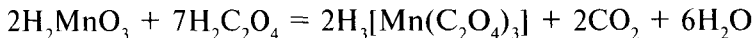
Reaktiv: oksalat kislota – $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$.

Oksalat kislota MnO(OH)_2 (H_2MnO_3) bilan pushti rangli kompleks ion $[\text{Mn}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{3-}$ hosil qiladi.

Aniqlash usuli quyidagicha: marganes tuzi eritmasiga 2–3 tomchi KOH yoki NaOH qo'shiladi, oq cho'kma qo'ng'ir tusga kirguncha shisha tayoqcha bilan aralashtiriladi. Unda quyidagi reaksiya sodir bo'ladi:



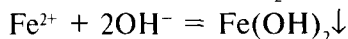
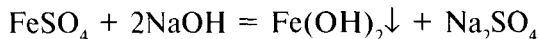
So'ngra cho'kma eriguncha oksalat kislota eritmasi quyiladi va eritma tiniq pushti rangga kiradi:



Temir (II) ionni – Fe^{2+} reaksiyalari

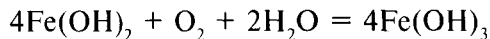
Reaktiv: natriy va kaliy gidroksidlari – NaOH, KOH.

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:

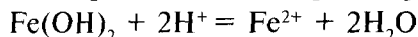
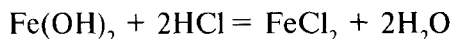


Fe (OH)₂ cho'kmasining xossalarini tekshirish.

1. Cho'kma havoda oson oksidlanib qo'ng'ir rangli Fe(OH)_3 ga o'tadi:

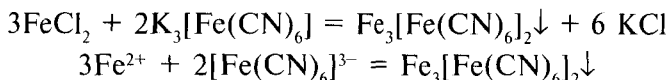


2. Cho'kma mineral kislotalar hamda sirka kislotada eriydi:



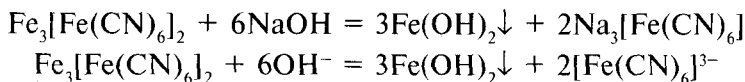
Reaktiv: kaliy geksatsianoferrat (III) – $K_3[Fe(CN)_6]$.

Kaliy geksatsianoferrat (III) – $K_3[Fe(CN)_6]$ Fe^{2+} ionlari bilan neytral yoki kuchsiz kislotali muhitda to‘q ko‘k rangli cho‘kma – «turnbul ko‘ki» hosil qiladi:



$Fe_3[Fe(CN)_6]_2$ cho‘kmasining xossalarini tekshirish.

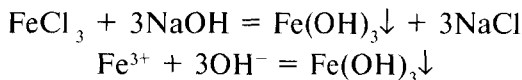
1. Cho‘kma kislotalarda erimaydi.
2. Cho‘kma o‘yuvchi ishqorlar ta‘sirida parchalanadi:



Temir (III) ionlari – Fe^{3+} reaksiyalari

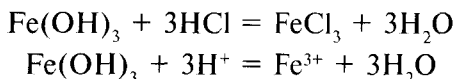
Reaktiv: natriy va kaliy gidroksidlari – NaOH, KOH.

O‘yuvchi ishqorlar Fe^{3+} tuzlariga ta‘sir etganda qizil-qo‘ng‘ir rangli temir gidroksid $Fe(OH)_3$ cho‘kmasini hosil qiladi:

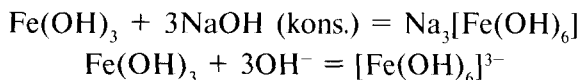


$Fe(OH)_3$ cho‘kmasining xossalarini tekshirish.

1. Cho‘kma mineral kislotalarda eriydi:

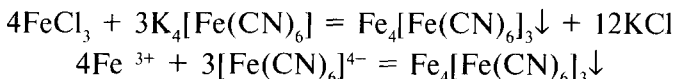


2. Cho‘kma konsentrlangan ishqor eritmasida qisman eriydi:

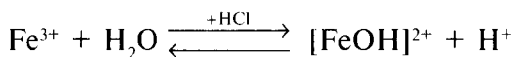


Reaktiv: kaliy geksatsianoferrat (II) – $K_4[Fe(CN)_6]$.

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:

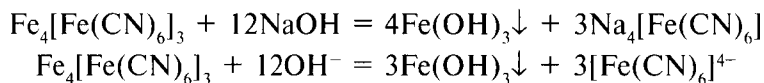


Temir tuzlari gidrolizini kuchaytirish uchun reaksiyani kuchsiz kislotali muhitda olib borish lozim:



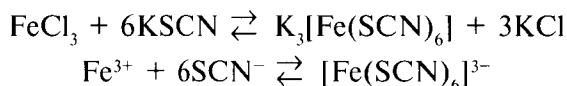
$\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ cho'kma xossasini o'rganish.

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



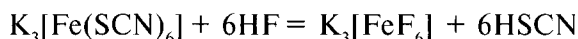
Reaktiv: ammoniy yoki kaliy tiotsianat – NH_4SCN , KSCN .

Kaliy va ammoniy tiotsianatlar NH_4SCN , KSCN – ortiqcha olinganda Fe^{3+} ionini bilan eritma rangini qizil qon rangiga bo'laydigan kompleks birikma $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{SCN})_6]$ hosil qiladi:



$\text{K}_3[\text{Fe}(\text{SCN})_6]$ xossalarini tekshirish.

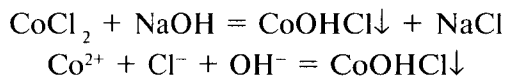
Oksalat, vino, fosfat kislotalar va ftoridlar $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{SCN})_6]$ bilan yanada barqaror kompleks hosil qilib eritmani rangsizlantiradi:



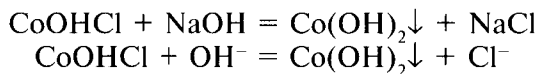
Kobalt ionini – Co^{2+} reaksiyalari

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:

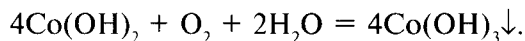


Ishqor qo'shish davom ettirilganda asosli tuz qizil rangli $\text{Co}(\text{OH})_2$ ga aylanadi:

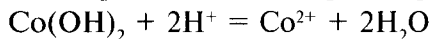
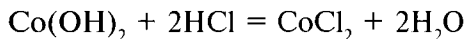


$\text{Co}(\text{OH})_2$ cho'kmasining xossalarini tekshirish.

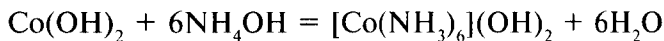
1. Cho'kma havo kislorodi ta'sirida qisman oksidlanib kobalt (III)-gidroksid $\text{Co}(\text{OH})_3$ ni hosil qilishi oqibatida asta-sekin qo'ng'ir tusga kira boshlaydi:



2. Cho'kma kislotalarda eriydi:



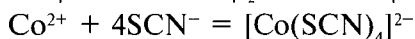
3. Cho'kma mo'l miqdordagi NH_4OH da erib, xira-sariq rangli kompleks birikma hosil qiladi:



Cho'kma o'yuvchi ishqorning ortiqcha miqdorida erimaydi.

Reaktiv: ammoniy tiotsianat – NH_4SCN .

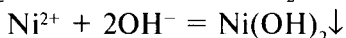
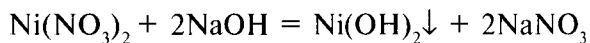
Ammoniy tiotsianat NH_4SCN Co^{2+} ionlari bilan kompleks birikma hosil qiladi. Kompleks birikma organik erituvchilar, masalan, atsetonda yaxshi eriydi va to'q ko'k rang hosil qiladi. Shuning uchun uni aniqlashda NH_4SCN ning atsetondagi to'yingan eritmasi ishlatiladi:



Nikel ionlari – Ni^{2+} reaksiyasi

Reaktiv: natriy va kaliy gidroksidlari – NaOH , KOH .

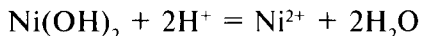
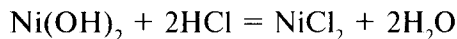
O'yuvchi ishqorlar Ni^{2+} tuzlari eritmasidan och yashil rangli nikel gidroksid – Ni(OH)_2 ni cho'ktiradi:



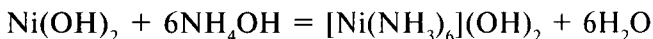
Ni(OH)_2 cho'kmasining xossalarini tekshirish.

1. Cho'kma havoda barqaror.

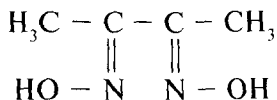
2. Cho'kma kislotalarda eriydi:



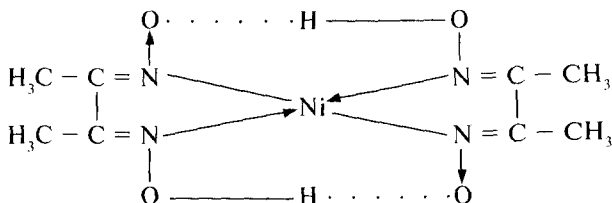
3. Cho'kma NH_4OH ning mo'l miqdorida och ko'k rangli kompleks birikma hosil qilib eriydi:



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

Reaktiv: dimetilglioksim – Chugayev reaktivi

Dimetilglioksim nikel ionlari Ni^{2+} bilan $pH = 5-10$ oralig'ida qirmizi-qizil rangli ichki kompleks tuzning kristall cho'kmasini hosil qiladi:

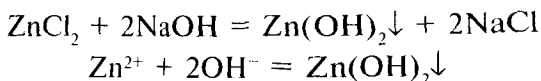


Reaksiyani $pH = 5$, bo'lgan asetat bufer aralashmasi ishtirokida olib boriladi. Asetat bufer aralashma 1 tomchi CH_3COOH bilan 5 tomchi CH_3COONa ni qo'shib hosil qilinadi. Reaksiyani isrofgarchilikka yo'l qo'ymaslik maqsadida NH_4OH ishtirokida ham olib borish mumkin.

Rux ioni – Zn^{2+} reaksiyalari

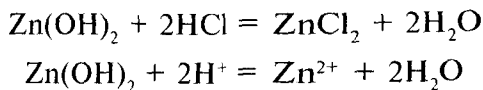
Reaktiv: natriy va kaliy gidroksidlari – NaOH, KOH.

O'yuvchi ishqorlar rux tuzlari eritmasi bilan ta'sirlashib oq amorf cho'kma $\text{Zn}(\text{OH})_2$ hosil qiladi:

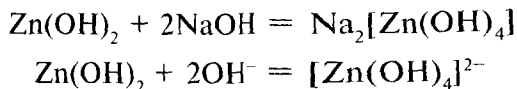
 **$\text{Zn}(\text{OH})_2$ cho'kmasining xossalarini tekshirish.**

$\text{Zn}(\text{OH})_2$ amfoter xossani namoyon qiladi.

1. Cho'kma kislotalarda eriydi:

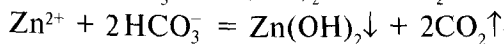
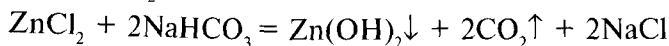


2. Cho'kma o'yuvchi ishqorning mo'l miqdorida eriydi:

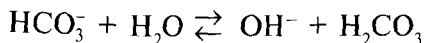
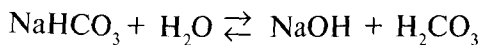


Reaktiv: natriy gidrokarbonat – NaHCO₃.

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



Suvli eritmada NaHCO₃ gidrolizlanadi:



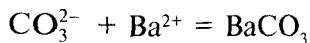
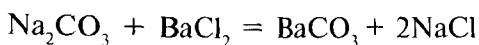
Bu tuzning suvli eritmasida Zn²⁺, HCO₃⁻, OH⁻ va CO₃²⁻ ionlari mavjud. Zn(OH)₂ ZnCO₃ ga nisbatan oz eruvchan bo'lgani uchun Zn(OH)₂ holatda cho'kadi.

ANIONLARNING XUSUSIY SIFAT REAKSIYALARINI O'RGANISH

Karbonat ioni – CO₃²⁻ reaksiyalari

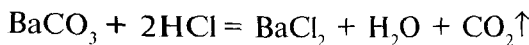
Reaktiv: bariy xlorid – BaCl₂.

Bariy xlorid BaCl₂ karbonat eritmalaridan oq kristall cho'kma BaCO₃ ajratadi:

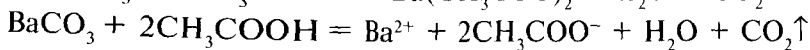
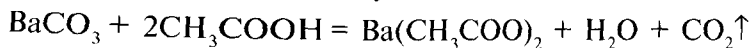


BaCO₃ cho'kmasining xossalarini tekshirish.

1. Cho'kma mineral kislotalarda eriydi:

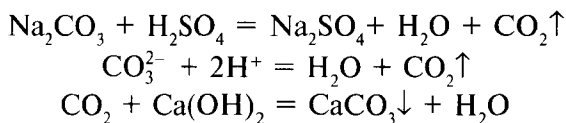


Cho'kma sirka kislotalarda eriydi:

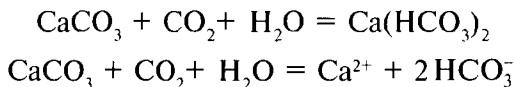


Reaktiv: sulfat kislota – H₂SO₄.

Suyultirilgan sulfat kislota H₂SO₄ ta'sirida karbonatlar parchalanganda CO₂ ajralib chiqadi. Karbonat anhidrid ohakli suvdan o'tkazilganda uni loyqalantiradi. Bunda CaCO₃ oq cho'kmasi hosil bo'ladi:

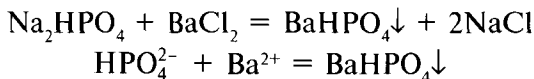
**CaCO₃ cho'kmasining xossalarini tekshirish.**

1. Uzoq vaqt CO₂ o'tkazilganda cho'kma eriydi:

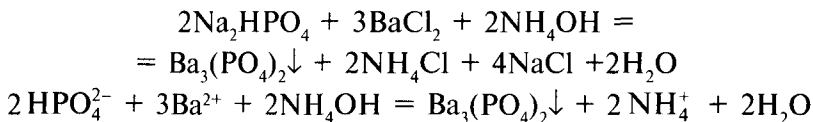
**Fosfat ioni – PO₄³⁻ reaksiyalari**

Reaktiv: bariy xlorid – BaCl₂.

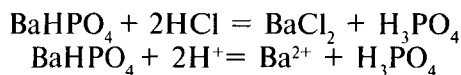
Bariy xlorid BaCl₂ gidrofosfat eritmalaridan oq amorf bariy gidrofosfat BaHPO₄ cho'kmasini ajratadi:



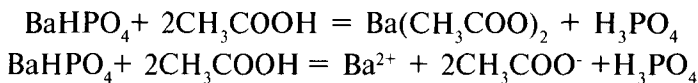
Ammoniy gidroksid ishtirokida esa bariy fosfat hosil bo'ladi:

**BaHPO₄ cho'kmasining xossalarini tekshirish.**

1. Cho'kma mineral kislotalarda eriydi:



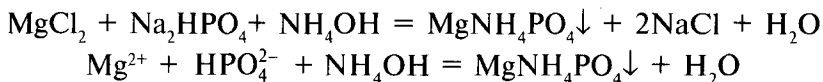
2. Cho'kma sirka kislotada eriydi:



Reaktiv: magnezial aralashma – MgCl₂ + NH₄OH + NH₄Cl.

Magniy xlorid ammoniy gidroksid va ammoniy xlorid ishtirokida fosfat tuzlari eritmasidan kristall qo'sh tuz MgNH₄PO₄ ajratadi.

Tajribani bajarish. Na₂HPO₄ eritmasiga 3 tomchi MgCl₂, 3 tomchi NH₄OH va 3 tomchi NH₄Cl eritmasi qo'shilganda oq cho'kma hosil bo'ladi:

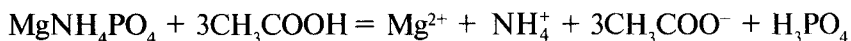


MgNH₄PO₄ cho'kmasining xossalarini tekshirish.

1. Cho'kma mineral kislotalarda eriydi:

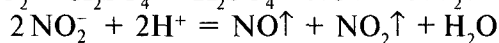


2. Cho'kma sirka kislotada eriydi:

**Nitrit ioni – NO₂⁻ reaksiyasi**

Reaktiv: sulfat kislota – H₂SO₄.

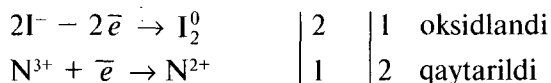
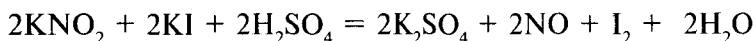
Suyultirilgan sulfat kislota nitritlarni parchalaganda qo'ng'ir tusli gaz – NO₂ ajralib chiqadi:



Reaktiv: kaliy yodid – KI.

Kaliy yodid kislotali muhitda nitritlar ta'sirida erkin I₂ gacha oksidlanadi.

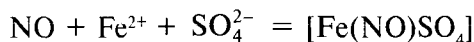
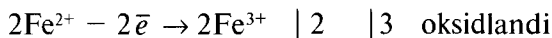
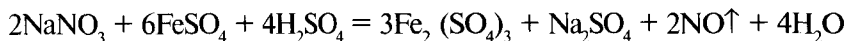
Tajribani bajarish. Probirkaga 2–3 tomchi H₂SO₄, 2–3 tomchi KI eritmasi va bir necha tomchi efir tomiziladi. Ajralib chiqayotgan yod efir qatlamini binafsha ranga bo'laydi:

**Nitrat ioni – NO₃⁻ reaksiyalari**

Reaktiv: temir (II)-sulfat – FeSO₄.

Temir (II)-sulfat FeSO₄ nitratlarni azot (II) oksid NO gacha qaytaradi. Hosil bo'lgan azot (II) oksid FeSO₄ bilan qo'ng'ir rangli kompleks birikma [FeSO₄ · NO] hosil qiladi.

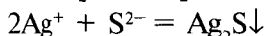
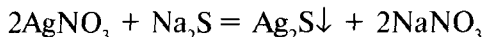
Tajribani bajarish. Probirkaga KNO₃ eritmasi quyib, FeSO₄ kristallaridan bir necha solinadi va probirka devoriga tekkizib 1 tomchi konsentrlangan H₂SO₄ tomiriladi:



Sulfid ioni – S²⁻ reaksiyalari

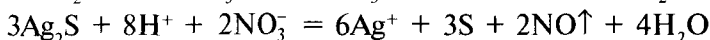
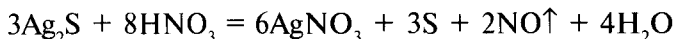
Reaktiv: kumush nitrat – AgNO₃.

Kumush nitrat – AgNO₃ sulfid eritmalari bilan qora rangli cho'kma kumush sulfid – Ag₂S hosil qiladi:



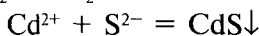
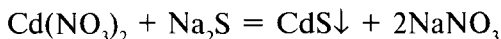
Ag₂S cho'kmasining xossalarini tekshirish.

1. Cho'kma suyultirilgan xlorid kislotada erimaydi.
2. Cho'kma ammiak eritmasida erimaydi.
3. Cho'kma suyultirilgan nitrat kislotada eriydi:



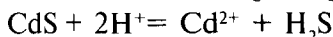
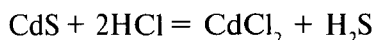
Reaktiv: kadmiy nitrat – Cd(NO₃)₂.

Kadmiy tuzlari sulfidlar bilan sariq rangli cho'kma kadmiy sulfid – CdS hosil qiladi:



CdS cho'kmasining xossalarini tekshirish.

1. Cho'kma suyultirilgan xlorid va sulfat kislotalarda eriydi:



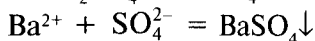
2. Cho'kma suyultirilgan nitrat kislotada eriydi:



Sulfat ioni – SO₄²⁻ reaksiyalari

Reaktiv: bariy xlorid – BaCl₂.

Bariy xlorid BaCl₂ sulfat eritmalaridan oq kristall cho'kma – bariy sulfat BaSO₄ ajratadi:



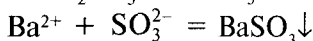
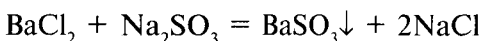
BaSO₄ cho'kmasining xossalarini tekshirish:

1. Cho'kma mineral kislotalarda erimaydi.
2. Cho'kma o'yuvchi ishqorning mo'l miqdorida erimaydi.

Sulfit ioni – SO₃²⁻ reaksiyalari

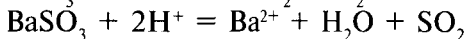
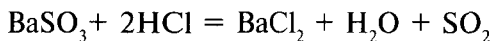
Reaktiv: bariy xlorid – BaCl₂.

Bariy xlorid – BaCl₂ sulfit eritmalariidan oq cho'kma – BaSO₃ ni ajaratib chiqaradi:



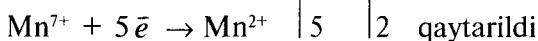
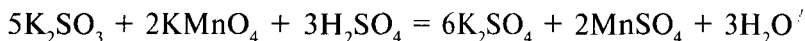
BaSO₃ cho'kmasining xossalarini tekshirish.

1. Cho'kma mineral kislotalarda eriydi:



Reaktiv: kaliy permanganat – KMnO₄.

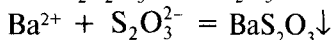
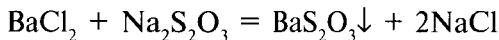
Kaliy permanganat KMnO₄ sulfat kislota ishtirokida sulfit kislota tuzi eritmasiga qo'shilganda rangsizlanadi:



Tiosulfat ioni – S₂O₃²⁻ reaksiyalari

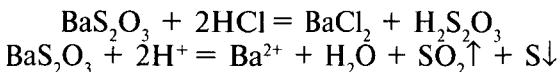
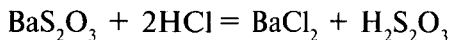
Reaktiv: bariy xlorid – BaCl₂.

Bariy xlorid BaCl₂ tiosulfat eritmasidan oq rangli cho'kma – bariy tiosulfat BaS₂O₃ ni cho'ktiradi:



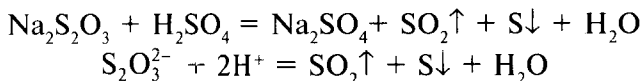
BaS₂O₃ cho'kmasining xossalarini tekshirish.

Cho'kma mineral kislotalarda eriydi:



Reaktiv: sulfat kislota – H₂SO₄.

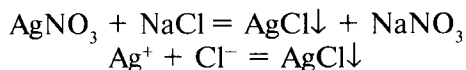
Tiosulfat eritmasiga suyultirilgan sulfat kislota qo'shib qaynatganda elementar oltingugurt chiqishi natijasida eritma sekin-asta loyqalanadi:



Xlor ioni – Cl⁻ reaksiyalari

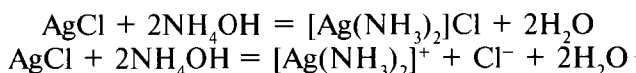
Reaktiv: kumush nitrat – AgNO₃.

Kumush nitrat AgNO₃ xlorid eritmalaridan g'ovaksimon oq cho'kma – kumush xlorid AgCl ajratadi:



AgCl cho'kmasining xossalarini tekshirish.

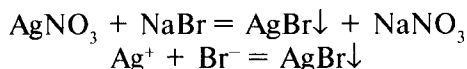
1. Cho'kma ammoniy gidroksidning mo'l miqdorida eriydi.



Bromid ioni – Br⁻ reaksiyalari

Reaktiv: kumush nitrat – AgNO₃.

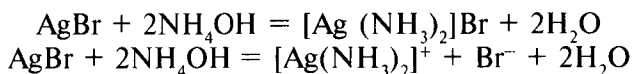
Kumush nitrat AgNO₃ bromid eritmalaridan sarg'ish cho'kma – kumush bromid AgBr ajratadi:



AgBr cho'kmasining xossalarini tekshirish.

1. Cho'kma nitrat kislotada erimaydi.

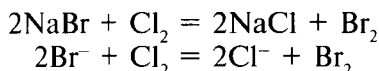
2. Cho'kma mo'l miqdordagi ammiak eritmasida qisman eriydi:



Reaktiv: xlorli suv – Cl₂.

Xlorli suv Cl₂ kislotali muhitda bromidlardan o'ziga xos rangli erkin brom ajratadi.

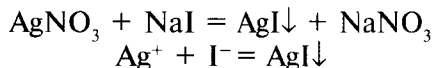
Tajribani bajarish. Bromid eritmasiga 2–3 tomchi H₂SO₄ eritmasi, 2–3 tomchi xlorli suv va bir necha tomchi efir yoki benzol solib, probirka chayqatiladi. Elementar brom efir qatlamini sariq-zarg'aldoq rangga bo'yaydi:



Yoʻdid ioni – I⁻ reaksiyalari

Reaktiv: kumush nitrat – AgNO₃.

Kumush nitrat AgNO₃ yodid eritmasidan och-sariq rangli kumush yodid – AgI choʻkmasini ajratadi:



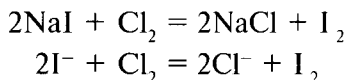
AgI choʻkmasining xossalarini tekshirish.

1. Choʻkma nitrat kislotalda erimaydi.
2. Choʻkma moʻl miqdordagi ammiakda erimaydi.

Reaktiv: xlorli suv – Cl₂.

Xlorli suv Cl₂ kislotali muhitda yodidlardan oʻziga xos rangli erkin yod ajratadi.

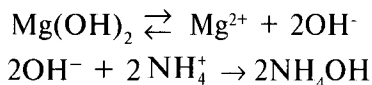
Tajribani bajarish. Yodid eritmasiga 2–3 tomchi H₂SO₄ eritmasi, bir necha tomchi efir yoki benzol va 2–3 tomchi xloramin qoʻshib, probirka chayqatiladi. Elementar yod efir qatlamini malina-binafsha rangga boʻyaydi:



Mavzu boʻyicha masalalar va ularni yechish namunasi

1- masala. Nima sababdan Mg(OH)₂ ammoniy tuzlarida eriydi?

Yechish. Maʼlumki, Mg(OH)₂ ammoniy tuzlarida eriydi. Bu OH⁻ ionlarining kam dissotsilanadigan NH₄OH hosil boʻlishi hisobiga kamayishi oqibatidir. Ammoniy tuzlari taʼsirida choʻkma – eritma oʻrtasidagi muvozanat buziladi va choʻkma erishi tomon siljiydi:



2- masala. Boshlangʻich modda sifatida kaliy dixromat olinsa qanday qilib xrom-kaliyli achchiqtosh hosil qilish mumkin? 1 kg achchiqtosh olish uchun zarur boʻlgan K₂Cr₂O₇ massasini toping.

Berilgan:

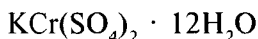
$$m(\text{achchiqtosh}) = 1 \text{ kg}$$

$$M(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 294 \text{ g/mol}$$

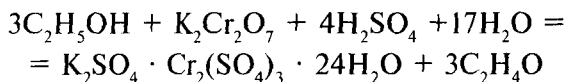
$$M(\text{achchiqtosh}) = 499,09 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = ?$$

Yechish: Xromkaliyli achchiqtoshning formulasi:



1. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ dan xromkaliyli achchiqtosh olish uchun Cr^{6+} ni Cr^{3+} gacha qaytarish lozim. Bu jarayonni turli qaytaruvchilar: SO_2 , HI , H_2S va boshqalar yordamida amalga oshirish mumkin. Etil spirt bilan qaytarish eng qulay hisoblanadi, chunki bu holda boshqa anorganik ionlar hosil bo'lmaydi:



2. Reaksiya tenglamasidan ko'rinadiki, 1 mol $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ dan 2 mol $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ hosil bo'ladi, ya'ni 1 mol $\cdot 294,10 \text{ g/mol} = 294,10 \text{ g}$ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ dan

$$2 \text{ mol} \cdot 449,09 \text{ g/mol} = 998,18 \text{ g } \text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$$

hosil bo'ladi:

$$\begin{aligned} 294,10 \text{ g } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 &\text{ ——— } 998,18 \text{ g } \text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O} \\ x \text{ g } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 &\text{ ——— } 1000 \text{ g } \text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O} \end{aligned}$$

Proporsiya tuziladi:

$$294,10 : 1000 = x : 998,18,$$

$$x = \frac{294,10 \cdot 1000}{998,18} = 294,63 \text{ g} = 0,2946 \text{ kg}.$$

Javob: $m(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 0,2946 \text{ kg}$.

Mavzuni mustaqil o'zlashtirishini nazorat qilish uchun savollar va masalalar

1. II guruh asosiy guruhcha gidroksidlarining xossalari quyidagi qatorda $\text{Be}(\text{OH})_2 - \text{Ca}(\text{OH})_2 - \text{Sr}(\text{OH})_2 - \text{Ba}(\text{OH})_2$ qanday o'zgaradi?

2. Ammoniy oksalat eritmasidan foydalanib, tekshirilayotgan eritma tarkibida kalsiy xlorid borligiga ishonch hosil qilish mumkinmi?

3. Quyidagi tuzlarning eritmalari Na_2CO_3 , CH_3COOK qanday muhitga ega?

4. Tibbiyot amaliyotida KBr va NaBr tinchlantiruvchi vosita sifatida keng qo'llanadi. Agar eritmaga geksanitrokobalt bilan ta'sir ettirilganda sariq cho'kma hosil bo'lsa, tekshirilayotgan preparatda qanday tuz bo'ladi?

5. Rux gidroksidning amfoterlik xossasini ko'rsating.

6. Xrom (III) tuziga ammoniy sulfid qo'shilganda xrom gidroksid hosil bo'ladi. Reaksiyani yozing.

7. $Mn(OH)_2$ qaysi moddada eriydi?

Vaziyatli masalalar

1- masala. Jarrohlik amaliyotida NaCl ning 3, 5, 10% li (massa jihatdan) gipertonik eritmaları keng ishlatiladi. 1 l 10% li NaCl eritmasini tayyorlash uchun necha gramm tuz olish kerak? Uning ta'siri nimaga asoslangan? ($\rho = 1,11 \text{ g/ml}$)

Javob: $m(\text{NaCl}) = 111,0 \text{ g}$.

2- masala. Mis kuporosi – $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ konyunktivlarda antiseptik va bog'lovchi vosita sifatida ishlatiladi. 100,00 ml 0,25% li eritma tayyorlash uchun kerak bo'lgan shu preparat massasini aniqlang. Shu preparatda misning massa ulushi (%) qanday?

Javob: $m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,25 \text{ g}$; $\omega\%(\text{Cu}) = 0,06\%$.

Test savollari

1. Fe^{3+} ioni qaysi reagent yordamida aniqlanadi?
a) NaOH; b) NH_4SCN ; d) $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$; 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) flyuorez; b) karies; d) anemiya; e) gipotireoz.
4. Mikrobiogen d- elementni ko'rsating:
a) Ag; b) Hg; d) Cu; e) Cd.
5. Yod qaysi organda yig'iladi?
a) suyak; b) jigar; d) qalqonsimon bez; e) buyrak.
6. Mis qaysi organda 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. Analiz qilinayotgan eritmaga $K_4[Fe(CN)_6]$ qo'shilganda ko'k cho'kma hosil bo'ladi. Eritmada qaysi kation mavjud?

a) Zn^{2+} ; b) Pb^{2+} ; d) Fe^{2+} ; e) Fe^{3+} .

9. Temir (II) kationiga hos reagentni ko'rsating:

a) $Na_2S_2O_3$; b) $K_4[Fe(CN)_6]$; d) $K_3[Fe(CN)_6]$; e) KSCN.

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

a) Mg; b) Ca; d) Fe; e) Zn.

LABORATORIYA ISHI

Biogen elementlarning kationlariga sifat reaksiyalari

1- tajriba. Ca^{2+} ioniga reaksiya.

$Na_2C_2O_4$ reaktivi ishtirokidagi reaksiya.

5–6 tomchi $CaCl_2$ eritmasiga 5–6 tomchi reaktiv qo'shiladi, oq cho'kma hosil bo'ladi.

2- tajriba. Cr^{3+} ioniga reaksiya.

$NaOH$ reaktivi ishtirokidagi reaksiya.

5–6 tomchi $CrCl_3$ eritmasiga cho'kma hosil bo'lguncha reaktiv qo'shiladi.

3- tajriba. Fe^{3+} ioniga reaksiya.

NH_4CNS reaktivi ishtirokidagi reaksiya.

a) 4–5 tomchi $FeCl_3$ eritmasiga 4–5 tomchi reaktiv qo'shiladi, qonga o'xshash qizil rang hosil bo'ladi.

b) $K_4[Fe(CN)_6]$ reaktivi ishtirokidagi reaksiya.

4–5 tomchi $FeCl_3$ eritmasiga 4–5 tomchi reaktiv qo'shiladi, «berlin zangorisi» hosil bo'ladi.

4-tajriba. Fe^{2+} ioniga reaksiya.

$K_3[Fe(CN)_6]$ reaktivi ishtirokidagi reaksiya.

4–5 tomchi $FeSO_4$ eritmasiga 4–5 tomchi reaktiv qo'shiladi, «turnbul ko'ki» hosil bo'ladi.

5- tajriba. Mn^{2+} ioniga reaksiya.

$NaOH$ reaktivi ishtirokidagi reaksiya.

4–5 tomchi $Mn(NO_3)_2$ eritmasiga 4–5 tomchi reaktiv qo'shiladi, oq cho'kma hosil bo'ladi.

6- tajriba. Zn^{2+} ioniga reaksiya.

$K_4[Fe(CN)_6]$ reaktivi ishtirokidagi reaksiya.

4–5 tomchi $ZnCl_2$ eritmasiga 4–5 tomchi reaktiv qo‘shiladi, oq cho‘kma hosil bo‘ladi.

7- tajriba. Co^{2+} ioniga reaksiya.

Na_2CO_3 reaktivi ishtirokidagi reaksiya.

4–5 tomchi $CoCl_2$ eritmasiga 4–5 tomchi reaktiv qo‘shiladi, pushti rangli cho‘kma hosil bo‘ladi.

V b o b

NOORGANOGEN ELEMENTLAR

Mashg‘ulotning maqsadi: talabalarni noorganogen elementlar kimyosi, ularning umumiy xossalari, toksik ta’sirlari bilan tanishtirish. Noorganogen elementlar ionlariga sifat reaksiyalari o‘tkazishni o‘rganish.

O‘rganilayotgan mavzuning ahamiyati. Noorganogen elementlar kimyosining tirik organizmda kechadigan (shu elementlar ishtirokida) reaksiyalar asosida tushuntiriladi. Bu elementlarning toksik ta’siri ma’lum darajada shu elementlarning tuzilishiga, turli to‘qima va organlarda to‘planish imkoniyatlariga va umumlashtirilgan fizik-kimyoviy xossalariga bog‘liq.

Noorganogen elementlarning ionlari organizmda ma’lum miqdorda bo‘lib, ko‘pincha ularning biologik faoliyati, saqlanish shakli, konsentratsiyasi (to‘qima va organlardagi) ma’lum bo‘lmaydi. Organizmga noorganogen elementlar ozuqa mahsulotlari, havo va suv bilan kiradi.

Bu elementlar konsentratsiyasining ortishi, jiddiy patologik holatlarga olib keladi. Ularni davolash uchun klinik amaliyotda xelatoterapiya usuli qo‘llanadi.

Biologik suyuqliklardagi noorganogen elementlarni sifat reaksiyalari yordamida aniqlash mumkin.

Boshlang‘ich bilim darajasi:

1. Elementlar va ular birikmalarining xossalari o‘zgarishining davriyligi va bu xossalarning D.I. Mendeleev davriy sistemasida joylashgan o‘rniga bog‘liqligi.

2. Atomlarning elektron tuzilishi.

3. Molekuladagi bog‘lanish turi.

4. Kimyoviy reaksiyalarni ion va molekular shakllarda ifodalash.

Mustaqil tayyorlanish uchun o'quv adabiyotlari:

1. *H.Л.Глинька*. Общая химия. 1984, 383–608- betlar.
2. *С.С.Оленин, Г.Н.Фадеев*. Неорганическая химия. М., 1979, 314–336- betlar.
3. *В.Н.Алексеек*. Курс качественного химического полумикроанализа. М., 1973, 318–419, 448- betlar.
4. *К.А.Селезнёв*. Аналитическая химия. М., 1973, 90, 100, 106, 108, 116, 121- betlar.
5. *И.К.Цитович*. Курс аналитической химии. М., 1985, 113- bet.
6. *Х.Н.Накимов, А.З.Татарская, Н.Т.Олимхо'jayeva*. Umumiy kimyodan amaliy mashg'ulotlar. T., 1993, 233–237- betlar.

Darsda ko'riladigan savollar:

1. Noorganogen elementlarning organizmga toksik ta'siri va oqibatlari.
2. Noorganogen elementlarning tibbiyotda qo'llanadigan dorivor preparatlar tarkibiga kirishi.
3. Noorganogen elementlar va ular birikmalarining kimyoviy xossalari.
4. Noorganogen element ionlariga sifat reaksiyalari.
5. Laboratoriya ishi.

MA'LUMOTLAR YIG'INDISI

Noorganogen elementlar – organizmda ma'lum miqdorda bo'lib, biologik faoliyati o'rganilmagan va ularning organizmda ortishi jiddiy patologik oqibatlarga olib keladigan elementlardir.

Bu ta'rif shartli, chunki ushbu elementlarning biologik ahamiyati o'rganilishi oqibatida, ular biogen elementlarga yaqinlashishi mumkin.

Noorganogen elementlarga bariy, strontsiy, simob, aluminiy, qo'rg'oshin, margumush, vismut, qalay va h.k. lar kiradi.

Bariy, Ba. Bariy yer po'stida massa jihatdan $5 \cdot 10^{-2}\%$ ni tashkil etadi. Organizmda $1 \cdot 10^{-5}\%$ uchraydi. Bariy ko'z pigmenti qavatida uchraydi. Uning miqdori qonda ortsa *leykoz* kasalligi kelib chiqadi. Bu element odam organizmi uchun zaharlidir. Bariy kalsiyni biomolekulalardan siqib chiqaradi.

Bariyning eruvchan tuzlari zaharlidir, masalan, BaCl_2 uchun havodagi cheklangan chegara qiymat miqdori $0,4 \text{ mg/m}^3$ ni tashkil etadi. Lekin tibbiyotda bariyning sulfat tuzi ishlatiladi, chunki uning eruvchanligi ($EK(\text{BaSO}_4) = 0,87 \cdot 10^{-10}$) juda kichik bo'lib, ion hosil qilish ehtimoli kam, shuning uchun bu tuz rentgenodiagnostikada ishlatiladi.

Ma'lumki, bariy silliq mushakllarga ta'sir etadi, qon bosimni orttiradi, yurak urishini tezlashtiradi, onkologik kasalliklarni keltirib chiqaradi. Organizmda bariy miqdori ortsa, *gastroenterit* va *leykotsitoz* kuzatiladi.

Bariy kalsiyning antagonisti hisoblanadi va kalsiy yetishmasligidan suyaklar deformatsiyasi va sinuvchanligi ortib, *bariyli rahit* rivojlanadi.

Bariyning suvda eriydigan birikmalari kemiruvchilarga qarshi kurashishda ishlatiladi. Fiziologik nuqtayi nazardan BaCl_2 kuchli zahar. Bariyning BaCO_3 , BaSO_3 va boshqa xlorid kislotada (me'da shirasidagi) eriydigan birikmalari ham o'rganizmga toksik ta'sir etadi. BaSO_4 me'da shirasida erimasligi sababli rentgenoskopiyada ishlatiladi.

Stronsiy, Sr. Yer po'stida $4 \cdot 10^{-2}$ % miqdorda bo'ladi. U yuqori va quyi organizmlarda suyak tarkibida uchraydi.

Atom elektrostansiyalari ishlash jarayonida radioaktiv stronsiy ajraladi va u organizmda yig'ilib kamqonlik, leykoz va saraton kassalligini keltirib chiqaradi. Stronsiy ko'pincha kalsiy ko'p bo'lib magniy kam bo'lgan organlarda uchraydi. Stronsiy organizmga tushgandan so'ng fosfatli birikmalardagi Ca^{2+} ning o'rnini egallaydi. Bu birikma suyak to'qimasining asosini tashkil etadi va stronsiyli raxitni keltirib chiqaradi. Bu elementni organizmdan chiqarib yuborish imkoniyati juda oz, shu sababli to'qimalar doimiy ichki nurlanishga uchrab turadi va *leykemiya* kelib chiqadi.

Kadmiy, Cd. Yer po'stida $1,35 \cdot 10^{-5}$ % uchraydi. Agar uning tuproqdagi miqdori 3 mg/kg ga yetsa, uning o'simliklar biomassasidagi konsentratsiyasi 0,4 mg/kg ga yetib, odam va hayvon organizmida toksik oqibatlar kelib chiqadi. Odam organizmida $1 \cdot 10^{-4}$ % uchraydi. Bu mikroelementning biologik faoliyati aniqlanmagan. Organizmda kadmiy miqdorining ko'payishi qon bosimining ortishi, suyaklarni deformatsiyalanishiga va Ca^{2+} , Mg^{2+} , Zn^{2+} kabi biometallarning ionlarini siqib chiqarilishiga (Cd bioligandlar bilan barqaror kompleks hosil qiladi) olib keladi. Kadmiy, shuningdek, kanserogen xossaga ega.

Kadmiy ko'pgina fermentlarning ingibitoridir, u uglevod almashinuviga ta'sir etib, qondagi qand miqdorini boshqarib turishi aniqlangan.

Simob, Hg. Yer po'stida $7 \cdot 10^{-6}$ % uchraydi. Dengiz suvi tarkibida uning miqdori 0,0001111 mg/l ni tashkil etadi. Organizmda $1 \cdot 10^{-6}$ % simob bo'ladi. Kuniga organizmga 0,002–0,005 mg simob kiradi. Simob komplekslari barqaror, shu xususiyati bilan fermentlarni ingibiraydi. Kadmiyga nisbatan kompleks birikmalarining barqarorligi yuqori bo'lgani sababli simob oqsillar bilan bog'lanib ularni denaturatsiyaga uchratadi. Simob organizmda to'planadi va chiqib ketishi juda qiyin bo'ladi.

Zamonaviy tasavvurlarga ko'ra simobning organik birikmalari ferment zaharlari hisoblanadi.

Simob nihoyatda zaharli bo'lib, uning organizmga kirishi oshqozon-ichak sistemasi, buyrak, jigar va turli bezlar faoliyatini buzib o'linga olib keladi. Organizmga nafas yo'llari orqali kirgan simob bug'lari markaziy nerv sistemasini zaharlaydi, quloq, tomoq va burun hastaliklariga olib keladi. Shuningdek, simob qalqonsimon bez faoliyatini ham buzadi.

Metall holdagi simob va uning birikmari juda zaharlidir.

Organik birikmalaridan metil simob, etil simob kabilar juda zaharlidir.

Simob ionlari oqsillar bilan mustahkam bog'lanib, erimaydigan albuminli birikmalar hosil qiladi va ichak, buyrakning zaharlanishiga olib keladi.

Simob bilan zaharlanishda oshqozon-ichak sohasida kuchli og'riq paydo bo'ladi, qayt qilish kuzatiladi, ahlal bilan qon ajraladi, me'da-ichakda yara hosil bo'ladi, *nekroz* kuzatiladi.

Doimiy zaharlanishda soch, qosh, kiprik va tishlar to'kiladi. Asab sistemasi ishdan chiqadi, qon aylanishi buziladi. Shuning uchun sanoatda havo tarkibidagi simobning miqdori $1 \cdot 10^{-5}$ mg/m³ dan oshmasligi kerak. Zaharlanishda sut, tuxum oqsili iste'mol qilinadi, chunki oqsil simobni oshqozonda cho'ktiradi.

Aluminiy, Al. Yer po'stida 8,8% uchraydi. Bu element organizmning $8,7 \cdot 10^{-5}$ % ni tashkil etadi. Organizmda oksikislotalar, polifenol, uglevodlar, lipid va hokazolar bilan kompleks holda bo'ladi.

Aluminiy odamning organ va to'qimalari tarkibiy qismiga kiradi. Havodagi miqdori 0,5 mg/dm³ dan oshmasligi kerak. Aks holda u biologik faol moddalar metabolizmini buzadi.

Aluminiy fosfatlar bilan ichakda birikib, to'qimalarda modda almashinuvining buzilishiga sabab bo'ladi.

Organizmda uning miqdori ortib ketishi suyaklarda raxit keltirib chiqaradi. U bosh miyada, o'pka, jigar, taloq, buyrak va suyaklarda ko'p miqdorda to'planadi.

Aluminiy to'qima oqsillari bilan barqaror birikma hosil qilib, moddalar almashinuvini buzadi.

Aluminiy fermentlar faolligini susaytiradi. Masalan, laktatdegidrogenaza, ishqoriy fosfataza, aldolaza faolligiga ta'sir ko'rsatadi.

Kompleks hosil qilish xususiyatiga ko'ra gemoglobin sintezini to'xtatadi, qon hosil bo'lishidagi fermentlar faoliyatini susaytiradi.

Aluminiy magniy ionlariga antagonist bo'lib, ribosomalarning makro tuzilishini buzadi va nuklein kislotalar sinteziga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Oqibatda saraton kasalligi rivojlanadi.

Aluminiyning organizmda ko'payishi neyrotoksik zaharlanishni keltirib chiqaradi. Uning dorivor preparatlari bog'lovchi va dezinfektsiyalovchi xususiyatga ega.

Qo'rg'oshin, Pb. Yer po'stida $7 \cdot 10^{-6}$ % uchraydi. U organizmning $1 \cdot 10^{-4}$ % ni tashkil etadi. Havoda 0,01 mg/kg bo'lganda letal holat keltirib chiqaradi.

U motor yoqilg'isi tarkibida bo'lib, atmosferada yig'iladi va havoni ifloslaydi. Shuning oqibatida organizmga kiradi. Qo'rg'oshin hujayralarning protoplazmasi uchun zaharli hisoblanadi. Nafas olish organlarida uning bug'lari to'planadi va o'pkaga so'riladi.

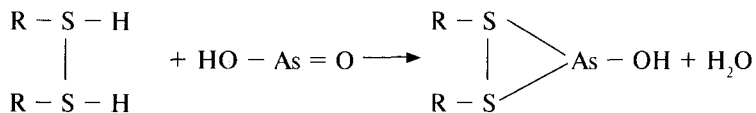
Qo'rg'oshinning asosiy qismi qizil qon tanachalarida to'planadi (40–45%). Qo'rg'oshin ionlari organizmga tushib, miyada qora dog'lar hosil qiladi, asab sistemasining va buyrak funksiyasining buzilishiga olib keladi, *anemiya*ni rivojlantiradi. Zaharlanish belgilari: quvvatsizlik, kamqonlik, bosh aylanishi, shol.

Qo'rg'oshin bilan zaharlanganda davolash uchun tuxum oqsili, askorbin kislota ishlatiladi.

Margimush, As. Yer po'stida $1,7 \cdot 10^{-4}$ % uchraydi. Bu element barcha tirik organizmlar uchun zaharlidir. Organizmda $1 \cdot 10^{-6}$ % uchraydi. Havodagi miqdori 0,30 mg/m³ dan, suvda 0,05 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 0,1–0,3 g miqdori o'limga sabab boladi.

As (III) birikmalari – *arsenitlar* ferment va oqsillarning –SH guruhlariga ta'sir etib ularni ingibirlaydi:



Margimush birikmalaridan AsH₃ – arsenning zaharli oqibatlari kuchlidir. U gem faolligini ingibirlaydi. Buning natijasida eritrotsitlar gemolizga uchrab buyrak kanallari tiqilib qoladi va organizmning sarg'ayishiga olib keladi.

Arsenat ionlari ATF sintezini ingibirlaydi. Pirouzum kislotasining metabolizmini susaytiradi. Bu esa uglevod, aminokislotalar va lipidlar metabolizmining buzilishiga olib keladi. Uning organizmda ortishi «qorason» kasaligiga sabab bo'ladi.

Katta miqdorda zaharli bo'lgan margimush ozgina dozada yurak qon tomir faoliyatiga, qon ishlab chiqarishga ijobiy ta'sir ko'rsatadi.

Vismut, Bi. 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. Me'da-ichak sistemasida aminoguruh tutgan ligandlar bilan barqaror kompleks hosil qiladi va toksik ta'sir etadi, ya'ni aminokarboksipolipeptidaza birikmalari kabilarni ingibirlaydi.

Vismut ionlari yurak faoliyatini susaytiradi. Asosan buyrakda to'planib, uning faoliyatini buzadi, terida yig'ilib *dermatit* keltirib chiqaradi.

Vismutning eruvchan birikmalari zaharlidir.

Surma, Sb. Organizmda $1 \cdot 10^{-6}$ % uchraydi. Tibbiy-biologik xossalariga va farmokologik ta'siriga ko'ra u margimushga o'xshaydi, ammo uning birikmalari nisbatan kamroq zaharli. Surma va uning birikmalari suyaklarda, buyrak va taloqda to'planadi.

Surmaning 0,12g miqdori odam uchun letal miqdor hisoblanadi.

Qalay, Sn. Yer po'stida $8 \cdot 10^{-3}$ % uchraydi. Bu metall organizmda $1 \cdot 10^{-4}$ % ni tashkil etadi. Organizmga oziq bilan sutkasiga 1 mg tushib turadi, konservalangan mahsulotlarda uning miqdori 38 mg gacha etadi. Qalay jigar, o'pka, buyrak va eritrotsitlarda to'planadi. U anemiyaga sabab bo'ladi, oqibatda qizil qon tanachalari va gemo-globin kamayadi.

Uning organizmda ko'payishi teri, yuqori nafas organlarini zaharlaydi va asab kasalliklariga olib keladi. Qalay bilan zaharlangan 59% kasallarda ensefalopatiya, 38% ida aqliy zaiflik kuzatiladi.

Tibbiyotda quyidagi noorganogen elementlarning preparatlari qo'llanadi:

BaSO ₄	bariy sulfat	Oshqozon-ichakning rentgenologik tekshiruvlarida qo'llanadi.
BaS	bariy sulfid	Teridan tuklarini olib tashlashda ishlatiladi.
⁸⁹ Sr va ⁹⁰ Sr	stronsiy izotoplari	Nur terapiyasida ishlatiladi
Cd	kadmий	Stomatologiyada, tishlarni plombalashda ishlatiladi.

$Al(OH)_3$	aluminium gidroksid	Adsorbsiyalovchi moddalar.
$KAl(SO_4) \cdot 12H_2O$	kvasslar	Teri va shilliq pardalar yallig'lanishida ishlatiladi.
Al_2S_3	aluminium sulfid	Stomatologiyada ishlatiladi.
Sb birikmalari	surma	Leyshmaniozni davolashda ishlatiladi.
As_2S_3	margimush sulfid	Stomatologiyada ishlatiladi
$Na_2HAsO_4 \cdot 7H_2O$		Kamqonlikda, tinchlantiruvchi va quvvatlantiruvchi preparat.
Margimush birikmalari: Aminarson Novarsenol Miarsenol		Amebioz, zaxm 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 esa teri yallig'lanishida ishlatiladi, zaxmni davolashda qo'llanadi
$HgCl_2$	Sulema	Teri kasalliklarini davolashda qo'llanadi.
$HgO, HgNH_2Cl$		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: $KC_4H_4O_6(SbO) \cdot H_2O$		Gelmintoz, teri kasalliklarida ishlatiladi.

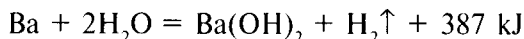
NOORGANOGEN ELEMENTLARNING KIMYOVIY XOSSALARI

Bariy Ba. Tabiatda sulfatlar, karbonatlar, silikatlar ko'rinishida uchraydi. Muhim minerallari: barit $BaSO_4$, viterit $BaCO_3$ va h.k.

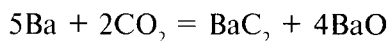
Bariy – qayishqoq metall ($t_{\text{suyuq.}} = 710 \text{ }^\circ\text{C}$, $t_{\text{qayn.}} = 1696 \text{ }^\circ\text{C}$). 7 ta barqaror izotopidan iborat. Ulardan eng ahamiyatlisi ^{140}Ba va ^{133}Ba . Bariy atomi katta hajmli va kam qutblanuvchi bo'lgani uchun barqaror kompleks birikmalar hosil qilmaydi.

Bariy havoda kislorod bilan reaksiyaga kirishib oksid qatlamini hosil qiladi, shuning uchun germetik idishlarda saqlanadi. Nisbatan kimyoviy faol metallmaslar bilan reaksiyaga kirishadi. Gallogenlar bilan gallogenidlar hosil qiladi: BaG_2 , bu yerda $G = \text{F}^-, \text{Cl}^-, \text{Br}^-, \text{I}^-$.

Bariy suv bilan reaksiyaga kirichadi:



Oddiy sharoitda uglerod (IV)-oksid bilan ta'sirlashadi:

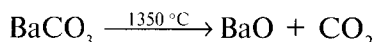


Metall holdagi Ba – kuchli qaytaruvchi.

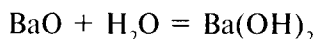
Bariy gidrid BaH_2 – vodorod atmosferasida bariyni qizdirish yoli bilan olinadi:



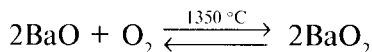
BaO elementlardan to'g'ridan-to'g'ri sintezlanadi yoki karbonatlar va nitratlarni termik parchalab olinadi:



BaO suvda erib bariy gidroksidi hosil qiladi. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ – bariyli suv:

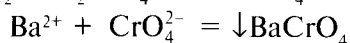
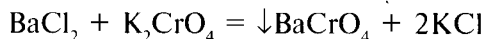


$\text{Ba}(\text{OH})_2$ – bariy gidroksid, kuchli asosli hossani namoyon qiladi. BaO_2 – bariy peroksidi BaO ga kislorod ta'sir ettirish yoli bilan olinadi:

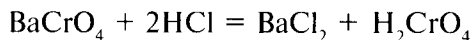


BaO_2 – qiyin eruvchi modda.

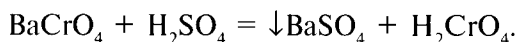
Bariy tuzlari kaliy xromat bilan birikib, sariq cho'kma hosil qiladi:



BaCrO_4 nitrat, xlorid va sirka kislotada eriydi:



Sulfat kislotada oq cho'kma hosil qiladi:

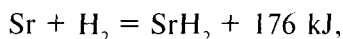


Stronsiy, Sr. Yer po'stida $4 \cdot 10^{-20} \%$ uchraydi. Stronsiyning radioaktiv izotoplari juda zaharlidir. Uning 4 ta izotopi bor: ^{84}Sr , ^{86}Sr , ^{87}Sr , ^{88}Sr . Stronsiy yengil metall. U tashqi pog'onasidagi 2 ta s- elektronini juda oson yo'qotadi va shuning uchun, faqat Sr^{2+} ion hosil qiladi.

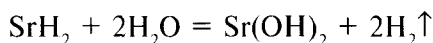
Stronsiy kislorod bilan shiddatli reaksiyaga kirishgani sababli parafin moyi, petroley efiri, kerosin ostida saqlanadi. Havoda stronsiy oksid parda (SrO , qisman SrO_2) bilan qoplanadi va oson parchalana-digan nitrid Sr_3N_2 holida ham bo'ladi.

Stronsiy kuchli qaytaruvchi.

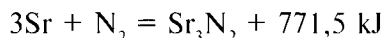
Qizdirilganda vodorod bilan gidrid hosil qiladi:



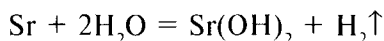
bu gidrid suv bilan reaksiyaga kirishadi:



Stronsiy qizdirilganda kislorod, galogenlar, oltingugurt, azot bilan reaksiyaga kirishadi:



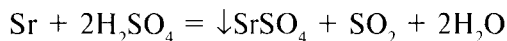
Stronsiy suv bilan tez ta'sirlashadi:



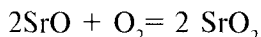
Kislotalarda oson erib tuz hosil qiladi, suyultirilgan HNO_3 bilan reaksiyaga kirishadi:



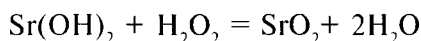
Konsentrlangan H_2SO_4 bilan asta-sekin ta'sirlashadi:



Stronsiy peroksid SrO_2 quyidagi reaksiya natijasida olinishi mumkin:



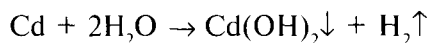
Stronsiy gidroksid vodorod peroksid bilan ta'sirlashadi:



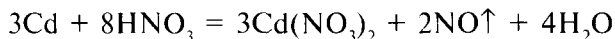
Stronsiy tuzlari bariy tuzlariga nisbatan yaxshiroq, ammo kalsiy tuzlaridan sustroq eriydi. Uning galogenidlari, nitratlari, atsetat, xlorat-

lari yaxshi eruvchan. Uchuvchan tuzlari pirotexnikada (mushak-bozlikda), raketa sanoatida ishlatiladi.

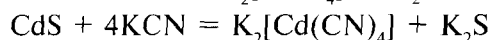
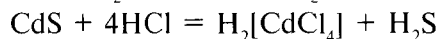
Kadmiy Cd. Kadmiy tabiatda erkin holatda uchramaydi. U minerallar tarkibida bo'ladi. Kadmiy – og'ir, yumshoq metall. Havoda yuzasi himoya oksid pardasi bilan qoplanadi. Yuqori temperaturada suv bilan ta'sirlashadi:



$\text{Cd}(\text{OH})_2$ amfoter xossaga ega. U oq bo'linuvchan cho'kma. Havoda qizdirilganda jigarrang oksid hosil qiladi. Asoslarda erimaydi, suyultirilgan kislotalarda asta-sekin eriydi. HNO_3 , HCl , H_2SO_4 da qizdirilganda eriydi:



U galogenlar bilan ta'sirlashib galogenidlar hosil qiladi: CdF_2 , CdCl_2 , CdBr_2 , CdI_2 . Vodorod bilan gidrid CdH_2 , azot bilan nitrid Cd_3N_2 , oltingugurt bilan sulfid CdS hosil qiladi. Kadmiy birikmalari kompleks birikmalar hosil qilishga moyildir:

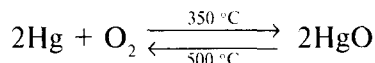


Kadmiyning barcha tuzlari zaharli.

Simob, Hg. Simob tabiatda minerallar tarkibida bo'ladi. Yer po'stida 7 ta barqaror izotopi mavjud.

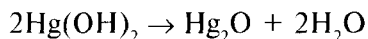
Simob – yaltiroq kumush rang oq metall. U oddiy sharoitda suyuq holda bo'ladi.

Oddiy temperaturada simob kislorod bilan ta'sirlashmaydi, qizdirilganda (350–400 °C) esa qizil rangli oksid HgO hosil qiladi, yuqoriroq temperaturada bu modda kislorod va simobgacha parchalanadi:



Quyi oksidi Hg_2O da – Hg – Hg – bog' tufayli simobning valentligi 2 ga, oksidlanish darajasi esa +1 ga teng. Bunday bog'lanish simob (I) tuzlarining eritmasida ham mavjud $\text{Cl} - \text{Hg} - \text{Hg} - \text{Cl}$.

Simob gidroksidi $\text{Hg}(\text{OH})_2$ eritmada hosil bo'lishidayoq simob (I)-oksid Hg_2O bilan suvga ajraladi:

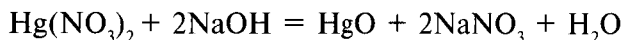


Simob kislotalarda erib tuzlar hosil qiladi:

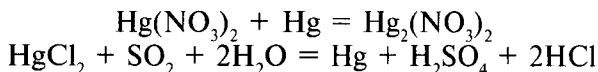


Kuchlanish qatorida simob vodoroddan keyin joylashgan, shuning uchun suvdan va kislotalardan H_2 ni siqib chiqara olmaydi.

Simob tuzlariga ishqorlar qo'shilganda oksidlar hosil bo'ladi:

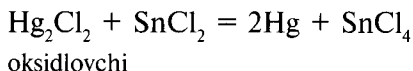
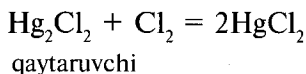


Simob birikmalari oson qaytariladi (simob (I) tuzlari va metall-gacha):



Oddiy sharoitda galogenlar bilan reaksiyaga kirishadi.

Sharoitga qarab Hg_2^+ oksidlovchi va qaytaruvchi bo'lishi mumkin:



Simobning galogenli hosilalari ishqoriy metallarning galogenidlari bilan turli xil kompleks birikmalar hosil qiladi. Masalan, suvda oz eriydigan simob yodid (II) kaliy yodid bilan tetrayod (II) gidrargirat kaliy hosil qiladi:



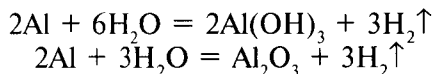
Shu kabi simobning misli $\text{Cu}_2[\text{HgI}_4]$ va kumushli $\text{Ag}_2[\text{HgI}_4]$ komplekslari bo'lib, temperatura o'zgarsa, o'z rangini o'zgartiradi va shu xususiyatiga ko'ra termoskopiyada qo'llanadi.

Aluminiy, Al. Tabiatda keng tarqalgan element. Yer yuzida tarqalishiga ko'ra kisloroddan keyin uchinchi o'rinni egallaydi. 250 dan ortiq minerallari mavjud: boksit — $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, kaolinit — $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, nefelin — $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ va boshqalar. 1 ta tabiiy izotopi bor.

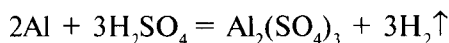
Aluminiy kumushsimon oq rangli metall (zichligi $2,7 \text{ g/sm}^3$). U egiluvchan, issiqlik va elektrni yaxshi o'tkazadi.

Kimyoviy xossalariga ko'ra juda faol element hisoblanadi. Xona temperaturasida kislorod bilan ta'sirlashadi, Al_2O_3 himoya pardasi hosil qiladi va bu parda uni keyingi oksidlanishdan saqlaydi.

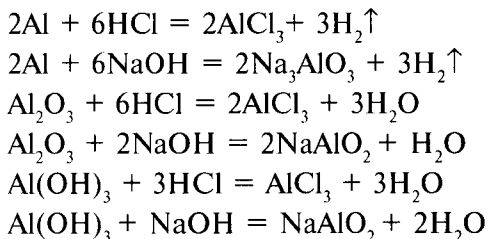
Agar himoya pardasini tozalab tashlansa, metall suv bilan reaksiyaga kirishadi:



Aluminiy suyultirilgan kislotalarda eriydi:



Aluminiy, uning oksidi va gidroksidi amfoter xossaga ega:



Aluminiy konsentrlangan HNO_3 bilan ta'sirlashmaydi.

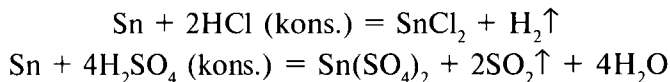
Qizdirilganda galogenidlar hosil qiladi. 700–2000 °C gacha qizdirilganda oltingugurt, azot, uglerod bilan reaksiyaga kirishib sulfidlar, nitridlar, karbidlar hosil qiladi.

Aluminiy ko'pgina metallarni (marganes, xrom, vanadiy va boshqalar) ularning oksidlaridan gaytaradi — aluminotermya jarayonida qatnashadi.

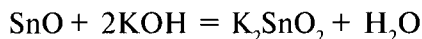
Aluminiy ko'pgina metallar bilan yengil qotishmalar hosil qiladi. Aluminiy texnikada va sanoatda keng qo'llanadi.

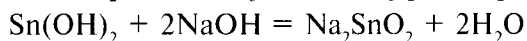
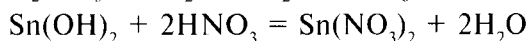
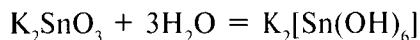
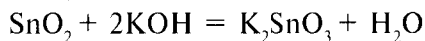
Qalay, Sn; qo'rg'oshin, Pb kamyob va kam eruvchan metallardir. Qalay oq kumushsimon yaltiroq metall, qo'rg'oshin esa yuzasi kulrang ko'kish tusli yaltiroq metall, lekin havo kislorodi ta'sirida tez hiralashib qoladi.

Qalay havoda uzoq vaqt o'zgarmay saqlanib turadi, ya'ni oksidlanmaydi. Lekin suyuqlanish temperaturasiga qadar qizdirilganda SnO_2 ga aylanadi. Suyultirilgan xlorid va sulfat kislotalar qalayga juda sekin ta'sir etadi. Xlorid kislotaning konsentrlangan eritmasi qalayni SnCl_2 gacha, konsentrlangan sulfat kislota esa $\text{Sn}(\text{SO}_4)_2$ gacha oksidlaydi:

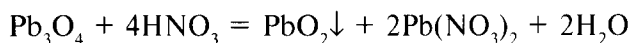


Qalay oksidlari va qalay gidroksidi amfoter xossaga ega. SnO qaynoq konsentrlangan ishqorlar bilan, SnO_2 esa suyultirilganda ishqoriy metall oksidlari bilan yoki ishqorlar bilan metastannatlar, suv ishtirokida esa geksohidrostannatlar hosil qiladi:



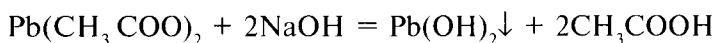


Qo'rg'oshin suv bilan ta'sirlashmaydi, lekin havo kislorodida oksidlanib avval sariq PbO_2 , keyin esa och qizil Pb_3O_4 hosil qiladi. Pb_3O_4 nitrat kislota bilan reaksiyaga kirishadi:

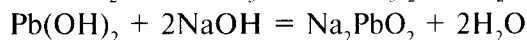
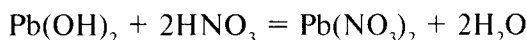


PbO va PbO_2 – amfoter oksidlar. PbO ning asosli xossalari, PbO_2 ning kislotali xossalari kuchliroq.

Qo'rg'oshin (II) ning suvda eriydigan tuzlariga ishqor ta'sir etib go'rg'oshin (II)-gidroksid olinadi:



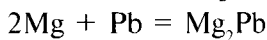
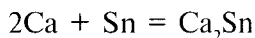
Qo'rg'oshin (II)-gidroksid amfoter xossaga ega, uning kislotali xossasi asosli xossasidan ustunroqdir:



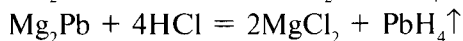
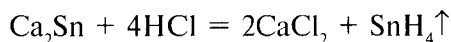
Sn^{2+} birikmalari kuchli qaytaruvchi, Pb^{4+} birikmalari esa kuchli oksidlovchidir.

Sn (IV) va Pb (IV)-oksidlariga kuchsiz kislotalar mos keladi: H_2SnO_3 va H_2PbO_3 .

Bu elementlar o'ta elektromusbat elementlar bilangina manfiy oksidlanish darajasini namoyon qiladi:



Ca_2Sn va Mg_2Pb birikmalari xlorid kislota bilan ta'sirlashganda beqaror zaharli gazlar ajraladi:



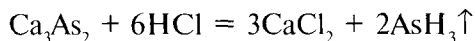
Qalay va qo'rg'oshin ko'plab birikmalar hosil qiladi, bunda ular 2 va 4 valentli holda bo'ladi. Bu elementlar 6 va 8 koordinatsion sonli barqaror komplekslar hosil qiladi. Qo'rg'oshin ionlari oqsil va fermentlarning sulfidril guruhlar bilan kompleks hosil qiladi.

Margimush, As; surma, Sb va vismut, Bi. Yer qobig'idagi miqdori oz bo'lib, rudalar tarkibida uchraydi. Bu elementlarning ba'zilari erkin holda uchrashi ham mumkin. Margimush va surma bir necha allotropik holatlarda bo'ladi. Margimush ko'pincha +5 yoki +3, surma asosan +3 (goho +4), vismut esa ko'pincha +3 (faqat kuchli oksidlovchilar ishtirokida +5 ga o'tadi) oksidlanish darajasini namoyon etadi.

Suvda va organik erituvchilarda erimaydi. Havoda margimush va vismut oksid parda bilan qoplanadi. Havoda qizdirilganda bu elementlar Me_2O_3 oksidi hosil qilib yonadi. Ularning gidroksidi amfoter, $As(OH)_3$ ning kislotaliligi, $Bi(OH)_3$ ning asosiligi ko'proq kuzatiladi. Arsenit kislota H_3AsO_3 faqat eritma holida mavjud bo'ladi. Stibit kislota H_3SbO_3 oq cho'kma bo'lib, uning tuzlarini ammonitlar deb ataladi.

Bu kislotalar dissotsiyalanganda suv ajraladi va kuchsiz kislotalar hosil bo'ladi: $HAsO_2$ — metaarsenit kislota va $HSbO_2$ metastibit kislota. Yuqori oksidlari As_2O_5 va Sb_2O_5 ga arsenat kislota H_3AsO_4 va stibiat kislota H_3SbO_4 mos keladi. Ularning tuzlari *arsenatlar* va *antimonatlar* deyiladi, ular suvda qiyin eriydi.

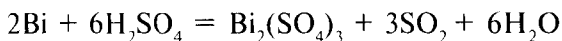
MeH_3 birikmalari metalli birikmalariga kislotalar ta'sir ettirib olinadi:



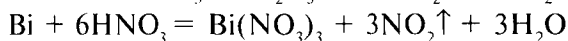
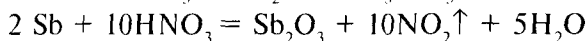
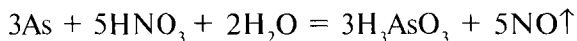
Gazsimon gidridlar: AsH_3 — arsin, SbH_3 — stelogin va BiH_3 — vismutinlar beqaror zaharli moddalardir.

AsH_3 va SbH_3 kuchli qaytaruvchidir.

Bu elementlar oddiy sharoitda suv bilan ta'sirlashmaydi. Ular faqat oksidlovchi xossalari kislotalar bilan reaksiyaga kirishadi:



As, Sb, Bi konsentralangan nitrat kislotada eriydi:



Sulfidlari rangli bo'lib, shu elementlarning sifat analizida ishlatiladi.

As_2S_3 va As_2S_5 — sariq, surma sulfidlari Sb_2S_3 va Sb_2S_5 zarg'aldoq, Bi_2S_3 — qora rangli.

Bu elementlar gallogenlar bilan reaksiyaga kirishadi. I valentli metal xloridlari bilan kompleks hosil qiladi.

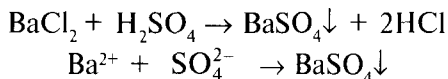
As, Sb, Bi yumshoq, rangli metall bilan past temperaturada suyuqlanadigan yengil eruvchan qotishmalar hosil qilinadi.

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:

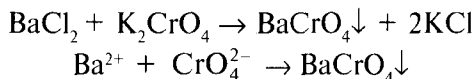


$BaSO_4$ cho'kmasining xossalarini tekshirish.

Cho'kma kislota va o'yuvchi ishqorlarda erimaydi.

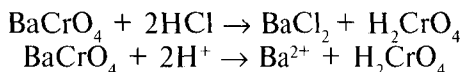
Reaktiv: kaliy xromat – K_2CrO_4 .

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



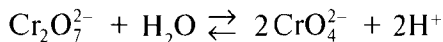
$BaCrO_4$ cho'kmasining xossalarini tekshirish.

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

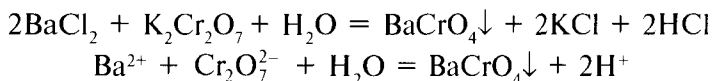


Reaktiv: kaliy bixromat – $K_2Cr_2O_7$.

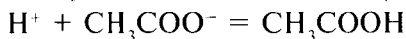
Kaliy bixromat $K_2Cr_2O_7$ bariy tuzlari bilan bariy xromat sariq cho'kma – $BaCrO_4$ hosil qiladi. Buning sababi quyidagicha: $Cr_2O_7^{2-}$ ionlari suvli eritmada CrO_4^{2-} ionlari bilan muvozanatda bo'ladi:



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



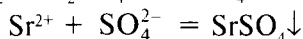
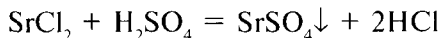
Ba^{2+} ionlari to'la cho'kishi uchun reaksiyani natriy asetat ishtirokida olib borish kerak. Bunda natriy asetat reaksiya davomida ajralib chiqadigan va $BaCrO_4$ ni eritishi mumkin bo'lgan kuchli kislota HCl ni kuchsiz kislota CH_3COOH ga aylantiradi, unda $BaCrO_4$ erimaydi.



Stronsiy ioni – Sr^{2+} 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:



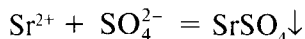
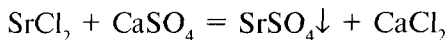
SrSO_4 cho'kmasining xossalarini tekshirish.

Cho'kma kislota va ishqorda erimaydi.

Reaktiv: gips suvi – $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Gipsning suvdagi to'yingan eritmasi stronsiy tuzlari bilan oq loyqa SrSO_4 hosil qiladi. Eritma qizdirilganda loyqa hosil bo'lishi tezlashadi.

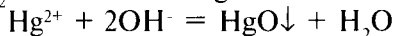
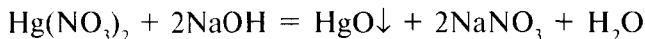
Bu reaksiya yordamida Sr^{2+} ionini aniqlashda albatta eritmadan Ba^{2+} ionlari yo'qotilishi zarur (chunki Ba^{2+} ionlari ham huddi shunday oq loyqa hosil qiladi). Reaksiya tenglamasi:



Simob ioni – Hg^{2+} reaksiyalari

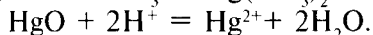
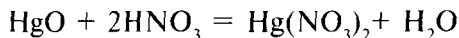
Reaktiv: natriy va kaliy gidroksidlar – NaOH , KOH .

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



HgO cho'kmasining xossalarini tekshirish.

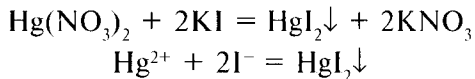
1. Cho'kma mineral kislotalarda eriydi:



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

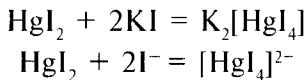
Reaktiv: kaliy yodid – KI .

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



HgI₂ cho'kmasining xossalarini tekshirish.

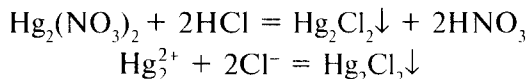
Cho'kma reaktivining mo'l miqdorida kompleks birikma – K₂[HgI₄] hosil qilib eriydi:



Simob ionlari – Hg₂²⁺ reaksiyalari

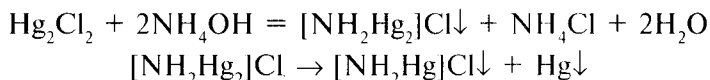
Reaktiv: xlorid kislota – HCl.

Xlorid kislota Hg₂²⁺ ionlari bilan oq cho'kma – Hg₂Cl₂ hosil qiladi:



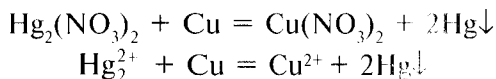
Hg₂Cl₂ cho'kmasining xossalarini tekshirish.

1. Cho'kma suyultirilgan kislotalarda erimaydi.
2. Cho'kma NH₄OH ning mo'l miqdorida erimaydi va qora metall holdagi simob chiqishi natijasida qorayadi:



Reaktiv: metall holdagi mis – Cu.

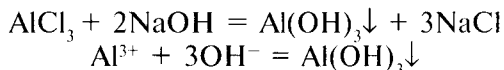
Tozalangan mis plastinka (mis tanga)ga 1–2 tomchi Hg₂(NO₃)₂ tomiziladi. Bir ozdan so'ng ajralib chiqqan metall holdagi simobdan yaltiroq dog' hosil bo'ladi:



Aluminiy ionlari – Al³⁺ reaksiyalari

Reaktiv: natriy va kaliy gidroksidlar – NaOH, KOH.

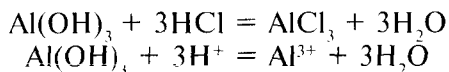
Aluminiy tuzi eritmasiga o'yuvchi ishqorlar ehtiyotkorlik bilan qo'shilganida oq liqildoq alyuminiy gidroksid cho'kmasini Al(OH)₃ ajraladi:



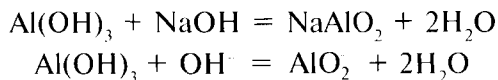
Al(OH)₃ cho'kmasining xossalarini tekshirish.

Al(OH)₃ – amfoter xossaga ega.

1. Cho'kma mineral kislotalarda eriydi:

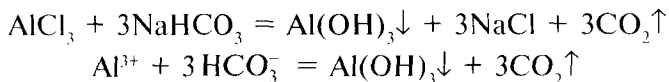


2. Cho'kma o'yuvchi ishqorning mo'l miqdorida eriydi:

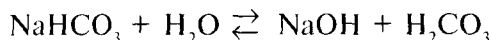


Reaktiv: natriy gidrokarbonat – NaHCO₃.

Natriy gidrokarbonat va karbonatlar alyuminiy tuzlari bilan oq liqildoq cho'kma Al(OH)₃ hosil qiladi:



NaHCO₃ suvli erimalarda gidrolizga uchraydi:



Shunday qilib, bu tuz eritmasida OH⁻ va HCO₃⁻ bor. Al(OH)₃ nisbatan oz eruvchan bo'lgani uchun cho'kmaga tushadi.

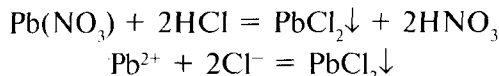
Reaktiv: alizarin (I) – S – C₁₄H₅O₂(OH)SO₃Na.

Alizarin aluminij tuzlari bilan qirmizi-qizil rangli lok hosil qiladi. Reaksiya filtr qog'oz bo'lagida bajariladi: filtr qog'oz bo'lagiga 1 tomchi aluminij 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 aluminij bilan ichki kompleks tuz hosil qiladi.

Qo'rg'oshin ionini – Pb²⁺ reaksiyalari

Reaktiv: xlorid kislotasi – HCl.

Suyultirilgan xlorid kislotasi va xloridlar qo'rg'oshin tuzlaridan oq g'ovak qo'rg'oshin xlorid PbCl₂ cho'kmasini ajratib chiqaradi:

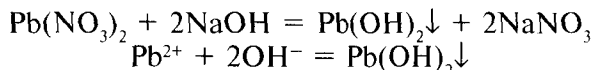


PbCl₂ cho'kmasining xossalarini tekshirish.

1. Cho'kma qaynayotgan suvda eriydi.
2. Cho'kma kislotalarda erimaydi.
3. Cho'kma quyuuq o'yuvchi ishqorlarda eriydi.

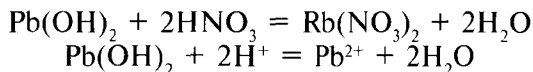
Reaktiv: natriy va kaliy gidroksidlar – NaOH, KOH.

Qo'rg'oshin tuzlariga o'yuvchi ishqorlar ehtiyotkorlik bilan ta'sir ettirilganda – Pb(OH)₂ oq cho'kma hosil bo'ladi:

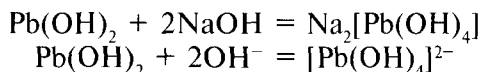
**Pb(OH)₂ cho'kmasining xossalarini tekshirish.**

Pb(OH)₂ amfoter xossaga ega.

1. Cho'kma mineral kislotalarda eriydi:

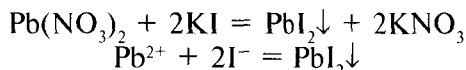


2. Cho'kma o'yuvchi ishqorning mo'l miqdorida eriydi:

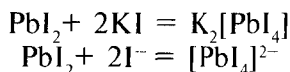


Reaktiv: kaliy yodid – KI.

Kaliy yodid KI qo'rg'oshin tuzlari eritmasi bilan sariq amorf cho'kma – qo'rg'oshin yodid PbI₂ hosil qiladi:

**PbI₂ cho'kmasining xossalarini tekshirish.**

1. Cho'kma reaktivning mo'l miqdorida qisman eriydi:



2. Cho'kma qaynayotgan suvda eriydi.

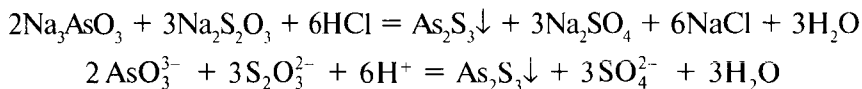
3. Cho'kma suyultirilgan sirka kislotalada qaynatilganda eriydi. Hosil bo'lgan eritmani asta-sekin sovitilsa, tillasimon-sariq kristall ko'rinishidagi cho'kma tushadi. Bu sifat analizning eng chiroyli reaksiyalaridan biridir.

Margimush ioni – As³⁺ reaksiyalari

Reaktiv: natriy tiosulfat - Na₂S₂O₃

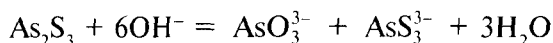
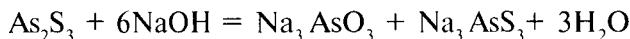
Natriy tiosulfat Na₂S₂O₃ – kislotali muhitda (HCl ishtiroqida) margimush tuzlari bilan qaynatilganda As₂S₃ – margimush sulfid sariq cho'kma hosil bo'ladi.

Ishning borishi. Probirkaga 2–3 tomchi Na_3AsO_3 , 1 tomchi HCl va 2–3 tomchi $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ eritmasi tomiziladi. Aralashma qaynaguncha qizdirilsa 2–3 minutdan so'ng cho'kma hosil bo'ladi:

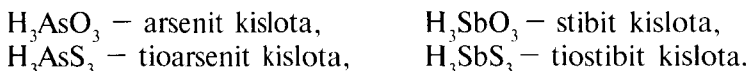


As_2S_3 cho'kmasining xossalarini tekshirish.

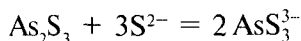
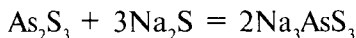
1. Cho'kma o'yuvchi ishqor eritmasida eriydi:



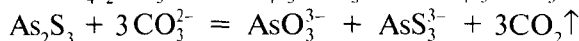
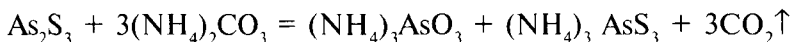
Na_3AsS_3 – *tiotuz* deb nomlanadi. Bu tiokislotaga tegishli tuzdir. Tiokislotalar kislorodli kislotalarga o'xshash bo'lib, kislorodni olingugurtga almashinganligi bilan farq qiladi. Masalan:



2. Cho'kma ishqoriy metallarning sulfidlarida Na_2S , K_2S eriydi:



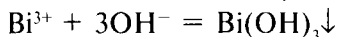
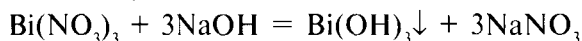
3. Cho'kma ammoniy karbonatda eriydi:



Vismut ioni – Bi^{3+} reaksiyalari

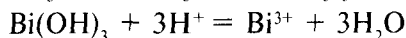
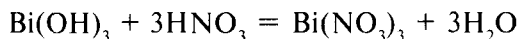
Reaktiv: natriy va kaliy gidroksidlar – NaOH , KOH .

O'yuvchi ishqorlar vismut tuzlari bilan vismut gidroksid oq cho'kmasi – $\text{Bi}(\text{OH})_3$ ni hosil qiladi:



$\text{Bi}(\text{OH})_3$ cho'kmasining xossalarini tekshirish.

1. Cho'kma mineral kislotalarda eriydi:

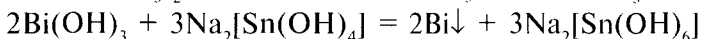
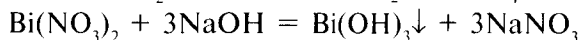
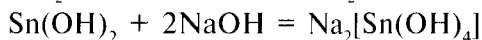
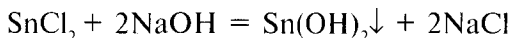


2. Cho'kma o'yuvchi ishqorning mo'l miqdorida erimaydi.

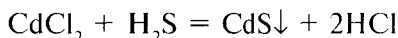
Reaktiv: qalay (II)-xlorid – SnCl₂.

Qalay (II)-xlorid kuchli ishqoriy muhitda vismut tuzlaridan Bi³⁺ ni metall holigacha qaytaradi, u esa qora cho'kma tarzida ajraladi.

Ishning borishi. SnCl₂ tuzi eritmasiga NaOH qo'shiladi, Sn(OH)₂ oq cho'kmasi hosil bo'ladi. Sn(OH)₂ amfoter xossaga ega. Uni NaOH ning mo'l miqdorida eritiladi, so'ngra vismut tuzi eritmasi qo'shiladi. Bunda NaOH ta'sirida oq amorf Bi(OH)₃ cho'kma ajraladi va u bir lahzada qaytarilgan vismut metalli hosil bo'lishi oqibatida qorayib qoladi:

**Kadmiy ioni – Cd²⁺ reaksiyalari****Reaktiv: vodorod sulfid – H₂S.**

Vodorod sulfid kuchsiz kislotali muhitda Cd²⁺ kationi bilan sariq cho'kma kadmiy sulfid CdS hosil qiladi:

**CdS cho'kma xossalarini o'rganish.**

1. Cho'kma suyultirilgan xlorid kislotada erimaydi.
2. Cho'kma suyultirilgan nitrat kislotada eritmasida isitilganda eriydi.
3. Cho'kma konsentrlangan kislotalarda eriydi.

Mavzu bo'yicha masalalar va ularni yechish namunasi

1- masala. Tarkibida 6% aralashmasi bo'lgan 25 g qo'rg'oshin yaltirog'idan qancha metall holidagi qo'rg'oshin olish mumkin?

Berilgan:

$$m(\text{ruda}) = 25 \text{ g}$$

$$\omega\%(\text{aralashma}) = 6\%$$

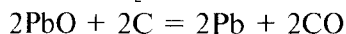
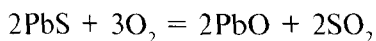
$$M(\text{PbS}) = 239,25 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{Pb}) = 207,19 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{Pb}) = ?$$

Yechish:

Reaksiyaning borish tenglamasi:



Qo'rg'oshin yaltirog'i tarkibidagi aralashmalarining massasi topiladi:

$$\begin{array}{l} 25\text{g (ruda)} \text{ ——— } 100\% \\ x \text{ ——— } 6\% \end{array}$$

$$x = \frac{25 \cdot 6}{100} \frac{\text{g}\cdot\%}{\%} = 1,5 \text{ g};$$

$$m(\text{aralashma}) = 1,5 \text{ g.}$$

Sof PbS ning massasi topiladi:

$$m(\text{PbS}) = 25 \text{ g (ruda)} - m(\text{aralashma}) = 25 \text{ g} - 1,5 \text{ g} = 23,5 \text{ g.}$$

23,5 g PbS dan olingan qo'rg'oshin massasi topiladi. Reaksiya tenglamasidan ko'rinadiki, 1 mol PbS 1 mol Pb hosil qiladi. Shunday qilib,

$$1 \text{ mol} \cdot 239,25 \text{ g/mol} = 239,25 \text{ g PbS,}$$

$$1 \text{ mol} \cdot 207,19 \text{ g/mol} = 207,19 \text{ Pb}$$

hosil qiladi.

$$239,25 \text{ g PbS} \text{ ——— } 207,19 \text{ g Pb}$$

$$23,5 \text{ g PbS} \text{ ——— } x \text{ g Pb}$$

Proporsiya tuziladi: $239,25 : 207,19 = 23,4 : x$

$$x = \frac{207,19 \cdot 23,5}{239,25} \frac{\text{g}\cdot\text{g}}{\text{g}} = 20,35 \text{ g.}$$

Javob: $m(\text{Pb}) = 20,35 \text{ g.}$

2- masala. $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ va $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ tuzlari suyultirilgan eritmalari-ning (konsentratsiyasi bir xil) qaysi birida pH qiymati kichikroq va gidroliz kuchliroq boradi?

Yechish. Simob va rux tuzlari kuchsiz asosdan hosil bo'lganligi uchun suvli eritmalarda gidrolizga uchraydi. Gidroliz bosqichma-bosqich boradi:



Muvozanat holati $\text{Me}(\text{OH})^+$ ionining dissotsiatsiyasiga ($K_{\text{diss.}}$) bog'liq va $K_{\text{diss.}}$ qiymati uning miqdoriy tafsifi bo'ladi. Dissotsiatsiyalanish konstantasining qiymati qancha katta bo'lsa, ion shuncha to'liq dissotsiatsiyalanadi. Ma'lumki,

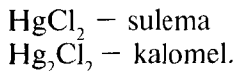
$$K_{\text{diss.}}([\text{Zn}(\text{OH})]^+) = 4 \cdot 10^{-5}; K_{\text{diss.}}([\text{Hg}(\text{OH})]^+) = 5 \cdot 10^{-11};$$

$$K_{\text{diss.}}([\text{Zn}(\text{OH})]^+) > K_{\text{diss.}}([\text{Hg}(\text{OH})]^+)$$

bo'lgani uchun, $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ tuzining gidrolizi $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ ga nisbatan kuchliroq boradi, demak, $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ ning pH qiymati $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ dan kichik bo'ladi.

Mavzuni o'zlashtirishni mustaqil nazorat qilish uchun savollar va masalalar

1. Tibbiyotda simob xlorid tuzlari keng qo'llanadi:

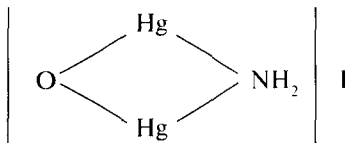


Sifat analizi usullari bilan bu moddalarning tarkibini aniqlash mumkinmi?

2. Kaliy tetrayodomerkurat II - $\text{K}_2[\text{HgI}_4] + \text{KOH}$ tibbiyotda dorivor preparatlar tarkibini sifat analiz qilishda qo'llanadi.

Bu aralashma $\text{K}_2[\text{HgI}_4] + \text{KOH} - \text{Nessler reaktivi}$ deb ataladi.

U NH_4^+ ioni bilan qizil-qo'ng'ir cho'kma hosil qiladi:



Shu reaktivning NH_4Cl bilan reaksiyasini yozing.

3. $\text{Al}(\text{OH})_3$ me'da-ichak yo'llari kasalligida me'da shirasining kislotaligi oshganda ichiladi. Uning ta'siri nimaga asoslanganligini tushuntiring. Nima sababdan bu preparatni ko'p miqdorda ichish mumkin emas?

4. Bariy tuzlari organizm uchun zaharli. Nima sababdan bariy sulfat BaSO_4 rentgenologiyada oshqozon sistemasi analizida qo'llanadi?

5. Tibbiyotda simob (II)-xlorid antiseptik modda sifatida qo'llanadi. Shu preparatni sifat analiz qilinganda kaliy yodid qizil rangli cho'kma hosil qiladi Bu cho'kma ortiqcha reaktivda eriydi. Preparat tarkibida simobning qanday tuzi (Hg^{2+} yoki Hg_2^{2+}) mavjud ekanligini aniqlang. Reaksiya tenglamasini yozing.

6. SrSO_4 ning eruvchanlik ko'paytmasi $3,6 \cdot 10^{-7}$ ga teng. Konsentratsiyasi 0,002 mol/l bo'lgan bir xil hajmli SrCl_2 va K_2SO_4 eritmaları aralashtirilganda SrSO_4 cho'kma hosil bo'ladimi? Reaksiya tenglamasini molekular va ionli ko'rinishini yozing.

7. As_2O_3 toksik modda, lekin shunga qaramasdan oz dozada stomatologiyada qo'llanadi. Nima sababdan bu birikma organizmga toksik ta'sir ko'rsatmaydi?

8. Simobning barcha birikmalari, shu jumladan oddiylari juda ham zaharlidir. Simob bug'i odam organizmiga kirib, uni zaharlaydi. Ma'lumki metall holatdagi simob termometrlarda ishlatiladi. Behosdan termometr sindirib qo'yilsa, simob to'kilib ketadi (metall holdagi simob suyuq). Uni albatta to'liq yo'qotish kerak. Qaysi reaktiv yordamida buni amalga oshirish mumkin. Reaksiya tenglamasini yozing.

Vaziyatli masalalar

1- masala. Me'da shirasining kislotaliligi ortishi bilan bog'liq bo'lgan me'da-ichak kasalliklarini davolashda $Al(OH)_3$ qo'llanadi. $Al(OH)_3$ qaysi reaktivlarda eriydi?

Javob: $Al(OH)_3$ amfoter xossaga ega bo'lganligi uchun ham kislota, ham ishqorda eriydi.

2- masala. Qo'rg'oshin asetat — $Pb(CH_3COO)_2$ — teri yallig'lanishida burushtiruvchi vosita sifatida qo'llanadi. 100g 0,5% li (massa jihatdan) eritma tayyorlash uchun kerak bo'lgan modda massasini hisoblang. Shu eritmadagi qo'rg'oshinning massa ulushi qanday?
 $\rho = 1 \text{ g/ml}$.

Javob: $m(Pb(CH_3COO)_2) = 0,5 \text{ g}$; $\omega\%(Pb) = 0,32\%$.

Test savollari

1. Noorganogen elementlarni ko'rsating.

a) O, Cu, Hg; b) Al, Ba, As; d) Al, Hg, Fe; e) Cu, Fe, Na.

2. Qo'rg'oshin kationiga reagentni ko'rsating.

a) NaCl; b) KOH; d) NaOH; e) KI.

3. Qaysi modda rentgenologiyada rentgenkontrast modda sifatida qo'llanadi?

a) $CaSO_4$; b) $BaSO_4$; d) Na_2SO_4 ; e) K_2SO_4 .

4. Tibbiyotda gips bog'lov sifatida qo'llanadigan moddani ko'rsating.

a) $BaSO_4$; b) $CaSO_4$; d) $CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$; e) $CaSO_4 \cdot 2H_2O$.

5. *p*- elementlar qatorini ko'rsating.
- a) Al, Pb, Hg; b) Hg, Au, Ag; d) Al, As, Pb; e) Pb, Au, Hg.
6. Stomatologiyada margimushning qaysi birikmasi qo'llanadi?
- a) AsH₃; b) As₂S₃; d) As₂O₃; e) Na₂AsO₃.
7. Qaysi moddaning kanserogen hossasi kuchliroq?
- a) Ca⁺²; b) Cu⁺²; d) Ni⁺²; e) Ba⁺².
8. As₂O₃ kimyoviy reaksiyalarga qanday oksid sifatida kirishadi?
- a) asosli oksid; d) amfoter oksid;
b) kislotali oksid; e) indeferent oksid.
9. Qaysi element nekrozga sabab bo'ladi?
- a) As; b) Ba; d) Ni; e) Li.
10. Bi³⁺ ioniga reagentni ko'rsating.
- a) SnCl₂; b) Na₂S₂O₃; d) H₃AsO₃; e) KI.

LABORATORIYA ISHI

«Noorganogen» elementlar ionlarining sifat reaksiyalari

1. Ba²⁺ ioniga reaksiya.

Reaktiv: kaliy xromat K₂CrO₄.

Probirkaga 5 tomchi BaCl₂, 3–5 tomchi CH₃COONa va 3 tomchi K₂CrO₄ eritmasi solinadi. Sariq rangli BaCrO₄ cho'kmasi hosil bo'ladi. Cho'kma kuchli kislotalarda eriydi, sirka kislotada erimaydi. Tegishli reaksiya tenglamasini molekular va ionli ko'rinishda yozing.

2. Hg²⁺ ioniga reaksiya.

Reaktiv: kaliy yodid KI.

Probirkaga 3–5 tomchi Hg(NO₃)₂ va 3–5 tomchi KI eritmasi solinadi. Qizil-qo'ng'ir rangli HgI₂ cho'kmasi hosil bo'ladi. Cho'kma ortiqcha KI eritmasida eriydi va kompleks birikma hosil bo'ladi. Tegishli reaksiya tenglamalarini molekular va ionli ko'rinishda yozing.

3. Al³⁺ ioniga reaksiya.

Reaktiv: ishqoriy muhitdagi S-alizarin qizili.

Bir bo'lak filtr qog'ozga bir tomchi AlCl₃ eritmasi tomiziladi va konsentrlangan ammiak ustida 1–2 minut ushlab turiladi, unda Al(OH)₃ hosil bo'ladi. Filtrdagi dog'ning o'rtasiga 1 tomchi alizarin-

ning spirtidagi eritmasi tomizilib, yana konsentrlangan ammiyak ustida ushlab turiladi. Qizil-pushti rang hosil bo'ladi. Uni «aluminli lok» deb ataladi.

4. Pb^{2+} ioniga reaksiya.

Reaktiv: kaliy yodid KI.

Probirkaga 3–5 tomchi $Pb(CHCOO)_2$ eritmasidan solinadi va unga 3–5 tomchi KI eritmasidan qo'shiladi. Sariq amorf cho'kma – PbI_2 hosil bo'ladi. Cho'kma ortiqcha KI da, qaynoq suvda va sirka kislotada qisman eriydi. Reaksiya tenglamalarining molekulyar va ionli ko'rinishda yozing.

5. Sn^{2+} ioniga reaksiya.

Reaktiv: vismut nitrat $Bi(NO_3)_3$ ning ishqoriy eritmasi.

$SnCl_2$ tuzi eritmasiga NaOH eritmasidan qo'shiladi, oq cho'kma – $Sn(OH)_2$ hosil bo'ladi. $Sn(OH)_2$ – amfoter hossaga ega, shuning uchun ortiqcha NaOH qo'shilganda erib ketadi. Rangsiz eritmaga qora cho'kma hosil bo'lguncha $Bi(NO_3)_3$ eritmasi qo'shiladi. Unda metall holidagi Bi ajraladi. Reaksiya tenglamalarining molekulyar va ionli ko'rinishda yozing.

6. As^{3+} ioniga reaksiya.

Reaktiv: natriy tiosulfat $Na_2S_2O_3$.

Reaksiya kislotali muhitda olib boriladi. Probirkaga 2–3 tomchi Na_3AsO_3 , 3–5 tomchi HCl va 2–3 tomchi $Na_2S_2O_3$ eritmasidan solinadi va aralashma qaynaguncha qizdiriladi. Sariq rangli As_2S_3 cho'kmasi hosil bo'ladi. Cho'kma ishqor va Na_2S eritmalarida eriydi.

7. Bi^{3+} ioniga reaksiya.

Reaktiv: qalay xlorid $SnCl_2$ (ishqoriy muhitda).

$SnCl_2$ tuzi eritmasiga NaOH eritmasidan qo'shiladi, oq cho'kma – $Sn(OH)_2$ hosil bo'ladi, u ortiqcha NaOH eritmasida erib ketadi. Rangsiz eritmaga qora cho'kma – metall holidagi vismut hosil bo'lguncha $Bi(NO_3)_3$ eritmasi qo'shiladi. Reaksiya tenglamasini molekulyar va ionli ko'rinishda yozing.

FIZKOLLOID KIMYO

SIRT HODISALARI. ADSORBSIYA

Mashg'ulotning maqsadi. Sirt tarangligi, adsorbsiya hodisalari va xromatografiya hodisalari haqida tushuncha berish.

O'rganilayotgan mavzuning ahamiyati. Biomembranalarning tarkibi va tuzilishini tushunish uchun sirt faol moddalar (SFM) va sirt nofaol moddalar (SNM)ning ta'siri hamda sirt hodisalarini o'rganish katta ahamiyat kasb etadi.

Qon va protoplazma to'qimalarida moddalarning musbat va manfiy adsorbsiyasi organizmda moddalar almashinuviga olib keladi. Organizmga zaharli moddalar tushganda sorbentlarning yuqori adsorbsiyalash xususiyatlari namoyon bo'ladi. Tibbiyotda sorbsion usuldan organizmga tushgan zaharli moddalarni tozalashda, ya'ni toksik moddalarni organizmdan siqib chiqarishda foydalaniladi.

Xromatografiya usuli universal usul bo'lib, undan moddalarni aralashmalardan tozalash va ajratishda foydalaniladi. So'nggi vaqtda bu usul vitaminlar, antibiotiklar, oqsillar va boshqa biologik faol moddalarni analiz qilishda va ajratib olishda qo'llanmoqda. Bu usul bilan termik beqaror va oz miqdordagi birikmalarni ajratib olish qulaydir.

Boshlang'ich bilim darajasi:

1. Adsorbsiya hodisasi.
2. Gidrofob va gidrofil molekulalar.

Mustaqil tayyorlanish uchun o'quv adabiyotlar:

1. *A. Abdusamatov, A. Rahimov, S. Musayev.* Fizik va kolloid ximiya. T., 1992. 187–205- betlar.
2. *B.H. Захарченко.* Коллоидная химия. М., 1989. 28–29- betlar.
3. *М.И. Равич-Щерба, В.В. Новиков.* Физическая и коллоидная химия. М., 1976. 153–168- betlar.
4. *A.B. Akbarov.* Bioanorganik va biofizik kimyo asoslari. T., 1996. 355–374- betlar.
5. *E.G. Фролов.* Курс коллоидной химии. М, 1989, 25–50- betlar.
6. *S.S. Qosimova, S.M. Masharipov, Q.O. Najimov.* Umumiy va bioorganik kimyodan amaliy mashg'ulotlar. T., 2001, 121–128- betlar.

Darsda ko'riladigan savollar:

1. Sorbsiya tushunchasi: adsorbsiya, absorbsiya, desorbsiya, kapillar kondensatsiya.

2. Suyuqlik sirtidagi adsorbsiya.
3. Qattiq adsorbentdagi adsorbsiya.
4. Ion almashtirish va tanlangan adsorbsiya.
5. Adsorbsiyani miqdor jihatdan aniqlash. Lengmyur tenglamasi.
6. Ion almashinish va tanlangan adsorbsiyaning biologik va tibbiy ahamiyati.
7. Xromatografiya.

MA'LUMOTLAR YIG'INDISI

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 orientatsiyasi, 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: adsorbsiya, absorbsiya, xemosorbsiya va kapillyar kondensatsiya.

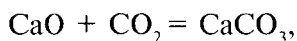
Biron bir moddaning boshqa bir modda sirtiga yig'ilishi *adsorbsiya* deyiladi. Adsorbsiyalanadigan modda – *adsorbat* yoki *adsorbtiv*, sirt yuzasida adsorbsiya sodir bo'layotgan modda *adsorbent* deyiladi.

Gazsimon moddaning qattiq yoki suyuq agregat holatidagi biron moddaning butun hajmi bo'ylab yutilishi *absorbsiya* deb ataladi.

Adsorbsiya va absorbsiya umuman olganda qaytar bo'lib, ularga teskari bo'lgan jarayon *desorbsiya* deyiladi.

Adsorbsiya va absorbsiya fizikaviy sorbsiyaga tegishli bo'lib, ularning borishida kuzatiladigan issiqlik ko'p hollarda 8–20 kJ/mol ga teng bo'ladi. Bu qiymat fizikaviy sorbsiyaning Van-der-Vals kuchlari hisobiga amalga oshishi orqali kelib chiqadi.

Valent kuchlari hisobiga boradigan adsorbsiya jarayoni *xemosorbsiya* (kimyoviy sorbsiya) deb ataladi. Masalan:



bunda CaO – adsorbent, CO₂ esa adsorbat vazifasini bajaradi.

Xemosorbsiya fizik adsorbsiyadan farq qiladi. Bu jarayonda adsorbent–adsorbat bog'lanish energiyasi katta qiymatga (80–850 kJ/mol) ega bo'ladi. Bu qiymatlar miqdor jihatidan kimyoviy moddaning hosil bo'lishi issiqlik effektlariga yaqin bo'ladi.

Adsorbsiya kuchlari hisobiga adsorbsiyalangan moddaning erituvchi yordamida ajratib olish (erituvchiga o'tkazish) *elyutsiya*, adsorbsiyalangan moddani saqlovchi eritma esa *elyuat* deyiladi.

Agar adsorbsiyaga uchrayotgan modda molekulyar tabiatli bo'lsa – *molekular adsorbsiya*, ion tabiatli bo'lsa – *ion adsorbsiya* deyiladi.

Qattiq sorbent kapillarlarida modda bug'ining kondensatsiyalanishiga (gaz holatdan suyuq holatga o'tishiga) *kapillar kondensatsiya* deyiladi.

Tabiiy adsorbentlarga ko'mir, qatiq, qotgan non, tvorog, sut, piyoz, tabiiy tolalar misol bo'ladi. Tibbiyotda organizmdan toksik moddalar, gazlarni chiqarib yuborish uchun adsorbent sifatida faollangan ko'mir keng qo'llanadi.

Suyuqlik – suyuqlik, suyuqlik – gaz, qattiq modda – gaz, qattiq modda – suyuqlik chegaralarida boradigan adsorbsiya jarayoni katta ahamiyat kasb etadi.

Suyuqlik sirt yuzasida joylashgan molekulalarining qo'shni molekulalar 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. Oqibatda bu ta'sirlashuvlar o'zaro mutanosiblashadi. Lekin fazaning ichki muhit (suyuq faza) molekulalarining ta'sir kuchi tashqi muhit (gaz faza) molekulalarining 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 molekulalarning 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.

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.

Eritmaning sirt tarangligi sof erituvchiga nisbatan kattaroq qiymatga ega.

Eritma sirt tarangligini orttiradigan moddalar *sirt nofaol moddalar* (SNF) deyiladi. Ularga kuchli elektrolit tabiatli anorganik moddalar (kislotalar, ishqorlar, tuzlar) misol bo‘ladi.

Eriganda fazalarni ayirib turuvchi sirt yuzalarining tarangligini kamaytiruvchi moddalar *sirt faol moddalar* (SFM) deyiladi. Ularga nosimmetrik tuzilishga ega qutbli hamda qutbsiz guruhlardan iborat moddalar – yog‘lar, yog‘ kislotalar, oqsillar misol bo‘ladi.

Moddalarning sirt tarangligini kamaytiradigan xususiyati ularning tarkibida qutblangan yoki oson qutblanadigan (gidrofil – suvni yaxshi ko‘radigan) hamda qutbsiz (gidrofob – suvdan qo‘rquvchi) guruhlar borligi bilan belgilanadi. Bir vaqtning o‘zida ham gidrofil, ham gidrofob guruh saqlovchi moddalar *difil molekularlar* deyiladi.

SFMning molekulari asosan eritma sathida yig‘ilib, sirt tarangligini kamaytiradi. Bunda difil molekularlar o‘zining gidrofil guruhi bilan eritmaga qarab, gidrofob guruhlar bilan esa havoga oriyentatsiyalangan bo‘ladi.

Suyuqlik sirtida suyuqlikda eritilgan modda zarrachalari adsorb-siyalanadi. Adsorbsiya eriyotgan modda muhitlar orasida taqsimlanishiga ta’sir qiladi, ya’ni Gibss energiyasining minimal qiymatini ta’minlash asosida amalga oshadi. Natijada modda tabiatidan qat’iy nazar, eritma yuzasi va ichki muhiti orasida konsentratsiya gradiyenti ($c_2 - c_1 = \Delta c$) paydo bo‘ladi va diffuziya hodisasi kuzatiladi.

Eritmaning sirt yuzasidagi modda miqdorining sirt yuza birligiga bo‘lgan nisbati *Gibbs adsorbatsiyasi* yoki *adsorbatsiya kattaligi* deyiladi va quyidagicha ifodalanadi:

$$G = -\frac{c}{RT} \cdot \frac{\Delta\delta}{\Delta c} = -\frac{c}{RT} \cdot \frac{(\delta_1 - \delta_2)}{(c_2 - c_1)}.$$

Bu tenglama *Gibbs tenglamasi* deyiladi.

Bu yerda $\Delta\delta - \Delta c$ konsentratsiya o‘zgarishiga mos keladigan sirt tarangligining o‘zgarishi; $\Delta\delta/\Delta c$ – 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 (G) erigan modda sirt faolligi $\Delta\delta/\Delta c$ va konsentratsiyaga bog‘liqligi natijasida quyidagi 2 holat kelib chiqadi.

1. Agar gidrofil guruh tabiati ustun bo‘lsa, erigan modda eritma sathidan siqib chiqarilib, uning ichki hajmi sari yonalgan bo‘ladi va oqibatda sirt tarangligi ortadi, ya’ni $\Delta\delta > 0$. Bunday jarayon *salbiy adsorbsiya* deyiladi. Bunda sistemaning adsorbsiya qiymati kamayadi: ($G < 0$).

2. Agar sistemada gidrofob guruh tabiati ustun bo'lsa, erigan modda eritma sirt yuzasiga yig'ilib, sistema sirt tarangligi kamayadi, ya'ni $\Delta\delta < 0$, sistemaning adsorbsiya qiymati esa ortadi ($G > 0$). Moddaning sirt yuzasida to'planishi natijasida sodir bo'ladigan va oqibatda sirt tarangligini kamayishiga olib keladigan adsorbsiya *ijobiy adsorbsiya* deyiladi.

SFM ning sirt taranglik qiymatini kamaytirish mezoni vazifasini $\Delta\delta/\Delta c$ nisbati bajaradi va bu nisbat *sirt faollik* deyiladi. Uning fizik talqini quyidagicha: sirt faol modda konsentratsiyasining bir birlikka o'zgarishida 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 kislotalari va spirtlarning uglevodorod zanjirlarining bitta CH_2 guruhiga ortishi gomologlarning suvli eritmadagi sirt faolligi 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 koeffitsiyenti* deb ataladi.

Eritmalardagi adsorbsiya jarayoni 3 turga bo'linadi.

1. *Additiv adsorbsiya* – eritma komponentlarining adsorbsiyasi ularning sorbsiya xususiyati bilan belgilanadi. Komponentning sorbsiyalanish xususiyati qancha katta bo'lsa, u shunchalik tez va ko'p miqdorda adsorbsiyalanadi.

2. *Antagonistik adsorbsiya* – eritma komponentlaridan biri boshqasining sorbsiya xususiyatini keskin kamaytiradi.

3. *Sinergistik adsorbsiya* – eritma komponentlaridan biri boshqasining sorbsiya xususiyatini keskin oshiradi.

Qattiq adsorbentdagi adsorbsiya

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 kristal panjaradagi bog'lanishlarning teng bo'lmasligi hisobiga vujudga keladigan tortishish kuchlari maydonlarining mavjudligi bilan tushuntiriladi.

Qattiq adsorbentning faol markazlarida bo'rtib turgan qismlarida adsorbsiya ayniqsa kuchli bo'ladi. Masalan, faollashtirilgan ko'mir zarrasining bo'rtib turgan uchlarida kislorodning adsorbsiyalanishi chuqur joylaridagiga qaraganda 4,5 marta tezroq bo'ladi.

G'ovak adsorbentlarda (faollangan ko'mir, silikagellar, aluminogellar va h.k.) adsorbsiya ularning ichki yuzalarida, kukun holidayi adsorbentlarda esa adsorbsiya ularning yuzalarida sodir bo'ladi.

Adsorbsiya tezligi adsorbentning solishtirma sirt yuzasi (S_s) (m^2/kg , sm^2/g) qiymatiga bog'liq. Solishtirma sirt yuzasi qancha katta bo'lsa adsorbsiya jarayoni shunchalik tez boradi.

Adsorbent va adsorbatlarning o'zaro ta'sirlashuv tabiati adsorbatning konsentratsiyasiga (gazlar uchun bosim qiymatiga) bog'liq bo'lib, konsentratsiyaning kichik qiymatlarida kimyoviy (valent kuchlari), yuqori qiymatlarida esa fizik (Van-der-Vals kuchlari) omillar orqali amalga oshadi. Temperaturaning ortishi fizik adsorbsiyani kamaytiradi, chunki bunda adsorbsion qavatda molekulalarning harakati kuchayadi, adsorbsiyalangan molekulalarning orientatsiyasi buziladi, ya'ni desorbsiya kuchayadi. Shu bilan bir qatorda temperaturaning ko'tarilishi, adsorbsiyalangan zarrachalarning energiyasini oshiradi, oqibatda, kimyoviy omillar kuchayishiga va adsorbsiya jarayonining tezlashishiga olib keladi.

Temperaturaning adsorbsiyaga ta'siri sistema komponentlari tabiati bilan belgilanadi. Masalan, ko'pchilik gazlarning adsorbsiyasi temperatura ortishi bilan kamayadi. Shu bilan birga platina va O_2 dan iborat sistema temperaturasi $-185^\circ C$ dan $+20^\circ C$ gacha o'zgartirilganda adsorbsiya jarayoni 10 marta ortadi.

Bosimning ortishi bilan gaz va bug'lar adsorbsiyasi kuchayadi.

Yuqori kuchlanish maydoniga ega bo'lgan adsorbentlar sath yuzalari bilan, past kuchlanish maydonli adsorbentlar faqat faol markazlari bilangina adsorbsiya jarayonini ta'minlaydi.

Adsorbsiyaga faqat adsorbentning tabiati emas, balki adsorbentning tabiati ham ta'sir ko'rsatadi. Masalan, qattiq adsorbentlarda osonroq suyuqlanadigan, ya'ni kritik temperaturasi yuqoriroq gazlar kuchli adsorbsiyalanadi.

Adsorbsiya qaytar jarayon bo'lib, adsorbsiyalangan zarrachalar adsorbentda hammasi bo'lib sekundning yuz va ming ulushida ushlanadi va desorbsiyalanib, yangi zarrachalarga almashtiriladi. Lekin ular adsorbentda mahkam o'rnashib qolmasdan, uning sathi bo'ylab ko'chib yurishi mumkin. Natijada erkin va adsorbsiyalangan zarrachalar o'rtasida dinamik adsorbsion muvozanat qaror topadi. Zarrachalarning 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.

Ion almashtirish va tanlangan adsorbsiya

Kuchli elektrolitlar ion holida adsorbsiyalanadi. Ion adsorbsiya jarayoni aksariyat hollarda kimyoviy omillar asosida bo‘ladi va quyidagi ikki mexanizm asosida amalga oshadi:

1. Ion almashinuv adsorbsiyasi.
2. Ionlarning qattiq adsorbentlardagi tanlangan adsorbsiyasi.

Ikkala mexanizmning 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 zarrachalar eritmaga ionlashadi, eritmadagi ionlarning ekvivalent miqdori esa adsorbentga adsorbsiyalanadi.

Ion almashinish xususiyatiga ega bo‘lgan sorbentlar **ionitlar** deb ataladi. Ular quyidagi 3 turga bo‘linadi:

1. *Kationitlar* — kislotali sorbentlardir. Ularning funksional guruhlari karboksil, gidroksil va sulfoguruhlar bo‘lib (masalan, silikagel, selluloza) ularda adsorbent bilan kation almashinish orqali ta’sirlashadi.

2. *Anionitlar* — asosli adsorbentlar bo‘lib, (masalan, $Al(OH)_3$, $Fe(OH)_3$) funksional guruhlari adsorbent bilan anion (OH^- , Cl^- , SO_4^{2-}) almashinish orqali ta’sirlashadi.

3. *Amfoter ionitlar* — tarkibi jihatidan $H^+SO_3 - R - N^+(CH_3)_3$ OH^- ga (R — organik polimer) yaqin bo‘lgan sorbentlar bo‘lib, sorbat bilan ham kation (H^+ hisobiga), ham anion (OH^- hisobiga) almashinish orqali ta’sirlashadi.

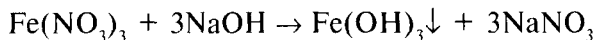
Ionitlar tibbiy maqsadlarda keng qo‘llanadi. Masalan, chaqaloqlarning sun‘iy oziqlarini tayyorlashda, qon va limfalarni konservatsiya qilish jarayonlarida, sof antibiotiklar olishda, me‘da-ichak yo‘lidagi zaharli moddalar, toksinlarni tozalashda keng qo‘llanadi.

Ionlarning tanlangan adsorbsiya jarayoni qattiq adsorbent sirt yuzasida bir xil zaryad va ma‘lum bir tabiatga ega bo‘lgan adsorbat tarkibidagi ionlarning sorbsiyasidir.

Tanlangan adsorbsiya tabiati jihatdan kimyoviy sorbsiya bo‘lib, valent bog‘lar kuchi hisobiga sodir bo‘ladi va temperatura 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'rsatiish mumkin:



Bu jarayonda hosil bo'lgan $\text{Fe}(\text{OH})_3$ cho'kmasi qattiq fazali adsorbat vazifasini bajaradi. Agar shu sistemaga ortiqcha miqdorda NaOH yoki $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 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 moilligi turlicha bo'ladi va liotrop qatorlardan joy oladi:



Tanlangan adsorbsiya yordamida kerakli adsorbentlarni tanlab olib, murakkab aralashmalardan kerakli moddalarni ajratib olish mumkin.

Har bir antitelo aniq bir begona oqsil (antigen) bilan birikadigan immunli oqsillar (antitelolar) tanlash qobiliyatiga egadir.

Buyrak va siydik yo'llarida tosh hosil bo'lishi jarayoni ham tanlangan adsorbsiyaga asoslangan.

Adsorbsiyani miqdor jihatidan aniqlash. Lengmyur tenglamasi

Muvozanat holatida adsorbsiyalangan moddaning miqdori adsorbent va adsorbatning tabiati hamda adsorbsiya borayotgan sistemaning temperaturasi, gazsimon adsorbat uchun bosim va boshqa omillarga bog'liq. Masalan, gazning qaynash temperaturasi ko'tarilishi bilan adsorbsiyalanish miqdori ortadi. Muvozanat holatida ma'lum adsorbentga adsorbsiyalangan gaz miqdorining temperatura bilan bosimga bog'liqligi quyidagicha ifodalanadi:

$$a = f(T, P)$$

bu yerda a – 1 g adsorbentga adsorbsiyalangan gaz miqdori.

Adsorbsiyalanayotgan modda miqdorining konsentratsiya, temperatura, bosim va boshqa omillarga bog'liqligini ko'rsatadigan egri chiziq *adsorbsiyalanish izotermasi* deyiladi yoki qisqacha *izoterma* deyiladi.

Gaz-suyuq sistemasidagi adsorbsiyani sirt tarangligi o'zgarishiga qarab aniqlasa bo'ladi. Buning uchun o'zgarmas temperaturada turli konsentratsiyali eritmalarining sirt tarangligi izotermasi chiziladi. Masalan, suvga moy kislotada adsorbsiyalanganda kislotaning adsorbsiyalangan miqdoriga qarab uning sirt tarangligi kamayadi.

Lekin adsorbsiya izotermasi sirt qavatini adsorbsiyalanayotgan modda zarrachalari bilan to'liq to'yinishidan iborat bo'lgan oxirgi chegaraga intiladi. Sirt tarangligi izotermasi yordamida adsorbsiyalangan modda miqdorini aniqlash mumkin.

Adsorbsiya qattiq modda – suyuqlik, qattiq modda – gaz sistemalarining sirt chegarasida sodir bo'lsa, adsorbentning sirt yuzasi adsorbsiyalangan moddaning monomolekulyar pardasi bilan qoplangan deb qabul qilinadi. Bunday sistemalar uchun Lengmyur izotermasi tuziladi va adsorbsiya qiymati quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$a = \frac{a_{\text{maks.}} \cdot c}{\alpha + c}, \quad (1)$$

bu tenglikda $a_{\text{maks.}}$ – maksimal adsorbsiya qiymati. Unga adsorbentning hamma markazlari egallanganda erishiladi; c – muvozanat holatdagi adsorbatning konsentratsiyasi; α – adsorbsiyaning muvozanat doimiysi yoki qisqacha *muvozanat doimiysi* deyiladi. Muvozanat doimiysi adsorbsiya va desorsiya jarayonlarining tezlik doimiylarining nisbatiga ($k_{\text{adsorbs.}}/k_{\text{desorbs.}}$) teng bo'lgan kattalik hisoblanadi.

Sistemada adsorbsiyalashayotgan moddaning konsentratsiyasi kichik bo'lsa, (1) tenglama uchun $a + c = \alpha$ tenglik qaror topadi va (1) tenglama quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$a = a_{\text{maks.}} \cdot \frac{c}{\alpha}.$$

Adsorbsiyalashayotgan modda konsentratsiyasi yuqori bo'lsa ($a + c = \alpha$) (1) tenglama quyidagi ko'rinishga keladi:

$$a = a_{\text{maks.}}$$

Adsorbsiya kattaligini jarayon natijasida eritma konsentratsiyasining o'zgarishi orqali aniqlash ham mumkin:

$$a = \frac{(c_0 - c) \cdot V}{m},$$

bu yerda: c_0 – eritmaning dastlabki konsentratsiyasi (mol/l); c – sistemada muvozanat qaror topgan paytdagi eritmaning konsentratsiyasi (mol/l); V – eritmaning hajmi, dm^{-3} ; m – adsorbent massasi, g, kg.

Noelektrolit yoki kuchsiz elektrolit tabiatli gazzimon adsorbatdan iborat sistemalar uchun mos keladigan izoterma va uning empirik ifodasi *G.Freydlix* taklif etgan tenglama orqali ifodalanadi:

$$a = \frac{x}{m} = Kp^{\frac{1}{n}},$$

$$a = \frac{x}{m} = Kc^{\frac{1}{n}},$$

bu yerda p va c – adsorbatlarning muvozanat holatidagi bosim va konsentratsiya qiymatlari; K – adsorbatlarning bosimi yoki konsentratsiya qiymati birga teng bo'lgan sistemalar uchun adsorbsiya kattaligi; K – adsorbent va adsorbatning tabiatiga va temperaturaga bog'liq bo'lib, katta qiymat chegaralarida o'zgaradi. Uning fizik ma'nosi $p = 1$ kPa yoki $c = 1$ mol/l bo'lganda kuzatiladigan $a = K$ tengligi orqali kelib chiqadi; $1/n$ – adsorbsion ko'rsatkich bo'lib, uning qiymati adsorbat tabiati va temperaturaga bog'liq. Ko'pincha uning qiymati 0,1–1 orasida bo'ladi.

Ion almashinish va tanlangan adsorbsiyani biologik va tibbiy ahamiyati

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 boshqalar to'qimalar va hujayralar orqali tanlab adsorbsiyalanadi. 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, toshmalni 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 oqsillarga (antigenlarga) adsorbsiyalanib, ularni eritib yuboradi. Elektron mikroskopik tekshirishlar shuni ko'rsatadiki, antitelolar, masalan, ich terlama bakteriyalari ustida bir xil adsorbsiyalanmasdan, «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 etib 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 organlardan ajralib chiqqan zaharli gazlarni (meteorizm) karbolenga (faollangan ko‘mir) adsorbsiyalantirish orqali chiqarib yuboriladi.

Tibbiyotda turli xil moddalar bilan zaharlanganda qo‘llanadigan adsorbentlar quyidagi jadvalda keltirilgan.

Turli moddalarni yo‘qotish uchun qo‘llanadigan adsorbentlar

Modda	Sorbent
Fenol, geparin	To‘rtlamchi ammoniy va fosfoniy asosli anionitlar
Bilirubin	Faollangan ko‘mir
Kaliy ionlari	Kationitlar, alumosilikatlar, sirkoniysilikatlar
Ammoniy ionlari	Nordon fosfat kationitlar
Kreatinin	Nikel, mis, rux, kobalt tuzlari bilan modifikatsiyalangan alyumosilikatlar
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 kislotasi tuzlarini yuborishni keltirish mumkin. Sianid kislotasi 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.

Xromotografiya

Xromotografiya (yunoncha *xromos* – rang demakdir) murakkab moddalarni ayrim qismlarga ajratib tarkibini aniqlashga asoslangan fizik-kimyoviy usullardan biri. Xromotografiyaning maqsadi quyidagilardan iborat. Qo'zg'almas faza (adsorbent) vazifasini bajaruvchi qavatdan adsorbat va elyuent (suyuqlik yoki gazlar) o'tkaziladi. Natijada elyuent bilan birga adsorbat ham harakatlana boshlaydi. Agar adsorbat komponentlarining adsorbsiyalanishga moyilligi turlicha bo'lsa, kuchli adsorbsiyalanadigan moddalar adsorbentning yuqori qismida, nisbatan kuchsizlari esa quyi qismida sorbsiyalanadi va elyuent yordamida o'zaro ajraladi. Masalan, eritmadagi mis va kobalt ionlarini bir-biridan ajratish maqsadida eritma aluminiy oksid bilan to'ldirilgan adsorbsion kolonka orqali o'tkaziladi. Kolonkaning yuqori qismida avval ikkala ion ham adsorbsiyalanadi. Kolonkadan erituvchi o'tkazilsa, u aluminiy oksidga kuchsiz adsorbsiyalangan kobalt ionlarini pastroqqa tushiradi va ionlar aralashmasi ajratiladi.

Xromotografiyaning bir necha usullari farqlanadi:

1. *Adsorbsion xromotografiya* – bu usul birorta adsorbent tomonidan biron-bir adsorbentning tanlab adsorbsiyalashiga asoslangan.
2. *Ion almashinish xromotografiyasi* – eritma bilan adsorbent o'rtasida ion almashinishiga asoslangan.
3. *Taqsimlanish xromotografiyasi* – o'zaro aralashmaydigan suyuqliklarda moddalarning turlicha taqsimlanishiga asoslangan.

Dissotsiatsiyalanadigan yoki kam dissotsiatsiyalanadigan moddalar taqsimlanishidagi farqi *Nernst qonuni* asosida ifodalanadi va o'zgarmas temperaturada o'zaro aralashmaydigan 2 faza orasida taqsimlangan moddalarning konsentratsiyalari nisbat o'zgarmas son bo'ladi:

$$\frac{c_1}{c_2} = K ,$$

bu yerda K – taqsimlanish koeffitsiyenti.

Taqsimlanish xromotografiyasining quyidagi turlari mavjud:

1. Taqsimlanish xromotografiyasining ekstraksiya usuli.
2. Qog'ozli taqsimlanish xromotografiya.
3. Taqsimlanish xromotografiyasining gelfiltratsiya usuli.
4. Yupqa qavatli xromotografiya.
5. Gazli xromotografiya.

Adsorbsion xromotografiya hodisasi tibbiyotda keng qo'llanadi. Masalan, ko'pchilik dorivor moddalar: antibiotiklarni, gormonlarni, antiseptik moddalarni, alkaloidlarni preparativ ajratish va tozalashda adsorbsion xromotografiya usulidan foydalaniladi.

Mavzu bo'yicha masalalar va ularni yechish namunalari

1- masala. Qattiq adsorbent $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ da qaysi ionlar adsorbsiyalanadi?

Yechish. Panet–Fayans qoidasiga binoan qattiq adsorbentda shu adsorbent tarkibiga kiradigan yoki adsorbent bilan umumiy guruhga ega bo'lgan ionlarga adsorbsiyalanadi.

Demak, $\text{CaCl}_2 + \text{H}_3\text{PO}_4$ reaksiyasi natijasida hosil bo'lgan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ adsorbentda Ca^{2+} yoki PO_4^{3-} ionlar adsorbsiyalanadi.

2- masala. Ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,2000 mol/l bo'lgan 50,00 ml sirka kislotasi eritmasi 3,0 g adsorbent bilan aralash-tirildi. Muvozanat qaror topqandan keyin shu eritmaning 10 ml ni titrlashga 14,00 ml ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,1000 mol/l bo'lgan natriy gidroksid eritmasi sarflandi. Sirka kislotaning adsorbsiya qiymatini hisoblang.

Berilgan:

$$V(\text{ertima}) = 50,00 \text{ ml} = 0,05 \text{ l}$$

$$c_0(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,2000 \text{ mol/l}$$

$$m(\text{adsorbent}) = 3,0 \text{ g}$$

$$V(\text{CH}_3\text{COOH}) = 10,00 \text{ ml}$$

$$V(\text{NaOH}) = 14,00 \text{ ml}$$

$$c(\text{NaOH}) = 0,1000 \text{ mol/l}$$

$$c(\text{CH}_3\text{COOH}) = ?$$

Yechishi. Sirka kislotaning muvozanat qaror topqandagi konsentratsiyasi aniqlanadi:

$$c(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH})}{V(\text{CH}_3\text{COOH})} = \frac{0,1000 \cdot 14,00}{10,00} \frac{\text{mol} \cdot \text{ml}}{\text{l} \cdot \text{ml}} = 0,1400 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

Adsorbsiya qiymati quyidagicha hisoblanadi:

$$a = \frac{(c_0 - c) \cdot V}{m} = \frac{(0,2000 - 0,1400) \cdot 0,05}{3} \frac{\text{mol} \cdot \text{l}}{\text{g}} = 0,001 = 1 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{g}}$$

Javob: $c(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1 \cdot 10^{-3} \text{ mol/g}$.

Mavzuning o'zlashtirilishini mustaqil nazorat qilish uchun savollar va masalalar

1. Sirt faol va sirt nafaol moddalar haqida tushuncha bering.
2. Tibbiyotda keng qo'llanadigan adsorbentlarni ko'rsating.
3. Adsorbsiya izotermasi deb nimaga aytiladi?
4. Lengmyur tenglamasining matematik ifodasini ko'rsating.

5. Freydlx tenglamasining fizik ma'nosini tushuntiring.
6. Adsorbsiya jarayonining tibbiyotdagi ahamiyati.
7. Xromatografiya va uning turlarini ko'rsating.

Vaziyatli masalalar

1- masala. Dyuklo–Traube qoidasi va uning matematik ifodasini ko'rsating.

Javob: SFM gidrofob guruhining ta'siri Dyuklo–Traube qoidasi bilan tushuntiriladi. U quyidagicha ta'riflanadi: to'yingan karbon kislotalar va spirtlar uglevodorod zanjirlarining bitta CH_2 guruhiga ortishi gomologlarning suvli eritmadagi sirt faolligining 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.

2- masala. Organizmga tushgan toksin yoki zaharli moddalar ta'siri qanday adsorbsiyaga asoslangan?

Javob: Immun oqsillari (antitelolar) juda katta tanlangan adsorbsiya qiymatiga ega. Ular organizm uchun yot bo'lgan ma'lum tur oqsillarga (antigenlarga) adsorbsiyalanib, ularni eritadi.

CN^- ionlari nafas zanjiri fermentlarini faol markazi bilan birikib, adsorbsiya jarayoni hisobiga ularni ingibirlaydi. Bu sianidlarning organizmga toksik ta'sirini tavsiflaydi.

Organizmga tushgan zaharli moddalar ta'siri tanlangan adsorbsiyaga asoslangan.

Test savollari

1. Gibbs tenglamasini ko'rsating:

$$\begin{array}{ll} \text{a) } G = \frac{c}{RT} + \frac{\Delta\delta}{\Delta c}; & \text{d) } G = \frac{RT}{c} \cdot \frac{\Delta c}{\Delta\delta}; \\ \text{b) } G = -\frac{S}{RT} \cdot \frac{\Delta\delta}{\Delta c}; & \text{e) } G = -\frac{c}{RT} \cdot \frac{\Delta\delta}{\Delta c}. \end{array}$$

2. Quyidagi jarayonlarning qaysi biri sorbtsiyaga taalluqli?

- | | |
|------------------|----------------------------------|
| a) adsorbsiya; | d) kapillar kondensatsiya; |
| b) xemosorbsiya; | e) javoblarning hammasi to'g'ri. |

3. Sorbentlarni ko'rsating: 1. C (faol). 2. CaO. 3. CO_2 . 4. H_2O .

- a) 1, 2; b) 2, 3; d) 3, 4; e) 2, 4.

4. Difil molekulani ko'rsating.
 a) $\text{CH}_3 - \text{COOH}$; b) $\text{HOOC} - \text{COOH}$; d) CH_4 ; e) H_2O .
5. Moy kislota $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$ molekulasidagi gidrofil guruhni ko'rsating:
 a) $-\text{CH}_3$ d) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 -$
 b) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 -$ e) $-\text{COOH}$.
6. AgCl zarrachada qaysi ionlar adsorbsiyalanadi?
 a) Na^+ ; b) Cu^{2+} ; d) Cl^- ; e) I^- .
7. Quyidagi reaksiya qanday jarayonga taalluqli:

$$\text{CaO} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3$$
 a) adsorbsiya; b) absorbiya; d) xemosorbsiya; e) desorbsiya.
8. Qaysi ionlarning konsentratsiyasi ortishi siydik yo'li va buyrak-da tosh hosil bo'lishiga sabab bo'ladi?
 a) Na^+ , Ca^{2+} , PO_4^{3-} ; d) Mg^{2+} , Ca^{2+} ;
 b) K^+ , Ca^{2+} , PO_4^{3-} ; e) Mg^{2+} , Ca^{2+} , PO_4^{3-} , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$
9. Xromotografiya turlarini ko'rsating.
 a) adsorbsion ; d) taqsimlanish;
 b) ion almashinuv; e) javoblarning hammasi to'g'ri.
10. Freyndlix tenglamasining matematik ifodasini ko'rsating.
 a) $\frac{x}{m} = Kp$ b) $a = \frac{x}{m} = Kp^n$ d) $G = \frac{C}{R_T}$ e) $G = \frac{x}{S}$.

LABORATORIYA ISHI

Adsorbsiyaning sifat jihatini o'rganish

1- tajriba. Qattiq adsorbentdagi adsorbsiya.

4 ta probirka olib, har biriga 2,0 ml dan, mis sulfat, kaliy dixromat, temir (III)-gidroksid va berlin lazurining suyutirilgan eritmalaridan quyung. So'ngra har bir probirkaga 0,2 g dan maydalangan faollangan ko'mir qo'shing. Probirkalarni 5 min. davomida aralashiring, so'ngra filtrlang. Kuzatilgan hodisani tushuntiring. Filtratning rangidan foydalanib, probirkada qaysi modda eritmasi borligini aniqlash mumkinmi?

2- tajriba. Adsorbsiyaga erituvchilarning ta'siri.

Yodning erituvchi tabiyati bilan farqlanadigan 2 ta eritmasi (№ 1 va № 2) bor. Birinchi probirkaga 2,0 ml № 1 eritma, ikkinchisiga № 2 eritma quyung. Har bir probirkaga 0,2 g dan faollangan ko'mir solib,

5 min davomida aralastiring, so'ngra filtrlang. Kuzatilgan hodisani tushuntiring. Fuksinning suvli va spirtli eritmalarini aniqlang. Ularning adsorblanishida farq bormi? Agar javob asosli bo'lsa, sababini tushuntiring.

3- tajriba. Og'ir metallarning xemosorbsiyasi.

2 ta probirkaga 2,0 ml/ dan qon zardobi quyib, ularga 2 tomchidan qon tomizing. Birinchi probirkaga № 3 eritmadan 1,0 ml/; ikkinchisiga esa № 4 eritmadan 1,0 ml/ qo'shing. Kuzatilgan hodisani tushuntiring. Qaysi eritmada Na^+ ionlari, qaysi eritmada Pb^{2+} ionlari borligini aniqlang. Og'ir metallarning ionlari xemosorbsiya tufayli qonning shaklli elementlariga ta'sir etib, ular membranalarining fizik-kimyoviy xossalari o'zgartiradi.

Sirka kislotaning ko'mirdagi adsorbsiyasi

a) 4 ta toza va quruq usti qopqoqli idishga 0,5 g dan faollangan ko'mir va pipetka yordamida 15,00 ml/ dan jadvalda ko'rsatilgan ekvivalent molyar konsentratsiyali sirka kislota eritmasi quyiladi. (0,0250; 0,0500; 0,1000; 0,2000 mol/l). Idishlarning qopqog'ini 20–25 minut yopiq qoldirilib, vaqti-vaqti bilan chayqatib turiladi. Shundan so'ng sirka kislota eritmasi filtr qog'oz yordamida filtrlanadi va alohida idishlarga joylanadi. Filtratlar konsentratsiyasini (c) aniqlash uchun ishlatiladi.

b) Sirka kislotasining boshlang'ich ekvivalent molyar konsentratsiyasini (c_0) aniqlash.

Buning uchun yuqorida ko'rsatilgan konsentratsiyali sirka kislota eritmasidan 10,00 ml/ olib 4 ta kolbaga solinadi. Eritmalarga 2–3 tomchi fenoltalein indikator qo'shib natriy gidroksidning ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,1000 mol/l bo'lgan eritmasi bilan och pushti rang paydo bo'lguncha titrlanadi. Titrlashga sarf bo'lgan natriy gidroksid hajmi jadvalga yoziladi.

Idishlar raqami	Sirka kislotaning ekvivalent molyar konsentratsiyasi, mol/l	10,0 ml sirka kislotaga sarflangan natriy gidroksid hajmi, ml	Adsorbsiyalangan modda miqdori x , mol	Solishtirma adsorbsiya x/t , mmol/l
1	0,0250			
2	0,0500			
3	0,1000			
4	0,2000			

Masalan, agar 10,00 ml 0,0250 mol/l konsentratsiyali sirka kislotani titrlashga 2,50 ml natriy gidroksid eritmasi sarflangan bo'lsa, 0,0500 mol/l ga – 5,30 ml; 0,1000 mol/l ga – 10,50 ml va 0,2000 mol/l ga – 20,6 ml 0,1000 mol/l konsentratsiyali natriy gidroksid eritmasi sarflangan bo'lsa, demak shunga mos ravishda sirka kislotasi uchun $V_0 = 25,00$ ml, 53,00 ml, 105,0 ml va 206,00 ml. Olingan natijalarni jadvalga yozib olinadi.

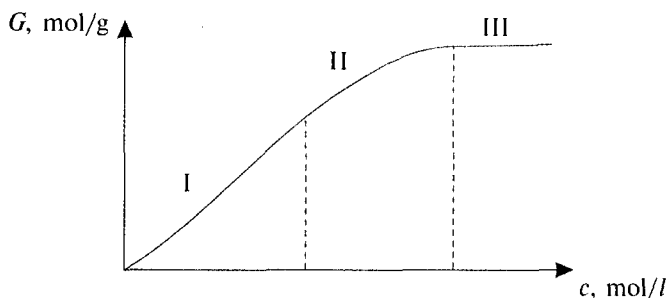
d) Sirka kislotaning muvozanat konsentratsiyasi, ya'ni sirka kislotaning ko'mirga adsorbsiyalanganidan keyingi konsentratsiyasini (c) aniqlash: buning uchun 10,00 ml sirka kislotasi eritmasi (faollangan ko'mir bilan adsorbsiyalanganidan keyingi filtratdan) olib, alohida kolbalarga solinadi. Har bir kolbaga 2–3 tomchi fenolftalein indikatorini qo'shiladi va pushti rang paydo bo'lguncha natriy gidroksidning 0,1000 mol/l konsentratsiyali eritmasi bilan titrlanadi. Sirka kislotani titrlash uchun sarf bo'lgan natriy gidroksid miqdori jadvalga yoziladi, bunda konsentratsiyani 100 ml sirka kislotaga 0,1000 mol/l ga mos ravishda hajmda ifodalaydi.

e) Har bir konsentratsiya uchun adsorbsiyalangan sirka kislotaning miqdori quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$x = \frac{(c_0 - c)V}{100}, \text{ mmol},$$

bu yerda x – 1 g adsorbentga adsorbsiyalangan sirka kislotasi miqdori, g; c_0 va c – boshlang'ich va muvozanat konsentratsiyalar; V – adsorbsiyalash uchun olingan sirka kislotasi hajmi, ml.

f) Millimetrli qog'ozda adsorbsiya izotermasi chiziladi. Buning uchun absissa o'qiga jadvalda ko'rsatilgan boshlang'ich konsentratsiya c qiymati (mol/l da), ordinata o'qiga esa adsorbsiya qiymatlari G (mol/g da) qo'yiladi. Hosil bo'lgan izoterma quyidagi rasmdagi (13- rasm) kabi bo'lishi kerak.



13- rasm. Adsorbsiya izotermasi.

ERITMALARNING ELEKTR O'TKAZUVCHANLIGI. KONDUKTOMETRIK TITRLASH

Mashg'ulotning maqsadi. Konduktometrik titrlash usulining mohiyati va uning tibbiyotdagi ahamiyati haqida ma'lumot berish.

O'rganilayotgan mavzuning ahamiyati. Biologik suyuqliklar tarkibida har xil elektrolitlar erigan holda bo'lib, ular yuqori elektr o'tkazuvchanlik tabiatiga ega. Organizmdagi turli to'qimalar va biologik suyuqliklarning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi bir biridan farq qiladi. Masalan, muskullar, bosh miya kulrang moddasining elektr o'tkazuvchanligi yuqori. Suyak va yog' to'qimalari, teri qoplamalarining elektr o'tkazuvchanligi juda kichik. Hujayralararo suyuqliklarning elektr o'tkazuvchanligi hujayralarnikiga nisbatan yuqoridir.

Shu sababli eritmalarning elektr o'tkazuvchanligini bilish yurak, miya va boshqa organlarning ba'zi xastaliklarini tashxiz qilishda va fizioterapiya usullari bilan davolashda katta ahamiyat kasb etadi.

Boshlang'ich bilim darajasi:

1. Elektrolitik dissotsiatsiya nazariyasi.
2. Kuchli va kuchsiz elektrolitlar.
3. Birinchi va ikkinchi tur o'tkazgichlar.
4. O'tkazgichlarning solishtirma qarshiligi.

Mustaqil tayyorlanish uchun o'quv adabiyotlar:

1. *Л.И.Антропов.* Теоритическая электрохимия. М., 1984, I va 2 qism.
2. *М.И.Равич-Шербо, Г.А.Анненков.* Физик va kolloid ximiya. Т., 1971, 43–51- betlar.
3. *Дж.Плембек.* Электрохимические методы анализа. М., 1985, IV bob.
4. *А.В.Акбаров.* Bioorganik va biofizik kimyo asoslari. Т., 1996, 319–329- betlar.
5. *S.S.Qosimova, S.M.Masharipov, Q.O.Najimov.* Umumiy va bioorganik kimyodan amaliy mashg'ulotlar. Т., 2001, 104–112- betlar.

MA'LUMOTLAR YIG'INDISI

Ma'lumki, moddalar elektrolit va noelektrolitlarga bo'linadi. Suyuqlanma yoki eritma holda elektr tokini yaxshi o'tkazadigan moddalar *elektrolitlar* deyiladi.

Elektrolitlar eritmada to'liq yoki qisman ionlarga ajraladi. Kuchli elektrolitlar ionlarga to'liq, kuchsiz elektrolitlar esa qisman ajraladi. Kuchsiz elektrolitlar dissotsiatsilanish darajasi α bilan tavsiflanadi:

$$\alpha = c/c'$$

bu yerda: c – ionga ajralgan molekularlar soni; c' – eritmadagi ionlarning umumiy soni.

Dissotsilanish darajasi α elektrolit va erituvchi tabiatiga, eritma konsentratsiyasiga va temperaturaga bog'liq. Eritma qanchalik suyultirilgan bo'lsa, shunchalik ko'p dissotsiatsiya ro'y beradi. Konsentratsiya ortishi bilan esa dissotsilanish darajasi kamayadi. Elektrolit to'liq dissotsiatsiyalanganda $\alpha = 1$ bo'ladi. Temperatura ortishi bilan dissotsiatsiyalanish darajasi ortadi.

Kuchsiz elektrolitlar dissotsiatsiyalanish konstantasi bilan tavsiflanadi:



$$K = \frac{c(M^+) \cdot c(A^-)}{c(MA)}$$

Elektrolitlarning kuchli va kuchsiz elektrolitlarga ajralishi shartli bo'lib, u faqat elektrolit tabiatiga bog'liq bo'lmay, balki erituvchining tabiati va boshqa omillarga ham bog'liq.

Dissotsiatsiyalanish darajasi va dissotsiatsiyalanish konstanta orasidagi bog'lanish *Ostvald tenglamasi* orqali ifodalanadi:

$$K = \frac{c \cdot \alpha^2}{1 - \alpha}$$

Juda kuchsiz elektrolitlar uchun α birdan ancha kichik, shuning uchun maxrajda α ning qiymatini e'tiborga olmasa ham bo'ladi, chunki $1 - \alpha \approx 1$ bo'lib, tenglama quyidagi ko'rinishga keladi: $K = c \cdot \alpha^2$. Bundan

$$\alpha = \sqrt{\frac{K}{c}}$$

Bu qonun *Ostvaldning suyultirish qonuni* deyiladi va quyidagicha o'qiladi: *kuchsiz binar elektrolitlarning dissotsiatsilanish darajasi ular konsentratsiyalarining kvadrat ildiziga teskari proporsional yoki suyultirishning kvadrat ildiziga to'g'ri proporsional bo'ladi.*

Elektrolit eritmalarining solishtirma elektr o'tkazuvchanligi

Barcha moddalar elektr o'tkazuvchanligi jihatidan o'tkazgich, yarim o'tkazgich va izolyatorlar (dielektriklar)ga bo'linadi. O'tkazgichlar o'z navbatida birinchi va ikkinchi tur o'tkazgichlarga bo'linadi. Birinchi tur o'tkazgichlar faqat erkin elektronlar harakati tufayli elektr

to'kini o'tkazadi. Ularga metallar, metallarning qotishmalari, ko'mir, grafit va boshqalar misol bo'ladi. Bunday moddalardan elektr toki o'tganda hech qanday kimyoviy o'zgarish sodir bo'lmaydi.

Ikkinchi tur o'tkazgichlarga elektrolitlar eritmasi: tuzlar, ishqorlar, kislotalarning suyuqlanmalari va eritmaları misol bo'ladi. Bularda elektr toki elektrolit ionlari orqali uzatiladi va natijada modda kimyoviy jihatdan o'zgaradi.

Har qanday moddaning tashqi elektr maydon ta'sirida o'zidan elektr tokini o'tkaza olish xossasi elektr o'tkazuvchanlik yoki qarshilik deyiladi. Elektr o'tkazuvchanlik (L) qarshilikka teskari proporsionaldir:

$$L = \frac{1}{R}, \quad \frac{1}{\text{Om}} = \text{Om}^{-1}. \quad (1)$$

O'tkazgichning uzunligi (l) ga to'g'ri proporsional va ko'ndalang kesimining yuzasi (S)ga teskari proporsional kattalik *qarshilik* (R) deyiladi. Uning o'lchov birligi Om dir:

$$R = \rho \frac{l}{S}, \text{ Om}, \quad (2)$$

bu tenglamada ρ – solishtirma qarshilik, ya'ni uzunligi 1 sm va ko'ndalang kesimi 1 sm² bo'lgan o'tkazgichning qarshiligi.

(1) tenglamaga R ning qiymatini qo'yilsa:

$$L = \frac{1}{R} = \frac{1}{\rho} \cdot \frac{S}{l} = \chi \frac{S}{l} \quad (3)$$

yoki

$$\chi = \frac{1}{\rho} = \frac{1}{R} \cdot \frac{l}{S}. \quad (4)$$

Solishtirma qarshilikka teskari bo'lgan qiymat $1/\rho$ *solishtirma elektr o'tkazuvchanlik* deyiladi va yunoncha kappaga – χ harfi bilan belgilanadi.

Solishtirma elektr o'tkazuvchanlik 1 sm³ eritmaning elektr o'tkazuvchanligi bo'lib, birligi Om⁻¹ · sm⁻¹.

Eritmaning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi hajm birligidagi eritmada mavjud bo'lgan ionlar konsentratsiyasiga va ularning harakat tezligiga bog'liq. Ionlarning konsentratsiyasi qancha yuqori bo'lsa, solishtirma elektr o'tkazuvchanlik shuncha katta bo'ladi. O'z navbatida ionlarning harakat tezligi ularning o'lchamlari, gidratlanish darajasi, eritmaning temperaturasi va qovushqoqligiga bog'liq bo'ladi. Ionlarning harakat tezligi ortishi bilan solishtirma elektr o'tkazuvchanlik ham ortadi.

Molyar elektr o'tkazuvchanlik – o'zaro 1 sm (yoki 1 m) masofada joylashgan 2 elektrod orasidagi eritmaning elektr o'tkazuvchanligi. Molyar elektr o'tkazuvchanlikni quyidagi tenglama bo'yicha hisoblanadi:

$$\lambda_c = \frac{\chi}{c \left(\frac{1}{Z} X \right)}, \quad (\text{Om}^{-1} \cdot \text{sm}^2 \cdot \text{mol}^{-1}), \quad (5)$$

bu tenglamada λ_c – molyar elektr o'tkazuvchanlik, $c \left(\frac{1}{Z} X \right)$ – ekvivalent molyar konsentratsiya.

Kuchli va kuchsiz elektrolitlarning elektr o'tkazuvchanliklari eritma konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi. Kuchli elektrolitlarning konsentratsiyasi ortishi bilan eritmada ionlarning miqdori va χ ortadi. Lekin konsentratsiya ma'lum miqdorga etganda, eritmadagi ionlar orasidagi elektrostatik tortishuv kuchlari ortib, ionlarning harakat tezligi kamayadi va χ ning qiymati kamayadi. Kuchsiz elektrolitlarda konsentratsiyaning ko'tarilishi χ ning ortishiga olib keladi. Bu holda elektrolit kam dissotsiatsiyalangan sababli ionlar harakat tezligi konsentratsiyaga deyarli bog'liq bo'lmaydi va asosan konsentratsiya va dissotsiatsiya darajasining ko'paytmasi qiymati bilan belgilanadi:

$$\chi = c \cdot \alpha. \quad (6)$$

Kuchsiz elektrolitlar konsentratsiyasining ma'lum qiymatlargacha ortishi α ning kamayishiga olib keladi, natijada konsentratsiya ma'lum qiymat chegarasiga yetganda χ ning kamayishi kuzataladi.

Elektrolitlar eritmalarining molyar elektr o'tkazuvchanligi suyultirish darajasiga bog'liq. Eritma suyultirilgan sari molyar elektr o'tkazuvchanlik ortib boradi. Eritma konsentratsiyasi bilan molyar elektr o'tkazuvchanlik orasidagi bog'liqlik F. Kolraushning *ionlarning mustaqil harakatlanishi qonuni* bilan tushuntiriladi: Cheksiz suyultirilgan eritmalarda ionlar o'zaro bog'liq bo'lmagan holda harakatlanadi.

Bunday eritmalarda ionlarning harakatlanish tezligi maksimal qiymatiga (λ_{∞} – cheksiz molyar elektr o'tkazuvchanlikka) ega bo'ladi:

$$\lambda_{\text{max}} = \lambda(\text{Kt}^+) + \lambda(\text{An}^-) \quad (7)$$

Bu tenglama *Kolraush tenglamasi* deyiladi.

$\lambda(\text{Kt}^+)$ va $\lambda(\text{An}^-)$ – kation va anionlarning cheksiz molyar o'tkazuvchanligi ($\text{Om}^{-1} \cdot \text{sm}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$).

Kolraush tenglamasining yana bir ko'rinishi quyidagicha:

$$\lambda_{\max} = F \cdot V_{\text{Kt}^+} + F \cdot V_{\text{An}^-} = F(V_{\text{Kt}^+} + V_{\text{An}^-}), \quad (8)$$

bu tenglamada F – proporsionallik koeffitsiyenti; V_{Kt^+} va V_{An^-} – kation va anionlarning mutloq harakat tezligi.

Eritmalarning ion kuchi. Ionlarning faolligi

Kuchli elektrolitlarning molyar elektr o'tkazuvchanligini konsentratsiya o'zgarishi bilan o'zgarishi eritmada mavjud bo'lgan ionlarning hammasi ham faol emasligini bildiradi. Elektrolitlar eritmalarning tarkibini ifodalashda haqiqiy konsentratsiyalari o'rniga faollik (a) dan, ya'ni faolligini namoyon qiladigan ionlar konsentratsiyasiga mos keladigan qiymatidan foydalaniladi.

Elektrolitlar zarrachalarining haqiqiy konsentratsiyalari bo'yicha ularning faolligini faollik koeffitsiyenti Υ orqali aniqlanadi:

$$\Upsilon = \alpha/c; \text{ bundan } \alpha = \Upsilon c. \quad (9)$$

Eritmadagi ionlarning o'zaro ta'siri eritmada barcha ionlarning umumiy konsentratsiyasiga bog'liqdir. Bir xil konsentratsiyali biror ionning turli eritmalaridagi faollik koeffitsiyenti turlicha bo'ladi.

Elektrolit eritmasining *ion kuchi* μ deb, eritmada ishtirok etadigan har bir ionning konsentratsiyasi c ning kvadratini uning valentligi Z ga ko'paytmasi yig'indisining yarmiga teng qiymatiga aytiladi:

$$\mu = 0,5 \sum c^2 Z. \quad (10)$$

Ionlar faolligining koeffitsiyenti suyultirilgan eritmaning ion kuchi bilan quyidagicha bog'langan:

$$\lg \Upsilon = -0,5 Z^2 \sqrt{\mu}. \quad (11)$$

Demak, eritmaning ion kuchi qancha katta bo'lsa, ionlarning faollik koeffitsiyenti shuncha kichik bo'ladi.

Konduktometriya

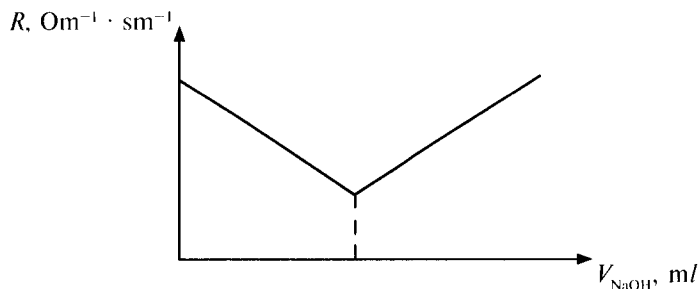
Eritmalarning elektr o'tkazuvchanligini o'lchashga asoslangan usul *konduktometriya* deb ataladi. Bu usuldan foydalanib eritmada elektrolitlarning konsentratsiyasi, eruvchanligi, erigan moddalarning dissotsiatsiya darajasi va konstantasi, elektr o'tkazuvchanligi va h.k. aniqlanadi. Konduktometriya usulidan tibbiyotda qonning shaklli elementlari miqdori, ivish tezligi, suv–tuz almashinuvi, kislota–asos

muvozanati buzilishini aniqlashda keng foydalaniladi. Konduktometrik titrlash usulidan foydalanib nafaqat tiniq eritmalarini, balki rangli yoki loyqa eritmalarini ham analiz qilish mumkin. Bu usulda eritmalarining elektr o'tkazuvchanligi o'zgarishi cho'kma, kompleks birikmalar hosil bo'lishi, oksidlanish-qaytarilish, neytrallanish reaksiyalarining borishiga asoslangan. Masalan, neytrallanish jarayoniga asoslangan konduktometrik analizdan foydalanib eritmadagi kuchli va kuchsiz kislota yoki asoslarning miqdorini aniqlash mumkin.

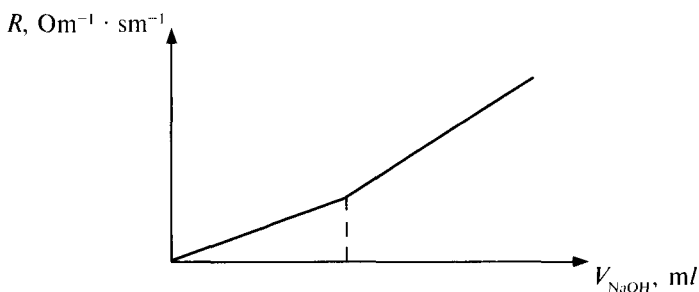
Konduktometrik analizda eng ko'p qo'llanadigan usullardan biri *konduktometrik titrlash*dir.

Konduktometrik titrlash usuli kislota (yoki asos) lar eritmalarida yahshi elektr o'tkazuvchanlikka sabab bo'ladigan, juda harakatchan H^+ yoki OH^- ionlarning ishtirok etishiga asoslangan. Konduktometrik titrlash jarayonida olingan ma'lumotlardan foydalanib, konduktometrik titrlash egri chizig'i tuziladi. *Titrlash egri chizig'i* deb eritma elektr o'tkazuvchanligining ishchi eritmaning titrlashga sarf bo'lgan miqdoriga qarab o'zgarib borishini ko'rsatuvchi egri chiziqqa aytiladi. Titrlash egri chizig'idagi sinish nuqtasi *ekvivalent nuqta* deyiladi. Titrlash egri chizig'ini chizish uchun absissa o'qiga ishchi eritma hajmining o'zgarishi, ordinatalar o'qiga esa eritmaning solishtirma elektr o'tkazuvchanligining ishchi eritma hajmi ortib borishiga mos ravishda o'zgarishi qo'yiladi.

Kuchli kislotani titrlash jarayonida kislota bilan asos orasida neytrallanish reaksiyasi sodir bo'ladi va bu ionlar o'rniga eritmada kam harakatchan bo'lgan tuz ionlari to'planadi. Ekvivalent nuqtada, ya'ni ekvivalent miqdorda kislota asos bilan neytrallangan vaqtda eritmaning elektr o'tkazuvchanligi minimal bo'ladi. Ortiqcha qo'shilgan asos yana harakatchanligi yuqori bo'lgan OH^- ionlarini hosil bo'lishi va oqibatda elektr o'tkazuvchanlikning keskin ortishiga olib keladi (14- rasm).



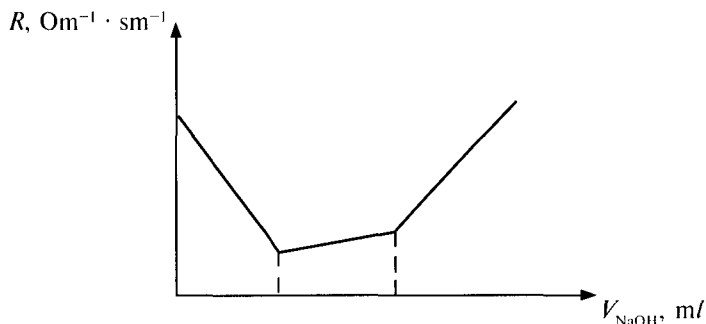
14- rasm. Kuchli kislotani ishqor bilan konduktometrik titrlash egri chizig'i.



15- rasm. Kuchsiz kislotani ishqor bilan konduktometrik titrlash egri chizig'i.

Kuchsiz kislotani ishqor bilan titrlashda avval elektr o'tkazuvchanlik asta-sekin ortadi. Bunga sabab neytrallanish jarayoni hisobiga kuchsiz elektrolit (kislota) miqdorining kamayishi va kuchli elektrolit (tuz) miqdorining ortishidir (15- rasm). Ekvivalent nuqta qaror topgandan so'ng qo'shilgan ishqor miqdori eritmada OH^- ionlarining va elektr o'tkazuvchanlikning sezilarli darajada ortishiga olib keladi. Toza bir xil elektrolitli eritmalarning titrlash egri chizig'ida 1 ta sinish nuqtasi kuzatiladi.

Eritmada bir nechta elektrolit bo'lsa yoki bosqichli reaksiyaga kirishuvchi moddalar bo'lsa, titrlash egri chizig'ida 2 va undan ortiq sinish nuqtasi kuzatiladi. Kuchli va kuchsiz kislotalar aralashmasini kuchli asos bilan titrlanishida avval kuchli kislota neytrallanadi va elektr o'tkazuvchanlik qiymati kamayadi, keyin esa kuchsiz kislota titrlanishi sababli elektr o'tkazuvchanlik qiymati keskin ortadi (16- rasm), shuning uchun elektr o'tkazuvchanlik kuchli kislotalaning ekvivalent nuqtasigacha kamayadi, keyin asta-sekin ortib borib, kuchsiz kislota ekvivalent nuqtasiga etgandan so'ng keskin ortib ketadi.



16- rasm. Kuchli va kuchsiz kislotalar aralashmasini ishqor bilan konduktometrik titrlash egri chizig'i.

Eritmadagi kislota yoki ishqorning konsentratsiyasi ekvivalentlar qonuni

$$c_1 \left(\frac{1}{Z} X_1 \right) V_1 = c_2 \left(\frac{1}{Z} X_2 \right) V_2 \quad (12)$$

asosida hisoblanadi.

Elektr o'tkazuvchanlikning tibbiyotdagi ahamiyati

Tirik organizm to'qimalaridagi elektr o'tkazuvchanlik hodisalarini o'rganish katta ahamiyat kasb etib, bu usul hujayra va to'qimalardagi jarayonlarni o'rganishda keng qo'llanadi.

Odam organizmidagi turli to'qima va biologik suyuqliklarning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi bir-biridan farq qiladi.

Masalan, orqa miya suyuqligi, qon zardobi, limfa, o't suyuqligining elektr o'tkazuvchanligi katta. Muskul, bosh miyaning kulrang moddasining elektr o'tkazuvchanligi nisbatan katta, o'pka, yurak, jigarning elektr o'tkazuvchanligi ancha kichik. Yog', suyak, asab to'qimalari, ayniqsa teri (shox qavati) elektr to'kini yomon o'tkazadi. Quruq epidermisning elektr o'tkazuvchanligi eng kichik.

Hujayralar o'rtasida bo'ladigan suyuqlik hujayra suyuqliklariga qaraganda to'kni yahshiroq o'tkazadi, chunki hujayra membranalari atrofida bir xil zaryad belgisiga ega bo'lgan ionlarning yig'ilishi hisobiga qutblanish hosil bo'ladi, oqibatda to'qimalardan o'tayotgan o'zgarmas tok kuchi kamayadi. To'qimalardan (hujayralardan) yuqori chastotali o'zgaruvchan tok oson o'tadi, chunki tok yo'nalishining qisqa vaqt ichida tez-tez o'zgarib turishi qutblanish hosil bo'lishiga to'sqinlik qiladi.

O'zgarmas tok elektrodleri qo'yilganda to'qimalardagi harakatchan 1 valentli H^+ , Na^+ va K^+ ionlari katod ostida to'planib, konsentratsiyasi ortadi. Natijada 2 valentli kationlar anod ustida ko'payadi. Na^+ va K^+ ionlari katod atrofidagi hujayra qobiqlarini bo'shashtirib, ularning o'tkazuvchanligini oshiradi. Bu esa o'z navbatida katod ostiga turli dorivor moddalarni joylashtirib ularning elektr to'qimalarga oson va tez o'tkazish orqali davolash imkonini beradi. Anod oldida yig'ilgan 2 valentli Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlari hujayra membranalarining zichligini oshiradi va elektr o'tkazuvchanlikni pasaytiradi. Elektrod qutblarini almashtirish ionlarning teskari taqsimlanishi va dastlabki holatning qayta tiklanishiga olib keladi. Bu usullar fizioterapiyada to'qimalarning faoliyatini tiklash, og'riqni qoldirish, moddalar almashinuvini yahshi-

lash orqali shamollash oqibatlarini kamaytirish, chandiqlarni so'rili-shini tezlatishda keng qo'llanadi.

Konduktometrik titrlash usuli yordamida biologik suyuqliklarning elektr o'tkazuvchanligini aniqlash mumkin. Sog'lom kishining siydigining solishtirma elektr o'tkazuvchanligi $1,65-2,29 \text{ Om}^{-1} \cdot \text{sm}^{-1}$ oralig'ida bo'ladi. Buyrak funksiyasi buzilgan bemorlar siydigining solishtirma elektr o'tkazuvchanligi $8,65-13,8 \text{ Om}^{-1} \cdot \text{sm}^{-1}$ gacha kamayib ketadi. Bunga sabab, noelektrolit oqsil miqdori ortib, kuchli elektrolit NaCl ning konsentratsiyasi kamayishidir. Qandli diabetga chalingan bemorlar siydigining elektr o'tkazuvchanligi noelektrolit bo'lgan qand miqdorining ortishi hisobiga kamayadi.

Mavzu bo'yicha masalalar va ularni yechish namunalari

I- masala. Kaliy ionining mutloq harakat tezligi $7,62 \cdot 10^{-4}$ ga teng, xlor ioniniki esa $7,91 \cdot 10^{-4}$. 298 K da kaliy xloridning cheksiz elektr o'tkazuvchanligini aniqlang.

Berilgan:

$$U(\text{K}^+) = 7,62 \cdot 10^{-4}$$

$$U(\text{Cl}^-) = 7,91 \cdot 10^{-4}$$

$$\lambda_{\text{max}} = ?$$

Yechish. Kaliy va xlor ionlarining cheksiz elektr o'tkazuvchanligi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\lambda = FU,$$

$$\lambda(\text{K}^+) = U(\text{K}^+) \cdot F = 7,62 \cdot 10^{-4} \cdot 96500 = 73,5 \text{ sm}^2 \cdot \text{Om}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1},$$

$$\lambda(\text{Cl}^-) = U(\text{Cl}^-) \cdot F = 7,91 \cdot 10^{-4} \cdot 96500 = 76,3 \text{ sm}^2 \cdot \text{Om}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Kaliy xloridning cheksiz elektr o'tkazuvchanligi:

$$\lambda_{\text{max}} = \lambda_1 + \lambda_2,$$

$$\lambda_{\text{max}}(\text{KCl}) = \lambda(\text{K}^+) + \lambda(\text{Cl}^-) = 73,5 + 76,3 = 149,8 \text{ sm}^2 \cdot \text{Om}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

Javob: $\lambda_{\text{max}}(\text{KCl}) = 149,8 \text{ sm}^2 \cdot \text{Om}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}.$

2- masala. Molyar konsentratsiyasi 0,0070 mol/l bo'lgan sirka kislotaning 25 °C da solishtirma elektr o'tkazuvchanligi $1,15 \cdot 10^{-4} \text{ Om}^{-1} \cdot \text{sm}^{-1}$ ga teng. Sirka kislotaning dissotsiatsilanish darajasini aniqlang.

Berilgan:

$$c(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,0070 \text{ mol/l} = 7,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$

$$\chi = 1,15 \cdot 10^{-4} \text{ Om}^{-1} \cdot \text{sm}^{-1}$$

$$t = 25 \text{ }^\circ\text{C}, T = 298 \text{ K}$$

$$\alpha = ?$$

Yechish. Ko'rsatilgan konsentratsiyadagi molyar elektr o'tkazuvchanlik:

$$\lambda_c = \frac{\chi}{c \cdot 10^{-3}} = \frac{1,15 \cdot 10^{-4}}{7,0 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-3}} = 16,4 \text{ sm}^2 \cdot \text{Om}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

ga teng.

Kolraush qonuni bo'yicha cheksiz molyar elektr o'tkazuvchanlik aniqlanadi:

$$\lambda_{\text{H}^+} = 349,8 \text{ sm}^2 \cdot \text{Om}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1},$$

$$\lambda_{\text{CH}_3\text{COO}^-} = 39,3 \text{ sm}^2 \cdot \text{Om}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1},$$

$$\lambda_{\text{max}} = \lambda_{(\text{H}^+)} + \lambda_{(\text{CH}_3\text{COO}^-)} = 349,8 + 39,3 = 389,1 \text{ sm}^2 \cdot \text{Om}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

Ko'rsatilgan konsentratsiyali eritmada sirka kislotaning ionlanish darajasini quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$\alpha = \frac{\lambda_c}{\lambda_{\text{max}}} = \frac{16,4 \text{ sm}^2 \cdot \text{Om}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}}{389,1 \text{ sm}^2 \cdot \text{Om}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,042 \text{ yoki } 4,2\%,$$

Javob: $\alpha = 0,042$ yoki $4,2\%$;

Mavzuni o'zlashtirishni mustaqil nazorat qilish uchun savollar va masalalar

1. Kuchsiz elektrolitning dissotsiatsiyalanish konstantasi uning dissotsiatsiyalanish darajasi bilan qanday bog'langan?
2. Solishtirma va ekvivalent o'tkazuvchanlik deb nimaga aytiladi?
3. Birinchi va ikkinchi tur elektr o'tkazgichlarga misollar keltiring.
4. Titrlash jarayonida eritma elektr o'tkazuvchanligining o'zgarish sababini tushintiring.
5. Kuchli va kuchsiz kislota aralashmasini kuchsiz asos bilan titrlaganda elektr o'tkazuvchanlik qanday o'zgaradi?

6. H_2SO_4 ni KOH bilan konduktometrik titrlash egri chizig'ini chizing.
7. Eritmadagi ion faolligi qanday aniqlanadi?

Vaziyatli masalalar

1- masala. LiBr ning 25 °C dagi molyar elektr o'tkazuvchanligini aniqlang.

Javob: $\lambda_{\max}(\text{LiBr}) = 117,1 \text{ sm}^2 \cdot \text{Om}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$.

2- masala. Konsentratsiyasi $7,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$ bo'lgan propion kislotaning 25 °C da solishtirma elektr o'tkazuvchanligi $1,21 \cdot 10^{-4} \text{ Om}^{-1} \cdot \text{sm}^{-1}$ ga teng. Propion kislotaning dissotsiatsiyalanish darajasini aniqlang.

Javob: $\alpha = 0,04$ yoki 4%.

Test savollari

- Eritmaning ion kuchi qanday omillarga bog'liq?
 - har bir ionning zaryadiga;
 - temperaturaga;
 - har bir ionning konsentratsiyasiga;
 - har bir ionning faollik koeffitsientiga.
- Elektr o'tkazuvchanlik qanday maqsadda aniqlanadi?
 - dissotsiatsiyalanish darajasini aniqlash uchun;
 - ekspress diagnostika qilish uchun;
 - potensialni aniqlash uchun;
 - eritmaning ion kuchini aniqlash uchun.
- Molyar elektr o'tkazuvchanlik qaysi formula bilan aniqlanadi?

a) $\chi = c \cdot \alpha$;	d) $\lambda_c = \frac{X}{c\left(\frac{1}{Z}X\right)}$;
b) $\lambda_{\max} = \lambda(\text{Kt}^+) + \lambda(\text{An}^-)$;	e) $R = \rho\lambda/S$.
- Cheksiz molyar elektr o'tkazuvchanlik qaysi formula bilan aniqlanadi?

a) $\lambda_{\max} = \lambda(\text{Kt}^+) + \lambda(\text{An}^-)$;	d) $\lambda_c = 1000 \cdot c/c(\lambda/zX)$;
b) $\lambda = s \cdot \alpha$;	e) $R = \rho \cdot l/S$.
- Molyar elektr o'tkazuvchanlik qanday birlikda o'lchanadi?

a) $\text{Om}^{-1} \cdot \text{sm}^2$; b) Om ; d) Om^{-1} ; e) $\text{Om}^{-1} \cdot \text{sm}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$.

6. Elektr o'tkazuvchanlik qaysi formula bilan aniqlanadi?
- a) $R = \rho \cdot l/S$; d) $\chi = c \cdot \alpha$;
 b) $L = 1/R$; e) $\lambda_{\max} = \lambda(Kt^+) + \lambda(An^-)$.
7. Birinchi tur o'tkazgichni ko'rsating.
- a) metallar; b) tuzlar; d) kislotalar; e) asoslar.
8. Ikkinchi tur o'tkazgichni ko'rsating.
- a) metallar; d) kislotalar;
 b) metall qotishmalari; e) grafit.
9. Solishtirma elektr o'tkazuvchanlik qanday birlikda o'lchanadi?
- a) $Om^{-1} \cdot sm^2$; b) $Om \cdot sm^{-1}$; d) Om^{-1} ; e) $Om^{-1} \cdot sm^2 \cdot mol^{-1}$.
10. Konduktometrik analiz nimaga asoslangan?
- a) eritmalarning konsentratsiyasini aniqlashga;
 b) eritmalarning elektr o'tkazuvchanligini aniqlashga;
 d) elektrolitning dissotsiatsiyalanish temperaturasini aniqlashga;
 e) eritmalarning pH ini aniqlashga.

LABORATORIYA ISHI

1. Me'da shirasidagi xlorid kislota miqdorini konduktometrik titrlash usulida aniqlash

Tajribani bajarish uchun reoxord ko'prigining elektrodli idishiga 40 ml tekshirilayotgan eritma quyiladi. Reoxord ko'prigi P-38 yordamida eritmaning qarshiligi o'lchanadi. Buning uchun quyidagilarni bajarish lozim:

1. Qurilmaning tok bilan ta'minlanish nuqtasiga 50 Gs chastotali 127 yoki 220 V kuchlanishli o'zgaruvchan tok ulanadi, o'tkazgich dastagini «~» holatiga qo'yiladi.

2. Elektrodlarni elektrolitik yacheykaga « R_x » qistirgich orqali ulanadi.

3. Yelkalar kalitini «no'lga keltirish» holatiga va galvanometr kalitini «aniq» holatiga qo'yib, korrektorini burash bilan galvanometr ko'rsatkichini 0 holatiga keltiriladi.

4. Galvanometr kalitini «taxminiy» holatiga qo'yib, reoxord ko'prigini muvozanat holatiga keltiriladi, so'ngra galvanometr kalitini «aniq» holatiga qo'yib, muvozanatlashni oxirigacha yetkaziladi.

5. Solishtiruvchi yelkadan (R) hamda yelkalar nisbati m dan (shkala bo'yicha) foydalanib, o'lchangan qarshilik qiymati quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$R_x = R \cdot m, \text{ Om}$$

Shundan so'ng tekshirilayotgan eritmaga byuretka yordamida 1 ml dan ishchi eritma quyib va har gal ishchi eritma quyilganda eritma qarshiligini o'lchanadi. Olingan ma'lumotlarni jadvalga yoziladi.

No	Tekshirilayotgan eritma, ml	V ishchi eritma hajmi, ml	R	M	$R_x, \text{ Om}$ $R_x = R_m$	$R_x, \text{ Om} \cdot \text{sm}^{-1}$ $\chi = \frac{k}{R_x}$	Ekvivalent nuqta	$c(1/Z), \text{ mol/l}$
1	HCl	NaOH						
2		1						
3		2						
4		3						
5		4						
6		5						
1	CH ₃ COOH	NaOH						
2								
3								
4								
5								
6								
1	NH ₄ OH	NaOH						
2								
3								
4								
5								
6								

Olingan qiymatlardan foydalanib, R ning ishchi eritma hajmiga bog'liqligi egri chizig'i chiziladi va undan ekvivalent nuqta aniqlanadi. So'ngra eritmaning ekvivalent molyar konsentratsiyasi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$c\left(\frac{1}{Z}\right)_{\text{teksh. er.-ma}} = \frac{V_{\text{ishchi eritma}} \cdot c\left(\frac{1}{Z}\right)_{\text{ishchi eritma}}}{V_{\text{teksh. eritma}}}, \text{ mol/l}.$$

2. Ekvivalent molyar konsentratsiyasi 0,0100 mol/l bo'lgan kuchsiz elektrolitning dissotsiatsiya konstantasi va darajasini aniqlash

Elektr o'tkazuvchanlikni aniqlash uchun mo'ljallangan idishga 50,00 ml/ aniqlanayotgan eritma solinadi. Reoxord ko'prigi P-38 yordamida eritmaning dastlabki qarshiligi o'lchanadi. Keyin byuret-kadan tomchilab 1,00 ml/ ishchi eritma solinadi. Har 1,00 ml/ ishchi eritma qo'shilgandan keyin qarshilik o'lchanadi. Olingan natijalar jadvalga yoziladi.

№	Tekshirilayotgan eritmaning hajmi, ml	R , Om	R_x , Om	χ , $\text{Om}^{-1} \cdot \text{sm}^{-1}$	λ , $\text{Om}^{-1} \cdot \text{sm}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$	α	K
1	50						
2	50						
3	50						
O'rtacha qiymati							

Quyidagi formula bo'yicha χ , λ , α , K qiymatlarini aniqlanadi:

$$\chi = \frac{K}{R_x}, \text{Om}^{-1} \cdot \text{sm}^{-1},$$

$$\lambda = \frac{1000}{CR}, \text{Om}^{-1} \cdot \text{sm}^{-1},$$

$$\alpha = \frac{\lambda}{\lambda_{\infty}}; K = \frac{c\alpha^2}{1-\alpha} = \frac{c\lambda^2}{\lambda_a(\lambda - \lambda_{\infty})}, \text{Om}^{-1} \cdot \text{sm}^{-1},$$

bu yerda: χ – solishtirma elektr o'tkazuvchanlik, $\text{Om}^{-1} \cdot \text{sm}^{-1}$; R_x – kuchsiz elektrolitning qarshiligi, Om; K – elektrolitik dissotsiatsiya konstantasi; λ – suyultirilgandagi molyar, elektr o'tkazuvchanlik, $\text{Om}^{-1} \cdot \text{sm}^{-1}$; λ_{∞} – cheksiz suyultirilgandagi molyar elektr o'tkazuvchanlik, $\text{Om}^{-1} \cdot \text{sm}^{-1}$, $\lambda_{\infty} = \lambda_k + \lambda_a$; $\lambda_k \lambda_a$ – kation va anion harakatchanligi; c – eritmaning ekvivalent molyar konsentratsiyasi.

ELEKTROKIMYO ASOSLARI. BIOLOGIK SUYUQLIKLARNING pH INI POTENSIOMETRIK ANIQLASH

Mashg'ulotning maqsadi. Elektrokimyo asoslari, galvanik elementlarning tuzilishi va ishlash printsiplari haqida ma'lumotga ega bo'lgan holda potensiometrlik usul bilan biologik suyuqliklarning pH ini aniqlashni o'rganish.

O'rganilayotgan mavzuning ahamiyati. Tana temperaturasi, turli biologik suyuqliklar osmotik bosimi ma'lum qiymatlarga ega bo'lganligi kabi, organizmning pH qiymati ham muhim doimiyliklardan hisoblanadi. Masalan, qon $pH = 7,36$, siydik $pH = 5,0-8,0$ me'da shirasining $pH = 0,9-2,0$. Tegishli pH qiymatlarining o'zgarishi patologik jarayonlarga, ya'ni kasallik paydo bo'lishiga olib keladi. Qon, siydik, me'da shirasining reaksiya muhitlarini o'rganish diagnostikada, shuningdek, jarrohlikda va boshqa kasalliklarda hamda ovqatlanish, dorivor moddalarni qabul qilishda muhim ahamiyatga ega. pH ni potensiometrlik aniqlash usuli aniq va ishonchlidir. Bu usulni, biologik suyuqliklarning pH ini boshqa usullar bilan aniqlab bo'lmaydigan hollarda ham qo'llash mumkin. Masalan, rangli va loyqasimon moddalarni, ya'ni qon, hujayra suspenziyasi kabilarning pH qiymatini titrimetrlik analiz usullari bilan aniqlab bo'lmaydi, faqat potensiometrlik usul yordamida aniqlash mumkin. Potensiometrlik usulining bunday afzalliklari, uni biokimyoviy, klinik hamda sanitariya-gigiena laboratoriyalarida keng qo'llanishiga imkon beradi.

Boshlang'ich bilim darajasi:

1. Vodorod ko'rsatkich — pH .
2. Elektr energiyasining doimiy va o'zgaruvchan manbai;
3. Normal vodorod elektrod. Normal elektrod potentsiali.

Mustaqil tayyorlanish uchun o'quv adabiyotlar:

1. *A.Abdusamatov, A.Rahimov, S.Musayev.* Fizik va kolloid ximiya. T., 1992. 120–138- betlar.
2. *A.B.Akbarov.* Bioorganik va biofizik kimyo asoslari. T., 1996. 331–351- betlar.
3. *М.И.Равич-Щерба, В.В.Новиков.* Физическая и коллоидная химия. Т. 1975. 59–71- betlar.
4. *S.S.Qosimova, S.M.Masharipov, Q.O.Najimov.* Umumiy va bioorganik kimyodan amaliy mashg'ulotlar. T., 2001, 113–120- betlar.

Darsda ko‘riladigan savollar:

1. Metall–suv, metall–eritma chegarasida hosil bo‘ladigan potensial. Nernst tenglamasi.
2. Galvanik elementlarning tuzilishi. Yakobi–Daniel elementi.
3. Elektrod potensialning metall tabiatiga, konsentratsiya va temperaturaga bogliqligi.
4. Elektrodlar turi: solishtirish (standart) elektrodleri, aniqlash elektrodleri, ionosektiv elektrodler.
5. Diffuziya va membrana potenciallari hamda ularning biologik ahamiyati.
6. Oksidlanish–qaytarilish sistemalari va ularning biologik ahamiyati.
7. Eritmalar pH ini potensimetrik aniqlash.

MA'LUMOTLAR YIG'INDISI**Elektrokimyo asoslari**

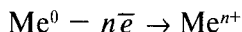
Elektrokimyo – fizik kimyoning bir bo‘limi bo‘lib, turli sistemalardagi kimyoviy jarayonlar energiyasining elektr energiyasiga va aksincha, elektr energiyasini kimyoviy energiyaga aylanishini o‘rganadigan fandır. Birinchi hodisa galvanik elementlarda, ikkinchi hodisa esa elektroliz vaqtida yuz beradi.

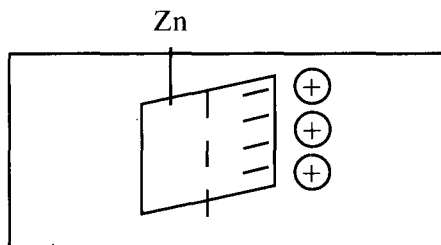
Tirik organizmda qator kimyoviy jarayonlar natijasida elektr energiyasi (biotok) hosil bo‘ladi. O‘z navbatida bu energiya turi boshqa kimyoviy jarayonlarni amalga oshirishni ta‘minlab turadi. Bu esa endogen kimyoviy jarayonlar va biotoklarning o‘zaro bog‘liqligini ko‘rsatadi. Bu jarayonlarni o‘rganish va talqin qilishda elektrokimyo fanining asosiy tushunchalaridan foydalaniladi.

Biokimyoviy jarayonlar borishi natijasida hosil bo‘lgan yoki sarf bo‘lgan energiyaning miqdorini aniqlash tibbiyotda diagnostika maqsadida keng qo‘llaniladi.

Galvanik elementlar nazariyasi

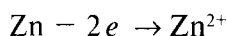
Agar metall plastinka toza suvga (erituvchiga) tushirilsa uning kristall panjarasi yemirilishi hisobiga va metall ionlari suvning polyar molekullari tomonidan tortilishi hisobiga eritmaga ma‘lum ionlar ajralib chiqadi, ya‘ni metall oksidlanadi:





17- rasm. Qo'sh elektr qavat hosil bo'lishi.

Oqibatda musbat ionlarning bir qismini yo'qotgan metall ortiqcha ionlarga ega bo'lib qoladida, manfiy zaryadlanadi, metall atrofida esa metall kationlari to'planadi va musbat zaryadlanadi. Metall atomi elektron berib, ya'ni oksidlanib metall ioniga aylanadi (17- rasm):



Metaldan eritmaga o'tgan musbat ionlar manfiy zaryadlangan metallga tortiladi va metall sirti yaqiniga joylashib, *qo'sh elektr qavat* hosil qiladi. Hosil bo'lgan potensial metall atomini ionga aylanib eritmaga o'tishiga to'sqinlik qiladi va oqibatda ma'lum bir kattalikga ega bo'lgan potenciallar ayirmasi vujudga keladi. Agar Cu, Ag, Au metallari shu metall ionlari saqlagan eritmaga tushirilsa, kationlar eritmadan metallga o'tadi. Natijada metall musbat zaryadlanadi va uning atrofida eritmadagi manfiy ionlar to'planadi. Bu holda ham potenciallar ayirmasi vujudga keladi. Eritmaga tushirilgan plastinkani *elektrod* deb, metall-eritma chegarasida paydo bo'lgan potensialni *metallning elektrod potentsiali* deb ataladi.

Agar metall o'zining biron-bir eritmasiga tushirilsa metall ionlarining eritmaga o'tishiga eritmada mavjud bo'lgan shu metall ionlari qarshilik qiladi. Bu qarshilik eritmadagi metall ionlarining metallning kristall panjarasi tarkibiga kirishga intilishida namoyon bo'lib, eritmadagi ionlar konsentratsiyasiga proporsionaldir:

– agar metall va uning tuzi eritmasidan iborat sistemada metall ionlarining eritmaga o'tish jarayoni ustunlik qilsa, metall manfiy zaryadlanadi;

– agar metall ustiga kationlar o'tishi jarayoni ustunroq bo'lsa, metall musbat zaryadlanadi.

Ikkala holda ham metall sathi bilan suyuqlikning yondoshgan qavati orasida potenciallar ayirmasi vujudga keladi. Bu potenciallar ionlarning metaldan eritmaga o'tishini chegaralab turadi va shuning uchun har bir metall va uning ma'lum tuzi konsentratsiyasiga

qandaydir biror potensial to'g'ri keladi (shunga asosan, ba'zi metallarning potentsiallar jadvali tuzilgan) (1- jadval). Bunda vodoroddan oldin turgan metallar manfiy zaryadga, keyingilari esa musbat zaryadga ega bo'ladi.

Metall o'z tuzi eritmasiga tushirilganda, vujudga keladigan potensial *elektrod potentsiali* (E) deyiladi. Agar eritmadagi metall ionlarining faolligi 1 mol/l ga teng bo'lsa, bu holda potensial *normal elektrod potentsiali* (E^0) deyiladi.

1-jadval

25 °C da metallarning elektrod potentsiallari

Elektrod (metall/ion)	E^0 , V	Elektrod (metall/ ion)	E^0 , V
Li/Li ⁺	-3,02	Pb/Pb ²⁺	-0,126
K/K ⁺	-2,92	H ₂ /2H ⁺	±0,000
Na/Na ⁺	-2,713	Cu/Cu ²⁺	+ 0,34
Al/Al ³⁺	-1,66	Ag/Ag ⁺	+0,80
Mn/Mn ²⁺	-1,05	Hg/Hg ⁺	+0,799
Zn/Zn ²⁺	-0,763	Hg/Hg ²⁺	+0,854
Fe/Fe ²⁺	-0,441	Pt/Pt ²⁺	+1,20
Ni/Ni ²⁺	-0,23	Au/Au ⁺	+1,70

Metallning elektrod potentsiali E metallning xossalariga, eritmadagi metall ionining konsentratsiyasiga va temperatura bog'liq. Bu bog'liqlik Nernst tenglamasi bilan ifodalanadi:

$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln a^{n+},$$

bu tenglamada R – gaz doimiysi (8,31 l · kPa/mol · K); T – absolut temperatura; a – metall ionlarining faolligi; F – Faradey soni (96500 Ku); n – metallning bir atomi beradigan elektronlar soni; E^0 – normal elektrod potentsial.

Agar konsentratsiya 1 g-ion/l ga teng bo'lsa $E = E^0$. Ya'ni, metall ionlarining konsentratsiyasi 1 g-ion/l ga teng bo'lgan metall tuzi eritmasiga shu metallning o'zi tushirilsa, metallning elektrod potentsiali E^0 ga teng bo'ladi.

Galvanik elementlar tuzilishi. Yakobi–Daniel elementi

Elektrokimyoviy zanjirlar tashqi va ichki tarkibiy qismlardan iborat bo'lib, ichki zanjir galvanik elementdan tashkil topgan bo'ladi.

Galvanik element deb kimyoviy energiyani elektr energiyaga aylantiradigan va 2 ta o'z tuzi eritmasiga tushirilgan va bir-biriga ulangan elektrodlardan tuzilgan sistemaga aytiladi.

Galvanik elementlar:

1) elektrod potentsiali belgisi va tabiati bilan farqlanadigan elektrodlardan, masalan: Zn/Zn^{2+} (-0,762 V) va Cu/Cu^{2+} (+0,34 V) metallardan tuzilgan;

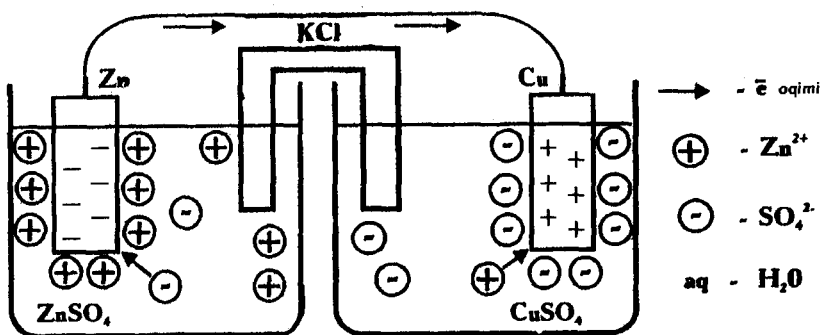
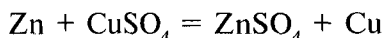
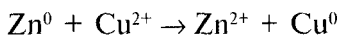
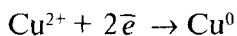
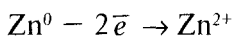
2) bir xil potensial belgisi, ammo turli metallardan iborat elektrodlardan, masalan Cu/Cu^{2+} (+0,34 V) va Au/Au^+ (+0,70 V) tashkil topgan;

3) turli konsentratsiyali tuz eritmasiga tushirilgan bir xil metall elektrodlardan iborat bo'ladi (konsentratsion element deyiladi).

2 metalli galvanik elementlarga Yakobi–Daniel elementini misol qilib keltirish mumkin. Bu element mis va rux elektrodlarining ularning sulfat tuzlari eritmalariga tushirilgan sistemadan iborat. Mis elektrod Cu^{2+} ioni bor eritmaga ($CuSO_4$ eritmasiga), rux elektrod Zn^{2+} ioni bor eritmaga ($ZnSO_4$ eritmasiga) tushirilgan (18- rasm). Elektrodlar o'zaro sim bilan, eritmalar KCl ning agar agarli ko'priklari bilan ulangan. Bu element zanjiri quyidagicha yoziladi:



Agar elektrodlar bir-biri bilan tutashtirilsa, sistemada elektr toki hosil bo'ladi. Sistemada kimyoviy jarayonlar amalga oshishi hisobiga elektr toki paydo bo'ladi:



18- rasm. Yakobi–Daniel galvanik elementining chizmasi.

Galvanik elementning elektr yurituvchi kuchini aniqlash uchun quyidagi tenglamadan foydalaniladi:

$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln a^{n+}.$$

Ion faolligi $a^{n+} = 1$ bo'lsa,

$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln K, \quad E = \frac{RT}{nF} \ln K = E^0,$$

bunda E^0 – eritmalarda ionlarning faolligi bir-biriga teng yoki har qaysi ionning faolligi birga teng bo'lganda vujudga kelgan elektr yurituvchi kuch bo'lib, *normal (standart) elektr yurituvchi kuch* deyiladi.

Galvanik elementlar xususiyati jihatidan qaytar va qaytmas bo'ladi. Masalan, Yakobi–Daniel galvanik elementining tashqi zanjiridagi tok oqimi teskari yo'nalishda yuborilsa, elektrodlarda teskari jarayonlar sodir bo'ladi: rux elektrodda ajrala boshlaydi, mis elektrod esa eriy boshlaydi va sistema avvalgi holatga qayta boshlaydi. Elektr tokni teskari tomonga yo'naltirganda qaytar jarayonlar boradigan elementlar *qaytar elementlar* deyiladi. Agar eritma vazifasini bajaruvchi tuzlar sulfat kislotaga almashtirilsa rux elektrodining erishi, mis elektrodida esa vodorod molekulasini ajralib chiqishi kuzatiladi. Tok teskari tomonga yo'naltirilsa mis elektrod eriydi, rux elektrodida esa vodorod ajralib chiqadi. Bunday galvanik elementlar *qaytmas elementlar* deyiladi.

Elektrodlar hamma vaqt o'z tuzining eritmasiga botirilgan metall plastinka bo'lavermaydi. Ba'zan tuz eritmasi o'rniga kerakli tuz saqlagan pasta (kalomel elektrodalarda), gaz elektrodleri ham qo'llanadi, bunda metall plastinka vazifasini indeferent plastinkaga (oltin, platina) adsorbsiyalangan gaz bajaradi (vodorod va kislorod elektrodlar) va boshqalar.

Ko'rib chiqilgan elektrodlar plastinka va eritma orasida ion almashinish asosida ishlaydi va ular anion yoki kationga nisbatan (qanday ion almashinayotganiga qarab) qaytar deyiladi.

Elektrodlar tuzilishi jihatdan birinchi va ikkinchi turga ajraladi.

Birinchi tur elektrodlar o'zining tuzi eritmasiga tushirilgan metall bilan iborat bo'ladi. Ular eritma bilan qaytar tabiatga ega faqat kation almashinuvi jarayoni orqali ta'sirlashadi. Masalan, $\text{Cu}|\text{Cu}^{2+}$; $\text{Ag}|\text{Ag}^+$.

Ikkinchi tur elektrodalarda metall o'zining qiyin eriydigan tuzi bilan qoplangan bo'ladi va elektrod shu tuz tarkibiga kirgan ion

saqlagan va suvda yaxshi eriydigan modda (tuz) eritmasiga solingan bo'ladi. Bunday elektrodga KCl eritmasiga tushirilgan AgCl bilan qoplangan kumush elektrodni misol qilib keltirish mumkin.

Elektrodlar potensial qiymatlari tabiatiga ko'ra quyidagilarga bo'linadi:

1. Solishtirish elektrodleri.
2. Aniqlash elektrodleri.
3. Ion selektiv elektrodler.

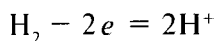
Solishtirish elektrodleri

Tashqi omil ta'sirida potensial qiymatini o'zgartirmaydigan elektrodler *solishtirish elektrodleri* deyiladi.

Elektrod potensialining aniq qiymatini o'lchash usullari ayni vaqt-gacha mavjud emas. Buning uchun potensial qiymatini nol deb qabul qilingan standart elektrodning absolut qiymati bilan solishtirish orqali chegaralanadi. Standart elektrod sifatida odatda potensial qiymati nolga teng bo'lgan vodorod elektrod qabul qilinadi. Unga nisbatan boshqa elektrodlerning potensialli solishtiriladi. Potensial qiymati aniqlangandan so'ng bu elektrodler ham standart elektrod sifatida ishlatilishi mumkin (bunday hollarda ularni solishtirish elektrodleri deyiladi).

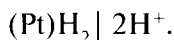
Solishtirish elektrodleri sifatida normal elektrodler ishlatiladi. Bu tuzi eritmasidagi metall ionlarining faolligi 1 g-ion/l ga teng bo'lgan elektrodlerdir.

Vodorod elektrod qaytar tabiatli birinchi tur elektrodlerga mansub bo'lib, u faqat eritmadagi bitta ionga — vodorod ioniga nisbatan qaytardir. Bu elektrod eng oddiy holda bir tomoni yopiq bo'lgan idishga platina bilan qoplangan platina plastinkadan iborat bo'lib, u vodorod ionlari faolligi 1 ga teng bo'lgan konsentratsiyasi 1 mol/l sulfat kislota eritmasiga tushirilgan. Bu eritmadan 1 atm (101,325 kPa) bosim ostida o'ta toza vodorod o'tkazilganda gaz yuqoriga ko'tariladi va platinada adsorbsiyalanadi. Bunda quyidagi jarayon amalga oshadi:



Hosil bo'lgan elektronlar elektrodga yig'ilib uning manfiy zaryadlanishiga sabab bo'ladi. H^+ ionlari esa elektrod atrofida yig'iladi. Natijada qo'sh elektr qavat hosil bo'ladi va potensiallar ayirmasi yuzaga keladi.

Vodorod elektrodning elektrokimyoviy sxemasi quyidagicha yoziladi:



Vodorod ionining faolligi $a_{H^+} = 1$ g-ion/l va bosimi $H_2 = 1$ atm bo'lganda vodorod ionining potentsiali shartli ravishda birga teng deb qabul qilingan. Bu esa uning yordamida boshqa elektrodlar potentsial qiymatini oson aniqlash imkonini beradi.

Vodorod elektrodi juda aniq va sezgirligi juda yuqori bo'lgani sababli, va uni tayyorlash va ishlatish texnik qiyinchiliklarga olib kelgani bois ko'p hollarda boshqa elektrodlardan foydalaniladi.

Kumush xlorli elektrod. Bu elektrod KCl ning to'yingan eritmasiga tushirilgan AgCl tuzi bilan qoplangan kumush sim yoki plastinkadan iborat. Bu elektrodning elektrokimyoviy sxemasi quyidagicha yoziladi: $Ag | AgCl | KCl$. Kumush xlorli elektrodning potentsiali xlor ionining faolligiga bog'liq. Xlor ionining faolligi $a_{Cl^-} = 1$ bo'lganda va $25^\circ C$ temperaturada kumush xlorli elektrod potentsiali $+222$ mV ga teng.

Kalomel elektrodi. Bu elektrod idish tagida joylashgan bir necha tomchi simob va maydalangan Hg_2Cl_2 (kalomel)ning ustida KCl ning to'yingan eritmasi quyilgan sistemadan iborat. Kalomel elektrodning elektrokimyoviy sxemasi quyidagicha yoziladi: $Hg | Hg_2Cl_2 | KCl$. Bu elektrodning potentsial qiymati ham xlor ionlarining faolligiga (KCl eritmasining konsentratsiyasiga) bog'liq bo'lib, $+246$ mV ga teng.

Aniqlash elektrodleri

Tashqi muhit komponentlari ta'sirida o'z potentsial qiymatini o'zgartira oladigan elektrodlerga *aniqlash elektrodleri* deyiladi. Bunday elektrodlerga:

- 1) shisha elektrod;
- 2) xingidron elektrod va boshqalar kiradi.

Shisha elektrod — uchi sharsimon tuzilishli diametri 0,01 mm bo'lgan yupqa shisha naycha bo'lib, unga 1 mol/l konsentratsiyali HCl solingan. Bu eritmaga sirti AgCl bilan qoplangan kumush elektrodi tushiriladi. Shisha elektrodning potentsiali vodorod ionlarining faolligiga bog'liq bo'lib, Nernst tenglamasi bilan aniqlanadi.

Shisha elektrod bilan *pH* ning katta oralig'ida ($pH = 2-12$) foydalanish mumkin.

Xingidron elektrod — o'zida ekvimolyar miqdorda xiron ($C_6H_4O_2$) va gidroxiron $C_6H_4(OH)_2$ saqlagan eritmaga tushirilgan platina simdan iborat. Xiron-gidroxiron sistema redoks (oksidlanish-qaytarilish) sistemaga mansub bo'lib, xiron — oksidlangan, gidroxiron — qaytarilgan shaklga egadir.

Xingidron elektrod juda qulay bo'lib, uni ham solishtirish, ham aniqlash elektrodi sifatida ishlatish mumkin.

Xingidron elektrod potentsiali asosan vodorod ionlarining miqdoriga bog'liq bo'ladi va vodorod ionlarining faolligi 1 mol/l ga teng bo'lganda uning potentsialining qiymati 0,7044 mV ga teng. Lekin bu elektrodning qo'llashda qator kamchiliklar bor. Birinchidan, bu elektrod faqat $pH = 8$ bo'lgan holdagina aniq ko'rsatkichlar beradi. Ikkinchidan, sistemada oksidlovchi yoki qaytaruvchi tabiatli moddalar bo'lmagandagina aniq natijalar olish mumkin.

Ion selektiv elektrodlar

Bu elektrodlar potentsial qiymatini faqat ma'lum bir ion turlarining (Li^+ , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , NH_4^+ , Ag^+ , Cu^{2+} , S^{2-} , CN^-) konsentratsiyasiga qarab o'zgartiradi. Ion selektiv elektrodlardan biologik sistemalardagi turli ionlarning miqdorini aniqlashda foydalaniladi.

Diffuziya va membrana potentsiallari va ularning biologik ahamiyati

Turli konsentratsiyali 2 ta eritma o'zaro ulansa, erigan modda diffuziya hisobiga konsentratsiyasi yuqori bo'lgan eritmada konsentratsiyasi kichik eritmaga o'ta boshlaydi. Bu jarayonda yuqori harakatchanlikka ega bo'lgan zarrachalar harakat tezligi sust bo'lgan zarrachalarning oldida joylashib qoladi. Oqibatda quyi konsentratsiyali eritma harakat tezligi yuqori bo'lgan ion zaryad belgisiga, yuqori konsentratsiyali eritma esa nisbatan sust harakatlanadigan ion zaryad belgisiga ega bo'lib qoladi. Eritmalar tutashgan muhitning ma'lum bir qismida diffuziya potentsiali vujudga keladi va bu potentsial ionlar harakat tezligini tenglashtiradi.

Agar turli konsentratsiyali 2 eritma faqat bir xil o'lcham va zaryad qiymatiga ega bo'lgan ion va molekullarni o'tkazadigan membrana bilan ajratilsa, diffuziya potentsiali qiymati keskin ortadi va natijada membrananing 2 tomonidagi muhitlarda zaryadlar farqi kelib chiqadi va bu *membrana potentsiali* deyiladi.

Membranalarning musbat va manfiy zaryad qiymatiga ega bo'lishi ular tarkibidagi moddalarning funksional guruhlar tabiati bilan belgilanadi. Masalan, manfiy zaryadga ega bo'lgan COO^- guruhlar saqlanishi ularda manfiy zaryad hosil bo'lishiga, NH_4^+ membrana sirt yuzasining musbat bo'lishini belgilaydi. Masalan, eritrotsit

membranalaridan faqat anionlar o'ta oladi, kationlar esa maxsus membrana kanalchalari orqali yoki faol transport orqali tashiladi.

Membrana potentsiallari turg'un bo'lib, bir necha oy davomida saqlanadi.

Diffuziya va membrana potentsiallari biologik obyektlarda hosil bo'lgani uchun tibbiyotda katta ahamiyat kasb etadi. Hujayralarning tashqi qavati yoki qobig'i buzilishi natijasida ularning tanlanuvchan o'tkazuvchanlik xususiyati buzilib, elektrolitlar konsentratsiyalar farqiga qarab hujayra ichiga yoki hujayradan tashqariga diffuziya hisobiga harakatlanadi. Buning oqibatida diffuziya potentsiali hosil bo'ladi. Uning qiymati 30–40 mV ga yetadi. Diffuziya jarayoni tugaganda potentsial nolgacha kamayadi. Ko'p hollarda zararlangan to'qima zararlanmagan to'qimaga nisbatan manfiy zaryadlanadi.

Bundan tashqari turli to'qimalar va hujayra organlari kimyoviy tarkibi jihatidan farq qilganligi uchun ular orasida membrana potentsiallar ayirmasi yuzaga keladi. Membrananing 2 tomonidagi ionlar konsentratsiyasi o'zgarishi potentsiallar ortishi yoki kamayishiga olib keladi.

Oksidlanish-qaytarilish (redoks) sistemalar va ularning tibbiyotdagi ahamiyati

Bir xil ionlarning oksidlangan va qaytarilgan shakllarini saqlagan sistemalar *oksidlanish-qaytarilish* yoki *redoks sistemalar* deyiladi. Bularga Fe^{3+} va Fe^{2+} , Cu^{2+} va Cu^{+} , Co^{3+} va Co^{2+} ion juftlaridan iborat sistemalar kiradi.

Redoks sistemalarda oksidlangan hamda qaytarilgan shakllar miqdori o'zaro tenglashishga intiladi. Natijada inert elektrodlar — platina yoki oltin bilan elektron almashinuvi jarayoni orqali ta'sirlashadi.

Agar sistemada oksidlangan shaklning nisbiy miqdori ortsa, bu holda elektrod elektron beradi, ya'ni qaytarilish jarayoni boradi. Natijada sistemada oksidlangan shaklning miqdori kamayib, qaytarilgan ionlar miqdori ortadi. Elektrod esa musbat zaryadlanadi. Sistemadagi qaytarilgan ionlar nisbiy miqdori ko'p bo'lsa, elektrod sistemadan (qaytarilgan shakldagi ionlardan) elektron qabul qiladi. Bu esa oksidlangan ionlar miqdorining ortishiga va elektrodning manfiy zaryadlanishiga olib keladi.

Ikkala holda ham elektrodlar bevosita kimyoviy jarayonda ishtirok etmaydi, ular faqat elektron o'tkazgich vazifasini bajaradi. Bu jarayonda elektrodlarda potentsiallar ayirmasi yuzaga keladi va bu potentsial *redoks potentsial* deyiladi. Redoks potentsial Piters tenglamasi bilan aniqlanadi:

$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{c_{(\text{oksidlangan})}}{c_{(\text{qaytarilgan})}}$$

bu yerda: E^0 – normal redoks potensial; n – zarrachaning oksidlanishi yoki qaytarilishi uchun sarf bo‘lgan elektronlar soni; $c_{(\text{oksidlangan})}$ va $c_{(\text{qaytarilgan})}$ – oksidlangan yoki qaytarilgan shakllarning konsentratsiyasi (faolligi); T – absolut temperatura; F – Faradey soni, 96500 Cu/mol; R – universal gaz doimiysi, 8,31 l · kPa/mol · K.

F va R larning qiymatini qo‘yib natural logarifmdan o‘nli logarifmga o‘tilsa quyidagi tenglama kelib chiqadi:

$$E = E^0 + \frac{0,0591}{n} \lg \frac{c_{(\text{oksidlangan})}}{c_{(\text{qaytarilgan})}}$$

Agar elektrod oksidlangan va qaytarilgan shakllari teng eritmaga tushirilsa hosil bo‘lgan potensial *normal redoks potensial* (E^0) deyiladi.

Oksidlanish-qaytarilish potentsiallari odam fiziologiyasida katta ahamiyat kasb etadi. Ular qatoriga qon va to‘qimalar tarkibidagi 2 va 3 valentli temir saqlagan gem/gematin va sitoxrom, oksidlangan va qaytarilgan shakldagi askorbin kislota, sistin-sistein aminokislotalar va boshqalar kiradi.

Eritmalar pH ini potensiometrlik aniqlash

Potensiometrlik titrlash usuli galvanik elementlarning elektr yurituvchi kuchini (EYUK) aniqlashga asoslangan. Potensiometrlik usul bilan turli biologik sistemalardagi ionlarning miqdori va redoks jarayonlarning potensial qiymatlari, biologik suyuqliklarning pH qiymati aniqlanadi.

Sistemaning EYUK oksidlanish-qaytarilish reaksiyasida sistemaning redoks potentsiali o‘zgarishi hisobiga o‘zgaradi, kislota-asosli reaksiya yoki cho‘kma hosil bo‘lishi bilan boradigan reaksiyalarda ionlar konsentratsiyasi o‘zgarishi hisobiga o‘zgaradi. Masalan, kislotali ishqor bilan titrlashda vodorod ionlarining konsentratsiyasi asta-sekin kamayadi, ekvivalent nuqtada esa keskin kamayib, so‘ng yana sekin o‘zgaradi. Sistemaning EYUK ham shunga mos ravishda o‘zgaradi.

Eritmalarning pH qiymatini aniqlash – analiz qilinaotgan eritmaga aniqlash elektrodi tushirilib uning potensial qiymati pH ga bog‘liqligini solishtirishga asoslangan. Sistemaning potensial qiymati aniqlash elektrodi va potensial qiymati ma‘lum elektrod (normal vodorod, kalomel) dan tuzilgan zanjirning EYUK bo‘yicha aniqlanadi.

Potensiometrik titlashda o'lovchi va solishtiruvchi elektrodning potentsiallari farqi bilan qo'shilayotgan ishchi eritmaning hajmi o'rtasidagi bog'lanish kuzatiladi.

Eritmalarning pH qiymatini potensiometrik usulda aniqlash kimyoviy va biokimyoviy laboratoriyalarda katta ahamiyat kasb etadi.

Bu usul bilan loyqa, rangli, indikatorlar yordamida ekvivalent nuqtani aniqlash qiyin bo'lgan, ko'p jinsli, kichik konsentratsiyali kuchsiz elektrolit tutgan biologik suyuqliklarning pH qiymati aniqlanadi.

Keyingi vaqtda eritmalarning pH qiymati EYUK ni kompensatsion usulda aniqlash prinsipiga asoslangan yarimavtomat va avtomat pH metrlar yordamida amalga oshadi.

Mavzu bo'yicha masalalar va ularni yechish namunalari

1- masala. Vodород elektrodining potentsiali $-0,082$ V ga teng. Ushbu eritmadagi H^+ ionlarining konsentratsiyasini aniqlang.

Yechish. $\varphi = -0,059p a_{H^+}$ tenglamasi bo'yicha:

$$p a_{H^+} = -\frac{\varphi}{0,059} = \frac{0,082}{0,059} = 1,39.$$

Bundan kelib chiqadiki:

$$-\lg a_{H^+} = 1,39; \quad -\lg a_{H^+} = -\lg 0,041 = 2,6;$$

$$a_{H^+} = 0,041 \text{ mol/l.}$$

Javob: $a_{H^+} = 0,041 \text{ mol/l}; \quad -\lg a_{H^+} = -\lg 0,041 = 2,6;$

2- masala. $Ag/AgNO_3 (0,001M)//AgNO_3(0,1M)/Ag$ galvanik elementining EYUK ni aniqlang. Bu element ishlaganda tashqi zanjirdagi elektronlar qaysi tomonga qarab harakatlanadi?

Yechish. Ag^+/Ag sistemaning standart elektrod potentsiali $+0,80$ mV ga teng. Chap elektrodning potentsiali φ_1 , o'ng elektrodniki esa φ_2 , demak ular orqali:

$$\varphi_1 = 0,80 + 0,059 \cdot \lg 0,001 = 0,80 + 0,059 \cdot (-3) = 0,62 \text{ mV,}$$

$$\varphi_2 = 0,80 + 0,059 \cdot \lg 0,1 = 0,80 + 0,059 = 0,74 \text{ mV.}$$

Elementning EYUK si:

$$E = \varphi_1 - \varphi_2 = 0,74 - 0,62 = 0,12 \text{ mV.}$$

$\varphi_1 < \varphi_2$ bo'lganligi uchun, chap elektrod elementni manfiy qutbi bo'lib, elektronlar tashqi zanjirda chap elektroddan o'ng elektrodga qarab harakat qiladilar.

Mavzuning o'zlashtirilishini mustaqil nazorat qilish uchun savol va masalalar

1. Elektrod deb nimaga aytiladi va uning qanday turlari mavjud?
2. Biologik hodisalarda redoks potensialning ahamiyatini tushuntirib bering.
3. Oksidlanish-qaytarilish potensialining hosil bo'lish mexanizmini tushuntiring.
4. O'lchovli va solishtirma elektrodni izohlab bering.
5. Suyultirilganda redoks potensial o'zgaradimi?
6. Piters tenglamasi va uning fizik ma'nosini tushuntiring.
7. Potensiometrlik titrlash usulining tibbiyotdagi ahamiyati qanday?

Vaziyatli masalalar

1- masala. Tarkibida Fe^{3+} va Fe^{2+} ionlari bo'lgan eritmaga platina elektrodi tushirilganda uning potentsiali 298 K da 0,783 V ga teng. Bu eritmadagi temir ionlarining konsentratsiyalar nisbatini aniqlang.

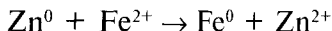
Javob: eritmadagi Fe^{3+} ionlarining miqdori Fe^{2+} ga nisbatan 1,6 marta ko'p.

Test savollari

1. Solishtirish elektrodini ko'rsating:
a) vodorod elektrod; d) ion-selektiv elektrod;
b) shisha elektrod; e) xingidron elektrod.
2. Aniqlash elektrodini ko'rsating.
a) vodorod elektrod; d) kalomel elektrod;
b) shisha elektrod; e) ion-selektiv elektrod.
3. Galvanik elementlarning EYUK ini aniqlash qaysi usul asosini tashkil qiladi?
a) elektroosmos; d) oksidimetriya;
b) potensiometriya; e) xromatografiya.
4. Quyidagi oksidlanish-qaytarilish jarayonining sxemasini ko'rsating:
$$\text{Fe} + \text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + \text{Cd}$$

a) $\text{Fe}/\text{Fe}(\text{NO}_3)_2/\text{KCl}/\text{Cd}(\text{NO}_3)_2/\text{Cd}$
b) $\text{Cd}/\text{Cd}(\text{NO}_3)_2/\text{KCl}/\text{Fe}(\text{NO}_3)_2/\text{Fe}$
d) $\text{Fe}/\text{Cd}(\text{NO}_3)_2/\text{KCl}/\text{Cd}/\text{Fe}(\text{NO}_3)_2/\text{Fe}$
e) $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2/\text{Fe}(\text{NO}_3)_2/\text{KCl}/\text{Cd}/\text{Fe}$

5. Quyidagi oksidlanish qaytarilish jarayonining sxemasini ko'rsating:



a) $\text{Fe}^0/\text{Fe}^{2+}/\text{KCl}/\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}^0$

b) $\text{Zn}^0/\text{Fe}^{2+}/\text{KCl}/\text{Zn}^{2+}/\text{Fe}^0$

v) $\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}^0/\text{KCl}/\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^0$

g) $\text{Fe}^0/\text{Fe}^{2+}/\text{KCl}/\text{Zn}^0/\text{Zn}^{2+}$

6. Qaysi biologik sistemaning elektr o'tkazuvchanligi eng kichik?

a) yurak; b) qon; d) teri; e) jigar.

7. Konsentratsion element qanday tuzilgan?

a) 2 ta bir xil elektrodlardan;

b) H_2SO_4 eritmasiga tushirilgan 2 ta bir xil elektrodan;

d) o'z tuzining eritmasiga tushirilgan 2 ta bir xil elektrodan;

e) o'z tuzining turli konsentratsiyali eritmasiga tushirilgan 2 ta bir xil elektrodan.

8. Diagnostik usullardan biri elektrokardiografiya asosida qaysi kattaliklarni aniqlanishi yotadi:

a) bosim;

d) biopotensial;

b) temperatura;

e) elektr o'tkazuvchanlik.

9. Ham kation, ham anion bo'yicha qaytar elektrodni ko'rsating:

a) solishtirish elektrod;

d) normal elektrod;

b) ion-selektiv elektrod;

e) indikator elektrod.

10. Kumush xlorli elektrodning elektrokimyoviy sxemasini ko'rsating.

a) $\text{Ag}/\text{AgCl}; \text{KCl};$

d) $\text{Hg}/\text{Hg}_2\text{Cl}_2; \text{KCl};$

b) $\text{AgCl}/\text{AgNO}_3; \text{KCl};$

e) $\text{Ag}/\text{AgNO}_3; \text{HNO}_3.$

LABORATORIYA ISHI

Potensiometriya usuli bilan biologik suyuqliqlarning *pH* ini aniqlash

Analiz *pH* metrda bajariladi.

1- tajriba. Stakanni 2 marta analiz gilinayotgan siydik bilan chayiladi va ma'lum hajmda siydik solinadi. Unga elektrodlar tushirilib siydikning taxminiy *pH* qiymati aniqlanadi. Buning uchun *pH* metr-

ning $pH = 1-19$ klavishi bosiladi. Keyin pH ning aniq qiymatini bilish uchun kerakli diapozon klavishi bosiladi. Analiz tugagandan keyin asbob o'chiriladi, elektrod distillangan suvga solib qo'yiladi. Analiz natijalari asosida diagnoz qo'yiladi.

2- tajriba. Analiz uchun 3 ta stakanga me'da shirasi solinadi va ularni pH qiymati yuqorida bajarilgan analiz kabi aniqlanadi. Analiz qilingan me'da shirasining pH qiymati asosida diagnoz qo'yiladi. HCl konsentratsiyasi normada, giperxloridriya yoki gipoxloridriya ekani haqida xulosa chiqariladi.

Ma'lumki, me'da shirasining kislotaligi oshganda bemorga NaHCO_3 istemol qilish, kislotaliligi kamayganda esa askorbin kislota tavsiya qilinadi. Elektrodni stakandan olmay turib kislotaliligi kam me'da shirasi solingan stakanga askorbin kislota, kislotaligi oshgan me'da shirasiga NaHCO_3 solib siydikning pH qiymati normaga kelishi aniqlanadi.

3- tajriba. Stakandagi qon zardobiga qon qo'shib, uning pH qiymati yuqorida bajarilgan analiz kabi aniqlanadi. Keyin HCl eritmasi qo'shiladi. pH ning qaysi qiymatida kimyoviy gemoliz hodisasi yuz beradi? Xulosa qilinadi. Xuddi shunday tajribani NaOH eritmasi bilan ham o'tkaziladi.

KIMYOVIY TERMODINAMIKA VA TERMOKIMYO ASOSLARI

Mashg'ulotning maqsadi. Neytrallanish reaksiyasining issiqlik effekti miqdorini termodinamika qonunlari asosida aniqlashni o'rganish.

O'rganilayotgan mavzuning ahamiyati. Tirik organizmlar termodinamikasi organizmlarda energiyaning aylanish (bir turdan ikkinchisiga o'tish) jarayonlarini o'rganadi. Bu energiya ish bajarish, tana temperaturasini saqlab turish, organizmda biokimyoviy reaksiyalarning borishi uchun zarur. Odam va hayvonlar hayoti uchun asosiy issiqlik manbai uglevoddir, yog' va oqsillar rezerv issiqlik rolini o'ynaydi. Ularning oksidlanishi natijasida ro'y bergan ekzotermik reaksiya tufayli hujayralarda hayot uchun zarur bo'lgan energiya ajralib chiqadi. Odam oziq-ovqat orqali uglevod, yog', oqsillar va boshqa oziq mahsulotlarni iste'mol qiladi. Organizmning energiya sarfi bilan oziq mahsulotlardan energiya jamg'armasi orasida bog'lanish mavjudligi biokimyoviy reaksiyalar energetikasini o'rganish ahamiyatini belgilaydi. Bu oziq mahsulotlardan energiya hosil bo'lish mexanizmini tushunish uchun zarurdir.

Sogʻlom va kasal hujayralar energetikasi va ularning rivojlanishini kuzatib turish baʼzi kasalliklar, masalan, saraton kasalligining boshlangʻich diagnostikasini ishlab chiqishga imkon beradi. Oziq-ovqat mahsulotlarining energetik imkoniyatlarini aniqlash turli mehnat sharoitlaridagi kishilar uchun zarur ovqat ratsionlarini belgilash imkonini beradi.

Boshlangʻich bilim darajasi:

1. Ekzotermik va endotermik reaksiyalar.
2. Reaksiyaning issiqlik effekti.
3. Reaksiyaning termokimyoviy tenglamalari.

Mustaqil tayyorlanish uchun oʻquv adabiyotlar:

1. *N.L.Glinka*. Umumiy ximiya. T., 1968. 76- bet.
2. *Sh.R.Rahimov*. Anorganik ximiya. T., 1974, 56- bet.
3. *X.U.Usmonov, X.R.Rustamov, X.R.Rahimov*. Fizikaviy ximiya. T., 113- bet.
4. *S.S.Olenin, G.H.Fadeev*. Неорганическая химия. М., 1979, 26- bet.
5. *A.B.Бабков, Г.Н.Горшкова, А.М.Кононов*. Практикум по общей химии с элементами количественного анализа. М., 1978, 51- bet.
6. *A.C.Ленский*. Введение в бионеорганическую химию. М., 1989.
7. *X.H.Hakimov, A.Z.Tatarskaya, N.T.Olimxoʻjayeva*. Umumiy kimyodan amaliy mashgʻulotlar. T., 1993, 146–154- betlar.

Darsda koʻriladigan savollar:

1. Organizmda energiya va moddalar almashinuvining oʻzaro bogʻliqligi.
2. Termodinamikaning asosiy tushunchalari.
 - 2.1. Sistema va uning turlari.
 - 2.2. Sistemaning parametri.
 - 2.3. Sistemaning ichki energiyasi.
 - 2.4. Izobarik, izotermik potensial.
3. Termodinamikaning birinchi qonuni.
4. Termokimyoviy hisoblar. Gess qonuni.
5. Kimyoviy birikmalar hosil boʻlish issiqligi.
6. Entalpiya.
7. Termodinamikaning ikkinchi qonuni.
8. Termodinamika va tirik organizmda kechadigan jarayonlar.

MA'LUMOTLAR YIG'INDISI

Organizmدا boradigan moddalar almashinuvi jarayoni muhim kimyoviy birikmalar strukturalarining buzilishi va natijada energiya ajralishi bilan kuzatiladi.

Odam organizmi taraqqiy etishining boshlang'ich darajasida (yoshlik, bolalik) har qanday tirik organizmdagidek assimilyatsiya jarayonining o'tishi intensivligi dissimilyatsiya jarayonidan ustunroqdir. Qarilik yaqinlashishi bilan dissimilyatsiya jarayonlari ustun bo'lib, organizmdagi potensial energiya zahirasi asta-sekin kamayib boradi.

Energiyaning almashinish va saqlanish qonuni ochilishi bilan energiyaning bir turdan ikkinchisiga o'tishini o'rganish alohida fanga aylandi, bu fan *termodinamika* deb ataladi.

Termodinamika – kimyoviy va fizik-kimyoviy hodisalarni o'rganishda termodinamika usullari va qonuniyatlarini qo'llaydigan fan. Uning eng asosiy masalalaridan biri individual moddalarning termodinamik konstantalarini eksperimental yo'l bilan aniqlashdir. Bular yordamida har qanday fizik-kimyoviy, biokimyoviy jarayonlarning amalga oshish imkoniyatlarini oldindan aytib berish, ularning o'tish chegaralarini aniqlash mumkin.

Tirik organizmda kechadigan katta kimyoviy energiyaga ega bo'lgan yuqori molekular moddalarning hosil bo'lishi, yig'ilishi (anabolizm) va parchalanishi hisobiga energiya ajralib chiqishi (katabolizm) jarayonlarida ro'y beradigan energiya o'zgarishini o'rganadigan fan – *bioenergetika* deyiladi.

Termodinamikaning asosiy tushunchalari

Termodinamikaning vazifasi – turli sistemalarning xossalarini va ularda borayotgan jarayonlarni, ya'ni ish, issiqlik va energiyaning hamma turlarining o'zaro aylanish miqdoriy qonuniyatlarini o'rganishdan iborat. Boshqacha qilib aytganda, termodinamika – kimyoviy jarayonlarda bir turdagi energiyani boshqa turdagi energiyaga aylantirish yo'llarini, usullarini o'rganadigan fandır.

Termodinamikada qo'llanadigan boshlang'ich tushunchalar bilan tanishamiz.

Sistema deb tashqi muhitdan amalda yoki fikran ajratib olingan va o'zaro ta'sir etib turadigan modda yoki moddalar guruhiga aytiladi. Masalan, idishdagi gaz, odam organizmi yoki organi, hujayra va hokazo.

Sistema atrofidagi moddalar – tashqi muhitni tashkil qiladi.

Sistemalar 3 turga bo'linadi:

1. **Ochiq sistemalar** – bunda sistema bilan tashqi muhit o'rtasida o'zaro modda va energiya almashish imkoniyati bo'ladi. Bularga – tirik organizm, hujayra, biror organ kiradi.

2. **Yopiq sistemalar** – bunda sistema bilan tashqi muhit o'rtasida o'zaro faqat energiya almashishi mumkin. Moddalar almashmaydi. Masalan, muzlatgich, isituvchilar.

3. **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 hamda fizik-kimyoviy xossalarga ega bo'lgan, o'zaro aniq sirt chegarasi bilan ajralgan sistemaning tarkibiy qismlarning yig'indisidir.

Gomogen sistema – bir fazali, *geterogen sistema* – ikki va undan ortiq fazali sistemadir, demak, geterogen sistemaning gomogen qismlari fazalardir.

Agar suvga solingan tuz to'liq erisa – 1 fazali sistema. Suv o'z bug'i bilan muvozanatda bo'lsa – bu 2 fazadan (suyuq va bug' holatdagi suv) iborat sistema bo'ladi. Bug' – suv – muz bo'lakchalari saqlagan sistema – 3 fazali sistemadir. Quruq tuz – 1 fazali sistema.

Sistemaning holatlarini ifodalaydigan sonlar *parametrlar* deyiladi. Bularga bosim, hajm, temperatura, energiya, modda miqdori va hokazolar kiradi. Masalan, sog'lom va kasal odamning holatini temperatura, bosim, biologik suyuqliklarning kimyoviy tarkibi va hokazo parametrlar ifodalaydi.

Sistema holatining vaqt o'tishi bilan o'zgarishi – *termodinamik hodisa* deyiladi. Masalan, odamning kasalligi – termodinamik hodisadir, chunki bu holatda odam organizmida temperatura, bosim, biologik suyuqliklarning kimyoviy tarkibi (siydik, qon, me'da shirasi va hokazo), organizm vazni va boshqa parametrlar o'zgaradi.

O'zgarmas temperaturada o'tadigan jarayon – *izotermik jarayon* deyiladi. Bunday jarayon asosan termostatda boradi.

O'zgarmas bosimda boradigan jarayon – *izobarik jarayon* deyiladi. Bularga atmosfera bosimida o'tadigan jarayonlar misol bo'ladi.

O'zgarmas hajmda o'tadigan jarayonlar – *izoxorik jarayon* deyiladi. Bularga yopiq idishda o'tadigan jarayonlar kiradi.

Masalan, odam organizmida jarayonlar o'zgarmas temperatura va bosimda o'tadi.

Ko'pincha sistemaning holati o'zgaruvchan parametrlar bilan ifodalanadi. O'zgaruvchan parametrlar bu temperatura, vazn, energiya va hokazo.

Bularning asosida sistemaning holati va undagi o'zgarishlarni tavsiflaydigan, boshqa o'zgaruvchan parametrlar yuritiladi.

Termodinamikada eng ko'p ishlatiladigan funksiyalar quyidagilar:

1. Ichki energiya – U .
2. Entalpiya – H .
3. Entropiya – S .
4. Izobarik izotermik potentsial – Y va boshqalar.

1. *Ichki energiya* U termodinamik sistemaning eng asosiy tavsifiy funksiyasidan biridir. Ichki energiya – molekula harakati, atom va atomlar guruhining tebranma harakat energiyasi, yadro energiyasi va boshqa turdagi energiyalarning yig'indisidir. Kinetik va potentsial energiyalar ichki energiyaga kirmaydi. Bu tur energiyalarning jami (ichki, kinetik, potentsial) sistemaning umumiy energiyasini tashkil qiladi.

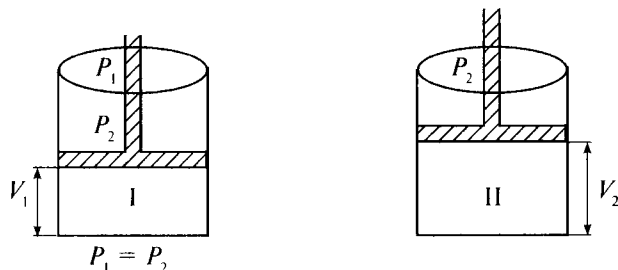
Ichki energiyaning absolut kattaligini o'lchab bo'lmaydi. Tajribada sistema bir holatdan ikkinchi holatga o'tganda, uning ichki energiyasining o'zgarishini kuzatish va o'lchash mumkin. Moddaning dastlabki holatidagi ichki energiya U_1 , oxirgi holatidagisi U_2 bo'lsa, ichki energiyaning o'zgarishi ΔU quyidagiga teng:

$$\Delta U = U_2 - U_1.$$

Ichki energiyaning o'zgarishi sistemaning boshlang'ich va ohirgi holatiga bog'liq bo'lib, sistema bir holatdan ikkinchi holatga qanday yol bilan o'tganiga bog'liq emas.

Termodinamikada muhim funksional tavsiflardan biri entalpiya yoki issiqlik saqlami tushunchasidir. Buni tushinish uchun quyidagilarni ko'rib chiqamiz.

Masalan, izobarik, ya'ni $P = \text{const}$, $P_1 = P_2$ jarayonda sirtidan ta'sir etilgan issiqlik (Q) ta'sirida sistema 1- holatdan 2- holatga o'tadi (19- rasm).



19- rasm. Sistema ichki energiyasining o'zgarishi.

Sistemaga ta'sir etilgan issiqlik ichki energiya o'zgarishi va sistema tashqi kuchlariga qarshi bajarilgan ishga (A) sarflanadi, ya'ni silindr isitiladi va porshen ko'tariladi:

$$Q = \Delta U + A, \quad (1)$$

bu yerda: ΔU – ichki energiyaning o'zgarishi; A – porshen ko'tarilishi uchun sarflangan ish; Q – sistemaga ta'sir etilgan issiqlik miqdori.

Yuqorida ko'rsatilgan tenglama energiyaning saqlanish qonunini ifodalab, *termodinamika birinchi qonunining matematik ifodasidir*. U quyidagicha ta'riflanadi: *energiya yo'qolmaydi va yo'qdan bor bo'lmaydi, u faqat ekvivalent nisbatda bir turdan ikkinchi turga aylanadi*. Bu qonunni XVIII asrda rus olimi M.V.Lomonosov kashf etgan.

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 ikkinchi turga aylanadi.

Entalpiya ichki energiya bilan hajmning bosimga ko'paytmasi yig'indisiga teng:

$$H = \Delta U + p\Delta V. \quad (2)$$

Entalpiyaning absolyut qiymatini aniqlab bo'lmaydi. Termodinamik hisoblashlarda sistema holatining o'zgarishi, ya'ni ΔH dan foydalaniladi:

$$\Delta H = H_2 - H_1$$

Bu holda (2) tenglama quyidagicha yoziladi:

$$\Delta H = \Delta U + p\Delta V. \quad (3)$$

ΔH – issiqlik saqlami deyiladi.

Entalpiyaning o'lchov birligi – kJ/mol.

Reaksiyalarning issiqlik effekti aniqlanganda entalpiya va ichki energiyaning absolyut miqdori emas, balki sistemaning holat o'zgarishi, ya'ni ΔH va ΔU olinadi.

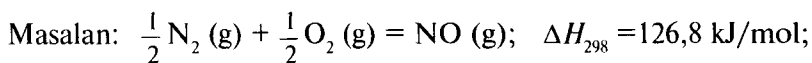
Ekzotermik reaksiyalarda issiqlik ajraladi, ya'ni sistemaning entalpiyasi va ichki energiyasi kamayadi. Shuning uchun bunday reaksiyalar uchun ΔH va ΔU manfiy sonlardir.

Endotermik reaksiyalarda issiqlik yutiladi, sistemaning entalpiyasi va ichki energiyasi oshadi, shuning uchun ΔH va ΔU musbat ishorali.

Har xil jarayonlarning issiqlik effektini solishtirish imkoniyati bo'lishi uchun, termokimyoviy hisoblarni odatda dastlabki moddalarni va reaksiya mahsulotini 1 molekulasiga va standart deb olingan sharoitga (1 atm yoki 101,325 kPa bosim, 25 °C yoki 298 K temperatura) moslashtiriladi. Sistemaning standart issiqlik effekti quyidagicha ifodalanadi: $\Delta H^0 = 298$.

Reaksiyaning issiqlik effekti ko'rsatilgan kimyoviy tenglamalar *termokimyoviy tenglamalar* deyiladi.

Termokimyoviy tenglamalarda reaksiyaga kirishgan boshlang'ich moddalar va reaksiya mahsulotlarining agregat holatlari ko'rsatiladi: gaz (g), suyuqlik (s), kristall (kr), qattiq modda (q), eritilgan (e) va hokazo.



Termokimyoviy hisoblar. Gess qonuni

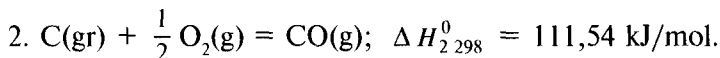
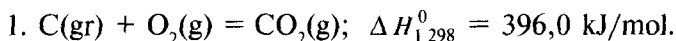
Gess qonunini Lavuazye–Laplas qonunining davomi sifatida qaralishi mumkin *Lavuazye–Laplas qonuni* quyidagicha ta'riflanadi: *modda hosil bo'lishidagi ajraladigan yoki yutiladigan issiqlik miqdori shu moddaning parchalanishidagi yutiladigan yoki ajraladigan issiqlik miqdoriga teng bo'ladi.*

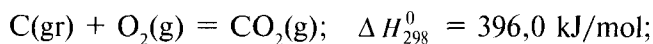
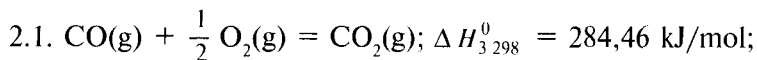
Termokimyoviy hisoblar 1840- yilda G.I.Gess tomonidan kashf etilgan qonunga asoslangan.

Gess qonuni quyidagicha ta'riflanadi: *agar dastlabki moddalardan oxirgi moddalar turli yo'llar bilan olinishi mumkin bo'lsa, bu yo'llarda qanday oraliq reaksiyalar bo'lishidan qat'iy nazar, reaksiyaning umumiy issiqlik effekti har bir yo'l uchun bir xil qiymatga ega va oraliq reaksiyalar issiqlik effektlarining yig'indisiga teng.* Ya'ni kimyoviy reaksiyalarning issiqlik effekti dastlabki va oxirgi moddalar holati bilan tarkibiga bog'liq bo'lib, reaksiyani amalga oshirilgan yo'lga bog'liq emas.

Gess qonunini ahamiyati shundan iboratki, bu qonunga asoslanib, oxirigacha bormaydigan yoki amalga oshirish mumkin bo'lmagan reaksiyaning issiqlik effektini topish mumkin.

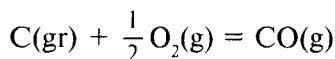
Masalan, ko'mir va CO ni to'la yondirib, CO₂ olish. Bu reaksiyaning issiqlik effektini tajribada topish mumkin:





$$\begin{aligned} \Delta H_{1\ 298}^0 &= \Delta H_{2\ 298}^0 + \Delta H_{3\ 298}^0 = \\ &= 114,54 \text{ kJ/mol} + 284,46 \text{ kJ/mol} = 396,0 \text{ kJ/mol}. \end{aligned}$$

Ammo ko'mirni yondirish yo'li bilan toza CO olib bo'lmaydi, bunda qisman CO₂ ham hosil bo'ladi. Demak, tajribada kalorimetr yordamida



reaksiyasining ΔH qiymatini topib bo'lmaydi, uni faqat Gess qonuni asosida aniqlash mumkin. 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 birikmalarning hosil bo'lish issiqligi (entalpiyasi)

Oddiy moddalardan (elementlardan) birikma hosil bo'lishida chiqadigan yoki yutiladigan issiqlik miqdori birikmalarning hosil bo'lish issiqligi deyiladi.

Birikmalarning hosil bo'lishi standart issiqligi ΔH^0 bilan ifodalanadi. Standart sharoitda barqaror bo'lgan oddiy moddalarning hosil bo'lish issiqligini (grafit, rombik oltingugurt, suyuq brom, kristall y'od, oq fosfor) no'lga teng deb qabul qilinadi.

Hozir taxminan 4 mingga yaqin moddaning hosil bo'lish issiqligi aniqlangan. Bu esa turli tuman reaksiyalarning issiqlik effektini hisoblash mumkinligini bildiradi. Bularni hisoblash, Gess qonunidan kelib chiqadigan birinchi hulosaga asoslanadi: har qanday reaksiyaning issiqlik effekti reaksiya mahsulotlarining hosil bo'lish issiqliklari yig'indisidan reaksiya uchun olingan dastlabki moddalarning hosil bo'lish issiqliklari yig'indisi ayirmasiga teng.

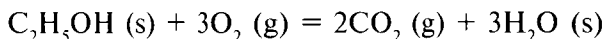
Gess qonunidan kelib chiqadigan ikkinchi xulosa: *organik moddalarning hosil bo'lish issiqlik effekti (standart entalpiyasi) shu modda olinishi mumkin bo'lgan oddiy moddalarning yonish issiqlik effektlari yig'indilari bilan aynan shu organik moddaning yonish issiqlik effekti ayirmasidan qolgan son qiymatiga teng.*

Bunda oddiy modda deganda shu organik modda tarkibiga kiradigan elementlarning individual holati nazarda tutiladi.

Masalan C_2H_5OH hosil bo'lishining standart entalpiyasi quyidagicha hisoblanadi:

$$\text{Suyuq } C_2H_5OH \text{ ning yonish standart entalpiyasi } \Delta H_{\text{yonish}}^0 = 1368,5 \text{ kJ/mol.}$$

$C(\text{gr})$ va $O_2(\text{g})$ ning yonish standart entalpiyalari $\Delta H_{\text{yonish}}^0$ mos ravishda 393,78 va 286,02 kJ/ molga tengligi aniq bo'lsa,



reaksiya bo'yicha spirt hosil bo'lish standart entalpiyasi quyidagiga teng bo'ladi:

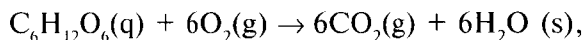
$$\Delta H_{298}^0 = 2 \Delta H_{298}^0 C(\text{gr}) + 3 \Delta H_{298}^0 H_2(\text{g}) - \Delta H_{298}^0 C_2H_5OH(\text{s})_{\text{yonish}} = [(-2 \cdot 393,78) + (-3 \cdot 286,02)] - [(-1368,5)] = -277,12 \text{ kJ/mol}$$

ga teng.

Demak, C_2H_5OH ning hosil bo'lish standart entalpiyasi $-277,12$ kJ/mol.

Organik moddalarning sintezi, ko'p hollarda, murakkab jarayondir. Organik moddalarning *yonish standart entalpiyasi* deb dastlabki va so'nggi moddalar standart holatda bo'lganda 1 mol modda yongandagi entalpiyasi o'zgarishiga aytiladi.

Masalan, glukozaning oksidlanishi natijasida ajralib chiqadigan energiya miqdorini bevosita odam organizmida o'lchab bolmaydi, reaksiyaning issiqlik effekti quyidagicha aniqlanadi:



$$\begin{aligned} \Delta H_{\text{sis}}^0 [6\Delta H_{298}^0 (CO_2 \text{ h-l b-sh}) + 6\Delta H_{298}^0 (H_2O \text{ h-l b-sh})] - \\ - [\Delta H_{298}^0 (C_6H_{12}O_6 \text{ h-l b-sh}) + 6\Delta H_{298}^0 (O_2 \text{ h-l b-sh})] = \\ = [6(-393,51 \text{ kJ/mol}) + 6(-285,84 \text{ kJ/mol})] - [(-1274,45 \text{ kJ/mol}) + \\ + 6(0 \text{ kJ/mol})] = -2801,69 \text{ kJ/mol,} \end{aligned}$$

$$\Delta H_{298}^0 CO_2(\text{g}) \text{ h-l b-sh} = -393,51 \text{ kJ/mol,}$$

$$\Delta H_{298}^0 H_2O(\text{s}) \text{ h-l b-sh} = -285,84 \text{ kJ/mol,}$$

$$\Delta H_{298}^0 C_6H_{12}O_6(\text{q}) \text{ h-l b-sh} = -1274,45 \text{ kJ/mol,}$$

$$\Delta H_{298}^0 O_2(\text{g}) \text{ h-l b-sh} = 0,00.$$

Demak, odam organizmidagi glukozaning oksidlanish jarayoni natijasida $-2801,69$ kJ/mol energiya ajraladi.

Tirik organizmlarda glyukozaning CO_2 va H_2O gacha oksidlanishi bir qator oraliq fermentativ reaksiyalar orqali o'tadi. Har qaysisida aniq bir energiya ajralib chiqadi va organizmda asta-sekin sarflanadi. Ularning yig'indisi Gess qonuni bo'yicha $-2801,69$ kJ/mol ga teng. Bu reaksiya bosqichli o'tgani uchun, jarayonning har bir bosqichida ajralib chiqqan energiya hayot uchun sarflanadi.

Termokimyoviy hisoblar yordamida hayvon va o'simliklarda kechadigan reaksiyalarning issiqlik effektini hisoblab chiqish mumkin.

Biroq bu qonun jarayon (hodisa) o'tish o'tmasligini yoki sistemadagi o'zgarishlar qaysi tomonga yo'nalishini ko'rsatmaydi. Bu aniqlash uchun yana bir kattalik kiritish kerak. Bunday kattalik – entropiyadir.

Entropiya. Termodinamikaning ikkinchi qonuni

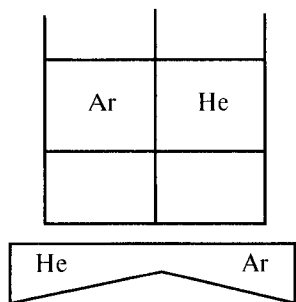
Termodinamikaning ikkinchi qonunidan foydalanib, biror jarayonni amalga oshirish uchun qanday sharoit lozimligini aniqlash mumkin. Shuning uchun ham bu qonun amaliy jihatdan katta ahamiyatga ega.

Bularni amalga oshirish uchun yangi termodinamik kattalik bilan tanishamiz. Bu kattalik entropiyadir.

O'z o'zicha o'tadigan jarayonlar – musbat jarayonlardir.

O'z o'zicha bormaydigan jarayonlar – manfiy jarayonlardir.

2 ta gazdan iborat bo'lgan bir-biri bilan reaksiyaga kirishmaydigan sistemani (masalan, o'zaro to'siq bilan ajratilgan Ar va He gazlari) ko'rib chiqish mumkin (20- rasm).



20- rasm. 2 ta gazdan iborat sistema.

To'siqni olib tashlansa, gazlar aralashib idish bo'ylab bir xil tarqaladi. Bu hodisa albatta o'z-o'zidan o'tadi. Sistema ko'proq tartibli holatdan kamroq tartibli holatga o'tadi.

Lekin, teskari hodisa ro'y bermaydi, sistema o'z-o'zidan avvalgi holatga o'tolmaydi, gazlar o'z-o'zidan bir-biridan ajrala olmaydi.

Issiqlik temperaturasi yuqori bo'lgan jismdan temperaturasi pastroq bo'lgan jisimga o'z-o'zicha o'tadi va bu jarayon temperatura tenglashguncha davom etadi.

Biroq issiqlik temperaturasi past bo'lgan jismdan, temperaturasi yuqori bo'lgan jismga o'z-o'zidan o'tmaydi (Klauzius). Demak, sistema bu yerda ham yuqori tartibidan betartib tomonga o'tadi, ya'ni sistema har doim o'z-o'zidan betartib tomonga o'tadi.

Sistemaning tartibini ifodalaydigan kattalik – *entropiya* deb ataladi.

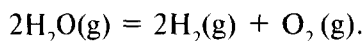
Har qanday harakat tartibning buzilishiga olib keladi va natijada entropiya ortadi. Suyuqlik qattiq jismga nisbatan betartibroq, demak kattaroq entropiyaga ega. Isitilganda suyuqlikning entropiyasi ortadi (ayniqsa gaz holatiga o'tganda).

Jismning betartiblik darajasi gaz holatida suyuq holatidagidan katta va qattiq holatidan yana ham katta:

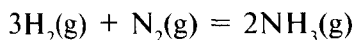
$$S_{298}^0 \text{H}_2\text{O}(q) = 39,33 \text{ J/mol} \cdot \text{K},$$

$$S_{298}^0 \text{H}_2\text{O}(s) = 69,96 \text{ J/mol} \cdot \text{K},$$

$$S_{298}^0 \text{H}_2\text{O}(g) = 188,74 \text{ J/mol} \cdot \text{K},$$



Zarrachalar soni ortishi bilan boradigan jarayonda entropiyaning o'zgarishi ortadi, $\Delta S > 0$ bo'ladi va aksincha, zarrachalarning soni kamaishi bilan boradigan jarayonda entropiyaning o'zgarishi kamayadi va $\Delta S < 0$.



Entropiyaning absolut qiymatini aniqlab bolmaydi. Entropiyaning o'zgarishi quyidagi tenglama bo'yicha aniqlanadi:

$$\Delta S = \frac{\Delta H}{T} = \frac{Q}{T}.$$

Ya'ni, entropiyaning o'zgarishi qaytar jarayondagi issiqlik o'zgarishining shu jarayon o'tkaziladigan absolut temperatura nisbatiga tengdir.

Entalpiyaning termodinamik ta'rifi *termodinamikaning ikkinchi qonuni* bo'lib, quyidagicha o'qiladi: *chegaralangan sistemada sistema entropiyasini oshiruvchi jarayonlarga o'z-o'zicha boradi va entropiya eng katta qiymatiga ega bo'lguncha davom etadi.*

Demak, agar jarayonda $\Delta S > 0$ bo'lsa, bu jarayon o'z-o'zicha boradi. Agar $\Delta S < 0$ bo'lsa jarayon o'z-o'zicha bormaydi.

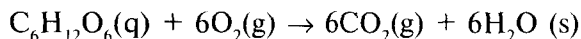
Entropiyaning birligi $\text{J/mol} \cdot \text{K}$ bilan ifodalanadi va aniq bir (standart) sharoit – 25°C ($298,15 \text{ K}$) va 1 atm bosim ($101,325 \text{ kPa}$)da ifodalanadi.

Sistema entropiyasining o'zgarishi quyidagicha ifodalanadi:

$$\Delta S_{298}^0 \text{ sist} = \Sigma \Delta S_{298}^0 \text{ (r-ya mahs. h-l b-shi)} - \Sigma \Delta S_{298}^0 \text{ ((dast. m-da h-l b-shi)}$$

Bu sonning qiymatiga qarab jarayon o'z-o'zicha o'tish-o'tmasligi aniqlanadi.

Glukozaning oksidlanish reaksiyasining entropiyasi o'zgarishi quyidagicha hisoblanadi:



$$\begin{aligned} \Delta S_{298}^0 \text{ sist} &= (6 S_{298}^0 \text{ CO}_2(\text{g}) \text{ h-l b-sh}) + (6 S_{298}^0 \text{ H}_2\text{O}(\text{s}) \text{ h-lb-sh}) - \\ &- (S_{298}^0 \text{ C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{q}) \text{ h-l b-sh}) + 6 S_{298}^0 \text{ (O}_2(\text{g}) \text{ h-l b-sh}) = \\ &= [6 \cdot 213,6 \text{ J/mol} \cdot \text{K} + 6 \cdot 69,94 \text{ J/mol} \cdot \text{K}] - \\ &- [(212,13 \text{ J/mol} \cdot \text{K}) + 6 \cdot 205,03 \text{ J/mol} \cdot \text{K}] = 259,32 \text{ J/mol} \cdot \text{K}. \end{aligned}$$

$$S_{298}^0 \text{ CO}_2(\text{g}) \text{ h-l b-sh} = 213,6 \text{ J/mol} \cdot \text{K},$$

$$S_{298}^0 \text{ H}_2\text{O}(\text{s}) \text{ h-l b-sh} = 69,94 \text{ J/mol} \cdot \text{K},$$

$$S_{298}^0 \text{ C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{q}) \text{ h-l b-sh} = 212,13 \text{ J/mol} \cdot \text{K},$$

$$S_{298}^0 \text{ O}_2(\text{g}) \text{ h-l b-sh} = 205,03 \text{ J/mol} \cdot \text{K},$$

ya'ni $\Delta S > 0$, demak, bu jarayon o'z-o'zidan boradi.

Har qanday kimyoviy sistemaning barqarorligi, entalpik va entropik omillarga bog'liq. Birinchi omil sistemaning tartibini ifodalaydi va bu jarayon ichki energiya kamayishi bilan o'tganligi uchun, sistemaning barqarorligi ortadi. Ikkinchi omil sistemaning betartibligini ifodalaydi, chunki bu holatning termodinamika nuqtayi nazaridan imkoniyati ko'proq. Shu xususiyatlarning yig'indisi, yangi termodinamik funksiya — *Gibbs energiyasi* yoki *izobarik-izotermik potensial* deb ataladi. Izobarik-izotermik jarayonlar uchun Gibbs energiyasini o'zgarishi quyidagiga teng:

$$\Delta G_{298} = \Delta H_{298} - T \Delta S_{298}$$

Bu tenglama termodinamikaning ikkinchi qonunini ifodalaydigan tenglamaning bir turidir.

ΔH va ΔS lar kabi, kimyoviy reaksiya natijasida Gibbs energiyasining o'zgarishi reaksiya mahsulotlarining hosil bo'lishi Gibbs energiyalarining yig'indilaridan dastlabki moddalar hosil bo'lishi Gibbs energiyalari yig'indilarining ayirmasiga teng:

$$\Delta G^0_{\text{sist}} = \Sigma \Delta G^0_{298}(\text{r-ya mahs. h-l b-shi}) - \Sigma \Delta G^0_{298}(\text{dast. m-da h-l b-shi})$$

O'zgarma temperatura va bosimda kimyoviy reaksiyalar o'z-o'zicha o'tishi faqat $\Delta G < 0$ bo'lgan tomonga yo'naladi va $\Delta G > 0$ bo'lgan tomonga o'z-o'zicha o'tolmaydi.

$\Delta G = 0$ kimyoviy muvozanat holatiga to'g'ri keladi. Shunga asoslanib termodinamikaning ikkinchi qonuni shunday ta'rifladi: *har qanday sistema sistemaning Gibbs energiyasini minimal kattalikka olib kelishga intiladi.*

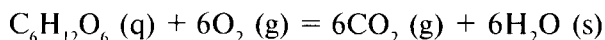
Quyidagi jadvalda har xil ΔH va ΔS qiymatlaridaqi jarayon o'z-o'zicha o'tish yoki o'tmaslik imkoniyatlari ko'rsatilgan.

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$, $\Delta G < 0$ bo'lsa bu jarayon o'z-o'zicha ketadi.

Funksiyaning ishorasi			O'z-o'zicha o'tishga imkoniyati bor yoki yo'qligi
ΔH	ΔS	ΔG	
-	+	-	Har qanday sharoitda o'z-o'zicha boradi
+	-	+	Xech qanday sharoitda o'tmaydi
-	-	\pm	Deyarli past temperaturada o'z-o'zidan boradi
+	+	\pm	Deyarli yuqori temperaturada o'z-o'zidan boradi

Ma'lumotnomada ko'pchilik moddalarning 298,15 K da hosil bo'lish entropiyasi ΔS^0_{298} , entalpiyasi o'zgarishi ΔH^0_{298} keltirilgan. Ulardan foydalanib turli termodinamik hisoblar o'tkazish mumkin.

Misol tariqasida yana glukozaning oksidlanish reaksiyasini ko'rish mumkin:



Jarayon entalpiyasining o'zgarishi:

$$\Delta H_{\text{sist}} = -2801,68 \text{ kJ/mol,}$$

entropiyasining o'zgarishi: $\Delta S_{\text{sist}} = 259,32 \text{ J/mol} \cdot \text{K.}$

Demak,

$$\Delta G = \Delta H^0_{\text{sist}} - T\Delta S^0_{\text{sist}} = -2801,69 \text{ kJ/mol} - (298,15 \text{ K}) \cdot [259,32 \text{ J/mol} \cdot \text{K}/1000] = -2879,0 \text{ kJ/mol.}$$

Shunday qilib, odam organizmida glukozaning oksidlanish jarayoni natijasida 2879 kJ/mol energiya ajraladi.

ΔG qiymati katta manfiy ishorali son bo'lganligi odam organizmida sodir bo'layotgan va organizmni energiya manbayi (ATF) bilan ta'minlovchi asosiy jarayonlardan biri glukozaning biologik oksidlanish jarayoni o'z-o'zicha ketadigan jarayonligini ko'rsatadi. Biroq havoda glukozaga deyarli barqaror moddadir. Bu termodinamikaning kamchiligini ko'rsatadi, chunki u reaksiyaning yo'nalishi to'g'risidagi ma'lumotlarni olish imkoniyatini berib, uning tezligi to'g'risida hech qanday ma'lumot bermaydi.

Termodinamika va tirik organizmda kechadigan jarayonlar

Tirik organizm – ochiq sistemalar safiga kirib, ularda tashqi muhit bilan energiya va turli moddalar almashinadi.

Biokimyoviy reaksiyalar energetikasini o'rganish har xil oziq moddalar energiyasining hayotiy energiyaga o'tish mexanizmlarini tushunish uchun zarur. Oziq moddalarning issiqlik hosil qilish xususiyatini aniqlash turli kasb kishilari uchun kerakli oziq ratsionlari tuzish imkoniyatini beradi.

Odam kasalligida termodinamik ko'rsatkichlarning o'zgarishi, birinchi darajada temperatura o'zgarishi kuzatiladi. Demak, kasallikda sistemaning entropiyasi ortadi.

Embriogenez davrida, regeneratsiya jarayonlarida va havfli to'qimalar o'sishida sistemaning entropiyasi oshib borishi aniqlandi.

Statsionar holatdagi sistemada entropiya eng kichik qiymatga - minimumga intiladi.

I. Prigojin ta'rifiga ko'ra, tirik organizmlar – yuqori darajali tartibga ega bo'lgan past entropiyali, ya'ni termodinamik nuqtai nazardan beqaror sistemalardir.

Entropiyaning eng yuqori qiymatga – maksimumga intilishi organizmning parchalanishiga olib keladi.

Mavzu bo'yicha masalalar va ularni yechish namunalari

1- masala. Suvsiz tuzning erish jarayoni 2 bosqichda boradi: tuzning gidratlanishi (issiqlik ajralishi bilan boradi va gidratning erishi). Suvsiz $MgCl_2$ tuzining gidratlanish issiqligini aniqlang.

$$\begin{aligned} \Delta H_{\text{erish}}^0 (MgCl_2) &= -150,5 \text{ kJ/mol}, \Delta H_{\text{erish}}^0 (MgCl_2 \cdot 6H_2O) = \\ &= -12,3 \text{ kJ/mol}. \end{aligned}$$

Berilgan:

$$\Delta H_{\text{erish}}^0 (\text{MgCl}_2) = -150,5 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_{\text{erish}}^0 (\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = -12,3 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_{\text{gidr.}}^0 = ?$$

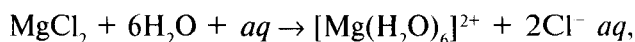
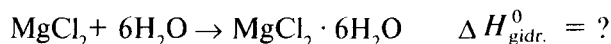
Yechish:

1. MgCl_2 ning gidratlanish tenglamasi tuziladi:



$$\Delta H_{\text{erish}}^0 (\text{MgCl}_2) = -150,5 \text{ kJ/mol.}$$

2. Bu jarayonni quyidagicha ko'rsatish mumkin:



$$\Delta H_{\text{erish}}^0 = -12,3 \text{ kJ/mol.}$$

3. Gess qonuniga asosan:

$$\Delta H_{\text{erish}}^0 (\text{MgCl}_2) = \Delta H_{\text{gidr.}}^0 + \Delta H_{\text{erish}}^0 (\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}),$$

shunday qilib:

$$\Delta H_{\text{gidr.}}^0 = \Delta H_{\text{erish}}^0 (\text{MgCl}_2) - \Delta H_{\text{erish}}^0 (\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}).$$

Bundan:

$$\Delta H_{\text{gidr.}}^0 = -150,5 \text{ kJ/mol} - (-12,3 \text{ kJ/mol}) = -138,2 \text{ kJ/mol.}$$

$$\text{Javob: } \Delta H_{\text{gidr.}}^0 = -138,2 \text{ kJ/mol.}$$

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. Vodorod peroksidning hosil bo'lish issiqligini aniqlang.

Berilgan:

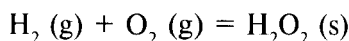
$$\Delta H_{\text{parch.}}^0 (\text{H}_2\text{O}_2) (\text{s}) = -98,2 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_{\text{h-l bo'lish}}^0 (\text{H}_2\text{O}) (\text{s}) = -286,0 \text{ kJ/mol}$$

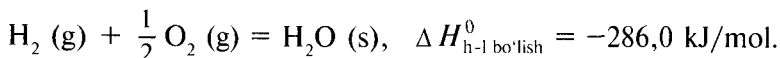
$$\Delta H_{\text{h-l bo'lish}}^0 (\text{H}_2\text{O}_2) (\text{s}) = ?$$

Yechish:

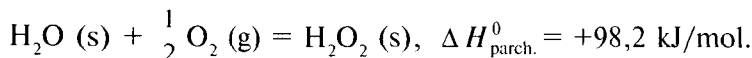
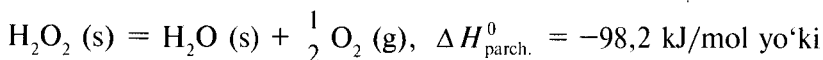
1. H_2O_2 (s) ning hosil bo'lish reaksiyasi yoziladi:



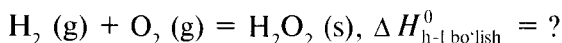
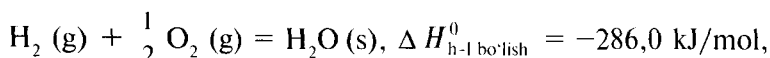
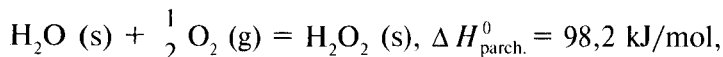
2. H_2O (s) ning hosil bo'lish reaksiyasi yoziladi:



3. H_2O_2 (s) ning parchalanish reaksiyasi yoziladi:



4. Ikkita qiymatni birlashtirib va Gess qonunidan foydalanib vodorod peroksidning hosil bo'lish issiqligi aniqlanadi:



Shunday qilib:

$$\Delta H_{\text{parch.}}^0 (\text{H}_2\text{O}_2) (\text{s}) = \Delta H_{\text{h-l bo'lish}}^0 (\text{H}_2\text{O}) (\text{s}) + \Delta H_{\text{h-l bo'lish}}^0 (\text{H}_2\text{O}_2) (\text{s}),$$

$$\Delta H_{\text{h-l bo'lish}}^0 (\text{H}_2\text{O}_2) (\text{s}) = \Delta H_{\text{parch.}}^0 (\text{H}_2\text{O}_2) (\text{s}) + \Delta H_{\text{h-l bo'lish}}^0 (\text{H}_2\text{O}) (\text{s}),$$

$$\Delta H_{\text{h-l bo'lish}}^0 (\text{H}_2\text{O}_2) (\text{s}) = -98,2 \text{ kJ/mol} + (-286 \text{ kJ/mol}) = -187,8 \text{ kJ/mol,}$$

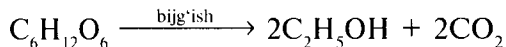
$$\Delta H_{\text{h-l bo'lish}}^0 (\text{H}_2\text{O}_2) (\text{s}) = -187,8 \text{ kJ/mol.}$$

Mavzuning o'zlashtirilishini mustaqil nazorat qilish uchun savol va masalalar

1. Gess qonuni qanday ifodalanadi?
2. Termokimyoviy tenglamalar bilan arifmetik amallarni bajarish mumkinmi?
3. Gess qonunidan chiqadigan xulosa qanday sharhlanadi?
4. Reaksiyaga kirishgan moddaning hosil bo'lish issiqliklari orqali reaksiyaning issiqlik effektini hisoblash mumkinmi?
5. Reaksiyaning termokimyoviy tenglamalari nima?
6. Tibbiy-biologik tekshirishlarda Gess qonunining ahamiyati qanday?

Vaziyatli masalalar

1- masala. Glukozaning yonish issiqligi 2816 kJ/mol, etil spirtining yonish issiqligi 1236 kJ/mol, CO₂ (aq) ning hosil bo'lish issiqligi – 412,9 kJ/mol. Shu qiymatlarga ko'ra, glukozaning bijg'ishi-dagi biokimyoviy jarayonning issiqlik effektini hisoblab chiqaring:



Javob: $\Delta H_{\text{reak.}}^0 = -482 \text{ kJ/mol}$.

Test savollari

1. Endotermik reaksiyalar bu:
 - a) issiqlik ajralishi bilan boradigan reaksiyalar;
 - b) issiqlik yutilishi bilan boradigan reaksiyalar;
 - d) issiqlik effektisiz boradigan reaksiyalar;
 - e) bosim oshganda boradigan reaksiyalar.
2. Ammiak hosil bo'lishining 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) $\frac{3}{2} \text{H}_2 (\text{g}) + \text{N}_2 (\text{g}) = \text{NH}_3 (\text{g}) + 45,804 \text{ kJ}$;
 - d) $\frac{3}{2} \text{H}_2 (\text{g}) + \text{N}_2 (\text{g}) = \text{NH}_3 (\text{g}) + 91,608 \text{ kJ}$;
 - e) $3\text{H}_2 (\text{g}) + \text{N}_2 (\text{g}) = 2\text{NH}_3 (\text{g}) - 91,608 \text{ kJ}$.

3. Entropiyaning o'lchov birligini ko'rsating.

a) kJ/mol; b) kPa; d) J/mol · K; e) kPa/mol.

4. Standart sharoitni ko'rsating.

a) $P = 101,325\text{kPa}$, $T = 298,15\text{ K}$;

b) $P = 1\text{ atm}$, $T = 293\text{ K}$;

d) $P = 101,325\text{kPa}$, $T = 0\text{ }^\circ\text{C}$;

e) $P = 101,325\text{kPa}$, $T = 295\text{ K}$.

5. Entalpiyaning o'lchov birligini ko'rsating.

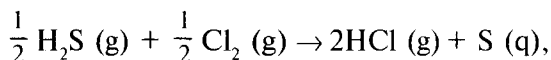
a) kJ/mol; b) kPa; d) J/mol · K; e) kPa/mol.

6. Sistemaning muvozanat holatini ko'rsating.

a) $\Delta H > T\Delta S$; d) $\Delta H = T\Delta S$;

b) $\Delta H < T\Delta S$; e) $\Delta G = \Delta H$.

7. Quyidagi reaksiya uchun Gibbs energiyasini aniqlang:



$$\Delta G_{\text{HCl}(\text{g})} = -95,36\text{ kJ/mol}, \quad \Delta G_{\text{H}_2\text{S}(\text{g})} = -33,83\text{ kJ/mol},$$

a) -1571 kJ/mol ; d) $-129,2\text{ kJ/mol}$;

b) $-157,1\text{ kJ/mol}$; e) $-61,53\text{ kJ/mol}$.

8. Ekzotermik reaksiya bu ...

a) issiqlik ajralishi bilan boradigan reaksiyalar;

b) issiqlik yutilishi bilan boradigan reaksiyalar;

d) issiqlik effektisiz boradigan reaksiyalar;

e) bosim oshganda boradigan reaksiyalar.

9. Qachon jarayon o'z-o'zidan boradi:

a) $0 = \Delta G = \Delta H - T\Delta S$; d) $0 > \Delta G = \Delta H - T\Delta S$;

b) $0 < \Delta G = \Delta H - T\Delta S$; e) fermentlar ishtiroqida.

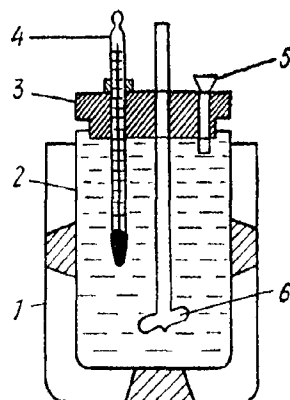
10. Qaysi moddaning hosil bo'lish entalpiyasi nolga teng?

a) H_2O_2 ; b) H_2SO_4 ; d) O_2 ; e) CaSO_4 .

LABORATORIYA ISHI

Kuchli kislota bilan kuchli asosni neytrallash reaksiyasi orqali issiqlik effektini aniqlash

Ishni bajarish uchun kalorimetrik moslama ishlatiladi. U kolorimetrik stakan (21- rasm) hamda ichki va tashqi idishdan tashkil topgan. Issiqlik yo'qotilishining oldini olish uchun kalorimetrik idish 2 va tashqi stakan 1 devorlari bir-biriga tegmasligi zarur. Buning uchun ularning orasiga po'kak pona qo'yiladi. Kalorimetrik stakan termometr 4, aralashtirgich 6 va stakanga modda kiritishga mo'ljallangan voronka 5 uchun teshikli qopqoq 3 ga ega.



21- rasm. Kolorimetrik moslama.

Ishning borishi. Kalorimetrning ichki (quruq) stakanga (byuretkka bilan) 50,00 ml molyar konsentratsiyasi 1,0000 mol/l KOH eritmasi quyiladi. Uning tempeturasini 0,1 °C gacha aniqlikda o'lchab olinadi. Shu aniqlik bilan kislota eritmasi temperaturasi o'lchanadi. So'ngra byuretkani molyar konsentratsiyasi 1,0000 mol/l HCl eritmasi bilan to'ldirib, voronka ustiga mahkamlanadi. Aralashtirgichni ishlatib turgan holda ishqorli kalorimetrik stakanga 50,00 ml kislota eritmasi quyiladi. Eritmalar qo'shilgandan so'ng termometr ko'rsatgan maksimal (eng yuqori) temperatura belgilanadi. Tajriba natijalari jadvalda ko'rsatiladi.

$V(\text{KOH}), \text{ ml}$	$V(\text{HCl}), \text{ ml}$	$t_{\text{boshi}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{oxiri}}, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$q, \text{ kJ}$	$\Delta H, \text{ kJ/mol}$	Xato, %
50,00	50,00						

Olingan natijalarga ko'ra hisoblash olib boriladi:

$t_{\text{oxiri}}, ^\circ\text{C}$ va $t_{\text{boshi}}, ^\circ\text{C}$ farqiga ko'ra $\Delta t, ^\circ\text{C}$ ni topiladi:

$$\Delta t = t_{\text{oxiri}} - t_{\text{boshi}}$$

Kalorimetrda ajralib chiqqan issiqlik miqdorini quyidagi formula bo'yicha topiladi:

$$q = \Delta t \cdot \Delta C, \tag{1}$$

ΔC – sistemaning issiqlik sig'imi, kalorimetrik idish, kalorimetrik suyuqlik va modda issiqlik sig'imlarining yig'indisi.

$$\Delta C = C_1 m_1 + C_2 m_2,$$

bu yerda: C_1 va m_1 – reaksiya boradigan idishning massasi va solishtirma issiqlik sig‘imi; C_2 va m_2 – kalorimetrdagi suyuqlik uchun yuqoridagi qiymatlar (erigan modda va suvning massalari yig‘indisi).

Shisha kalorimetrdan foydalanilganda issiqlik o‘tkazuvchanlik juda oz bo‘lgani uchun shisha kalorimetrik idishning issiqlik sig‘imini hisobga olmasa ham bo‘ladi, ya’ni C_1 va m_1 eritmalarning solishtirma issiqlik o‘tkazuvchanligi va zichligini H_2O qiymatlariga teng deb qabul qilish mumkin:

$$\begin{aligned}\rho(H_2O) &= 1 \text{ g/ml}, \\ C(H_2O) &= 4,184 \text{ kJ/kg} \cdot \text{grad}.\end{aligned}$$

Bu esa C_2 dir.

Unda tenglama (1) quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$q = \Delta t \cdot C_2 \cdot m_2$$

bu yerda: m_2 – kalorimetrdagi m_{k-ta} va m_{ishqor} yig‘indisi:

$$\begin{aligned}m &= \rho \cdot V, \\ m_{k-ta} &= 50 \text{ ml} \cdot 1 \text{ g/ml} = 50 \text{ g}, \\ m_{ishqor} &= 50 \text{ ml} \cdot 1 \text{ g/ml} = 50 \text{ g}, \\ m_2 &= 50 \text{ g} + 50 \text{ g} = 100 \text{ g yoki } 0,1 \text{ kg}.\end{aligned}$$

Shunday qilib,

$$\begin{aligned}q &= \Delta t \cdot C_2 \cdot m_2 = \Delta t \cdot 4,184 \cdot m_2 \\ q &= \Delta t \cdot 0,1 \cdot 4,184 \frac{\text{grad} \cdot \text{kg} \cdot \text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{grad}} = \text{kJ}.\end{aligned}$$

Issiqlik effektini 1 mol modda hisobida olib boriladi:

$$Q = \frac{q}{n}, \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}.$$

Tajriba uchun KOH va HCl ning 50,00 ml 1,0000 molyar eritmaları olingan. Shu eritmalaridagi mollar soni hisoblanadi:

$$\begin{aligned}n &= cV, \\ n &= 1,0000 \cdot 0,05 \frac{\text{mol} \cdot l}{l} = 0,05 \text{ mol}.\end{aligned}$$

Shunday qilib, $Q = \frac{q}{0,05} \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}.$

Neytrallanish reaksiyasining issiqlik effekti — neytrallanish reaksiyasining standart entalpiyasidir (teskari ishora bilan olingan), ya'ni

$$\Delta H_{298}^0 = -\frac{q}{0,05} \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}.$$

Tajribada aniqlangan ΔH_{298}^0 qiymatlarni ularning nazariy qiymatlari bilan solishtiriladi, tajribadagi xato hisoblanadi:

$$\text{Xato, \%} = \frac{(\Delta H_{\text{nazariy}}^0 - \Delta H_{\text{amaliy}}^0)}{\Delta H_{\text{nazariy}}^0} \cdot 100\%.$$

DISPERS SISTEMALAR. KOLLOID ERITMALARNING TURG'UNLIGI VA ULARNI OLISH USULLARI

Mashg'ulotning maqsadi. Kolloid eritmalarni hosil bo'lishi va ularning xossalari bilan tanishish. Kolloid eritmalarni va biologik muhim eritmalarni tozalash usullarini o'rganish.

O'rgatilayotgan mavzuning ahamiyati. Qon, limfa, orqa miya suyuqligi, hujayra protoplazmasi va boshqa biologik suyuqliklar kolloid eritmalardir. Ular kolloid holatdagi ko'pgina moddalarni o'z ichiga oladi, masalan, fosfatlar, yog'lar, lipidlar va boshqalar. Biosuyuqliklarni tekshirib xossalarni o'rganishda bu birikmalarni ham hisobga olish zarur. Bundan tashqari kolloid eritmalar ko'rinishidagi dorivor preparatlar ham mavjud, masalan, protargol, kollargol. Ko'pgina oziq-ovqat mahsulotlari, yuvuvchi vositalari ham kolloid eritmalardir. Shu sababli, kolloid eritmalarning olinishi va ularning xossalarni to'liq va chuqur o'rganish zarur.

Boshlang'ich bilim darajasi:

1. Eritmalar. Gomogen va geterogen eritmalar.
2. Eritmalarning sinflanishi.
3. Molekular va ionli tenglamalarni tuzish.

Mustaqil tayyorlanish uchun o'quv adabiyotlar:

1. *М.И.Равич-Шербо, В.В.Новиков.* Физическая и коллоидная химия. М., 1975, 178–179- betlar.
2. *Е.Г.Фролов.* Курс коллоидной химии. М., 1989, 14–16- betlar.
3. *Х.М.Рубина и др.* Практикум по физиологической и коллоидной химии. 121–126- betlar.
4. *S.S.Qosimova, S.M.Masharipov, Q.O.Najimov.* Umumiy va bioorganik kimyodan amaliy mashg'ulotlar. T., 2001, 122–128- betlar.

Darsda ko‘riladigan savollar:

1. Dispers sistemalarning sinflanishi.
2. Kolloid eritmalarni olish usullari.
3. Kolloid eritmalarni tozalash usullari.
4. Kolloid zarracha mitsellaning tuzilishi.
5. Laboratoriya ishi.

MA'LUMOTLAR YIG'INDISI

O‘z tarkibida muallaq holatdagi mayda zarrachalari bo‘lgan sistemalar dispers sistemalar deyiladi. Undagi mayda zarrachalar *dispers faza*, shu zarrachalar tarqalgan muhit esa *dispers muhit* deb ataladi. Dispers faza zarrachalarining o‘lchamlariga qarab dispers sistemalar 3 ga bo‘linadi:

1) *dag‘al dispers sistemalar* – zarrachalarning o‘lchamlari 0,1 mk va undan katta (10^{-4} – 10^{-7} m) (suspensiyalar, emulsiyalar, kukunlar va h.k.);

2) *kolloid sistemalar (zollar)* – zarrachalarining o‘lchami 0,1 mk dan 1 mmk (10^{-7} – 10^{-9} m) gacha bo‘ladi;

3) *ion yoki molekular dispers sistemalar* – zarrachalarning o‘lchamlari 1 mmk dan kichik (10^{-9} m gacha).

Tibbiyotda kolloid eritmalar katta ahamiyatga ega. Qon, plazma, limfa, orqa miya suyuqligi va shu kabi biologik suyuqliklar kolloid sistemaga misoldir. Ularda oqsil, xolesterin, glikogen va boshqa moddalar kolloid holda bo‘ladi.

Dispers sistema muhitlarini agregat holatiga ko‘ra zollar quyidagi turlarga bo‘linadi.

- 1) *liozollar* – dispers muhiti suyuq agregat holatida bo‘lgan zollar;
- 2) *aerozollar* – dispers muhiti gaz agregat holatida bo‘lgan zollar;
- 3) *dispers muhit qattiq agregat* holatda bo‘lgan zollar.

Kolloid eritmalarning muhim xossalaridan biri dispers faza bilan dispers muhitning o‘zaro ta‘siridir. Shunga ko‘ra ular liofil va liofob zollarga bo‘linadi. Dispers faza bilan muhit orasida kuchli ta‘sirlashuv bo‘lsa – sistema *liofil*, kuchsiz ta‘sirlashuv bo‘lsa *liofob sistemalar* deyiladi.

Liofil kolloid eritmalar o‘z-o‘zidan hosil bo‘ladi, chunki ularning tarkibida qutblangan va qutblanmagan guruhlar mavjud bo‘lib, erish jarayonida ular gidratlanadi (solvatlanadi). Bunday eritmalarga oqsil, jelatin, pepsin va boshqa yuqori molekular moddalarning eritmaları kiradi.

Liofob kolloidlar hosil bo‘lishida uchinchi modda – elektrolit ishtirok etadi, u *stabilizator* deyiladi. Stabilizator ionlaridan biri Panet–Fayans qoidasiga ko‘ra suvda erimaydigan cho‘kmaning ustiga adsorbirlanadi va unga ma‘lum zaryad va barqarorlik beradi.

Kolloid eritmalar, chin eritmalaridan geterogenligi bilan farqlanadi. Haqiqatan ham kolloid zarracha o'lchamlari chin eritmada erigan modda zarrachalaridan ancha katta bo'lib erituvchi bilan sirt chegarasi hosil qiladi.

Sirt chegarasi fazalarni ajratuvchi chegara qavat *ajralish sathi* deyiladi. Kolloid sistemalar mikrogeterogen bo'lib, quyidagi sharoitlarda hosil bo'ladi:

a) dispergiranayotgan modda zarrachalarini, kolloid zarracha o'lchamiga keltirish orqali;

b) kolloid zarrachalarni muallaq holatda saqlash uchun stabilizator (elektrolit ionlari) qo'shiladi. Elektrolit ionlari fazalar chegarasida ion qavat va gidratlangan qobiq hosil qiladi;

d) dispers muhit qiyin eruvchi bo'lishi kerak (kamida gidrofob zollar hosil qila olishi kerak).

Shunday qilib, kolloid zarracha elektr zaryadga va gidrat qobiqga ega bo'ladi, bu esa uning cho'kmaga tushishiga to'sqinlik qiladi.

Kolloid eritmalar olish usullari

Kolloid eritmalar dag'al dispers va molekulyar dispers sistema o'rtasidagi holatda bo'lgani uchun ularni olishning 2 asosiy usulini sanab o'tish mumkin.

1. *Maydalash* – dispergirlash, nisbatan katta zarrachalarni kolloid zarracha o'lchamlariga keltirish.

2. *Yiriklashtirish* – molekula va ionlarni birlashtirib kolloid zarracha o'lchamlariga yetkazish yoki agregatlar hosil qilish.

Dispergirlash usuli

Mexanik usullar. Moddalarni maydalashda zarbaga va ishqalashga asoslangan qurilmalardan foydalaniladi. Bunday qurilmalarga sharli yoki kolloid tegirmonlar kiradi. Sharli tegirmon kovak silindrsimon qurulma bo'lib, uning ichiga o'ta qattiq materialdan tayyorlangan sharchalar solinadi. Tegirmonga maydalanishi kerak bo'lgan modda solinadi, silindr maxsus mexanizmlar (reduktor, dvigatel) yordamida yopiladi. Tegirmonning tez aylanishi natijasida modda sharchalarning zarbasi va ishqalanishi natijasida maydalanadi. Bunday ishlovda disperslik darajasi nisbatan past – zarracha diametrlari 50–60 mk bo'ladi.

Ultrato'vush usuli. Bu usulda dispergirlash uchun ultratovushlardan foydalaniladi. Bunda parchalovchi kuchlar hosil bo'lib, moddaning maydalanishiga olib keladi. Ultratovush usuli yordamida grafit, oltingugurt, kraxmal, jelatin, ba'zi metallar (mis, qo'rg'oshin, rux) ni dispergirlash mumkin.

Peptizatsiya usuli. *Peptizatsiya* – moddalarni peptizatorlar yordamida geldan zolga o'tkazish jarayonidir. Peptizatsiya usulidan yangi hosil bo'lgan cho'kmalar zollar ko'rinishiga o'tkaziladi (yangi hosil bo'lgan metall gidroksidlari, masalan $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Zn}(\text{OH})_2$ v 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 qattiq polimerlardan (mos kelgan erituvchilar yordamida) yuqori molekular moddalar dispergirlanadi.

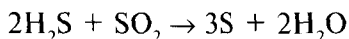
Qattiq moddaning suyuq muhitda o'z-o'zidan dispergirlanish usulidan foydalanilganda 2 fazali mustahkam kolloid sistema hosil bo'ladi.

O'z-o'zidan dispergirlanish tashqi mexanik ta'sirlarsiz amalga oshuvchi jarayondir.

Kondensatsiya usuli

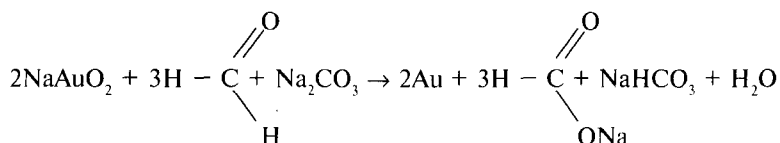
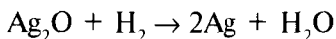
Kolloid eritmalarini kondensatsion usul bilan olish negizida turli kimyoviy reaksiyalar yotadi: oksidlanish, qaytarilish, almashinish, parchalanish, gidroliz va h.k.

Oksidlanish usuli. *Oksidlanish* – bu atom, molekula yoki ionlarning elektron yo'qotishidir. Oksidlanish reaksiyasi natijasida kolloid eritmalar hosil bo'ladi:

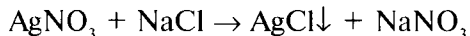


Hosil bo'lgan neytral oltingugurt atomlari o'z-o'zidan oltingugurtning kolloid zarrachalariga kondensatlanadi.

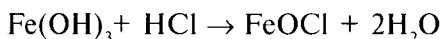
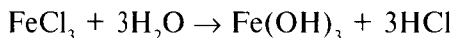
Qaytarilish usuli. *Qaytarilish* – bu atom, molekula yoki ionlarning elektron qabul qilishidir. Bunda ular atomlarga aylanib kolloid zarrachalarga kondensatlanadi. Qaytaruvchilar sifatida kuchsiz qaytaruvchilar (formalin, gaz holidagi vodorod va h.k.) qo'llanadi:



Almashinish usuli. Bu usul 2 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 zolining hosil bo'lish reaksiyasini misol keltirish mumkin:



Gidroliz usuli. Bu usul tuzlardan zollar hosil bo'lishiga asoslanadi. Masalan:



$\text{FeOCl} \rightleftharpoons \text{FeO}^+ + \text{Cl}^-$ ionlariga dissotsiatsiyalanadi va Fe(OH)_3 zarrachalari atrofida bu 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 kondensatsiyalanadi.

Elektr usuli. Bredig tomonidan (1898) taklif qilingan bu usulda nodir metallarning gidrozollarini olishda foydalaniladi. Nodir metallar (kumush, platina, oltin)da dispergirlangan elektrodleri orasida elektr hosil bo'lishiga asoslanadi. Yuqori temperatura ta'sirida elektrodlerning materiali dispers suv muhitida bug'lanadi. Metall bug'lari kolloid zarrachalar holida kondensatlanib, tegishli zolni hosil qiladi. Bu jarayon sovutish davomida boradi.

Kolloid eritmalarini tozalash usullari

Yuqori darajada barqaror kolloid eritmalar olish uchun ularni turli qo'shimchalardan, ayniqsa kolloid eritmalarini olishda hosil bo'ladigan ortiqcha elektrolitlardan tozalash zarur.

Bu qo'shimchalarni yo'qotishda quyidagi usullardan foydalaniladi.

1. **Dializ** – zollarni ortiqcha elektrolitlardan tozalash. Buning uchun dializator qo'llanadi. Kolloid eritma devori yarim o'tkazich tabiatiga ega membrana bo'lgan moslamaga joylashtiriladi (membrana vazifasini hayvon, o'simlik yoki sun'iy to'qimalar o'tashi mumkin). Bu moslama distillangan suv oqib turadigan idishga joylashtiriladi. Natijada kolloid eritmadagi o'lchami kichik bo'lgan zarrachalar (elektrolit ionlari, quyi molekular moddalar) yarim o'tkazgichli

membrana devoridan o'ta boshlaydi va kolloid eritma tozalanadi. Bu usul ko'p vaqt talab etadi, shuning uchun jarayonni tezlatuvchi elektrodializ usulidan foydalaniladi.

2. **Elektrodializ.** Eritmadan doimiy tok o'tkazilganda undagi ionlar mos elektrodarga tortilib suv bilan yuvilib ketadi, kolloid eritma esa tozalanadi.

3. **Ultrafiltratsiya** – kolloid eritmani tozalashning maxsus usuli. Bu usul dispers fazani dispers muhitdan ajratishga asoslangan. Buning uchun kolloid eritma kolloid zarrachalarni yoki makromolekulalarni o'tkazmaydigan membrana orqali o'tkaziladi. Dispers faza filtrda qoladi. Filtr sifatida sellofan yoki kolloidiy shimdirilgan filtr qog'oz ishlatiladi.

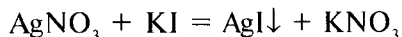
Ultrafiltratsiya odatda sekin o'tadi. Jarayonni tezlashtirish maqsadida uni ko'pincha bosim ostida olib boriladi, buning uchun filtr ostidagi idishdan havo tortib olinadi.

4. **Kompensatsion dializ va vividializ.** Bu usulda dializatoridagi suyuqlik toza erituvchi bilan emas, balki tozalanayotgan eritmaning turli xil konsentratsiyali eritmasi bilan yuviladi. Bu usul biologik eritmalarni tekshirishda qo'llanib, kolloid eritmadagi u yoki bu kichik molekular moddalarni konsentratsiyasini aniqlash imkonini beradi. Vividializ usuli bilan qon tarkibidagi quyi molekular moddalar aniqlanadi va qonni tozalashda bu usul keng qo'llanadi (Abel vividiffuziyasi). Bunda qon tomirining kesilgan uchlari orasiga shisha kanyula ulanadi va ularning tarmoqlangan qismlari kolloidiydan yasalgan naychalar bilan bir-biriga tutashtiriladi. Butun sistema osh tuzining fiziologik eritmasi (0,86% massa jihatdan) bilan to'ldirilgan idishga tushiriladi.

Kompensatsion vividializ prinsipida «sun'iy buyrak» qurilmasi tuzilgan. Bu qurulmani qonni moddalar almashuvi mahsulotlaridan xalos qilish va kasal buyrak o'rniga vaqtincha ishlatish mumkin. O'tkir buyrak xastaliklarida, terining ko'p qismi qattiq kuyganda, qon quyilgandan keyingi uremiyada, homiladorlik toksikozlarida ko'p hollarda «sun'iy buyrak» qurilmasi qo'llanadi.

Kolloid eritma zarrachalari mitsellasining tuzilishi

Kolloid birikmalar mitsellasining tuzilishini AgI kolloid zarrachasi tuzilishi misolida ko'rib chiqish mumkin. AgI kolloid zarrachasining 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 zarrachalari avval amorf holatda bo'ladi, keyin asta sekin kristallashadi. Agar

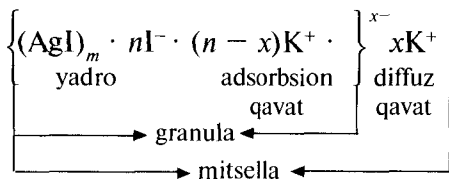
boshlang'ich moddalar (AgNO_3 va KI) reaksiya uchun ekvivalent miqdorda olingan bo'lsa, kristallar o'sib, o'lchamlari kolloid zarrachadan oshib ketadi va cho'kmaga tushadi. Agar boshlang'ich moddalardan biri ortiqcha olingan bo'lsa, AgI zarrachasining o'lchami kolloid zarracha o'lchamlariga mos keladi. 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 xisobiga borishi mumkin. Bu holda I^- ionlari hisobiga bo'ladi. Shuning uchun I^- ionlari yadroning kristall panjara qurilishini davom etdiradi va unga o'z zaryadini beradi. Shu sababli I^- ionlari *potensial belgilovchi* ion yoki *elektrotermodynamik potensial* (ϵ - potensial) deb ataladi. Zaryadi nisbatan katta bo'lgan zarrachalar eritmadagi qarama-qarshi zaryadli K^+ ionlarini tortadi. Qarama-qarshi ionlarining adsorbsiyasi boshlanadi. Bunda adsorbsiyalangan ionlar bilan eritmadagi 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 *granulani* tashkil qiladi. Granula ϵ - potensial bilan bir xil zaryadga ega, lekin kattaligi jihatidan kichikroq bo'lib, adsorbsion qavatdagi qarama-qarshi ionlar soniga bog'liq. Agar 90% qarama-qarshi ionlar adsorbsiyalangan bo'lsa, granulaning potentsiali ϵ - potentsialning 10% i tashkil etadi. Granulaning potentsiali *kinetik potensial* yoki *dzeta potensial* (ξ - potensial) 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, ya'ni ion kuchi qancha katta bo'lsa, diffuzion qavat shuncha yupqa bo'ladi. Diffuzion qavat qiymatining kattaligi adsorbsion va diffuzion qavatlardagi ionlar miqdoriga bog'liq bo'ladi: adsorbsion qavatdagi ionlar qancha ko'p va diffuzion qavatdagilar qanchalik oz bolsa, ξ - potensial 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 potensial ham kamayadi, chegaraga etganda 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 - potensial 5% gacha

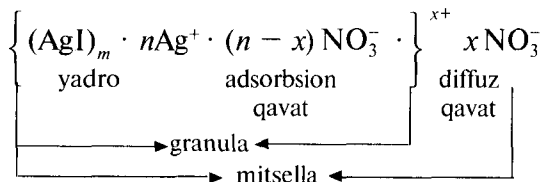
kamayadi. Potensial belgilovchi ionlar miqdoriga bog'liq bo'lgan ϵ -potensial qiymati o'zgarmaydi.

KI ortiqcha miqdorda olinganda AgI mitsellasining sxematik ko'rinishi quyidagicha boladi:

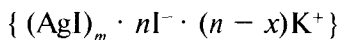


Kolloid eritmalarining barqarorligi stabilizatorlar (elektrolit) va granula zaryadi kattaligiga (ξ -potensialga) bog'liq. Bu potensial qancha katta bo'lsa, zarrachalarning elektrostatik itarilish kuchi shuncha yuqori va demak, sistema shuncha barqaror bo'ladi.

AgNO_3 ortiqcha olingandagi AgI mitsellasining tuzilishini quyidagicha tasavvur qilish mumkin:



Agar barcha K^+ ionlari diffuzion qavatdan adsorbsion qavatga ko'chib qolsa, ϵ -potensial nolgacha kamayadi va granula elektro-neytral yoki (noelektrolit) bo'lib qoladi:

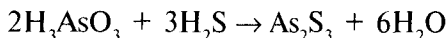


Kolloid eritmalar dispers fazalarining umumiy sirt yuzasi katta bo'lganligi sababli ularning sirt yuza energiyasi yuqori bo'ladi. Shu sababli ular o'z energiya qiymatini kamaytirishga intiladi. Natijada dispers fazalar o'zaro qo'shilib yiriklashadi. Bu jarayon *koagulyatsiya* deyiladi. Buning oqibatida sistema termodinamik jihatdan barqaror holatga o'tadi.

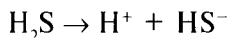
Mavzu bo'yicha masalalar va ularni yechish namunalari

1- masala. As_2S_3 mitsellasi qanday hosil bo'ladi?

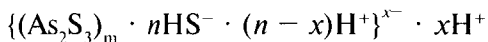
Yechish. Bu mitsella arsenat kislotasidan H_3AsO_3 tok o'tkazish orqali hosil qilinadi:



Stabilizator vazifasini H_2S bajaradi:



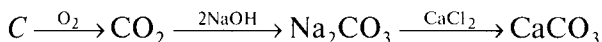
Natijada mitsella hosil bo'ladi:



H_2S ortiqcha miqdorda olingani uchun HS^- hisobiga granula manfiy zaryadlanadi.

2- masala. Tarkibida 80% uglerod bo'lgan 37,5 g ko'mir mahsulotiga o'rta tuz hosil bo'lguncha ishqor qo'shiladi. Hosil bo'lgan tuzga 1 l $CaCl_2$ qo'shiladi, uning molyar konsentratsiyasi 0,5000 mol/l. Bu reaksiyada kolloid eritma hosil bo'ladimi? Hosil bo'lgan mitsellaning tuzilishini yozing va granula zaryadini ko'rsating.

Yechish. Quyidagi sxema bo'yicha reaksiya boradi:



Ko'mirdagi uglerod miqdori:

$$37,5 \text{ — } 100\%$$

$$x \text{ — } 80\%$$

$$x = 3 \text{ g uglerod}$$

Bu necha molga mos keladi:

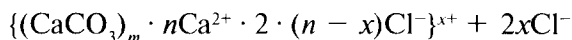
$$n = \frac{m}{M} = \frac{3}{12} = 0,25 \text{ mol uglerod.}$$

0,25 moldan 0,25 mol Na_2CO_3 hosil bo'ladi.

1 l 0,5 molyarlik $CaCl_2$ eritmasida

$$n = c \cdot V = 0,5000 \text{ mol/l} \cdot 1 \text{ l} = 0,5 \text{ mol } CaCl_2$$

Demak, $CaCl_2$ ortiqcha miqdorda olingan ekan, shuning uchun kolloid eritma hosil bo'ladi. $CaCl_2$ ortiqcha bo'lgandagi mitsella tuzilishi:



Granula musbat zaryadli.

Mavzuning o'zlashtirilishini mustaqil nazorat qilish uchun savol va masalalar

1. Dispers faza va dispers muhit nima?
2. Zarracha o'lchamiga ko'ra dispers sistemalarining sinflanishi.

3. Na_2SO_4 ortiqcha bo'lgandagi BaSO_4 kolloid sistemadagi mitsellaning tuzilishini yozing.

4. Kolloid eritmalar o'z holida saqlanishi uchun qanday sharoit zarur?

5. Kolloid eritmalarining farqli belgilari qanday?

6. Qanday eritmalar liofil va liofob kolloid eritma deyiladi?

7. Kolloid eritma olinishining 2 usulini ayting.

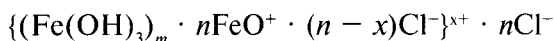
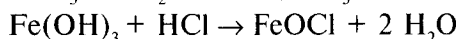
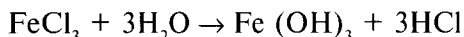
8. Kolloid eritmalarining dispersion usul bilan olinishini ko'rsating.

9. Mitsella qanday tarkibiy qismlardan tashkil topgan?

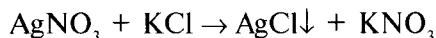
Vaziyatli masalalar

1- masala. Temir gidroksidi zolining mitsellasi hosil bo'lishi reaksiyasini yozing.

Javob:



2- masala. Ortiqcha KCl olinganda quyidagi reaksiya bo'yicha hosil bo'lgan AgCl kolloid zarracha mitsellasining tuzilishini ko'rsating:



Javob: $\{(\text{AgCl})_m; n\text{Cl}^- (n-x)\text{K}^+\}^{x-} \cdot x\text{K}^+$.

Test savollari

1. «Sun'iy buyrak» qurilmasi qaysi usulda qo'llanadi?

a) dializ; b) elektrodializ; d) vividializ; e) ultrafiltratsiya.

2. Kolloid zarracha o'lchamini ko'rsating:

1) 10^{-7} – 10^{-9} m; 2) 10^{-4} – 10^{-7} m; 3) 10^{-9} m;

4) 1–100 mmk; 5) 1–50 mmk.

a) 1, 2, 3; b) 2, 3, 4; d) 1, 4; e) 2, 4.

3. Difil molekulani ko'rsating.

a) toluol; d) $\text{HOOC} - \text{COOH}$;

b) NaCl; e) $\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{NH}_2) - \text{COOH}$.

4. Kolloid sistemani ko'rsatin.
 - a) shakar eritmasi;
 - b) yelim;
 - d) osh tuzi eritmasi;
 - e) sut.
5. Dispers fazasi gaz bo'lgan sistema qanday ataladi?
 - a) suspenziya; b) emulsiya; d) aerazol; e) liozol.
6. Dispers fazasi suyuq bo'lgan sistema qanday ataladi?
 - a) suspenziya; b) emulsiya; d) aerazol; e) liozol.
7. Aerazol keltirilgan javobni ko'rsating.
 - 1) suv; 2) tuman; 3) xiralashish; 4) chang; 5) sut.
 - a) 1, 2, 3; b) 2, 3, 4; d) 2, 4; e) 3, 4.
8. Liozolni aniqlang.
 - a) suv; d) qand eritmasi;
 - b) NaCl suvli eritmasi; e) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ eritmasi.
9. Mitsellaning tarkibiy qismlari:
 - a) granular;
 - b) diffuzion va adsorbsion qavat;
 - d) granula va diffuzion qavat;
 - e) yadro va adsorbsion qavat.
10. Granulaning tarkibiy qismlari:
 - a) adsorbsion qavat; d) yadro va diffuzion qavat;
 - b) diffuz va adsorbsion qavat; e) yadro va adsorbsion qavat.

LABORATORIYA ISHI

1- tajriba. Gidroliz usuli bilan temir gidroksid zolini hosil qilish.
Probirkaga 1 ml 2% li FeCl_3 eritmasi soling va 10,00 ml distil-
langan suv qo'shing. Aralashmani chayqating va qaynaguncha
qizdiring. Hodisani tushintiring. Temir gidroksidi mitsellasining
formulasini yozing. Boshqa probirkaga 2,00 ml hosil bo'lgan zoldan
olib, bir necha tomchi 0,1000 mol/l konsentratsiyali Na_2SO_4 qo'shing,
kuzatiladigan hodisani tushuntiring. Temir gidroksid zolini keyingi
tajribaga olib qo'ying.

2- tajriba. Berlin lazuri zolining olinishi.

2.1. 0,1% $K_4[Fe(CN)_6]$ ning 2,0 ml iga 4 tomchi 2% li $FeCl_3$ qo'shing va aralashmani chayqating. Hosil bo'lgan modda rangiga e'tibor bering (1). Hosil bo'lgan berlin lazuri zolining formulasini yozing.

2.2. 0,1% $K_4[Fe(CN)_6]$ 2,0 ml iga 5 tomchi 0,1% $FeCl_3$ eritmasidan qo'shing va aralashmani chayqating. Hosil bo'lgan zol rangiga e'tibor bering (2). Berlin lazuri zolining hosil bo'lish reaksiyasini yozing.

Hosil bo'lgan zollarning farqini tushuntiring va kolloid zarrachaning zaryadini ko'rsating. Eritmalarni keyingi tajribaga saqlab qo'ying.

3- tajriba. Kolloid zarrachalar zaryadining ishorasini aniqlash.

3 ta filtr qog'oz oling. Birinchisiga 1 tomchi temir gidroksid zoli, ikkinchisiga 1 tomchi berlin lazuri (1), uchinchisiga 1 tomchi berlin lazuri (2) tomizing. Shimilgandan so'ng dog'lar hosil bo'ladi. Hodisalardan to'g'ri xulosa chiqarish uchun quyidagilarga e'tibor bering: musbat zaryadlangan zollar o'rtasida rangli, atrofida rangsiz dog' hosil qiladi, manfiy zaryadlanganlari chetlarigacha bir tekis taqsimlangan rangli dog' hosil qiladi. Bu hodisa suvga nisbatan manfiyroq zaryadlangan qog'oz musbat zarrachalarni adsorbsiyalaydi, manfiylarni esa adsorbsiyalamaydi. Aytib o'tilganlarga asoslanib zarrachalar zaryadi haqida xulosa yozing.

4- tajriba. Dializ usulida tozalash.

Kolloid haltachaga $Fe(OH)_3$ ning issiq eritmasini quying. Bu xaltachani shisha tayoqchaga ilib, issiq distillangan suv to'ldirilgan stakanga tushiring. Temperaturani oshirish jarayonni tezlashtirishga yordam beradi. 10–15 minutdan so'ng $AgNO_3$ yordamida Cl^- ionlari borligini va yuvilayotgan xaltachadagi suvning rangsizligini aniqlang. Rangiga qarab $Fe(OH)_3$ mitsellalari membrana orqali eritmaga o'tganini aniqlang.

KIMYOVIY REAKSIYALAR KINETIKASI

Mashg'ulotning maqsadi. Reaksiya tezligini oldindan belgilash va aniqlashga sistemali yondoshishni o'rganish; biokimyoviy jarayonlar mexanizmi va kinetikasini oldindan belgilash; qaytar reaksiyalar borishini aniqlashni o'rganish; biologik sistemalardagi kimyoviy reaksiyalar yo'nalishini oldindan aniqlash; turli omillarning muvozanat holatga va uning siljishiga ta'sirini eksperimental tekshirish.

O'rganilayotgan mavzuning ahamiyati. Biokimyoviy reaksiyalar kinetik bo'lib, ma'lum vaqt talab qiladi. Shuning uchun kimyoviy reaksiyalarning borish mexanizmi va kinetikasini o'rganish hamda ularni biologik sistemalarga qo'llashni bilish shifokorlar uchun juda zarur. Dorivor preparatlar kimyoviy kinetika qonunlariga asosan ta'sir qiladi. Biologik obyektlarda boradigan jarayonlar ochiq sistemalarga taalluqli bo'lib, moddalar va energiya almashinuvi doimo tashqi muhit bilan bog'liq bo'ladi. Bu sistemalarda biokimyoviy reaksiyalar ketma-ket boradi. Masalan, oqsil, uglevodlarning gidroliz reaksiyasi, monosaxaridlarning CO_2 ga aylanishishi va boshqalar. Biokimyoviy reaksiyalarning ko'pchiligi radikal va fermentlar ishtirokida boradi. Bu reaksiyalar yuqori tezlikda kechishi bilan ajralib turadi. Tirik organizmda kimyoviy o'zgarishlarning ro'y berishi moddalar almashinuvi boradigan konkret sharoitga bog'liq bo'ladi. Biosistemalardagi kimyoviy reaksiyalar biologik katalizatorlar – fermentlar yordamida amalga oshiriladi. Biokatalizatorlar o'ziga xosligi va ta'sir yo'nalishining yuqoriligi bilan ajralib turadi. Ularning ko'pchiligi o'zida metall ionlari va oqsillar saqlaydi. Masalan, gidrolazalar tarkibida rux, kalsiy, marganes; oksidazalar tarkibida esa temir, mis, molibden, kobalt bor.

Bir metall boshqasiga almashtirilganda metall-ferment faolligi o'zgaradi (ko'pincha kamayadi). Fermentlarning faolligi pasayishi *fermentopatiya* yoki *enzimopatiya* deb nomlanadigan kasalliklarga olib keladi. Bular irsiy kasallik hisoblanadi. Masalan, albinizm hujayra tirozinining malaniga aylanishini katalizlaydigan tirozinaza fermenti faolligining kamayishi oqibatida vujudga keladi.

Boshlang'ich bilim darajasi:

1. Gomogen va geterogen sistemalar.
2. Kimyoviy reaksiyalar tezligi haqida tushuncha.
3. Qaytar va qaytmas reaksiyalar.
4. To'g'ri va teskari reaksiyalar.

Mustaqil tayyorlanish uchun o'quv adabiyotlar:

1. *A.S.Ленский*. Введение в бионеорганическую и биофизическую химию. М., 1989, 55–73- betlar.
2. *М.И.Равич-Шербо, V.V.Новиков*. Физик va kolloid ximiya. М., 1975, 101–115- betlar.
3. *A.Abdusamatov, A.Rahimov, S.Musayev*. Физик va kolloid ximiya. Т., 1992, 70–86- betlar.
4. *A.B.Akbarov*. Bioanorganik va biofizik kimyo asoslari. Т., 1996, 70–111- betlar.

5. S.S.Qosimova, S.M.Masharipov, Q.O.Najimov. Umumiy va bioorganik kimyodan amaliy mashg'ulotlar. T., 2001, 20–33- betlar.

6. X.H.Hakimov, A.Z.Tatarskaya, N.T.Olimxo'jayeva. Umumiy kimyodan amaliy mashg'ulotlar. T., 1993, 22–43- betlar.

Darsda ko'riladigan savollar:

1. Kimyoviy reaksiyalar tezligi.
2. Reaksiyalar tezligiga ta'sir etuvchi omillar.
 - 2.1. Reaksiyaga kirishayotgan moddalar tabiati.
 - 2.2. Konsentratsiya.
 - 2.3. Temperatura.
 - 2.4. Katalizator.
 - 2.5. Bosim (gazsimon moddalar uchun).
3. Gomogen va geterogen kataliz.
4. Fermentlar, ularni organizmdagi roli.
5. Kimyoviy muvozanat. Le-Shatelye prinsipi.

MA'LUMOTLAR YIG'INDISI

Kimyoviy kinetika

Kimyoviy reaksiyalarning borish tezligini va tartibini o'rganadigan soha *kimyoviy kinetika* deyiladi.

Kimyoviy kinetika quyidagilarni o'rganadi:

1. Reaksiya tezligining modda tabiatiga, konsentratsiyasiga, temperaturaga va katalizatorlarga bog'liqligi.

2. Reaksiya mexanizmini belgilash, ya'ni turli bosqichlarda hosil bo'ladigan oraliq moddalar tabiatini aniqlash.

Kimyoviy reaksiyalar tezligi deb ma'lum vaqt birligi ichida reaksiyaga kirishayotgan birorta modda (yoki reaksiya mahsuloti) konsentratsiyasining o'zgarishiga aytiladi. Agar t_1 vaqtda A moddaning konsentratsiyasi c_1 ga, t_2 vaqtda esa c_2 ga teng bo'lsa, bu vaqtlar oralig'idagi $\Delta t = t_1 - t_2$ konsentratsiyaning o'zgarishi $\Delta c = c_1 - c_2$ bo'ladi. Reaksiyaning o'rtacha tezligi quyidagicha aniqlanadi:

$$v = \frac{c_1 - c_2}{t_1 - t_2} = \pm \frac{\Delta c}{\Delta t}.$$

Ba'zi reaksiyalar juda tez, sekund ulushida (portlash bilan), ba'zilar esa juda sekin (yillar mobaynida) sodir bo'ladi.

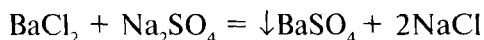
Kimyoviy reaksiya tezligiga quyidagi omillar ta'sir etadi:

1. Reaksiyaga kirishayotgan moddalarning tabiati.
2. Reaksiyaga kirishayotgan moddalarning konsentratsiyasi.

3. Temperatura.
4. Bosim (gazsimon moddalarda).
5. Katalizator mavjudligi.

1. Kimyoviy reaksiya tezligiga reaksiyaga kirishuvchi moddalar tabiatining ta'siri

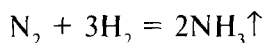
Moddalar tabiatiga ko'ra reaksiyaga shiddatli yoki sekin kirishadi. Ko'pincha molekulasida ion bog' bilan bog'langan moddalar orasida reaksiya tez boradi. Masalan:



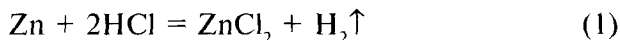
Qutbli kovalent bog' bilan bog'langan moddalar orasida kimyoviy reaksiya nisbatan sekinroq boradi. Masalan:



Qutbsiz kovalent bog' bilan bog'langan moddalar orasida reaksiya oddiy sharoitda juda sekin boradi yoki umuman bormaydi. Masalan:



Kuchli kislotalar reaksiyaga shiddatli, kuchsiz kislotalar esa ancha qiyin kirishadi. Masalan:



(1) reaksiya tezligi (2) reaksiya tezligidan ancha katta.

2. Kimyoviy reaksiya tezligiga reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasining ta'siri

Kimyoviy reaksiya sodir bo'lishi uchun reaksiyaga kirishuvchi moddalar molekulari to'qnashuvi zarur. Molekulalar soni qancha ko'p bo'lsa, to'qnashuvlar soni shuncha ko'p bo'ladi va reaksiya tezligi ham shuncha katta bo'ladi. Yuqorida aytilganlardan kelib chiqqan holda 1867- yili norvegiyalik olimlar K.M.Guldberg va P.Vaagelar tomonidan kimyoviy kinetikaning asosiy qonuni — *massalar ta'siri qonuni* kashf etildi. Bu qonunga ko'ra: o'zgarmas temperaturada kimyoviy reaksiyaning tezligi reaksiyaga kirishayotgan moddalarning konsentratsiyalari ko'paytmasiga to'g'ri proporsional va reaksiya tenglamasidagi modda formulasi oldidagi koeffitsiyent konsentratsiya darajasiga qo'yiladi:

$aA + bB = cC$ reaksiya uchun:

$$V = k \cdot c^a(A) \cdot c^b(B),$$

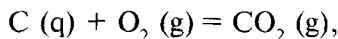
yoki $N_2 + 3H_2 = 2NH_3$ reaksiya uchun:

$$V = k \cdot c(N_2) \cdot c^3(H_2),$$

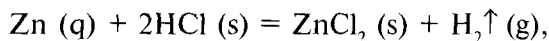
bu yerda: k – tezlik konstantasi, u doimiy kattalik bo‘lib, reaksiyaga kirishayotgan moddalar konsentratsiyasi 1 ga teng bo‘lgandagi reaksiya tezligidir. Agar $c(A) \cdot c(B) = 1$ mol/l bo‘lsa $V = k$ bo‘ladi.

k reaksiyaga kirishayotgan modda tabiati, temperaturaga bog‘liq bo‘lib, modda konsentratsiyasiga bog‘liq emas.

Kimyoviy reaksiyada gaz va suyuq moddalar bilan birga qattiq moddalar ham qatnashsa, ya‘ni geterogen reaksiyalarda qattiq fazadagi modda konsentratsiyasi reaksiya davomida odatda o‘zgarmaydi. Bunday hollarda reaksiya tezligi faqat gaz yoki suyuq moddalar konsentratsiyalari bilan o‘lchanadi:



$$V = k \cdot c(O_2),$$



$$V = k \cdot c^2(HCl)$$

Geterogen reaksiyalarda reaksiya fazalar chegarasi yuzasidagina borganligi sababli, bu yuza qancha katta bo‘lsa, uning suyuq yoki gaz holatdagi modda bilan reaksiyaga kirish tezligi shuncha katta bo‘ladi. Demak, qattiq moddalar maydalangan holda reaksiyaga tezroq kirishadi.

3. Kimyoviy reaksiya tezligiga temperaturaning ta‘siri

Kimyoviy reaksiya sodir bo‘lishi uchun reaksiyaga kirishuvchi moddalarning to‘qnashishi zaruriy shart, lekin bu yetarli emas. Faqat aktiv molekullarning to‘qnashuvigina yangi mahsulot hosil bo‘lishiga olib keladi. Temperaturaning ko‘tarilishi aktiv to‘qnashuvlar soni ortishiga va demak, reaksiya tezligining ortishiga olib keladi.

Molekulalar kimyoviy ta‘sirlashishga uchrashi uchun o‘rtacha energiyadan ko‘proq kinetik energiyaga ega bo‘lishi kerak. Bu energiya *aktivlanish energiyasi* deyiladi. Bunday energiyaga ega bo‘lgan molekullar aktiv molekullar hisoblanadi.

Kimyoviy reaksiya vaqtida har doim energiya g‘ovi yengiladi, uning cho‘qqisida reaksiyaning oraliq mahsuloti – *aktivlangan*

kompleks hosil bo'ladi. *Aktivlanish energiyasi* – reaksiyaga kirishayotgan moddalarni aktivlangan kompleksdan ajratib turadigan energiya g'ovidir.

Aktivlanish energiyasi juda yuqori bo'lganda energiya g'ovini eng oladigan molekulalar soni oz, reaksiya tezligi juda kichik buladi.

Reaksiya tezligi konstantasini aktivlanish energiyasiga bog'liqligini Arrenius tenglamasi ifodalaydi:

$$K = A \cdot e^{-E_a/RT}$$

bu yerda: A – hajm birligida molekulalar to'qnashuvi soni; e – natural logarifm asosi ($e = 2,716$); R – universal gaz doimiysi ($R = 8,314$ J/mol · K); T – absolut temperatura, K; E_a – aktivlanish energiyasi (J/mol).

Arrenius tenglamasining quyidagi ko'rinishi ham mavjud:

$$\lg \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{2,303 \cdot R} \cdot \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right),$$

bu yerda: k_1, k_2 – boshlang'ich (T_1) va berilgan (T_2) temperaturadagi reaksiyaning tezlik konstantasi.

Temperatura ko'tarilganda odatda kimyoviy reaksiya tezligi ortadi. Vant-Goff qoidasiga ko'ra, reaksiya olib boriladigan sistemaning temperaturasi 10°C ga ko'tarilganda reaksiya tezligi 2–4 marta ortadi. Bu qoidaga asosan temperatura bilan reaksiya tezligi o'rtasidagi bog'liqlikni quyidagi tenglama bilan ifodalash mumkin:

$$\gamma = \frac{v_t + 10}{v_t} = \frac{k_t + 10}{k_t}; \quad \frac{v_{t_1}}{v_{t_2}} = \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}},$$

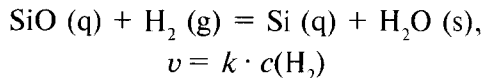
bu yerda: t_1 va t_2 – boshlang'ich va oxirgi vaqtdagi temperatura; v_{t_1} va v_{t_2} boshlang'ich va oxirgi vaqtdagi reaksiya tezligi; γ – reaksiyaning temperatura koeffitsiyenti bo'lib, temperatura har 10°C ga ko'tarilganda reaksiya tezligi necha marta ortishini ko'rsatadi. U ko'pincha 2–4 oraligidagi qiymatlarga teng bo'ladi.

Temperaturaning ko'tarilishi faol molekulalar sonining ortishiga olib keladi, ularning o'zaro to'qnashuvi tufayli reaksiya tezligi ortadi.

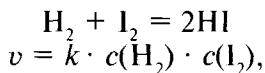
Kimyoviy reaksiyalar mexanizmini aniqlash uchun eksperimental yo'l bilan reaksiya tartibini aniqlash zarur.

Reaksiya tartibi – reaksiya tezligi tenglamasidagi reaksiyaga kirishayotgan moddalar konsentratsiyalari darajalari yig'indisiga teng.

Masalan,



bu reaksiya 1- tartibli.

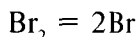


bu reaksiya esa 2- tartibli.

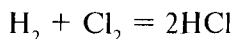
Reaksiyaning molekularligi deb, kimyoviy ta'sirlashishning eng oddiy ko'rinishida qatnashuvchi molekularlar soniga aytiladi.

Reaksiyalar mono-, bi- va uch molekular bo'lishi mumkin.

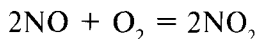
1 ta molekula o'zgarishi natijasida sodir bo'ladigan reaksiyalar – *monomolekular reaksiyalar* deyiladi:



2 ta molekulaning to'qnashuvidan hosil bo'lgan elementar akt *bimolekular reaksiyalar* deyiladi:

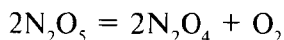


Uch molekular reaksiyalarda elementar akt 3 ta molekula to'qnashuvidan sodir bo'ladi:



Amalda uch molekulardan ortiq molekular reaksiyalar uchramaydi, chunki bir vaqtning o'zida, bir nuqtada uchta va undan ortiq molekulaning to'qnashuvi ehtimoli juda oz.

Kimyoviy tenglamaga binoan bir bosqichda kechadigan reaksiyalar *oddiy reaksiyalar* deyiladi. Masalan,



Murakkab reaksiyalarda molekulalardan tashqari radikallar, ionlar, faollangan komplekslar qatnashadi. Murakkab reaksiyalar parallel, ketma-ket, zanjir reaksiyalarga bo'linadi.

Yorug'lik ta'sirida boradigan reaksiyalar *fotokimyoviy reaksiyalar* deyiladi. Odam organizmida boradigan ko'pchilik reaksiyalar fotokimyoviy reaksiyalar qatoriga kiradi. Quyoshning ultrabinafsha nurlari ta'sirida odam terisida raxitga qarshi faollikka ega bo'lgan D vitamini sintezlanadi.

Fotosintez – o'simliklar organizmini odam va hayvonlar uchun zarur bo'lgan kislorod zahirasi bilan ta'minlovchi jarayon hisoblanadi.

Nurning fotokimyoviy ta'siri shundaki, bunda reaksiyaga kirishayotgan molekula yoki atomlar fotonlar ta'sirida qo'zg'algan holga o'tadi.

Fotokimyoviy reaksiyalar tezligi o'zgarishga uchrayotgan modda konsentratsiyasi va temperaturaga bog'liq bo'lib, yutilgan nurlanish energiyasi miqdoriga proporsional.

1. Tabiiy fotokimyoviy reaksiyalar organizmga ijobiy ta'sir etadi.

Masalan: quyosh nuri ta'sirida D provitamin D vitamini aylanadi, bu esa suyak to'qimalarining regeneratsiyasini kuchaytiradi.

2. Ultrabinafsha nurlar bakteriyalarni o'ldiradi, uning bu xususiyatidan in'eksion eritmalarni sterilizatsiya qilishda foydalaniladi.

3. Fotokimyoviy reaksiyalar biokimyoviy reaksiyalarni qo'zg'atuvchisi (stimulyatori) hisoblanadi, shuning uchun ba'zi kasalliklarni profilaktika qilish va davolashda quyosh vannalaridan foydalaniladi.

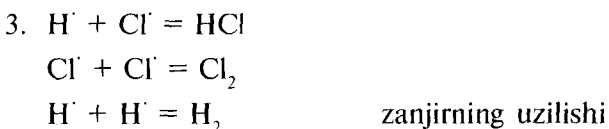
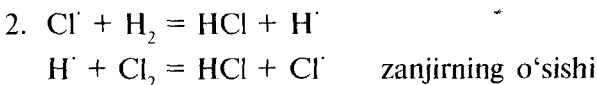
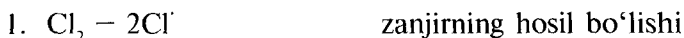
Fotokimyoviy reaksiyalar nurlantirish chastotasiga ko'ra organizmga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Masalan, ^{60}Cr izotopining radioaktiv yemirilishi (parchalanishi) natijasida ajralib chiqadigan γ -nurlar saraton bilan kasallangan to'qimalarni yemirishga ijobiy ta'sir ko'rsatish bilan bir vaqtda, biokimyoviy reaksiyalarga salbiy ta'sir ko'rsatadi va uning natijasida nurlanish kasalligi yuzaga keladi. Qonda leykotsitlar sonining kamayib ketishi buning yaqqol dalili bo'ladi.

Har biri faol zarrachaning hosil bo'lishiga olib keladigan ketma-ket takrorlanadigan reaksiyalar *zanjirli reaksiyalar* deyiladi.

Ko'pchilik fotokimyoviy reaksiyalar zanjirli reaksiyalar hisoblanadi; yonish va oksidlanish jarayonlari, kreking, polimerlanish reaksiyasi. Zanjirli reaksiyalarning zamonaviy nazariyasi I.I.Semyonov tomonidan ishlab chiqilgan.

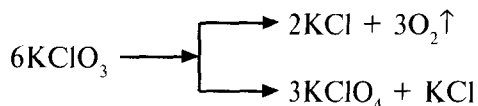
Zanjirli reaksiya 3 bosqichga bo'linadi:

- 1) zanjirning vujudga kelishi;
- 2) zanjirning rivojlanishi;
- 3) zanjirning uzilishi.

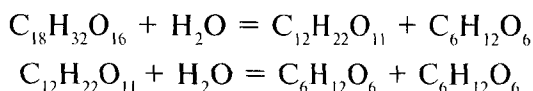


Erkin atomlar, shuningdek erkin radikallar zanjirli reaksiyalarda faol zarrachalar bo'lishi mumkin.

Parallel reaksiyalar deb, bir vaqtning o'zida bir nechta yo'nalishda boradigan reaksiyalarga aytiladi. Masalan:

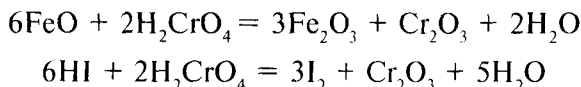


Ketma-ket reaksiya deb, oraliq mahsulotlar hosil bo'lishi bilan boradigan reaksiyalarga aytiladi. Masalan, rabino'za (trisaxapid) gidrolizida avval dlisaxarid, so'ng monosaxarid hosil bo'lish reaksiyasi:



Agar bir reaksiyaning borishi ikkinchi reaksiyani keltirib chiqarsa, bunday reaksiyalar *o'zaro ta'sirli reaksiyalar* deyiladi.

Masalan, HI to'g'ridan-to'g'ri H_2CrO_4 bilan reaksiyaga kirishmaydi, lekin shu sistemaga ozgina FeO qo'shilsa, reaksiya osongina amalga oshadi:

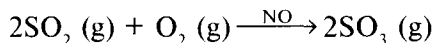


4. Kimyoviy reaksiya tezligiga katalizatorning ta'siri

Kimyoviy reaksiya tezligi katalizatorlar ishtirokida ortib boradi. Katalizatorlar ishtirokida boradigan reaksiyalar *katalitik reaksiyalar* deyiladi. Katalizator ta'sirida reaksiya tezligining o'zgarish hodisasi *kataliz* deyiladi. Katalizatorlar ishtirokida boradigan jarayon *katalitik jarayon* deyiladi. Katalitik reaksiya natijasida katalizator kimyoviy jihatdan o'zgarmay qoladi va uning miqdori doimiylicha saqlanadi.

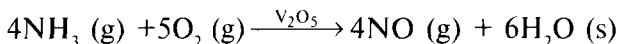
Katalizator vazifasini noorganik va organik moddalar bajarishi mumkin. Reaksiyada ularning massasi kichik bo'lib, odatda reaksiya oxirida o'zgarmay qolaveradi. Katalizatorlar faqat ular ishtirokisiz sekin boradigan reaksiya tezligini oshiribgina qolmay, balki katalizatorlarsiz bormaydigan reaksiyalarni amalga oshirishi mumkin. Ularning tavsifli joyi shundaki, ular reaksiya davomida sarf bo'lmaydi va shuning uchun oxirgi mahsulot tarkibiga kirmaydi. Ularning ikkinchi ajralib turadigan o'ziga xosligi kimyoviy muvozanatga ta'sir qilmasligidir.

Gomogen va geterogen kataliz mavjud. *Gomogen katalizda* katalizator va reaksiyaga kirishuvchi moddalar bir xil agregat holatda (fazada) bo'ladi:



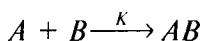
Gomogen katalizda katalizator massasining hammasi ishtirok etadi, shuning uchun kimyoviy reaksiya tezligi uning konsentratsiyasiga to'g'ri proporsional.

Geterogen yoki kontakt katalizda katalizator odatda qattiq modda bo'lib, reaksiyon aralashma esa suyuq yoki gazsimon holatda bo'ladi:

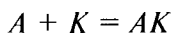


Geterogen katalizda katalizatorning ta'sir etish mexanizmini adsorbsiya hodisasi asosida tushuntiriladi. *Adsorbsiya* deb moddalarning qattik modda yoki suyuqlik yuzasida to'planish hodisasiga aytiladi. Bu jarayonda qattiq katalizator yuzasida molekulalar adsorbsiyalanadi va bunda ayrim kimyoviy bog'lar bo'shashib, moddalarning reaksiyaga kirish moyilligi ortadi. Bunday holatda katalizator yuzasining katta-kichikligi katta ahamiyatga ega.

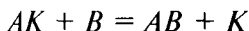
Katalizatorning ta'sir mexanizmi oraliq moddalar hosil bo'lishi nazariyasi bilan tushuntiriladi. Quyidagi katalitik reaksiyada:



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 sekinlash-tirishi mumkin. Katalizator ishtirokida kimyoviy reaksiya tezligining ortishi *musbat kataliz* deyiladi. Katalizatorlar ishtirokida kimyoviy reaksiyaning sekinlashishi *manfiy kataliz* deyiladi. Bunda qo'llanadigan katalizator esa *ingibitor* deb nomlanadi.

Umuman katalitik reaksiyalarda reaksiya tezligining ortishi aktivlanish energiyasining kamayishi hisobiga sodir bo'ladi.

Tirik organizmda fermentativ kataliz amalga oshiriladi.

Fermentlar – biokatalizatorlardir, ular 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* (temperaturaga chidamsiz), oqsil bo‘lmagan qismi *koferment* yoki *kofaktor* deyiladi. Koferment – apofermentdan oson ajraladi, kofaktor esa ajralmaydi. Ikkala qismning yig‘indisi *holoferment* deyiladi. Apoferment substratni tanlaydi, koferment esa «aktiv markaz» vazifasini bajaradi. (Fermentlar ta‘siriga uchraydigan moddalar *substratlar* deyiladi.) Fermentlarning substratlarga ta‘siri «aktiv markaz» orqali amalga oshiriladi. Oddiy fermentlarda bu vazifani ayrim aminokislotalarning funksional guruhlari amalga oshiradi, masalan, metionin – CH_3 , treonin – OH, arginin – NH_2 , glutamine – COOH. Murakkab fermentlarda esa «aktiv markaz» vazifasini Na, K, Mg, Ca, Fe, Cu, 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 hos bo‘lgan fizik-kimyoviy xususiyatlarini namoyon qilish bilan birga, faqat o‘ziga xos bo‘lgan xususiyatlarini ham namoyon qiladi. Ular yuqori faollikka ega bolishi uchun reaksiyon sistemada optimal sharoit saqlanishi shart. Bu sharoitni tashkil qiladigan omillarga optimal muhit (*pH*), temperatura va shu reaksiyon sistema tarkibida boshqa moddalarning bo‘lishi ham kiradi. Ferment aktivligini oshiradigan moddalar *aktivatorlar* deyiladi, susaytiradigan moddalar esa *ingibitorlar* deyiladi.

Fermentlar organizmda minglab kimyoviy reaksiyalarni katalizlaydi. Ularning biokimyoviy o‘zgarishlardagi biokatalizatorlik o‘rni boshqa kimyoviy reaksiyalardagi katalizatorlarga o‘xshash.

Reaksiya tugagandan so‘ng, ferment katalizator kabi dastlabki erkin holda qoladi. Fermentativ reaksiyalar odatda geterogen-katalitik reaksiyalar turkumiga kiradi.

Koferment sifatida metall ionlarini saqlovchi fermentlar – *metallofermentlar* deyiladi.

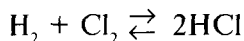
Metallofermentlarning faolligi ularda metall ionlarining borligiga bog‘liq, metall ionlari chiqarib yuborilsa ferment faolligi yo‘qoladi. Masalan, rux ionlari olib tashlansa, karboangidraza fermenti faolligini yo‘qotadi. Agar sistemaga yetarli miqdorda tuz ko‘rinishidagi rux ionlari kiritilsa, aktivligi yana tiklanadi.

Kimyoviy muvozanat

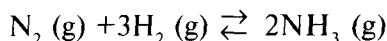
Kimyoviy reaksiyalarni yoʻnalishi boʻyicha 2 turga boʻlish mumkin:

a) amaliy jihatdan bir tomonga oxirigacha boradigan qaytmas reaksiyalar. Bunday reaksiyalarning amalga oshishi natijasida choʻk-malar, yomon ionlanadigan kuchsiz elektrolitlar, gazsimon moddalar hosil boʻladi, yoki koʻp miqdorda energiya ajraladi.

b) bir vaqtning oʻzida qarama-qarshi tomonga yoʻnalgan qaytar reaksiyalar. Koʻpchilik reaksiyalar amaliy jihatdan qaytar reaksiyalardir. Masalan:



Qaytar reaksiyalar oxirigacha bormaydi. Ularning borishida toʻgʻri reaksiyalarning tezligi kamayib, teskarisidiki ortib boradi. Maʼlum muddatdan soʻng toʻgʻri va teskari reaksiyalarning tezligi teng boʻlib, shunda *kimyoviy muvozanat* qaror topadi. Kimyoviy muvozanatning miqdoriy tafsifi - kimyoviy muvozanat konstantasidir. Uni ammiak sintezi reaksiyasi uchun quyidagicha keltirib chiqarazish mumkin:



$$v_1 = k_1 \cdot c(\text{N}_2) \cdot c^3(\text{H}_2)$$

$$v_2 = k_2 \cdot c^2(\text{NH}_3)$$

Muvozanat qaror topganda: $v_1 = v_2$ boʻladi:

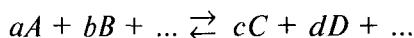
$$k_1 \cdot c(\text{N}_2) \cdot c^3(\text{H}_2) = k_2 \cdot c^2(\text{NH}_3),$$

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{c^2(\text{NH}_3)}{c(\text{N}_2) \cdot c^3(\text{H}_2)}, \quad \frac{k_1}{k_2} = K_m,$$

K_m – muvozanat konstantasi.

Muvozanat konstantasi tenglamasiga kiruvchi modda konsentratsiyasi *muvozanat konsentratsiyasi* deyiladi.

Muvozanat konstantasi – ushbu temperaturada doimiy son boʻlib, reaksiya mahsuloti bilan boshlangʻich moddalar muvozanat konsentratsiyalari orasidagi nisbatni koʻrsatadi. U qanchalik katta boʻlsa, reaksiya mahsuloti shuncha tez hosil boʻladi:



$$K_m = \frac{c^c(C) \cdot c^d(D)}{c^a(A) \cdot c^b(B)}.$$

K_m ifodasiga qattiq moddalar konsentratsiyalari kirmaydi. Muvozanat konstantasi har qaysi qaytar reaksiya uchun tafsifli bo'lib, reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasiga bog'liq emas.

Qaytar reaksiyalarning muvozanat holati quyidagi omillarga bog'liq:

- 1) reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasi;
- 2) temperaturax
- 3) bosim (reaksiyada gaz holatdagi moddalar ishtirok etsa).

Reaksiyalarning borish sharoiti o'zgartirilganda kimyoviy muvozanat buziladi. Biror yo'nalish bo'yicha reaksiyaning ko'proq borishi ko'pincha boshlang'ich holatdagi muvozanatdan farq qiladigan yangi kimyoviy muvozanat qaror topishiga olib keladi. Bir muvozanat holatidan boshqasiga o'tish *kimyoviy muvozanatning siljishi* deyiladi. Bu siljishning yo'nalishi Le-Shatelye prinsipiga bo'ysinadi: kimyoviy muvozanatda turgan sistemaga tashqaridan biror ta'sir ko'rsatilsa, muvozanat shu ta'sirni kamaytiruvchi tomonga siljiydi. Temperaturaning ortishi kimyoviy muvozanatni endotermik reaksiya tomonga siljishiga; bosimning oshirilishi gazzimon moddalardagi umumiy mollar sonining kamayishiga; sistemadan reaksiya mahsulotining birini olib tashlash muvozanatni to'g'ri reaksiya tomonga siljishiga olib keladi. Katalizator muvozanat holatiga ta'sir etmaydi, u faqat sistemada tezroq muvozanat o'rnatilishiga yordam beradi.

Kimyoviy reaksiya muvozanat konstantasi Gibbs energiyasining standart o'zgarishiga bog'liq:

$$\Delta G_r^0 = -2,3 \cdot R \cdot T \cdot \lg K_r$$

298 K (25 °C) temperaturada tenglamada quyidagicha o'zgaradi:

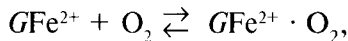
$$\Delta G_{298} = -5,69 \lg K_{298}$$

bunda ΔG_{298} kJ/ mollarda ifodalangan.

Shunday qilib, bu tenglamalardan ko'rinadiki, $\Delta G^0 < 0$, $\lg K > 0$, ya'ni $K > 1$. Demak, $\Delta G^0 < 0$ bo'lganda muvozanat to'g'ri reaksiya tomonga siljiydi va mahsulot chiqishi nisbatan yuqori; $\Delta G^0 > 0$ da $\lg K < 1$ bo'lib, mahsulot chiqishi kam bo'ladi.

Kimyoviy reaksiyalarning ko'pchiligi, jumladan tirik organizmda kechadigan ko'pchilik biokimyoviy jarayonlar qaytardir. Shulardan ba'zilarini misol qilib keltirish mumkin:

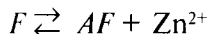
1. Qondagi gemoglobinning vazifasi qon bilan kislorodni o'pkadan tirik organizmning to'qima va hujayralariga olib borishdir. Bu jarayonni umumiy tarzda quyidagicha tasvirlash mumkin:



bu yerda: GFe^{2+} — gem.

O'pkada kislorod konsentratsiyasi yuqori bo'lgani uchun bu jarayon o'ng tomonga siljigan bo'ladi. Hujayralarda kislorold konsentratsiyasi ancha kichik, shuning uchun bu muvozanat chapga siljiydi va hujayralarning doimo kislorod bilan ta'minlanishiga olib keladi.

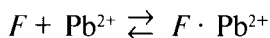
2. Fermentlarning katalitik ta'siri qaytar jarayon bo'yicha boradi. Masalan, karboangidraza koferment sifatida faol markazda rux ioni Zn^{2+} saqlaydi:



bu yerda: F — karboangidraza fermenti; AF — apoferment.

Organizmدا rux tanqisligida muvozanat o'ngga siljiydi va fermentlarning faolligi pasayadi. Rux ionlarining kiritilishi muvozanatni chapga siljitadi, bu esa karboangidraza konsentratsiyasining ortishiga va fermentlar faolligini tiklanishiga olib keladi.

3. Og'ir metallar, masalan simob, qo'rg'oshin va boshqalar bilan zaharlanganda organizmga kompleks hosil qiluvchi moddalar, masalan komplekson (III), unitiol, penitsilamin kabi antidotlar yuboriladi. Bu antidotlar og'ir metallarning ionlari bilan organizmdagi kompleksga nisbatan barqarorroq kompleks birikmalar hosil qiladi va eritma holda organizmdan oson chiqarib yuboriladi:

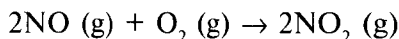


bu yerda: $Na_2[H_2\gamma]$ — komplekson (III); F — ferment.

4. Bakteritsid xususiyatga ega bo'lgan dorivor preparatlar ta'sirini ularni qollaganda muvozanatning siljitishi bilan tushuntirish mumkin. Maslan, izonikotin kislota gidrozidi (GINK) ta'siri. GINK bakteriya fermentlari faol markazdagi metall kationlari bilan o'zaro ta'sirlashib ularni kompleks holda bog'laydi. Buning natijasida muvozanat siljiydi, fermentlar faolligi kamayadi va bakteriya halok bo'ladi.

Mavzu bo'yicha masalalar va ularni yechish namunalari

1-masala. Reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasi $c(NO) = 0,3 \text{ mol/l}$ va $c(O_2) = 0,15 \text{ mol/l}$ bo'lgan quyidagi reaksiya tezligi $1,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l} \cdot \text{sek}$.



reaksiya uchun tezlik konstantasini aniqlang.

Berilgan:

$$c(\text{NO}) = 0,3 \text{ mol/l}$$

$$c(\text{O}_2) = 0,15 \text{ mol/l}$$

$$v = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l} \cdot \text{sek}$$

$$k = ?$$

Yechish. Massalar ta'siri qonuniga asosan:

$$v = k \cdot c^2(\text{NO}) \cdot c(\text{O}_2)$$

Bundan:
$$k = \frac{v}{c^2(\text{NO}) \cdot c(\text{O}_2)};$$

$$k = \frac{1,2 \cdot 10^{-3}}{0,3 \cdot 0,3 \cdot 0,15} = 8,9 \cdot 10^2.$$

Javob: $k = 8,9 \cdot 10^{-3}.$

2- masala. Katalaza fermenti ishtiroqida boradigan vodorod peroksidni parshalanish reaksiyasining tezligi temperatura 0°C dan 40°C gacha ko'tarilganda necha marta ortadi? $E_a = 23,03 \text{ kJ/mol}.$

Berilgan:

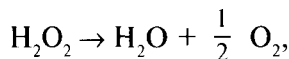
$$t_1 = 0^\circ\text{C}, \quad T_1 = 273 \text{ K}$$

$$t_2 = 40^\circ\text{C}, \quad T_2 = 313 \text{ K}$$

$$E_a = 23,03 \text{ kJ/mol}$$

$$k_1/k_2 = ?$$

Yechish. Aktivlanish energiyasining temperaturaga bog'liqligini qo'llagan holda temperatura kotarilganda katalaza fermenti ishtirokida vodorod peroksidning parchlanish kimyoviy jarayonining tezligi quyidagicha hisoblanadi:



$$\lg \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{2,303 \cdot R} \cdot \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right),$$

bu tenglamada: $R = 0,0831 \text{ kJ/mol K}$; k_1 va k_2 — T_1 va T_2 temperaturadagi tezlik konstantalari.

$$\lg \frac{k_2}{k_1} = \frac{23,03}{2,303 \cdot 0,0831} \cdot \left(\frac{1}{273} - \frac{1}{313} \right) = 0,0572.$$

Bu qiymatni antilogarifmi aniqlanadi: $\frac{k_2}{k_1} = 1,14$.

Javob: reaksiya tezligi 1,14 marta ortadi.

3- masala. $A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightarrow C_{(g)}$ sistemada muvozanat konsentratsiyalari quyidagicha: $c(A) = 0,0216 \text{ mol/l}$, $c(B) = 0,120 \text{ mol/l}$, $c(C) = 0,216 \text{ mol/l}$. Reaksiyaning muvozanat konstantasini toping.

Berilgan:

$$c(A) = 0,0216 \text{ mol/l}$$

$$c(B) = 0,120 \text{ mol/l}$$

$$c(C) = 0,216 \text{ mol/l}$$

$$K_m = ?$$

Yechish. Berilgan reaksiyaning muvozanat konstantasi massalar ta'siri qonuniga muvofiq quyidagi tenglama bilan ifodalaniladi:

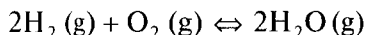
$$K_m = \frac{c(C)}{c(A) \cdot c^2(B)}$$

Tenglamaga masalada berilgan qiymatlarni qo'yib, K_m ning qiymati topiladi:

$$K_m = \frac{0,216}{0,216 \cdot (0,120)^2} \frac{\text{mol/l}}{\text{mol/l} \cdot (\text{mol/l})^2} = 69,45.$$

Javob: reaksiyaning muvozanat konstantasini 69,45 ga teng.

4- masala. Quyidagi sistemada bosim oshirilganda kimyoviy muvozanat qaysi tomonga siljiydi:

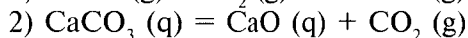
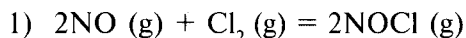


Yechish. Berilgan sistemada 2 mol H_2 va 1 mol O_2 , ya'ni jami 3 mol modda reaksiyaga kirishadi. 2 mol H_2O hosil bo'ladi. Le-Shatelye prinsipiga asosan, bosim oshirilganda muvozanat chapdan o'ngga siljiydi, chunki o'zgarmas hajmda 3 mol boshlang'ich moddadan 2 mol modda hosil bo'lishi bosimning kamayishiga olib keladi, ya'ni ko'rsatilgan tashqi ta'sirni kamaytiradi.

Mavzuning o'zlashtirilishini mustaqil nazorat qilish uchun savollar va masalalar

1. Massalar ta'siri qonunidagi tezlik konstantasi nimani ko'rsatadi?
2. Katalizator nima sababdan reaksiya tezligini oshiradi?
3. Katalizatorning ta'siri jarayon termodinamikasi bilan qanday bog'langan?

4. Le-Shatelye qonuni nimani ifodalaydi?
5. Le-Shatelye qonunidan biokimyoviy jarayonlarning borishini tushuntirishda foydalaniladimi?
6. Temperatura koeffitsienti 2,8 ga teng bo'lib, temperaturasi 20 °C dan 75 °C gacha ko'tarilganda reaksiya tezligi necha marta ortadi?
7. Reaksiya uchun massalar ta'siri qonuni ifodasini yozing:

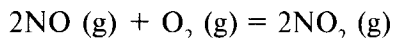


Vaziyatli masalalar

1. Vodorod peroksidning parchalanish energiyasi 25 °C da 75,24 kJ/mol (E) ni tashkil etadi. Biror biokatalizator ishtirokida esa $E_a = 50,14$ kJ/mol ga teng. 25 °C da vodorod peroksidning biokatalizator ishtirokida parchalanish tezligi necha marta ortishini hisoblang.

Javob: reaksiya tezligi 25000 marta ortgan.

2. Azot (IV) oksid – NO_2 o'ziga xos hidli qo'ng'ir rangli gaz, odam uchun zaharli. Uni quyidagi reaksiya yordamida olish mumkin:



4 mol azot (II) oksid va 2 mol kisloroddan iborat boshlang'ich aralashma tayyorlangan. Muvozanat holatiga kelganda esa azotning boshlang'ich miqdoridan 20% i qoldi. Kimyoviy muvozanat konstantasi qiymatini aniqlang.

Javob: $K_m = 40$.

Test savollari

1. Reaksiya tezligining konsentratsiyaga bog'liqligini qaysi qonun asosida tushuntiriladi?

- | | |
|-----------------------------|--------------------------------|
| a) Vant-Goff qonuni; | d) massaning saqlanish qonuni; |
| b) massalar ta'siri qonuni; | e) Gibbs qonuni. |

2. Yog'larni parchalaydigan fermentni ko'rsating.

- | | |
|-----------------|-----------------------|
| a) katalaza; | d) lipaza; |
| b) peroksidaza; | e) karboksipeptidaza. |

3. Katalizator kimyoviy muvozanat qaror topganda qanday ta'sir ko'rsatadi?

- a) to'g'ri reaksiya tezligini oshiradi;
- b) kimyoviy muvozanatga ta'sir etmaydi;
- d) teskari reaksiya tezligini oshiradi;

e) kimyoviy muzanatga ta'sir etmaydi, u faqat muvozanat qaror topishini tezlashtiradi.

4. Ushbu katalitik reaksiyada: $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$ katalizator miqdorini 5 marta ko'paytirilsa, muvozanat qanday o'zgaradi?

- a) SO_3 miqdori 5 marta ortadi;
- b) O_2 miqdori 2,5 marta kamayadi;
- d) SO_2 miqdori 5 marta kamayadi;
- e) o'zgarish kiritilmaydi.

5. $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$ reaksiyada muvozanat qaror topganda $c(\text{SO}_2) = 2,35 \text{ mol/l}$, $c(\text{SO}_3) = 8,85 \text{ mol/l}$, $c(\text{O}_2) = 8,02 \text{ mol/l}$ bo'lsa, muvozanat konstantasini aniqlang.

- a) 2,0; b) 2, 3; d) 2, 6; e) 1, 6.

6. Tenglamasi $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{SO}_3(\text{g})$, $H = 280 \text{ kJ}$ bo'lgan reaksiya muvozanatini SO_3 hosil bo'lish tomonga siljitish uchun qaysi parametrlarni o'zgartirish kerak?

- a) SO_2 miqdorini kamaytirish;
- b) SO_3 miqdorini oshirish;
- d) bosimni kamaytirish;
- e) temperaturani oshirish;

7. Agar 5 sekund davomida vodorod peroksidning konsentratsiyasi 0,8 mol/l dan 0,6 mol/l gacha kamaygan bo'lsa, reaksiya tezligining o'rtacha qiymatini (mol/l · sek) aniqlang.

- a) 2,0; b) 0,8; d) 0,01; e) 0,04.

8. Reaksiya tezligi 0,03 mol/l · sek bo'lsa, 30 sekund davomida boshlang'ich modda konsentratsiyasi qanchaga (mol/l · sek) o'zgaradi?

- a) 0,2; b) 0,8; d) 1,0; e) 0,9.

9. Azot bilan vodorod orasidagi reaksiya tezligini qaysi omillar kamaytiradi: 1) azot konsentratsiyasini oshirish; 2) ingibitor qo'shish; 3) reaksiyaga kirishuvchi moddalarni aralashtirib turish; 4) sovitish; 5) qizdirish; 6) katalizator qo'shish; 7) bosimni kamaytirish?

- a) 1, 5, 6; b) 2, 4, 7; d) 3, 4, 5; e) 1, 2, 6.

10. Vodorod peroksidni parchalaydigan ferment nomini ko'rsating.

- a) katalaza; b) peroksidaza; d) lipaza; e) karboksipeptidaza.

LABORATORIYA ISHI

Kimyoviy reaksiya tezligining turli omillarga bog'liqligi

1-tajriba. Kimyoviy reaksiya tezligining modda tabiatiga bog'liqligi.

Probirkalarga sirka va xlorid kislotasi quyilgan va ularning har biriga metall holidagi rux bo'lakchasini tashlang. Vodород ajralib chiqishi intensivligini taqqoslang. Reaksiya tenglamasini yozing. Jarayonning borishidagi tezlikning har xilligini tushuntiring.

2-tajriba. Reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasining kimyoviy reaksiya tezligiga ta'siri.

Qora qog'oz ustiga 3 ta probirka qo'ying. 1- probirkaga 15 tomchi $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ eritmasi, 2- probirkaga 10 tomchi $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ va 5 tomchi H_2O , 3- probirkaga 5 tomchi $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ eritmasi va 10 tomchi H_2O , alohida probirkaga 5 tomchi H_2SO_4 quyilgan. Kislotani 1- probirkaga quyilgan va shu bilan bir vaqtda sekundomerni yoqing. Kuchsiz loyqa hosil bo'lguncha o'tgan vaqtni aniqlang. Huddi shunday holatni 2- va 3- probirkalarda ham tekshiring. Natijalarni jadvalga yozing va xulosa chiqaring.

Probirka nomeri	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ tomchilar soni	H_2O tomchilar soni	H_2SO_4 tomchilar soni	Vaqt, sek	Xulosa
1	15	—	5		
2	10	5	5		
3	5	10	5		

3-tajriba. Kimyoviy reaksiya tezligiga temperaturaning ta'siri.

3.1. 2 ta probirkaga 15 tomchidan HCl eritmasi tomizilgan. Eritmalardan birini isitilgan. Issiq va sovuq eritmalariga rux bo'lakchalari soling. Vodород pufakchalari ajralib chiqish tezligi turlicha ekanini taqqoslang va sababini tushuntiring.

3.2. 2 ta probirkaga 5 tomchidan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, NaAsO_2 va HCl eritmaları tomizilgan. 1 ta probirkadagi eritmani isitilgan. Probirkalardagi loyqalanish darajasi farqini solishtiring va tushuntirib bering.

3.3. 2 ta probirkaga 5 tomchidan CrCl_3 , komplekson (III) va CH_3COONa eritmaları tomizilgan. 1 ta probirkani eritma qaynaguncha qizdirilgan. Probirkalardagi eritmalar rangi o'zgarish tezligini solishtiring va tushuntirib bering.

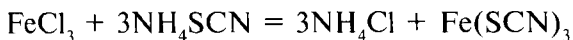
4- tajriba. Kimyoviy reaksiya tezligining katalizator ishtirokiga bog'liqligi.

2 ta probirkaga 10 tomchidan $H_2C_2O_4$ va 8 tomchidan sulfat kislota eritmasi tomizing. Probirkalarning biriga bir necha bo'lak $MnSO_4$ kristallaridan soling. Songra ikkala probirkaga 5 tomchidan $KMnO_4$ eritmasi qo'shing. Probirkalardagi eritmalar rangining yo'qolish tezligini taqqoslang va berilgan reaksiyada $MnSO_4$ ning ahamiyatini tushuntiring.

Kimyoviy muvozanat bo'yicha sifat reaksiyalari

1- tajriba. Kimyoviy muvozanatga reaksiyaga kirishayotgan modda konsentratsiyalarining ta'siri.

Tajriba uchun quyidagi reaksiyadan foydalanish qulay:



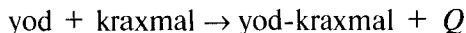
$Fe(SCN)_3$ modda to'q qizil rangga ega, $FeCl_3$ eritmasi och sariq rangli. NH_4SCN , NH_4Cl – rangsiz. 4 ta konussimon probirkaga 20 tomchidan 0,005 mol/l li $FeCl_3$ eritmasi va 0,15 mol/l li NH_4SCN eritmasi soling. 1 ta probirkani hosil qilingan eritma bilan tajriba natijalarini taqqoslash uchun olib qo'ying. Qolgan probirkalarga quyidagi reaktivlardan: birinchisiga – 1 tomchi NH_4SCN ning to'yingan eritmasi, ikkinchisiga – 1 tomchi $FeCl_3$ ning to'yingan eritmasi, uchinchi probirkaga NH_4Cl ning bir necha kristalidan soling. Hosil bo'lgan eritmalar rangining intensivligini etalon moddaning rangi bilan solishtiring. Kuzatuv natijalari va xulosalarni jadvalga yozing.

Probiraka nomeri	Qo'shilgan reaktiv	Rang intensivligining o'zgarishi, rang o'zgarishining yo'nalishi (susayishi, kuchayishi, muvozanatning chapga, o'ngga siljishi)
1		
2		

1-, 2- va 3- probirkalardagi rang o'zgarishini 4- probirka bilan taqqoslab tushuntiring.

2-tajriba. Kimyoviy muvozanatga temperaturaning ta'siri.

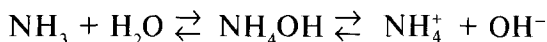
2.1. Yodning kraxmal bilan o'zaro ta'siri natijasida ko'k rangli, murakkab tarkibli yod-kraxmal hosil bo'ladi. Reaksiya ekzotermik, muvozanatni shartli ravishda quyidagi sxema bilan ifodalash mumkin:



2 ta probirkaga 4–5 tomchidan kraxmal eritmasi soling va 1 tomchi suyultirilgan yod eritmasi qo‘shing. Eritma ko‘k rangga bo‘yaladi. Probirkalarning birini qizdiring va rang o‘zgarishini kuzating. So‘ngra probirkani jo‘mrakdan oqayotgan suv ostida sovuting. Eritma rangida qanday o‘zgarish ro‘y beradi?

Tajribani tushuntirib bering.

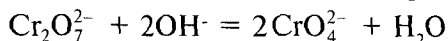
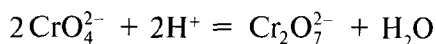
2.2. 2 ta probirkaga 5–7 ml distillangan suv, 2–3 tomchi fenoltalein va 1 tomchidan konsentrlangan ammiak eritmasi soling. 1 ta probirkani taqqoslash uchun qoldiring, 2- sini qizdiring. Qizdirish eritmadan ammiak ajralib chiqishini va shu bilan birga muvozanat siljishini tezlatadi:



Qizdirilganda ammiak eritmasining rangi o‘zgarishini tushuntiring.

3- tajriba. Kimyoviy muvozanatga muhitning ta’siri.

Xrom (VI) ion i shqoriy eritmada sariq rangli xromat ion i – CrO_4^{2-} shaklida namoyon bo‘ladi. *pH* kamaytirish natijasida CrO_4^{2-} protonlashadi va kislotali muhitda zarg‘aldoq rangli bixromat ion i – $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ hosil bo‘ladi:



Probirkaga 2–3 ml 10% li (massa jihatdan) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ eritmasi quying. Shu eritmaga tomchilab konsentrlangan ishqor eritmasi quying, rang o‘zgarishini kuzating. Eritma sariq rangga kirganda tomchilatib konsentrlangan sulfat kislota qo‘shing. Rang o‘zgarishini kuzating.

Sodir bo‘layotgan hodisalarni tushuntiring.

4- tajriba. Muvozanatni kam dissotsiatsiyalanadigan modda hosil qilish natijasida siljitish.

Probirkaga 4–5 ml magniy xlorid eritmasidan soling va asta-sekin cho‘kma hosil bo‘lguncha natriy gidroksid eritmasidan qo‘shing. Cho‘kmani chayqating, hosil bo‘lgan suspenziyani boshqa 2 ta probirkaga soling.

1- probirkani taqqoslash uchun qoldiring, 2- siga cho‘kma eriguncha xlorid kislota qo‘shing, 3-siga cho‘kma eriguncha ammoniy xlorid qo‘shing. Magniy gidroksidning xlorid kislota va ammoniy xloridda erishini tushuntirib bering.

ILOVALAR

Jadvallarda keltirilgan ma'lumotlar professor Yu.A.Yershov tahriri ostida tuzilgan metodik qo'llanmadan olingan.

Fizikaviy doimiylar

Avogadro soni	$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Universal gaz doimiysi	$R = 8,31 \text{ kJ/mol (kPa} \cdot \text{l/K mol)}$
Gazning normal molyar hajmi	$V_m = 22,4 \text{ l/mol}$
Plank doimiysi	$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J/sek}$
Elektron zaryadi	$e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ Kl.}$
Faradey soni	$F = 9,65 \cdot 10^4 \text{ Kl/mol.}$

1- jadval

O'lchamlar xalqaro sistemasi (SI) ning asosiy birliklari

Kattalik	Birlik	
	nomi	Belgisi
I. Asosiy kattaliklar		
Uzunlik	metr	m
Vaqt	sekund	sek
Massa	kilogramm	kg
Elektr tok kuchi	amper	A
Termodinamik harorat	kelvin	K
Moddaning miqdori	mol	n
II. Vaqt va kenglik kattaliklari ko'paytmasi		
Hajm	kub metr	m^3
Tezlik	metr sekund	m/sek
III. Mexanik va issiqlik kattaliklari ko'paytmasi		
Zichlik	kub metrlardagi kilogramm	kg/m^3
Bosim	Paskal	Pa
Energiya, ish, issiqlik miqdori, termodinamik potensial	Joul	J
Entropiya	Joul/Kelvin	J/K

Ba'zi tuzlarning turli temperaturada eruvchanligi
(1 g suvsiz modda 100 g suvda)

	Modda	0 °C	10 °C	20 °C	30 °C	40 °C
1	AgNO ₃	122	170	222	300	376
2	CuSO ₄ ·5H ₂ O	14,3	17,4	20,8	25	28,5
3	HgCl ₂	4,3	5,6	6,6	8,3	9,9
4	KCl	27,6	31,0	34,0	37,0	40,0
5	NH ₄ Cl	29,4	33,3	37,2	41,4	45,8
6	NaCl	35,7	35,8	36,0	36,3	36,6
7	Ca(HCO ₃) ₂	14,2	—	14,3	—	14,5
8	Li ₂ SO ₄	26,2	—	25,7	—	24,5
9	MgSO ₄ ·H ₂ O	—	—	38,6	37,8	36,3

Ba'zi organik moddalarning yonish issiqligi

Modda	Agregat holati	Yonish ΔH^0, kJ/mol	Modda	Agregat holat	Yonish ΔH^0, kJ/mol
CH ₄	g	—882	C ₆ H ₆	s	—3170
CO(NH ₂) ₂	kr	—634	C ₆ H ₁₂ O ₆	s	—3170
C ₂ H ₄	g	—1390	C ₆ H ₁₂ O ₆	kr	—2810
C ₂ H ₅ OH	s	—1370	CH ₃ COOH	s	—872

Ba'zi noorganik moddalarning suvda erish issiqligi

Modda	ΔH^0 erish, kJ/mol	Modda	ΔH^0 erish, kJ/mol
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	-350,5	$\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	-12,3
CaCl_2	-75,3	Na_2CO_3	-23,6
$\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	-19,1	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	-67,5
CuSO_4	-66,5	Na_2SO_4	-2,3
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	-11,6	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	-79,1
KCl	-16,7	ZnSO_4	-77,6

Tibbiyotda qo'llanadigan ba'zi moddalarning termodinamik ko'rsatkichlari

ΔH_{298}^0 – moddaning hosil bo'lish standart issiqligi, kJ/mol;

ΔG_{298}^0 – oddiy moddalardan murakkab modda hosil bo'lishida Gibbs energiyasining standart entalpiyasi, kJ/mol;

ΔS_{298} – moddaning standart entalpiyasi, kJ/mol · K.

Jadvalda qilingan qisqartmalar:

kr – kristallik holat;

g – gazsimon holat;

s – suyuq holat;

aq – suvli eritmadagi modda miqdori ko'rsatkichi;

gr – grafit.

Modda yoki ion	Agregat holat	ΔH_{298}^0	ΔG_{298}^0	ΔS_{298}
C	gr	0	0	5,7
C	olmos	1,9	2,9	2,4
CO	g	-111	-137	198
CO ₂	g	-394	-394	214
CO ₂	aq	-413	-386	121

H_2CO_3	aq	-700	-623	187
HCO_3^-	aq	-691	-587	95
CO_3^{2-}	aq	-676	-528	-53
Ca^{2+}	aq	-543	-553	-55
CaO	kr	-636	-604	40
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	kr	-987	-897	76
CaSO_4	kr	1430	-1320	107
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	kr	-2020	-1790	194
CaCl_2	kr	-795	-750	114
CaCl_2	aq	-877	-815	55
$\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	kr	-2600	-	-
Cl_2	g	0	0	223
HCl	g	-92,3	-95,3	187
HCl	aq	-167	-131	55
$\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	kr	-1680	-1400	225
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	kr	-2280	-1880	306
H_2O	s	-286	-238	70
H_2O	g	-242	-229	189
H_2O_2	s	-188	-118	-
H_2O_2	aq	-191	-	-
Br^-	aq	-372	-385	183
Cl_2	g	-216	-235	240
Cl^-	aq	-419	-414	158
I^-	aq	-307	-334	212
KMnO_4	kr	-814	-714	172
$\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	kr	-2500	-1280	366

Ba'zi indikatorlarning xossalari

Indikator	Rang o'zgarish oralig'i	Indikator $K_{ind.}$	Indikator rangi	
			Kislota shakli	Asos shakli
Metilzarg'aldog'i	3,1 — 4,4	3,75	Pushti	Sariq
Metil qizili	4,2 — 6,2	5,3	Qizil	Sariq
Lakmus	5,0 — 8,0	6,5	Qizil	Ko'k
<i>n</i> -nitrofenol	5,6 — 7,4	6,5	Rangsiz	Sariq
Neytral qizili	6,8 — 8,0	7,5	Qizil	Sariq
Fenolftalein	8,2 — 9,8	9,0	Rangsiz	Malina rang
Timolftalein	9,3 — 10,5	9,9	Rangsiz	Ko'k

Eritma konsentratsiyasini ifodalash usullari

Nomi	O'lchov birligi	Hisoblash formulalari
Molyar konsentratsiya, $c(X)$	mol/l	$c(X) = \frac{n(X)}{V(\text{eritma})} = \frac{m(X)}{M(X) \cdot V(\text{eritma})}$
Ekvivalentning molyar konsentratsiyasi, $c\left(\frac{1}{Z}X\right)$	mol/l	$c\left(\frac{1}{Z}X\right) = \frac{n\left(\frac{1}{Z}X\right)}{V(\text{eritma})} = \frac{m(X)}{M\left(\frac{1}{Z}X\right) \cdot V(\text{eritma})}$
Molyal konsentratsiya, $b(X)$	mol/kg	$b(X) = \frac{n(X)}{m(\text{erituvchi})} = \frac{m(X)}{M(X) \cdot m(\text{erituvchi})}$
Komponentning massa ulushi, ω		$\omega(X) = \frac{m(X)}{m(\text{eritma})}$
Komponentning massa ulushi, $\omega\%$	%	$\omega\%(X) = \frac{m(X)}{m(\text{eritma})} \cdot 100\%$

Komponentning molyar ulushi, $n(X)$		$N(X) = \frac{n(X)}{n(\text{eritma})}$
Komponentning hajmiy ulushi, $\varphi(X)$		$\varphi(X) = \frac{V(X)}{V(\text{eritma})}$
Titrl, $t(X)$	g/ml	$t(X) = \frac{m(X)}{V(\text{eritma})}$

8- jadval

Ba'zi erituvchilarning krioskopik va ebulioskopik doimiylari

Erituvchi	K , grad · kg/mol	E , grad · kg/mol
Suv	1,86	0,52
Benzol	5,12	2,57
Nitrobenzol	6,9	5,27
Sirka kislota	3,9	3,1

9- jadval

Ba'zi kam eriydigan tuz va gidroksidlarning suvli eritmalardagi eruvchanlik ko'paytmasi konstantalari

Modda	K_{eruvchi}	Modda	K_{eruvchi}
AgBr	$5,3 \cdot 10^{-13}$	$\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2$	$1,0 \cdot 10^{-31}$
AgSCN	$1,1 \cdot 10^{-12}$	$\text{Co}(\text{OH})_3$	$2,0 \cdot 10^{-16}$
Ag_2CrO_4	$1,1 \cdot 10^{-12}$	CuS	$6,3 \cdot 10^{-36}$
AgCl	$1,78 \cdot 10^{-10}$	$\text{Cu}(\text{OH})_2$	$5,0 \cdot 10^{-20}$
$\text{Ag}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	$1,1 \cdot 10^{-10}$	$\text{Cr}(\text{OH})_3$	$6,3 \cdot 10^{-31}$
AgI	$8,3 \cdot 10^{-17}$	$\text{Fe}(\text{OH})_2$	$1,0 \cdot 10^{-15}$
Ag_2S	$6,3 \cdot 10^{-50}$	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	$3,2 \cdot 10^{-38}$
$\text{Al}(\text{OH})_3$	$1,0 \cdot 10^{-32}$	Hg_2Cl_2	$1,3 \cdot 10^{-18}$
BaCO_3	$5,1 \cdot 10^{-9}$	HgS	$4,0 \cdot 10^{-53}$
BaC_2O_4	$1,1 \cdot 10^{-7}$	MgCO_3	$4,0 \cdot 10^{-5}$
BaCrO_4	$1,2 \cdot 10^{-10}$	$\text{Mg}(\text{OH})_2$	$6,0 \cdot 10^{-10}$

davomi

$Ba_3(PO_4)_2$	$6,0 \cdot 10^{-39}$	$Mg_3(PO_4)_2$	$1,0 \cdot 10^{-23}$
$BaSO_4$	$1,1 \cdot 10^{-10}$	$Mn(OH)_2$	$4,5 \cdot 10^{-13}$
$CaCO_3$	$4,8 \cdot 10^{-9}$	MnS	$2,5 \cdot 10^{-10}$
$Ca_2C_2O_4$	$2,3 \cdot 10^{-9}$	$PbCl_2$	$1,6 \cdot 10^{-5}$
$CaSO_4$	$9,1 \cdot 10^{-6}$	$PbCrO_4$	$1,8 \cdot 10^{-14}$
$Ca_3(PO_4)_2$	$2,0 \cdot 10^{-29}$	PbI_2	$1,1 \cdot 10^{-9}$
CdS	$1,1 \cdot 10^{-29}$	$Pb(OH)_2$	$1,1 \cdot 10^{-27}$
$PbSO_4$	$1,6 \cdot 10^{-8}$	PbS	$2,5 \cdot 10^{-27}$
$SrCO_3$	$1,1 \cdot 10^{-10}$	$Zn(OH)_2$	$7,1 \cdot 10^{-18}$
$SrCrO_4$	$3,5 \cdot 10^{-5}$	ZnS	$1,6 \cdot 10^{-24}$
SrC_2O_4	$5,5 \cdot 10^{-8}$	$ZnCO_3$	$1,4 \cdot 10^{-11}$

10-jadval

Ba'zi kislota va asoslarning dissotsiatsiyalanish konstantalari

Modda	K	pK
H_2SO_4	$K_1=1,4 \cdot 10^{-2}$ $K_2=6,0 \cdot 10^{-8}$	1,85 7,20
H_2S	$K_1=1,0 \cdot 10^{-7}$ $K_2=2,5 \cdot 10^{-13}$	6,99 12,60
H_2CO_3	$K_1=4,5 \cdot 10^{-7}$ $K_2=4,8 \cdot 10^{-11}$	6,32 10,35
H_3PO_4	$K_1=7,1 \cdot 10^{-3}$ $K_2=6,2 \cdot 10^{-8}$ $K_3=5,0 \cdot 10^{-13}$	2,15 7,21 12,0
CH_3COOH	$K_1=1,74 \cdot 10^{-5}$	4,76
$H_2C_2O_4$	$K_1=5,6 \cdot 10^{-2}$ $K_2=5,4 \cdot 10^{-5}$	1,25 4,27
NH_4OH	$K=1,76 \cdot 10^{-5}$	4,75
H_2O	$K=1,8 \cdot 10^{-15}$	15,74
$Ca(OH)_2$	$K_2=4,0 \cdot 10^{-2}$	2,40
$Cu(OH)_2$	$K_2=7,9 \cdot 10^{-14}$	
$Mn(OH)_2$	$K=3,0 \cdot 10^{-4}$	
$Zn(OH)_2$	$K_1=4,4 \cdot 10^{-5}$ $K_2=1,5 \cdot 10^{-9}$	4,36 8,83

Suvli eritmalaridagi ba'zi kompleks ionlarning beqarorlik konstantalari

Kompleks ion	$K_{\text{beqarorlik}}$	Kompleks ion	$K_{\text{beqarorlik}}$
$[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$	$1,4 \cdot 10^{-20}$	$[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$	$6,17 \cdot 10^{-36}$
$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$	$5,75 \cdot 10^{-8}$	$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$	$1,0 \cdot 10^{-24}$
$[\text{Ag}(\text{NO}_2)_2]^-$	$1,48 \cdot 10^{-8}$	$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$	$1,0 \cdot 10^{-31}$
$[\text{Ag}(\text{SCH})_2]^-$	$5,37 \cdot 10^{-9}$	$[\text{Fe}(\text{SCH})_6]^{3-}$	$5,99 \cdot 10^{-4}$
$[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$	$3,47 \cdot 10^{-14}$	$[\text{HgBr}_4]^{2-}$	$1,0 \cdot 10^{-21}$
$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$	$9,33 \cdot 10^{-13}$	$[\text{HgJ}_4]^{2-}$	$1,5 \cdot 10^{-30}$
$[\text{Co}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$	$4,07 \cdot 10^{-9}$	$[\text{Ni}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$	$3,4 \cdot 10^{-8}$
$[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$	$8,51 \cdot 10^{-6}$	$[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$	$2,0 \cdot 10^{-9}$
$[\text{Co}(\text{SCH})_4]^{2-}$	$6,31 \cdot 10^{-3}$	$[\text{Zn}(\text{SCH})_4]^{2-}$	$2,0 \cdot 10^{-4}$

Odam organizmidagi kimyoviy elementlar miqdori

Protsent miqdori	Elementlar
10	O(62), C(21), H(10)
1—10	N(3), Ca(2), P(1)
0,01—1	K(0,23), S(0,16), Cl(0,1), Na(0,08), Mg(0,027), Fe(0,01)
$10^{-3} — 10^{-2}$	Zn, Sr
$10^{-4} — 10^{-3}$	Cu, Cd, Br, Si, Cs
$10^{-5} — 10^{-3}$	J, Sn
$10^{-5} — 10^{-4}$	Mn, V, B, Si, Cr, Al, Ba
$10^{-6} — 10^{-3}$	Mo, Pb, Ti
$10^{-7} — 10^{-4}$	Be, Ag
$10^{-6} — 10^{-5}$	Co, Ni, La, Le, As, Hg, Bi
$10^{-7} — 10^{-5}$	Se, Sb, U
$10^{-7} — 10^{-6}$	Th
$10^{-12} — 10^{-4}$	Ru

**Kimyoviy elementlarning yer po'stida tarqanganligi
(V.I.Vernadskiy dekadalari bo'yicha)**

Dekada	%	Elementlar
I.	>10	O(49,13) Si(26,00)
II.	1—10	Al(7,45), Fe(4,20), Ca(3,25), Na(2,40), K(2,35), Mg(2,35), H(1,00)
III.	10 ⁻¹ —1	Ti(0,61), C(0,35), Cl(0,20), P(0,10), S(0,10),
IV.	10 ⁻² — 10 ⁻¹	F, Ba, N, Sr, Zr, V, Ni, Zn, B, Cu, Sr
V.	10 ⁻³ — 10 ⁻²	Pb, Li, V, Be, Ce, Co, Th, Nb, Pb, Ga, Mo, Br, U, Vb, Dy, Gd, Sm, Er, La, Sn
VI.	10 ⁻⁴ — 10 ⁻³	Sc, W, Cs, Cd, As, Pr, Hf, Ar, Zr, Ag, Tu, Ao, Tb, I, Ge
VII.	10 ⁻⁵ — 10 ⁻⁴	Se, Sb, Nb, Ta, Eu, Jn, Bi, Tl, Ag
VIII.	10 ⁻⁶ — 10 ⁻⁵	Pd, Pt, Ru, Os, Po, Au, Kh, Gr, Te, He
IX.	10 ⁻⁷ — 10 ⁻⁶	Ne, Re, Tc
X.	10 ⁻⁸ — 10 ⁻⁷	Kr
XI.	10 ⁻⁹ — 10 ⁻⁸	Xe
XII.	10 ⁻¹⁰ — 10 ⁻⁹	Ra
XIII.	10 ⁻¹¹ — 10 ⁻¹⁰	Pa

Ba'zi atom va ionlarning radiuslari (pm)

Atom, ion	Yadro zarya- di	Atom ra- diusi	Ion ra- diusi	Atom, ion	Yadro zarya- di	Atom ra- diusi	Ion ra- diusi
H, H ⁺	2	53	208	Li, Li ⁺	3	155	60
He	1	93	—	Be, Be ²⁺	4	112	31
B, B ³⁺	5	98	20	Zn, Zn ²⁺	30	138	74
C, C ⁴⁺	6	91	15	Ga, Ga ³⁺	31	141	62

N, N ³⁻	7	92	171	Ge, Ge ⁴⁺	32	137	53
O, O ²⁻	8	73	140	As, As ⁵⁺	33	139	47
F, F ⁻	9	72	136	Se, Se ²⁻	34	140	198
Ne	10	71	—	Br, Br ⁻	35	114	195
Na, Na ⁺	11	190	95	Kr	36	112	—
Mg, Mg ²⁺	12	160	65	Rd, Rd ⁺	37	246	148
Al, Al ³⁺	13	143	50	Sr, Sr ²⁺	38	215	113
Si, Si ⁴⁺	14	132	41	V, V ³⁺	39	178	93
P, P ³⁻	15	128	212	Zr, Zr ⁴⁺	40	160	80
S, S ²⁻	16	127	184	Nb, Nb ⁵⁺	41	146	70
Cl, Cl ⁻	17	99	181	Mo, Mo ⁵⁺	42	139	62
Ar	18	98	—	Ru, Ru ³⁺	44	134	69
K, K ⁺	19	235	133	Rh, Rh ²⁺	45	134	86
Ca, Ca ²⁺	20	197	99	Pd, Pd ²⁺	46	137	86
Sc, Sc ³⁺	21	162	87	Ag, Ag ⁺	47	144	126
Ti, Ti ⁴⁺	22	147	68	Cd, Cd ²⁺	48	154	97
V, V ⁵⁺	23	134	59	In, In ³⁺	49	166	81
Cr, Cr ⁶⁺	24	130	52	Sn, Sn ²⁺	50	162	112
Mn, Mn ⁷⁺	25	135	56	Sb, Sb ⁵⁺	51	159	62
Fe, Fe ²⁺	26	126	76	Te, Te ²⁺	52	160	221
Co, Co ²⁺	27	125	74	I, I ⁻	53	133	216
Ni, Ni ²⁺	28	124	72	Xe	54	131	—
Cu, Cu ²⁺	29	128	69	Cs, Cs ⁺	55	267	169

Ba, Ba ²⁺	56	222	135	Pt, Pt ²⁺	78	139	96
La, La ³⁺	57	187	115	Au, Au ⁺	79	146	137
Ta, Ta ⁵⁺	73	149	73	Hg, Hg ²⁺	80	157	110
W, W ⁶⁺	74	141	68	Ta, Ta ³⁺	81	171	95
Os, Os ⁴⁺	76	135	69	Pb, Pb ²⁺	82	175	120
Ir, Ir ⁺	77	136	66	Bi, Bi ³⁺	83	170	120

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. **A.Abdusamatov, A.Rahimov, S.Musayev.** Fizik va kolloid ximiya. – T., 1992, 231 bet.
2. **А.С.Ленский.** Введение в бионеорганическую и биофизическую химию. – М., 1989, 255- bet.
3. **А.В.Бабков, Г.Н.Горшкова, А.М.Кононов.** Практикум по общей химии с элементами количественного анализа. – М., 1978, 167- bet.
4. **Акбаров А.В.** Bioorganik va biofizik kimyo asoslari. – T., 1996, 396- bet.
5. **Л.И.Андронов.** Теоретическая электрохимия. – М., 1984, 1 va 2- qism.
6. **Н.Л.Глинка.** Общая химия. – М., 1984, 702- bet.
7. **М.И.Равич-Sherbo, G.A.Annenkov.** Fizik va kolloid ximiya. – T., 1971, 265- bet.
8. **С.С.Касимова.** Биогенные элементы. – T., 1990, 184- bet.
9. **V.N.Alekseyev.** Yarim mikrometod bilan qilinadigan ximiyaviy sifat analizi kursi. – T., 1976, 624- bet.
3. **М.Миркомилова.** Аналитик kimyo. – T., 1996, 336- bet.
1. **X.U.Usmonov, X.R. Rustamov, X.R.Rahimov.** Fizikaviy ximiya. – T., 1963, 623- bet.
2. **X.H.Nakimov, A.Z.Tatarskaya, N.T.Olimxo'jayeva.** Umumiy kimyodan amaliy mashg'ulotlar. – T., 1993, 263- bet.
4. **Р.Чанг.** Физическая химия с приложением к биологическим системам. – М., 1980, 633- bet.
5. **A.J.Xamroyev, A.G.Mahsumov.** Umumiy kimyodan amaliy mashg'ulotlar. – T., 2004, 152- bet.

MUNDARIJA

So'zboshi	3
I bob. Kimyoviy laboratoriyalarda ishlash tartibi	5
Kimyoviy laboratoriyalarda ishlashda texnika xavfsizligi qoidalari	6
II bob. Eritmalar	7
Xalqaro SI sistemasida eritma konsentratsiyasini ifodalash usullari	7
Kislota-asosli muvozanat	20
Bufer eritmalarining xossalari	30
Eritmalarining kolligativ xossalari	40
III bob. Titrimetrik analiz	60
Titrimetrik analizga kirish	60
Kislota asosli titrlash usulining nazariy asoslari	71
Kislota-asosli titrlash usuli. Alkalimetriya	80
Kislota-asosli titrlash usuli. Asidimetriya	91
Kompleks birikmalar	99
Kompleksonometrik titrlash usuli	114
Geterogen muvozanat	121
Cho'ktirish usuli. Argentometriya usuli. Mor usuli	130
Cho'ktirish usuli. Tiotsianometrik titrlash. Folgard usuli	143
Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari. Redoks potensialni aniqlash	152
Oksidlanish-qaytarilish usullari. Permanganometriya usuli	163
Yodometriya usuli	173
IV bob. Biogen elementlar	184
Biogen elementlar kimyosi	184
Biologik muhim <i>s</i> - elementlar	187
Biologik muhim <i>d</i> - elementlar	189
Biologik muhim <i>p</i> - elementlar	192
<i>s</i> - elementlarning kimyoviy xossalari	193
<i>d</i> - elementlarning kimyoviy xossalari	197
<i>p</i> - elementlarning kimyoviy xossalari	203
Sifatli analizining asoslari	212
Biogen elementlar kationlarining alohida sifat reaksiyalarini o'rganish	214
Anionlarning xususiy sifat reaksiyalarini o'rganish	224
V bob. Noorganogen elementlar	234
Noorganogen elementlarning kimyoviy xossalari	240
Noorganogen elementlar ionlarining sifat reaksiyalari	248
VI bob. Fizkolloid kimyo	260
Sirt hodisalari. Adsorbsiya	260
Eritmalarining elektr o'tkazuvchanligi. Konduktometrik titrlash	277
Elektrokimyo asoslari. Biologik suyuqliklarni <i>pH</i> ni potensiommetrik aniqlash	291
Kimyoviy termodinamika va termokimyo asoslari	305
Dispers sistemalar. Kolloid eritmalarining turg'unligi va ularni olish usullari	325
Kimyoviy reaksiyalar kinetikasi	336
Ilovalar	357
Foydalanilgan adabiyotlar	367