

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIIY TA’LIM, FAN VA
INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

NAMANGAN MUHANDISLIK-QURILISH INSTITUTI

«KIMYOVIY TEXNOLOGIYA» KAFEDRASI

**«ANALITIK KIMYO VA FIZIK-KIMYOVIY TAHLIL» FANIDAN
O‘QUV USLUBIY MAJMUA**

Bilim soxasi:	700000 –Muhandislik, ishlov berish va qurilish sohalari
Ta’lim soxasi:	710000 – Muhandislik ishi
Magistratura mutaxassisliklari:	60710400- Ekologiya va atrof muhit muhofazasi (tarmoqlar va sohalar bo‘yicha)

Mazkur o‘quv-uslubiy majmua O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligi Namangan muhandislik-qurilish inistitutining 2023 yil “30” avgustdagi 1-sonli buyrug‘i bilan tasdiqlangan “Analitik kimyo va fizik - kimyoviy tahlil” fanining o‘quv dasturi asosida tayyorlandi.

Tuzuvchil: NamMQI, “Kimyoviy texnologiya” kafedrası dotsenti, texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD), **Soddiqov Fatxiddin Burxonidinovich.**

Taqrizchi: **Shamshidinov I.** NamMQI, “Kimyoviy texnologiya” kafedrası professori, texnika fanlari doktori, professor.

Sattarov T. NamDU, Noorganik kimyo kafedrası mudiri, texnika fanlari nomzodi, dotsent.

O‘quv-uslubiy majmua Namangan muhandislik-qurilish instituti ilmiy-uslubiy kengashining 2023 yil «08» 30 dagi 1 - sonli qarori va bayoni bilan nashrga tavsiya etilgan.

MUNDARIJA

I	NAZARIY MATERIALLAR.....	5
1.1.	Sifat analizi. Analitik kimyo fanining vazifasi va mohiyati. Analitik kimyo usullarining sinflanishi I va II- guruh kationlari tavsifi.	5
1.2.	Massalar ta'siri qonuni. Massalar ta'siri qonunining analizdagi ahamiyati.	13
2.1.	Elektrolitik dissotsiylanish nazariyasi.	23
2.2.	Mavzu. Suvning ion ko'paytmasi. Bufer eritmalar. Ularning analizdagi ahamiyati.	28
3.	III, IV va V- guruh kationlarining umumiy tavsifi. Hidroliz va amfoterlik, ularning analizdagi ahamiyati.	36
4.1.	Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari va ularning analizdagi ahamiyati. Oksidlanish darajasi.	45
4.2.	Kompleks birikmalar. Anionlar, ularning aralashmasi analizi. Quruq tuz analizi.	52
5.1.	Miqdoriy analiz usulining sinflanishi.	65
5.2.	Gravimetrik analiz asosi va usullari.	72
6.1.	Titrimetrik analiz asoslari va usullari Konsentratsiya turlari. Titrimetrik analizda hisoblashlar.	79
6.2.	Neytrallashtirish (kislota-asosli titrlash) usuli asoslari. Indikatorlarning ion va xromofor nazariyasi.	86
6.3.	Oksidlanish-qaytarilish usullari asosi. Usulning sinflanishi.	90
7.1.	Titrlash egri chiziqlari. Kuchli kislotani kuchli asos bilan titrlash egri chizig'i.	95
7.2.	Redoksimetriyada indikatorlar nazariyasi. Titrlash egri chiziqlari va indikatorlar tanlash usullari.	102
7.3.	Permanganometriya usuli mohiyati. Titrlash egri chiziqlari va ekvivalent nuqtani aniqlash. Yodometriya usuli asosi.	111
8.1.	Kompleks hosil qilish usuli. Kompleksonlar, ularning turlari va tuzilishi. Indikatorlar nazariyasi. Usulning analizda qo'llanilishi va ahamiyati.	115
8.2.	Optik analiz usullari. Spektral uskunalar turlari Spektrofotometriya. Sifat va miqdoriy taxlilda qo'llanilishi. Miqdoriy tahlilni xromatografik usullari. Yuzaviy va ion almashinish xromatografiyasi.	122
II	AMALIY MASHG'ULOT MATERIALLARI.....	143
1.	Moddalarning eruvchanligini hisoblash.	143
2.	Moddalarning eruvchanlik ko'paytmasini hisoblashga doir masalalar yechish.	147
3.	Suvning ion ko'paytmasi va bufer eritmalarining pH ni hisoblash. .	150
4.	Elektrolitik dissotsiylanishga doir masalalar yechish.	156
5.	Hidroliz darajasi va konstantasiga doir masalalar yechish.	159
6.	Konsentratsiya turlariga doir (molyar, foiz, titr, molyal va molyar	

	ekvivalent konsentrsiyalar) masalalar yechish.	166
7.	Neytrallash usuliga doir masalalar yechish.	172
8.	Permanganometriya usuliga doir masalalar yechish.	181
9.	Kompleksonometriya usuliga doir masalalar yechish.	186
III	LABORATORIYA MASHG‘ULOTI MATERIALLARI.	193
1.	Sifat reaksiyalarini bajarish texnikasi.	193
2.	I-II guruh kationlarini ochish reaksiyalarini va aralashmasini analizini bajarish.	194
3.	III guruh kationlarini ochish reaksiyalari va aralashmasining analizini bajarish.	200
4.	Anionlarni ochish reaksiyalari va aralashmasini analizi. Anionlar ochish reaksiyalarini bajarish va aralashmasini analizini bajarish. . .	213
5.	Quruq tuzni (noma’lum tarkibli) analizini bajarish.	224
6.	Tortma analiz. Xaydash usuli bo’yicha analiz qilish yo’li. Yakka tartibda tarozida tortishni o’rgatish. Ishchi ishqor eritmasini tayyorlash va uni konsentrsiyasini aniqlash.	226
7.	Titrimetrik analiz. Neytrallash usulida aniqlovchi va ishchi eritmalarni tayyorlashni bajarish.	235
8.	Ishchi ishqor eritmasining konsentrsiyasini aniqlash. Berilgan kislotani foiz konsentrsiyasini aniqlash.	236
9.	Neytrallash usulida suvning karbonatli qattiqligini aniqlash.	242
10.	Permaganometriya usulida ishchi eritma tayyorlash va uni konsentrsiyasini aniqlash.	243
11.	Permaganometriya usulida temirdi miqdorini aniqlash ishini bajarish.	245
12.	Yodometriya usulida ishchi eritmani konsentrsiyasini aniqlash va shu usul bilan ishlash,eritmadagi misning miqdorini aniqlash.	246
13.	Kompleksonometriya usulida ishchi eritmani konsentrsiyasini aniqlash.	248
14.	Kompleksonometriya usulida ichimlik suvini umumiy qattiqligini aniqlash.	249
15.	Spektrofotometriya yordamida moddaning konsentrsiyasini aniqlash.	251
IV	Mustaqil ta’lim mavzulari.	254
V	Glossariy.	259
VI	Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati.	269

I. NAZARIY MATERIALLAR.

1.1 - mavzu. Sifat analizi. Analitik kimyo fanining vazifasi va mohiyati. Analitik kimyo usullarining sinflanishi I va II- guruh kationlari tavsifi.

Reja:

- 1. Analitik kimyo fani va uning rivojlanish tarixi.**
- 2. Analiz usullarining sinflanishi.**
- 3. I va II guruh kationlarining qisqacha tavsifi.**
- 4. Analitik reaksiyalarning olib borish usullari**

Analitik kimyo kimyoviy analizning nazariy asoslari va usullarini ishlab chiqadigan fandır. Analitik kimyoning amaliy vazifasi moddalarning yoki ular aralashmalarining kimyoviy tarkibini aniqlashdan iborat. Analiz qilishda avval moddaning sifat tarkibi aniqlanadi, ya'ni u qanday molekulalardan elementlardan, yoki ionlardan tarkib topganligi haqidagi masala hal qilinadi, so'ngra moddaning miqdoriy tarkibi aniqlanadi. Shu topilgan molekulalar yoki ionlar qanday miqdoriy nisbatlarda ekanligi bilib olinadi.

Modda tarkibiga qanday element yoki ionlar kirishini aniqlash sifat analizining vazifasidir.

Tekshirilayotgan modda tarkibini tashkil etgan element yoki ionlar miqdorini aniqlash miqdoriy analizning vazifasidir.

Sifat analiz odatda, miqdoriy analizdan oldin o'rganiladi. Tekshirilayotgan moddaning oldindan ma'lum bo'lgan birorta tarkibiy qismining foiz miqdorini aniqlash zarur bo'lganida ham sifat analizdan foydalanishga to'g'ri keladi. Bunday qilinishiga sabab shuki, tekshirilayotgan moddada qanday elementlar yoki ionlar borligi bilib olingandan keyingina shu moddaning tarkibiy qismlarini miqdoriy jihatidan aniqlashning eng muvofiq usullarini tanlab olish mumkin bo'ladi.

Ikkinchi tomondan, sifat reaksiyalari tekshirilayotgan namunadagi ba'zi komponentlarning miqdori, ya'ni ularning ko'p yoki ozligi, juda kamligi haqida fikr yuritishga imkon beradi.

Analitik kimyo, shu jumladan sifat analizi, ilmiy va amaliy jihatidan nihoyatda katta ahamiyatga ega bo'lib, moddalarni hamda ularning o'zgarishlarini tekshirish usullarning

to'plami hisoblanadi. U kimyoga yaqin bo'lgan fanlar-minerealogiya, geologiya, fiziologiya, mikrobiologiya, shuningdek meditsina, agronomiya, va texnika fanlarida ham katta rol o'ynaydi. Biror jihatdan kimyoviy hodisalar bilan bog'langan deyarli har qanday ilmiy tekshirishlarda analitik kimyo usullaridan foydalanishga to'g'ri keladi.

Kimyoviy analizning xalq xo'jaligida juda katta ahamiti bor; sanoatning eng muhim tarmoqlaridagi ishlab chiqarishni kimyoviy jihatdan tekshirishni kimyoviy analizsiz tasavvur etib bo'lmaydi.

Analitik kimyoga oid masalalarni har xil: **kimyoviy, fizikaviy** va **fizik-kimyoviy** usullari bilan hal qilish mumkin. Bu usullar tobora rivojlanmoqda va takomillashmoqda. Yangi nazariy asoslari va yangi ish texnikasini talab qiladigan ancha ilg'or analiz usullari to'xtovsiz ishlab chiqilmoqda.

Kimyoviy analiz usullari faqat kimyoviy reaksiyalarga asoslanib qo'shimcha asbob va uskunalar talab qilmaydi. Usulning kamchiligi - sezgirligi va tanlovchanligi past, hamda analiz ko'p vaqt talab qiladi. Bu usullarda murakkab na'munalarni analiz qilib bo'lmaydi. Lekin o'zining soddaligi va yuqori aniqligi jihatidan hali ham oddiy namunalarni analizida keng qo'llaniladi.

Sifat analizning kimyoviy usullari bilan ish ko'rilganda topilishi lozim bo'lgan element yoki ion o'ziga xos xususiyatli biror birikmaga aylantiriladi va ayni birikma hosil bo'lganligi ana shu xossalari asosida bilib olinadi. Bunda sodir bo'ladigan kimyoviy o'zgarish **analitik reaksiya** deyiladi. Reaksiyaga qo'shiladigan moddaga esa **reagent** deyiladi.

Analizning kimyoviy usullarini qo'llanishning ham, boshqa eksperimental usullar kabi, ma'lum me'yori bor, ularni ana shu me'yordan ortiq qo'llab bo'lmaydi. Masalan, mavjud usullar sezgirligi, ya'ni har xil aralashmadagi «asar» (juda oz miqdor)ni topish va aniqlashga yaroqliligi jihatidan fan va texnikaning o'sib borayotgan talablariga hamma vaqt ham javob beravermaydi. Shuningdek, analizlarning kimyoviy usullar yordamida bajarilish tezligi ham ishlab chiqarishda texnologik jarayonlarni tartibga solib, keraksiz mahsulot chiqishini oldini olish uchun analiz natijalarini o'z vaqtida olib turish juda

muhimdir. Shuning uchun, **kimyoviy analiz** usul bilan bir qatorda, **fizikaviy** va **fizik-kimyoviy** va **biologik analiz usullari** ham tobora keng tarqalmoqda.

Analizning **fizikaviy usullari** moddaning kimyoviy tarkibi bilan uning ayrim fizikaviy xossalari o'rtasidagi bog'lanishidan foydalanishga asoslangan. **Spektral analizda** modda gorelka alangasiga, elektr yoyi va hokazolarga kiritilganda sodir bo'ladigan nurlanish spektri tekshiriladi. Spekrda izlanayotgan elementlar uchun xos chiziqlar bo'lishiga, berilgan modda o'sha elementlar bor yo'qligi haqida, chiziqlarning ravshanlik darajasiga qarab esa ularning miqdori to'g'risida fikr yuritiladi. Bu usul juda sezgir (10^{-6} - 10^{-8} g miqdordagi elementlarni aniqlashga imkon beradi), oz vaqt oladi va ko'p miqdor modda talab qilmaydi.

Lyuminescent analiz lyuminesensiyaga, ya'ni tekshirilayotgan ob'ektni ultrabinafsha yoki korpuskulyar nurlar (masalan, katod nurlari) bilan yoritilganda nurlanish kuzatilishiga asoslangan. Bunda simobning ko'rinmaydigan yorqin nurlari chizig'ini (3650 A) o'tkazib, ko'rinadigan nurlarni tutib qoluvchi (lyuminesensiyani kuzatishda muhim bo'lgan) yorug'lik filtri bor simobli kvarts lampa ul trabinafsha nurlar yoki boshqa turdagi nurlanish ta'sirida tekshirilayotgan modda o'ziga xos nur chiqarib lyuminesensiyalanadi. Lyuminesensiyaning intensivligi va rangi turli moddalarni sifat hamda miqdoriy analiz qilishda analitik belgilardan biri hisoblanadi. **Lyuminescent analiz spektral analizdan ham seziluvchandir.** Bu usulda fan texnikaning ko'pgina tarmoqlarida (mineral va organik birikmalarni analiz qilishda, biologiyada, meditsinada hamda qishloq xo'jaligida, oziq-ovqat mahsulotalarini tekshirishda, terini oshlashda, shishalarni sortlarga ajratishda, neft qazilmalarini o'rganishda va boshqalarda) samarali foydalaniladi. Bundan tashqari moddalarni zichligi, elektrometriya usullarida eritmalarning elektr o'tkazuvchanligi, hosil bo'lgan tok, potensial va hakozalarni o'lchashga asoslangan. Fizik usullarning **kamchiligi** cheklangan holda qo'llanilishidadir.

Miqdor analizda ishlatiladigan **fizik-kimyoviy usullardan** rangli eritmalar intensivligining moddalar (ionlar yoki molekulalar) konsentratsiyasiga bog'liqligiga asoslangan kolorimetrik, fotokolorimetrik, spektrofotometrik usullarni hamda alohida xromotografik usullarini qayd qilib o'tish mumkin. **Fizik-kimyoviy usullar kimyoviy**

reaksiyalar jarayonida eritmalarining fizik xususiyatlarni o'zgarishini o'rganishga asoslangan, masalan, adsorbsiyalash xromotografiya usulida tekshiriladigan eritma shisha naychaga joylashtirilgan kukun holatdagi qattiq adsorbent (masalan, Al_2O_3) kolonkchasidan o'tkaziladi. Turli moddalar yoki ionlarning adsorбилanish xususiyati nixoyatda xilma-xil bo'lgani uchun ular kolonkada bir-biridan ajraladi va ularni o'ziga xos rangidan yoki reagentlar ta'sir ettirilganda hosil bo'ladigan birikmalarining ranglariga ko'ra ham sifat, ham miqdor analizlarini bajarilishi mumkin.

Xromotografik usullarida ham ko'pincha: elektrometriya, konduktometrik, potensiometriya, amperometriya, kulonometriya va boshqa titrlash usullari keng ko'lamda qo'llaniladi. Fizikaviy usullar bilan fizik-kimyoviy usullar orasiga hamma vaqt ham qat'iy chegara qo'yib bo'lmaydi. Ba'zan ularda «instrumentlar», moddaning biror xossasini xarakterlaydigan muayyan parametrlar qiymatini aniq o'lchashga imkon beradigan nozik asboblari kerak.

Ushbu ma'ruza matnida instrumental usullar batafsil ko'rib chiqilmaydi.

Analitik reaksiyalarni bajarishda ishlatiladigan moddaning miqdoriga qarab, sifat analizda **makro-, mikro-, yarim mikro** va **ultramikro** usullardan foydalaniladi.

Makroanalizda moddaning nisbatan ko'proq (**0,5-1 g**) miqdori yoki bu modda eritma holida bo'lsa, uning **5-10 ml** miqdori tekshiriladi. Reaksiyalar **10-20 ml** sig'imli odatdagi probirkalarda, kimyoviy stakanlar yoki kolbalarda o'tkaziladi. Cho'kmalar eritmadan qog'oz filtrlar orqali filtrlash yo'li bilan ajratib olinadi.

Yarimmikroanalizda moddaning makroanalizdagiga qaraganda taxminan **100** marta kam miqdori, ya'ni qattiq moddaning bir necha milligramm yoki eritma millilitrning bir qismi tekshiriladi. Bunda tekshirilayotgan modda tarkibidagi element yoki ionlarning har birini, ular hatto juda oz miqdorda bo'lganida ham, aniqlashga imkon beradigan yuqori sezgir reaksiyalardan foydalaniladi. Yarimmikroanaliz bajarilayotgan paytda moddaning massasi 0,05-0,1 g oralig'ida yoki eritma holidagi hajmi 0,5-1 ml gacha bo'ladi.

Tomchi usulida eritmaning rangi o'zgaradigan yoki rangli cho'kmalar hosil bo'ladigan reaksiyalar qo'llaniladi. Reaksiyalar ko'pincha bir parcha filtr qog'oz ustida o'tkaziladi, bunda tekshirilayotgan eritma va reaktivlar ma'lum tartibda tomiziladi.

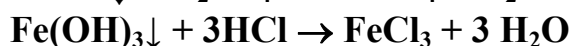
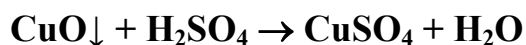
Reaksiya natijasida qog'ozda rangli dog' hosil bo'ladi va uning rangiga qarab, tekshirilayotgan eritmada izlanayotgan ionning bor-yo'qligi aniqlanadi. Tomchi reaksiyalarini chuqurchali maxsus tomchi plastinkasida, soat oynasida, chinni tigelda va boshqalarda ham o'tkazish mumkin.

Reaksiyalar **mikrokristalloskopik usul** bilan analiz qilishda odatda shisha plastinka ustida o'tkaziladi va hosil bo'layotgan kristallar shaklini mikroskop ostida ko'rib, izlanayotgan ion (element)ning bor-yo'qligi haqida bir fikrga kelinadi.

Yarimmikroanalizda ham makroanalizdagi ish sistemasining hammasi, chunonchi: ionlarni birin-ketin ajratish va topish, asosan saqlanib qoladi, lekin tajribalar o'tkazishda maxsus usul va apparatlar zaruriyati bo'lmaydi.

Yarimmikroanaliz makroanalizga qaraganda bir qancha afzalliklarga ega bo'lib, ishlaganda e'tibor berish makroanalizdagidek ishonchli natijalar beradi. Uning sifat analiz o'qitish praktikasiga kiritilishida, 1944 yilda yarim mikroanalizni birinchi marta qo'llagan, Moskvadagi M.V.Lomonosov nomli nozik kimyoviy texnologiya instituti analitik kimyo kafedrasininig prof. I.P.Alimarin boshchiligidagi kollektivining xizmati katta bo'ldi.

Ko'pincha sifat analizida «**ho'l**» usul bilan o'tkaziladigan, ya'ni moddalarning eritmalari o'rtasida boradigan reaksiyalar qo'llaniladi. Bularni o'tkazish uchun tekshiriladigan modda oldindan eritilgan bo'lishi kerak. Odatda, erituvchi sifatida suv ishlatiladi, agar modda suvda erimasa, kislotalarda eritiladi. Kislotada eritilgan modda kimyoviy o'zgarishga uchrab suvda oson eriydigan bironta tuzga aylanadi. Masalan:



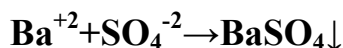
Yuqoriga ko'rsatilgan strelka gaz hosil bo'lishini ko'rsatadi.

Sifat analizida faqat biror **tashqi effekt**, ya'ni reaksiyaning haqiqatda bo'layotganligini ko'rsatuvchi har xil o'zgarishlar bilan boradigan reaksiyalardagina foydalaniladi. Odatda, bunday tashqi effektlar:

a) eritma rangining o'zgarishi:



b) cho'kma tushishi (yoki erib ketishi):



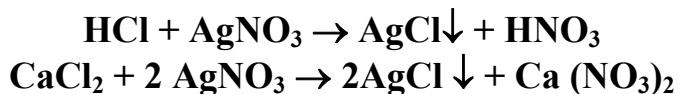
c) gaz ajralib chiqishidan iborat bo‘ladi:



Cho‘kma tushishi va eritma rangining o‘zgarishi sodir bo‘ladigan reaksiyalar eng ko‘p qo‘llanadigan analitik reaksiyalardir.

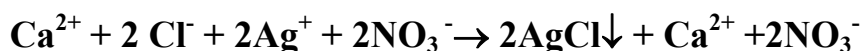
Anorganik moddalarni analiz qilishda ko‘pincha tuzlar, kislotalar va asoslarning suvdagi eritmalari bilan ish ko‘riladi. Ma‘lumki, bu moddalar elektrolitlardir, ya‘ni ular suvdagi eritmalarida ionlarga dissotsilangan bo‘ladi. Shu sababli ho‘l usul bilan o‘tkaziladigan reaksiyalar odatda, oddiy yoki murakkab ionlar o‘rtasida boradi, binobarin, biz bu reaksiyalardan foydalanib, to‘g‘ridan-to‘g‘ri elementlarni emas, balki ular hosil qilgan ionlarni topamiz.

Masalan, HCl yoki xloridlarning eritmasidan xlorini topish uchun unga kumush nitrat AgNO_3 eritmasi ta‘sir ettiriladi. Bunda suzmasimon oq cho‘kma AgCl hosil bo‘ladi, shu cho‘kmaga qarab xlor borligi haqida xulosa qilinadi:

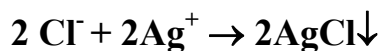


va hokazo.

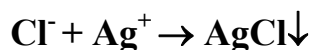
Bu tenglamalarda keltirilgan tuzlarning hammasi cho‘kmaga tushayotgan AgCl dan tashqari eritmada tegishli ionlar ajralgan xolda bo‘ladi. Shuni hisobga olib, keyingi reaksiyani quyidagi ko‘rinishda yozish mumkin:



Ca^{2+} va NO_3^{-} ionlari reaksiyada ishtirok etmasligi sababli ularni tenglamada tushirib qoldirish mumkin. Bunda reaksiya tenglamasi quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:



yoki (ikkiga qisqartirib yozsak)



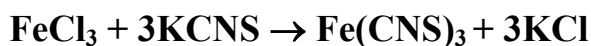
Ma‘lumki, bu tenglama **reaksiyaning asosiy ionli tenglamasi** deb ataladi. Xloridlarning eritmalari bilan AgNO_3 o‘rtasida boradigan har qanday reaksiya uchun ham xuddi ana shu ionli tenglama kelib chiqadi.

AgNO_3 ta'sirida II guruh anionlari hammasi cho'kmaga tushadi. Lekin faqat AgCl cho'kmasi NH_4OH ta'sirida eriydi:

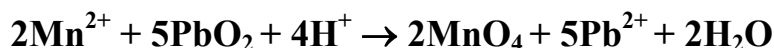


Bu xususiyati Cl^- analizda qo'llaniladi.

Rangi o'zgarish reaksiyalariga quyidagilar misol bo'lishi mumkin:



Sariq rangsiz qizil



Rangsiz qizil-binafsha

I guruh kationlarining umumiy tavsifi

Kationlarning I analitik guruhiga **ammoniy** (NH_4^+), **kaliy** (K^+), **natriy** (Na^+), **magniy** (Mg^{2+}) va ba'zi siyrak elementlarning ionlari kiradi. Ular hosil qilgan ko'pchilik tuzlar suvda yaxshi eriydi. Analiz uchun eng muhimi ularning sulfidlari, gidroksidlari, karbonatlari va xloridlarining suvda eruvchanligidir. I guruh kationlari boshqa hamma guruh kationlaridan ana shu bilan farq qiladi. Bu tuzlar eriydigan bo'lgani uchun I guruh kationlar boshqa guruhlarining guruh reagentlari, ya'ni HCl , H_2S , $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ va $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ta'sirida cho'kmaydi va boshqa guruh kationlarini qiyin eruvchan tuzlar holida ajratilganda ular eritmada qoladi. Boshqa guruh kationlari K^+ , Na^+ va Mg^{2+} kationlarini topishga xalal bergani uchun sistematik analizda bu kationlar eritmadan to'liq yo'qotilgandan keyingina topiladi.

K^+ , Na^+ va Mg^{2+} kationlari (I guruh kationlariga kiradigan Li^+ , Rb^+ va Cs^+ ham) inert gazlar atomining tashqi qavatiga o'xshash sakkiz yoki ikki elektronli tugallangan tashqi qavatga ega. I guruh kationlaridan Mg^{2+} ion alohida ajralib turadi; u D.I.Mendeleev davriy sistemasining ikkinchi guruhida joylashgan bo'lib, I va II analitik guruh kationlari o'rtasida oraliq holatni egallaydi; shu sababli uni I guruhga ham, II guruhga ham kiritish mumkin. Mg^{2+} ionining II guruh kationlari bilan umumiy bo'lgan xossasi shundan iboratki, uning gidroooksikarbonati $(\text{MgOH})_2\text{CO}_3$ suvda qiyin eriydi. Lekin u ammoniy tuzlari ishtirokida yaxshi eriydi. II guruh kationlari ammoniy karbonat ta'sirida NH_4OH va NH_4Cl ishtirokida cho'ktirilgani uchun Mg^{2+} ion analiz davomida II guruh bilan

cho'kmasdan, I guruh bilan eritmada qoladi. Shuning uchun Mg^{2+} ni I guruh kationlari bilan birga o'rganish qulay.

I-II guruh kationlarining qisqacha tavsifi

Analitik guruh	Guruhga kiradigan kationlar	Guruh reaktivi	Hosil bo'ladigan birikmalar	Guruhning tavsifnomasi
I	K^+ , Na^+ , NH_4^+ , Mg^{2+} va boshqalar	Yo'q	-	Xloridlari, sulfatlari, sulfidlari, karbonatlari, Mg^{2+} dan tashqari suvda eruvchan
II	Ba^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+} va boshqalar	$(NH_4)_2CO_3$ NH_4OH NH_4Cl ishtirokida	$BaCO_3$ $CaCO_3$ $SrCO_3$	Xloridlari, sulfidlari, suvda eruvchan, karbonatlari, kislota da eriydi. Sulfatlari suvda, kislota va ishqorlarda erimaydi.

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, II guruh kationlariga Ba^{+2} , Sr^{+2} , Ca^{+2} va boshqalar kiradi. Bularning guruh reagenti $(NH_4)_2CO_3$ bo'lib, ammoniyli bufer ($NH_4Cl:NH_4OH$) eritmasi ishtirokida (pH=9,2) karbonatli tuzlar ($BaCO_3$, $SaCO_3$, $SrCO_3$) xolida chukmaga tushadi. Analizlar shundan dalolat beradiki, xloridli va sulfidli tuzlari suvda eruvchan, karbonatli tuzlari kislota da eriydi, sulfatli tuzlari suvda, kislota va ishqorlarda erimaydi.

Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

1. Analitik kimyo fani va uning ahamiyati.
2. Hozirgi zamonda analitik kimyodan qaerlarda foydalaniladi?
3. Analitik kimyoning tarkibiy qismi nima?
4. Sifat analizi deganda nimani tushunasiz?
5. Miqdor analizi deganda nimani tushunasiz?
6. Analitik kimyo usullarining sinflanishi.
7. Analitik kimyo boshqa fanlarni rivojlanishiga qanday ahamiyati bor?
8. Analitik kimyoning asosiy vazifalarini ko'rsating.

9. Analizning kimyoviy, fizikaviy, fizik-kimyoviy va biologik analizlar qanday tamoyillarga asoslangan?

10. Makro-, mikro-, yarimmikro- va ul tramikroanaliz nima?

11. Namunani o'rganishda qaysi analizdan ko'proq foydalanamiz?

12. Kimyoviy va fizikaviy analizlarni farqi?

13. Spektrda chiziqlar ravshanligi nimani ko'rsatadi?

14. Kimyoviy analizda "ho'l" va "quruq" usul nima?

15. Reaksiyada "tashqi effekt" deganda nimani tushunasiz?

16. Reaksiyada cho'kma hosil bo'lsa, qanday belgi yoki gaz hosil bo'lsa qanday belgi qo'yiladi?

17. Kimyoviy tenglama tuzishda qaysi ionlarni tenglamadan tushirib qoldirish mumkin?

18. Reaksiyaning ion tenglamasi deb qanday tenglamaga aytiladi?

19. I-II guruh kationlari, ularning bir-biridan farqi?

20. I-guruh kationlarining guruh reagenti bormi?

21. II-guruh kationlari guruh reagenti

22. II-guruh kationlarini cho'ktirishda bufer eritmalar nima uchun qo'shiladi?

1.2 - mavzu. Massalar ta'siri qonuni. Massalar ta'siri qonunining analizdagi ahamiyati.

Reja:

1. Kimyoviy analizdagi eritmalarni nazariy asoslari.

2. Massalar ta'siri qonuni.

3. Massalar ta'siri qonunining analizdagi ahamiyati.

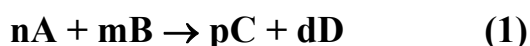
4. Analitik reaksiyalarni olib borish usullari.

Analitik reaksiyalar ko'pchiligi suvdagi eritmalarda olib boriladi. Borayotgan har bir kimyoviy reaksiya ikki nuqtai nazardan: *termodinamik* va *kinetik* xususiyatlari bo'yicha xarakterlanadi. Termodinamik nuqtai nazardan reaksiya *muvozanatda* bo'lishi bilan xarakterlanadi, bunday sistemada ayni ma'lum vaqtdan keyin harorat va boshqa

tashqi sharoit doimiyligida reaksiyada ishtirok etuvchi komponentlarning muvozanat konsentratsiyalari qaror topadi.

Kinetika-kimyoviy reaksiya yoʻnalishi tezligini xarakterlaydi. Uning tezligi muvozanat holatiga yaqin boʻladi. Analitik kimyodagi koʻpchilik reaksiyalar eritmada katta tezlik bilan boradi va kimyoviy muvozanat tezda qaror topadi.

Kimyoviy reaksiya tenglamasini umumiy holda quyidagi koʻrinishda keltirish mumkin:



bunda, **n,m,p,d**-stexiometrik koeffitsientlar

A va B-boshlangʻich mahsulot

C va D-reaksiya mahsuloti.

Eritgan modda bilan erituvchi oʻzaro taʼsirlashuvi jarayonida muvozanat holatga kelsa, u holda eritmada *muvozanat konsentratsiya* qaror topadi va vaqt oʻtishi bilan muvozanat konsentratsiyasi uzoq vaqtgacha oʻzgarmaydi. Moddaning muvozanatli konsentratsiyasi uning umumiy va boshlangʻich konsentratsiyasigacha, hamda kimyoviy reaksiya yoʻnalishi uchun sarflangan modda yoki muvozanati qaror topgunga qadar boʻlgan reaksiyaga bogʻliq boʻladi. Moddaning eritmadagi umumiy konsentratsiyasi, odatda s_0 , muvozanat konsentratsiya s yoki koʻpincha muvozanat konsentratsiya simvoli sifatida modda formulasini bildiruvchi kvadrat qavs []dan foydalaniladi va bu modda konsentratsiyasini ifodalaydi. Agar, masalan, $[B_1]$ moddaning boshlangʻich konsentratsiyasi boʻlsa, u holda uning muvozanat konsentratsiyasi $[B_1] = [B_2]$ boʻladi. Eritmaning B moddaning barcha shakllari oʻrtasida muvozanat qaror topadi. Barcha muvozanat shakllar yigʻindisi eritmadagi B moddaning umumiy konsentratsiyasiga teng boʻladi. Masalan. H_2S eritmasida muvozanat eritmasdagi H_2S molekulasiga hamda HS^- va H^+ ionlari oʻrtasida qaror topadi. Binobarin:

$$[H_2S] = [HS^-] + [H^+] \quad (2)$$

Bunday (1.2) tipli nisbatlarni material balans tenglamasi deyiladi. Shu kabi eritmada shartli elektroneytrallik kuzatiladi:

$$\sum C^Z = 0 \quad (3)$$

Unda C-ion konsentratsiyasi; Z-uning zaryadi.

Eritilgan modda konsentratsiyasi turli birlikda ifodalanishi mumkin: bir litr eritmadagi (mol /l), 1 litr eritmadagi erigan moddaning grammlar soni (massa ulushi yoki protsent miqdori) va h.k. modda miqdorining asosiy birligi CI mol hisoblanadi.

Mol – 0,012 kg ugleerod – 12 tarkibida bo‘lgan real yoki shartli atom zarrachalar miqdoridir.

Real zarrachalar degan atom, ion, molekula, radikal elektronlar va hokazolarni hamda **shartli zarracha** degan – masalan, $\frac{1}{2} \text{H}_2\text{SO}_4$, $\frac{1}{5} \text{KMnO}_4$ va hokazolarni tushunmoq kerak. Modda miqdorini mol birlik bilan ifodalashda uning qanday zarracha ekanligi aniq ko‘rsatilishi kerak.

Molyar konsentratsiya C(X) – modda miqdori (X) mol ni eritma hajmiga nisbatdir. SI bo‘yicha asosiy birlik molyar konsentratsiya mol /sm³, amalda tavsiya etiladigan birlik esa mol/dm³ yoki mol /l hisoblanadi.

«Molyar konsentratsiya» termini istagan zarracha konsentratsiyasiga tadbqiq etiladi, masalan, molekula molyar konsentratsiyasi, ionlar molyar konsentratsiyasi va hokazo. Masalan, $C(\text{HCl}) = 0,1 \text{ mol /l}$ $C(\text{H}^+) = 1 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}$. «Molyarlik» terminini ishlatish tavsiya etilmaydi. Ammo «molyarlik» termini saqlab qoladi.

Reaksiya (1.) ni termodinamik xarakterlash muvozanat konstantasi hisoblanadi:

$$K = \alpha_3 \alpha_4 / \alpha_1 \alpha_2 \quad (4)$$

bunda, α - reaksiyaga qatnashuvchilarning aktivligi.

O‘zgarmas harorat va bosmda muvozanat konstantasi doimiy bo‘lib, reaksiyaga ishtirok etuvchi komponentlar konsentratsiyasiga bog‘liq bo‘lmaydi. Binobarin, muvozanat konstantasi son qiymati qancha katta bo‘lsa, kimyoviy reaksiya muvozanati shuncha o‘ngga ko‘p siljigan bo‘ladi, ya’ni reaksiya mahsuloti hosil bo‘lish tomonga siljiydi.

K – kattalik konsentratsion yoki stexiometrik muvozanat konstantasi bo‘lib, muvozanat konstantasi ifodasiga aktivlik emas, balki mol /l bilan belgilangan modda konsentratsiyasi kirishini e’tiborga olinadi.

Aktivlik konsentratsion real eritmalar idealligini, ya'ni ularning xossalarini ideal eritma xossasidan chetga chiqishini ochib beradi va xarakterlaydi. Eritgan modda konsentratsiyasi kamayishi bilan uning aktivlik koeffitsienti birga yaqinlashadi va juda suyultirilgan eritmalarda

$$K = 1 \text{ ga teng bo'ladi. } K = C \quad C \rightarrow 0 \text{ bo'ladi}$$

C – konsentratsiya.

Eritmada analitik reaksiya yo'nalishlari ko'pincha murakkablashib, bir yoki bir nechta asosiy jarayon ishtirokchilari reaksiyada ishtirok etuvchilar bilan ta'sirlashadi. Bu kationni bufer eritma komponenti bilan, kuchsiz kislota anionini proton bilan va h.k. birikish reaksiyalari bo'lishi mumkin. Bundan holda eritma muvozanatini hisoblash uchun shartli muvozanat konstantalari deb ataluvchi kattalikdan foydalanish qulay, qandaydir komponent konsentratsiyasini yoki eritma komponentini, masalan pH doimiyligi bog'liqligini qayd qilmoq kerak. Shartli muvozanat konstantasi konsentratsion yoki termodinamik munosabatlar bilan bog'langan.

Eritmada kimyoviy reaksiya tezligi

Vaqt birligi ichida yo'nalishi bilan modda konsentratsiyasining o'zgarishi kimyoviy reaksiya tezligi deyiladi, yoki aniqrog'i, o'zgarmas harorat va bosimda modda konsentratsiyasining vaqtga qarab o'zgarishiga aytiladi.

Masalan, reaksiya tezligi

$$A + B = A \cdot B \quad (1)$$

Vaqt birligi ichida modda konsentratsiyasining ortishini quyidagicha ifodalash mumkin, yoki:

$$V = d C_{AB} / dt \quad (2)$$

Kimyoviy reaksiya tezligini o'rganadigan kimyo fanining bo'limini kimyoviy kinetika yoki kinetik kimyoviy reaksiya deyiladi. Kinetik tenglama kimyoviy reaksiya tezligini reaksiyaga kirishayotgan moddalar konsentratsiyalari bilan bog'laydi. Reaksiya uchun kinetik tenglama quyidagi ko'rinishga ega:

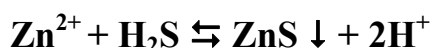
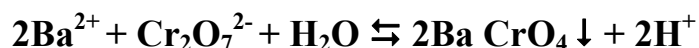
$$d [AB] / dt = k C_A C_B \quad (3)$$

Tenglamadagi k ko'paytma–kimyoviy reaksiyaning tezlik konstantasi deyiladi. Bu kattalik har bir modda konsentratsiyasi birga teng bo'lgandagi reaksiya tezligini xarakterlaydi. Kinetik tenglamada modda konsentratsiyasi ba'zi bir darajada bo'lishi mumkin. Kinetik tenglamaga kiradigan reaksiyaga kirishayotgan moddalar konsentratsiyalarining daraja ko'rsatkich yig'indisi reaksiya tartibi deyiladi. Ko'pincha eritmada reaksiya ***birinchi*** yoki ***ikkinchi*** tartibga ega bo'ladi. Agar barcha reagent konsentratsiyalarida kimyoviy reaksiya tezligi doimiy bo'lib qolsa, bu jarayon ***nol tartibli*** reaksiya deb ataladi.

Kimyoviy reaksiya yo'nalish tezliklari juda katta farqlanadi; **birinchi tartib** reaksiya tezlik konstantasi 10^{-7} dan 10^{-8} gacha, **ikkinchi tartib** 10^{-7} dan 10^{-11} lG'(mol · s) oralig'ida bo'ladi. Ba'zi bir reaksiyalar sekundni bir necha ulushida (masalan, kuchli kislotani kuchli asos bilan neytrallanishi), ba'zi oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari esa faqat bir necha soat yoki undan ham ko'p vaqt ichida tugaydi.

Massalar ta'siri qonuni

Analitik reaksiyalarning ko'pchiligi qaytar reaksiyalar, ya'ni bir vaqtda bir-biriga qarama-qarshi ikki yo'nalishda boradigan reaksiyalardir. Masalan Ba^{2+} va Zn^{2+} ionlarini topish va ajratish reaksiyalari ana shunday reaksiyalar jumlasiga kiradi:



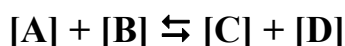
Bunday tenglamalarda tenglik belgisi o'rniga ($\rightleftharpoons$) qaytarlik belgisi qo'yiladi. Bir vaqtda bo'ladigan bu ikki reaksiyaning chapdan o'nga tomon boradiganini ($\rightarrow$) to'g'ri reaksiya, o'ngdan chapga tomon boradiganini esa ($\leftarrow$) teskari reaksiya deyiladi.

Umumiy kimyo kursidan ma'lumki, eritmada reaksiya uchun olingan va reaksiya natijasida hosil bo'lgan hamma moddalar mavjud bo'lganda qaytar reaksiyalar kimyoviy muvozanatga olib keladi.

Kimyoviy muvozanat vujudga kelishiga sabab reaksiyaga kirishuvchi moddalarning konsentratsiyalari o'zgarishi natijasida to'g'ri va teskari reaksiya tezliklarining bir-biriga tenglashib qolishidir.

Kimyoviy reaksiyalarning tezligi reaksiyaga kirishayotgan moddalar konsentratsiyalarning vaqt birligi ichida o'zgarishi bilan o'lchanadi.

Madomiki, molekula yoki ionlarning o'zaro to'qnashishi kimyoviy reaksiyaning vujudga keltirar ekan, bir xil sharoitda ularning to'qnashishilari qancha ko'p bo'lsa, reaksiyaning tezligi ham shuncha katta bo'lishi kerak. Eritmadagi har bir molekula yoki ionning konsentratsiyasi qancha ko'p bo'lsa, ularning tez-tez to'qnashib turishi ham shuncha ko'p bo'ladi. Eritmada qaytar reaksiya borayapti deb faraz qilaylik.



Bunda **A**, **B**, **C** va **D**-reaksiya boradigan aralashmadagi har xil moddalar.

To'g'ri reaksiyaning tezligi **A** va **B** moddalarning konsentratsiyalariga to'g'ri proporsionaldir.

Reaksiyaga kirishadigan va reaksiya natijasida hosil bo'ladigan moddalarning konsentratsiyalari 1 litrdagi mol miqdor bilan ifodalanishini hamda shu moddaning formulasi o'rta qavs ichiga olib ko'rsatilishini eslatib o'tamiz.

To'g'ri reaksiyaning tezligini quyidagicha yozish mumkin:

$$V_1 = k_1 \cdot [A] \cdot [B] \quad (1)$$

[]- konsentratsiya belgisi

Bunda V_1 to'g'ri reaksiyaning tezligi, k_1 esa reaksiya tezligining konstantasi deb ataluvchi proporsionallik koeffitsientidir.

Agar **[A]** va **[B]** konsentratsiyalarni 1 mol/l ga teng desak unda

$$V_1 = k_1 \text{ bo'ladi.}$$

Demak, reaksiyaga kirishadigan moddalardan har birining konsentratsiyasi 1 mol/l bo'lganda (yoki ularning kupaytmasi birga teng bo'lsa) boradigan reaksiyaning shu sharoitdagi tezligi uning tezlik konstantasi deyiladi.

Xuddi shunga o'xshash teskari reaksiyaning tezligi (v_0) ni

$$V_2 = k_2 \cdot [C] \cdot [D] \quad (2)$$

reaksiya davomida **A** va **B** moddalarning konsentratsiyalari borgan sari kamayib, **C** va **D** moddalarning konsentratsiyalari ortib boradi. Demak, vaqt o'tgan sari to'g'ri

reaksiyaning tezligi kamayib, teskari reaksiyaning tezligi noldan boshlab ortib boradi. Nihoyat, ikkala tezlik teng bo‘lib qoladi.

Kimyoviy muvozanat vaqtida vaqt birligi ichida har bir moddaning (**A,B,C va D**) qancha molekulasi reaksiyaga kirishsa, qarama-qarshi reaksiya natijasida ulardan o‘shancha miqdorda hosil bo‘ladi. Demak, kimyoviy muvozanat vujudga kelganda reaksiya borayotgan aralashmadagi hamma moddalarning konsentratsiyasi o‘zgarmay qoladi. Bunda reaksiya guyo to‘xtab qolgandek bo‘ladi; aslida esa ikkala reaksiya ham davom etaveradi, biroq ularning biri ikinchisining natijasini yo‘qqa chiqaradi.

Shunday qilib, kimyoviy muvozanat harakatchan yoki dinamik muvozanatdan iborat.

Yuqorida ko‘rib o‘tganimizdek, kimyoviy muvozanatda

$$V_2 = V_1 \quad (3) \text{ bo‘ladi.}$$

Bu tenglamaga (1) va (2) tenglamalardagi V_1 va V_2 larning qiymatini (3) ga qo‘yamiz:

$$k_1 [A] \cdot [B] = k_2 [C] \cdot [D]$$

Konsentratsiyalar ifodasini tenglamaning bir tomoniga, doimiy miqdor k_1 va k_2 larni esa ikkinchi tomoniga ko‘chiramiz:

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{[C] \cdot [D]}{[A] \cdot [B]}$$

Lekin ikki konstantaning nisbati ham doimiy son bo‘ladi. Uni **K** bilan belgilab, uzil-kesil quyidagi tenglamani keltirib chiqaramiz:

$$K = \frac{k_1}{k_2}; \quad K = \frac{[C] \cdot [D]}{[A] \cdot [B]}$$

Xuddi shunga o‘xshash

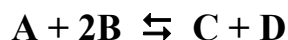


reaksiyaning muvozanati reaksiyaga kirishayotgan moddalarning konsentratsiyasi:

$$\frac{[C] \cdot [D]}{[A] \cdot [B] \cdot [E]} = K$$

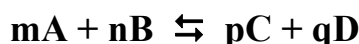
tenglamani qanoatlantirgan vaqtda vujudga keldi.

Agar **B** va **E** lar bir xil modda bo'lsa, yuqoridagi tenglamalar bunday ko'rinishga ega bo'ladi:



$$\frac{[C] \cdot [D]}{[A] \cdot [B]^2} = K$$

Umumiy holda



Reaksiya uchun (m,n,h, va q-stexiometrik koeffitsentlar) muvozanat boshlanishi sharoiti:

$$\frac{[C]^p \cdot [D]^q}{[A]^m \cdot [B]^n} = K \quad (4)$$

tenglama bilan aniqlanadi.

Tenglama (4) kimyoning eng asosiy qonunlaridan biri bo'lgan massalar ta'siri qonuning matematik ifodasi bo'lib, u shunday ta'riflanadi:

Kimyoviy muvozanat vujudga kelganda reaksiya natijasida hosil bo'lgan moddalar konsentratsiyalari ko'paytmasining reaksiya uchun olingan moddalar konsentratsiyalari ko'paytmasiga bo'lgan nisbati berilgan haroratda shu reaksiya uchun doimiy son bo'lib, muvozanat konstantasi deyiladi, K bilan belgilanadi.

Bunda har qaysi moddaning konsentratsiyasini stexiometrik koeffitsentiga teng bo'lgan darajaga olish kerak.

Eslatma: Juda aniq hisoblash uchun massalar ta'siri qonuni tenglamasini konsentratsiyalar emas, balki aktivliklar orqali ifodalash lozim. aktivlik bir litrdagi mol yoki gramm-ion bilan ifodalangan konsentratsiyani **aktivlik koeffitsenti** deb ataladigan tegishli koeffitsentga ko'paytirish yo'li bilan topiladi.

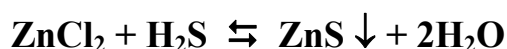
Muvozanat konstantasi **K** ning fizikaviy ma'nosi uning k_1/k_2 ga tengligida ayondir, ya'ni u konsentratsiyalar bir xil (har bir mol /l ga teng) bo'lganda va berilgan haroratda to'g'ri reaksiyaning tezligi teskari reaksiyaning tezligidan necha marta katta ekanini ko'rsatadi. ***Agar K ning qiymati birdan kichik bo'lsa, bu teskari reaksiya katta tezlik***

bilan borayotgannini bildiradi. Bundan ko‘rinadiki, **K** ning son qiymatiga qarab reaksiyaning qaysi tomonga borayotganini bilish mumkin. Agar **muvozanat konstantasi K juda katta** bo‘lsa, bu to‘g‘ri reaksiya deyarli oxirigacha borishini, teskari reaksiya esa deyarli o‘ngga siljigan bo‘ladi. **K>1** bo‘lsa $v_1 > v_2$ bo‘ladi. **K** ning qiymati juda kichik bo‘ladi. Nihoyat, agar **K** ning qiymati birga yaqin bo‘lsa, reaksiya qaytar bo‘ladi. **K<1** bo‘lsa $v_2 < v_1$ bo‘ladi. Agar **Kq1** bo‘lsa $v_1 < v_2$ bo‘ladi. Bu holda muvozanat reaksiyada ishtirok etayotgan to‘rttala moddaning ham konsentratsiyasi birmuncha katta bo‘lganda vujudga keladi. Ulardan birortasi ham yetarli darajada to‘liq o‘zgarmaydi. Quyida sistemaning muvozanat holati **K** ning qiymatidan tashqari, reaksiyaga kirishayotgan moddalarning dastlabki konsentratsiyalariga, moddaning tabiatiga va haroratga bog‘liq bo‘lishi ko‘rsatilgan. Ayniqsa, muvozanat konstantasi bularga bog‘liq emas. **K** ning doimiyligini ham xuddi ana shu ma’noda tushunmoq kerak. Chunonchi **A** va **V**

$$\frac{[C]^p [D]^q}{[A]^m [B]^n}$$

moddalarning konsentratsiyalari qanday bo‘lishidan qat’iy nazar nisbat muvozanat holatida o‘zgarmas haroratda bir xil qiymatga ega bo‘ladi. Haroratning har qanday o‘zgarishi **K** ning qiymati o‘zgarishiga olib keladi. Boshqacha qilib aytganda, berilgan modda har bir haroratda qandaydir muayyan eruvchanlikka ega bo‘lganidek har bir harorat uchun reaksiya muvozanat konstantasining ham ma’lum qiymati to‘g‘ri keladi

Faraz qilaylik:



Massalar ta’siri qonunini barcha sohalarida ishlatilishda katta ahamiyatga egadir. Massalar ta’siri qonuni faqat kuchsiz elektrolitlarni suyultirilgan eritmalari uchun qo‘llaniladi.

1. Kuchsiz elektrolitlarni dissotsiyanlash konstantalarini hisoblashda;
2. Hidroliz konstantalarini hisoblashda;
3. Kompleks birikmalarini konstantalarini hisoblashda;
4. Yomon eriydigan cho‘kmalarni hosil bo‘lishida va ularni erishida hisobga olinadi.
5. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini yo‘nalishida.

Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

1. Eritma deganda nimani tushunasiz?
2. Nima uchun analitik reaksiyalar ko'pchiligi eritmalarda olib boriladi?
3. Eritmalar reaksiya termodinamikasi deganda nimani tushunasiz?
4. Eritmada reaksiyani kinetik xossalari qanday tushunasiz?
5. Muvozanat konstantasi nima?
6. Muvozanat konstantasiga qarab eritmada reaksiya yo'nalishi qaysi tomonga o'zgaradi?
7. Aktivlik koeffitsenti qanday belgilanadi?
8. Eritmada erigan modda tezlik konstantasi kamayishi bilan aktivlik koeffitsenti qanday o'zgaradi?
9. Eritmada kimyoviy reaksiya tezligini qanday ta'riflanadi?
10. Birinchi, ikkinchi va 0 tartibli reaksiyalarni qanday tushunasiz?
11. Massalar ta'siri qonuni nimalarga bog'liq?
12. Harorat kamayishi bilan molekulalar harakati nima bo'ladi?
13. Eritmalarda qachon qaytar reaksiya vujudga keladi?
14. Kimyoviy muvozanat bo'lishiga nima sabab?
15. Tezlik konstantasi nima?
16. Qachon to'g'ri reaksiya tezligi katta bo'ladi?
17. Qachon to'g'ri reaksiya tezligi katta bo'lmaydi?

2.1 - mavzu. Elektrolitik dissotsiyanish nazariyasi.

Reja:

1. Elektrolitik dissotsiyanish.

2. Kuchli va kuchsiz elektrolitlar.

3. Analitik reaksiyalarni olib borish shart-sharoitlari.

Eritmalardan elektr tokini o'tkazganda elektr toki o'tsa, bu eritmalar **elektrolitlar** deyiladi. Masalan: kislota, ishqor, tuzlar suvda eritilganda o'zlaridan elektr tokini o'tkazadi. Demak bularning hammasi elektrolitlardir.

Elektrolitik dissotsiyanish birinchi marta 1887 yilda **S.Arrenius** tomonidan o'rganilgan va ilmiy asoslab berilgan. Elektrolitlar suvdagi eritmalarda dissotsiyalanganda **musbat zaryadlangan ionlar kationlar va manfiy zaryadlangan ionlar anionlar** deyiladi.

Dissotsiyanish darajasiga qarab elektrolitlar 3 guruhga bo'linadi.

1. Kuchli elektrolitlar

2. O'rta kuchli elektrolitlar

3. Kuchsiz elektrolitlar

1. Kuchli elektrolitlarda dissotsiyanish to'liq bo'ladi:

Masalan: Kislotalar: HCl , HI , HNO_3 , H_2SO_4

Ishqorlar: KOH , NaOH , LiOH , $\text{Ba}(\text{OH})_2$

Tuzlar: KCl , NaCl , NH_4NO_3 , Na_2SO_4 , K_2SO_4

2. O'rta kuchli elektrolitlar: HF , H_3PO_4 , H_2SiO_3 , $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$

3. Kuchsiz elektrolitlar: CH_3COOH , NH_4OH , H_2S , H_2O , HCN

Har bir elektrolitning eritmalarda dissotsiyanish qobiliyati dissotsiyanish darajasi bilan xarakterlanadi. Dissotsiyanish molekulalar sonining erigan barcha molekulalar soniga nisbati dissotsiyanish darajasi deyiladi. Demak, dissotsiyanish darajasi erigan molekulalarning qancha qismi dissotsiyanishini ko'rsatadi. **Dissotsiyanish darajasi α** bilan belgilanadi va quyidagicha bo'ladi va %da ifodalanadi.

$$\alpha = \frac{C_{\text{дисс. ионлар}}}{C_{\text{умумий}}} \cdot \%$$

Agar dissotsialanish darajasi $\alpha=0,1$ % ga teng bo'lsa, bunday eritma **10%** dissotsiyalangan bo'ladi. Agar $\alpha=0,2$ ga teng bo'lsa **20%** bo'ladi. Agar $\alpha=1$ bo'lsa **100%** bo'ladi. α ni qiymatini eritmalarining elektr o'tkazuvchanligi, muzlash haroratini kamayishi va qaynash haroratini oshishi orqali aniqlanadi. Yuqorida ko'rsatilishi bo'yicha analitik reaksiyalar sharoitlardan biri-etarli konsentratsiya. Demak kuchsiz eritmalarda ionlar konsentratsiyasi kam bo'lib reaksiyalarga yetarli bo'lmasligi mumkin. Bu muammmoni yechish uchun kuchsiz elektrolit **CH₃COOH** misolida ko'ramiz.



Massalar ta'sir qonunini qo'llab dissotsiyalanish konstantasini yozamiz:

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

Umumiy ko'rinishda yozsak:

$$K = \frac{C_a \cdot C_k}{C_{\text{кислота}}} \quad (1)$$

Bu yerda:

C_a -anionlarning konsentratsiyasi

C_k -kationlarning konsentratsiyasi

$C_{\text{kisl.}}$ - dissotsialanmagan kislotalar molekularining konsentratsiyasi

Agar kislotaning umumiy konsentratsiyasi - C mol/l bo'lsa va dissotsiyalanish darajasi α bo'lsa, unda dissotsiyalangan molekular C_α bo'ladi va $C_\alpha = C_k = C_a$
Dissotsiyalanmagan molekular konsentratsiyasi:

$$C_M = C - C_\alpha = C(1-\alpha).$$

Bularni qiymatini tenglama (1) ga qo'ysak:

$$K = \frac{C_a \cdot C_k}{C(1-\alpha)} = \frac{C\alpha^2}{1-\alpha}$$

Bu tenglamani **Osvaldni suyultirish qonuni deyiladi** va kuchsiz elektrolitni uni dissotsiyalanish darajasi bilan bog'laydi.

Agar elektrolit kuchsiz va kam suyultirilgan bo'lsa α qiymati juda kichik bo'ladi va amalda $1-\alpha=1$ ga teng bo'ladi. Bu holda:

$$K = C\alpha^2 \quad \text{bo'lib} \quad \alpha = \sqrt{\frac{K}{C}} \quad \text{kelib chiqadi}$$

Bu formuladan ko'rinib turibdiki, eritma suyultirilgan sari, ya'ni C -ning konsentratsiyasi kamayishi bilan ionlanish darajasi ortib boradi.

Turli elektrolitlarning teng konsentratsiyali eritmalarida dissotsialanish darajalari turlicha bo'ladi. Yaxshi dissotsialanuvchi elektrolitlar **kuchli** elektrolitlar deb, yomon dissotsialanuvchi elektrolitlar **kuchsiz** elektrolitlar deyiladi. Dissotsialanish darajasi **30% dan** ortiq bo'lgan elektrolitlarga **kuchli**, **30% gacha** dissotsialanuvchi elektrolitlar **o'rtacha kuchli** elektrolitlarga **3% dan** kam dissotsialanuvchi elektrolitlar esa **kuchsiz** elektrolitlarga kiradi.

Geterogen sistemalar

Bizga ma'lumki eritmalar gomogen va geterogen eritmalarga bo'linadi.

Gomogen eritmalar-erituvchida biror modda (kislota, tuz, asos va boshqalar) eritilganda bir jinsli sistema hosil bo'ladi. Bunga misol qilib shakarni suvda erishini olishimiz mumkin.

Geterogen eritmalar-biror moddani eritganimizda ikki jinsli sistema hosil bo'ladi, bunday eritmalarga misol qilib

1. Eritma-cho'kma
2. aralashmaydigan ikki suyuqlik (benzol va suv).
3. Suyuqlik va gaz aralashmalari.

Agar eritmada $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl} \downarrow$ bo'lsa, bularning orasidagi chegara ionlar cho'kma orasidagi faza bo'ladi. Har qanday ionlar, ya'ni kumush kationi, xlor anioni suvli eritmada suv molekulalari bilan o'zaro dipol holatda birlashgan bo'ladi.



Kumush xlorid cho'kmasida AgCl ionlari suv dipollari bilan o'zaro birikishi natijasida cho'kmadan ionlar holatda ajralib chiqa boshlaydi.



AgCl-qattiq faza, **Ag⁺** va **Cl⁻** ionlari suyuq fazada bo'ladi. Bunda muvozanat vujudga kelgan vaqtda eritmada to'yinish hosil bo'ladi. Demak **Ag⁺** va **Cl⁻** ion hosil qilish tezligi bilan cho'kma **AgCl** hosil qilish tezligi teng bo'lsa muvozanat hosil bo'ladi. Ionlarning konsentratsiyasining birlashish tezligi **k₁** ga tezlashadi, ya'ni

$$v_1 = v_2$$

Demak bu xolatda **v₁q****v₂** muvozanat konstantasi vujudga keladi.

Eritmada cho'kmaga tushmagan ionlarning ko'paytmasi eruvchanlik ko'paytmasi deyiladi:

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

Uy haroratida **AgCl** ni eruvchanlik ko'paytmasi $1,6 \cdot 10^{-10}$ ga teng. Xar bir ionning konsentratsiyasini eruvchanlik deb ataladi:

$$\mathfrak{D}_{\text{AgCl}} = [\text{Ag}^+] = [\text{Cl}^-] = \sqrt{1,6 \cdot 10^{-10}} = 1,2 \cdot 10^{-5}$$

Bu degani uy haroratida cho'kma va eritmadagi ionlar muvozanatga kelganda eritmada **1,2·10⁻⁵ g-ion/l** **Ag⁺** va **Cl⁻** ionlari cho'kmaga tushmagan holda qoladi. Bu raqamga qarab qaysi holda cho'kmaga tushishni aniqlash mumkin.

Agar cho'kmaga tushuvchi ionlarning konsentratsiyasi eruvchanlikdan katta bo'lsa, cho'kma tushadi (**10⁻⁴, 10⁻³ g-ion/l**), agar kam bo'lsa (**10⁻⁷, 10⁻⁸ g-ion/l**) cho'kma tushmaydi.

Cho'kma hosil qilishga ta'sir etuvchi omillar

1. Yuqorida aytgandek cho'kma hosil bo'lish uchun moddalar konsentratsiya yetarli bo'lishi kerak.

2. Cho'kma hosil qilishga xarorat salbiy ta'sir etadi. Shuning uchun ba'zi holda cho'kmaga tushirish uchun sovitish, ba'zida isitish zarur bo'ladi.

3. Bir xil nomli ionlar cho'kma tushishga ijobiy ta'sir etadi. Masalan **Ag⁺** ionlarining konsentratsiyasi eruvchanlikdan kam bo'lsa **Sl⁻** ionining ortiqcha qismi cho'kma hosil bo'lishiga olib boradi.

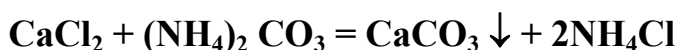
4. Har xil nomli ionlar choʻkmani eruvchanligini oshiradi, chunki bu holda ionlar aro kuchlar oshib ionlarning bir-biri bilan uchrashib choʻkmaga tushishiga taʼsir etadi (tuz effekti).

5. Organik erituvchilar qoʻshilsa choʻkma hosil boʻlishi oshadi (tuzlanish effekti). Masalan spirtni oddiy suvga qoʻshsak erigan tuzlar loyqa hosil qilishi mumkin.

Analitik reaksiyalar shart-sharoitlari.

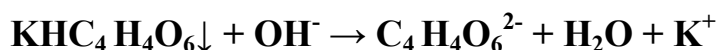
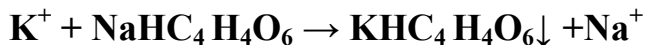
Analitik reaksiyalar olib borishda shart-sharoitlar katta ahamiyatga ega 1- **muhit** 2- **harorat**; 3- **konsentratsiya**;

1. Agar choʻkma hosil qilish reaksiyasi olib borilsa va choʻkma kislotalarda erisa, bunday reaksiya kislotali muhitda olib borilmaydi:

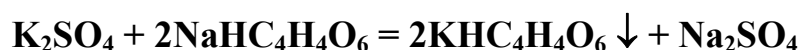


Kislotalar choʻkma eriydi, reaksiya ishqoriy muhitda olib boriladi.

Agar choʻkma ishqorlarda erisa, reaksiyani ishqoriy muhitda olib borilmaydi:



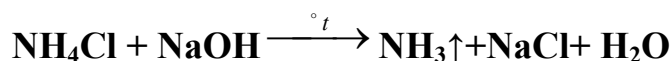
Hosil boʻlgan choʻkma ham kislota, ham ishqorda erisa, reaksiyani neytral muhitda olib boriladi:



Choʻkma kislota va ishqorlarda eriydi, yaʼni reaksiya neytral muhitda olib boriladi.

2. Harorat ham reaksiyalarda katta ahamiyatga ega. Agar hosil boʻlgan choʻkmani eruvchanligi harorat oshishi bilan olib borilsa, reaksiyani past haroratda yoki sovutib olib boriladi, Bunga misol, yuqoridagi, keyingi gidrotartarat bilan choʻktirishni boʻlib oladi.

Bir xil reaksiyalar faqat yuqori haroratda olib boriladi:



3. Reaksiya uchun olingan moddalarni konsentratsiyasi ham katta ahamiyatga ega.

Choʻkma tushishi uchun moddalarnin konsentratsiyasi ancha katta boʻlishi kerak va uni eruvchanligidan ancha katta boʻlishi shart. Reaksiyaning sezgirliги miqdor jihatdan

bir-biri bilan bogʻlangan ikki koʻrsatkich topilish minimumi va suyultirish chegarasi bilan xarakterlanadi.

Reaksiya bajarilayotgan ayni sharoitda topilish boʻlgan minimum boʻlgan eng kam miqdor topilish minimumi deyiladi, va u mikrogrammlar bilan yaʼni grammning milliondan bir qismi bilan ifodalanadi. $1 \text{ mkg} = 10^{-6} - 0,000001$

Topilish minimumi bilan birga shu reaksiya yordamida topilishi boʻlgan eng kichik konsentratsiyani ifodalovchi suyultirish chegarasi ham koʻrsatadi. Suyultirish chegarasi **1 : D** bilan ifodalanadi. Bunda **D**-erituvchining topiladigan ion yoki moddaning 1 g ogʻirlik qismiga toʻgʻri keladigan ogʻirlik miqdori.

Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

1. Elektrolitik dissotsiatsiya.
2. Kuchli va kuchsiz elektrolitlar.
3. Elektrolitlarning dissotsiyanish darajasi.
4. Dissotsiyanish konstantasining dissotsiyanish darajasi bilan bogʻliqligi.
5. Geterogen sistemalardagi muvozanat.
6. Eruvchanlik koʻpaytmasi va eruvchanlik.
7. Choʻkma hosil boʻlishiga konsentratsiyaning taʼsiri.
8. Choʻkma hosil boʻlishiga taʼsir etuvchi omillar.

2.2 - mavzu. Suvning ion koʻpaytmasi. Bufer eritmalar. Ularning analizdagi ahamiyati.

Reja:

1. Suvning ion koʻpaytmasi. Vodorod va gidroksid koʻrsatkich.

2. Bufer eritmalar.

3. Bufer eritmalarining pH ini hisoblash.

4. Bufer sigʻimi.

Analitik kimyoda koʻpgina reaksiyalar suvli eritmalarda olib boriladi. Suv kuchsiz elektrolit boʻlib, u oʻz navbatida H^+ va OH^- ionlariga juda oz miqdorda boʻlsa ham parchalanadi.



Demak suvli eritmada reaksiya olib borilayotgan vaqtda erigan modda ionlaridan tashqari eritmada hamma vaqt H^+ va OH^- ionlari ham bo'ladi.

Har qaysi molekulasidan H^+ va OH^- ionlari hosil bo'larkan ularning toza suvdagi konsentratsiyasi

$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7} \text{ g}\cdot\text{mol} / \text{l } 25^\circ\text{S da}$$

Suvning ionlarga ajralish jarayoni boshqa kuchsiz elektrolitlar kabi tegishli ionlanish konstansasi qiymati bilan belgilanadi. Agar suvni dissotsialanishiga **massalar ta'siri qonunini** qo'llasak dissotsialanish konstantasi kelib chiqadi:

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

Suvni konsentratsiyasini bir tomonga o'tqazsak:

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

Suvning ionlanmagan molekulalari holida bo'lgani kabi ionlanish darajasi har qanday o'zgarishda ham suv molekulalarining konsentratsiyaga juda kam ta'sir etadi. Shuning uchun ham yuqorida keltirilgan tenglamada suvning miqdori amalda o'zgarmas deb qabul qilamiz. Shu bilan bir vaqtda suvning muvozanat konsentratsiyasi ham o'zgarmasdir. Bu o'zgarmas miqdor suvning **ion ko'paytmasi** deyiladi va ion ko'paytmani $K_{\text{H}_2\text{O}}$ deb belgilab olamiz.

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

25°C da $[\text{H}^+]$ ionlari $[\text{OH}^-]$ ionlari konsentratsiyalari teng va 10^{-7} ni takshkil etadi:

$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7} \text{ g}\cdot\text{mol} / \text{l}$$

25°C da $[\text{H}^+]$ ionlari $[\text{OH}^-]$ ionlarning ko'paytmasi

$$[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14} \text{ g}\cdot\text{mol} / \text{l} - \text{suvning ion ko'paytmasi}$$

Buning ma'nosi quyidagicha bo'ladi.

Eritmada H^+ va OH^- ionlari konsentratsiyasi qanchalik o'zgarmasin ularning ko'paytmasi har qanday suvli eritmada 25°S da $10^{-14} \text{ g}\cdot\text{mol} / \text{l}$ ga teng.

Agar eritmada H^+ ionlari ko'p bo'lsa:

$$[\text{H}^+] > 10^{-7} > [\text{OH}^-] \text{ kislotali muhit}$$

Agar OH^- ionlari ko'p bo'lsa:

$$[\text{OH}^-] > 10^{-7} > [\text{H}^+] \text{ ishqoriy muhit}$$

Agar H^+ va OH^- ionlarining konsentratsiyasi teng bo'lsa,

$$[\text{H}^+] = 10^{-7} = [\text{OH}^-] \text{ neytral muhit}$$

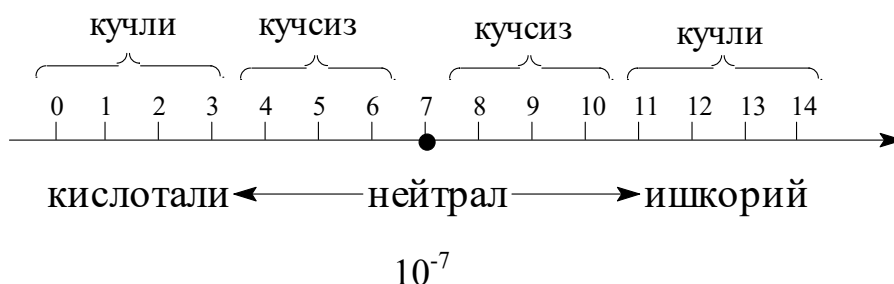
Agar biz H^+ ionini konsentratsiyasini qiymatini manfiy logarifmlab olsak, bu vodorod ko'rsatkich deyiladi va pH bilan belgilanadi:

$$\text{pH} = -\lg [\text{H}^+]$$

Agar eritmani OH^- ionlar konsentratsiyasini qiymatini manfiy logarifmlab olsak gidroksid ko'rsatkich deyiladi va pOH bilan belgilanadi.

$$\text{pOH} = -\lg [\text{OH}^-]$$

Eritmaning pH shkalasi:



Neytral holatdan chapga qarab kelganda kislotalik oshib boradi.

Neytral holatdan o'ngga qarab kelganda ishqoriylik oshib boradi.

Demak, $\text{pH} < 7$ bo'lganda kislotali, $\text{pH} > 7$ dan katta bo'lsa, ishqoriy muhit. Bu kislota yoki ishqorning 1 l eritmada kislota va ishqorlarning mollar soni bilan ifodalash qabul qilingan.

Ishqorlarning pHini hisoblash uchun suvni ion ko'paytmasidan foydalanib hisoblash formulasini topamiz.

$$[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14}$$

Bu tenglamani logarifmlaymiz va ishoralarini manfiyga aylantiramiz:

$$-\lg [\text{H}^+] - (\lg [\text{OH}^-]) = -\lg 10^{-14}$$

$$\lg [\text{H}^+] + \lg [\text{OH}^-] = \lg 10^{14}$$

$$\text{pH} = -\lg [\text{H}^+];$$

$$\text{pOH} = -\lg[\text{OH}^-]$$

ya'ni:

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

bundan:

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH}$$

Masalan 0,1 N **NaOH** eritmasini pH ni hisoblasak:

$$\text{pH} = 14 - (-\lg 0,1) = 14 - 1 = 13$$

Lekin H^+ va OH^- ionlarining konsentratsiyalari kislota va ishqorlarning konsentratsiyasi bilan faqat ularning 100 % dissotsiyalanganda teng bo'ladi, ya'ni kuchli kislota va ishqorlarda. **Osvaldning suyultirish qonuniga ko'ra** katta konsentratsiyali kuchli kislota va ishqorlar faqat suyultirilgan holda pH-ni yuqoridagi formulalar bilan hisoblash mumkin. Shuning uchun 1 N kuchli kislota pH=0; 0,1 N kislota pH=1 deb hisoblash xato bo'ladi. Bu hollarda 1 N yoki 0,1 N kislota sharoiti deb yozilishi ma'qul.

Bufer eritmalar.

Ko'pchilik analitik reatsiyalarni suvli eritmalarda aniq **pH** qiymatida eritmani muhitini o'zgartirmasdan olib boriladi. Buning uchun ko'pchilik analitik reaksiyalarni bufer eritmasi muhitida olib boriladi. Agar 1 l toza suvda 0,01 N kislota eritmasi hosil bo'lib, bu eritmada H^+ ionlarining konsentratsiyasi 10^{-2} g mol/l ($-\lg 0,01=2$) bo'ladi, bunda eritmaning **pH** i 7 dan 5 gacha kamayadi.

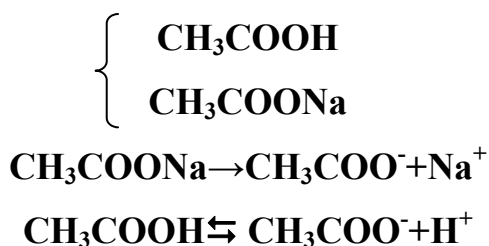
Agar xuddi shunday 1 l suvda 0,01 N **NaOH** eritilsa eritmaning **pH** 7 dan 12 gacha ko'payadi.

Ko'pgina reaksiyalarni, suvda olib borilganda, uning **pH** miqdorining o'zgarishi reaksiyalarning oxirigacha bormasligi yoki reaksiya natijasida cho'kma hosil bo'lish holatlari vujudga kelishi mumkin. Shuning uchun, olib borayotgan sistemada reaksiya muhitning pH ning o'zgarishi katta ahamiyat kasb etadi.

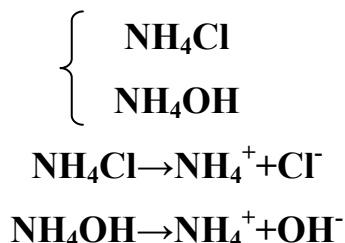
Buning uchun reaksiya muhitiga shunday modda qo'shish kerakki, buning natijasida eritmaning pH juda oz miqdorda o'zgarsa bu qo'shiladigan moddalar **regulyatorlar yoki bufer eritmalar** deyiladi.

Bufer eritmaga misol qilib quyidagi eritmalar aralashmalarini keltirish mumkin:

1. Kuchsiz kislota va kuchsiz kislota bilan kuchli ishqordan tashkil topgan tuz eritmaning aralashmasi:

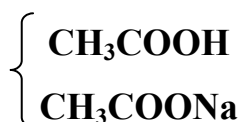


Bunday eritmalar aralashmasi kislotali muhit tashkil qiladi ($\text{pH} < 7$). Eritmada H^+ ionlari ko'paygani uchun kuchsiz ishqor va kuchsiz ishqor hamda kuchli kislotadan tashkil topgan tuz eritmasining aralashmasi:



Bunday eritmalarda aralashmasi ishqoriy muhitni tashkil qiladi ($\text{pH} > 7$). Eritmalarni OH^- ionlarni ko'paygani uchun bu eritmalarining konsentratsiyasi va qo'shilgan hajmlariga ko'ra har xil pH tashkil qilish mumkin.

Bufer eritmalarining pH ini hisoblash. Misol uchun



eritmasini olamiz. Bu eritmada kislotali muhit CH_3COOH ni dissotsiasiga bog'liq:



Massalar ta'sir qonunini qo'llab uni dissotsialanish konstantasini topamiz:

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

Bundan volorod ionini konsentratsiyasini topamiz:

$$[\text{H}^+] = K_{\text{CH}_3\text{COOH}} \cdot \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} \quad (1)$$

Sirka kislota kuchsiz bo'lganligi uchun u juda kam dissotsiyalanadi, CH_3COONa kuchli elektrolit bo'lib to'liq dissotsiyalanadi va u hisobidan eritmada CH_3COO^- ionlari

ko‘p bo‘lib sirka kislotasini dissotsiylanishiga yanada xalaqit qiladi. Dissotsiyaga uchramagan CH_3COOH uning umumiy konsentratsiyasiga amalda teng $[\text{CH}_3\text{COOH}] = C_{\text{kislota}}$. Shu sababga ko‘ra $[\text{CH}_3\text{COO}^-] = C_{\text{tuz}}$

Bularning qiymatini (1) tenglamaga qo‘yamiz:

$$[\text{H}^+] = K_{\text{кислота}} = \frac{C_{\text{кислота}}}{C_{\text{тuz}}}$$

Bu tenglamani logarimlab ishorasini manfiy ishoraga aylantirsak

$$-\lg[\text{H}^+] = -\lg K_{\text{кислота}} - \lg \frac{C_{\text{кислота}}}{C_{\text{тuz}}}$$

Bundan:

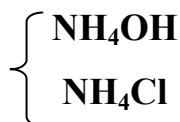
$$\begin{cases} -\lg [\text{H}^+] = \text{pH} \\ -\lg [K_{\text{kislota}}] = \text{p}K_{\text{kislota}} \end{cases}$$

$$\text{pH} = \text{p}K_{\text{кислота}} - \lg \frac{C_{\text{кислота}}}{C_{\text{тuz}}}$$

Shu formula orqali kislotali muhitga ega bufer eritmalar pH ni hisoblanadi.

Ishqoriy muhitga ega bufer eritmalarini pHi hisoblash.

Misol tariqasida quyidagi bufer eritmani ko‘rib chiqamiz –



Bu bufer eritmada ishqoriy muhit NH_4OH tufayli hosil bo‘ladi.



Ishqorni dissotsiylanishiga masslar ta’siri qonunini qo‘llaymiz va dissotsiylanish konstantasini topamiz:

$$K_{\text{ишкор}} = \frac{[\text{NH}_4^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{NH}_4\text{OH}]}$$

Bu tenglamadan $[\text{OH}^-]$ ni topamiz:

$$[\text{OH}^-] = K_{\text{ишкор}} \cdot \frac{[\text{NH}_4\text{OH}]}{[\text{NH}_4^+]}$$

NH_4OH kuchsiz ishqor va kam dissotsiylanadi, NH_4Cl kuchli elektrolit bo‘lib to‘liq dissotsiylanadi. Buni e’tiborga olib:

$$[\text{NH}_4\text{OH}] = C_{\text{ishq.}}$$

$[\text{NH}_4^+] = C_{\text{tuz}}$ deb yozilish mumkin.

Bundan:

$$[\text{OH}^-] = K_{\text{ишкор}} \cdot \frac{C_{\text{ишкор}}}{C_{\text{туз}}}$$

Tenglamani logarifmlab ishorasini manfiyga o'tkazsak.

$$-\lg[\text{OH}^-] = -\lg K_{\text{ишкор}} + \left(-\lg \frac{C_{\text{ишкор}}}{C_{\text{туз}}}\right)$$

$$\text{pOH} = \text{p}K_{\text{ишкор}} - \lg \frac{C_{\text{ишкор}}}{C_{\text{туз}}}$$

$$\text{pH} = \text{p}K + 1$$

Lekin $\text{pH} = 14 - \text{pOH}$, bundan foydalanib pH ni topamiz:

$$\text{pH} = 14 - \text{p}K_{\text{ишкор}} + \lg \frac{C_{\text{ишкор}}}{C_{\text{туз}}}$$

Bu formula orqali **ishqoriy muhitga** ega bufer eritmalarning pH i hisoblanadi.

Bufer sig'imi

Bufer eritmalarning pH ni saqlash xususiyati ularning kislotalar yoki ishqorlar tarkibidagi H^+ va OH^- ionlarining biriktiruvchi komponentlar borligi bilan tushuntiriladi.

Masalan $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$ bufer eritmasiga ishqor qo'shsak uni sirka kislotasi neytrallaydi. Agar kislota qo'shsak CH_3COONa gidrolizi tufayli NaOH hosil bo'ladi va u kislotani neytrallaydi. Lekin kislotalar va ishqorlar ko'p miqdorda quyilsa bufer eritma bardosh berolmaydi va pH o'zgarib ketadi.

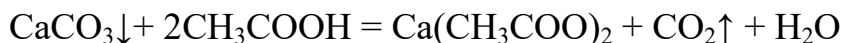
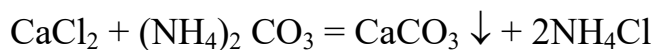
Bufer eritmani pH birdan katta raqamga o'zgartirmaydigan kislota va ishqor miqdorini (mol /l, g-ekv/l) bufer sig'imi deyiladi.

Bufer sig'imi yuqori bo'lish uchun bufer eritmalarining komponentlarining konsentratsiyalari katta bo'lishi kerak. Bundan tashqari bu komponentlar teng miqdorda bo'lsa ham bufer sig'imi katta bo'ladi.

Analitik reaksiyalarni bajarish sharoitlari

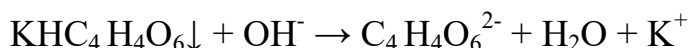
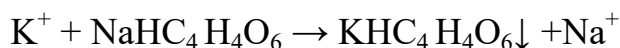
Analitik reaksiyalar olib borishda shart-sharoitlar katta ahamiyatga ega 1. muhit; 2. harorat; 3. konsentratsiya;

1. Agar choʻkma hosil kilish reaksiyasi olib borilsa va choʻkma kislotalarda erisa, bunday reaksiya kislotali muhitda olib borilmaydi:

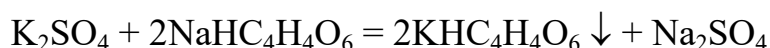


Kislotalarda choʻkma eriydi, reaksiya ishqoriy muhitda olib boriladi.

Agar choʻkma ishqorlarda erisa, reaksiyani ishqoriy muhitda olib borilmaydi:



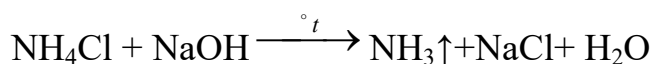
Hosil boʻlgan choʻkma ham kislota, ham ishqorda erisa, reaksiyani neytral muhitda olib boriladi:



Choʻkma kislota va ishqorlarda eriydi, yaʼni reaksiya neytral muhitda olib boriladi.

2. Harorat ham reaksiyalarda katta ahamiyatga ega. Agar hosil boʻlgan choʻkmani eruvchanligi harorat oshishi bilan olib borilsa, reaksiyani past haroratda yoki sovutib olib boriladi, Bunga misol, yuqoridagi, keyingi gidrotartarat bilan choʻktirishni boʻlib oladi.

Bir xil reaksiyalar faqat yuqori haroratda olib boriladi:



3. Reaksiya uchun olingan moddalarni konsentratsiyasi ham katta ahamiyatga ega.

Choʻkma tushishi uchun moddalarnin konsentratsiyasi ancha katta boʻlishi kerak va uni eruvchanligidan ancha katta boʻlishi shart. Reaksiyaning sezgirliги miqdor jihatdan bir-biri bilan bogʻlangan ikki koʻrsatgich topilish minimumi va suyultirish chegarasi bilan xarakterlanadi.

Reaksiya bajarilayotgan ayni sharoitda topilish boʻlgan minimum boʻlgan eng kam miqdor topilish minimumi deyiladi, va u mikrogrammlar bilan yaʼni grammning milliondan bir qismi bilan ifodalanadi. $1 \text{ mkg} = 10^{-6} - 0,000001$

Topilish minimumi bilan birga shu reaksiya yordamida topilishi boʻlgan eng kichik konsentratsiyani ifodalovchi suyultirish chegarasi ham koʻrsatadi. Suyultirish chegarasi 1 :

D bilan ifodalanadi. Bunda D-erituvchining topiladigan ion yoki moddaning 1 g ogʻirlik qismiga toʻgʻri keladigan ogʻirlik miqdori.

Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

1. Suvni dissotsiyanishi va dissotsiyanish darajasi.
2. Suvni ion koʻpaytmasi.
3. Kislotalarning pH ini hisoblashga misollar.
4. pHni pOH bilan bogʻliqligi.
5. Ishqorlarning pH ini hisoblashga misollar.
6. Bufer eritmalarning vazifalari va taʼsiri.
7. Kislotali buferlarning pH ini hisoblash.
8. Ishqoriy buferlarning pH ini hisoblash.
9. Bufer sigʻimi va oʻlchov birliklari.
10. Bufer eritmalarning qoʻllanilishiga misollar.

3 - mavzu. III, IV va V- guruh kationlarining umumiy tavsifi. Hidroliz va amfoterlik, ularning analizdagi ahamiyati.

Reja:

1. III, IV, V guruh kationlarining umumiy tavsifi.
2. I-V guruh kationlar a. ralashmasini analiz qilish tartibi.
3. Tuzlar gidrolizi.
4. Amfoterlik va uning analizda ahamiyati.

Koʻrib chiqilayotgan III, IV va V analitik guruh kationlari I va II analitik guruh kationlaridan farq qiladi. Ular r- va d- elementlardan tashkil topgan va yaxshi aktseptronga ega boʻlgan tugallangan qobiqni yoki 8-ta elektronga oʻtuvchi tugallanmagan qobigʻiga $18 + 2$ elektronga ega boʻlishi ham mumkin. Sulfid S^{2-} ionlari bilan, oʻzaro reaksiyaga kirishganda ular qiyin eriydigan birikmalar hosil qiladilar.

Analitik guruh kationlarni guruhga boʻlishda bir necha sistematik ravishda analiz qilinadigan usullar bor. Shulardan sulfidlar sinflanishi eng koʻp ishlatiladi (bundan tashqari ammiakli, kislota-asosli va b.).

Sulfidlar sinflanishi bo'yicha hamma kationlar 3 ta analitik guruhga bo'linadi:

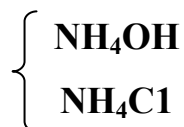
III analitik guruh kationlariga : Al^{+3} , Cr^{+3} , Zn^{+2} , Fe^{+2} , Fe^{+3} , Mn^{+2} , Ni^{+2} , Co^{+2}

IV analitik guruh: Cu^{+2} , Bi^{+3} , Cd^{+2} , Sn^{+4} , Sn^{+2} , Sb^{+3} , Sb^{+5} , As^{+3} , As^{+5}

V analitik guruh: Ag^{+2} , Hg^{+2} , Pb^{+2}

Hap bir guruhni o'ziga xos guruh reagenti bor.

III guruh kationlari-guruh reagenti $(\text{NH}_4)\text{S}$,



ishtirokida $\text{pH} > 9$. bu kationlar yuqori pH da cho'kadi.

IV guruhda - guruh reagenti H_2S , HCl (0,3 N) ishtirokida. ($\text{pH} = 0,5$) kationlarni kuchli kislotali muhitda cho'kadi.

V guruhda-guruh reagenti HCl ishtirokida kationlar cho'kmaga tushadi.

III, **IV** va **V** guruh kationlari **I** va **II** analitik guruh; kationlardan tegishli sulfidlarini suvda erimasligi bilan farq qiladi. Lekin ular suyultirilgan kislotalarda oson eriydi. Bu xossasi bilan uchinchi guruh kationlarining sulfiddari **IV** va **V** guruh sulfidlaridan farq qiladi. Birinchi va ikkinchi guruh kationlarining sulfidlari suvda yaxshi eriydi.

III va **IV** guruh kationlari cho'ktiruvchi sulfid ionlari kuchsiz vodorod sulfid kislotasini anioni. U quyidagicha dissotsiatsiyalanadi:



Dissotsiatsiya tenglamasidan ko'rinib turibdiki oz miqdordagi kislotalar dissotsiatsiyani kamaytiradi va eritmani pH ga keskin bog'liq.

Demak kislotali sharoitda eruvchanlik kupaytmasi o'ta kichik bo'lgan ionlar cho'kishi mumkin (**IV** guruh sulfidlari $\text{EK} = 10^{-29}$). Yuqori pH larda esa EK yuqori ionlar cho'kadi (**III** guruh sulfidlari $\text{EK} = 10^{-22}$).

Amaliyotda **V** guruh kationlari HCl ta'sirida xloridlar sifatida cho'ktiriladi. Cho'kma ajratilib eritmadan H_2S gazi o'tkaziladi va **IV** guruh sulfidlari $\text{pH} = 0,5$ da cho'ktiriladi. Cho'kma ajratilib eritmaga 25%li NH_4OH tomizilib yaxshilab aralashtiriladi, to eritma neytrallanguncha (indikator qog'ozdan foydalaniladi). Eritmaga

ammoniyli bufer aralashmasi solinib (**pH = 9,2**) ammoniy sulfid eritmasi ta'sirida III guruh sulfidlari cho'ktiriladi. Eritmada **II** va **I** guruh kationlari qoladi.

Gidroliz va amfoterlik

Analiz o'tkazishda tuzlar gidrolizi muhim rol o'ynaydi. Chunonchi ko'p tuz eritmalarining **pH** qiymati ularning gidrolizi bilan belgilanadi. Tuzlardan cho'ktiruvchi sifatida foydalanganda, ularning keragidan ortikcha qo'shilgan miqdori eritmaning pHni o'zgartirishi natijasida cho'kishning oxiriga borish-bormasligiga ta'sir ko'rsatadi. Ayrim tuzlarning gidrolizlanishi natijasida ularning qiyin eruvchi tuzlari (masalan, **Al₂S₃**, **Cr₂(CO₃)₃** va x.q) o'rniga ularning tegishli gidrooksidlari [**Al(OH)₃**, **Cr(OH)₃** va x.k.] cho'kmasi hosil bo'lishiga ham olib keladi. Bundan ko'rinib turibdiki, gidroliz jarayoni analitik kimyoni o'rganishda alohida ahamiyatga ega.

Gidroliz deb – erigan tuz ionlarshing suv ionlari **N⁺** va **OH⁻** bilan o'zaro ta'siriga aytiladi.

Gidroliz uch xil bo'ladi.

1. Kuchli asos va kuchsiz kislotalardan hosil bo'lgan tuzlar gidrolizi.

Ba'zi bir hollardan tashqari, umuman hamma yaxshi eruvchan tuzlar kuchli elektrolitlardir.

Kuchli ishqor va kuchsiz tsianid kislotalarning tuzi **KCN** suvda eritiltanda, **K⁺** va **CN⁻** ionlariga parchalanadi. **K⁺** ionlari suvning **OH⁻** ionlari bilan to'qnashib dastlab ionlanmagan **KOH** molekulasini tashkil qiladi. Ular suv dipollari ta'sirida qaytadan **K⁺** va **OH⁻** ga ionlanadi.

Lekin **CN⁻** ionlari **H⁺** bilan uchrashib (**CN⁻+H⁺ = HCN**) juda kuchsiz, kam dissotsiyanadigan tsianid kislota (**K_{HCN} = 6,2·10⁻¹⁰**) hosil qiladi.

Bu jarayonni sxematik ravishda quyidagicha ifodalash mumkin:



Reaksiya borishi jarayonida **OH⁻** ionlari asta-sekin to'plana boradi. Shuning uchun tuzning gidrolizlanishi natijasida hosil bo'layotgan **HCN** kislotalarning ionlanishi hisobiga

hosil bo'lgan H^+ ionlari va KOH dissotsiatsiyasi hisobiga hosil bo'lgan OH^- ionlari konsentratsiyalarining ko'paytmasi suvning ionlar konsentratsiyasi ko'paytmasi ($\text{K}(\text{H}_2\text{O}) = 10^{-14}$) bilan tenglashguncha davom etadi.

Hamma kimyoviy reaksiyalardagidek qaror topgan muvozanat holat qaytar jarayondir. Ammo qaror topgan muvozanatda OH^- ionlari konsentratsiyasi H^+ ionlari konsentratsiyasidan ancha ortiq bo'ladi.

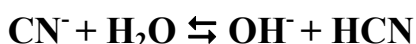


Bunda HSN hosil qilib dissotsiyalangan OH^- ionlari eritmada ko'p bo'lib, boshqacha aytganda, tuz eritmasi neytral muhitga emas, balki ishqoriy muhit ($\text{pH} > 7$) ga ega bo'ladi. Tajriba shuni ko'rsatadiki, haqiqatdan ham KCN ning 1n. eritmasida $\text{pH} = 11,1$ ga teng bo'ladi.

Gidroliz tenglamasi ionli shaklida yozilsa, eritmaning ishqoriy muhitga ega ekanligi ayniqsa yaqqol ko'rinadi. Buning uchun H_2O bilan HCN kuchsiz elektrolit ekanligini e'tiborga olib ularni molekula holida, KCN bilan KOH ni esa ion holida ifodalab reaksiyaning ionli tenglamasini yozamiz:

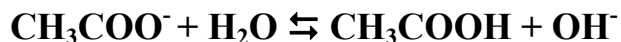


va qisqartirilgan shaklda:



OH^- ionlar hisobiga $\text{pH} > 7$

Agar boshqa kuchli asos va kuchsiz kislotadan hosil bo'lgan tuzni (CH_3COONa) gidrolizini ko'radigan bo'lsak, CH_3COONa eritmasi ham KCN ga o'xshash ishqoriy muhitga ega bo'ladi. Bu gidroliz tenglamasidan ko'rinib turibdi:

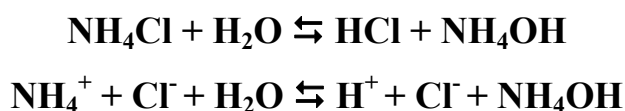


Bu ikkala reaksiyaning bir-biriga o'xshashligi bilan bir qatorda ularning katta farqi ham bor. Bu farq CH_3COOH ning ionlanish konstantasi ($K = 1,74 \cdot 10^{-5}$) HCN ning ionlanish konstantasiga nisbatan ancha kattaligi bilan belgilanadi. Demak H^+ ionlarini bog'lash jarayoni bu yerda HCN dagidek uzoqqa cho'zilmaydi, shuning uchun muvozanat vaqtida tuzning ozgina qismi tegishli kislota va asosga aylangan bo'ladi, ya'ni tuzning

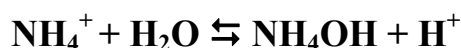
gidrolizlanish darajasi kam bo‘ladi. CH_3COONa ning gidrolizlanish darajasi kam bo‘lishi sababli uning 0,11 n eritmasi muhitining ishqoriyligi ($\text{pH} = 8,88$) KCN ning shunday konsentratsiyadagi eritmasi muhitning ishqoriyligiga ($\text{pH} = 11,1$) qaraganda kuchsiz bo‘ladi.

2. Kuchsiz, asos va kuchli kislotalardan hosil bo‘lgan tuzlar gidrolizi.

Bunday tuzlarning suvdagi eritmalarida suvning OH^- ionlarining bog‘lanishni va eritmada H^+ ionlarining tuplanishi ro‘y beradi, demak, tuz hosil qilgan kislota to‘liq dissotsiyanadi, masalan:



va qisqartirilgan shakli

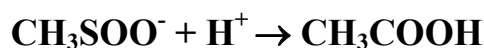
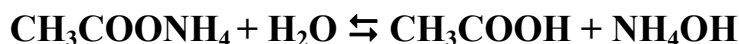


Shunday qilib, NH_4Cl eritmasi gidroliz vodorod ioni hisobi natijasida kislotali muhitga ega bo‘ladi.. Eritmani $\text{pH} < 7$ kislotali muhit.

Gidrolizning bu xili bilan III guruh kationlarini o‘rganishda ham tanishiladi, chunki ular gidroksidlari ham juda kuchsiz asoslar hosil qiladilar. III guruh kationlarining kuchli kislotalar bilan hosil qilgan tuzlari eritmasi gidroliz natijasida kislotali muhitga ega bo‘ladi.

3. Kuchsiz asos va kuchsiz kislotalardan hosil bo‘lgan tuzlar gidrolizi.

Bu holda suvning N^+ ioni ham OH^- ioni ham tuz ionlari bilan ham bog‘lanadi:



Agar dissotsiyanishi const soni farqlansa gidrolizlanishda ham muhit shunga qarab o‘zgaradi.

NH_4OH ($1,76 \cdot 10^{-5}$) va CH_3COOH ning dissotsiatsiya konstantasi ($1,76 \cdot 10^{-5}$) deyarli 6apobar bo‘lganligi sababli H^+ va OH^- ionlarining bog‘lanishi bir xil bo‘lib eritma

amaliy jihatdan neytral muhit ($\text{pH} \approx 7$) ga ega bo‘ladi. Ammo (bu yerda suvning dissotsilanish tenglamasiga birdaniga ikki jarayon ta’sir ko‘rsatadi) muvozanatni buzganligi sababli ancha kuchli gidroliz sodir bo‘ladi. Buni $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ eritmasidan ayni bir vaqtda ham sirka kislota, ham ammiak hidi kelishidan bilish mumkin.

4. Kuchli asos va kuchli kislota dan hosil bo‘lgan tuzlar.

Bunday tuzlar gidrolizlanmaydi. Chunki ular suvda eriganda suvning dissotsiatsiyalanishidan hosil bo‘ladigan H^+ ionlari ham, OH^- ionlari ham bog‘lanmaydi; bunda hosil bo‘ladigan kislota ham, asos ham kuchli bo‘ladi, eritma to‘la dissotsialanadi.

Suv ionlari bog‘lanmaganligi uchun eritmaning pH i ham o‘zgarmaydi. Demak, bu holda tuz eritmasining pH i tuzni eritish uchun ishlatilgan suvning pH i bilan belgilanadi ($\text{pH} = 7$).

Yuqorida aytilganlardan ko‘rinadiki, oz dissotsiyanuvchi birikmalar hosil bo‘lishi natijasida suvning dissotsiatsiya **muvozanatning buzilishi gidrolizga sabab bo‘ladi. Agar bunday birikmalar**" hosil bo‘lmasa, ya’ni tuz hosil kiluvchi kislota ham, asos ham kuchli bo‘lsa, u holda gidroliz ham sodir bo‘lmaydi. Aksincha ular shu qadar ko‘proq buziladi, binobarin, tuzning gidroliz darajasi shuncha yuqori bo‘ladi. Gidroliz to‘g‘risida aytilganlarning hammasi jadvalda ifodalangan.

Biz hozirgacha bir asosli kislota tuzlarining gidrolizini va bundan erkin holatdagi kislota va asos hosil bo‘lishini ko‘rib chiqdik.

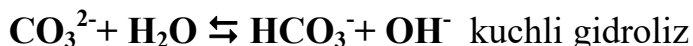
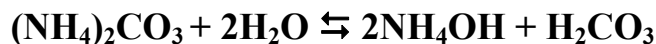
Ikki asosli va ko‘p asosli kislota tuzlarning gidrolizi murakkab bo‘ladi, kislota bir necha bosqichda dissotsilangani singari gidroliz ham bosqich bilan boradi.

Tuzlar gidrolizi

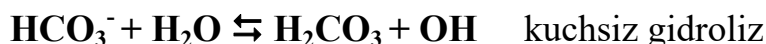
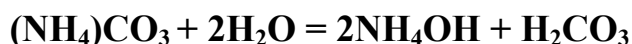
Hosil bo‘ladigan tuzlar		Gidroliz	Eritmaning muhiti
Asos	Kislota		
Kuchli	Kuchsiz	Boradi	Ishqoriy($\text{pH} > 7$)
Kuchsiz	Kuchli	Boradi	Kislotali ($\text{pH} < 7$)
Kuchsiz	Kuchsiz	Kuchli darajada boradi	Kislota va asosning nisbiy kuchiga bog‘lik;
Kuchli	Kuchli	Bormaydi	Neytral ($\text{pH} \approx 7$)

Masalan, $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ning gidrolizini quyidagi tenglamalar bilan ifodalash mumkin:

Birinchi bosqich:



Ikkinchi bosqich:



HCO_3^- anionlari ($K_2 = 4,8 \cdot 10^{-11}$) H_2CO_3 molekularlari ($K_1 = 4,58 \cdot 10^{-7}$) ga qaraganda ancha oz dissotsilanishi sababli gidroliz birinchi bosqichda ikkinchi bosqichga nisbatan ancha kuchli boradi.

$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ gidrolizlanish natijasida eritmada NH_4^+ , OH^- , HCO_3^- , CO_3^{2-} ionlari bo'ladi.

Miqdoriy jihatdan umumiy tuz miqdoridan qanchasi gidrolizlanganini gidroliz darajasi ko'rsatadi (α):

$$\alpha = \frac{C_{\text{гидролизланган}}}{C_{\text{умумий}}}$$

Gidrolizni miqdorini gidroliz konstantasi orqali ifodalash mumkin.

Masalan quyidagi gidrolizni kuzatsak:



Massalar ta'sir qonunini qo'llasak:

$$K_{\text{мувозанат}} = \frac{[\text{HAn}] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{An}^-] \cdot [\text{H}_2\text{O}]}$$

Suyultirilgan eritmalarda suv ko'p miqdorda bo'ladi va suvni dissotsiatsiyasi juda kam bo'lganligi uchun, dissotsiatsiyaga uchramagan suv molekularlari o'zgarmas deb hisoblaymiz. Unda:

$$K_{\text{мувозанат}} \cdot [\text{H}_2\text{O}] = \frac{[\text{HAn}] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{An}^-]}$$

$K_{\text{muvozanat}} \cdot [\text{H}_2\text{O}]$ o'zgarma son bulib uni gidroliz konstantasi deb ataladi:

$$K_{\text{gidroliz}} = \frac{[\text{HAn}] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{An}^-]}$$

Elektrolitik dissositsiatsiyalanish konstantasi kabi gidroliz konstantasini gidroliz darajasi bilan quyidagi tenglama bilan bog'lash mumkin:

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_{\text{gidroliz}}}{C_{\text{m}}}}$$

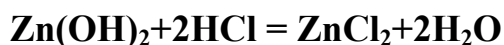
Bu tenglamadan qanchalik eritma suyultirilsa shunchalik gidroliz darajasi oshadi degan xulosa chiqadi. **Bu suyultirish qonuni deb ataladi.**

Gidrolizga yuqori harorat ham ijobiy ta'sir etadi.

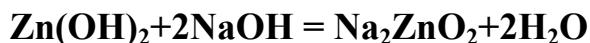
Amfoterlik

Bir qator gidroksidlar eritmalarida sharoitga qarab ham kislota, ham asos xossalari namoyon qiladi. Bunday birikmalar amorfometr birikmalari deyiladi, a) amorfometrik xossasi. Masalan: suv, metall gidroksidlari-**Pb(OH)₂**, **Al(OH)₃**, **Cr (OH)₃**, **Zn(OH)₂** , **Sb (OH)₃** va boshqalar. Tipik metallar gidroksidlari (I va II guruh metallari) asosli xossaga ega bo'ladi. Nometallar gidroksidlari kislotali xossaga ega. III guruh gidroksidlari amfoter xossaga ega, ya'ni **ham kislotali ham ishqoriy**. Bu xodisa esa amfoterlik deyiladi.

Masalan rux gidroksidi amfoter xossaga ega. Kislotalar bilan reaksiyaga kirishsa u o'zini asosdek tutadi:



Ishqorlar ta'sirida esa u o'zini kislotadek tutadi:



Amfoterlik xususiyatini yuqorida aytganimizdek alyuminiy, xrom, qo'rg'oshin, qalay... gidroksidlarida kuzatish mumkin

Amfoterlik analizda ham qo'llaniladi. Masalan **III guruh** kationlari analizida rux guruhchasini temir guruhchasidan ajratishda eritmaga ortiqcha miqdorda ishqor ta'sir ettirilsa rux guruhchasidagi kationlar eritmada tsinkat, xromat, alyuminatlar hosil qilib erimada qoladi, temir guruhchasi kationlari esa gidroksidlar sifatida cho'kmaga tushadi.

Sifat va miqdoriy analizdan foydalanib, bir guruh kationlar ikkinchisidan ajratiladi: Masalan: Fe^{+3} , Bi^{+3} , Al^{+3} , Zn^{+2} , Sn^{+2} , Pb^{+2} , $\text{Co}^{+2} + \text{NaOH} \rightarrow$ eritmada NaAlO_2 , Na_2ZnO_2 , Na_2SnO_2 , Na_2PbO_2 - amfoter xossaga ega bo'lgan kationlar, cho'kmada: $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Bi}(\text{OH})_3$, $\text{Co}(\text{OH})_2$ bo'ladi.

Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

1. III-IV-V guruh kationlari deganda qaysi metall kationlarini bilasiz?
2. III-V guruh kationlarining o'zaro farqi va ularning guruh reagentlari?
3. I-II guruh kationlaridan III-IV-V guruh kationlari qaysi xususiyatlari bilan o'zaro farqlanadi.
4. Hidroliz turlari ?
5. Kation va anion bo'yicha gidroliz nima?
6. Ham kation, ham anion bo'yicha gidroliz deganda nimani tushunasiz?
7. Hidrolizni kuchaytirish va susaytirish uchun nima qilish kerak?
8. Eritmadagi tuzni konsentratsiyasini yoki haroratini o'zgartirish gidrolizga qanday ta'sir qiladi?
9. Hidrolizlanadigan eritmaga gidrolizlanadigan kislota yoki asos qo'shsak nimani kuzatasiz?
10. Hidroliz konstantasini tushuntiring?
11. Amfoterlik nima?

4.1 - mavzu. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari va ularning analizdagi ahamiyati. Oksidlanish darajasi.

Reja:

1.Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari.

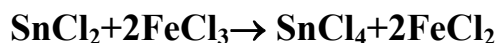
2.Galvanik element.

3.Oksidlanish va qaytarilish darajalari.

4. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining analizda ahamiyati.

XX asrgacha vodorod yoki kislorod atomlarini birikishi bilan boradiagn reaksiyalar oksidlanish reaksiyalar deyilar edi. Ya`ni oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari deyiladi.

1913 yilda L.V.Pisarjevskiy atomlar tuzilish nazariyasiga asosan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini yangi nazariyasini yaratdi. Bu olim oksidlanish-qaytarilish reaksiyasini bir element yoki ionda elektronlarni biridan ikkinchisiga o'tishi bilan boradigan reaksiya ekanligini tushuntirib berdi.



$\text{Sn}^{+2} - 2e^- \rightarrow \text{Sn}^{+4}$ oksidlanadi, Sn^{+2} -qaytaruvchi valentligi oshadi

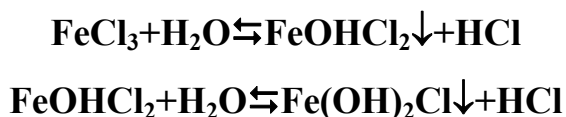
$\text{Fe}^{+3} + 2e^- \rightarrow 2\text{Fe}^{+2}$ qaytariladi, Fe^{+3} – oksidlovchi valentligi kamayadi

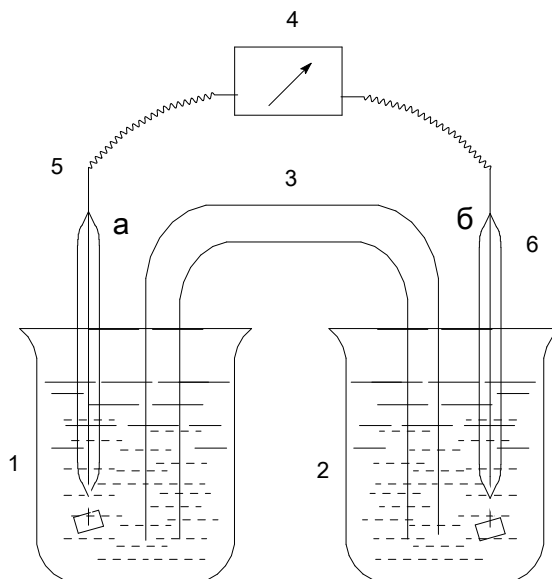
1. Elektronlar berish bilan boradigan reaksiyalar oksidlanish reaksiyalari deyiladi.

2. Elektronlar qabul qilish bilan boradigan reaksiyalar qaytarilish reaksiyalari deyiladi.

Xar bir ion (element) o'ziga xos oksidlanish yoki qaytarilish qobiliyatiga ega bo'ladi. Elektronlar qabul qilish yoki berish element atomlari va ionlarini tabiatlarini xususiyatlariga ega bo'ladi.

1 chi idishda FeCl_3 ni eritmasi solingan bo'lib uni HCl kislotadan gidrolizni kamaytirish va elektr o'tkazuvchanlikni oshirish uchun ozgina qo'shamiz. Masalan FeCl_3 eritmasiga HCl qo'shilmasi u gidrolizlanadi va asosli tuzlar xolida cho'kma tushishi mumkin:

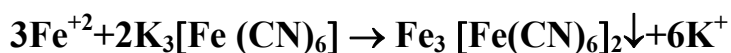




Bu eritmaga **HCl** qo'shilsa reaksiya chap tarafga siljiydi va gidrolizdan xoli bo'ladi. Xuddi shunday 2 chi idishdagi **SnCl₂** eritmasiga ham **HCl** qo'shamiz. Nima uchunligini yuqorida aytdik. 1,2 stakanlar, 3 elektrolit to'lg'azilgan tutashtirgich, 4-sezgir vol tmetr.

Tok hosil bo'lganda vol tmetr strelkasi chapga buriladi bu esa elektronlar harakati 2 idishdan 1 ga harakat qiladi va shunda **Cl⁻** ionlarini ortiqcha qismi elektrolitik tutashtirgich orqali 2 chi idishga harakat qiladi. Bundan ko'rinadi **Fe³⁺** ioni elektron qabul qiladi, **Sn²⁺** esa elektron beradi.

Agar 1 chi idishdagi eritmadan olib sifat reaksiya o'tkazsak



Fe²⁺ ioni borligini ko'ramiz buning asosida **Fe³⁺** ni qaytarilishi va **Sn⁺²** ni oksidlanishini ko'ramiz. Elektronlar berish va qabul qilishni ya'ni elektronga moyilligi miqdoriy jixatdan potensial ye orqali belgilanadi. Agar elektronlar biriktirish xususiyati yuqori bo'lsa ye ni qiymati katta bo'ladi.

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi natijasida oksidlanish darajasi oshadi.



Sn⁴⁺/ Sn²⁺ oksidlanish qaytarilish juft oksidlanish- qaytarilish elektrokimyoviy usul bilan aniqlanadi. Bunda A oksidlovchi o'ziga elektron biriktirib (katodga) sxema ko'rinishida



V qaytaruvchi $\rightleftharpoons$ V oksidlandi + ne^- (oksidlanish potentsiali)

n-elektronlar soni

Elektron qabul qilish jarayonida ionlarning musbat zaryadi kamayishga olib boradi:



Fe^{+++}/Fe^{++} oksidlanish –qaytarilish juft bo‘ladi. Elektronlar eritmalarda erkin holda bo‘lmaydi va bir atom ion yoki molekulalardan ikkinchiga o‘tadi. Bir moddani oksidlanishi ikkinchi moddani qaytarilishiga olib keladi. Qaytaruvchi bergan elektronlar soni oksidlovchi qabul qilguncha teng bo‘ladi.

Elementlarni oksidlanish darajasi aniqlash uchun qo‘yidagi masalalardan foydalaniladi:

1. Vodorod va metall atomlari oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida elektron beradi. Vodorodni oksidlanish darajasi birga teng, $H_2 - 2e^- \rightarrow 2H^+$;

2. kislorod atomi doim 2 elektron qabul qiladi, ya‘ni uni qaytarilish darajasi ikkiga teng O^{2-} .

3. Boshqa elementlar ham qanday ion hosil bo‘lishiga qarab musbat va manfiy zaryadlarga ega bo‘lishi mumkin.

4. Molekulalar tashkil etuvchi zaryadlar yig‘indisi nolga, ya‘ni molekulalar elektroneytral bo‘lishadi. Masalan H_2SO_4 da oltingugurtning oksidlanish darajasini hisoblaymiz. Ikki vodorod atomi ikki elektron berib ikki zaryadga ega. Bir kislorod atomini qaytarilish darajasi 2 bo‘lib 4 atominin zaryadi 8 teng. Bularni ayirmasi $8 - 2 = 6$. demak oltingugurt 6 elektron berib uni oksidlanish darajasi -6 teng

5. **Murakkab ionlarni zaryadini va valentligini bilish uchun tarkibdagi atomlarni qabul qilgan va berilgan elektronlarni ayirmasi orqali hisoblash mumkin. Masalan xromat (CrO_4^{2-}) ionini olsak bir xrom atomi 6 elektron bergan, har bir kislorod atomi 2 elektron qabul qilib 4 atomi 8 elektron qabul qilgan. Bularning ayirmasi $8 - 6 = 2$. Demak xromat ionini zaryadi minus ikkiga teng.**

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari analitik kimyoda keng ko‘lamda ishlatiladi.

Sifat analizida bunday reaksiyalar Mn^{2+} , Cl^- , I^- , Br^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , va hakoza ionlarni ochilishda ishlatiladi. Bundan tashqari ba‘zi bir xalaqit beruvchi ionlarni oksidlab, yoki

qaytarib xalaqit beruvchi ta'siri yo'qotiladi. Masalan Fe^{3+} ioni Fe^{2+} ga qaytariladi, Cr^{+3} ioni xromatga oksidlantiriladi.

Miqdor analizda maxsus oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga asoslangan titrimetrik usullar qo'llaniladi-permanganatometriya, yodometriya, xromotometriya, bromatometriya va hokazo.

Fizik-kimyoviy analiz usullarida deyarli hamma elektrometriya usullari oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarga asoslangan-polyarografiya, potensiometriya, kulonometriya....

Oksidlanish qaytarilish potensialini konsentratsiya va haroraga bog'liq bo'lganligi Nernst tenglamasi orqali ifodalangan:

$$E = E^\circ + \frac{2,3 RT}{nF} \ln C; \quad E = E^\circ + \frac{0,058}{n} \lg C$$

$$E = E^\circ + \frac{0,058}{n} \lg \frac{[\text{Ox}]}{[\text{Red}]}$$

E-berilgan juftning oksidlanish-qaytarilish potensialini,

$$\frac{2,3RT}{F} = 0,058 \text{Const}$$

E° - berilgan juftning normal oksidlanish-qaytarilish potensialini

R-gaz doimiysi (8,313 Joul)

T-absolyut harorat, K

F-Faradey soni (96500 kulon)

$\text{Fe}^{+3}/\text{Fe}^{+2}$ - oksidlangan/qaytarilgan formaning jufti

n-qabul qilingan (yoki yo'qotilgan) elektronlar soni

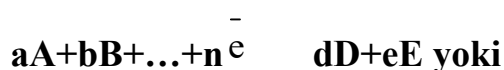
[] -konsentratsiya belgisi

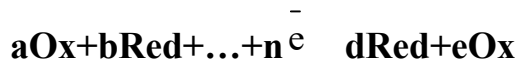
Agar $[\text{Ox}] = [\text{Red}]$, unda $ye = E^\circ$

Agar reaksiyada vodorod ionlari ishtirok etgan bo'lsa ye ning kattaligi vodorod ionlarining konsentratsiyasiga ham bog'liq:

$$E = E^\circ_{\text{Ox/Red}} + \frac{0,058}{n} \lg \frac{[\text{Ox}]}{[\text{Red}]} \cdot [\text{H}^+]$$

Murakkabroq redoksi sistema uchun:





Unda potensial quyidagi tenglama yordamida ifodalanadi:

$$E = E^{\circ}_{Ox/Red} + \frac{0,058}{n} \lg \frac{[A]^a \cdot [B]^b}{[D]^d \cdot [E]^e}$$

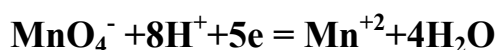
Nernst tenglamasidan quyidagi xulosalar kelib chiqadi:

1. Sistemaning potentsiali normal oksidlanish-qaytarilish potentsiali E° -ning kattaligiga oksidlovchining $[Ox]$, qaytaruvchining $[Red]$ vodorod ionlarining konsentratsiyasiga va haroratga (T) bog'liq, oksidlovchi va qaytaruvchining konsentratsiyalari (faolligi) nisbatining o'zgarishi redoks sistemaning oksidlanish-qaytarilishga olib keladi. Agar reaksiyaga qatnashayotgan hamma moddalarning faolligi birga teng bo'lsa, unda sistemaning potentsiali standart normal oksidlanish-qaytarilish potentsialiga teng bo'ladi, 25° da.

2. Haroratning (T) qutarilishi bilan redoksisistemaning potentsiali oshadi, chunki RT/F -kattalik harorat ko'tarilishi bilan ortib boradi.

3. Reaksiyada vodorod ionlarning aktivligi ortgani bilan potensial soni oshadi.

Masalan, kislotali muhitda permanganat va bixromatlar bilan o'tkaziladigan oksidlash reaksiyalarida MnO_4^- va $Cr_2O_7^{2-}$ anionlari quyidagi tenglamalarga muvofiq qaytariladi:



Bu tenglamalar uchun yozish mumkin:

$$E_{MnO_4^-/Mn^{+2}} = E^{\circ} + \frac{0,058}{5} \lg \frac{[MnO_4^-] \cdot [H^+]^8}{[Mn^{+2}]}$$

$$E_{Cr_2O_7^{2-}/Cr^{+3}} = E^{\circ} + \frac{0,058}{6} \lg \frac{[Cr_2O_7^{2-}] \cdot [H^+]^{14}}{[Cr^{+3}]^2}$$

Ya'ni bu tenglamalaridan ko'rinib turibdiki, vodorod ionlari konsentratsiyasi ayni misollari qiymatiga, binoan uning potentsiali soniga nihoyatda ko'chli ta'sir qiladi.

Ba'zi redoksisistemalar uchun oksidlanish-qaytarilish potensialining kattaligiga alohida tenglama orqali ifodalanadi. Oksidlanish-qaytarilish jarayonida erituvchi (suv) hosil bo'lsa yoki ishtirok etsa, o'zaro reaksiyaga kirishayotgan moddalardan biri cho'kmaga tushadi, kam eruvchan gaz yoki butunlay eritmasidagi kompleks hosil qiladi, ya'ni oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida amalda ishtirok etmaydi. Masalan, redoksisistemalar uchun quyidaicha yozish mumkin:

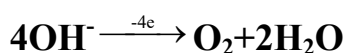


yoki

$$E = E_{\text{Ox/Red}}^\circ + \frac{0,058}{3} \lg \frac{[\text{Mn}_4^-] \cdot [\text{H}_2\text{O}]^2}{[\text{MnO}_2] \cdot [\text{OH}^-]^4}$$

Marganets (IV) oksidi $\downarrow \text{MnO}_2$ -qattiq modda va uning konsentratsiyasi $[\text{MnO}_2]$ yoki aktivlik a_{MnO_2} doimiy kattalikdir, chunki eritmada hamma vaqt marganets (IV) oksidi bilan to'yigan bo'ladi va u ushbu muhitda ma'lum darajada eruvchanlikka ega bo'ladi. Suvning (erituvchining) konsentratsiyasi ham doimiy soniga ega. Shuning uchun (1) tenglama quyidagicha o'zgartirish holida yozish mumkin:

$$E = E_{\text{Ox/Red}}^\circ + \frac{0,058}{3} \lg \frac{[\text{MnO}_4^-]}{[\text{OH}^-]^4}$$



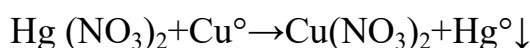
$$E = E_{\text{Ox/Red}}^\circ + \frac{0,058}{4} \lg \frac{[\text{OH}^-]^4}{[\text{O}_2] \cdot [\text{H}_2\text{O}]^2}$$

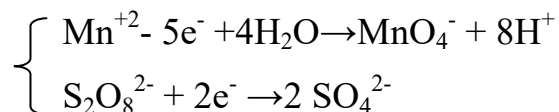
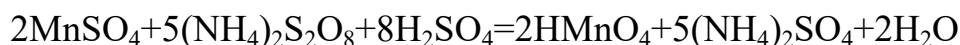
yoki $[\text{O}_2]$ doimiy kattalikka ega ekanligini e'tiborga olinsa va suvning konsentratsiyasi ham doimiy kattalikka ega ekanligini hisobga olib, yozish mumkin:

$$E = E_{\text{Ox/Red}}^\circ + \frac{0,058}{3} \lg [\text{OH}^-]^4$$

Oksidlanish-qaytarilish reaksiylarini analizda ahamiyati

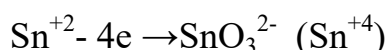
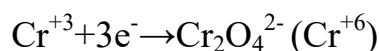
Oksidlanish-qaytarilish reaksiylari ayrim kationlarni yoki anionlarni ochishda ishlatiladi (sifat va miqdoriy analiz)





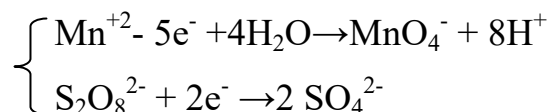
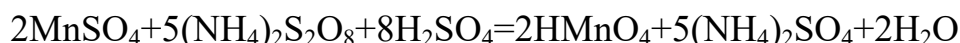
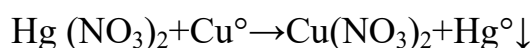
1. Ionlarni (aralashmadan) guruhlarga ajratiladi.

Masalan: Mn^{+2} , Cr^{+3} , Sn^{+2} , Fe^{+3} aralashmasi bo'lsa ishqoriy muhitda H_2O_2 ta'sirida MnO_2 , $\text{Fe}(\text{OH})_3$ cho'kmada bo'lib, eritmada CrO_4^{2-} , SnO_3^{2-} qoladi.



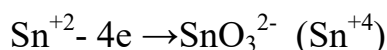
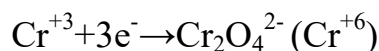
3. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari miqdor analizda ham qo'llaniladi, masalan: permanganatometriya, yodometriya va boshqalar.

1. Ayrim kationlarni yoki anionlarni ochishda ishlatiladi (sifat va miqdoriy analiz)



2. Ionlarni (aralashmadan guruhlarga ajratiladi)

Masalan: Mn^{+2} , Cr^{+3} , Sn^{+2} , Fe^{+3} aralashmasi bo'lsa ishqoriy muhitda H_2O_2 ta'sirida MnO_2 , $\text{Fe}(\text{OH})_3$ cho'kmada bo'lib, eritmada CrO_4^{2-} , SnO_3^{2-} qoladi.



3. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari miqdor analizda ham qo'llaniladi, masalan: permanganatometriya, yodometriya va boshqalar.

Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

1. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining oldingi ta'rifi.
2. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining zamonaviy ta'rifi.
3. Gal vanik elementni tuzilishi.
4. Gal vanik element yordamida oksidlovchi va qaytaruvchilarni aniqlash.
5. Elementlarning oksidlanish yoki qaytarilish darajasi.

6. Ionlarni oksidlanish darajasini topish.
7. Murakkab ionlarni zaryadini aniqlash.
8. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini analitik kimyoda qo'llanilishi.

4.2 - mavzu. Kompleks birikmalar. Anionlar, ularning aralashmasi analizi.

Quruq tuz analizi.

Reja:

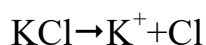
1. Kompleks birikmalarning tuzilishi, kompleks birikmalarning barqarorligi.

Ichki kompleks birikmalar.

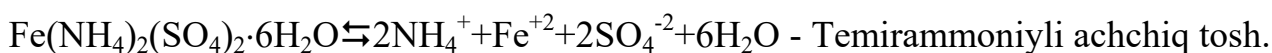
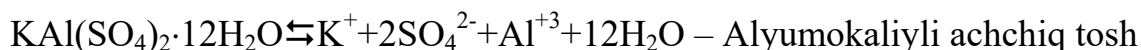
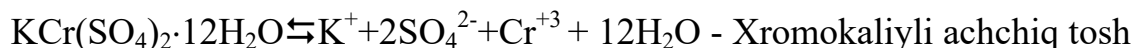
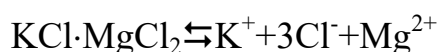
2. Anionlarning umumiy tavsifi. Uch guruh anionlar aralashmasini analizi.
3. Quruq tuz analizi. Elementlarning ajratish usullari.
4. Anionlar uch analitik guruhga b o'linadi.

Analitik kimyoning sifat analizida analitik guruh kationlarini o'rganishda oddiy tuzlar bilan bir qatorda tarkibi jihatdan ancha murakkab bo'lgan birikmalarni ham uchratamiz bu qo'shalok va kompleks tuzlardir. Masalan:

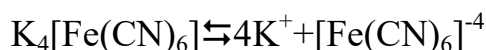
Oddiy tuzlar:



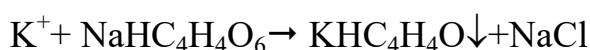
Qo'shaloq tuzlar:



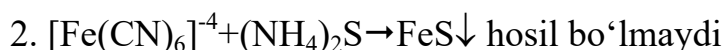
Demak bu tuzlar eritmada dissotsilanib, tegishli oddiy tuzlarning ionlarini hosil qiladi, ya'ni ular oddiy tuzlarning aralashmasidek bo'ladi. **Bunday tuzlar qo'shaloq tuzlar deyiladi.** Ammo yuqori tarkibdagi (tuzlar) birikmalar hamma vaqt shunday dissotsilanmaydi. Bularga misol qilib kompleks tuzlarni aytish mumkin. Masalan: kompleks tuz kaliy ferrotsianidni -dissotsilanishini ko'rsak



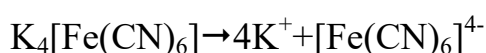
Suvli eritmada K^+ ioni borligini ko'rish uchun K^+ ga xos reaksiya ish natijasida kuzatish mumkin. Ammo eritmaga $(NH_4)_2S$ ta'sir ettirilsa, FeS cho'kmasi hosil bo'lmasligini kuzatamiz.



oq kristal cho'kma

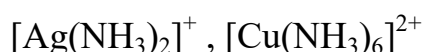


Demak 2 chi reaksiyadan ko'rinib turibdiki, $K_4[Fe(CN)_6]$ eritmasida Fe^{+2} ionlari ham, CN^- ionlari deyarli yo'qligini va eritmada kompleks ionlar $[Fe(CN)_6]^{4-}$ bor ekanligini ko'rsatadi. O'rganilayotgan kompleks tuz $K_4[Fe(CN)_6]$ mana bunday tenglama bilan dissotsilanadi.

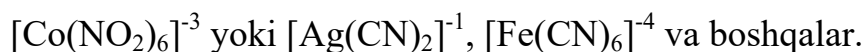


Eritmada K^+ kationi va $[Fe(CN)_6]^{4-}$ kompleks anion mavjud bo'lib, anion tarkibiga kirgan Fe^{2+} kation CN^- anion ionlarini sifat reaksiya yordamida aniqlab bo'lmaydi, chunki ular eritmada erkin holda uchramaydilar.

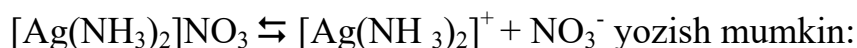
Kompleks birikmalar tuzilishiga qarab ularning ionlari **musbat zaryadlangan (kationlar holida)**:



manfiy zaryadlangan (anionlar holida) bo'lishi mumkin:



Kompleks tuzlarni masalan, $[Ag(NH_3)_2] NO_3$ dissotsialanishi, qaytar jarayon bo'lib,



Vernerning koordinatsion nazariyasiga muvofiq har qanday kompleks birikma masalan: $K_4[Fe(CN)_6]$

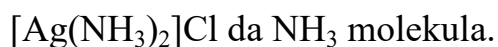
Bu yerda: K^+ - tashqi koordinatsion sfera

$[Fe(CN)_6]^{4-}$ - ichki koordinatsion sfera

Fe^{+2} - markaziy atom yoki kompleks hosil qiluvchi

CN^- - ligand yoki addent deyiladi

Ligandlar soni 2 dan 6 gacha o'zgarishi mumkin, u ion (CH_3^- ; CH_3COO^- ; NO_2^- ; $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$) molekula (NH_3) bo'lish mumkin



Kompleks ionning zaryadi uni hosil qilgan ionlar (ya'ni markaziy atom bilan ligandning) zaryadlarining algebraik yig'indisiga teng. Masalan, $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ markaziy atomi zaryadi Fe (+2) ligandning zaryadi CN^- $(-1) \cdot 6 = -6$, ya'ni kompleks ionni zaryadi: $+2 + (-6) = -4$ ga teng bo'ladi.

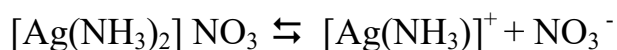
Kompleks tuzlarni dissotsiatsiya jarayoni bosqichli o'tadi:

Masalan: $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{NO}_3$ eritmasiga Cl^- ioni bor eritmada qo'shsak bunda Ag^+ ioni bo'lsa AgCl oq cho'kmasi tushish kerak edi, ammo bu yerda cho'kma tushmaydi, demak Ag^+ ioni eritmada yo'q, ekanligini ko'rsatadi. Agar shu eritmaga KI eritmasidan qo'shsak bunda AgI sarg'ish cho'kma ($\text{Ag}^+ + \text{I}^- \rightarrow \text{AgI} \downarrow$) tushadi bu esa juda oz miqdorda bo'lsa dam eritmada Ag^+ ionlari borligini ko'rsatadi. Nima uchun Cl^- ioni bilan cho'kmaga tushmaganligi va I^- ioni bilan cho'kma hosil qilishiga asosiy sabab ularning eruvchanlik ko'paytmasi katta farq qilishidir, masalan:

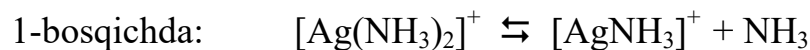
$$E_{\text{K}_{\text{AgCl}}} = 10^{-10}$$

$$E_{\text{K}_{\text{AgI}}} = 10^{-18}$$

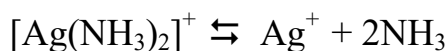
Agar biz quyidagi kompleks tuzni dissotsiyanishini ko'rib chiqsak:



Uning ichki koordinatsion sferasi bosqich bilan dissotsilanadi.

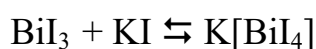
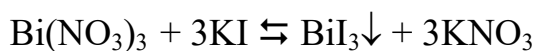


Demak juda oz miqdorda bo'lsa ham Ag^+ ionlari hosil bo'ladi, ikki bosqichni tagiga chizib keraklilarini qisqartirsak unda

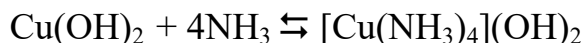


Kompleks tuzlarni bir necha usullar bilan olish mumkin:

1. Biriktirish usuli:



2. Kiritish usuli:



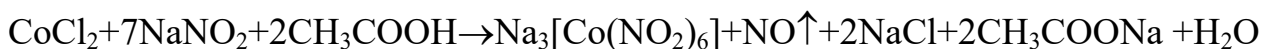
3. Metallarni kislota aralashmasida eritish bilan:



4. Siqib chiqarish usuli bilan. Odatda komplekslarning aralashma ligandlar hosil bo'ladi:



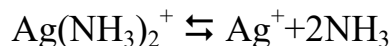
5. Kationlarni ochish reaksiyalarida ham kompleks tuzlar hosil bo'lishi mumkin:



AgCl eritmasiga ammiak qo'shilsa, quyidagi reaksiya boradi:



Hosil bo'lgan kompleksni ichki kordinatsion sferasini dissotsiatsiylanishini quydagicha yozsak:



Bu muvozanatga massalar ta'sir qonunini qo'llab muvozanat konstantasini topamiz:

$$K_{\text{muv}} = [\text{Ag}^+][\text{NH}_3]^2 / [\text{Ag(NH}_3)_2]^+$$

K- beqarorlik konstantasi. Agar kompleks beqaror bo'lsa $\text{Ag}^+ + \text{NH}_3$ hosil bo'lishi ko'p bo'ladi va natijada kompleks beqaror bo'ladi va teskarisi $\text{Ag}^+ + \text{NH}_3$ ionlari miqdori kam bo'lsa unda kompleks barqaror bo'ladi.

Beqarorlik konstantasi quyidagi tenglama orqali ifodalanadi:

$$K_{\text{beqaror}} = [\text{Ag}^+][\text{NH}_3]^2 / [\text{Ag(NH}_3)_2]^+ = 5,8 \cdot 10^{-8}$$

Barqarorlik konstantasining teskari qiymati beqarorlik konstantasi deb ataladi:

$$K_{\text{barqaror}} = 1 / K_{\text{beqaror}}$$

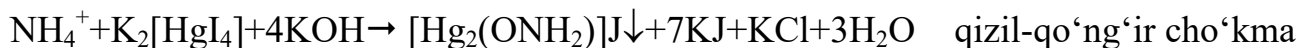
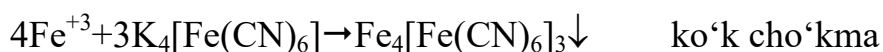
Har xil komplekslarning beqarorlik konstantalari har xil qiymatga ega bo'ladi.

Kompleks birikmalarning analiz uchun ahamiyati

Komplekslar hosil bo'lishi tufayli, kompleks birikmalar tarkibiga kiruvchi ko'pgina ionlarni tegishli reaksiyalar yordamida topish mumkin bo'lmay qoladi. Analizda buni hisobga olish kerak, aks holda analiz natijasi to'g'ri bo'lmaydi.

Masalan, molekulasida $-\text{COOH}$ karboksil, OH^- gidroksi, $-\text{NH}_2$ amin guruh bo'lgan organik birikmalar (masalan, har xil shakarlar, vino kislota hamda limon kislota, glitserin va boshqalar) ko'pchilik kationlar bilan komplekslar hosil qiladi va natijada u kationlar OH^- ionlari bilan va analizda ishlatiladigan boshqa ba'zi bir reaktivlar bilan cho'kma hosil kilmaydi. Shuning uchun analiz qilganda oldin analiz kilinayotgan eritmadagi organik moddalarni yo'qotish kerak. Ularni yo'qotish yaani shuning uchun ham zarurki, ular ba'zi bir cho'kmalarning koagullanishiga xalaqit beruvchi himoya kolloidlari rolini o'tashi ham mumkin. Kompleks birikmalarining hosil bo'lish reaksiyalaridan analitik kimyoda ayrim ionlar uchun sezgir va xususiy ochish reaksiyalar sifatida foydalaniladi. Bunday analitik reaksiyalar uchinchi va boshqa (VI va V) guruhlar kationlari uchun taaluqli. Masalan:

1. Sifat analizda ayrim kationlarni ochishda Fe^{+3} ; K^+ ; NH_4^+ ionlarni ochish reaksiyalari.

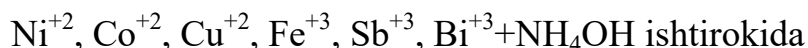


2. Kompleksonometriya miqdor analiz usulida metall ionlarining aniqlashda ham foydalaniladi. Bundan tashqari, ba'zi ionlarni ajratishda, masalan tarkibida Cu^{+2} va Pb^{+2} ionlari bo'lgan eritmaga ammiak eritmasi ta'sir ettirilganda mis ioni eruvchan kompleks ion $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{+2}$ hosil qiladi.

Qo'rg'oshin ioni esa $\text{Pb}(\text{OH})_2 \downarrow$ holida cho'kmaga tushadi.

3. Analiz usullarida ionlarni ochishda ham analiz davomida, halal beruvchi ionlarni bog'lash yoki boshqacha aytganda ionlarni niqoblash uchun ham kompleks ionlarning hosil bo'lish reaksiyalaridan keng foydalaniladi. Masalan, Fe^{+3} ionini NaF yordamida mustahkam kompleks $[\text{FeF}_6]^{3-}$ ion tarzida bog'lash mumkin, natijasida u boshqa ionlarni Co^{+2} , Ni^{+2} topishga xalal bermay qoladi.

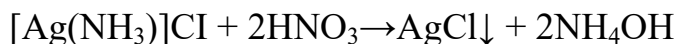
4. Aralashmalardagi kationlarni (elementlarni) uzaro ajratishda guruhlarda bo'lishda ishlatiladi. Masalan, berilgan aralashma:



1. eritmada: $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{+2}$, $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{+2}$, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_6]^{+2}$

2. cho'kmada: $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Sb}(\text{OH})_3$, $\text{Bi}(\text{OH})_3$ hosil bo'ladi.

5. Ayrim cho'kmalari eritish va kerakli kationlarni aniqlash:



Ammo kompleks hosil bo'lishi analizni qiyinlashtiribgina qolmay, balki nihoyatda osonlashtirishi ham mumkin. Bunga misollar keltiramiz.

1. Eritmada Fe^{3+} ionining bo'lishi, ko'pincha boshqa bir qancha ionlar (Co^{2+} , Tl^{4+} va hokazo)ni topishda xalaqit beradi. Bunday hollarda Fe^{3+} ionlarini eritmadan biror qiyin eruvchan birikma masalan, $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ holida chiqarib tashlashdan ko'ra, tegishli ionni topish vaqtida eritmaga vino kislota yoki limon kislota qo'shib Fe^{3+} ionlarini barqaror kompleks tarzda bog'lash qulayroqdir. Bu usulda Fe^{3+} ionlarining eritmadagi konsentratsiyasini boshqa ionlarni topishga xalal bermaydigan darajada kamaytirib yuborish mumkin bo'ladi.

Vino kislota yoki limon kislota urniga fosfat kislota yoki ammoniy ftorid ko'shish ham mumkin. Bular bilan Fe^{3+} ionlari $[\text{Fe}(\text{PO}_4)_2]^{3-}$ komplekslarni hosil qiladi.

2. IV guruh kationlarining sistematik analizda boshqa kationlar ajratib olingandan keyin, Cu^{2+} va Cd^{2+} ionlari eritmada qoladi. Cd^{2+} ionlari uchun eng harakterli bo'lgan reaksiya, ya'ni H_2S ta'sirida oq sariq cho'kma CdS ning hosil bo'lishiga Cu^{2+} ionlari xalal beradi, chunki ular H_2S bilan qora cho'kma CuS hosil qiladi. Shuning uchun Cu^{2+} ionini eritmadan yo'qotish zarur. Bunga, masalan, kislotali muhitda Al , Zn yoki Fe metallari ta'sirida Cu^{2+} ionlarini mis metalligacha qaytarish yo'li bilan erishish mumkin, bu metallar kislotali muhitda Cd^{2+} ionini qaytarmaydi. Biroq eritmaga KCN qo'shib, Cu^{2+} va Cd^{2+} ionlarini eriydigan kompleks tsianidlar $[\text{Cu}(\text{CN})_4]^{2-}$ va $[\text{Cd}(\text{CN})_4]^{2-}$ holida osongina bog'lash ham mumkin. Bunda eritmadagi mis ionlarining konsentratsiyasi juda kamayib ketib, mis sulfidning eruvchanlik ko'paytmasiga yetmaydi. Aksincha, ancha beqaror $[\text{Cd}(\text{CN})_4]^{2-}$ ionlari H_2S ta'sirida CdS cho'kmasi hosil bo'lishi uchun yetarli miqdorda Cd^{2+} ionlarini beradi.

Shunday qilib, aslida spetsifik bo'lmagan reaksiya, ya'ni Cd^{2+} ionini H_2S bilan topish reaksiyasi KCN ishtirokida o'tkazilsa, yetarli darajada spetsifik reaksiya bo'lib qoladi.

3. Tarkibida Cu^{2+} , Cd^{2+} , Bi^{3+} va R^{2+} kationlari bo'lgan eritmaga glitserin $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CH}_2\text{OH}$ qo'shib, IV guruh kationlari analizini yana ham soddalashtirish mumkin. Bunda Cd^{2+} dan tashqari yuqoridagi kationlarning hammasi ishqorlar ta'sirida parchalanmaydigan komplekslar hosil qiladi.

Yuqorida ko'rib o'tilgandek xalaqit beruvchi ionlar (Fe^{2+} Cu^{2+} va boshqalar)ni ancha barqaror komplekslar holida bog'lash «niqoblash» usuli analizda ko'p qo'llaniladi va katta amaliy ahamiyatga ega, chunki u ko'pchilik ionlarni boshqa yo'llar bilan topish mumkin bo'lmagan hollarda eritmaning ayrim ulushlaridan topishga imkon beradi.

Kompleks birikmalarning analiz uchun ahamiyati yana shundaki, bu birikmalarning hosil bo'lish reaksiyalari ayrim ionlarni topish uchun aksari juda seziluvchan va o'ziga xos reaksiyalar hisoblanadi. Ko'pincha, kompleks ionlarning o'zi seziluvchan va o'ziga xos reagentlar bo'ladi.

Masalan, Fe^{3+} ion, odatda $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ta'sirida berlin lazur $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ **yoki rodanid-ion ta'sirida turli tarkibli eruvchan qizil kompleks** hosil bo'lishdan topiladi. Cu^{2+} ion qo'ng'ir cho'kma $\text{Cu}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ yoki ammiakli $\text{Cu}_2[\text{Fe}(\text{NH}_3)_4]_2$ kompleks ko'k eritma holida;

Co^{2+} ion eriydigan rodanid kompleks $\text{K}_2[\text{Co}(\text{CNS})_4]$ yoki ko'k rangli erimaydigan birikma $\text{Co}[\text{Hg}(\text{CNS})_4]$ kompleks tuzlar holida;

Ni^{+2} ion yuqorida ko'rsatilganidek dimetilglioksim bilan harakterli pushti birikma berishi bilan topiladi va hokazo.

Bunday misollarni juda ko'p keltirish mumkin, deyarli hamma kationlarni harakterli xossalarga ega bo'lgan kompleks birikma holdagi sezuvchan reagentlari bor.

Kompleks birikmalarning analizdagi ahamiyati haqida gapirilganda, kompleks hosil bo'lishi uning tarkibiga kirgan birikmalarning kislotalik, asoslik hamda oksidlanish qaytarilish xossalari ta'sirini ham ta'kidlab o'tish kerak.

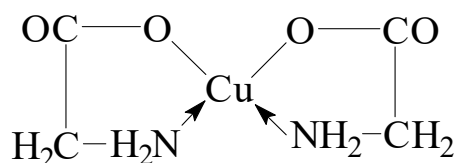
Agar biror kuchsiz kislolaning anioni kompleks hosil kilsa, uning H^+ ion bilan bog'lanishi zaiflashadi va natijada avvalgiga nisbatan ancha kuchli kislota hosil bo'ladi.

Ichki kompleks birikmalar

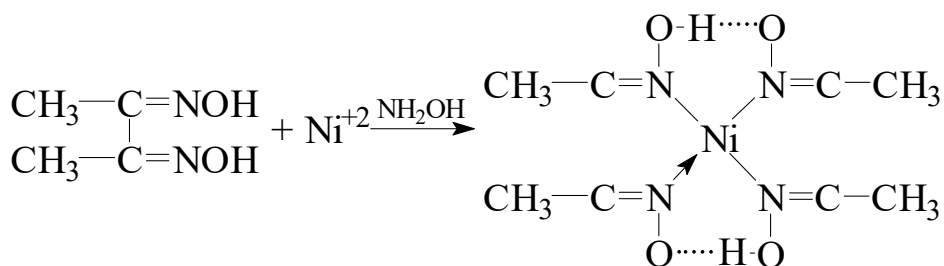
Ko'p kationlar organik reaktivlar bilan hosil bo'ladigan kompleks birikmalar, odatda ichki kompleks (xelat) tuzlar deb ataladigan analitik kimyoda alohida ahamiyatga ega. Hozirgi zamonda anorganik analizda oddiy organik moddalarda organik reaktivlardan foydalanilmoqda.

Organik reaktivlarni anorganik analizga birinchi bo'lib, M.A.Ilinskiy qo'lladi. U 1884 yili kobaltni ochish uchun α -nitrozo- β -naftoldan foydalandi. Lekin organik reaktivlar L.A.Chugaevning tadqiqotlaridan so'nggina keng qo'llanila boshladi. Uning 1905 yilda tavsiya qilgan organik reaktivi – dimetilglioksim hozirgacha Ni^{2+} kationini ochishda spetsifik reaktiv hisoblanadi.

Organik birikmalarning tuz hosil qilish xossasi ularning molekulalarida kislota xususiyatiga ega bo'lgan ma'lum atomlar guruhi bo'lishiga bog'liq. Bunday guruhlar: -COOH, -OH, =NOH, -SO₃H va boshqalardir. Ular tarkibidagi vodorod atomlari ma'lum sharoitda metall atomlari bilan almashishga qobildir. Agar organik birikma molekulasida mana shunday biror guruh bilan birga shu kation uchun ligand vazifasini o'ynaydigan boshqa guruh bo'lsa, bu kation kislota guruhidagi vodorod atomiga almashinish bilan bir qatorda ligand guruhi bilan koordinatsion bog' orqali bog'lanishi mumkin. Buning natijasida hosil bo'lgan tuzlar ichki kompleks tuzlar birikmalari deb ataladi. Ichki kompleks tuzga eng oddiy misol mis glikolyat, ya'ni tarkibida kislota guruhi – COOH dan tashqari, Su^{2+} ion bilan koordinatsiyaga qobil bo'lgan –NH₂ radikali bor aminosirka kislota (glikol) – NH₂CH₂COOH ning mis tuzidir. Mis glikolyatning struktura formulasi:



Bu yerda Cu^{2+} ion koordinatsion o'rinlar bilan egallangan ion hossasiga ega, Ni^{2+} ning dimetilglioksim bilan bergan birikmasi ham xuddi shunday ichki kompleks tuzdir. Uning hosil bo'lish reaksiyasining quyidagi tenglama bilan ko'rsatish mumkin:

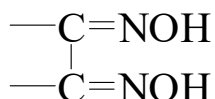


Shunday qilib, Ni^{2+} ioni ikki molekula dimetilglioksimning oksil guruhlari $=\text{NOH}$ dagi ikki vodorod atomi o'rnini olish bilan ion bogliq boshqa guruhdagi azot atomlari bilan koordinatsion bog' hosil kiladi.

Keltirilgan misollardan ko'rinadiki, ichki kompleks tuzlarning molekulari tsiklik (halkasimon) tuzilishiga ega. Odatda, suvda qiyin eriydigan, tiniq rangli va ionlarga nihoyatda oz dissotsilanish xossalariga ega bo'lgani uchun analizda muhim ahamiyatga egadir.

Eng muhimi shundaki, ichki kompleks tuzlar hosil bo'lishidan, ko'pincha kationlarning normal tuz hosil bo'lishidan ko'rinmagan individual xossalari keskin namoyon bo'ladi. Bu hol organik reaktivlarning ta'siri spetsifik bo'lishiga imkon beradi.

Tajriba ko'rsatadiki, Ni^{2+} ioni dimetilglioksim bilangina emas, balki molekulasida



guruhi bo'lgan boshqa organik birikmalar (dioksimlar) bilan ham harakterli, ko'pincha, qizil rangli cho'kma beradi.

Bu guruh Ni^{2+} ioni uchun spetsifikdir. Ko'pgina boshqa ionlar uchun ham shunga o'xshash spetsifik guruhlar bor.

Shunday spetsifik guruhga ega bo'lgan reaktivlarning analitik xossasiga o'sha guruh bilan bog'liq bo'lgan radikallar ham ma'lum darajada ta'sir ko'rsatadi. Shuning uchun bu radikallarni almashtirib ba'zan shu reaktiv ta'sirida boradigan reaksiyaning seziluvchanligini yoki spetsifikligini oshirsa bo'ladi.

Organik birikmalarning ko'pchiligi va ular molekulasiga turli usullar bilan biror guruhni kiritish orqali tarkibi va tuzilishini o'zgartirish mumkin bo'lganligi sababli

organik kimyogarlar turli ionlarni topish uchun sezgir va spetsifik reaktivlar sintez qilmoqda va analitik kimyogarlarga katta yordam bermokda.

Organik birikmalarni anorganik reaktivlarga qaraganda tanlovchanligi (kam maxsulotlar bilan reaksiyaga kirishadi) va sezgirliги bilan (oz miqdordagi mahsulotlarni aniqlashga imkon beradi) farqlanadi.

Organik reaktivlar yuqori spetsifik bo'lgani uchun murakkab aralashmasidan alohida ajralmasdan ionni ochish mumkin.

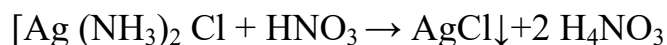
OAR-ko'p miqdorda sintez qilinmoqda. OAR bilan reaksiya natijasida har xil birikmalar hosil bo'ladi; oddiy kompleks va ichki kompleks birikmalar analizda juda ahamiyati katta. O'tkaziladigan reaksiya spetsifik bitta ionga xos reaksiya hosil bo'ladi. Bu usulni kamchiligi tayyor OAR yo'q, sintez qilish uchun ko'p vaqt sarflanadi.

D.I.Mendeleyevning davriy sistemasining IV, V, VI, VII guruhları metallmaslari asosan anionlar hosil qiladi va anionlar asosan III guruhga bo'linadi.

Analitik guruhlar	Guruhga kiradigan anionlar	Guruh reaktivi	Hosil bo'ladigan birikmalar	O'ziga xos xususiyatlari
I	SO_4^{2-} , SO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , CrO_4^{2-} , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, SiO_3^{2-} , F^- , AsO_4^{3-} , AsO_3^{3-} , BO_2^- , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ va b.	BaCl_2 neytral yoki kuchsiz ishqoriy muhitda	BaSO_4 , BaSO_3 , BaS_2O_3 , BaCO_3 , $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_3$, BaCrO_4 , BaC_2O_4 , BaSiO_3 , va b.	Bariyli tuzlari suvda erimaydi kislota da eriydi (BaSO_4 dan tashqari) hammasi oq cho'kma, faqat CrO_4^{2-} ionı sariq cho'kma hosil qiladi.
II	Cl^- , Br^- , I^- , S^{2-} , CN^- , SCN^- , $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$, JO^- , ClO^- , va b.	Nitrat kislota muhitida AgNO_3	AgCl , AgBr , AgI , Ag_2S , AgCN va b.	Kumushli tuzlari suvda va kislota da erimaydi.
III	NO_3^- , NO_2^- , CH_3COO^- , ClO_3^- , MnO_4^- va b.	Yo'q	-	Bariy va kumushli tuzlari suvda eriydi.

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, I guruh anionlariga Ba^{2+} ionı bilan neytral va kam ishqoriy eritmasida cho'kma hosil qiladigan ionlar kiradi. Hosil bo'lgan cho'kmalar ayrimlari suyultirilgan kislota eritmasida eriydi, bunga BaSO_3 , BaHPO_4 kiradi, BaSO_4 esa hech qanday kuchli kislotalarda ham erimaydi.

II guruh anionlariga Ag^+ ioni bilan neytral va suyultirilgan HNO_3 kislota muhitida, choʻkma hosil qiladigan anionlar (Cl^- , Br^- , I^- , S^{2-} , CNS^-) kiradi. AgCl choʻkmasining farqli tomoni u ammoniy gidroksidida eriydi, bu xususiyatidan II guruh anionlarini analiz qilishda foydalaniladi



III guruh anionlari NO_3^- , NO_2^- , CH_3COO^- , Ba^{2+} va Ag^+ kationlari bilan choʻkma hosil qilmaydigan anionlar kiradi. Ular yaxshi eriydigan tuzlar hosil qiladi, umumiy guruh choʻktiruvchisi yuk.

I, II, III guruh anionlari aralashmasi analiz qilishda birinchi boʻlib BaCl_2 ishtirokida I guruh anionlari choʻktirib olinadi. Choʻkmani ajratib, olinadi va analiz oʻtkaziladi, qolgan eritmadan oʻziga xos reaksiya oʻtkazib II va III guruh anionlarini topish davom ettiriladi.

Agar eritmada I guruh anionlari yoʻq boʻlsa, eritmaga AgNO_3 eritmasi qoʻshiladi va II guruh anionlari choʻktiriladi va choʻkma ajratib II guruh anionlari analizi oʻtkaziladi. Choʻkma ajratilgandan keyin qolgan eritmadan oʻziga xos reaksiya oʻtkazib III guruh anionlari borligi aniqlanadi.

Quruq tuz analizi

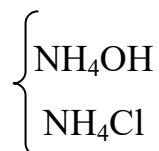
Quruq tuz analizi tuzni eritishdan boshlanadi. Buning uchun toʻgʻri keladigan erituvchi tanlab olinadi. Buning uchun probirkaga ozgina tuz solib uning ustiga tomchilatib suv quyamiz va probirkani silkitamiz. Erituvchini tuz eriguncha solinadi, agar tuz erimasa bunda eritmaga sirka kislotasi yoki kerakli qismda xlorid yoki nitrat kislotasidan qoʻshamiz. Kerakli sharoit tanlab olib, choʻkmani eritib olamiz. Tuz toʻliq erigandan keyin kation va anionlarni aniqlashga kirishamiz.

Kationlar analizi

Quruq tuzni eritgandan soʻng kationlarni aniqlashga kirishamiz. Eritmadan 3-4 tomchi olamiz (probirkaga) va 2-3 tomchi ammoniy bufer eritmasidan va 3-4 tomchi ammoniy sulfid tomizamiz. Agar choʻkma hosil boʻlsa, demak III guruh kationlari boʻladi.

Bunda III guruh kationlari aralashmasi topish usuli bo'yicha o'rganiladi. Agar cho'kma tushmasa, quruq tuz kationi I chi, II chi guruh kationlariga tegishli bo'ladi.

Bu holatda, analiz I chi, II chi guruh kationlari aralashmasini o'rganish bo'yicha analiz davom ettiriladi. Bunda birinchi bo'lib Nessler reaktivi ta'sirida NH_4^+ kationi ochiladi va keyin II chi guruh kationlarni borligini ammoniy karbonat, $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ammoniyli bufer eritma



ishtirokida oq cho'kma tushishi bilan aniqlanadi. Agar oq cho'kma tushsa, aralashmada analiz I-guruh $70-80^\circ \text{C}$ harorat ta'sirida kationlarini topish bo'yicha davom ettiriladi. Agar oq cho'kma tushmasa, analiz I-guruh kationlari K^+ va Mg^{+2} kationlarini topish bilan davom ettiriladi, cho'kma tushmasa unda I guruhdagi K^+ va Mg^{+2} ni aniqlanadi.

Anionlar analizi

Kationlarning analizi tugagandan keyin eritmadan I, II, III chi guruh anionlarini aralashmasi sistematik ravishda o'rganishga o'tiladi. Bularni o'rganib bo'lgandan keyin qaysi kation va anionlardan tuz tashkil topganligini aytib berishimiz mumkin.

Elementlarni ajratish usullari

Sistematik analizda yuqorida ko'rganimizda xossalari bir-biriga yaqin bo'lgan ionlarni ajratib olinadi. Bu ajratishni biz ikki ajratish usuli bilan o'rganamiz:

1. Cho'ktirish

2. Kompleks hosil qilish

Bu usullardan tashqari yana, a). Haydash (distillyatsiya). B). Ekstraktsiya.

c). Xromotografiya usullari ham qo'llaniladi.

Haydash yo'lida analiz qilinayotgan moddaning bittasi xaydalanadigan uchuvchan bo'lishi kerak. Masalan: ammoniy ionlarini formalin bilan bog'lab, keyin kaliy kationini topishga o'tiladi. Kaliy kationi ammoniy ionini topishga xalaqit beradi. Ammoniy kationini haydash yo'li bilan ham yo'qotish mumkin. Bunda NH_3 ajralib chiqadi.

Organik moddalarini analizida ham haydash usullari qo'llaniladi-elementorganik analiz. Bu usullar ko'p vaqt talab qilsa ham aniqligi bilan ajralib turadi.

Haydash usuli bilan kristallogidratlar tarkibidagi suv miqdorini ham aniqlash mumkin.

Ekstraksion usul ikki bir-biri bilan aralashmaydigan erituvchilar oralig'ida reaksiya olib boriladi. Masalan: suv:benzol, suv:xloroform va boshqalar.

Sifat analizda bu usuldan juda oz miqdorda bo'lgan Br_2 , J_2 va boshqalarni topishda ishlatiladi. Bu suvli eritmalarida (Br_2 , J_2) oz miqdorda erigan bo'lsa rangini ko'z bilan ko'rib bo'lmaydi. Bu eritmaga benzol yoki xloroform solib chayqatsak bunda organik qavatiga erib o'tib Br_2 bo'lsa sariq rang, J_2 bo'lsa qizil-malina rangini beradi. Miqdor analizida ham bu usul ko'p ishlatilib kelinmoqda

Xromotografiya (bu usul 1903 yil M.S. Svet tomonidan yaratilgan). Bu usulda moddalarni qattiq qismda ajralishiga asoslangan (adsorbent, ionit) adsorbsiya, cho'kish va ionlarni almashinishiga asoslangan. Ishlatish soxalari Masalan: miqdoriy analizda mis va kobalt ionlarini topishda juda kup ishlatiladi.

Shisha naychani pastki qismini shisha tola bilan yopib, ustki qismiga **Al_2O_3 kukunidan** (adsorbent) solamiz va uning ustiga **Su** va kobalt eritmasidan 3-4 tomchi solamiz. Mis ionlari katta sorbsion xususiyatga ega bo'lgani uchun birinchi bo'lib sorbsiya bo'ladi va sorbsiya bo'lgan qismida ko'k rang hosil bo'ladi keyin Co^{+2} ionlari yutiladi va qizil qism hosil qiladi.

Xromotografiyani ham miqdor, ham sifat analizlarida qo'llash mumkin.

Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

1. Kompleks birikma deganda nimani tushunasiz?
2. Kompleks birikmaning boshqa birikmalardan farqi?
3. Kompleks hosil qiluvchi, ligand va koordinatsion son nima?
4. Maksimal va minimal koordinatsion son nechaga teng bo'ladi.
5. Komplekslarning ichki va tashqi sferalari nima bilan farqlanadi?
6. Ichki kompleks birikmalar qanday tuzilishga ega?
7. Kompleks hosil qilishda birikish va kiritish reaksiyalarga misollar keltiring?

8. Kompleks birikmalarini bosqich bilan dissotsiylanishini ko'rsating?
9. Kompleks birikmaning muvozanatini qanday yozish mumkin?
10. Kompleks birikmalar asosiy xossalari nimalardan iborat?
11. Kompleks beqarorlik nima?
12. Amaliyotda kompleks birikmalar hosil qilishga misollar keltiring?
13. Kompleks birikmalarni hosil bo'lishida o'ziga xos reaksiyalar deganda nimani tushunasiz?
14. Anionning umumiy tavsifi.
15. I guruh anionlar aralashmasini analizi.
16. II guruh anionlar aralashmasini analizi.
17. III guruh anionlar aralashmasini analizi.

5.1 - mavzu. Miqdoriy analiz usulining sinflanishi.

Reja:

1. Miqdoriy analiz usullarining sinflanishi.

2. Xatolar nazariyasi. Xatolarning sinflanishi va ularni yo'qotish yo'llari.

3. Gravimetrik analiz asosi.

4. Xaydash usuli.

Tortma analiz usullarning sezgirligi, ta'sirchanligi kichik bulganligi uchun turli moddalar tarkibidagi juda kam miqdorda bo'lgan elementlarni aniqlab bo'lmaydi. Bundan tashqari, tortma analiz usulini bajarish uchun kup vaqt sarflanadi, xajmiy analizni esa eritmada loyqa moddalar mavjud bulganda qo'llash mumkin emas. Shuning uchun xam xozirgi davrda juda sezgir, analizni o'tkazish davri qisqa bulgan usullar yaratishga ko'p etibor berilmoqda. Bu jixatdan fizikaviy va fizik-kimyoviy usullar katta samara bermokda.

Miqdoriy analiz usullarining sinflanishi.

I. Kimyoviy analiz usullari

Bu usullar kimyoviy reaksiyalarga asoslangan holda olib boriladi va quyidagi usullarga bo'linadi:

1. Gravimetrik (tortma) analiz usullari

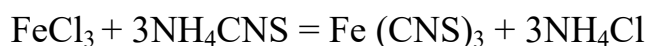
2. Titrimetrik (hajmiy) analiz usullari

II. Fizik analiz usullari moddalarni fizik xususiyatlarini (xossalarini) o'lchashga asoslangan. Masalan elektro'tkazuvchanlik, potensial, zichlik, qovushqoqlik, yutilish spektri va hakozo. Bu usullar tezligi va sezgirligi bilan ustun keladi.

III. Fizik-kimyoviy analiz usullari kimyoviy reaksiyalar jarayonida moddalarni fizik xossalarini o'lchashga asoslangan.

Bu usullarda moddalarning optik, elektrometrik va boshqa xossalari kimyoviy reaksiyalar jarayonida kuzatiladi. Bu usullar sezgirligi, tanlovchanligi va tezligi bilan ajralib turadi va zamonaviy usul bo'lib eng kup tarqalgan va kelajagi yuqori hisoblanadi.

Sifat analizida ko'pincha eritma rangining o'zgarishi bilan boradigan reaksiyalardan foydalaniladi. Masalan: Fe^{+3} ionni NH_4CNS yoki KCNS yordami bilan topishda suvda eriydigan to'q qizil rangli temir rodanid $\text{Fe}(\text{CNS})_3$ hosil bo'ladi:



Bu reaksiya miqdoriy analizda ham qo'llanishi mumkin. Buning uchun bir probirkaga tekshirilayotgan eritmadan, bir necha probirkalarga xuddi shunday sharoitda "standart eritmalar"dan, ya'ni uch valentli temir tuzining konsentratsiyasi aniq bo'lgan bir necha eritmasidan bir xil hajmga keltirib barcha eritmalarga NH_4CNS yoki KCNS dan qo'shamiz. Bunda biror probirkada bir xil intensivligidagi rangli eritma hosil bo'ladi va probirkada hosil bo'lgan eritmalarning rangi solishtirilganda ulardagi Fe^{+3} ning miqdori ham teng bo'ladi.

Ba'zan rang o'zgarishi bilan boradigan reaksiyalar o'rniga qiyin eriydigan modda hosil qiluvchi reaksiyalardan foydalaniladi. Aniqlanayotgan elementning eritmadagi miqdori, eritmaga biror reaktiv ta'sir ettirganimizda eritmaning loyqalanish darajasi bilan solishtirib topiladi. Bu prinsipga asoslangan usullar nefelometrik va turbodimetrik analiz deyiladi.

Eritmaning rangi uncha to'q bo'lmagan holdagina eritmadagi aniqlanayotgan elementning miqdori kolorimetrik (va nefelometrik) usul bilan aniqlash mumkin bo'ladi. Bu usullar bilan aniqlashda juda suyultirilgan eritmalar ishlatiladi. Amalda

tekshirilayotgan moddada aniqlanayotgan elementning miqdori juda kam bo'lsa va shuning uchun tortma hamda hajmiy analizlarni qo'llash mumkin bo'lmagan taqdirda kolorimetrik va nefelometrik usuldan foydalaniladi.

Analizlarning tez bajarilishi ham bu usullarning keng qo'llanilishiga imkon beradi.

Miqdoriy analizda yuqorida bayon etilgan usullardan tashqari yana bir necha usullar qo'llaniladi. Masalan, gaz analizi usulini olaylik. Bu usulning mohiyati analiz qilinayotgan gazlar aralashmasidagi ayrim komponentlarni biror reaktivga shimdirish (yutilish) orqali shu komponentning hajmini aniqlashdan iborat.

Yutilgan gazning miqdori gazlar aralashmasi hajmining kamayishiga qarab topiladi. Undan tashqari, aniqlanayotgan elementning miqdorini reaksiya natijasida hosil bo'lgan gazning hajmini o'lchash yo'li bilan ham topish mumkin. Masalan, cho'yan va po'lat tarkibidagi uglerodning miqdori, odatda, tarozida tortib olingan po'lat namunasini maxsus elektr pechlarida kislorod oqimida 1000-1250°C da qizdirish natijasida hosil bo'lgan CO₂ ning hajmini o'lchab topiladi.

Tekshirilayotgan moddadagi elementning miqdorini aniqlashda elektr-hajmiy analiz usullari ham qo'llaniladi. Bunda hajmiy analizning prinsipi saqlanib qoladi, lekin reaksiya tamom bo'lgan paytda eritmaning elektr o'tkazuvchanligini o'lchash (konduktometrik usul) yoki tekshirilayotgan eritmaga tushirilgan elektrodning potensialini o'lchash (potensiometrik usul) yo'li bilan aniqlanadi. Elektr kimyoviy usullarga polyarografik usul ham kiradi. Bu usul bo'yicha, tekshirilayotgan eritmada aniqlanishi lozim bo'lgan element(ion)ning miqdori polyarograf deb ataladigan maxsus asbobda elektroliz qilish natijasida hosil bo'lgan volt-amper egri chizig'i(yoki polyarogramma)ning harakteriga qarab aniqlanadi. Nishonli atomlar, ya'ni aniqlanayotgan elementlarning radioaktiv izotoplar ishlatilishiga asoslangan analiz usulini ham ko'rsatib o'tish kerak. Aniqlanayotgan elementlarda radioaktivlik xususiyatining, shuningdek, bu radioaktiv elementlarning xossalari bilan ular barqaror izotoplarining xossalari orasida ayniyat borligi biror tur nurlanishning intensivligini o'lchaydigan hisoblash asboblaridan foydalanishga imkon beradi.

Analitik tajribada analizning xromatografik usuli ham qo'llaniladi. Bu usul biror qattiq modda (adsorbent), masalan, alyuminiy oksid, permutit va har xil sintetik smolalarni erigan moddalar tanlab adsorbsiyalash xodisasiga asoslangandir.

Miqdoriy analizning yuqoridagi ko'rib o'tilgan usullari kimyoviy va fizik-kimyoviy usullarga bo'linadi. Kimyoviy usulga tortma, hajmiy va gaz analizi usullari, fizik-kimyoviy usulga esa kolorimetriya va nefelometriya, shuningdek, elektrokimyoviy va xromatografik usullari kiradi.

Undan tashqari miqdoriy aniqlashlarning fizik usullari, masalan, miqdoriy spektral analiz, lyuministsent analiz va boshqalar qo'llaniladi. Sifat analizidagi kabi miqdoriy analizda ham makro-, mikro-, va yarim mikro usullar qo'llaniladi.

Makroanalizda analiz uchun tortib olingan qattiq moddaning og'irligi (0,1 g atrofida va undan ko'p) yoki eritmalarining hajmi nisbatan ko'proq (bir necha o'n millilitr va undan ortiq olinadi. Bu usulda ishlatiladigan asosiy asbob 0,0002 g (ya'ni 0,2 mg) gacha aniqlik bilan tortishga imkon beruvchi analitik tarozlardir. Makro usul bilan bir qatorda miqdoriy analizning mikro-, va yarim mikro usullari ham tobora keng qo'llanilmoqda. Bu usullar analiz uchun tortib olingan moddadaning miqdori 1 mg dan 50 mg gacha, eritmalarining hajmi millilitrning o'ndan bir ulushidan bir necha millilitrgacha bo'ladi.

Mikro- va yarim mikro usullarning afzalligi shundaki, bu usullar bilan analizni juda tez bajarish mumkin va analiz qilinadigan moddaning miqdori juda oz bo'lganda ham uni analiz qilishga imkoniyat beradi. Mikro- va yarim mikro usullarning bunday afzalliklariga qaramasdan, hozirgi vaqtda avvaldan qo'llanilib kelinayotgan va miqdoriy analizni o'rganishda eng qulay bo'lgan makroanaliz usuli juda keng tarqalgan.

Biror miqdoriy aniqlash qanchalik diqqat bilan o'tkazilmasin olingan natija odatda, aniqlanayotgan moddaning xaqiqiy miqdoridan bir oz farq qiladi, ya'ni ba'zi xatoliklarga ega bo'ladi.

Analiz xatolari o'z xarakteri bo'yicha a) sistematik xatolar, b) tasodifiy xatolar, c) qo'pol xatolarga bo'linadi.

Sistematik xatolar. Sistematik xatolar deb, kattaligi doimiy bo'lgan yoki ma'lum qonun bo'yicha o'zgaradigan xatoliklarga aytiladi. Sistematik xatolarni odatda oldindan

nazarda tutish va ularni yo'qotish, yoki tegishli tuzatishlar kiritish mumkin. Sistematik xatolarning quyidagi turlarini ko'rsatib o'tamiz.

Uslubiy xatolar. Bu xatolar qo'llanayotgan analiz usulining xususiyatlariga, masalan, aniqlash asoslangan reaksiyaning miqdoriy jihatdan to'la bormasligi, cho'kmaning qisman eruvchanligi, cho'kma bilan birga har xil begona qo'shimchalarning birga cho'kishi, qizdirilayotgan vaqtda cho'kmaning qisman parchalanishi yoki uchib ketishi, qizdirilgan cho'kmaning gigroskopikligi, asosiy reaksiya bilan birga, hajmiy aniqlashlarda natijani buzuvchi, qandaydir qo'shimcha reaksiyalarning borishi, titrlash vaqtida ishlatilgan indikatorning xossalari va hakoazolarga bog'liq. Uslubiy xatolar miqdoriy aniqlashlarda natijani buzuvchi jiddiy sabablar jumlasiga kiradi.

Ishlayotgan asbob va reaktivlarga bog'liq bo'lgan xatolar. Bunday xatolar jumlasiga tarozi yelkanlarining teng emasligi, yoki tarozi aniqligining kamligi, tortishda tekshirilmagan toshlarni ishlatish, hajmni aniq o'lchovchi idishlarning tekshirilmaganligi va tekshirilayotgan eritmaga begona qo'shimchalarning tushib qolishi natijasida ro'y beradigan xatolar kiradi. Analizda qo'llanilayotgan shisha yoki chinni idishning yemirilishidan hosil bo'lgan mahsulotlar bilan eritmaning ifloslanishi natijasida kelib chiqadigan xatolar, ishlayotgan reaktivning tarkibida aniqlanayotgan elementning yoki analizga xalaqit beruvchi moddalarning bo'lishidan va titrlashda titr (konsentratsiyasi) noto'g'ri aniqlangan eritmalardan foydalanish va hakoza natijasida kelib chiqqan xatolar ham shu kategoriyaga kiradi.

Individual xatolar. Bu xatolar analitikning shaxsiy xususiyatlariga, masalan, titrlash vaqtida eritma rangining o'zgarish paytini aniq seza bilmasligi va hakoazolarga bog'liq. Talabalarda ko'pincha uchraydigan psixologik xatolarni-oldindan birmuncha yanglish fikrga kelishini ham individual xatolarga kiritish kerak.

Tasodifiy xatolar. Kelib chiqishi ma'lum bir qonuniyatga asoslanmay, kattaligi va ishorasi noma'lum bo'lgan xatolar deb ataladi. Tasodifiy xatolar analitikning o'ziga bog'liq bo'lmagan tashqi omillari ta'sirida (haroratning va havo namligini o'zgarishi, havoning iflosligi, xonaning yetarli darajada yoritilmaganligi, binoning tebranishi (vibratsiya) va hakoza) va, shuningdek analitikning ehtiyot bo'lmasdan, pala partish

ishlashi natijasida xatolar sifatida "operativ xatolar"ni aniqlanayotgan eritma solingan idishning og'zi ochiq qoldirilganligi sababli unga tashqaridan har xil iflosliklarning tushishi, suyuqlik qaynatilganda sachrab ketib kamayishi, cho'kmani oz yoki haddan tashqari ko'p yuvilishi, cho'kmani stakandan filtrga to'la o'tkazmaslik, cho'kmani yetarli darajada yoki tegishli haroratda qizdirmaslik, tortilayotgan jism bilan tarozini harorati bir xil emasligi natijasida tortish yetarli darajada aniq bo'lmasligi va hakozolarni ko'rsatish mumkin.

Har qanday o'lchashda, shu jumladan, qanchalik diqqat bilan qilingan bo'lmasin, har qanday analitik aniqlashda ham tasodifiy xatolar albatta bo'ladi. Ularning bo'lishi shundan ko'rinadiki, berilgan namunada biror elementning miqdorini bir usulning o'zi bilan takror aniqlashda, odatda, bir xil emas, balki bir-biridan bir oz farq qiluvchi natijalar olinadi.

Qo'pol xatolar. Bunday xatolar jumlasiga, masalan, tortish paytida tarozi toshlarini va tarozi shkalasining ko'rsatishini noto'g'ri hisoblash, aniqlash vaqtida eritmaning yoki cho'kmaning bir qismini to'kib yuborish va shunga o'xshashlar kiradi.

Qo'pol xatolar tufayli analizning natijasi noto'g'ri bo'lib qoladi va shuning uchun u bir necha parallel aniqlashlardan o'rtachasini olishda tashlab yuboriladi.

Xatolar miqdoriy jihatdan absolyut xato va nisbiy xatolar bilan ifodalaniladi.

Absolyut xato - tajriba orqali olingan va aniq natijalarni ayirmasini olib 100 ga ko'paytirilib aniqlanadi va foiz belgisi bilan belgilanadi:

$$D_a = (a_{\text{tajriba}} - a_{\text{aniq}}) \cdot 100$$

Bu yerda: D_a - absolyut xato

a_{tajriba} - tajriba natijasi

a_{aniq} - aniq natija

Nisbiy xato - absolyut xatoni aniq natijasiga nisbati bo'lib uni quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$D_n = \frac{a_{\text{tavr}} - a_{\text{aniq}}}{a_{\text{aniq}}} \cdot 100$$

Nisbiy xato natijalarini aniqroq ifodalaydi. Agar aniq natija berilmagan bo'lsa unda olingan natijalarni o'rtachasi hisoblanib unga nisbatan har tajriba natijalari solishtiriladi. Natijada hosil bo'lgan natija o'rta natijadan siljish deyiladi. Qanchalik siljish qiymati kam bo'lsa shunchalik aniqlik katta hisoblanadi.

Tajriba natijalarini yanada aniqroq ifodalash uchun matematik statistika usuli qo'llaniladi.

Xaydash usuli

Bu usul qizdirish natijasida uchuvchi moddalarni massasini kamaygan holatini o'lchashga asoslangan. Bu usulda modda tarkibidagi kristallangan suv miqdorini, CO₂ ni karbonatlar tarkibida va hakoza aniqlashga asoslangan. Usulning kamchiligi u faqat uchuvchan moddalarni aniqlash imkoniyatiga ega, ya'ni qo'llanilishi o'ta cheklangan usul. Shu holda ham bu usul o'zini mohiyatini yo'qotmagan. Bu usulga asoslangan element organik analiz usullari hali ham organik moddalarni eng aniq usuli hisoblanadi va bu natijalariga qarab xromatograf va boshqa asboblarni sozlashadi.

Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

1. Miqdoriy analizni asosi va qo'llanilishi.
2. Miqdoriy analiz usullarining asosi.
3. Xatolar nazariyasi.
4. Xatolar sinflanishi va ularning bartaraf etish usullari.
5. Xatolarning ifodalanishi.
6. O'rta natijasidan siljish usuli bilan hisoblash.

5.2 - mavzu. Gravimetrik analiz asosi va usullari.

Reja:

1. Gravimetriyada cho'ktirish usuli.

2. Cho'kma holat va tortma holat.

3 Cho'kmalar hosil bo'lish sharoitlari.

4. Birgalashib cho'kish.

Gravimetrik analizda har qanday cho'kma ham cho'ktiriladigan shaklda qo'llanavermaydi.

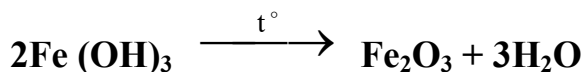
Cho'ktiriladigan shaklga quyidagi asosiy talablar qo'yiladi: 1. Cho'kma kam eruvchan, ya'ni cho'ktirish yetarli darajada to'liq bo'lishi kerak. 2. Hosil qilingan cho'kma toza, oson yuviladigan va filtrlanuvchi bo'lishi kerak. 3. Cho'ktirilgan shakl osonlik bilan tortma shaklga o'tishi kerak.

Cho'kmalarni to'liq hosil bo'lishi va xossalariga quyidagi shartlar hal qiluvchi ta'sir ko'rsatadi: 1) cho'ktiruvchining konsentratsiyasi (miqdori) 2) Harorat; 3) Begona tuzlarning konsentratsiyasi.

Cho'kma hosil bo'lishi murakkab fizik-kimyoviy jarayon bo'lib, uning yo'nalishi, qonuniyati hali to'liq yechilgan emas. Yirik kristall cho'kmalar mayda kristal yoki amorf cho'kmaga nisbatan ancha toza bo'ladi, u oson filtrlanadi. Mayda kristall cho'kmalar filtr qog'oz g'ovakchalarini berkitib qo'yishi mumkin, natijada filtrlash tezligi amalda nolga qadar kamayadi. Shu sababli toza va oson suziladigan cho'kma olish uchun yirik kristall cho'kma hosil qilish sharoitini qayta ko'rib chiqish kerak.

Analizda oxirgi bosqichda cho'kmani (cho'ktirilgan shakl) filtrash, yuvish, quritish yoki yuqori haroratda qizdirishdan so'ng, tarozida tortiladigan holat birikma gravimetrik shakl hosil qilinadi. Ayni gravimetrik shakl qizdirish va sovitib tortish natijasida o'zgarmas og'irlikka keltiriladi. Bunda uchuvchan komponent, masalan ammoniy tuzlari to'liq yo'qoladi va cho'kma tortiluvchi shaklga o'tadi deb qaraladi. Organik cho'ktiruvchilar (dimetilglioksim, 8-oksixinolin va boshqalar) bilan hosil qilingan cho'kmalar odatda quritiladi, anorganik birikmalardan olingan cho'kma esa qoida bo'yicha yuqori haroratda qizdiriladi. Fizik-kimyoviy xususiyatiga qarab qizdirish davrida

choʻkma tarkibi oʻzgarmay qolishi yoki muayyan kimyoviy oʻzgarishga uchrashi mumkin. Qizdirishda, masalan, bariy sulfat oʻzgarmas tarkibida qoladi. Temir gidroksid choʻkmasi esa oksidga aylanadi:



Yanada murakkab oʻzgarishga kaltsiy oksalat uchrashi mumkin:



Gravimetrik analiz usuli analiz qiluvchi moddani elementlar holida ajratilgan yoki biror bir birikma sifatida choʻktirilgan holdagi massasini oʻlchashga asoslangan boʻlib u ikki usullarga boʻlinadi.

1. Xaydash usuli.

Bu usul qizdirish natijasida uchuvchi moddalarni massasini kamaygan holatini oʻlchashga asoslangan. Bu usulda modda tarkibidagi kristallangan suv miqdorini, CO_2 ni karbonatlar tarkibida va hakozo aniqlashga asoslangan. Usulning kamchiligi u faqat uchuvchan moddalarni aniqlash imkoniyatiga ega, yaʼni qoʻllanilishi oʻta cheklangan usul. Shu holda ham bu usul oʻzini mohiyatini yoʻqotmagan. Bu usulga asoslangan element organik analiz usullari hali ham organik moddalarni eng aniq usuli hisoblanadi va bu natijalariga qarab xromatograf va boshqa asboblarni sozlashadi.

2. Choʻkma hosil qilish usuli.

Bu usulda dastlab aniqlanuvchi moddadan analitik torozi yordamida aniq namuna (kristall choʻkma uchun 0,5-1 gr, amorf choʻkmalar uchun 0,1-0,3 gr.gacha) tortib olinadi va eritiladi, choʻktiruvchi yordamida choʻkmaga oʻtkazilib filtrlanadi (choʻkma shakl) va maʼlum haroratda qizdirilib tortma (yoki gravimetrik) shaklga oʻtkaziladi, va massasi oʻlchanadi. Tortma formasini massasi va namunani kimyoviy formulasi asosida aniqlanayotgan moddani miqdori hisoblanadi.

Gravimetrik shaklga qo'yiladigan talablar.

Qizdirish sharoitiga qarab CaCO_3 yoki CaO yoki ularning aralashmasini olish mumkin. Agar qizdirish natijasida komponentlar nisbati aniq bo'lmagan $\text{CaCO}_3 + \text{CaO}$ aralashma olinsa, u holda cho'kma og'irligi (massasi)ga qarab natijani hisoblash mumkin bo'lmaydi. Bundan gravimetrik shaklga qo'yiladigan asosiy talab kelib chiqadi, ***cho'kma tarkibi uning kimyoviy formulasiga aniq javob berishi kerak***, chunki xuddi shundagina namunadagi analiz qilinayotgan komponentni cho'kma og'irligiga qarab hisoblash mumkin. Ayrim vaqtlarda murakkab tarkibli cho'kma olingandagina, masalan, geterogenli kislota tuzlari, u vaqtda cho'kmaga qo'yilgan shartlar juda ham qat'iy bo'lmaydi. Gravimetrik shakl yuqori haroratda kimyoviy barqaror bo'lishi kerak. U aniqlanadigan moddaga qarab mumkin qadar ancha past ($400-500^\circ$) da olinadi va ancha yuqori ($700-800^\circ$ dan 1000° S gacha) haroratda o'zgarmasligi kerak. Oddiy haroratda havoda buzilmasligi, ya'ni namlikni tortmasdan va atrof muhitdagi komponentlar bilan ta'sirlanmasligi kerak. ***Gravimetrik shakl massasi ancha katta bo'lishi va undan aniqlanuvchi element miqdori mumkin qadar oz bo'lishi maqsadga muvofikdir.*** Aniqlanuvchi cho'kma tortimida aniqlanuvchi element qancha oz bo'lsa, filtrga o'tkazish vaqtida xatolik shuncha kichik bo'lishi o'z-o'zidan tushunarlidir.

Agar m massali gravimetrik shakl, masalan, bariy sulfatni analizi natijasida oltingugurt S ning massasi talab qilinsa, u holda uni oddiy proportsiya bo'yicha hisoblash mumkin. Bariy sulfatning molyar massasini M (BaSO_4) g dan BaSO_4 M (C) g olinsa,

$m(\text{BaSO}_4) \cdot \frac{M(S)}{M(\text{BaSO}_4)} = x$ g olinadi

Bundan

$$x = m(\text{BaSO}_4) \frac{M(S)}{M(\text{BaSO}_4)}$$

Aniqlovchi komponent molyar massasini gravimetrik shaklining molyar massasiga nisbatan qayta hisoblash omili (faktor) yoki gravimetrik omil (ko'paytma) yoki oddiygina omil deb F harfi bilan belgilanadi.

$$F = \frac{M(S)}{M[\text{BaSO}_4]}$$

va o'rniga $x = mF$ yozish mumkin

x-gravimetrik shaklni hisoblashda aniqlanuvchi modda kimyoviy formulasida stexiometrik koeffitsientini hisoblab olish shart, bunda gravimetrik shakldagi aniqlanuvchi komponent atom sonlari maxrajda ham bir xil bo'lsin.

$$F = \frac{V_1 M_{\text{(аникланади ган модда)}}}{V_2 M_{\text{(гравиметри к шакл)}}}$$

Atom sonlarini teng bo'linishini V_1 va V_2 ta'minlamaydi. Masalan, $Mg_2 P_2 O_7$ tarkibidagi Mg ni qayta hisoblash omili quyidagiga teng bo'ladi:

$$F = \frac{2M(Mg)}{M(Mg_2 P_2 O_7)}$$

bu quyidagi proportsiya bo'yicha osonlik bilan chiqariladi:

$$2M(Mg) - M(Mg_2 P_2 O_7)$$

F-1

Ba'zan agar gravimetrik shakl $Fe_2 O_3$ bo'lsa, u holda $Fe_3 O_4$ ning tarkibini hisoblashda ancha murakkab nisbat vujudga keladi. Bu holda proportsiya quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi.

$$3M(Fe_2 O_3) - 2M(Fe_3 O_4) \quad F = \frac{2M(Fe_3 O_4)}{3M(Fe_2 O_3)}$$

Aniqlanuvchi modda gravimetrik shakl tarkibiga kirmasligi ham mumkin. Masalan, $Fe_2(SO_4)_3$ tarkibidagi temir (III) ni ayni eritmadan olingan $BaSO_4$ massasi bo'yicha aniqlash ham mumkin. Bunda 1 mol $Fe(SO_4)_3$ dan 2 mol Fe^{+3} va 3 mol SO_4^{2-} bo'ladi, shu sababli qayta hisoblash omili quyidagicha bajariladi:

$$2M(Fe) - 3M(BaSO_4) \quad F = \frac{2M(Fe)}{3M(BaSO_4)}$$

Ko'pchilik amaliy aniqlashlar uchun qayta hisoblash omili yuqori aniqlikda bo'lib, u ma'lumotnomalarda berilgan bo'ladi.

Tarkibida bir necha o'n va o'ndan ortiq komponent bo'lgan moddani gravimetrik analiz qilishda juda ham yuqori aniqlik bilan harakterlanadi. Gravimetrik usulda yo'l qo'yilgan taxminiy xatolikni formula bo'yicha hisoblash mumkin. Gravimetrik usul bo'yicha laboratoriya ishlarida modda massasini odatda berilgan birikmaga nisbatan qayta

hisoblash talab qilinadi. Masalan, sulfat ionini analizida ko‘pincha natija quyidagi formula bo‘yicha SO_4 hisoblanadi:

$$m(\text{SO}_3) = m(\text{BaSO}_4)F$$

bunda, $m(\text{SO}_3)$ - SO_3 og‘irligi; $m(\text{BaSO}_4)$ - qayta qizdirilganda doimiy og‘irlikka keltirilgan cho‘kma massasi, F - qayta hisoblash omili.

Analizda sodir bo‘ladigan nisbiy xatolikni hisoblashda formuladan foydalaniladi.

$$\frac{S_{\text{SO}_3}}{m(\text{SO}_3)} = \sqrt{\frac{S_{\text{BaSO}_4}}{m(\text{BaSO}_4)}^2 + \left(\frac{S_f}{F}\right)^2}$$

Bunda S_{SO_3} , S_{BaSO_4} va S_f lar SO_3 , BaSO_4 va F kattaligi tegishli xatolik.

S_f - omildagi xatolik juda ham kichik bo‘lgani uchun uni hisobga olmasa ham bo‘ladi. Shu sababli tenglamadagi ildiz ostidagi ikkinchi qo‘shilgan kattalikni e‘tiborga olinmasa ham bo‘ladi. Binobarin tenglama sharti

$$\frac{S_{\text{SO}_3}}{m(\text{SO}_3)} = \frac{S_{\text{BaSO}_4}}{m(\text{BaSO}_4)} \text{ ga o‘tadi.}$$

SO_3 massasini aniqlashdagi nisbiy xatolikka teng bo‘ladi. (BaSO_4) massasini aniqlashdagi nisbiy xatolikka teng bo‘ladi. $m(\text{BaSO}_4)$ gravimetrik shaklning analitik tarozida ikki marta tortish natijasidagi farqdan kelib chiqadi:

$$m(\text{BaSO}_4) = m_1 - m_2$$

bunda, m_1 - tigel va bariy sulfat BaSO_4 massalarini yig‘indisi; m_2 - bo‘sh tigel massasi;

Tortishdagi xatolik har ikki holda taxminan bir xil:

U holda tenglama bo‘yicha bariy sulfat BaSO_4 massasini aniqlashdagi mutloq xatolik quyidagiga teng bo‘ladi:

$$S_{\text{BaSO}_4} = \sqrt{S_1^2 + S_2^2}$$

cho‘kmani doimiy massaga kelgunga qadar qizdirish oxirgi ikki tortishdagi farq $2 \cdot 10^{-4}$ dan katta bo‘lmaganda to‘xtatiladi, bu esa odatdagi analitik tarozida yo‘l qo‘yilgan xatolikni xarakterlaydi. tenglama bo‘yicha mutloq xatolikni $S_1 = S_2 = 2 \cdot 10^{-4}$ g deb, qabul qilingan holda hisoblaymiz:

$$C_{BaSO_4} = \sqrt{(2 \cdot 10^{-4})^2 + (2 \cdot 10^{-4})^2} = 3 \cdot 10^{-4} \text{ } z$$

Cho'ktirish usuli bo'yicha miqdorni ajratish bir tipdagi kation va anionlar bilan hosil qilingan birikmalar eruvchanligining turlicha bo'lishiga asoslangan. Miqdoriy jihatdan ajratish prinsipi bo'yicha asosan ikki variantda amalga oshiriladi. Birida shunday konsentratsion muhit yaratiladiki, unda faqat aniqlanuvchi birikma cho'kadi, binobarin to'liq cho'kmaga o'tadi, namunadagi qolgan hamma komponentlar eritmada qoladi. Ikkinchi variantda esa aniqlanuvchi moddadan boshqa, hamma komponentlar, ya'ni aniqlashga xalaqit bermaydigan ionlarning barchasi cho'kmaga tushadi. Aksariyat, ko'pchilik ajratish usullari birinchi variantga, ya'ni namunadagi aniqlanuvchi komponentni cho'ktirishga asoslangan.

Kristall cho'kmalarning hosil bo'lish sharoitlari

Kristall cho'kmalarni cho'ktirilayotgan vaqtda uning eruvchanligini oshirish zarur.

1. Cho'ktirishni yetarli darajada suyultirilgan eritmada cho'ktiruvchining ham suyultirilgan eritmasini qo'shish bilan olib borish kerak.
2. Cho'ktiruvchini juda sekin tomchilatib (ayniqsa cho'kishning boshlanishida) qo'shish kerak.
3. Cho'ktiruvchi qo'shilganda eritmaning cho'ktiruvchi qo'shilayotgan qismi o'ta to'yinib ketmasligi uchun eritmani doimo shisha tayoqcha bilan aralashtirib turish kerak.
4. Haroratning ko'tarilishi bilan ko'pchilik cho'kmalarning eruvchanligini ortishi bilan sababli qaynoq, eritmada cho'ktiruvchining qaynoq eritmasi bilan cho'ktirish.
5. Cho'ktirilayotgan vaqtda eritmaga cho'kmaning eruvchanligini oshiruvchi moddalar qo'shish ham imkon berishi kerak, masalan, $BaSO_4$ ni cho'ktirishda HNO_3 qo'shiladi u eritmada HSO_4^- ionlari hosil qilish natijasida cho'kmaning eruvchanligini oshiradi. Cho'kish oxirida cho'ktiruvchidan bir yarim barobar ortiqroq qo'shib $BaSO_4$ ning eruvchanligini yana kamaytiriladi.

Ko'pchilik holatlarda kristallizatsiya jarayonini o'tish uchun cho'ktiruvchi qo'shilgandan so'ng tushgan cho'kmalarni bir necha soat (20-24 soat) saqlab qo'yiladi.

Amorf cho‘kmalarning hosil bo‘lishi sharoitlari

Amorf cho‘kmalar kontsentrlangan eritmalarda cho‘ktirilsa, ancha zich, kichik hajmli cho‘kma hosil bo‘lib, tezroq cho‘kadi va begona qo‘shimchalardan osonlik bilan tozalanadi.

Kristall cho‘kmalardan farqli o‘laroq, amorf cho‘kmalarni cho‘ktirib bo‘lib, qo‘yib qo‘yilmaydi, balki ularni shu ondayoq filtrga o‘tkaziladi va yuviladi. Cho‘ktirish jarayoni yuqori haroratda, elektrolit-kaogulyantlar ishtirokida olib boriladi, bunda adsorbsiya kamayadi.

Shunday qilib, kristall va amorf cho‘kmalarni cho‘ktirishga imkon beradigan sharoitlar ko‘p tomondan bir-biriga teskaridir.

Birgalikda cho‘kish. Cho‘kma hosil bo‘lishi jarayonida cho‘kma bilan boshqa ionlar ham qo‘shilib cho‘kishi mumkin. Buni birgalikda cho‘kish deb ataladi. Birgalikda cho‘kish natijasida cho‘kmani massasi oshib xatolikka olib keladi, va unga qarshi kurashish kerak.

Birgalikda cho‘kish ikki xil bo‘ladi; adsorbsiya va okklyuziya.

Adsorbsiya hodisasi amorf cho‘kmalar hosil bo‘lganda kuzatiladi. Amorf cho‘kmalari zarrachalari juda kichik bo‘lib ularning tashqi qavati yutish xususiyatiga ega. Adsorbsiya-termodinamik jarayon bo‘lib, yuqori haroratda boshqa ionlarning harakati oshib adsorbsiya kamayadi. Filtrlash jarayonida harorat kamaymasligi uchun voronkani maxsus isitgich asbobi ichiga joylashtirib issiq holda tezda filtrlab olinadi.

Agar bu holda ham cho‘kma adsorbsiyalangan bo‘lsa, buni cho‘kmani rangi o‘zgarishidan bilish mumkin, filtr ustidagi cho‘kma isitilgan va suyultirgan cho‘ktiruvchi eritmasi bilan yuvib tashlanadi.

Okklyuziya kristall cho‘kmalar hosil bo‘lishi jarayonida kristallar ichiga boshqa ionlar kirib olishi natijasida kuzatiladi. Bunga sabab – kristall cho‘kma hosil bo‘lishida yaxshilab aralashtirib turilmasa, o‘sayotgan kristallarni bir tomonida cho‘ktiruvchini konsentratsiyasi yuqoriroq bo‘lib kristallning o‘sish tezligi yuqori bo‘ladi va natijada kristallarda yoriq (trehina) paydo bo‘ladi va bu yoriqlarga boshqa ionlar kirib qoladi.

Kristallni o'sishi davom etib yoriq usti bekilib ketadi va kristall ichida ionlar qolib ketadi. Bundan tashqari kristallarda g'ovak hosil bo'lib uni ichiga ham boshqa ionlar kirib oladi.

Shuning uchun kristall cho'kma tushirish jarayonida cho'ktiruvchini kam miqdorda quyib yaxshilab aralashtirish kerak.

Agar okklyuziya hosil bo'lgan bo'lsa (kristallarni rangi o'zgaradi) uni yuvib yo'qotib bo'lmaydi. Bu holda cho'kmani eritib qaytadan, hamma talablarga rioya qilingan holda cho'ktiriladi.

Ko'rinib turibdiki gravimetrik analiz ko'p vaqt talab qiladi. Lekin uning aniqligi yuqori bo'lganligi uchun hali ham bu usullar keng foydalaniladi.

Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

1. Gravimetrik analiz asoslari va usullari.
2. Kristall cho'kma hosil qilish sharoitlari.
3. Amorf cho'kma hosil qilish sharoitlari.
4. Cho'kma shaklga talablar.
5. Gravimetrik shaklga talablar.
6. Cho'ktiruvchi tanlash.
7. Birgalikda cho'kish. Adsorbsiya va unga qarshi kurashish.
8. Okklyuziya va unga qarshi kurashish.

6.1 - mavzu. Titrimetrik analiz asoslari va usullari Konsentratsiya turlari.

Titrimetrik analizda hisoblashlar.

Reja:

- 1. Titrimetrik analiz asoslari.**
- 2. Titrlash usullari bo'yicha sinflanishi.**
- 3. Konsentratsiyani ifodalash turlari.**
- 4. Titrimetrik analizda hisoblashlar.**

Gravimetrik analiz usullari yuqori aniqlikka ega bo'lib uzoq vaqt va mehnat talab qiladi. Bu hol amaliyotga salbiy ta'sir etadi. Ayniqsa texnologik jarayonni kuzatishda kech bajarilgan analiz natijasi zavod amaliyotida ko'pincha foydasiz bo'lishi mumkin. Tez

olingan analiz natijasi texnologik jarayonni nazorat qilib kerakli yo‘nalishga burish va mahsulotni sifatini aniqlash mumkin.

Titrimetrik analizda aniqlash tezligi yuqori, chunki bu usulda cho‘ktirish, cho‘kmani yetilishi, filtrlash, qizdirish jarayonlari o‘tkazilmaydi.

Titrimetrik analiz aniqlanadigan modda bilan sarf bo‘ladigan reaktiv hajmini aniq o‘lchashga asoslangan. Yaqin vaqtlarga qadar bu usulni odatda hajmiy analiz deb nomlanar edi. Chunki reaktiv miqdorini o‘lchashni amalda keng tarqalgan usullaridan biri reaksiyaga sarflangan eritma hajmini o‘lchashdan iborat edi. Ammo so‘ngi vaqtlarda titrimetrik analiz nomi kun sayin rivojlanib bormoqda, chunki analiz hajmini o‘lchash bilan birga boshqa (tortish, elektrokimyoviy o‘zgarish va x.k) usullar keng miqiyosda qo‘llanilmoqda.

Titrlash (frantsuzcha titre - titulus, sifat va lotincha esa titulus-yozish) so‘zidan olingan. Analitik kimyoda titr-eritma konsentratsiyasini ifodalovchi usullardan biridir.

1 ml eritmadagi moddaning gramm miqdori titr deb ataladi.

Titrlangan yoki standart eritma bu - yuqori aniqlikdagi konsentratsiyali eritmadir.

Titrlash - bu aniq titrlangan eritmani aniqlanishi kerak bo‘lgan ikkinchi modda eritmasiga asta-sekin qo‘shilib uning aniq ekvivalent hajmini topishdir. Titrlovchi eritma ko‘pincha ishchi eritma yoki titrant deb ataladi. Masalan, kislota ishqor bilan titrlansa, u holda ishqor titrant hisoblanadi. Titrlash uchun qo‘shilgan reaktiv miqdori aniqlanayotgan modda miqdoriga kimyoviy ekvivalent bo‘lgan vaziyat evivalent nuqta deb ataladi.

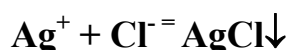
Titrimetrik analizda barcha kimyoviy reaksiyalar ham qo‘llanilavermaydi. Eritma aniq konsentratsiyasini $\pm 0,1\%$ dan katta bo‘lmagan xatolikda topish standartlash deb ataladi. Titrant eritma konsentratsiyasi qanchalik aniq bo‘lsa titrimetrik usul bilan aniqlash ham shuncha yuqori natijali bo‘ladi.

Titrimetrik analizda tayyorlangan va standartlangan eritmalarini farq qilish kerak. Aniq konsentratsiyali eritmalar yaxshilab tozalangan va quritilgan moddadan tortib olib, ma‘lum hajmdagi suvda eritiladi. Masalan, osh tuzi NaCl ni ana shunday tayyorlanadi. Ammo ko‘pchilik eritmalar, shu jumladan, HCl ni titrlangan eritmasini ayni usul bilan tayyorlab bo‘lmaydi. Bunday tahminiy konsentratsiyali eritmadan titrant tayyorlanadi,

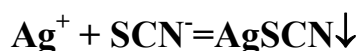
soʻngra standartlanadi, yaʼni aniq konsentratsiyasi topiladi. Bularga *standartlangan eritmalar* deyiladi. Eritmalarni standartlash uchun maxsus aniqlovchi, yaʼni birlamchi standart eritmalar deb nomlanuvchi moddalar qoʻllanadi. Bu moddalar bilan ishlash oson va qoldiq moddalardan oson tozalanuvchi boʻlishi kerak. Titrni standartlovchi modda eritmasi bilan boʻladigan reaksiya titrimetrik analizda qoʻyiladigan shartlarga javob berish kerak. Boshqacha aytganda reaksiya tez borsin va stexiometrik boʻlsin. Masalan, NaOH va KOH eritmasi koʻpincha kaliy biftalat ($\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$) yoki oksalat kislotaning digidrat $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ boʻyicha standartlanadi, HCl va H_2SO_4 - karbonat Na_2CO_3 natriy tetrobarat $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ boʻyicha, kaliy permanganatni KMnO_4 natriy oksalat $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ bilan standartlanadi. Koʻpincha standartlash uchun ikkilamchi modda bilan taʼsirlanadi. Masalan, HCl ni titrlangan NaOH eritmasi bilan standartlash mumkin.

Ishqor eritmasini kislota bilan titrlash bevosita titrlashga yaqqol misol boʻla oladi. Bevosita titrlash usulida aniqlanuvchi modda titrant bilan toʻgʻridan-toʻgʻri birikadi. Bu usul bilan analiz qilishda bitta ishchi standart eritma yetarli hisoblanadi.

Qayta titrlash (yoki uni qoldiq boʻyicha titrlash deb ataladi) usulida ikkita asosiy va yordamchi titrlangan ishchi eritmasidan foydalaniladi. Masalan, xlor ionlarini kislotali muhitda qayta titrlash keng miqiyosda maʼlumdir. Analiz uchun olingan moddaga aniq miqdorda titrlangan AgNO_3 eritmasida (asosiy ishchi eritma) qoʻshiladi. Buning natijasida kam eruvchi kumush xlorid choʻkmasi hosil boʻladi:

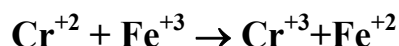


Reaksiyada taʼsirlanmagan ortiqcha miqdordagi AgNO_3 ammoniy tiotsianit (yordamida ishchi eritma) bilan Fe^{+3} ishtirokida qizil rang hosil boʻlguncha titrlanadi:



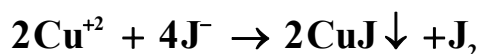
Titrimetrik usul bilan analiz qilishning uchinchi asosiy usuli almashlab yoki yordamchi eritma bilan titrlash hisoblanadi. (Buni egri usul deb ham ataladi).

Masalan Cr^{+2} konsentratsiyasini aniqlaydigan boʻlsak uni toʻgʻri titrlash mumkin emas, chunki u havodagi kislorod taʼsirida tez oksidlanadi va Cr^{+3} ga oʻtadi. Bu holda Cr^{+2} eritmasiga ortiqcha miqdorda Fe^{+3} qoʻshiladi va Cr^{+2} ga ekvivalent miqdorda Fe^{+2} hosil boʻladi:



Hosil bo'lgan Fe^{+2} ni permanganat eritmasi bilan titrlab Cr^{+2} miqdorini aniqlash mumkin.

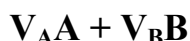
Ikkinchi misol - Cu^{+2} ni miqdorini aniqlashda ortiqcha miqdorda KJ qo'shilsa ekvivalent miqdorida J_2 hosil bo'ladi:



Hosil bo'lgan J_2 ni tiosulfat bilan titrlab Cu^{+2} ni miqdori aniqlanadi.

Titrimetrik analiz natijalarini hisoblash ekvivalentlik qonuniyatiga asoslangan. Bunga asosan moddalar o'zaro ekvivalent miqdorda birikadi.

Agar aniqlanuvchi "A" modda titrant eritma "V" bilan ta'sirlanishi quyidagi tenglama asosida bo'lsa,



U holda bu moddalarning ekvivalent massasi $\text{V}_\text{A}\text{M}(\text{A})$ va $\text{V}_\text{B}\text{M}(\text{B})$ ga teng bo'ladi, bunda $\text{M}(\text{A})$ larA va V ning ekvivalent massasi, va V_A b V_B lar stexiometrik koeffitsient yoki reaksiya komponentlarining stexiometrik sonlaridir.

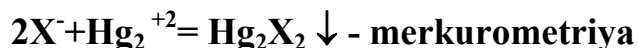
Titrimetrik analiz usullari titrlashda kuzatiladigan reaksiyalarga ko'ra ham sinflanadi.

1. Kislota asosli titrlash (neytrallash) usuli. Bu usul asosida neytrallash reaksiyasi kuzatiladi:



2. Oksidlanish-qaytarilish (redoksimetriya) usuli asosida oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi kuzatiladi va permanganometriya, yodometriya, bixromometriya, bromometriya usullari misol bo'la oladi.

3. Cho'kma hosil bo'lish usuli.



4. Kompleks hosil qilish usuli metall ionlari kompleksonlar (poliaminokislotalar) bilan barqaror kompleks hosil qilishga asoslangan.



Bunda $B_A \geq B_B$ ya'ni A moddaning zarrachalari B moddasining $B_A B_B$ zarrachasiga ekvivalent hisoblanadi.

B_A/B_B nisbati $f_{\text{ekv}}(B)$ ni simvol bo'lib, u B moddaning ekvivalent omili deb ataladi:

$$f_{\text{ekv}}(B) = B_B B_A$$

Ekvivalent omili o'lchamsiz kattalik bo'lib, u birdan kichik yoki birga teng bo'ladi.

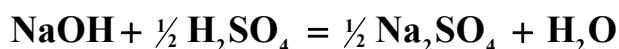
B_B/B_A kattaligi yoki $f_{\text{ekv}}(B)$ B moddani ekvivalenti yoki B moddaning ekvivalent shakli deyiladi.

Ekvivalent deb, o'ziga biriktira oladigan yoki aksincha o'zidan chiqaradigan, kislota-asosli reaksiyalarda bitta vodorod ioniga yoki oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida bitta elektronga boshqa bir namuna ekvivalent bo'la oladigan reaksiya yoki shartli zarrachaga aytiladi.

"Ekvivalent" termini ishlatilganda har doim uni qanday aniq bir kimyoviy reaksiyaga tegishli ekanini ko'rsatish kerak.

Shartli zarracha deganda real turadigan zarrachalar (molekulalar, ionlar, elektronlar va h.k.) shunday zarrachalar ulushi (masalan $1/2$ ion) yoki ularning guruhlarini tushuniladi. "Shartli zarracha" termini o'rniga "element strukturasi", "element fragmenti", "struktura birligi" va boshqalarni qo'llash ham mumkin.

Moddaning miqdoriy ekvivalent birligi g-ekv. hisoblanadi. Masalan, ayni reaksiyada.

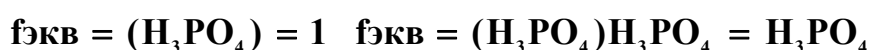
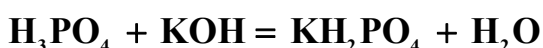


$$f_{\text{KB}}(\text{NaOH}) = 1 : f_{\text{KB}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{1}{2}$$

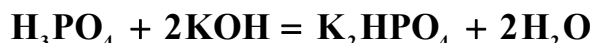
Bu reaksiyada sulfat kislota ekvivalenti quyidagiga teng bo'ladi,



Bu reaksiya uchun:



Bu reaksiya uchun:



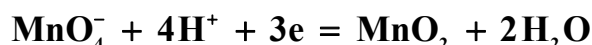
$$f_{\text{ЭКВ}}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 1 / 1 \text{ ba } f_{\text{ЭКВ}}(\text{H}_3\text{PO}_4) \text{H}_3\text{PO}_4 = \frac{1}{2} \text{H}_3\text{PO}_4$$

yarim reaksiya uchun



$$f_{\text{ЭКВ}}(\text{KMnO}_4) = \frac{1}{5} \text{ va } f_{\text{ЭКВ}}(\text{KMnO}_4) \text{KMnO}_4 = 1 / 5 \text{KMnO}_4$$

Lekin bu yarim reaksiya uchun esa



$$f_{\text{ЭКВ}}(\text{KMnO}_4) = 1 / 3 \text{ va } f_{\text{ЭКВ}}(\text{KMnO}_4) \text{KMnO}_4 = 1 / 3 \text{KMnO}_4$$

A moddaning ekvivalent omili yoki ekvivalentligi doimiy kattalikka ega emas, u kimyoviy reaksiyani stexiometrik ta'sirlanishiga bog'liq.

Ekvivalent omili-X modda zarrachasining ulushi berilgan kislota asosli reaksiyada bitta vodorod ioniga ekvivalent ekanini yoki redoks reaksiyasida bitta elektronga mos ekvivalent qismini ko'rsatuvchi songa aytiladi. Berilgan kislota-asosli reaksiyada bitta vodorod ioniga yoki oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida bitta elektronga mos keluvchi X ekvivalent moddaning real yoki shartli ulushiga to'g'ri keladigan ekvivalenti deyiladi.

Titrimetrik analizda molyar massasi tushunchasi muhim ahamiyatga ega. X moddaning ekvivalent molyar massasi deb ekvivalentlik omilining X modda massasi ko'paytmasiga teng bo'lgan, ushbu modda ekvivalent bir mol massasiga aytiladi.

Eritmadagi ekvivalent modda miqdorining uning hajmiga nisbatan ekvivalentning molyar konsentratsiyasi deb ataladi:

$$c(\sum \text{ЭКВ}(X)X) = \frac{n(\sum \text{ЭКВ}(X)X)}{V}$$

Masalan,

$$c(1 / 2\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,1 \text{ моль} / \text{л}$$

Bir litr eritmada 1 gramm-ekvivalent X bo'lgan modda uni normal eritmasi deyiladi.

O'lchov birligi mol /l o'rniga qisqacha "M" bilan ifodalaniladi. Masalan, 1n H₂SO₄ ya'ni 1 mol bu ½ molekula H₂SO₄ demakdir. Molyar, normal konsentratsiyani ishlatishda ayni normal eritma qo'llanadigan kimyoviy reaksiyaning aniq yoki ekvivalent omili ko'rsatilishi kerak. Masalan, s(1/2 H₂SO₄)=1 n (kislota-asosli reaksiyada) yoki 1 n. H₂SO₄ fekv (H₂SO₄)=1/2.

Normallik terminini qo'llash tavsiya etilmaydi. Agar fekv (x)=1 bo'lsa, u holda "normal" eritma o'rniga molyar terminini ishlatish afzalroqdir. Chunki ayni holda normal eritma deyish hech qanday ustunlik bermaydi.

Agar kislota titrlashga sarflangan ishqorning normal konsentratsiyasi N (NaOH) va uning hajmi V (NaOH) ma'lum bo'lsa, u holda reaksiya uchun sarflangan kislota miqdori quyidagiga teng bo'ladi:

$$N_{HCl} = \frac{N_{NaOH} \cdot V_{NaOH}}{V_{HCl}} \quad (1)$$

Ekvivalent nuqtada kimyoviy reaksiya uchun sarflangan ishqor miqdori, analizga olingan kislota miqdoriga tengdir. Ya'ni:

$$N_{NaOH} = N_{HCl} \quad (2)$$

(1) tenglamani (2) ga qo'ysak:

$$\frac{N_{NaOH} \cdot V_{NaOH}}{1000} = N_{HCl} \quad (3)$$

Analizlanuvchi eritmadagi kislota miqdorini quyidagi nisbat bilan ham ko'rsatish mumkin.

$$N_{NaOH} = \frac{N_{HCl} \cdot V_{HCl}}{1000} \quad (4)$$

(4) tenglamani (3) ga qo'ysak, juda ham muhim formula kelib chiqadi:

$$N_{NaOH} \cdot V_{NaOH} = N_{HCl} \cdot V_{HCl} \quad (5)$$

Agar analiz qilinayotgan eritmada hajmi ma'lum bo'lsa, u holda uning konsentratsiyasini (5) tenglama orqali hisoblash mumkin.

Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

1. Titrimetrik analiz asoslari
2. Titrimetriyada qo'llaniladigan reaksiyalar bo'yicha sinflanish
3. Titrlash usullari bo'yicha sinflanish.
4. Titrimetriyada qo'llaniladigan reaksiyalarga talablar.
5. Kontsentratsiyalar turlari.
6. Titrimetriyada hisoblash.

6.2 - mavzu. Neytrallash (kislota-asosli titrlash) usuli asoslari. Indikatorlarning ion va xromofor nazariyasi.

Reja:

1.Neytrallash usuli asosi.

2. Indkatorlarning ion va xromofor nazariyasi.

Kislota asosli (neytrallash) titrlash usuli vodorod va gidrooksid ionlarining o'zaro ta'siri natijasi suv molekulasini hosil bo'lishiga asoslangan



Bu usulda aniq konsentratsiyali kislotalar eritmasi bilan ishqorlarni eritmasini konsentratsiyasini aniqlash mumkin (atsidometriya) yoki aniq konsentratsiyali ishqorlar eritmasi bilan kislotalar eritmalarining konsentratsiyasini aniqlash mumkin (alkalometriya).

Shu neytrallash usuli bo'yicha gidroliz natijasida kislotali yoki ishqoriy muhit hosil qiluvchi tuzlarning miqdorini ham aniqlash mumkin.

Titrlashda qo'llaniladigan aniq konsentratsiyali eritmalarini ishchi eritma deb ataladi. Neytrallash usulida ishchi eritmalar sifatida aniq konsentratsiyali kislota va ishqorlar eritmaları qo'llaniladi. Bu erimaları tarozida tortib tayyorlash mumkin emas, chunki bular barqaror emas. Shuning uchun dastlab bu eritmaları taxminiy konsentratsiyali

eritmalarini tayyorlab ularning aniq konsentratsiyasi aniqlovchi eritmalar bilan titrlab aniqlanadi.

Aniqlovchi eritmalar sifatida bura ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) suvsiz soda (Na_2CO_3) yoki shavel kislotasi ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) eritmaları qo'llaniladi.

Titrlash jarayonida ekvivalent nuqtani topish uchun maxsus kislota-asosli indikatorlar qo'llaniladi.

Indikatorlar nazariyasi.

Neytrallash reaksiyasida rang o'zgarish kuzatilmaydi, shuning uchun albatta indikatorlar qo'llanilishi zarur. Bu indikatorlar titrlash jarayonida, eritmalarining pH i o'zgarishi natijasida rangi o'zgaradi.

Neytrallash usulining indikatorlari quyidagi talablarga javob berishi kerak:

Indikatorning rangi eritmaning ma'lum pH intervalida keskin rangi o'zgarishi kerak.

Indikatorning rangi to'qroq bo'lishi zarur.

Oz miqdordagi kislota yoki ishqor qo'yilganda rangi keskin o'zgarishi zarur

Indikatorning rang o'zgarishi kaytar bo'lishi kerak.

Bunday talablar qo'llaniladigan indikatorlarning sonini kamaytiradi va bu talablarga 20 atrofidagi indikatorlar javob beradi.

Neytrallash indikatorlarini ikki nazariya bo'yicha rangini o'zgarishini tushuntirish mumkin-ion nazariyasi va xromofor nazariyasi.

Indikatorlarning ion nazariyasi.

Bu nazariyaga ko'ra indikatorlar kuchsiz organik kislota yoki kuchsiz asos bo'lib molekula holda bir rangga ega bo'lsa ion holda boshqa rangga ega. Masalan, lakmus indikator kuchsiz kislota bo'lib molekula holda qizil rangga, ion holda ko'k rangga ega:



qizil ko'k

Kislotali muhitda kuchsiz kislota bo'lgan lakmus dissotsiatsiyaga uchramaydi va molekula holda bo'lib qizil rangga ega. Ishqoriy muhitda u yaxshi dissotsiatsiyalanadi va ion holda ko'k rangga ega. Ham molekulyar, ham ion holda lakmus rangga ega bo'lgani uchun uni ikki rangli indikator deyiladi.

Bir rangli indikatorga fenolftalein kiradi. U kislotali va neytral muhitlarda molekulyar holda bo‘lib rangsiz bo‘ladi. Ishqoriy muhitda fenolftalein dissotsiatsiyalanib qizil rang hosil qiladi:



Rangsiz qizil

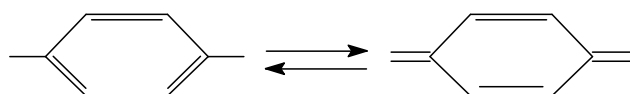
Ishqoriy indikatorlarni ham rang o‘zgarishi dissotsiatsiyalanishiga bog‘liq:



Indikatorlarning ion nazariyasi juda sodda holda rang o‘zgarishini tushuntiradi. Lekin ba‘zi indikatorlar rangi o‘zgarishi dissotsiatsiyalanishiga bog‘liq emas ekan. Bunday indikatorlarda rang o‘zgarishi ichki molekulyar o‘zgarishi sababi bilan kuzatilar ekan, va shu asosida indikatorlarning xromofor nazariyasi paydo bo‘ladi.

Indikatorlarning xromofor nazariyasi.

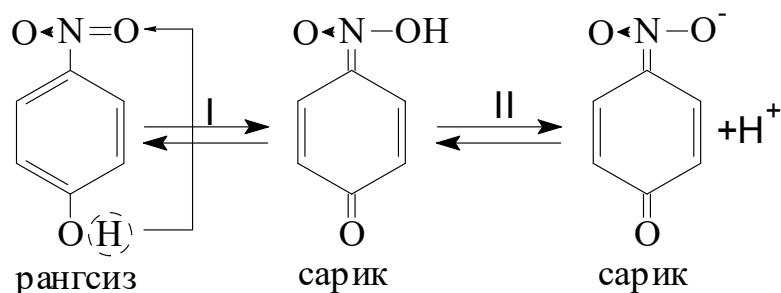
Bu nazariyaga ko‘ra indikatorlar organik moddalar bo‘lib ularning molekulasining tarkibiga maxsus xromofor guruhlar kiradi. Xromos-lotin tilida rangni bildiradi, demak bu guruhlar rang beruvchi deb tushuntirish mumkin. Xromofor guruhlar tarkibida qo‘shbog‘lar bo‘lib eritmani pHi o‘zgargan sari qo‘shbog‘larni siljishiga olib boradi va natijada indikatorlarning rangi o‘zgaradi (tautomer o‘zgarish):



fenil guruh

Xromofor guruhlardan tashqari auksoxrom guruhlar ham mavjud. Bu guruhlar indikatorlarning rangini to‘qlashtirib, sezgirligini oshiradi. Auksoxrom guruhlariga -OH, -NH₂ guruhlar, va ulardan hosil bo‘lgan organik radikallar tutgan guruhlar kiradi -OCH₃, -OC₂H₅, -N(CH₃)₂ -N(C₂H₅) ...

Xromofor nazariyasiga ko‘ra indikatorning rangini o‘zgarishini paranitrofenol misolida ko‘rishimiz mumkin:



Bu misolda benzol xalqasi qo'sh bog'lar siljish tufayli xinoid halqaga aylanib rang o'zgarish kuzatiladi (I muvozanat) ishqor qo'shilganda indikatorning rangi sarg'ayadi, kislota qo'shilsa muvozanat chap tarafga siljiydi va indikator rangsizlanadi.

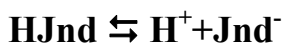
Tautomer o'zgarishdan tashqari bu misolda indikatorning dissotsiatsiyasi ham kuzatiladi (II muvozanat).

Indikatorlarning rangi o'zgarishi kislotalar yoki ishqorlar qo'shilganda, ya'ni eritmani pHi o'zgarganda kuzatiladi va bu misolda indikatorning rang o'zgarishi ikkala nazariya (ham xromofor, ham ion) bilan tasdiqlanadi. Demak ikkala nazariya biri-birini to'ldirgan holda rang o'zgarishini tushuntiradi.

Indikatorlarni rangi o'zgarishi ma'lum pH qiymati ichida kuzatiladi va indikatorning rang o'zgarish intervali deyiladi. Bir necha indikatorlarning rang o'zgarish intervallarini misol qilib ko'ramiz:

		Lakmus	
Qizil	ko'k	pH=5	pH=8
		Metiloranj	
Pushti	sariq	pH=3	pH=4,5
		Fenolftalein	
Rangsiz	qizil	pH=8,2	pH=10

Bularning qiymati indikatorlarning dissotsiatsiyalanish konstantasiga bog'liq. Buni ion nazariya misolida ko'rib chiqamiz:



Indikatorning dissotsiatsiyasiga massalar ta'siri qonunini qo'llaymiz va dissotsiatsiyaning konstantasini yozamiz:

$$K_{\text{auc}} = \frac{[H^+] \cdot [Jnd^-]}{[HJnd]}$$

Olingan formuladan ko'rinib turibdiki dissotsiatsiyaning konstantasi vodorod ionlarining konsentratsiyasiga, ya'ni pHga bog'liq. Shu bilan birgalikda har bir indikator, o'z tabiatiga ko'ra, o'zining dissotsiatsiyaning konstantasiga ega va o'z rang o'zgarish intervaliga ega bo'ladi.

Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

1. Neytrallash usullarining asosi nima?
2. Ishchi va aniqlovchi eritmalar nima?
3. Neytrallash usulidagi indikatorlar va ularga qo'yilgan talablarni tushuntiring?
4. Indikatorlarning ion nazariyasini tushuntiring?
5. Indikatorlarning xromofor nazariyasini tushuntiring?
6. Rang o'zgarish intervalligi indikatorning dissotsiatsiyaning konstantasiga bog'liqligini tushuntiring?
7. Indikatorlarga misollar keltiring?

6.3 - mavzu. Oksidlanish-qaytarilish usullari asosi. Usulning sinflanish.

Reja:

1.Oksidlanish-qaytarilish titrlash asosi.

2. Oksidlanish-qaytarilish potentsiali.

3.Galvanik element.

Oksidimetrik usullari hajmiy analitik usullar bo'lib, oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga asoslangan, ya'ni elektronlar o'tishiga bog'liq bo'lgan reaksiyalardan foydalaniladi. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida oksidlovchi elektronlar biriktirib olib, qaytariladi, qaytaruvchi esa elektronlar chiqarib oksidlanadi. Elektronlarning ana shunday qayta taqsimlanishi oqibatida oksidlanish reaksiyaga kirishgan atom yoki ionlarning valentligi esa kamayadi.

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalar bo'yicha titrlash uchun reaksiyalarga quyidagi talabalar qo'yiladi:

1. Reaksiya oxirigacha borishi kerak.
2. Reaksiya tezligi yuqori bo'lishi.
3. Ma'lum tarkibga ega bo'lgan maxsulotlar hosil bo'lishi
4. Ekvivalent nuqtani aniqlash imkoniyati:
 - a) indikatorsiz-permanganometriya usulida;
 - b) indikator yordamida-masalan yodometriya usulida kraxmal yordamida.

Oksidimetriyada ishchi eritmalari sifatida oksidlovchi va qaytaruvchilarning eritmalari ishlatiladi. Oksidlovchilarning titrlangan eritmalari yordamida miqdorlari aniqlanadi. Oksidlovchi va qaytaruvchilar bir-biridan o'zlarining kuchlariga karab, ya'ni kimyoviy aktivliklarga qarab farqlanadi. Quchli oksidlovchilarga elektronlarni biriktirib olish xossasi kuchli bo'ladi. Kuchsiz, ya'ni elektronlarini qiyinlik bilan beradigan oksidlovchilarning elektron biriktirish xossasi juda kuchsiz bo'ladi. Shu sababli ular faqat kuchli (ya'ni elektronlarini osongina beradigan) qaytaruvchilarnigina oksidlay oladi.

Miqdoriy jihatidan oksidlovchilarning elektronlarga moyilligi potensial bilan belgilanadi.

Oksidlanish potensiallari kattaligiga qarab oksidlovchi va qaytaruvchilarning kuchlari haqida fikr yuritish mumkin.

Qaysi ionlarni potensial qiymati yuqori bo'lsa ularning elektronlarga moyilligi ham yuqori bo'lib kuchli oksidlovchilarga kirishadi. Potensiallar qiymati kichik bo'lgan ionlar qaytaruvchi bo'ladi.

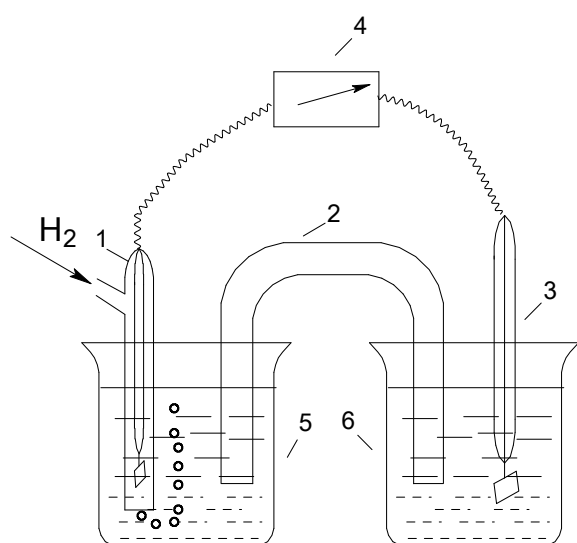
Potensial o'rta qiymatiga ega bo'lgan ionlar ham oksidlovchi ham qaytaruvchi xususiyatiga ega. Ya'ni o'zidan yuqori potensialga ega bo'lgan ionlarga nisbatan ular qaytaruvchi bo'lib, o'zidan past potensialga ega ionlardan elektronlar qabul qiladi va oksidlovchi vazifasini bajarishadi.

Masalan $J_2/2J$ juftining potentsiali $+0,54$ ga teng bo'lib u ham oksidlovchi ham qaytaruvchi bo'lishi mumkin.

Xaqiqatda eritmada hech qachon mutlaqo toza oksidlangan yoki mutlaqo toza qaytarilgan ion bo'lmaydi. Eritmada ular o'zlarining oksidlanish yoki qaytarilish mahsulotlari bilan aralash holda uchraydi. Masalan, qaytaruvchi Fe^{+2} ionlari bo'lgan eritmada hamma vaqt uning oksidlanish mahsuloti Fe^{+3} ionlari bo'ladi. Fe^{+3} ionlari esa oksidlovchilik xossasiga ega, xuddi shuningdek Cl_2 , MnO_4^- va hakozo toza bo'lmaydi, ularning tarkibida doimo oz miqdorda bo'lsa ham qaytarilish mahsulotlarni, ya'ni Cl^- , Mn^{+2} ionlari va hokazolar bo'ladi.

Demak, ayrim oksidlovchi yoki ayrim qaytaruvchining oksidlash potentsiali xaqida emas, balki $\text{Fe}^{+3}/\text{Fe}^{+2}$; $\text{Cl}_2/2\text{Cl}^-$; $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$; $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}$ shular kabi oksidlanish-qaytarilish juftlarining oksidlanish-qaytarilish potentsiallari xaqida gapirish to'g'riroq bo'lardi. Oksidlanish-qaytarilish potentsiali ye bilan belgilanadi.

Oksidlanish-qaytarilish potentsiallari gal vanik elementi orqali aniqlanadi.



1. Vodorod elektrodi
2. Elektrolitik ko'prikcha
3. Platina elektrodi
4. Potensiometr
5. 1 g-ion/l konsentratsiyali kislotali idish
6. 1 g-ion/l konsentratsiyali $\text{Fe}^{+2} / \text{Fe}^{+3}$ eritmali idish

Vodorod elektrodini potentsiali xalqaro kelishish natijasida 0 ga teng deb qabul qilingan 6 idishdagi $\text{Fe}^{+2}/\text{Fe}^{+3}$ eritmasi bo'lsa potensiometr shu juftining potentsialini ko'rsatadi va u +0,77 voltga teng bo'ladi. Agar 6 idishga boshqa ionlar jufti qo'yilsa, potensiometr ularning potentsialini ko'rsatadi, Masalan $\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}^{4+}$ qo'yilsa, $e=+0,44$ v, $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{+3}$ qo'yilsa $e=+1,51$ v.

Oksidlanish-qaytarilish potentsiallari ko'p omillarga bog'liq bo'lib, uning matematik ifodasini termodinamik qonunlarga asoslangan holda Nernst tomonidan chiqarilgan:

$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \cdot \ln \frac{[O_{\text{ок}}]}{[K_{\text{айт}}]}$$

Bu yerda:

E-oksidlanish qaytarish potentsiali (real potentsial)

E^0 -shu juftning standart (normal) potentsiali.

R- gaz doimiyligi (8,314 dj/mol -grad).

T- absolyut harorat (Kelvin shkalasi).

F- Faradey soni (96500 kul/g-ekv).

n- reaksiyada ishtirok etadigan elektronlar soni.

[oks] -oksidlangan ionlar konsentratsiyasi.

[qayt] -qaytarilgan ionlar konsentratsiyasi.

Nernst tenglamasiga ko'ra potentsial quyidagi omillarga bog'liq.

1. Ionlarning tabiatiga (E^0 , n).

2. Haroratga (T).

3. Konsentratsiyasiga.

4. Bir xil holda muhitga.

Nernst tenglamasida o'zgarmas birliklar bor (R,T,F). Agar ularning qiymatini qo'yib shu bilan birgalikda natural logarifmini o'nli logarifmga o'tkazib hisoblasak 20⁰ haroratda, tenglama ancha soddalashadi:

$$E = E^0 + \frac{0,058}{n} \lg \frac{[окс]}{[кайт]}$$

Masalan temir ionlari jufti uchun:

$$E_{\text{Fe}} = 0.77 + \frac{0,058}{1} \lg \frac{[Fe^{+3}]}{[Fe^{+2}]}$$

Agar oksidlangan $[Fe^{+3}]$ va qaytarilgan $[Fe^{+2}]$ ionlarning konsentratsiyasi 1 g-ion/l ga teng bo'lsa yoki ularning konsentratsiyasi biri biriga teng bo'lsa $[Fe^{+2}]=[Fe^{+2}]$, ularning nisbati 1 ga teng bo'ladi. Bu holda $\lg 1=0$ bo'lib, $0,058/1 \cdot 0=0$ bo'ladi, va $e=E^0$, ya'ni real potentsial shu juftning standart potentsialiga teng bo'lib chiqadi. Bu degani 6-idishga 1 g-

ion/l konsentratsiyali ionlarning quyilishi shart emas va konsentratsiyalari bir xil bo'lishi kifoya.

Kislorod atomining tutgan ionlarining qaytarilishi H^+ ionlar ishtirokida ketadi.

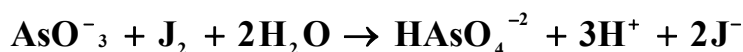
Masalan: $MnO_4^- + 8H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$

$$E_{Mn} = E^0_{Mn} + \frac{0,058}{5} \cdot \lg \frac{[MnO_4^-] \cdot [H^+]^5}{[Mn^{2+}]}$$

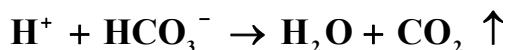
$$E_{Cr} = E^0_{Cr} + \frac{0,058}{6} \cdot \lg \frac{[Cr_2O_7^{2-}] \cdot [H^+]^6}{[Cr^{3+}]^2}$$

Bunday reaksiyalar faqat kislotali muhitda kuzatiladi.

Bir xil oksidlanish-qaytarilish reaksiyalar H^+ ionlarini ajralishi bilan kuzatiladi:



Bu reaksiyani kislotali muhitda olib borsa reaksiya teskari tomonga siljiydi. Bu holda reaksiyani kuchsiz ishqor, yoki $NaHCO_3$ ishtirokida olib borib H^+ ionlari OH^- ionlari bilan bog'lanadi va reaksiya kerak bo'lgan o'ng tomonga siljiydi.



Yuqorida aytilgan misollarni umumlashtirsak, agar reaksiya N^+ ionlarini bog'lab o'tsa kislotali muhitni tashkil etish zarur. Agar N^+ ionlari reaksiya natijasida chiqadigan bo'lsa uni ishqoriy muhitda, yoki ishqor hosil qiluvchi moddalar ishtirokida olib boriladi.

Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

1. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari deb nimaga aytiladi?
2. Oksidlovchi nima?
3. Qaytaruvchi nima?
4. Faqat oksidlovchilarga misollar keltiring.
5. Faqat qaytaruvchilarga misollar keltiring.
6. Ham oksidlovchi ham qaytaruvchilarga misollar keltiring.
7. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyasiylarining qanday turlari bor?

7.1 - mavzu. Titrlash egri chiziqlari. Kuchli kislotani kuchli asos bilan titrlash egri chizig'i.

Reja:

- 1. Kuchli kislotani kuchli asos bilan titrlash egri chizig'ini hisobi.**
- 2. Egri chiziq ko'rinishi va indikator tanlash.**
- 3. Kuchsiz kislotani kuchli asos bilan titrlash egri chizig'i.**
- 4. Kuchli kislotani kuchsiz asos bilan titrlash egri chizig'i.**
- 5. Neytrallash usulini qo'llanishiga misollar.**

Indikatorlarni to'g'ri tanlash uchun ekvivalent nuqta atrofida pH qanchalik o'zgarishini, ekvivalent nuqtada pH qiymati nechaga teng bo'lishini bilish kerak. Bu savollarga javob berish uchun titrlash jarayonida pH o'zgarishini hisobini bajarib shu asosida ishchi eritmasini hajmi o'zgarishga nisbatan pH o'zgarishi nisbatida grafik chizish kerak. Hisoblash jarayonida eritmani suyultirilishi e'tiborga olinmaydi, chunki uning ta'sirida xatolik deyarli hosil bo'lmaydi.

Kuchli kislotani kuchli ishqor bilan titrlash.

Masalan titrlovchi kolbamizda 100 ml 0.1 N HCl eritmasi bo'lib uni 0,1 N NaOH bilan titrlaymiz. Bu holda quyidagi reaksiya kuzatiladi:



Titrlashdan oldin 0,1 N HCl ni pH ni hisoblaymiz

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = -\lg[0.1] = -\lg[10^{-1}] = 1$$

Eritma ustiga 90 ml 0,1 N NaOH qo'ydik. Bu holda kislotaning 90% neytrallanib, 10% qoladi va kislotani konsentratsiyasi 10 barobar kamayadi va 0,01 N ni tashkil etadi. Unda:

$$\text{pH} = -\lg 0.01 = -\lg 10^{-2} = 2$$

Eritmaga 99 ml 0,1N NaOH ni qo'ysak 99% kislota neytrallanib 1% qoladi, ya'ni kislotani konsentratsiyasi yana 10 barobar kamayadi va 0,001N ga teng bo'ladi.

$$\text{pH} = -\lg 0.001 = -\lg 10^{-3} = 3$$

99,9 ml NaOH qo'ysak kislotani konsentratsiyasi yana 10 barobar kamayib 0,0001 N ni tashkil etadi.

$$\text{pH} = -\lg 0,0001 = -\lg 10^{-4} = 4$$

100 ml 0,1 N NaOH qo'ysak kislota to'liq neytrallanadi. Hosil bo'lgan NaCl gidrolizga uchramaydi va muhitga ta'sir etmaydi. pH bu holda 7 ga teng bo'ladi.

100,1 ml 0,1 N NaOH qo'ysak 0,1 ml NaOH ortiqcha bo'lib $[\text{OH}^-]$ ionlarini konsentratsiyasi 0,1 ml HCl ga teng bo'lib $[\text{OH}^-]=0,0001=10^{-4}$ tashkil etadi. Unda:

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - (-\lg 10^{-4}) = 14 - 4 = 10$$

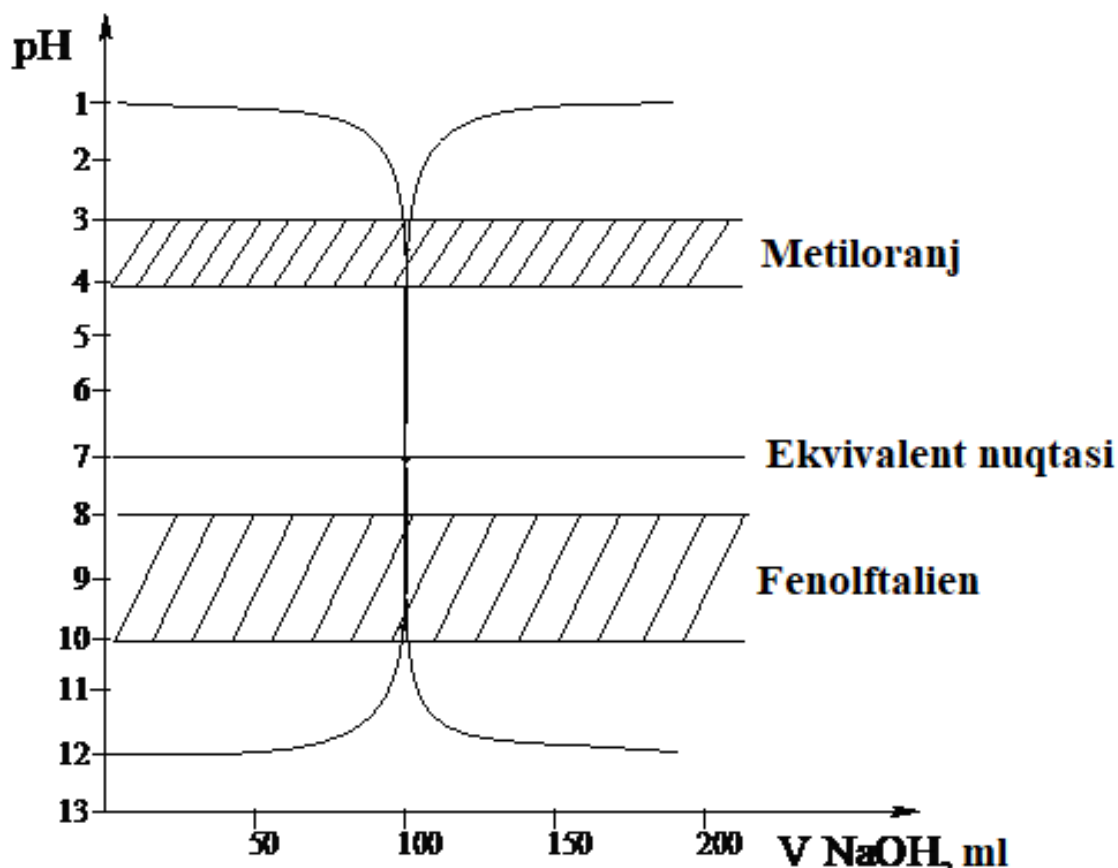
101 ml 0,1 N NaOH qo'ysak $[\text{OH}^-]$ ionini konsentratsiyasi 10 barobar oshib $[\text{OH}^-]=10^{-3}$ bo'ladi.

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - (-\lg 10^{-3}) = 14 - 3 = 11$$

110 ml NaOH qo'ysak $[\text{OH}^-]=10^{-2}$ bo'lib:

$$\text{pH} = 14 - (-\lg 10^{-2}) = 14 - 2 = 12$$

Hisob natijalarini grafikka qo'ysak natijada titrlash egri chizig'ini olamiz.

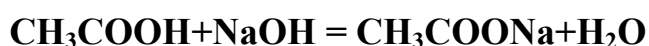


Egri chiziq tepadan pastga tushib o'ng tamonga buriladi. Agar ishqorni kislota bilan titrlasak pastdan tepaga ko'tarilib o'ng tamon burilar edi (punktir egri chiziq).

Grafikda pH=4 dan 10 gacha vertikal to'g'ri chiziq hosil bo'ladi. Buni pH ni sakrash deb ataladi. Sakrashni o'rtasi neytrallash chizig'i deb ataladi va bu chiziq pH=7 ga to'g'ri keladi, ya'ni ekvivalent nuqta neytrallash chizig'iga to'g'ri keladi.

Indikatorni to'g'ri tanlashda uning rang o'zgarish intervali egri chiziqning sakrashishiga, ya'ni vertikal to'g'ri chizig'i qismiga mos kelishi kerak. Grafikdan ko'rinishicha, bizning misolimizda metiloranj indikatorning rang o'zgarish intervali pH=3-4,5 bo'lganligi uchun qo'llanilishi to'g'ri kelmaydi. Lekin lakmus indikator (pH=5-8) va fenolftaleinni (pH=8,2-10) rang o'zgarishi intervallari sakrash qismiga to'g'ri kelib ularni bu misolda qo'llash mumkin.

Kuchsiz kislota kuchli ishqor bilan titrlash. Masalan titrlash quyidagi reaksiya bo'yicha kuzatilmoqda:

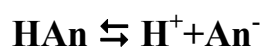


Sirka kislota kuchsiz kislota bo'lib kam dissotsiatsiyanadi va $[\text{H}^+]$ ionni konsentratsiyasi kislota konsentratsiyasiga teng deb hisoblab bo'lmaydi. Buning uchun kislota dissotsiatsiyanish konstantasini e'tiborga olib $[\text{H}^+]$ ionni konsentratsiyasi va unga asoslanib eritmani pH ni hisoblanadi.

Egri chiziqni hisoblash uchun 3 formula kerak:

- 1) titrlashdan oldin pH ni hisoblash formulasi;
- 2) titrlash jarayonida pH ni hisoblash;
- 3) ekvivalent nuqtada pH ni hisoblash;

Agar rasmiy ravishda kuchsiz kislota formulasini HAn deb olsak, u quyidagicha dissotsiyanadi:



Massalar ta'sir qonuni qo'llab dissotsiatsiyanish konstantasini keltiramiz:

$$K_{\text{HAn}} = \frac{[\text{H}^+][\text{An}^-]}{[\text{HAn}]}$$

Bu tenglamadan $[\text{H}^+]$ ni hisoblash formulasini keltiramiz:

$$[\text{H}^+] = K_{\text{HAn}} \cdot \frac{[\text{HAn}]}{[\text{An}^-]}$$

Bundan pH ni topamiz:

$$\text{pH} = \frac{1}{2} \text{pK}_{\text{HAn}} - \frac{1}{2} \lg C_{\text{HAn}}$$

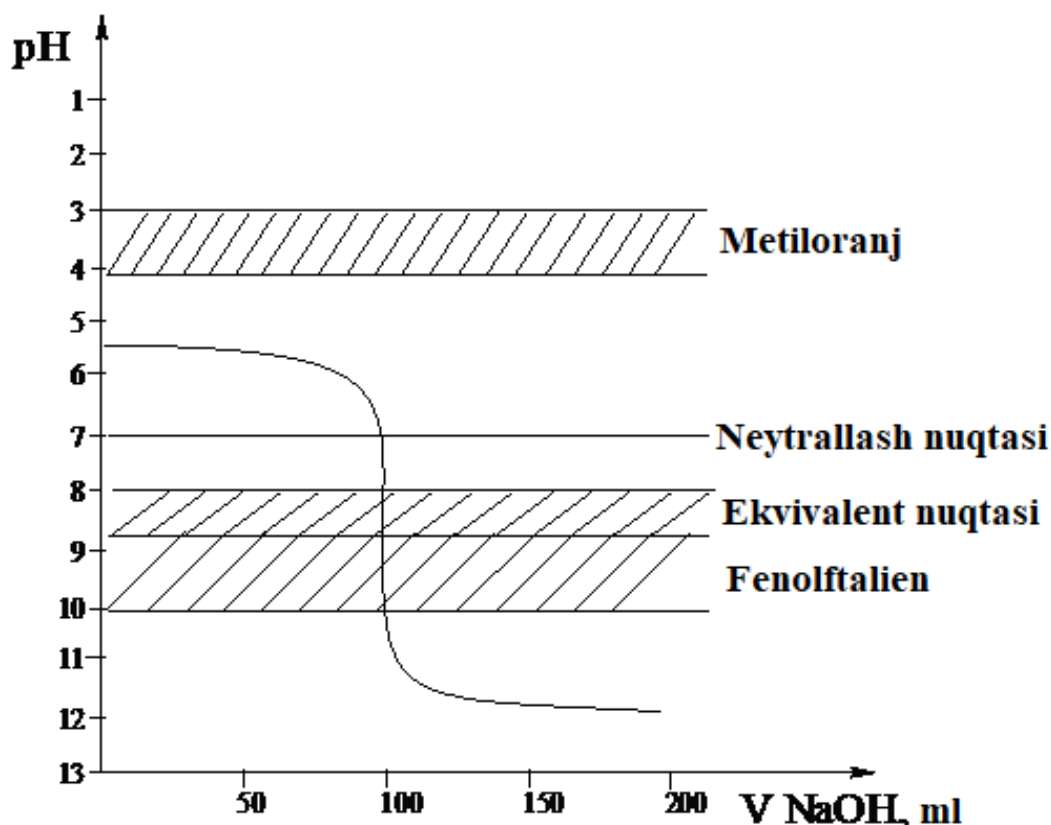
Xuddi shunday qilib titrlash jarayonidagi pH ni hisoblash formulasini topamiz:

$$\text{pH} = \text{pK}_{\text{HAn}} - \lg \frac{C_{\text{KAn}}}{C_{\text{An}}}$$

va nihoyat ekvivalent nuqtada pHni hisoblash formulasini topamiz. Bu holda eritmada faqat kuchsiz kislota va kuchli asos tuzi bor bo‘ladi, masalan CH_3COONa

$$\text{pH} = 7 + \frac{1}{2} \text{pK}_{\text{hAn}} - \frac{1}{2} \lg C_{\text{HAn}}$$

Bu formulalar yordamida titrlash jarayonida pH ni hisoblab grafikka qo‘ysak titrlash egri chizig‘ini olamiz.



Egri chiziqdan ko‘rinib turibdiki ekvivalent nuqta $\text{pH}=8,8$ to‘g‘ri kelib neytrallash nuqtasi bilan to‘g‘ri kelmayapti. Bunga sabab ishqor kislota bilan ekvivalent miqdorda reaksiyaga kirishib CH_3COONa tuzini hosil qiladi. Bu tuz gidrolizga uchrab kuchsiz kislota va kuchli ishqor hosil qiladi:



NaOH CH₃COOH dan kuchli bo‘lib muhit ham ishqoriy bo‘ladi va egri chiziq ishqor tomon siljigani ko‘rinib turibdi. Bu usulda metiloranj indikatorini qo‘llab bo‘lmaydi, chunki uning rang o‘zgarish intervali kislotali muhitda bo‘lib grafikdan ham yuqorida joylashgan. Fenolftaleinni rang o‘zgarish intervali grafikni sakrash qismiga to‘g‘ri kelganligi uchun qo‘llash tavsiya etiladi.

Kuchli kislotani kuchsiz ishqor bilan titrlash. Misol uchun quyidagi reaksiyani ko‘rib chiqamiz:



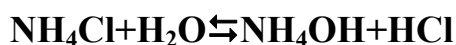
Eritmada 100 ml 0,1N HCl bo‘lib uni 0,1N NH₄OH bilan titrlaymiz. HCl kuchli kislota bo‘lib u to‘liq dissotsiatsiyalanadi va [H⁺] ionning konsentratsiyasi kislotani konsentratsiyasiga teng. pH ni hisoblasak

$$\text{pH} = -\lg 0.1 = -\lg 10^{-1} = 1$$

Titrlash jarayonida eritmada [H⁺] ionlardan tashqari NH₄Cl eritmasi ham bo‘lib pH ni yuqorida ko‘rsatilganidek quyidagi tenglama asosida hisoblaymiz:

$$\text{pH} = \text{pK}_{\text{кисл}} - \lg \frac{C_{\text{кисл}}}{C_{\text{туз}}}$$

Ekvivalent nuqtada eritmada faqat NH₄Cl tuzi bo‘lib u quyidagicha gidrolizlanadi:



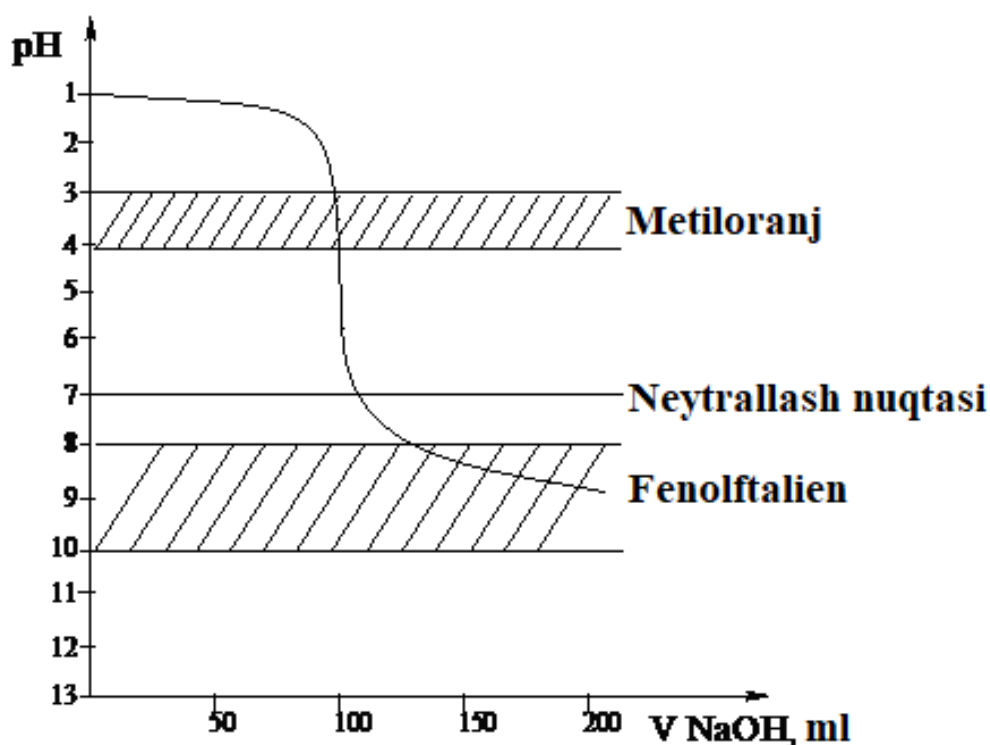
Tenglamaga gidroliz konstantasini qo‘llasak:

$$\frac{[\text{NH}_4\text{OH}] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{NH}_4^+]} = \frac{\text{pK}_{\text{H}_2\text{O}}}{K_{\text{ион}}}$$

Bu tenglamadan pH ni hisoblash formulasini chiqaramiz:

$$\text{pH} = \frac{1}{2} \text{pK}_{\text{H}_2\text{O}} - \frac{1}{2} \text{pK}_{\text{неп}}$$

Chiqarilgan formulalar yordamida titrlash jarayonida NH₄OH hajmi o‘zgarishiga nisbatan pH hisoblab egri chiziq chizamiz.



Bu usulda ekvivalent nuqta kislotali muhitda bo'lishi sababi NH_4Cl gidrolizi natijasida HCl kuchli kislota hosil bo'ladi. Grafikdan ko'rsak, metiloranj indikatorining rang o'zgarish intervali ($pH=3-4,5$) bo'lib sakrashga to'g'ri keladi. Lakmus ($pH=5-8$) va fenolftaleinni ($pH=8,2-10$) qo'llash mumkin emas.

Shunday qilib har xil usullarda titrlash egri chizig'ini chizib, indikatorning rang o'zgarish intervalini solishtirib tegishli indikatorlarni to'g'ri tanlash mumkin, aks holda indikator xatoligiga olib keladi.

Neytrallash usulida qo'llaniladigan misollar.

Yuqorida ko'rsatilganidek neytrallash usulida kislotalarni, ishqorlarni va gidrolizga uchraydigan tuzlarni aniqlash mumkin.

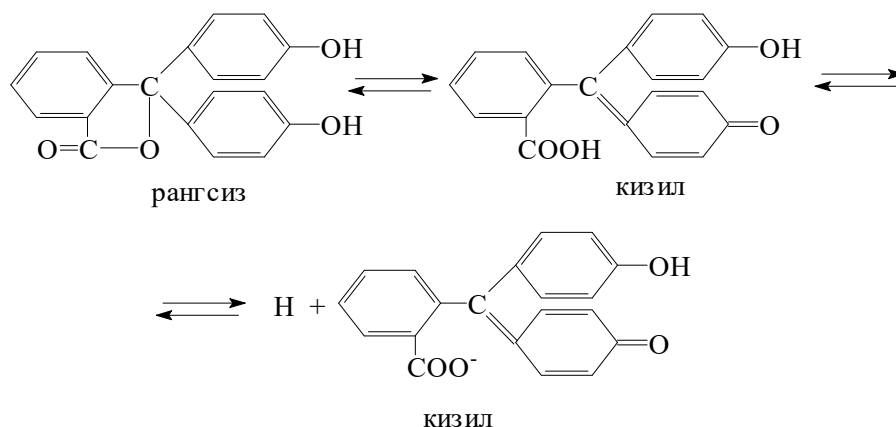
Tuzlarni aniqlash usullari suvni vaqtincha qattiqligini aniqlash imkonini beradi. Ma'lumki suvni vaqtincha qattiqligi suvda asosan kaltsiy va magniy gidrokorbanatlari miqdoriga bog'liq ($Ca(HCO_3)_2$, $Mg(HCO_3)_2$). Bular gidroliz natijasida $Ca(OH)_2$ va $Mg(OH)_2$ hosil qilishi mumkin. Shuning uchun usulni HCl bilan titrlab olib borish mumkin:



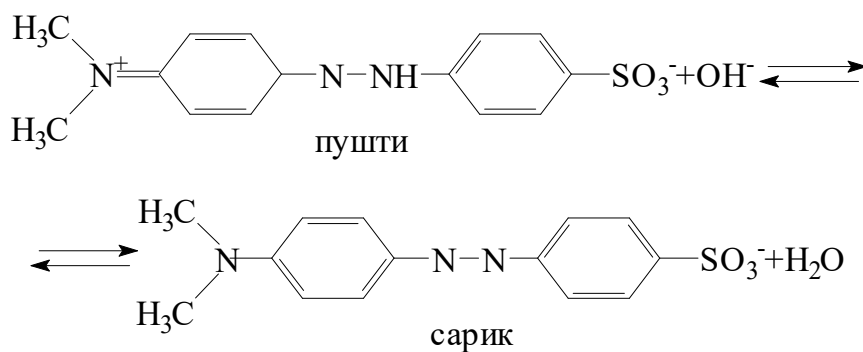
Indikator sifatida metiloranj ishlatiladi, chunki titrlash natijasida hosil bo'lgan tuzlar gidrolizlanib kislotali muhitni tashkil qiladi.

Indikatorlarga misollar

Fenolftalein:



Metiloranj:



Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

1. Kuchli kislotali kuchli ishqor bilan titrlashini egri chizig'ini hisoblash.
2. Titrlash grafigini chizish va indikatorni tanlash.
3. Kuchsiz kislotali kuchli asos bilan titrlash hisobi.
4. Grafikni chizish va indikatorni tanlash.
5. Kuchli kislotali kuchsiz ishqor bilan titrlash hisobi.
6. Egri chiziqni chizish va indikatorni tanlash.
7. Suvni vaqtincha qattiqligini hisoblash.

7.2 - mavzu. Redoksimetriyada indikatorlar nazariyasi. Titrlash egri chiziqlari va indikatorlar tanlash usullari.

Reja:

- 1.Redoksimetriyada indikatorlar nazariyasi. Indikator tanlash.**
- 2.Redoksimetriyada egri chiziqlar hisobi uchun formulalarning kelib chiqishi.**
- 3.Oksidlanish-qaytarilish titrlash egri chizig'ining hisobi.**
- 4. Titrlash egri chizig'i.**

Oksidimetrik usullari hajmiy analitik usullar bo'lib, oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga asoslangan, ya'ni elektronlar o'tishiga bog'liq bo'lgan reaksiyalardan foydalaniladi. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida oksidlovchi elektronlar biriktirib olib, qaytariladi, qaytaruvchi esa elektronlar chiqarib oksidlanadi. Elektronlarning ana shunday qayta taqsimlanishi oqibatida oksidlanish reaksiyaga kirishgan atom yoki ionlarning valentligi esa kamayadi.

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalar bo'yicha titrlash uchun reaksiyalarga quyidagi talabalar qo'yiladi:

1. Reaksiya oxirigacha borishi kerak.
2. Reaksiya tezligi yuqori bo'lishi.
3. Ma'lum tarkibga ega bo'lgan maxsulotlar hosil bo'lishi
4. Ekvivalent nuqtani aniqlash imkoniyati:
 - a) indikatorsiz-permanganatometriya usulida;
 - b) indikator yordamida-masalan yodometriya usulida kraxmal yordamida.

Oksidimetriyada ishchi eritmalari sifatida oksidlovchi va qaytaruvchilarning eritmalari ishlatiladi. Oksidlovchilarning titrlangan eritmalari yordamida miqdorlari aniqlanadi. Oksidlovchi va qaytaruvchilar bir-biridan o'zlarining kuchlariga karab, ya'ni kimyoviy aktivliklarga qarab farqlanadi. Quchli oksidlovchilarga elektronlarni biriktirib olish xossasi kuchli bo'ladi. Kuchsiz, ya'ni elektronlarini qiyinlik bilan beradigan oksidlovchilarning elektron biriktirish xossasi juda kuchsiz bo'ladi. Shu sababli ular faqat kuchli (ya'ni elektronlarini osongina beradigan) qaytaruvchilarnigina oksidlay oladi.

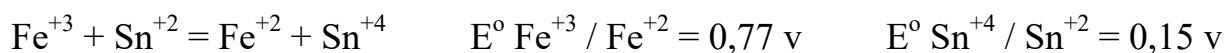
Miqdoriy jihatidan oksidlovchilarning elektronlarga moyilligi potensial bilan belgilanadi.

Oksidlanish potentsiallari kattaligiga qarab oksidlovchi va qaytaruvchilarning kuchlari haqida fikr yuritish mumkin.

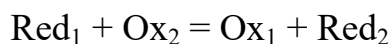
Qaysi ionlarni potensial qiymati yuqori bo'lsa ularning elektronlarga moyilligi ham yuqori bo'lib kuchli oksidlovchilarga kirishadi. Potentsiallar qiymati kichik bo'lgan ionlar qaytaruvchi bo'ladi.

Potensial o'rta qiymatiga ega bo'lgan ionlar ham oksidlovchi ham qaytaruvchi xususiyatiga ega. Ya'ni o'zidan yuqori potensialga ega bo'lgan ionlarga nisbatan ular qaytaruvchi bo'lib, o'zidan past potensialga ega ionlardan elektronlar qabul qiladi va oksidlovchi vazifasini bajarishadi.

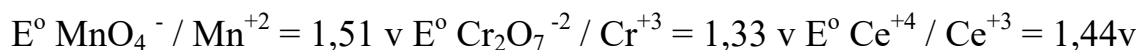
Titrlashni oksidlanish-qaytarilish usullari (redoks usullar) – elektron ko'chishi bilan boradigan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga asoslangan. Masalan:



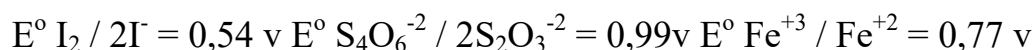
Umumiy holda yozsak:



Har qanday oksidlanish-qaytarilish reaksiyasida 2 ta redoks juftlik ishtirok etadi. Yuqoridagi reaksiyada $\text{Fe}^{+3} / \text{Fe}^{+2}$ va $\text{Sn}^{+4} / \text{Sn}^{+2}$ lar redoks juftlikni tashkil etadi. Redoksimetrik titrlashda qaytaruvchilarni aniqlash uchun standart oksidlanish qaytarilish potentsiali katta bolgan oksidlovchi titrantlar qo'llaniladi. Masalan: KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$ va h.k.



Aksincha, oksidlovchilarni aniqlash uchun standart oksidlanish-qaytarilish potentsiali imkon qadar kichik bo'lgan qaytaruvchi titrantlar tanlanadi. Masalan: I_2 , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, Fe^{+2} va h.k.



Redoks usullar miqdoriy tahlilning eng muhim farmakopeya usullaridan hisoblanadi.

Tasnifi:

1. Titrantning tabiatiga ko'ra:

a) Oksidimetriya usuli – oksidlovchi titrantlar bilan qaytaruvchilarni aniqlash.

b) Reduktometriya usuli – qaytaruvchi titrantlar bilan oksidlovchilarni aniqlash.

Masalan: oksidlovchi titrantlar - KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, $\text{Se}(\text{SO}_4)_2$, KBrO_3 , I_2 va h.k.

qaytaruvchi titrantlar - $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, FeSO_4 , $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ va h.k.

2. Aniqlanuvchi modda bilan ta'sirlashadigan reagent tabiatiga ko'ra:

	Usul nomi	Titrant
1.	Permanganometriya	KMnO_4
2.	Bromometriya	KBrO_3
3.	Dixromometriya	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
4.	Yodometriya	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
5.	Nitritometriya	NaNO_2
6.	Yodatometriya	KIO_3
7.	Serimetriya	$\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$
8.	Iodimetriya	I_2
9.	Xloriodimetriya	ICI
10.	Bromometriya	Br_2

Reaksiyaga qo'yiladigan talablar:

Titrlashni oksidlanish-qaytarilish usullarida qo'llanadigan reaksiyalar quyidagi talablarga javob berishi lozim:

1. Reaksiya to'liq va oxirigacha borsin ($K_{\text{muv}} \geq 10^8$, $E_{\text{YUK}} > 0,4 \text{ v}$)

2. Reaksiya tez borsin (temperatura, katalizator)

3. Reaksiya stexiometrik nisbatda borsin, yonaki, qo'shimcha reaksiyalar bo'lmasligi kerak.

4. Titrlash oxirgi nuqtasini aniqlash imkoni bo'lsin.

Titrlash turlari:

Neytrallanish usulidagi kabi redoksimetriyada ham to'g'ri, mahsulotni va qoldiqni titrlash turlari qo'llaniladi.

Moddalarning ekvivalenti – ular massalarini reaksiyada olgan yoki bergan elektronlar soniga nisbati bilan hisoblanadi:

$$E = M / n$$

Masalan:

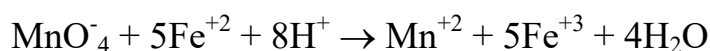


Mahsulotni titrlash usuli.

Aniqlanuvchi moddaga birorta reagent eritmasidan qoʻshiladi, ajralib chiqqan mahsulotni titrant bilan titrlanadi. Usulda oksidlanish – qaytarilish xossasini namoyon etuvchi va etmaydigan moddalar miqdori aniqlanadi.

Oksidlanish–qaytarilish reaksiyalarining muvozanat doimiysi. Muvozanat potentsiali qiymatiga pH ning taʼsiri.

Oksidlanish–qaytarilish reaksiyalarini tezligi va yoʻnalishi elektr yurituvchi kuch – (E.YU.K)-ning kattaligiga bogʻliq. SHuning uchun muvozanat potentsialining qiymati oksidlanish–qaytarilish reaksiyasining E.YU.K ga bogʻliq boʻladi. Oksidlanish–qaytarilish reaksiyalarining muvozanat doimiysining tenglamasini E.YU.K bilan bogʻliqligini quyidagi reaksiya misolida keltirib chiqaramiz.



$$K = \frac{[\text{Mn}^{+2}][\text{Fe}^{+3}]^5}{[\text{MnO}_4^-][\text{Fe}^{+2}]^5[\text{H}^+]^8}$$

Reaksiya davomida permanganat va Fe (II) ioni konsentratsiyasi kamayadi, Mn(II) va Fe⁺³ ionlarini konsentratsiyasi esa oshadi. Bu esa muvozanat potentsialini oʻzgarishiga olib keladi. Nernst tenglamasini muvozanat potentsialiga qoʻllaymiz.

$$\frac{E_{\text{MnO}_4^-}}{\text{Mn}^{+2}} = 1.51 + \frac{0.059}{5} \lg \frac{[\text{MnO}_4^-][\text{H}^+]^8}{[\text{Mn}^{+2}]}$$

$$\frac{E_{\text{Fe}^{+3}}}{\text{Fe}^{+2}} = 0.77 + \frac{0.059}{1} \lg \frac{[\text{Fe}^{+3}]}{[\text{Fe}^{+2}]}$$

kimyoviy muvozanat qaror topganda $\frac{E_{\text{MnO}_4^-}}{\text{Mn}^{+2}} = \frac{E_{\text{Fe}^{+3}}}{\text{Fe}^{+2}}$

$$1.51 + \frac{0.059}{5} \lg \frac{[\text{MnO}_4^-][\text{H}^+]^8}{[\text{Mn}^{+2}]} = 0.77 + \frac{0.059}{1} \lg \frac{[\text{Fe}^{+3}]}{[\text{Fe}^{+2}]}$$

$$1.51 - 0.77 = \frac{0.059}{1} \lg \frac{[\text{Fe}^{+3}]}{[\text{Fe}^{+2}]} - \frac{0.059}{5} \lg \frac{[\text{MnO}_4^-][\text{H}^+]^8}{[\text{Mn}^{+2}]}$$

$$E_{oks}^0 - E_{qayt}^0 = \frac{0.059}{5} \left[5 \lg \frac{[Fe^{+3}]}{[Fe^{+2}]} - \lg \frac{[MnO_4^-][H^+]^8}{[Mn^{+2}]} \right]$$

$$E_{oks}^0 - E_{qayt}^0 = \frac{0.059}{5} \lg \frac{[Mn^{+2}][Fe^{+3}]^5}{[MnO_4^-]^5[Fe^{+2}]^5[H^+]^8} = \frac{0.059}{5} \lg K$$

$$\lg K = \frac{(E_{oks}^0 - E_{qayt}^0) \cdot n}{0.059} \text{ yoki } K = 10^{\frac{(E_{oks}^0 - E_{qayt}^0) \cdot n}{0.059}}$$

E_{oks}^0 va E_{qayt}^0 oksidlovchi va qaytaruvchi redoks juftlarning standart potentsiali. n – tenglashtirilgan elektronlar soni. SHunday qilib, oksidlanish–qaytarilish reaksiyasini elektr yurituvchi kuchini bilgan xolda muvozanat doimiysini xisoblash mumkin va kimyoviy reaksiyani to‘liq borishi yoki bormasligini bashorat qilish mumkin.

$$\lg K = \frac{(1.51 - 0.77) \cdot 5}{0.059} = 62.55$$

$$K = 10^{62.55}$$

$$K = 3.55 \cdot 10^{62}$$

Muvozanat doimiysi katta bo‘lgani uchun reaksiya tez va to‘liq boradi. Boshqa reaksiyani muvozanat konstantasini xisoblaymiz.

$$AsO_4^{3-} + 2I^- + 4H^+ = AsO_2^- + I_2 + 2H_2O$$

$$E_{YuK} = E_{\frac{AsO_4^{3-}}{AsO_2^-}}^0 - E_{\frac{I_2}{2I^-}}^0 = 0.056 - 0.054 = 0.02$$

$$\lg K = \frac{(E_{oks}^0 - E_{qayt}^0) \cdot n}{0.059} = \frac{(0.056 - 0.054) \cdot 2}{0.059} = 0.68$$

$$K = 10^{0.68} \text{ yoki } K = 4.78$$

Reaksiyada hosil bo‘lgan maxsulot yig‘indisi $4.78+1=5.78$ bo‘lib, bunda reaksiyaning foiz miqdori qo‘yidagini tashkil etadi.

$$5.78 \text{ --- } 100$$

$$4.78 \text{ --- } 82.7\%$$

Muvozanat konstantasi bu reaksiyada $10^{0.68}$ ga teng bo‘ladi va reaksiyaning borishi 82.7% ni tashkil etadi. Bu reaksiya qaytar reaksiya bo‘lib, titrimetrik analizda qo‘llanilmaydi.

Oksidlanish – qaytarilish usulida titrlash indikatorlari, tasnifi.

Redoksimetriyada titrlashni oxirgi nuqtasini aniqlashda vizual (indikatorlar) usulidan foydalaniladi. Indikator vazifasini oksidlanish – qaytarilish reaksiyasida qatnashayotgan titrantning o‘zi yoki maxsus indikator bajaradi.

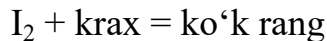
Tasnifi: redoksimetriyada qo‘llaniladigan indikatorlarning quyidagi turlari mavjud.

1.Indikatorsiz usul. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyasida titrant sifatida qatnashuvchi indikator. Masalan permanganometriyada titrant va indikator sifatida KMnO_4 ni o‘zi ishlatiladi. Kaliy permanganat eritmasi qizil-binafsha rangda bo‘lib, EN dan keyin ortiqcha tushgan bir tomchisi titrlanuvchi eritmani och pushti rangga bo‘yaydi.

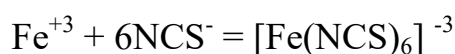
2.Indikatorli usul.

O‘z navbatida ikki turga bo‘linadi:

a) **Spetsifik (maxsus) indikatorlar** oksidlanish-qaytarilish reaksiyasida oksidlovchi yoki qaytaruvchi bilan ta‘ssirlashib, rangli birikmalar hosil qiladi. Masalan kraxmalni eritmasiga yod ta‘sir ettirilganda ko‘k rang hosil bo‘ladi.

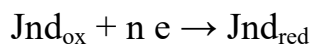


Yoki temir (III) ionini titrlash jarayonida indikator sifatida tiotsianat-ioni NCS^- ishlatiladi. Bunda tiotsianat-ioni NCS^- temir (III) ionini bilan kompleks ionni hosil qilib, eritmani qizil-qon rangga bo‘yaydi.



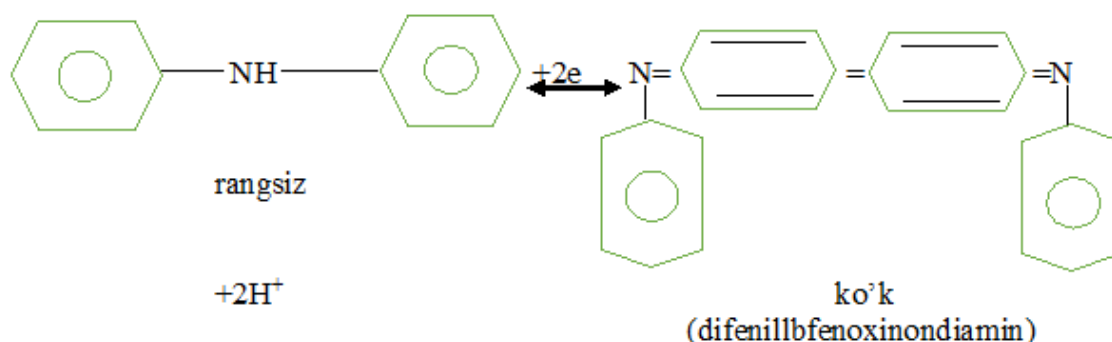
Qizil-qon

b) **Redoks indikatorlar** eritma oksidlanish-qaytarilish potensialining muayyan qiymatida oksidlanib yoki qaytarilib o‘z rangini o‘zgartiradi. Bunday indikatorning oksidlangan va qaytarilgan shakllari turli rangda bo‘ladi:



Redoks indikatorlarning ikki turi mavjud:

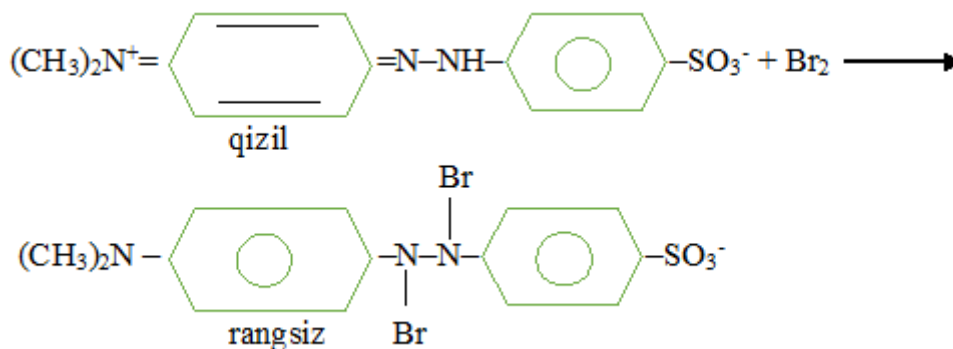
1.Qaytar redoks indikatorlar EN yoki uning yaqinida eritma potensialining muayyan qiymatida rangini o‘zgartirib yana o‘z rangiga qaytishi mumkin. Bunda indikator molekulasining tuzilishi o‘zgarmaydi. Masalan: difenilamin oksidlovchi ta‘sirida ko‘k rangli oksidlangan shakl difenildifenoxinondiaminni hosil qiladi.



Indikatorning rang o'zgarish oralig'i $\Delta E = 0,76 \pm 0,029 \text{ V}$.

2. Qaytmas redoks indikatorning rangi EN yoki uning yaqinida, eritma potensialining o'zgarishi bilan qaytmas tarzda o'zgaradi. Bunda indikator molekulasining tuzilishi o'zgaradi. Masalan: Metiloranj, metil qizili, neytral qizili kabi indikatorlar qaytmas oksidlanish-qaytarilish indikatorlariga kiradi. Eritmaning potentsiali ENda tegishli qiymatiga etganda indikatorlar qaytmas oksidlanib, ularga xos bo'lgan rang o'chib ketadi va qayta paydo bo'lmaydi. Misol:

Metiloranj:



Redoks indikatorlarni rang o'zgarish oralig'i.

Indikatorni rang o'zgarish oralig'i eritmaning oksidlanish-qaytarilish potentsialiga bog'liq bo'lib, Nernst tenglamasi bo'yicha hisoblanadi.

$$\text{Ind}_{\text{ox}} + ne^- = \text{Ind}_{\text{red}}$$

$$E = E^\circ + 0,059 / n \lg [\text{Ind}_{\text{ox}}] / [\text{Ind}_{\text{red}}] \text{ (I)}$$

Ko,zimiz bir rangni ikkinchi rangdan 1:10 yoki 10:1 nisbat bo,lganda ajratadi. Shu nisbatlarni yuqoridagi (I) tenglamaga qo'yamiz.

$$E = E^\circ + 0,059 / n \lg 10 = E^\circ + 0,059 / n$$

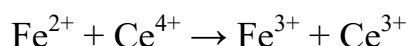
$$E = E^{\circ} + 0,059 / n \lg (10^{-1}) = E^{\circ} - 0,059 / n$$

Ikkala ifodani umumiy holda yozsak, redoks-indikatorning rang o'zgarish oralig'i kelib chiqadi:

$$E = E^{\circ} \pm 0,059 / n$$

Redoksimetriyada titrlash egriligi

Titrlanayotgan eritma muvozanat potensialini unga qo'shilgan titrant hajmiga bog'liqlik egri chizig'i redoksimetrik titrlash egrisi deyiladi. Masalan:



$$E^{\circ} \text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+} = 0,77 \text{ v} \quad E^{\circ} \text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+} = 1,44 \text{ v}$$

1.Ekvivalent nuqtasigacha: eritmada faqat $\text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+}$ redoks jufti bo'lgani uchun eritmani muvozanat potentsiali Nernst tenglamasi asosida hisoblanadi.

$$E = E^{\circ} + 0,059 \lg [\text{Fe}^{3+}] / [\text{Fe}^{2+}];$$

2.Ekvivalent nuqtasidan keyin: eritmada faqat $\text{Ce}^{4+} / \text{Ce}^{3+}$ jufti bo'ladi va muvozanat potentsiali quyidagicha hisoblanadi.

$$E = E^{\circ} + 0,059 \lg [\text{Ce}^{4+}] / [\text{Ce}^{3+}]$$

1-nuqta 50 ml $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$ qo'shildi, Fe^{2+} ioni 50% Fe^{3+} ga oksidlanadi.

$$E = 0,77 + 0,059 \lg 50 / 50 = 0,77 \text{ V}$$

2-nuqta 90 ml $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$ qo'shildi, 10% Fe^{2+} ioni qoldi

$$E = 0,77 + 0,059 \lg 90 / 10 = 0,83 \text{ B}$$

3.nuqta 99 ml $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$ qo'shildi, 1% Fe^{2+} ioni qoldi

$$E = 0,77 + 0,059 \lg 99 / 1 = 0,88 \text{ B}$$

4-nuqta 99,9 ml $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$ qo'shildi, 0,1% Fe^{2+} ioni qoldi

$$E = 0,77 + 0,059 \lg 99,9 / 0,1 = 0,957 \text{ B}$$

5-nuqta ekvivalent nuqta:

$$[\text{Ce}^{4+}] = [\text{Fe}^{2+}]; [\text{Fe}^{3+}] = [\text{Ce}^{3+}]$$

$$E = 1,44 + 0,77 / 2 = 1,105 \text{ V}$$

$$E = nE_{Ox} + mE_{Red} / n+m$$

6-nuqta ekvivalent nuqtadan keyin:

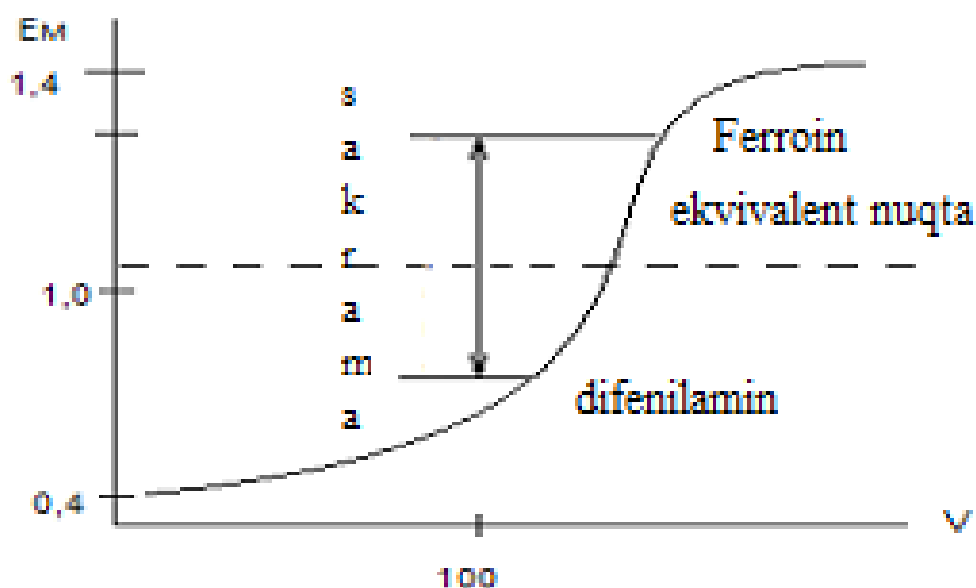
100,1 ml $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$ qo'shildi, 0,1 ml $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$ ortib qoladi.

$$E = 1,44 + 0,059 \lg 0,1 / 100 = 1,263 \text{ V}$$

7-nuqta 101ml $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$ qo„shildi,- 1% $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$ ortadi:

$$E = 1,44 + 0,059 \lg 1 / 100 = 1,332 \text{ B}$$

Demak titrlash sakramasi $E = 0,957$ - $1,263$ oralig„ida sodir bo‘ladi. SHu oraliqqa to‘g‘ri keladigan indikatorlarni tanlash mumkin. Masalan N- fenilantranil ($E^\circ = 1,00\text{v}$) , ferroin ($E^\circ = 1,06 \text{ v}$) kiradi.



Redoksimetriyada titrlash egriligi

Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

1. Redoksimetriyada indikatorlar nazariyasini tushuntiring?
2. Indikator tanlash qoidalari.
2. Redoksimetriyada egri chiziqlar hisobi uchun formulalarning kelib chiqishi.
3. Oksidlanish-qaytarilish titrlash egri chizig‘ining hisobini tushuntiring?
4. Titrlash egri chizig‘I nima?

7.3 - mavzu. Permanganometriya usuli mohiyati. Titrlash egri chiziqlari va ekvivalent nuqtani aniqlash. Yodometriya usuli asosi.

Reja:

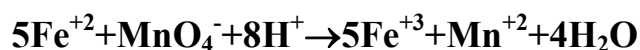
- 1. Permanganometriya usulining umumiy tavsifi.**
- 2. KMnO_4 eritmasini tayyorlash va saqlash. Permanganat titrini aniqlash.**
- 3. Avtokataliz.**
- 4. Yodometriya usulining umumiy tavsifi.**
- 5. Oksidlovchi va qaytaruvchilarni aniqlash.**
- 6. Cho'ktirish usulining umumiy tavsifi.**

Permanganometriya usuli permanganat ionlarining kislotali, neytral va ishqoriy muhitlarda oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga asoslangan.

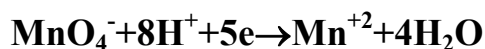
Kislotali muhitda permanganat ionlarining Mn^{+2} ga qaytarilish katta ahamiyatga ega. Kuchli kislotali muhitda permanganat ionlarining yuqori oksidlovchilik xususiyati uning yuqori oksidlanish-qaytarilish potentsiali bilan tushuntiriladi:

$$E^0_{\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}} = +1,516$$

Misol sifatida Fe^{+2} ionlarining oksidlanish reaksiyasini ko'rib chiqamiz:



Bu reaksiyada marganets ionlari 5 elektron qabul qilib qaytariladi, temir 1 elektron berib oksidlanadi:



Permanganatning bu reaksiyada gramm-ekvivalentini hisoblasak:

$$\vartheta = \frac{M_{\text{KMnO}_4}}{5} = \frac{158}{5} = 31,61\text{g}$$

$\text{MnO}_4^-/\text{MnO}(\text{OH})_2$ ionlar juftining standart potentsiali +0,59 v.ga teng. Shuning uchun permanganat ioning neytral va ishqoriy muhitlarda oksidlovchilik xususiyati kam bo'lib, kam qo'llaniladi.

Bundan tashqari, kislotali muhitda permanganatni qizil-binafsha rangi rangsizlanadi va ekvivalent nuqtada eritma pushti ranga kiradi. Neytral muhitda titrlash jarayonida

qo'ng'ir cho'kma tushib ekvivalent nuqtani aniqlashga to'sqinlik qiladi. Bu holat ham kislotali muhitda titrlashni afzalligini bildiradi.

KMnO₄ eritmasini tayyorlash va saqlash.

Yuqorida ko'rsatilganlarga muvofiq permanganatometriya titrlash usulida indikator qo'llanilmaydi, chunki permanganat eritmasi o'zi rangli bo'lib ko'pincha titrlash uchun 0,02-0,05 N eritmasi qo'llaniladi.

Quruq KMnO₄ tarkibida doim qaytarilgan mahsulotlari-MnO₂ bor bo'ladi. Bundan tashqari suvda eritilganda suv tarkibidagi qaytaruvchilar – ammiak, organik moddalar bilan reaksiyaga kirishib konsentratsiyasi kamayadi. Tayyorlangan KMnO₄ eritmasini quruq tuzni tortilgan holda tayyorlash mumkin emas.

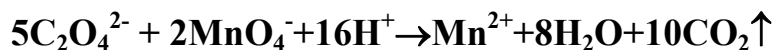
KMnO₄ eritmasi ammiak va suv tarkibidagi organik moddalardan tashqari rezina, yog'och tiqin (probka), qog'ozlarni ham oksidlaydi. Nur ta'sirida ham permanganat parchalanishi tezlashadi. Shuning uchun filtrlashda shisha filtrlari yoki shisha sifoni orqali quyilib qoramtir tusdagi idishlarda saqlanadi.

1L 0,02 N permanganat eritmasini tayyorlash uchun texnik tarozida 0,63 g KMnO₄ kristallarini tortib olib stakanga solinadi va qaynoq distillangan suvda eritilib qoramtir tusli idishga quyilib shisha tiqin bilan berkitiladi va 7-10 kungacha saqlanadi. Bundan keyin shisha filtr orqali filtrlanadi yoki shisha sifon orqali boshqa idishga qo'yilib konsentratsiyasini aniqlashadi.

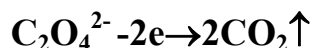
KMnO₄ eritmasini titrini aniqlash. KMnO₄ eritmasini titrini aniqlash uchun natriy oksalati, shavel kislotasi, margimush oksidi, temir kukunidan foydalanish mumkin.

Bu moddalardan eng qulayligi natriy oksalati yoki shavel kislotasi eng qulayi hisoblanadi. Shavel kislotasi 2 molekula suv qabul qilib barqaror kristallar hosil qiladi.

Oksalat ionlarini permanganat bilan titrlashda quyidagi reaksiya kuzatiladi:



Oksalat ionini oksidlanishi quyidagicha boradi:



Shuning uchun ekvivalentini aniqlashda molekulyar massasi ikkiga bo'linadi:

$$\mathfrak{M}_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}} = \frac{126,06}{2} = 63,03\text{r}$$

Shavel kislotasini aniq eritmasini tayyorlashda analitik tarozida tortilib 250 ml kolbada eritiladi, belgisigacha distillangan suv quyilib yaxshilab arashtiriladi.

KMnO₄ eritmasini konsentratsiyasini aniqlash uchun pipetka yordamida 10 ml shavel kislota eritmasi olinib titrlovchi kolbaga solinadi, ustiga 10-15 ml 10% li sulfat kislota qo‘shiladi, aralashma $\approx 80^\circ\text{S}$ gacha qizdirilib, permanganat eritmasi bilan och pushti rang hosil bo‘lguncha titrlanadi.

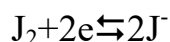
Permanganatni birinchi tomchilari reaksiyaga sekin kirishadi, va Mn⁺² hosil bo‘lgach reaksiya tezligi oshib ketadi. Bu holda reaksiya maxsuloti Mn⁺² o‘zi reaksiyaga katalitik ta’sir ko‘rsatadi. Bu turdagi kataliz avtokataliz deb ataladi. Shuning uchun permanganatni birinchi tomchilarini tomizilganda pushti rang rangsizlanguncha yaxshilab aralashtirilib turishi kerak va undan keyin titrlashni har doimdek davom ettirish kerak.

Permanganatometriya usuli analizda keng tarqalgan. Yuqori standart potensialga ega bo‘lgan (+1,51 v) permanganat hamma, potensiali undan past qiymatga ega bo‘lgan ionlarni oksidlash qobiliyatiga va analiz qilishga ega.

Bu usulda Fe⁺², vodorod peroksidini, nitritlarini, sulfitlarni, kaltsiy va magniyni po‘lat va cho‘yan tarkibida va xakozo aniqlashlarda keng ko‘lamda qo‘llaniladi.

Yodometriya usulining umumiy tavsifi.

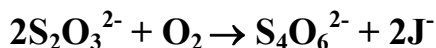
Bu usul yod ionini J⁻ va J₂ ni oksidlash qaytarilish reaksiyalariga asoslangan:



J₂/J⁻ ionlari juftini standart-potensiali +0,54 v teng bo‘lib oksidlash-qaytarilish potenciallar jadvalida o‘rtada turadi. Bu degani standart potensiali 0,54 v. dan past bo‘lgan ionlarni yod oksidlaydi va +0,54 v dan yuqori bo‘lgan ionlari J⁻ ionini qaytaradi, ya’ni yodometriya usulida ham oksidlovchilarni, ham qaytaruvchilarni aniqlash mumkin.

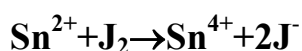
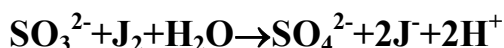
Qaytaruvchilarni aniqlash.

Yuqorida aytilgandek, standart potensiali +0,54 vol tdan kichik bo‘lgan ionlar jufti yod bilan oksidlanib qaytaruvchi hisoblanadi. Bunga misol natriy tiosulfat bo‘lishi mumkin (E⁰=0,09 v). Yod eritmasi tiosulfat ionini oksidlab tetrotionat ioniga aylantiradi:



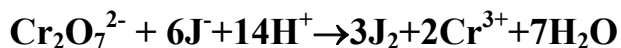
Bu holda tiosulfat eritmasini yod eritmasi bilan titrlashda ortiqcha J_2 tomchisi eritmani och sariq rangga aylantiradi. Demak indikatorsiz ham titrlashni olib borish mumkin. Lekin yodni aniqlash qiyin. Shuning uchun indikator sifatida kraxmal qo'llasak ekvivalent nuqtada u yod bilan ko'k rang hosil qiladi.

Bu usulda barcha qaytaruvchilardan sulfitlarni, arsenatlarni, sulfidlarni, qalay va boshqa metall ionlarini aniqlashda qo'llaniladi.



Oksidlovchilarni aniqlash.

Oksidlovchilarni yod ioni bilan titrlanishi kerak edi (KJ, NaJ eritmalari), lekin bunday titrlash mumkin emas, chunki ekvivalent nuqtani aniqlab bo'lmaydi. Masalan oksidlovchi bixromat ionini J^- bilan titrlasak quyidagi reaksiya kuzatiladi:

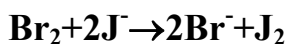


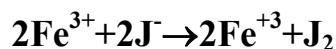
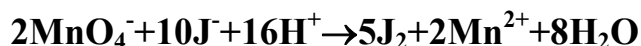
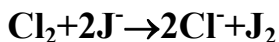
Bu reaksiyaga ko'ra har bir tomchi J^- qo'shilsa J_2 hosil bo'laveradi va kraxmal qo'shsak eritmani ko'k rangi to'qlasha boradi. Bu holda ekvivalent nuqtada rang o'zgarish kuzatilmaydi.

Shu tufayli oksidlovchilarni aniqlashda siqib chiqarish usuli qo'llaniladi. Aniq hajmli oksidlovchiga kislota va KJ eritmasi qo'shiladi. Reaksiya natijasida oksidlovchiga nisbatan ekvivalent miqdorida J_2 hosil bo'ladi va kraxmal ishtirokida ko'k rang yo'qolguncha tiosulfat bilan titrlanib olinadi.

Indikator-kraxmal titrlash oxirida-qo'ng'ir rang och sariqga kirganda solinadi va bu holda ham kraxmal yod bilan ko'k rang hosil qiladi. Bunga sabab kraxmal adsorbsion indikator bo'lib J_2 ko'p miqdorda bo'lsa uni yutishi mumkin va bu xatolikka olib boradi.

Bu usulda potensiali +0,54 vol tdan katta bo'lgan barcha oksidlovchilarni aniqlash mumkin:





Kraxmal indikatorini sezgirligi yuqori bo'lgani uchun ekvivalent nuqta yuqori aniqlikda topiladi va yodometriya usuli hajmiy usullar ichida eng aniq usul hisoblanadi.

Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

1. Permanganometriyani umumiy tavsifi.
2. KMnO_4 eritmasini tayyorlash va saqlash.
3. KMnO_4 ni konsentratsiyasini aniqlash.
4. Permanganometriya usulini qo'llanilishi.
5. Yodometriya usulini umumiy tavsifi.
6. Kaytaruchilarni aniqlash.
7. Oksidlovchilarni aniqlash.

8.1 - mavzu. Kompleks hosil qilish usuli. Kompleksonlar, ularning turlari va tuzilishi. Indikatorlar nazariyasi. Usulning analizda qo'llanilishi va ahamiyati.

Reja:

- 1. Kompleks hosil qilish usulining asoslari.**
- 2. Kompleksonlar, ularning tuzilishi va hosil bo'lishi.**
- 3. Kompleksonometriya indikatorlari.**
- 4. Metallarning kompleksometriya usuli bilan aniqlash.**
- 5. Suvning umumiy qattiqligini aniqlash.**

Kompleksonometrik titrlash usuli metall ionlarining maxsus kompleks hosil qiluvchi organik reaktivlar bilan ichki kompleks birikmalar hosil qilishga asoslangan. Bu sohada 1944 yilda Shvartsenbex tomonidan taklif etilgan aminakarbon kislotalarni qo'llash keng o'rin ola boshladi. U aminokarbon kislotalarini kompleksonlar deb atadi, keyinchalik bu usul kompleksometriya yoki kompleksometrik titrlash deb atala boshladi.

Kompleksonlar ko'p kation va anionlarini kompleksonometrik titrlashda keng ko'lamda ishlatiladi. Bu holatda titrlashning to'g'ridan to'g'ri va teskari usullardan foydalaniladi. Birinchi holatda titrlash pH ning ma'lum qiymatida komplekson-III ning standart eritmasi bilan olib boriladi. Ekvivalentlik nuqtasi indikator yordamida aniqlanadi. Bu indikatorlar organik bo'yoqlar bo'lib, ular kationlar bilan rangni o'zgartiruvchi kompleks birikmalar hosil qiladi. Bular metalloxrom indikatorlar deb ham ataladi.

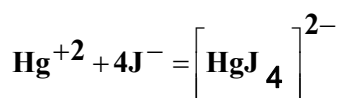
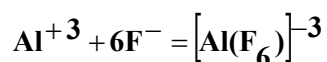
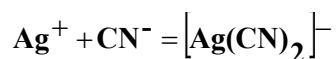
Rangi o'zgargan kompleks birikmani komplekson-III bilan titrlashda u kationing komplekson bilan birga yangi barqaror ichki kompleks birikmasini hosil qilishi hisobiga parchalanadi.

Titrlash jarayonida, ekvivalent nuqtasida indikator bilan kation hosil qilgan beqaror kompleks o'zini dastlabki rangini yo'qotadi, eritmada erkin indikatorga xos rang paydo bo'ladi.

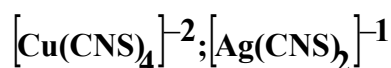
Qayta titrlash usulida analiz qilinayotgan eritmaga ma'lum hajmda o'lchangan standart komplekson-III qo'shildi, hamda uning ortiqchasini ruxning (yoki boshqa metallning) tuzi eritmasi yordamida rux ioni bilan ta'sirlashuvchi (yoki boshqa metall ioni) metall indikator ishtirokida titrlanadi. Shunday qilib, kompleksonometriya (xelatometriya) titrimetrik analiz usuli bo'lib, u kompleks (xelatlar, qisqichsimon ko'rinishdagi) tuzlar hosil bo'ladi.

Kompleksonometrik titrlash kompleks hosil qilish reaksiyasiga asoslangan.

Masalan:



Miqdoriy analizda kompleks hosil qilish reaksiyalarini asosan kumush, mis va nikel tuzlarini tsianidlar bilan, bu reaksiyalar bosqichda o'tib bir vaqtda har-xil formadagi kompleks birikma hosil bo'ladi.



Hajmiy titrlashda kompleks hosil qilish usullaridan foydalanib, kompleks hosil bo'lish reaksiyalariga kirishishga moyil bo'lgan turli hil kationlar: Ag^+ , Hg^+ , Al^{+3} , Co^{+2} , Mg^{+2} , Zn^{+2} va anionlar: CN^- , J^- , Cl^- miqdorini aniqlash mumkin.

Keyingi yillarda spetsifik analitik organik reaktivlar-kompleksonlar kompleks hosil qilish reaksiyani o'tkazish uchun ishlatiladi.

Titrimetrik analizda kompleksionlar metallarni ionlari bilan barqaror komplekslar hosil qiladigan; organik kompleksionlarni tanlovchanligi va sezgirligi ancha yuqori, shuning uchun xozirgi paytda kompleks hosil qilish reaksiya asosida titrlash juda ko'p ishlatiladi; bu usul kompleksionometrik titrlash usuli deyiladi.

Etilendiamintetrasirka kislota anioni to'rt asosli kislota sifatida o'z tarkibida to'rtta xarakatchan vodorod ionini, 2 atom asos xossasiga ega bo'lgan azotni ushlaydi, hammasi bo'lib olti atomga ega bo'lgan vodorod va azot ligand sifatida beshli tsiklga ega bo'lgan ichki kompleks birikmalar tuzishda ishtirok etadi.

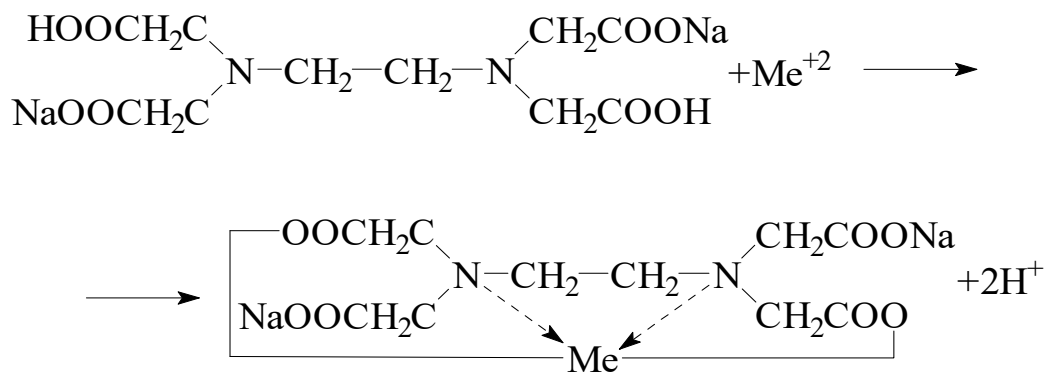
Kompleks hosil qiluvchining metall ionlari, bir tomonidan organik birikmalarning funktsional guruhlarining aktiv vodorod atomlari o'rnini egallaganda ichki kompleks tuzlar har doim hosil bo'lsa, boshqa tomondan ular koordinatsion bog'ning ion bilan bog'lanish xususiyatiga ega bo'lgan guruhlar bilan o'zaro ta'sirlashadi. Vodorod ionlarini tutgan, metall ionlarining o'rnini bilan almashishi mumkin bo'lgan va bo'sh valentlik hisobiga metall kompleks hosil qiluvchi ion bilan birikuvchi guruhlariga misol qilib:

Karboksil- COOH ; sulfooksil- SO_3H , oksim- NOH , gidroksil- OH va boshqa guruhlarini keltirish mumkin. Kompleks hosil qiluvchining metall ionlari bilan koordinatsion donor-aktseptor bog' orqali birikuvchi guruhlarini aminoguruh- NH_2 ; iminoguruh- NH ; oksim guruh- NOH , karbonil guruh- CO ; tioefir guruh- S va boshqalardir.

Kompleksonlarda kompleks hosil qiluvchining metall ionlari bilan bosh valentlik hisobiga o'zaro birikuvchi guruhi esa uchlamchi aminoguruhlardir.

Kompleksonlar-asosan organik birikmalar bo'lib, aminopolikarbon kislotalar va ularning tuzlari, xozirgi davrda 200 dan ortiq kompleksionlar bor. Ko'p ishlatiladigan kompleksionlar.

Komplekson-III (EDTA, trilon B)



Etilendiamin-tetrasirka kislotasini 2-natriyli tuzi.

Analiz amaliyotida ko‘p hollarda komplekson-III (EDTA) $\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{O}_8\text{N}_2\text{Na}_2$, qo‘llaniladi, uning suvdagi eruvchanligi yaxshi bo‘lgani uchun, EDTA metall kationlari bilan barqaror komplekson birikmalar hosil qiladi:

EDTA komplekslarida bog‘larning bir qismi ionli, boshqasi donor aktseptorli bo‘ladi. → strelka koordinatsion (kompleks, xelat) bog‘lig‘ini ko‘rsatadi. Ko‘pgina metallarning EDTA bilan komplekslari oson hosil bo‘ladi, yoki yetarlicha barqarorlikka ega, hamda ko‘pgina hollarda suvda eruvchan bo‘ladi. Bularning hammasi metallar tuzlarning titrimetrik aniqlashda EDTA foydalanishda imkon beradi.

Komplekson-III bilan kationlar orasida stexiometrik (1:1) nisbatida reaksiyaga kirishadi, ya‘ni 1 g.ekv metallga, 1 g-ekv komplekson-III to‘g‘ri keladi.

Kompleksonometriyada ishlatiladigan reaksiyalar, titrimetrik usullarida ishlatiladigan reaksiyalarga o‘xshash, qo‘yiladigan talablariga javob beradi, ya‘ni:

Kompleks hosil qilish reaksiyalari stexiometrik va tez ketishi kerak.

Kompleks hosil qiluvchining metall ionini bilan kompleksonning bevosita, o‘zaro ta’sirlashuvi reaksiyasi; masalan, ammiakli bufer aralashmada rux ionini aniqlash uchun, qo‘llaniladigan reaksiyalar yoki kaltsiy ionini NaOH eritmasida aniqlash reaksiyasi va hakozo, indikator ishtirokida, indikatorni kompleks metallning o‘zgartirishga ta’siri kislotali asosli indikatorning kompleks metallning o‘zgarishiga ta’siri, kislotali asosli indikatorni pH ni o‘zgarish ta’siri kabi bo‘ladi.

Kompleksonometrik titrlashda ekvivalent nuqtani quyidagi usullar bilan aniqlash mumkin:

Metall indikatorlar yordamida.

Fizik-kimyoviy usullaridan foydalaniladi (konduktometriya, potensiometriya, spektrofotometriya).

Neytrallash usulida ishlatiladigan indikator yordamida.

Kompleksonometriyada titrlash jarayonida ishlatildigan indikatorlar:

Spetsifik indikator faqat titrlash jarayonida aniqlaydigan ion bilan ta'sirlanadigan modda.

Masalan, Fe^{+3} aniqlashda $\text{pH}=2$ da rodanid, salitsilat bilan rangdor mahsulot hosil qiladilar, komplekson-III bilan titrlanadi.

Metall-indikatorlar. Metall-xromli indikatorlari-organik bo'yoqlar (ko'p asosli metall) metall ionlari bilan ravshan rangli kompleks birikmalar hosil qiladi.

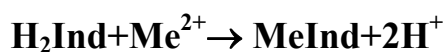
Kompleksonometriyada, alkalometrik titrlash usulida, kislota-asosli titrlashda ishlatiladigan indikatorlardan ham foydalaniladi.

Kompleksonometriya usulida qo'llaniladigan indikatorlar metalloxrom indikatorlar deb ataladi (xromos lotincha rang). Bu indikatorlar suvda molekulyar holda bo'lib ko'k rangga kiradi metallar bilan birikib (kompleks hosil qilib) qizil rangga kiradi. Demak metalloxrom indikatorlarning rang o'zgarishi sababi metall ionlar bilan kompleks hosil qilishi.

Indikatorni tanlash uchun bu usulda ham $\text{Pmeq} \cdot \lg[\text{Me}]$ va komplekson-III hajmi orasida titrlash egri chizig'i chiziladi.

Kompleksonometriya usulida ham indikatorni to'g'ri tanlashda indikatorning rang o'zgarish intervallari titrlash egri chizig'ining "sakrash" qismiga mos kelishi kerak.

Kompleksonometrik titrlashda ishlatiladigan metall larga azobirikmalar ($-\text{N}=\text{N}-$) – guruhlarining indikator kislotali xromli qora mahsus (erioxromli qora T-QXQM) qo'llaniladi.



$\text{pH} < 6,3$ bo'lganda eritmalarda indikator H_2Jhd^- ko'rinishida bo'ladi (qizil rangda), $6,3 < \text{pH} < 11,6$ oraliqda H_2Jhd^- (ko'k rangda), $\text{pH} > 11,6$ da Jnd^{3-} (sariq rangda) QXQM ning metall ionlari bilan komplekslari ishqoriy muhitda, qizil rangda bo'ladi. KXQM ning

metall ionlari bilan komplekslari ishqoriy muhitda, qizil rang hosil qiladi. KXMQ-komplekslarning barqarorlik konstantasi muhit pH turli bo'lganda muayyan o'zgarishlarga uchraydi.

Indikator erioxrom qora pH 9-10 bo'lganda kompleksometrik titrlash uchun qo'llaniladi. Agar metall bilan EDTA kompleksi [MeY] metalning indikator bilan kompleksidan [MJnd] barqaror bo'lsa, u holda metall tuzi eritmasini EDTA eritmasi bilan titrlanayotganda ekvivalentlik nuqtasida metalloxrom indikator yordamida aniqlash mumkin.

Metall tuzining titrlanayotgan eritmasiga indikator qo'shilganda metall ionlarini indikator bilan qizg'ish rangga ega bo'lgan kompleksi hosil bo'ladi.

Ekvivalent nuqtasi oldida metalning barcha erkin ionlari EDTA bilan bog'langan bo'lsa, EDTA ning oxirgi qismi [MeJnd] kompleksini parchalaydi va [MeY] kompleks hosil qiladi.

Bunda indikator ionlari ajralib boradi va eritma ko'k rangga o'zgaradi.

Kompleksonometrik titrlash usullari.

Kompleksonometriyada quyidagicha titrlash usullari ishlatiladi:

To'g'ri titrlash usuli; Teskari titrlash usuli; O'rin almashinish usuli; Alkalometrik titrlash usuli.

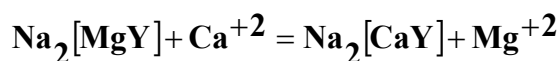
1. To'g'ri titrlashda analiz qilinadigan eritmani indikator va bufer aralashmasi yordamida komplekson-III bilan eritmani rangi o'zgarguncha titrlanadi.

Bu usul bilan ko'p metall ionlari titrlanadi. Masalan: Mg^{+2} , Ca^{+2} , Sr^{+2} , Ba^{+2} , Zn^{+2} , Co^{+2} , Fe^{+2} , Fe^{+3} va boshqalar.

2. Teskari titrlash usulida kompleks hosil qilish reaksiyasi sekin boradigan (masalan Al^{+3} , Ca^{+2}) ionlarni aniqlash uchun indikator bo'lmasa, tekshirilayotgan eritmaga komplekson-IIIning standart eritmasidan (ortiqcha miqdorda) va bufer aralashma qo'shiladi, eritma qizdiriladi, keyin sovutiladi, (xona haroratigacha) reaksiya kirishmasdan qolgan komplekson-III qoldiqni, magniy yoki rux xlorid yoki sulfat eritmasi bilan titrlanadi.

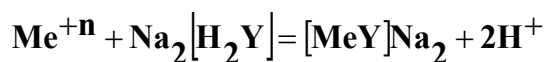
3. O'rin almashinish titrlash usuli.

Bu usulda Mg^{+2} ionini komplekson-III boshqa kationlarga qaraganda beqaror kompleks hosil qiladi. Eritmaga boshqa kationlar qo'shilganda (Ca^{+2} , Th^{+4}) beqaror Mg^{+2} komplekson-III bilan kompleksi buzilib, muvozanat barqaror kompleks hosil qilish tomoniga siljiydi. Bunda almashinish reaksiyasi sodir bo'ladi. Magniy ionini eritmaga ajralib chiqadi, keyin komplekson-III standart eritmasi bilan titrlanadi.



4. Alkalometrik usul bilan titrlash.

Alkalometrik titrlashda komplekson-III bilan kationlar o'zaro ta'sirlanganda ekvivalent miqdorda vodorod ionini ajralib chiqadi.



Ajralib chiqqan vodorod ionini biror kislota asosli indikator ishtirokida, ishqorning standart ishchi eritmasi bilan titrlash orqali (alkalometrik usuli) konsentratsiyasi aniqlanadi, shundan keyin uning ekvivalent miqdorida metall ionining konsentratsiyasi hisoblanadi.

Halaqit beradigan ionlarni birorta barqaror kompleksga bog'lab so'ngra titrlashni komplekson-III bilan olib borish mumkin.

Komplekson-III va boshqa kompleksonlar turli-tuman analizlarda ishlatiladi. Masalan, ular oksixinolin yordamida kationlarni bir-biridan ajratishda, niqoblovchi vosita sifatida shuningdek, elektrokimyoviy usullarda ham ishlatiladi. Lekin ularning turli kationlarni hajmiy analiz usullari yordamida aniqlashda ishlatilishi ayniqsa muhim ahamiyatga ega.

Analizda kompleksonometriya usuli suvni umumiy qattiqligini aniqlashda keng tarqalgan usul hisoblanadi.

Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

1. Kompleks hosil qilish asoslari.
2. Kompleksonlar tuzilishi va kompleks hosil qilish.
3. Kompleksonometriyada ekvivalent nuqtani aniqlash usullari.
4. Indikatorlar nazariyasi va rang o'zgarish sababi.

5. Kompleksonometriyada titrlash egri chizig'i va indikatorlarni tanlash usuli.
6. Kompleksonometriyani titrlash usullari bo'yicha sinflashi (misollar).
7. Metall ionlarni aniqlashda qo'llani.
8. Suvni umumiy qatig'ligini aniqlash.

8.2 - mavzu. Optik analiz usullari. Spektral uskunalar turlari Spektrofotometriya. Sifat va miqdoriy taxlilda qo'llanishi. Miqdoriy tahlilni xromatografik usullari. Yuzaviy va ion almashinish xromatografiyasi.

Reja:

1.Optik analiz usullari.

2.Fotokolorimetriya usuli.

3. Spektrofotometriyani mohiyati. Spektrofotometr tuzilishi, ish tamoili.

4.FEK va SF larni o'xshash va farqli tomonlari.

5.Ion almashinish xromatografiyasi usulida moddalar miqdorini aniqlash.

6. Yupqa qavatli xromatografiyasi bo'yicha qilinadigan miqdoriy tahlil.

1. Usul - yorug'lik oqimini keng 185 nm dan - 1100 nm oralig'ida tahlil etiluvchi modda eritmasi tomonidan UB, ko'rinadigan (K) va yaqin infraqizil (YAIQ) sohadagi monoxromatik nurlarning yutilishini maxsus asbob – SF da o'lchanishiga asoslangan. SF da yorug'lik oqimini spektrga ajratish uchun monoxromator vazifasini **prizma** yoki **diffraktsion panjara** bajaradi. Yorug'likni monoxromatlanish darajasi FEK dan yuqori bo'lib, 0,2-5 nm ni tashkil etadi.

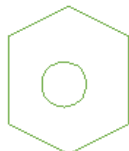
SF ning yorug'lik manbai sifatida:

- 1) K (400-700 nm) nurlar sohasi uchun cho'lg'am lampasi
- 2) 2)UB (200-400 nm) nurlar sohasi uchun vodorod yoki deyteriy lampasi ishlatiladi.

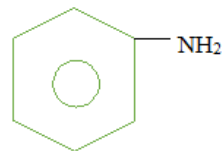
eritmalar	ishlatiladigan nur sohasi, λ (nm)	nur manbai
rangli	K – 400-760	Cho'lg'am lampa
rangsiz	UB- 200-400	vodorod yoki deyteriy lampa

SHuning uchun usulda **rangli** va **rangsiz** tiniq eritmalar tahlil qilinadi. Spektrofotometrik usulda bir vaqtning o'zida dori preparatlarini sifat va miqdoriy taxlili bajariladi. **Sifat tahlili** - modda tomonidan maksimal yutilgan nurning to'liq uzunligi asosida topiladi (**λ_{max}**). Masalan:

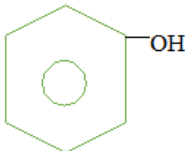
Benzol – $\lambda_{max} = 255\text{nm}$



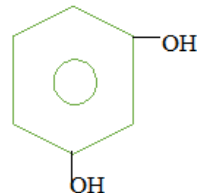
Anilin – $\lambda_{max} = 280\text{nm}$



Fenol – $\lambda_{max} = 270\text{nm}$



Rezorsin – $\lambda_{max} = 273\text{nm}$



Miqdoriy tahlili esa maksimal yutilgan nurning to'liq uzunligi o'lchangan optik zichlik asosida topiladi (**A_{max}**). Masalan:

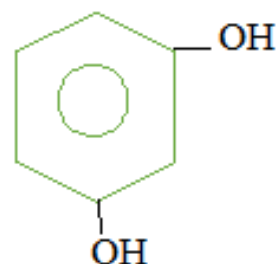
Rezorsin – λ

$\lambda_{max} = 273\text{nm}$; $A_{max} = 0,700$;

$E_{max} = 180$; $l = 1\text{cm}$ me'yoriy kons-yani hisoblash:

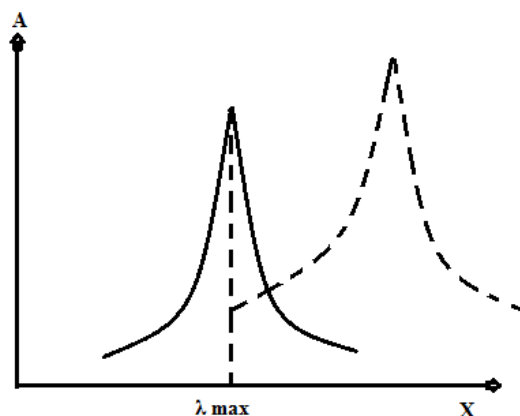
$A = E \cdot S \cdot l$ $C\% = A / E \cdot l = 0,700 / 180 \cdot 1 = 4 \cdot 10^{-3} \%$

$\%rez = A_{max} \cdot W1 \cdot W1 / E \cdot l \cdot a \cdot V$ alk



Nurni maksimal yutiladigan to'liq uzunligi **λ_{max}** va yutilish bandini intensivligi – yutilish koeffitsientiga (ϵ) molekula tarkibiga elektrodonor ($-\text{NH}_2$, $-\text{OH}$, $-\text{SH}$ x.k) va akseptor ($-\text{SON}$, $-\text{N}=\text{O}$, $-\text{COOH}$) guruhlarning kiritilishi kuchli ta'sir ko'rsatadi.

YUtilish bandi λ maksimumini uzun to'liq uzunliklar tomon siljishi **batoxrom**, qisqa to'liq uzunliklar tomon siljishi **-gipsoxrom siljish deyiladi**. YUtilish bandi intensivligini **ortishi giperxrom**, kamayishi - **gipoxrom samara deyiladi**.

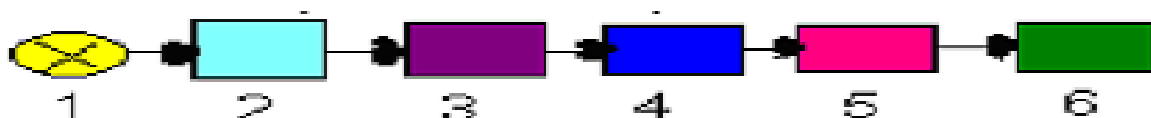


To‘lqin uzunligi va yutilish bandini intensivligi grafigi.

Spektrofotometrik usullar fotoelektrokolorimetriyaga nisbatan yuqori aniqlik va sezgirlikka ega. Moddani aralashmadan ajratmasdan aniqlash imkonini beradi, hamda ko‘rinadigan soxa nurlarini yutmaydigan (rangsiz) (ammo UB diapazonda yutilish bandi bo‘lgan) moddalarni aniqlashda qo‘llanadi. Spektrofotometrik o‘lchashlarni nisbiy hatosi $\pm 2\%$ dan ortmaydi.

Spektrofotometr tuzilishi, ish tamoiili.

Ko‘pchilik spektrofotometrlarda yorug‘lik oqimini monoxromatlash, yorug‘likni tarkibiy qismlarga – spektrga, ajratuvchi – dispersiyalovchi prizma va diffraksion panjara vositasida amalga oshiriladi. Turli tuzilishdagi bir nurli (bir kanallik) va ikki nurli (ikki kanallik) spektrofotometrlar ishlab chiqarilgan.



Spektrofotometrni asosiy blok chizmasi:

1. Nur manbai (cho‘lg‘am, vodorod yoki deyteriy lampa);
2. Monoxromator (prizma, diffraksion panjara);
3. Kyuvetalar;
4. Fotoelement;
5. Kuchaytirgich;
6. Registrator

Rangli eritmalar tahlil qilinayotganda shisha monoxromator, kyuvetalardan, UB – nur sohasida, ya‘ni rangsiz eritmalar tahlilida kvarts shisha ishlatiladi. **Ish tamoiili:** Nur manbai (1)dan chiqqan yorug‘lik monoxromatorda (2)da spektrga ajraladi. Monoxromatlangan yorug‘lik nuri, tekshiriluvchi va solishtirma eritmalar qo‘yilgan bo‘lim (3)dan o‘tadi. Eritmalar qo‘yilgan kyuvetalardan o‘tgan yorug‘lik nurni qabul qiluvchi va elektr (foto) tokga aylantiruvchi fotoelement (4)ga tushadi, fototok

kuchaytirilgach (5) registrator – qayd etuvchi moslama (6)da spektral egrilik tarzida yoziladi yoki oʻlchov asbobini strelkasidan natija yozib olinadi.

Spektrofotometrning yorugʻlik nuri manbai sifatida, koʻrinadigan nurlar soxasi uchun chulgʻam lampasi ishlatiladi. CHulgʻam lampasi – (simob lampasidagidek uzlukli nur emas balki) uzluksiz yorugʻlik oqimini chiqaradi. Spektelni UB diapazonida (~ 200-400 nm oraligʻida) ishlash uchun vodorod yoki deyteriy lampasi ishlatiladi. YOrugʻlik nurini spektrga ajratish uchun monoxromator sifatida prizma yoki diffraksion panjara ishlatiladi. Koʻrinuvchan va yaqin IQ soxada ishlash uchun shisha prizma xamda shisha kondensor botiq linza va kyuvetalar ishlatiladi. ~ 200-400 nm UB oraligʻida ishlaganda kvars shishasidan yasalgan prizma, kondensor va kyuvetalar ishlatiladi, chunki oddiy shisha UB nurlarni oʻtkazmay yutib qoladi. Bir nurli tizimda ishlovchi spektrofotometrda yorugʻlik oqimiga, kyuvetalar boʻlimida, ketma-ket solishtirma (nolinchi eritma) va tekshiriluvchi eritma qoʻyilgan kyuvetalar qoʻyiladi. Ikki nurli sxemada ishlovchi spektrofotometrning kyuvetalar boʻlimida bir vaqtini oʻzida solishtirma kanalga nolinchi eritma, oʻlchanadigan nur yoʻliga tekshirshuvchi eritma quyilgan kyuveta oʻrnatiladi.

FEK va SF larni oʻxshash va farqli tomonlari.

Xususiyatlar	kolorimetriya	FEK	SF
1.Nur yutilish qonuni	Lambert-Buger-Ber	Lambert-Buger-Ber	Lambert-Buger-Ber
2.Nur manbai	Kun yorugʻligi (400-700 nm)	K- nur sohasi (choʻlgʻam lampa) (400-700 nm)	1.K- nur sohasi 2.UB-sohasi 3.YAIK- sohasi (400-1100 nm)
3. Oʻlchanadigan kattalik	rangni taqqoslash	optik zichlik	optik zichlik
4. Selektor	Yoʻq	Nur suzgich	Prizma,dif.panjara tirqishlar
5. Monoxromatlash darajasi	polixromatik	±30-50 nm	±0.2-5nm
6.Tahlil qilinuvchi eritma	rangli, tiniq	rangli, tiniq	rangli, rangsiz tiniq

Tahlil qilinuvchi eritmadagi aniqlanuvchi modda ekstragent yordamida ekstraksiyalanadi. Soʻngra hosil boʻlgan ekstrakti analitik toʻlqin uzunlikda fotometrik

1. Murakkab aralashmadagi komponentlarning nur yutilishi bir xil to‘lqin uzunligida bo‘lsa, yutilish maksimumlari bir birini qoplasa.

3. Tahlil qilinuvchi eritmada aniqlanuvchi moddaning konsentratsiyasi juda kam bo'lsa, uni ekstraksiya usulida konsentratsiyasi oshiriladi va fotometrik usulda aniqlanadi.

4. Tahlil qilinuvchi eritmadagi rangsiz moddalarni aniqlashda. Bunday holda aniqlanuvchi modda bilan fotometrik reaksiya yordamida, rangli modda xosil qilib, ekstraksiyalanadi. So'ngra fotometrik reaksiya maxsulotining analitik to'liq uzunligida ekstraktning optik zichligi o'lchanadi.

$$1. \text{Fe}^{+3} + 6\text{NCS}^- \rightarrow [\text{Fe}(\text{NCS})_6]^{3-}$$

2. Fe^{+3} ni niqoblash:

$$[\text{Fe}(\text{NCS})_6]^{3-} + 6\text{F}^- \rightarrow [\text{FeF}_6]^{3-} + 6\text{NCS}^-$$

qizil	rangsiz
-------	---------

$$3. \text{Co}^{+2} + 4\text{NCS}^- \rightarrow [\text{Co}(\text{NCS})_4]^{2-}$$

izoamil ko'k

spirtida

Ekstraksion fotometrik taxlilni o‘tkazish uchun quyidagi talablarga rioya qilinadi:

1. Ekstraksiya jarayoni to'liq bajarilishi uchun $R=99,9\%$ bo'lishi kerak.
2. Organik erituvchi, fotometrik reaksiya tanlanadi.
3. Eritmada ekstrakt uchun optimal pH tanlanadi.
4. Halaqit beruvchi ionlarni niqoblashda maxsus reagentlar qo'llanadi.

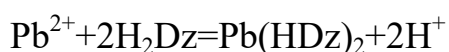
Ekstraksion – fotometrik usul nisbatan sodda, yuqori selektiv va tezkorligi sababli ko‘pchilik moddalar (xususan-kompleks xosil qiluvchi metal kationlarini) farmatsevtik preparatlar (masalan, surtma dorilardagi prednizalon va prednizalon atsetat)ni aniqlash imkonini beradi.

Ekstraksion – fotometrik tahlilda qo‘llanadigan fotometrik reaksiyalar.

Ekstraksion fotometrik usul uchun fotometrik reaksiyani tanlash muhim ahamiyatga ega. Tanlangan fotometrik reaksiya mahsulotining rangi yorqin, yutilish spektrining analitik to‘lqin uzunligidagi yutilish maksimumi kuchli bo‘lishi lozim. Fotometrik reaksiyalarni quyidagi ikki turi ishlatiladi:

1. Metallarni rangli komplekslari xosil bo‘ladigan fotometrik reaksiyalar.

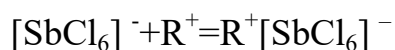
Tahlil qilinuvchi modda reagent bilan rangli kompleks birikma hosil qilinadi. Hosil bo‘lgan rangli kompleksni organik erituvchi bilan ekstraksiyalanadi. Masalan, suvli eritmada bir qator kationlar bilan birgalikda Pb^{2+} kationi ditizon bilan kuchsiz ishqoriy $pH=8,5-11$ sharoitda qirmizi-qizil rangli qo‘rg‘oshin ditizonatini xosil qiladi.



Xosil bo‘lgan rangli kompleks xloroform yoki to‘rt xlorli uglerodga ekstraksiyalanadi. Qo‘rg‘oshin (II) ditizonat eritmasini yutilish spektri $\lambda_{max} = 520 \text{ nm}$ ($\epsilon = 7 \cdot 10^4 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$) bo‘lib, shu to‘lqin uzunligida ekstraktning optik zichligi o‘lchanadi. Niqoblovchi – sianid CN^- ionlari ishtirokida qo‘rg‘oshin (II)ni aniqlashga boshqa kationlar xalaqit bermaydi.

2. Rangli ion – assotsiatlar xosil bo‘ladigan fotometrik reaksiyalar.

Aniqlanuvchi modda kislotali yoki asosli bo‘yoqlar bilan ekstraksiyalanib kata o‘lchamli kation yoki anion tutgan rangli mahsulotga aylantiriladi. Masalan: surma (V)ni avval xlorid kislotali yirik o‘lchamli kompleks $[SbCl_6]^-$ ga bog‘lanadi. Kristallik binafsha rangli organik reagent ta’sirida, bu yirik kompleks ionlar birlashib, yiriqroq yorqin rangli ion assotsiatini xosil qiladi.



Xosil bo'lgan ion assotsiat toluol bilan ekstraksiyalanadi va yutilish spektrida ion assotsiatiga tegishli bo'lgan 600 nm ($\epsilon = 10^4 - 10^5 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$) intensive maksimum bo'lib, ayni shu to'liq uzunlikda ekstraktning optik zichligi o'lchanadi.

2. Moddaning turli energiyalar manbai ta'sirida shu'lalanishi **lyuminessensiya** deyiladi. Usul bilan konsentratsiyaning kichik chegarasida ($10^{-4} - 10^{-7}$) moddalar miqdorini taxlil qilish mumkin.

Tasnifi: 1) Qo'zg'atuvchi manbaning turiga ko'ra:

Fotolyuminessensiya – spektrning UB va ko'rinadigan soxa, nurlari ta'sirida moddani shu'lalanishi.

Xemolyuminessensiya – kimyoviy reaksiyaning energiyasi xisobiga, moddani shu'lalanishi.

Rentgenolyuminessensiya – rentgen nurlari ta'sirida moddani shu'lalanishi.

Katodolyuminessensiya – gaz xolatida katod lampasidan chiqayotgan elektronlar oqimi ta'sirida moddani shu'lalanishi.

Termolyuminessensiya – qizdirib cho'g'atilgan moddani shu'lalanishi.

2) Shu'alanish davomiyligiga ko'ra:

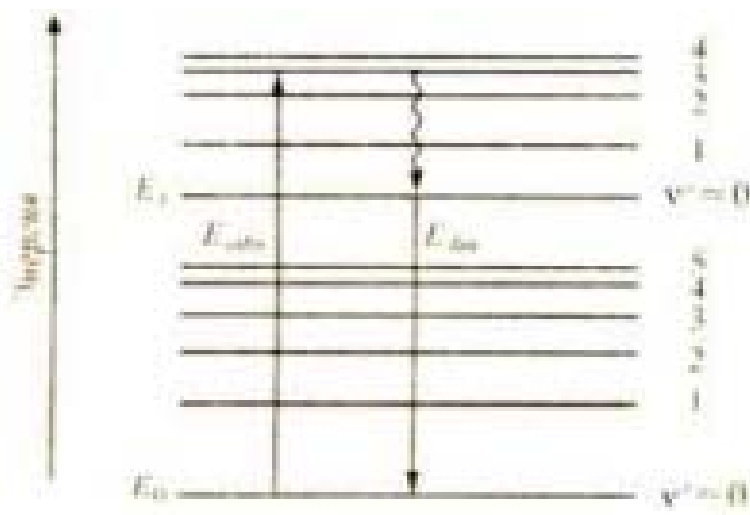
Fluoressensiya – qo'zg'atuvchi manba ta'siri to'xtatilgach darhol so'nuvchi sho'la ($10^{-6} - 10^{-9}$ sek).

Fosforessensiya – qo'zg'atuvchi manba ta'siri to'xtatilgach, ma'lum vaqt davom etuvchi shu'lalanish ($10^{-2} - 10^{-3}$ sek).

Analitik kimyoda lyuminessensiya turlaridan fluoressensiya ko'proq ishlatiladi.

3. **Fluoressent tahlil** (fluorimetriya) – aniqlanuvchi moddaga UB, K - nurlar ta'sir ettirilganda fluoressensiya intensivligini o'lchashga asoslangan.

Mohiyati: Tahlil qilinuvchi moddaga nur bilan ta'sir etganda modda elektronlari asosiy energetik **A** holatdan qo'zg'alib, energiyasi yuqori bo'lgan **V** holatga o'tadi. Bunda energiyaning bir qismi issiqlik energiyasiga aylanadi, ya'ni elektronlar **E triplet** holatiga o'tadi. Elektronlarni E triplet holatdan asosiy energetik holatga qaytganda, shu'lalanish ro'y beradi (**E lyum.**).



Fluoressensiya intensivligini o'lchash

$E = h \cdot \nu$ h - Plank doimiysi; ν – tebranish soni demak:

Stoks qonuni – $E_{qo'z} > E_{lyum}$; $\nu_{lyum} < \nu_{qo'z}$;

$\lambda_{lyum} > \lambda_{qo'z}$ bo'ladi. Fluoressensiya kvant unumi:

- a) qo'zg'atuvchi yorug'lik to'lqin uzunligiga
- b) eritilgan fluoressent moddaning tabiati,
- v) eritmani konsentratsiyasi
- g) xarorat
- d) eritmadagi aralashmalarga bog'liq

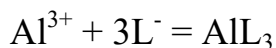
Mashhur fizik-optik olim S.I.Vavilov quyidagi qonuniyatni kashf etgan:
qo'zg'atuvchi yorug'lik to'lqin uzunligi fluoressensiya to'lqin uzunligidan kichik bo'lsa fluoressensiya kvant unumi o'zgarmas bo'ladi.

$\lambda_{qo'z} < \lambda_{lyum}$ bo'lganda $\phi = \text{const}$

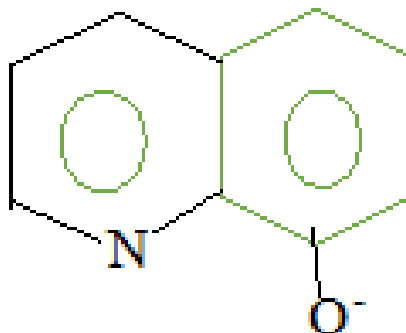
Fluoressent tahlilni o'tkazish sharoitlari :

1. Qo'zg'atuvchi nur sifatida UB, K – nurlar sohasi qo'llaniladi.
2. Tahlil etiluvchi eritma juda suyultirilgan ($s < 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$) bo'lishi kerak. Konsentratsiyani ortishi lyuminessensiya so'nishiga olib keladi.
3. Begona aralashmalar yo'qotilishi kerak.
4. xarorat.
5. Taxlil qilinuvchi modda shu bilanlansa, lyumenissent reaksiya o'tkaziladi.

Misol:



8-oksixinolin $rN=6,5-9,5$; $\lambda_{\text{yum}}=520 \text{ nm}$; $\lambda_{\text{qo'z}}=390 \text{ nm}$



4. Konsentratsiyani aniqlash usullari.

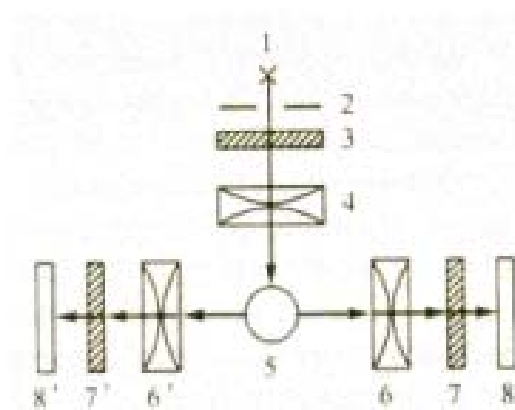
Fluorescent tahlilda aniqlanuvchi moddaning konsentratsiyasi fluoressensiya intensivligi asosida aniqlanadi.

1-usul: **Kalibrlash grafigi asosida** $J_f \sim S$

2-usul: **Bir standart usuli**- aniqlanuvchi moddani tahlil etiluvchi eritmasining konsentratsiyasi S_x ga yaqin standart eritma tayyorlanadi S_{st} va ikkalacining fluorescent intensivligi o'lchanadi.

$$J_{st} / J_x = S_{st} / S_x$$

$$C_x = J_x / C_{st} \cdot J_{st}$$



Fluorimetрни tuzilishi

1 -nur manbasi (kvars lampasi); 2-Diafragma; 3-birlamchi svetofiltr; 4-kondensor (kvars linzasi) ;5-aniqlovchi eritma quyilgan probirka; 6, 6'-kondensorlar (kvars prizmalari); 7, 7'-ikkilamchi nursizgichlar; 8, 8' –fotoelement

Fluorescent tahlilni qo'llanishi. Fluorimetriya miqdoriy tahlilni sezgirfarmakopeya usuli bo'lib, tahlil etiluvchi eritmadagi aniqlanuvchi moddaning juda oz miqdorini aniqlashda qo'llanadi.

Ochish minimumi – g'oyatda kichik $\sim 10^{-8}\%$ gacha. Bu usulda konsentratsiyasi 10^{-12} – 10^{-15} g/dm³ bo'lgan eritmalar aniqlanishi mumkin. Usulning uskunasi nisbatan sodda. Fluorimetrik tahlil xatoligi 2-5 % tashkil etadi.

Xromatografiya moddalarni ajratish, konsentrlash va tahlil qilish usullaridan biri bo'lib, ulaming o'zaro aralashmaydigan ikki faza (turg'un va harakatchan) orasida turlicha taqsimlanishiga asoslangan. Turg'un fazaning sirti bilan tutashganda aralashma tarkibidagi moddalar o'z adsorbsiyalari va erish xususiyatlariga mos ravishda turg'un va harakatchan fazalar orasida tarqaladi. Natijada dinamik (harakatchan) muvozanat yuzaga keladi va ajratiladigan aralashma tarkibidagi molekulalar yoki bu fazada tarqalib turadi. Xromatografik sistema bo'ylab faqat turg'un fazada bo'lgan molekulalar harakatlanadi. Turli moddalar bu fazalarga turlicha munosabatda boiadi. Turg'un faza bilan kuchliroq ta'sirlashadigan modda xromatografik sistema bo'ylab sekin harakatlanadi.

Turli xil moddalarni ajratish uchun turg'un faza hech boimiganda quyidagi to'rt xossadan biriga ega boiishi kerak: 1) harakatchan fazada boigan moddalarni fizikaviy yuta olish; 2) harakatchan fazadagi moddalarni kimyoviy yuta olish; 3) ajratiladigan moddalarni erita olish; 4) g'ovak tuzilishga ega boiish va shu asosda bir moddani ikkinchisidan oichamlari farqi asosida ajratish.

Yutiladigan modda *sorbat*, yutadigan modda *sorbent* va ayni jarayon *sorbsiya* deb ataladi. Sorbsiya adsorbsiya (sirt yuzasida yutilish), absorbsiya (butun hajmda yutilish) tushunchalarini o'z ichiga oladi. Bundan tashqari, xemosorbsiya — kimyoviy yutilish ham muhim hisoblanadi. Yutilishga teskari bo'lgan yutilgan moddalarning sorbentdan ajralish jarayoni *desorbsiya* deyiladi. Agar turg'un faza suyuqlik bo'lsa, analiz qilinadigan modda unda erishi va u har ikkala faza orasida taqsimlanishi kerak. Bunday xromatografiya *taqsimlanish xromatografiyasi* deb yuritiladi. Turg'un faza qattiq modda bo'lib, aniqlanadigan modda unda yutilsa, bunday usul *adsorbsion xromatografiya* deyiladi.

Xromatografiya usullari quyidagilar asosida sinflanishi mumkin:

I. *Fazalarning agregat holati* bo'yicha: gaz, suyuqlik, gaz-suyuqlik xromatografiyasi.

II. *Ajratish mexanizmi* bo'yicha: adsorbsion, taqsimlanish, ion-almashinish, cho'ktirish, oksidlanish-qaytarilish, adsorbsion- komplekslanish xromatografiyasi.

III. *Jarayonni o'tkazish usuli* (texnikasi) bo'yicha: kolonkali, kapillyar, yuzaviy (qog'oz, yupqa qavatli) xromatografiya.

IV. *Xromatogrammalarni olish usuli* (xromatografik: sistemaga namuna kiritish tartibi) bo'yicha: frontal, elyuyent va surib chiqarish xromatografiyasi.

Xromatografiya usullarining boshqa xossalar bo'yicha ham sinflari mavjud. Xromatografiya usullarining turg'un va harakatchan fazalar, bajarish texnikasi va taqsimlanish mexanizmlari bo'yicha sinflanishini 11.1 -jadvalda berilgan.

Xromatografiya usullarining sinflanishi

Xromatografiya turi	Turg'un faza	Harakatchan faza	Texnika	Taqsimlanish mexanizmi
Gaz				
Gaz-adsorbsion	Qattiq	Gaz	Kolonka	Adsorbsion
Gaz-suyuqlik	Suyuqlik	Gaz	Kolonka	Taqsimlanish
Suyuqlik				
Qattiq-suyuq	Qattiq	Suyuqlik	Kolonka	Adsorbsion
Suyuqlik-	Suyuqlik	Suyuqlik	Kolonka	Taqsimlanish
Ion-almashinish	Qattiq	Suyuqlik	Kolonka	Ion-almashinish
Yupqa qavatli	Qattiq	Suyuqlik	Yupqa	Adsorbsion
Yupqa qavatli	Suyuqlik	Suyuqlik	Yupqa	Taq simlanish
Qog'oz	Suyuqlik	Qog'oz	Taqsimlanis	
Elak (gel o'tkazish)	Suyuqlik	Suyuqlik	Kolonka '	Molekulalar o'lchami bo'yicha

Xromatografiyaning barcha sinflari o'zaro bog'liq. Masalan, gaz xromatografiyasida qattiq turg'un faza ishlatilgani uchun bu usul gaz- adsorbsion kolonkali va yuzaviy xromatografiya usullariga, suyuqlik xromatografiyasi suyuqlik-adsorbsion kolonkali va yuzaviy; suyuqlik- taqsimlanish va gaz-suyuqlik taqsimlanish xromatografiyasi kolonkali, kapillyar va yuzaviy; suyuqlik ion-almashinish xromatografiyasi kolonkali va yuzaviy;

suyuqlik cho'ktirish, oksidlanish-qaytarilish, komplekslash xromatografiyasi usullari kolonkali va yuzaviy usullarga bo'linadi.

Xromatografik sistemaga namuna kiritish tartibiga mos ravishda xromatografiya usullari frontal, elyuyent va surib chiqarish xromatografiyasi usullariga bo'linadi. Agar aralashma eritmasi xromatografik kolonkaga uzluksiz kiritilib turilsa, toza holda faqat eng yomon adsorбилanadigan moddani ajratish mumkin. Bu usul *frontal xromatografiya* deyiladi. Frontal xromatografiya usulida qolgan barcha moddalar aralashma holida chiqadi. Agar xromatografik sistemaga harakatchan faza (elyuyent) kiritilsa, u kolonka bo'ylab harakat qiladi va natijada zonalarga ajralib, har bir zona kolonkadan alohida-alohida ajralib chiqadi. Bu usul *elyuyent xromatografiya* deb yuritiladi. Moddalarni toza holda ajratishga asoslangan elyuyent xromatografiya eng ko'p rivojlangan va keng tarqalgan. Agar xromatografik kolonkaga oldin namuna, keyin esa boshqa tarkibli eritma kiritilsa, oldingi moddani keyingisi suribchiqara boshlaydi. Bunda moddalar zonalab ajraladi. Bu usulga *surib chiqarish xromatografiyasi* deyiladi.

Xromatografiyaning nazariy asoslari

Xromatografiya usuli 1903-yilda rus botanigi M.S.Svet tomonidan tavsiya qilingan.

Harqanday xromatografik sistemada A modda molekulasi turg'un va harakatchan fazalar orasida dinamik muvozanatda bo'ladi.



bu jarayon muvozanat konstantasi bilan quyidagicha tasvirlanadi:

$$K = \frac{[A_m]}{[A_x]} = \frac{m_m V_x}{m_x V_m} = k' \frac{V_x}{V_m}$$

bu yerda, m_x va m_m - moddaning harakatchan va turg'un fazalardagi miqdori; V_x va V_m - harakatchan va turg'un fazalarning hajmlari; k' — sig'im koeffitsienti. Sig'im koeffitsienti k' moddaning ushlanish vaqti orasida quyidagi bog'lanish mavjud:

$$k' = \frac{t_R - t_0}{t_0}$$

bu yerda, t_R - A moddaning ushlanish vaqti; t_0 - turg'un faza bilan ta'sirlashmaydigan moddaning ushlanish vaqti. Ushlanish vaqti elyuyent oqimining tezligiga bog'liq, shuning uchun kolonkali xromatografiyada ushlanish hajmi (V) qabul qilingan bo'lib, u

$$V_R = \tau_R v$$

bu yerda, v -elyuyentning hajmiy tezligi. Hajmiy tezlik hisobga olinsa,

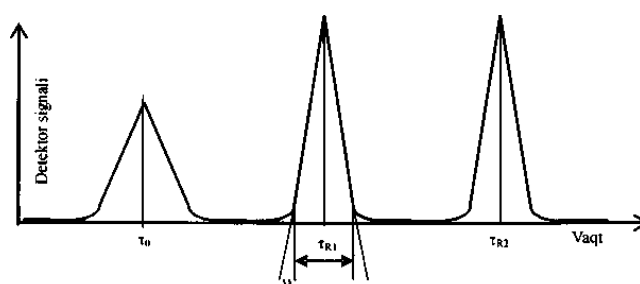
$$k' = \frac{V_R - V_0}{V_0}$$

tenglamani yozish mumkin. Bu yerda $V_0 = V_m$ kolonkadagi turg'un fazaning hajmi.

Harqanday xromatografik jarayonda ushlanish hajmi

$$V_R = V_R + kV_m$$

tarzda ifodalanadi. Jarayonni chizma shaklida quyidagicha tasvirlash mumkin.



Xromatogramma

Ushlanish vaqtlari orasidagi farq sistemaning selektivligini (α) ifodalaydi:

$$\alpha = \frac{\tau_{R2} - \tau_0}{\tau_{R1} - \tau_0} = \frac{k_2'}{k_1'} = \frac{K_2}{K_1}$$

Moddaning kolonka bo'ylab harakati natijasida diffuziya tufayli cho'qqilarning kengligi yemiriladi (yuviladi). Cho'qqilarning kengligi xromatografik sistemaning samaradorligi bilan belgilanadi. Xromatografik yo'l yemirilishining o'lchovi sifatida uzunlik o'lchamiga ega bo'lgan kattalik - *nazariy tarelkaga ekvivalent balandlik* (h) (NTEB) qabul qilingan:

$$h = \frac{L W^2}{16 \tau_R^2}$$

bu yerda, L - kolonkaning uzunligi; V_f -cho'qqining kengligi.

Xromatografiyada ham distillyatsiyadagi singari nazariy tarelkalar soni uchun N kattaligi ishlatiladi:

$$N = \frac{L}{h} = \frac{16}{\tau_R^2} W^2$$

Samarador tarelkalar soni:

$$N_{\text{eff}} = \frac{16(\tau_R - \tau_0)^2}{W^2} = \frac{k'}{1 + k'} N$$

Bundan h qanchalik kichik boisa, xromatografik sistema shuncha samarador boiadi va ushbu kolonkada ko‘p sondagi moddalarni ajratish mumkin, degan xulosa qilish mumkin. Ikki modda xromatogrammalarining ajratish darajasini quyidagicha miqdoriy ifodalash mumkin:

$$R_s = \frac{2(t_{R_2} - t_{R_1})}{W_2 - W_1}$$

Agar $R_s = 1$ boisa, xromatogrammalar bir-biriga faqat 2 % gina kirishgan boiadi. Agar $R_s < 0,8$ boisa, ajratish qoniqarsiz boiadi. Ushbu tenglamadagi kattaliklarni boshqa xromatografik qiymatlar bilan almashtirib, xromatografiya uchun juda muhim tenglamani olish mumkinki, bu tenglama kelajakdagi aniqlashlarda qaysi qiymatga e‘tibor berish kerakligini ko‘rsatadi:

$$R_s = \frac{1}{4} \frac{\alpha - 1}{\alpha} \frac{k_2'}{1 + k_2'} \sqrt{N_2} \quad \text{yoki} \quad R_s = \frac{1}{4} \frac{\alpha - 1}{\alpha} \sqrt{N_{2, \text{eff}}}$$

bu yerda, indekslardagi 1 va 2 birinchi va ikkinchi tarkibiy qismlarni ko‘rsatadi. Ajratishning samaradorligini oshirish uchun nazariy tarelkalar sonini oshirish, buning uchun esa kolonkaning uzunligini oshirish yoki h ni kamaytirish kerak bo‘ladi. Samaradorlik xromatografiyada asosiy muammolardan biri hisoblanadi. Xromatografiyada moddalarning ajralishi va xromatografik zonalarning yuvilishi kuzatiladi. Martin va Sinj NTEB tushunchasini xromatografiyaga qo‘llab, xromatografik zonalardagi harakatni ifodalashdi.

Xromatografik kolonkani bir necha o‘zaro ajralgan tarelkalar qatori, deb qarash mumkin. Bunda har bir tarelkada muvozanat holati (taqsimlanish) o‘rnatiladi va harakatchan faza moddaning bir qismini bir tarelkadan ikkinchisiga va h.k. tashiydi. Fazalararo tashilishda zonada moddaning turg‘un sorbent va harakatchan faza orasida yangicha taqsimlanishi kuzatiladi. Oqibatda modda bir necha qatlamlarda taqsimlanadi, uning konsentratsiyasi, ayniqsa, o‘rta qatlamlarda eng ko‘p bo‘ladi. Modda qatlamlar orasida qancha ko‘p tarqalsa, xromatografik sistemaning samaradorligi shuncha kam bo‘ladi. Moddaning ushlanish vaqti nazariy tarelkalar soniga mutanosib, ya’ni:

$$t_R = bN$$

bu yerda, b — mutanosiblik koeffitsienti. NTEB tushunchasi xromatografiyaning

samaradorligini baholashda muhimdir. Bu nazariyadan mukammalroq bo'lgan *kinetik nazariyaga* muvofiq xromatografik sistema zonalarining yuvilishi quyidagi uch bosh sababga asosan sodir bo'ladi:

- 1) turli konsentratsiyali zonalarining sorbent qatlamida har xil tezlik bilan harakatlanishi (termodinamik tarqalish);
- 2) moddalar diffuziyasi (diffuzion tarqalish);
- 3) sorbsiya va desorbsiya jarayonlari tezliklarining har xilligi (kinetik tarqalish).

Termodinamik tarqalish sorbsiya izotermasi (sorbentdagi modda miqdorining gaz yoki suyuqlikdagi konsentratsiyasi orasidagi bog'liqlik) egri chiziqli ko'rinishda bo'ladi. Bu xromatografik analizda nomaqbul bo'lgani bois, uning kuzatilmasligi uchun sharoit yaratish zarur. Buning uchun bir jinsli sorbentlardan foydalanadilar. Diffuzion tarqalishning oldini olish maqsadida kolonka sorbent bilan astoydil va ravon to'ldiriladi. Kinetik tarqalish analiz qilinadigan modda oqimining tezligi tufayli yuzaga keladi. Bunda fazalar orasida muvozanat o'rnatilmay qoladi. Muvozanatning o'rnatilishini ta'minlash uchun oqim tezligini kamaytirish talab etiladi. Bundan tashqari, sorbent mayda zarrali bo'lishi ham foydalidir. Xromatografik sistemaning selektivligi bilan NTEB qiymati orasida bevosita bog'liqlik bor. Buni 2.5-jadvaldagi qiymatlardan ko'rish mumkin.

Samarador nazariy tarelkalar sonining xromatografik sistemaning selektivligiga (α) ta'siri

$R_s = 1$		$R_s = 1,5$	
α	N_{sam}	α	N_{sam}
1,01	160000	1,01	360000
1,05	6800	1,05	15700
1,10	1940	1,10	4360
1,15	940	1,15	2110
1,20	575	1,20	810

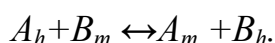
Jadvaldagi qiymatlardan ko'rinishicha, α birga yaqinlashganda xromatografik sistemaning samaradorligiga talablar keskin oshadi.

Xromatografiyaning ayrim usullari

Kolonkali suyuqlik xromatografiyasi. Usulning klassik variantida diametri 0,5-5 mm,

uzunligi 20-100 *sm* bo'lgan shisha naydan iborat sorbent (turg'un faza) bilan to'ldirilgan kolonkadan elyuyent (harakatchan faza) o'tkaziladi. Sorbent og'irlik kuchi ta'sirida harakatlanadi, sorbentning tezligini nayning pastki qismidagi kran yordamida boshqarish mumkin. Ajratiladigan namuna kolonkaning yuqorigi qismidan kiritiladi. Uning harakati davomida moddalar ajrala boradi. Turli vaqt oralig'ida tahlil uchun elyuyent olinadi va u biror usul yordamida tekshiriladi. Keyingi davrda asboblari takomillashib, bu usul *yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasiga* aylandi va hozirgi vaqtda organik moddalar tahlilida asosiy usullardan biri bo'lib qoldi. Bu usuldazanglamaydigan po'latdan yasalgan, diametri 2-6 *mm*, uzunligi 10-25 *sm* va undan ko'proq bo'lgan kolonka oichami 3,5-10 *mkm* sorbent bilan toidiriladi. Detektor sifatida sezuvchanligi yuqori spektrofotometrlar ishlatiladi (ular 10^{10} M moddani aniqlashga imkon beradi). Turg'un faza sifatida harakatchan faza bilan aralashmaydigan, mexanik va kimyoviy barqaror, yetarli selektivlik va samaradorlikka ega silikagel (silikat kislota i vig'i — $SiO_2 \cdot xH_2O$), alyuminiy oksidi va boshqalardan foydalaniladi.

Ion almashinish xromatograflyasi suyuqlik xromatografiyasining bir turi bo'lib, unda sorbent sifatida ionit ishlatiladi va ajratiladigan modda ionit tarkibidagi ion bilan almashinadi:



Ionitlar *kationit* va *anionitlarga* bo'linadi. Jadvalda ayrim ionitlarning selektivlik qatori keltirilgan.

Ayrim ionitlarning selektivligi

Kationitlar	Ion zaryadi	Ionlarning selektivlik qatori
Sulfokislotali	+1	$Li^+ < H^+ < Na^+ < K^+ < Rb^+ < Cs^+ < Ag^+ < Tl^+$
	+2	$Mg^{2+} < Ca^{2+} < Sr^{2+} < Ba^{2+} < Ra^{2+}$
Karboksil	+1	$K^+ < Cs^+ < Na^+ < Li^+$
Fosfat kislotali	+2	$Ra^{2+} < Ba^{2+} < Sr^{2+} < Ca^{2+}$
Neytral	+2	$Ba^{2+} < Sr^{2+} < Mg^{2+} < Ca^{2+} < H^+$
Kislotali muhit	+1	$Li^+ < Na^+ < NH_4^+ < K^+ < Rb^+ < Cs^+$
Ishqoriy	+2	$Ba^{2+} < Sr^{2+} < Mg^{2+} < Ca^{2+}$
Anionitlar	-1	$F^- < Cl^- < Br^- < I^- < OH^- < NH_2CH_2COO^-$ $< CH_3COO^- < HCOO^- < H_2PO_4^- < HCO_3^-$

Ionitlar harakatchan fazada erimasligi, kislota va asoslar (ishqorlar) ta'siriga chidamli bo'lib, yetarli darajada ionogen gruppalariga va mexanik mustahkamlikka ega bo'lishi kerak. Harakatchan faza sifatida suv muhitidagi bufer eritmalar ishlatiladi. Vodorod ioni konsentratsiyasi, buferning turi va ion kuchini o'zgartirish asosida sistemaning selektivligini o'zgartirish mumkin.

Gel-xromatografiya molekulalar o'lchamlarining har xilligi asosida ajratish amalga oshiriladi. Bu usul *eksklyuzion, molekulyar-elakli xromatografiya* nomi bilan ham ataladi. Turg'un faza sifatida aniq o'tchamli g'ovak zarrachalar, harakatchan faza sifatida esa suvdagi yoki organik erituvchidagi elyuyentlar ishlatiladi.

Ajratish vaqtida modda sorbentning g'ovak tirqishlarida va erituvchi orasida taqsimlanib turg'un faza orqali o'tadi. Katta o'tchamli molekulalar esa sorbent tirqishlariga kirolmasdan kolonkadan o'tib ketadi. O'tchami kichik molekulalar tirqishlarga kirib sekin harakatlanadi va shu tufayli ajraladi. Sorbentlar yumshoq, qattiq va yarimqattiq bo'lishi mumkin. Yumshoq sorbentlar polisaxaridlar (kraxmal, dekstrin va selluloza) asosida tayyorlanadi, ular bosim va katta tezlikli harakatga chidamli emas. Yarimqattiq gellar stiroil va divinilbenzolning sopolimerizatsiyasi asosida olinadi, ular yuqori bosimga chidamli bo'ladi. Qattiq gellar shisha yoki silikageldan iborat bo'lib, ularning kamchiligi gellar adsorbsion qobiliyatining yuqoriligidadir.

Yupqa qavatli xromatografiya adsorbsion va taqsimlanish xromatografiyasi turlaridan hisoblanib, unda elyuent plastinka ustidagi yupqa qavat bo'ylab kapillarlik kuchi tufayli harakat qiladi. Elyuent ko'tariluvchi yoki tushuvchi bo'lishi mumkin. Ajratiladigan aralashma start chizig'iga tomizilgandan keyin undagi moddalarni harakatchan faza o'zi bilan harakatlantiradi. Yomon adsorbilanuvchi modda ko'proq harakatlanadi va yaxshi yutiladigan moddalar ajraladi. Moddalarning sifat tarkibi

$$R_f = \frac{x}{y}$$

qiymat asosida aniqlanadi. Bu yerda x — moddaning start chizig'idan bosib o'tgan yoti, modda o'rnatilgan joydan dog'gacha bo'lgan masofa; y — start chizig'idan front chizig'igacha bo'lgan masofa. Yupqa qavatli negiz sifatida shisha plastinka ustiga juda

yupqa qilib bir tekis yotqizilgan adsorbent qatlami ishlatiladi; hozir sanoatda silikagel va alyuminiy oksidi qatlamli plastinkalar ishlab chiqarilmoqda. Negiz sifatida qog'oz ishlatilsa,

usul *qog'oz xromatografiyasi* deb yuritiladi. Bu usulda *yarim miqdoriy* analiz qilinishi mumkin.

Gaz xromatografiyasi usulida harakatchan faza sifatida *tashuvchi* deb ataladigan inert gaz ishlatiladi. Bu usulda aniqlanadigan modda, albatta, gaz holigao'tkazilishi zarur. Gaz xromatografiyasi gaz-qattiq (gaz- adsorbsion) va gaz-suyuqlik xromatografiyasi usullariga bo'linadi. Gaz adsorbsion usulda turg'un faza sifatida qattiq adsorbent ishlatiladi. Gaz- suyuqlik xromatografiyasi usulida turg'un faza sifatida biror qattiq moddaga yupqa qavat bilan kiritilgan suyuqlik ishlatiladi. Gaz suyuqlik xromatografiyasi gaz-adsorbsion usul sifatida ko'proq qo'llaniladi. Kolonka diametri 3-6 mm, uzunligi 1 -3 m li po'lat, mis yoki shisha naydan iborat. Issiqlik o'tkazuvchanlik, alangani ionlashtirish, elektron ushlash asosidagi detektorlar; geliy, vodorod, azot singari gazlar tashuvchi; silikagel, alyuminiy oksidi, aktivlangan ko'mir va molekulyar elaklar turg'un qattiq faza; qutblanmagan uglevodorodlar yoki siloksanlar turg'un suyuq faza sifatida ishlatiladi. Turg'un fazalami tutuvchilar sifatida solishtirma yuzasi yetarli darajada katta boTgan mexanik mustahkam, bir jinsli taqsimlanishni ta'minlaydigan, kizelgur, mitti shisha sharikchalari, silikagel, teflon va boshqalar ishlatiladi.

Gaz xromatograflyasida sifat tahlili. Har qanday moddaning turg'un va harakatchan fazalar bilan o'zaro ta'siri uning individual xususiyati hisoblanadi. Xromatografiyada sifat tahlili uchun qoTlaniladigan asosiy kattalik ushlanish vaqtidir. Kolonkali gaz va suyuqlik xromatografiya usullarida ushlanish vaqti kolonkaning toTdirilish sifati, harorat, elyuyentning harakat tezligi, sorbentning navi va boshqa ko'p omillarga bog'1 iq. Shuning uchun ham ushlanish vaqtining qiymati bir kolonkadan ikkinchisigao'tgandao'zgaradi. Nisbiy ushlanish vaqti qiymati

$$t_{R_{nisb}} = \frac{t_{R_i}}{t_{R_{em}}}$$

esa kam o'zgaradi. Nisbiy ushlanish vaqti ajratiladigan modda ushlanish vaqtining standart

modda ushlanish vaqtiga nisbatidir. Aniqlangan T_K qiymat jadvaldagi qiymat bilan solishtiriladi. Agar toza moddalar asosida analiz qilinayotgan bo'lsa, tekshirishda olingan ushlanish vaqti toza moddaning shunday qiymati bilan solishtiriladi. Natijalarning yanada ishonchli bo'lishini ta'minlash uchun turli sorbentlar bilan to'ldirilgan ikkita kolonkada olingan qiymatlar solishtiriladi. Tekshiriladigan modda xromatogrammasi tushirilgandan keyin aralashmaga toza modda qo'shib, yana xromatogramma tushiriladi. Agar ushlanish vaqtlari bir xil bo'lsa, xromatogrammaning yuzasi yoki balandligi ortadi. Bu esa tekshirilayotgan modda tarkibida qo'shilgan standart moddaga to'g'ri keladigan modda borligi haqida xulosa qilishga imkon beradi.

Xromatografik miqdoriy analiz

Zamonaviy xromatograflarda miqdoriy analiz xromatogrammadagi cho'qqining balandligi yoki yuzasini o'lchashga asoslangan. Miqdoriy analiz: 1) namuna olish va uni ishlash; 2) namunani xromatografik sistemaga kiritish; 3) xromatografiyalash; 4) xromatogrammani qayd qilish; 5) xromatogrammani ishlash bosqichlaridan iborat. Birinchi bosqich barcha usullar uchun bir xil bo'lgani holda, ikkinchi bosqich ulardan farq qiladi. Namunani kiritish uchun ishlatiladigan shpritslar aniq darajalangan bo'lishi muhimdir. Xromatogrammani ishlashdan oldin uning yuzasi yoki balandligi o'lchanadi. Bunda xromatogrammalar simmetrik bo'lishi kerak. Simmetrik xromatogrammalar uchun cho'qqining balandligidan foydalanish mumkin. Asimmetrik cho'qqili xromatogrammalar bilan ishlaganda cho'qqi yuzasidan foydalanish lozim. Zamonaviy xromatograflarda yuzani aniqlash uchun integratorlar qo'llaniladi. Moddaning konsentrasiyasini aniqlash uchun mutlaq darajalash va ichki standart usullaridan foydalaniladi. *Mutlaq darajalash usulida* aniqlanadigan va standart namunalarning bir xil sharoitdagi xromatogrammalari tushiriladi. Darajalash chizmasi asosida konsentrasiya topiladi. *Ichki standart usulida* tekshiriladigan moddaning muayyan miqdoriga ma'lum miqdor standart qo'shib, xromatogramma olinadi. Standartsiz va standartli namunalar xromatogrammalari asosida tekshiriladigan moddaning foiz konsentrasiyasi quyidagi formula yordamida topiladi:

$$\varphi = \frac{S_a k_a}{S_{cm} k_{cm}} \frac{m_{cm}}{m_a} \cdot 100$$

bu yerda S_a va S - aniqlanadigan va standart namuna xromatografik cho'qqilarining yuzalari, mm^2 , k_a - xromatograf detektorining sezgirlikini belgilaydigan tuzatish koeffitsienti.

Ichki standart usuliga uyg'unlangan ichki normallashtirish usuli bo'lib, uni quyidagi masalaning yechimida ko'rib chiqamiz.

1-misol. Gaz xromatografiyasi usuli yordamida olingan qiymatlar bo'yicha aralashma tarkibidagi gazlarning foiz tarkibini aniqlang:

Aralashma tarkibi	$S_{ai}\text{mm}^2$	k_{ai}
Propan	175	0,68
Butan	203	0,68
Pentan	182	0,69
Siklogeksan	35	0,87

Yechish: Ichki normallashtirish usuli bo'yicha tarkibiy qismlarning foiz tarkibi quyidagi formula asosida hisoblanadi:

$$\varphi_i = \frac{S_{ai}k_{ai}}{\sum S_{ai}k_{ai}} \cdot 100$$

bu yerda, S_{ai} - aniqlanadigan modda xromatografik cho'qqisining yuzasi; k_{ai} - xromatograf detektorining sezgirlikini belgilaydigan tuzatish koeffitsienti.

Eng avvalo, $\sum S_{ai}k_{ai}$ qiymatni hisoblaymiz:

$$\sum S_{ai}k_{ai} = 175 \cdot 0,68 + 203 \cdot 0,68 + 182 \cdot 0,69 + 35 \cdot 0,87 = 412,9.$$

Endi har bir tarkibiy qismning foiz tarkibini aniqlaymiz:

$$\varphi_{\text{propan}} = \left(175 \cdot \frac{0,68}{412,9} \right) \cdot 100 = 28,8\%$$

$$\varphi_{\text{butan}} = \left(203 \cdot \frac{0,68}{412,9} \right) \cdot 100 = 33,43\%$$

$$\varphi_{\text{pentan}} = \left(182 \cdot \frac{0,69}{412,9} \right) \cdot 100 = 30,41\%$$

$$\varphi_{\text{siklogeksan}} = \left(35 \cdot \frac{0,87}{412,9} \right) \cdot 100 = 7,36\%$$

Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

1. Xromatografiyaning analitik kimyodagi ahamiyatini aytib bering.
2. Turg'un va harakatchan fazalar qanday vazifalarni bajaradi? Ularga qanday talablar qo'yiladi?

3. Xromatografiya usullarining turlarini aytib bering.
4. Elyuyent, surib chiqarish, frontal xromatografiya usullari qanday usullar va ular qanday maqsadlarda ishlatiladi?
5. Gaz va suyuqlik xromatografiyasi usullarining mohiyati nimalardan iborat?
6. Moddaning ushlanish vaqti va ushlanish hajmi qanday ahamiyatga ega?

II. AMALIY MASHG'ULOT MATERIALLARI.

ANALITIK KIMYO

Amaliy mashg'ulot № 1 Moddalarning eruvchanligini hisoblash.

Ayni haroratda ma'lum erituvchida erishi mumkin bo'lgan modda miqdori eruvchanlik deyiladi. Biror bir erituvchida moddaning erishi o'z-o'zicha borib, bunda $\Delta G < 0$, shuning uchun jarayon o'z-o'zicha boradi.

20 °S da 100 g erituvchida 10 g ortiq modda erisa bu modda yaxshi eriydigan hisoblanadi. Xuddi shu sharoitda 0,01 – 1,0 g atrofida erisa qiyin eriydigan deyish mumkin.

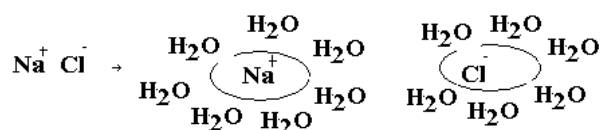
Agar shu sharoitda 0,01 g dan kam erisa amaliy jihatdan erimaydigan hisoblanadi. Umuman erimaydigan modda bo'lmaydi.

Ko'p qattiq moddalarning eruvchanligi harorat ortishi bilan ortad

Shuning uchun haroratning pasayishi eruvchanlikni kamayishiga va harorat kamaygan sari kristallanishga olib keladi. Glauber tuzining eruvchanligi harorat ortishi bilan avval ortib, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ hosil bo'lishi hisobiga keyin bo'lsa kamayadi.

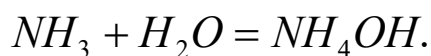
Erish jarayoni murakkab fizik-kimyoviy jarayondir. Erigan modda molekulalari bilan erituvchi molekulalarining o'za'ro ta'sirini solvatlanish deyiladi. Bu ta'sirlanish mahsulotlari esa solvatlar deyiladi. Agar erituvchi suv bo'lsa, bu jarayon gidratlanish, mahsulot esa gidratlar deyiladi.

Erituvchi va erigan modda tabiatiga bog'liq holda solvatlarning hosil bo'lishi turlicha bo'lishi mumkin. Masalan: eriydigan modda ion tuzilishli (NaCl), erituvchi esa qutbli tuzilishli (H_2O) bo'lsa, erish jarayonini quyidagicha tasvirlash mumkin:



Erituvchi molekulalari bilan ionlar o'rtasida donor-akseptor ta'sirlashuv bo'lishi mumkin.

Masalan:



Spirtning suvda erishida esa dipol-dipol ta'sirlashuv kuzatiladi.

Qattiq moddaning erish jarayonini ikkita jarayonlarning yig'indisi deb qarash kerak. Birinchisi qattiq moddaning molekullarga yoki ionlarga parchalanishidir. Bu jarayon endotermik bo'lib, issiqlik yutilishi bilan boradi.

Ikkinchisi - molekula yoki ionlarning suv bilan ta'sirlashib gidratlar hosil qilishidir. Bu jarayon ekzotermik bo'lib issiqlik ajralib chiqishi bilan boradi. Qaysi jarayonning ulushi kattaligiga qarab, qattiq modda eriganda issiqlik yutilishi yoki chiqishi mumkin. Ba'zi qattiq moddalar (KOH, NaOH) eriganda issiqlik chiqadi. Ba'zilari (NH_4NO_3 , NH_4Cl) eriganda esa issiqlik yutiladi.

Gidratlar beqaror moddalar bo'lib, oson parchalanadi. Eritmalar bug'latilganda, ular parchalanib, erigan modda ajralib chiqadi. Ba'zan gidratlar birmuncha barqaror bo'lib, suv qattiq modda tarkibiga kiradi. Bunday moddalarni kristallogidratlar deb, kristallogidrat tarkibidagi suvni esa kristallizatsiya suvi deb ataladi.

Masalan:

$CuSO_4 \cdot 5H_2O$ - mis kuporosi;

$Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ – kristall soda

$MgSO_4 \cdot 7H_2O$ - taxir tuz

Moddalarning u yoki bu erituvchida erish xossasiga eruvchanlik deyiladi. Eruvchanlik avvalambor erituvchi va eriydigan moddalar tabiatiga bog'liq. Masalan, natriy xlorid suvda yaxshi eriydi, lekin benzolda erimaydi. Yog' esa suvda erimaydi, lekin benzolda yaxshi eriydi. Eruvchanlik haroratga va bosimga bog'liq.

Agar modda shu eritmada ortiqcha erimasa, bunday eritma to'yingan eritma deyiladi. Agar modda eritmada yana erisa, bu eritma to'yinmagan eritma deyiladi. To'yingan eritmada cho'kma bilan eritma o'rtasida muvozanat qaror topadi. To'yingan eritmani cho'kmasidan ajratib olib, ozgina bug'latib yoki biroz sovutib o'ta to'yingan eritma olish mumkin. O'ta to'yingan eritmada erigan modda miqdori to'yingan

eritmadagidan ko'proq bo'ladi. O'ta to'yingan eritma beqaror bo'lib, chayqatilgandayoq ortiqcha erigan modda darrov cho'kmaga tushadi.

Eruvchanlik 100 g erituvchida erib, to'yingan eritma hosil qiladigan moddaning grammlar soni bilan o'lchanadi.

Eruvchanlik (s) gazsimon, suyuq va qattiq moddalarning erigan holatga o'tishini ko'rsatadigan kattalik bo'lib, berilgan haroratda 100 g erituvchida erigan moddaning grammlar soni bilan ifodalanadi.

Mustaqil echish uchun masalalar

1. Bariy xloridning 25°C dagi eruvchanlik koeffitsiyenti 37,4 g bo'lsa, uning shu haroratda to'yingan eritmasidagi BaCl_2 ning massa ulushi (%) qanday bo'ladi?
2. Kalsiy nitratning 10°C dagi eruvchanlik koeffitsiyenti 114,6 g bo'lsa, uning shu haroratda to'yingan eritmasidagi $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ning massa ulushi (%) qanday bo'ladi?
3. Kaliy asetatning 10°C dagi eruvchanlik koeffitsiyenti 233,9 g bo'lsa, uning shu haroratda to'yingan eritmasidagi CH_3COOK ning massa ulushi (%) qanday bo'ladi?
4. Kaliy nitratning 30°C dagi eruvchanlik koeffitsiyenti 40g bo'lsa, uning shu haroratda to'yingan eritmasidagi KNO_3 ning massa ulushi (%) qanday bo'ladi?
5. $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ning 0°C dagi eruvchanlk koeffitsiyenti 135,3 g bo'lsa, uning shu haroratda to'yungan eritmasidagi $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ massa ulushini toping?
6. Magniy nitrat kristallgidratining $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ning 20°C dagi eruvchanlk koeffitsiyenti 73,3 g bo'lsa, uning shu haroratda to'yungan eritmasidagi $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ massa ulushini toping?
7. Marganets xloridning 0°C da to'yingan eritmasida MnCl_2 ning massa ulushi 38,8% bo'lsa, shu tuzning 0°C dagi eruvchanlik koeffitsiyentini toping?
8. Natriy asetatning 0°C da to'yingan eritmasida CH_3COONa ning massa ulushi 26,63% bo'lsa, shu tuzning 0°C dagi eruvchanlik koeffitsiyentini toping?
9. Natriy nitratning 20°C da to'yingan eritmasida NaNO_3 ning massa ulushi 0,467 bo'lsa, shu tuzning 20°C dagi eruvchanlik koeffitsiyentini toping?
10. Natriy sulfatning 10°C da to'yingan eritmasida NaSO_4 ning massa ulushi 0,0876 bo'lsa, shu tuzning 10°C dagi eruvchanlik koeffitsiyentini toping?

11. Natriy sulfidning 20°C da to'yingan eritmasida tuzning massa ulushi 15,68% bo'lsa, shu tuzning 20°C dagi eruvchanlik koeffitsiyentini toping?
12. Natriy xloridning 10°C da to'yungan 200g eritmasini quriguncha bug'latish yo'li bilan 52,6 g tuz olindi. Natriy xloridning 10°C li suvdagi eruvchanligi qanchaga teng?
13. Bariy xloridning 15°C da to'yingan 128 g eritmasi-dan suvni bug'latib yuborish yo'li bilan 41 g kristal-gidrat $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ olindi. Bariy xloridning eruvchanligini toping?
14. Natriy asetatning 60°C da to'yingan 200g eritmasini 10°C gacha sovutilganda necha gramm cho'kma tushadi? ($S_{60^{\circ}\text{C}}=139,5$; $S_{10^{\circ}\text{C}}=22,66$)
15. Mis (II) xloridning 500 g 60°C li to'yingan eritmasini 20°C gacha sovutilganda necha gramm cho'kma tushadi? ($S_{60^{\circ}\text{C}}=70,8$; $S_{20^{\circ}\text{C}}=50$)
16. 330g massali natriy sulfidning 80°C da to'yingan eritmasini 20°C gacha sovutilganda necha gramm cho'kma tushadi? ($S_{80^{\circ}\text{C}}=49,2$; $S_{20^{\circ}\text{C}}=18,6$)
17. Qandaydir tuzning 450g massali 60°C da to'yingan eritmasini 20°C gacha sovutilganda necha gramm cho'kma tushadi? ($S_{60^{\circ}\text{C}}=127,4$; $S_{20^{\circ}\text{C}}=87,6$)
18. Kaliy xloridning 80°C da to'yingan 604,4g eritmasini 20°C gacha sovutilganda necha gramm KCl cho'kmasi tushadi? ($S_{80^{\circ}\text{C}}=51,1$; $S_{20^{\circ}\text{C}}=34,0$)
19. Kaliy nitratning 60°C da to'yingan 300 g eritmasini bug'latish yo'li bilan shu tuzdan qancha massada olish mumkin? ($S_{60^{\circ}\text{C}}=110$)
20. 50°C da ($S=88$) to'yingan 277 g eritmada necha gramm qo'rg'oshin nitrat bo'ladi?
21. 45°C da ($S=15$) 7,5 g kaliy sulfatni eritish uchun kamida qancha massada (g) suv kerak?
22. 165 g kaliy nitratni eritib, 35°C da to'yingan eritma hosil qilish uchun necha gramm suv olish zarur? ($S_{35^{\circ}\text{C}}=70$)
23. Massasi 200g bo'lgan mis sulfatning 90°C li to'yungan eritmasini 30°C gacha sovutilganda necha gramm $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ kristallgidrati hosil boladi? ($S_{90^{\circ}\text{C}}=40$; $S_{30^{\circ}\text{C}}=20$)

24. Massasi 1642g bo'lgan magniy sulfatning 80°C li to'yungan eritmasini 20°C gacha sovutilganda necha gramm $MgSO_4 \cdot 6H_2O$ kristallgidrati hosil boladi? ($S_{80^\circ C}=64,2$; $S_{20^\circ C}=44,5$)

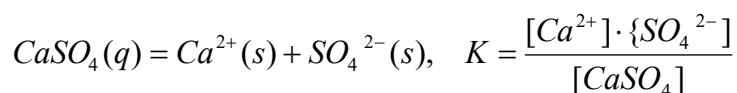
25. Bariy nitratning 60°C da to'yungan 240g eritmasini quriguncha bug'latish yo'li bilan 40 g tuz olindi. Natriy xloridning 60°C li suvdagi eruvchanligi qanchaga teng?

26. 80°C da to'yintirilgan eritmaning massasi 310 g. Bu eritmadagi suvning massasi tuzning massasiga qaraganda 90 g ortiq. Eritma 0°C gacha sovutilganda qancha gramm tuz ajraladi (80°C da 100 g suvda 55,0g tuz eriydi, 0°C da 14,30g tuz eriydi)?

27. 239,5 g kristallgidratda tuzning miqdori suvga qaraganda 79,5 g ortiqligi ma'lum bo'lsa, shu tuzning 20%-li 1000g eritmasini tayyorlash uchun tuz kristallgidrati va suvdan qancha?

Amaliy mashg'ulot № 2. Moddalarning eruvchanlik ko'paytmasini hisoblashga doir masalalar yechish.

Qiyin eriydigan moddalarning ($CaSO_4$, $AgCl$, $BaSO_4$ va boshqalar) to'yingan eritmasida cho'kma bilan erigan modda ionlari o'rtasida muvozanat qaror topadi. Masalan, 25°S da $CaSO_4$ eritmasida:



Kasrning maxrajidagi $K \cdot [CaSO_4] = K^1$ o'zgarmas qiymat bo'lib uni eruvchanlik ko'paytmasi (EK) deyiladi.

Ayni haroratda qiyin eriydigan moddalarning to'yingan eritmasida ionlar konsentratsiyalari ko'paytmasi o'zgarmas son bo'lib shu moddaning eruvchanlik ko'paytmasi deyiladi.

EK- haroratga bog'liq bo'lgan kattalik.

$$EK = [Ca^{2+}] \cdot [SO_4^{2-}] = 2,25 \cdot 10^{-4}.$$

Juda ko'p moddalar uchun EK qiymati berilgan (jadval) va u moddalarning eruvchanligini hisoblashlarda ishlatiladi. Quyidagi jadvalga ko'ra eng yomon eriydigan birikma HgS deyish mumkin.

25°C da ba'zi qiyin eruvchan tuzlarning eruvchanlik ko'paytmasi

Birikmalar	Eruvchanlik ko'paytmasi	Birikmalar	Eruvchanlik ko'paytmasi
CaSO ₄	2,25·10 ⁻⁴	Zn(OH) ₂	1·10 ⁻¹⁷
CaCO ₃	5·10 ⁻⁹	FeS	5·10 ⁻¹⁸
BaSO ₄	1,1·10 ⁻¹⁰	Cu(OH) ₂	2,2·10 ⁻²⁰
AgCl	1,8·10 ⁻¹⁰	ZnS	1·10 ⁻²³
MnS	2,5·10 ⁻¹⁰	CuS	6·10 ⁻³⁶
AgBr	6·10 ⁻¹³	Cu ₂ S	1·10 ⁻⁴⁸
AgI	1·10 ⁻¹⁶	HgS	1·10 ⁻⁵²

Qator farmatsevtik preparatlar tahlilida cho'ktirish usuli keng qo'llaniladi, bu usul yomon eriydigan moddalarning eruvchanligiga asoslangan. Klinik tahlilda ham peshob tarkibini aniqlashda, oshqozon shirasi tekshirilganda, qon tarkibi va sanitariya- gigieyna tekshiruvlarida cho'ktirish usuli keng ko'lamda ishlatiladi.

Moddalarning suvdagi eruvchanligi va uning toksik ta'siri orasida bog'liqlik bor. Agar organizmga Al³⁺ kiritilsa erimaydigan fosfatlar hosil bo'lishi hisobiga raxit paydo bo'ladi.

Mustaqil echish uchun masalalar

1. Bariy sulfatning 18°C dagi eruvchanlik koeffitsienti 2,2·10⁻⁴ g. Bariy sulfatning shu haroratdagi eruvchanlik ko'paytmasini hisoblang.

Yechish: Bariy sulfatning shu haroratdagi eruvchanligini mol/l dagi qiymatini topamiz:

$$c = \frac{m}{MV'} = \frac{2,2 \cdot 10^{-4}}{233 \cdot 0,1} = 9,44 \cdot 10^{-6} \text{ mol/l.}$$

$$\text{BaSO}_4 \leftrightarrow \text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$$

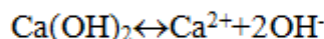
muvozanatga ko'ra eritmadagi BaSO₄ konsentratsiyasi Ba²⁺ va SO₄²⁻ konsentratsiyalari yig'indisiga teng bo'lganligi uchun

$$K^o_s = [\text{Ba}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] = 9,44 \cdot 10^{-6} \cdot 9,44 \cdot 10^{-6} = 8,9 \cdot 10^{-11}.$$

2. Kalsiy gidroksidning 25°C dagi eruvchanlik koeffitsienti 1,55·10⁻¹ g bo'lsa, shu moddaning eruvchanlik ko'paytmasi qanday bo'ladi?

Yechish: Kalsiy gidroksidning 25°C dagi eruvchanligi:

$$c = \frac{1,55 \cdot 10^{-1}}{74,1 \cdot 0,1} = 2,09 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l.}$$



muvozanatga ko'ra $[\text{Ca}^{2+}] = 2,09 \cdot 10^{-2}$; $[\text{OH}^-] = 2 \cdot 2,09 \cdot 10^{-2} = 4,18 \cdot 10^{-2}$ mol/l.

$$K_s^\circ = [\text{Ca}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = (2,09 \cdot 10^{-2}) \cdot (4,18 \cdot 10^{-2})^2 = 3,65 \cdot 10^{-6}.$$

3. Kalsiy ftoridning 18 °C dagi eruvchanlik koeffitsienti $1,6 \cdot 10^{-3}$ g bo'lsa, shu moddaning eruvchanlik ko'paytmasini aniqlang. (Javob: $3,45 \cdot 10^{-11}$).

4. Qo'rg'oshin ftoridning 18 °C dagi eruvchanlik koeffitsienti 0,064 g bo'lsa, shu moddaning eruvchanlik ko'paytmasini aniqlang. (Javob: $7,11 \cdot 10^{-8}$).

5. Kumush bromidning 25 °C dagi eruvchanlik koeffitsienti $1,65 \cdot 10^{-5}$ g bo'lsa, shu moddaning eruvchanlik ko'paytmasini aniqlang. (Javob: $7,7 \cdot 10^{-13}$).

6. Kumush karbonatning 20 °C dagi eruvchanlik koeffitsienti 0,0032 g bo'lsa, shu moddaning eruvchanlik ko'paytmasini aniqlang. (Javob: $6,24 \cdot 10^{-12}$).

7. Kadmiy sulfidning 25 °C dagi eruvchanlik ko'paytmasi $6,5 \cdot 10^{-28}$ bo'lsa, uning eruvchanlik koeffitsienti qanday bo'ladi?

Yechish: $s_c = \sqrt{K_s^\circ} = \sqrt{6,5 \cdot 10^{-28}} = 2,55 \cdot 10^{-14} \text{ mol/l.}$
 $m = cMV = 2,55 \cdot 10^{-14} \cdot 144 \cdot 1 = 3,67 \cdot 10^{-12}.$
 $1000 : 3,67 \cdot 10^{-12} = 100 : s; s = 3,67 \cdot 10^{-13} \text{ g.}$

8. Moddalarning eruvchanlik ko'paytmalari qiymatlari bo'yicha ularning eruvchanliklarini (s_c , mol/l) aniqlang:

Variant	A	B	C	D	E
Modda	AgCl	BaCrO ₄	NiS	AgJ	CuS
K_s°	$1,8 \cdot 10^{-10}$	$1,1 \cdot 10^{-10}$	$9,3 \cdot 10^{-22}$	$2,3 \cdot 10^{-16}$	$1,4 \cdot 10^{-36}$

(Javob: $1,34 \cdot 10^{-5}$; $1,05 \cdot 10^{-5}$; $3,05 \cdot 10^{-11}$; $1,52 \cdot 10^{-8}$; $1,18 \cdot 10^{-18}$ mol/l).

10. Muayyan haroratda Ag₂WO₄ to'yingan eritmasida erigan moddaning massa ulushi 0,012 % bo'lsa, eritmaning zichligini 1,0 (amalda shu qiymatga juda yaqin bo'lganligi uchun) deb olib, moddaning eruvchanlik ko'paytmasini aniqlang.

Yechish: $\omega = \frac{s}{100 + s}$ dan foydalanib, $0,00012 = \frac{s}{100 + s};$
 $c = \frac{0,012}{464 \cdot 0,1} = 2,586 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$ va shu asosda
 $K_s^\circ = [\text{Ag}^+]^2[\text{WO}_4^{2-}] = (2 \cdot 2,586 \cdot 10^{-4})^2 (2,586 \cdot 10^{-4}) = 6,9 \cdot 10^{-11}$ topiladi.

Amaliy mashg'ulot № 3. Suvning ion ko'paytmasi va bufer eritmalarining pH ni hisoblash.

Suv ham kuchsiz elektrolitlarga kiradi. Suv molekulasida oz bo'lsada ionlarga dissotsialanadi:



Suv uchun dissotsiyanish konstantasining qiymati yozilsa:

$$K_D = \frac{[H^+] \cdot [OH^-]}{[H_2O]} = 1,8 \cdot 10^{-16} (20^\circ S)$$

Agar shu qiymat asosida $[H^+] \cdot [OH^-]$ ko'paytma topilsa, u suvning ion ko'paytmasi deyiladi.

$$K_w = [H^+] \cdot [OH^-] = K_D \cdot [H_2O] = 1,8 \cdot 10^{-16} \cdot \frac{1000}{18} = 1 \cdot 10^{-14}.$$

K_w – suvning ion ko'paytmasi ; $K_D = 1,8 \cdot 10^{-16}$

Agar eritmada vodorod va gidroksil ionlari konsentratsiyasi teng $[H^+] = [OH^-]$ bo'lsa, muhit neytral hisoblanadi. Bunda $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$ mol/l ga teng bo'ladi.

Agar muhit kislotali bo'lsa vodorod ionlari konsentratsiyasi gidroksil ionlari konsentratsiyasidan katta bo'lib $[H^+] > 10^{-7}$ bo'ladi.

Agar muhit ishqoriy bo'lsa vodorod ionlari konsentratsiyasi gidroksil ionlari konsentratsiyasidan kichik bo'lib, $[H^+] < 10^{-7}$ bo'ladi.

Lekin vodorod ionlari konsentratsiyasi orqali hisoblashlarda juda kichik sonlar ishlatilgani uchun bunday hisoblar anchagina qiyinchiliklar yuzaga keltiradi. Hisoblashlarni osonlashtirish uchun vodorod ko'rsatkich yoki pH qabul qilingan.

Vodorod ko'rsatkich yoki **pH** deb , vodorod ionlari konsentratsiyasining teskari ishora bilan olingan o'nli logarifmi tushuniladi:

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

Shunga o'xshash $pOH = -\lg[OH^-]$.

Toza suvning **pH** qiymati $pH = -\lg[10^{-7}] = -(-7) \lg 10 = 7$ ga teng. Hisoblashlarga ko'ra kislotali muhit uchun **pH** qiymati 0 dan 7 gacha o'zgaradi.

Ishqoriy muhitda esa **pH** qiymati 7 dan 14 gacha bo'lgan sonlarni qabul qiladi.

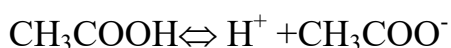
$[H^+][OH^-] = 10^{-14}$ qiymat logarifmlansa, unda $pH + pOH = 14$ ga teng.

Oxirgi tenglama pH ma'lum bo'lsa pOH ni yoki teskarisini topishga imkon beradi.

Vodorod ionlarining konsentratsiyasi pH qiymati) barqaror bo'lgan eritmalar bufer eritmalar deyiladi. Bunday eritmalar suyultirish natijasida o'zining pH ni o'zgartirmaydi. Kuchli kislota yoki kuchli asosdan oz miqdorda qo'shilganda ham bufer eritmaning pH qiymati juda kam o'zgaradi.

Bufer eritmalar kuchsiz kislota va shu kislotaning kuchli asos bilan hosil qilgan tuzi (masalan, CH_3COOH va CH_3COONa) yoki kuchsiz asos va shu asosning kuchli kislota bilan hosil qilgan tuzi aralashmasidan iborat bo'ladi:

$CH_3COOH + CH_3COONa$ – bufer eritma misolida bu eritmalarining bufer o'zaro ta'sirini tekshirib ko'ramiz. Sirka kislota H^+ va CH_3COO^- ionlariga dissotsilanadi:



Bu reaksiyalarning dissotsilanish doimiysi quyidagicha:

$$K_{\kappa} = \frac{[H^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} \quad \text{Bundan:}$$

$$[H^+] = K_{\kappa} \frac{[CH_3COOH]}{[CH_3COO^-]} \quad \text{kelib chiqadi.}$$

Agar kuchsiz kislota eritmasiga shu kislotaning yaxshi dissotsilanadigan tuzi qo'shilsa, kislotaning dissotsilanishi kamayadi. Sirka kislota kuchsiz kislota bo'lgani uchun eritmadagi CH_3COO^- ionlarining konsentratsiyasi tuzning konsentratsiyasiga teng, ya'ni $[CH_3COO^-] = [CH_3COONa]$ dir. CH_3COO^- -ning bu qiymatini yuqoridagi tenglamaga qo'ysak:

$$p_H = -\lg K_{\kappa} + \lg \frac{[CH_3COONa]}{[CH_3COOH]}$$

Umuman bufer eritmalar uchun pH quyidagicha bo'ladi:

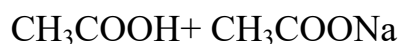
$$pH = -\lg \frac{[tuz]}{[kislota]}$$

Demak, ma'lum bufer eritma uchun eritma pH ning qiymati va uning o'zgarishi (ma'lum temperaturada) tuz konsentratsiyasining kislota konsentratsiyasiga bo'lgan

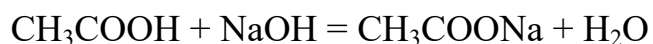
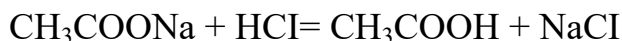
nisbatining o'zgarishiga bog'liq. Bu nisbatning mavjudligi eritmaning bufer ta'sirini kuchaytiradi.

Eritma suyultirilganda uning tarkibidagi tuz va kislota konsentratsiyalari teng kamayadi, lekin ularning termodinamik aktivligi turlicha o'zgaradi, bu pH ning o'zgarishiga sezilarli ta'sir qilmaydi, shuning uchun uni hisobga olmasa ham bo'ladi.

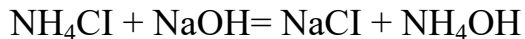
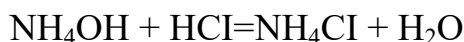
Bufer eritmalarga kuchli asos yoki kuchli kislotadan ozgina qo'shilganda quyidagi reaksiyalarning borishi H^+ va OH^- ionlarning ko'payishiga (yoki kamayishiga) to'sqinlik qiladi:



Bufer eritmaga HCl yoki NaOH qo'shilganda:



$NH_4OH + NH_4Cl$ bufer eritmasiga HCl, NaOH qo'shilganda:



Demak, HCl ning o'rniga kuchsiz kislota CH_3COOH hosil bo'ladi. Natijada kuchli kislota kuchsizlanadi. Lekin, CH_3COOH ning konsentratsiyasi ortadi. Eritmaning pH qiymati kislota konsentratsiyasining o'zigagina emas, balki uning o'z tuzi konsentratsiyasi bilan o'zaro nisbatiga ham bog'liq, bu nisbat logarifm ostida bo'lganligi uchun ham pH ning qiymati juda kam o'zgaradi. Aniq hisoblashlarda buni e'tiborga olish kerak. Agar bufer eritmaga kuchli asos, masalan, NaOH qo'shilsa, u sirka kislota bilan birikib, CH_3COONa tuzini hosil qiladi. Demak, asos qo'shilganda kislotaning miqdori kamayib, tuzning miqdori ortadi. Yuqorida bayon etilgan sabablarga ko'ra, bu holda ham pH juda kam o'zgaradi.

$NaOH + NH_4Cl$ bufer eritmasida ham xuddi shunday o'zgarish bo'ladi.

Ba'zan bufer eritmalar bosqichma – bosqich dissotsialanadigan ko'p asosli kislotalarning tuzlari aralashmasidan tayyorlanishi mumkin. masalan, NaH_2PO_4

aralashmasining eritmasi bufer eritmasidir, chunki eritma NaHPO_4 tuzidan hosil bo'lgan H_2PO_4^- kislota va uning tuzi Na_2HPO_4 dan iborat bo'ladi.

Bufer eritmalar turli xil eksperimental ilmiy tadqiqotlarda, ayniqsa fermentlarni o'rganishda muhim ahamiyat kasb etadi, chunki ularning aktivlik ta'siri pH ning juda katta qiymatlari oralig'ida o'zgarmaydi.

Indikatorlar haqida tushuncha

Eritmadagi vodorod ionlari konsentratsiyasiga qarab o'z rangini o'zgartiradigan moddalar indikator deyiladi. Indikatorlar bir rangli yoki ikki rangli indikatorlarga bo'linadi. Masalan, lakmus ikki rangli indikatorga kiradi, chunki u o'z rangini kislotali muhitda ham va ishqoriy muhitda ham o'zgartiradi.

Fenolftalein indikator bir rangli indikatordir. Bu indikator o'z rangini faqat ishqoriy muhitda o'zgartiradi.

Universal indikator bir necha indikatorlar to'plamidan iborat bo'lib uni rangi anchagina keng chegarada o'zgaradi. Rangli jadval bilan solishtirish orqali bu indikator **pH** ni 0 dan 14 gacha ± 1 aniqlikda topishga imkon beradi.

Hozirgi paytda elektrometrik va kolorimetrik usulda pH ni aniqlash usullari ancha aniq usullardan hisoblanadi.

pH ning tibbiyotdagi ahamiyati. Biologik suyuqliklar, to'qimalar pH qiymati o'zgaras qiyamatga ega bo'ladi. Quyidagi jadvalda ba'zi biologik suyuqliklarning **pH** qiymati keltirilgan. Bu jadvalga ko'ra odam organizmidagi turli suyuqliklarning **pH** qiymati anchagina keng chegarada o'zgaradi. Oshqozon shirasining **pH** qiymati 1 ga yaqin bo'lgan holda qon zardobining **pH** qiymati 7,4 ekanligi ma'lum.

Qondagi, umurtqa pog'onasi-, miya suyuqligining **pH** qiymati, ko'z yoshlari, oshqozon shirasi doimiy **pH** qiymatiga ega. Biologik suyuqliklarda **pH** ning doimiyligi bufer tizimlar tufayli ushlab turiladi.

Qondagi **pH** ning odatdagi holatdan (**pH=7,4**) kislotali muhitga qarab o'zgarishi asidoz deyiladi. Agar o'zgarish ishqoriy muhitga qarab borsa alkaloz deb ataladi.

Oshqozon shirasining muhitini aniqlash klinik tekshiruvlarda katta ahamiyatga ega hisoblanadi.

Mustaqil echish uchun masalalar

Suv kuchsiz elektrolit bo'lib, u ham ionlarga dissotsilanadi. Bunda $H_2O=H^++OH^-$ muvozanat o'rnatiladi.

Bu muvozanatga massalar ta'siri qonuni tatbiq etilsa:

$$K = \frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]} \quad (1)$$

hosil bo'ladi. Tenglamadagi K va $[H_2O]$ doimiy qiymatlar bo'lganligi uchun uni $K \cdot [H_2O] = [H^+][OH^-]$ shaklda yozish mumkin. Tegishli qiymatlar bu ifodaga qo'yilsa:

$$[H^+][OH^-] = K \cdot [H_2O] = 1,8 \cdot 10^{-16} \cdot 55,5 = 10^{-14} \quad (2)$$

yuzaga keladi. Demak, suvli eritmalarida $[H^+]$ va $[OH^-]$ qiymatlar ko'paytmasi doimiy bo'lib, 10^{-14} ga teng. Muhit kislotali bo'lganda $[H^+] > [OH^-]$ va muhit ishqoriy bo'lganda $[H^+] < [OH^-]$ bo'ladi. Muhitni bunday ifodalash noqulay bo'lganligi uchun pH tushunchasi kiritilgan bo'lib, u $pH = -\lg[H^+]$ va $pOH = -\lg[OH^-]$ formulalar bilan ifodalanadi.

(2) ifoda logarifmlansa: $B = 32,349$ (9.8) hosil bo'ladi.

1. 0,05 M HCl eritmasining pH qiymati topilsin.

Yechish: HCl kuchli bo'lganligi uchun uning konsentratsiyasi qiymatini (9.6) tenglamaga qo'yib, o'nli logarifmning xossasidan foydalansak: $pH = -\lg[H^+] = -\lg 0,05 = -\lg 5 \cdot 10^{-2} = 2 - 0,70 = 1,3$.

2. 0,01 M HNO₃ eritmasining pH qiymati topilsin. (Javob: 2).

3. 0,5 M HBr eritmasining pH qiymati topilsin. (Javob: 0,3).

4. 0,3 M natriy ishqori eritmasining pH qiymati topilsin.

Yechish: $pOH = -\lg[OH^-]$ formulaga berilgan qiymatni qo'yib, pOH , uning asosida (9.8) formula yordamida pH baholanadi: $pOH = -\lg[OH^-] = -\lg 0,3 = -\lg 3 - \lg 10^{-1} = 0,52$. $pH = 14 - pOH = 14 - 0,52 = 13,48$.

5. 0,8 M kaliy ishqori eritmasining pH qiymati topilsin. (Javob: 13,9).

6. 1,0 M NaOH eritmasidagi H^+ ioni konsentratsiyasi va eritmaning pH qiymati topilsin. (Javob: 10^{-14} , 14,0).

7. HCN ning 0,04 M eritmasi pH qiymatini toping.

Yechish: HCN kuchsiz bo'lganligi uchun uning dissotsiatsiyasi tenglamasi:

$HCN \rightleftharpoons H^+ + CN^-$ bo'ladi. Unga massalar ta'siri qonuni tatbiq etilsa: $K = \frac{[H^+][CN^-]}{[HCN]}$ hosil bo'ladi. K ning qiymatini ilovadan olamiz, u $6,2 \cdot 10^{-10}$ ga teng. $[HCN] = 0,04 - [H^+]$ bo'lib, uni amalda 0,04 M deb olish mumkin, chunki HCN kislota juda kuchsizdir.

Muvozanatdagi $[H^+] = [CN^-]$ bo'lganligi uchun (9.9) tenglamani $K = \frac{[H^+]^2}{[HCN]}$ deb olib, uni $[H^+]^2 = K \cdot [HCN]$ shaklda yozsak va tegishli qiymatlarni qo'ysak:

$$[H^+]^2 = K \cdot [HCN] = 6,2 \cdot 10^{-10} \cdot 0,04 = 0,248 \cdot 10^{-10} \text{ hosil bo'ladi.}$$

Bundan: $[H^+] = \sqrt{0,248 \cdot 10^{-10}} = \sqrt{24,8 \cdot 10^{-12}} = 4,98 \cdot 10^{-6} = 5 \cdot 10^{-6}.$

Olingan qiymat (9.6) tenglamaga qo'yib, yechilsa:

$$pH = -\lg[H^+] = -\lg 5 \cdot 10^{-6} = 6 - 0,7 = 5,3.$$

8. CH_3COOH 0,06 M eritmasining pH topilsin. (Javob: 3).

9. $(CH_3)_2CHCOOH$ 0,1 M eritmasining pH qiymatini toping. (Javob: 2,9).

10. $CH_2ClCOOH$ va $CHCl_2COOH$ 0,5 M kislotalarning pH qiymatlarini toping. (Javob: 1,58 va 0,8).

11. NH_3 ning 0,1 M suvli eritmasidagi $[H^+]$ va pH topilsin.

Yechish: NH_3 suvli eritmada qisman NH_4OH shaklida bo'ladi, uning dissotsilanishi natijasida: $NH_4OH \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$

hosil bo'lib, unga massalar ta'siri qonuni tatbiq etilsa:

$$K = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_4OH]} \quad (9.10)$$

yuzaga keladi. K qiymat 2-ilovadan olinadi. $[NH_4OH]$ qiymatning berilgan konsentratsiyaga amalda tengligi va $[NH_4^+] = [OH^-]$ ekanligini nazarda tutib, tegishli qiymatlar (9.10) tenglamaga qo'yilib, yechilsa:

$$[OH^-]^2 = 1,76 \cdot 10^{-5} \cdot 0,1 = 1,76 \cdot 10^{-6} \text{ va } [OH^-] = 1,33 \cdot 10^{-3}$$

bo'ladi. Olingan qiymatni (9.7) formulaga qo'ysak:

$$pOH = -\lg[OH^-] = -\lg 1,33 \cdot 10^{-3} = 2,88.$$

(9.8) formula yordamida $pH = 14 - 2,88 = 11,12$.

12. Metilamin suvli 0,1 M eritmasining pH qiymati topilsin. (Javob: 12,5).

13. Dietilamin suvli 0,5 M eritmasining pH qiymati topilsin. (Javob: 12,34).

14. Anilin suvli 0,5 M eritmasining pH qiymati topilsin. (Javob: 9,2).

Amaliy mashg'ulot № 4. Elektrolitik dissotsiyanishga doir masalalar yechish.

Bu nazariyani 1887 yilda shved olimi S.Arrenius yaratgan. Uning mohiyati quyidagilardan iborat:

1. Elektrolitlar suvda eriganda musbat va manfiy zaryadli ionlarga ajraladi. Bu jarayonni elektrolitik dissotsiatsiya deb ataladi.

2. Elektr toki ta'sirida musbat zaryadli ionlar katodga, manfiy zaryadli ionlar anodga tortiladi. Shu sababli ularni mos ravishda kationlar va anionlar deb ataladi.

3. Dissotsiatsiya qaytar jarayondir.

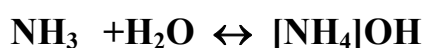
Eritmasi yoki suyuqlanmasi elektr tokini o'tkazadigan moddalarni elektrolitlar deyiladi. Elektrolitlarga tuzlar, kislotalar, asoslarning suvdagi eritmalari kiradi.

Eritmasi elektr tokini o'tkazmaydigan moddalarni noelektrolitlar deyiladi. Noelektrolitlarga kislorod, shakar, glukoza, mochevina kabi moddalarning suvdagi eritmalari kiradi.

Arrenius nazariyasining kamchiligi shundaki, u erituvchi va erigan modda zarrachalarining o'zaro ta'sirlashuvini hisobga olmaydi. Vaholanki, eritmada ionlar erkin holda emas, balki gidratlangan holda bo'ladi:



Masalan, vodorod ioni eritmada gidroksoniy ion holida bo'lishi aniqlangan:



Biologik suyuqliklarda va to'qimalarda turli ionlar juda ko'p: NaCl, KCl, HCl, CaCl₂, NaH₂PO₄, NaHCO₃ va boshqalar. Inson organizmidan doimo suv chiqib ketadi:

asosan peshob orqali, qisman terlash va nafas olish sistemasi orqali yo'qotiladi. Ayniqsa peshob tarkibida anorganik ionlar ko'p bo'ladi. Organizmda suv almashinuvi tuzlarning kirib kelishi va chiqib ketishiga bog'liq.

Ionlarga ajralgan molekulalar sonining umumiy molekulalar soniga nisbati dissotsilanish darajasi deyiladi.

$$\alpha = \frac{n}{N};$$

α - dissotsialanish darajasi; n-ionlarga ajralgan molekulalar soni; N- umumiy molekulalar soni.

Kuchli elektrolitlar eritmasida molekulalar ionlarga to'la dissotsialangan. Ularda α ning qiymati 30 % dan yuqori bo'ladi. Kuchli elektrolitlarga:

- kuchli kislotalar **HCl, HBr, HJ, HNO₃, H₂SO₄, HClO₄, HMnO₄, H₂CrO₄, HClO₃, H₂Cr₂O₇** lar kiradi;

- kuchli asoslarga **I va II guruh metallarining asoslari** olnishi mumkin (**Be(OH)₂** va **Mg(OH)₂** dan tashqari);

- barcha suvda eruvchan tuzlar ham kuchli elektrolitlarga kiradi. Ba'zi elektrolitlarning 0,1 n eritmaları uchun dissotsialanish darajasi quyidagi 12-jadvalda keltirilgan. Bu qiymatlarga qarab elektrolitlar kuchi to'g'risida xulosa chiqarish mumkin.

Kuchsiz elektrolitlar uchun dissotsialanish darajasi 3% dan kam qiymatga ega bo'ladi. Kuchsiz elektrolitlarga:

- barcha **organik kislotalar (R-COOH)** va **asoslar (R-NH₂; R₂NH; R₃N)**;

- kuchsiz asoslar (d- elementlar gidoksidlari va **NH₄OH**).

- ba'zi anorganik kislotalarni : **H₂S, HNO₂, H₂SiO₃, H₂CO₃, HClO, HCN, H₂SO₃** olish mumkin.

Ba'zi organik va anorganik kislotalar esa o'rtacha kuchli elektrolitlar qatoriga kiritiladi:



Dissotsialanish jarayoni eritma konsentratsiyasiga, elektrolit tabiatiga va haroratga bog'liq. Harorat ortishi dissotsialanish darajasini qiymati yuqori bo'lishiga olib keladi. Kuchsiz elektrolitlar uchun dissotsialanish darajasi konsentratsiya kamaysa ortadi.

Dissotsialanish konstantasi o'zgarmas haroratda ionlar konsentratsiyasi ko'paytmasining muvozanatdagi ayni elektrolit konsentratsiyasiga nisbatidir.

K elektrolit tabiati va haroratga bog'liq. K qiymati qancha kichik bo'lsa elektrolit kuchsiz hisoblanadi. Ba'zi kuchsiz elektrolitlarning dissotsialanish konstantasi qiymati jadvalda keltirilgan.

Dissotsialanish darajasi bilan dissotsialanish konstantasi orasida quyidagi bog'lanish bor.

$$\text{Agar } [H^+] = \alpha \cdot C; \quad [NO_2^-] = \alpha \cdot C; \quad [HNO_2] = (1 - \alpha) \cdot C,$$

$$K = \frac{C \cdot \alpha \cdot C \cdot \alpha}{(1 - \alpha) \cdot C} = \frac{\alpha^2 \cdot C}{1 - \alpha}; \quad K = \frac{\alpha^2 \cdot C}{1 - \alpha}.$$

Bu tenglama Ostvaldning suyultirish qonunini ifodalovchi tenglama deyiladi. α qanchalik katta bo'lsa K ning qiymati ham shuncha yuqori bo'ladi. Juda kuchsiz elektrolitlar uchun $1 - \alpha = 1$ bo'lsa, $K = \alpha^2 \cdot C$ qiymatga teng bo'ladi.

$$\alpha = \sqrt{K / C}.$$

Agar konsentratsiya 100 marta kamaysa, dissotsialanish darajasi 10 marta ortadi.

Mustaqil echish uchun masalalar

1. Eritmadagi H^+ va CH_3COO^- konsentratsiyasi $1,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$ ekanligi ma'lum bo'lsa, $0,1 \text{ M}$ CH_3COOH eritmadagi kislota ning dissotsiatsiya konstantasi va dissotsiatsiya darajasini toping.

2. Agar chumoli kislota 0,46 % eritmada 4,2 % dissotsilangan bo'lsa, uning dissotsiatsiya konstantasi qanday bo'ladi? (Javob: $1,84 \cdot 10^{-4}$).

3. Agar $0,1 \text{ M}$ eritmada nitrit kislota 6,6 % dissotsilangan bo'lsa, uning dissotsiatsiya konstantasi topilsin. (Javob: $4,36 \cdot 10^{-4}$).

4. $0,6 \text{ M}$ sirka kislota eritmasidagi vodorod ioni konsentratsiyasi topilsin.

5. 0,5 M chumoli kislota eritmasidagi vodorod ioni konsentratsiyasi topilsin. (Javob: $9,5 \cdot 10^{-3} M$).

6. 2,5 % sianid kislota eritmasidagi sianid ioni konsentratsiyasi topilsin. (Javob: $2,4 \cdot 10^{-5} M$).

7. 1,5 M gipoxlorit kislota eritmasidagi vodorod ioni konsentratsiyasi topilsin. (Javob: $2,74 \cdot 10^{-4} M$).

9. Agar gipobromit kislota eritmasining dissotsiatsiya darajasi 0,65 % bo'lsa, uning dastlabki konsentratsiyasi qanday bo'lgan?

10. Agar gipoyodit kislota eritmasining dissotsiatsiya darajasi 0,056 % bo'lsa, eritmada nechta HJO molekulasi bo'lgan?

11. Agar moy kislota eritmasining dissotsiatsiya darajasi 0,98 % bo'lsa, eritmada vodorod ioni konsentratsiyasi qanday bo'ladi?

12. Agar plavik kislota eritmasining dissotsiatsiya darajasi 1,85 % bo'lsa, uning dastlabki konsentratsiyasi qanday bo'lgan? (Javob: 2 M).

13. Agar izomoy kislota eritmasining dissotsiatsiya darajasi 1,08 % bo'lsa, kislotaning va eritmada vodorod ionining konsentratsiyalari qanday bo'lgan? (Javob: 0,12 va $1,3 \cdot 10^{-3} M$).

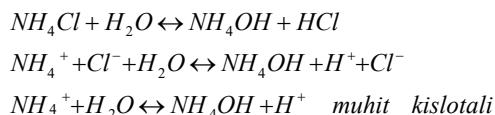
14. Agar sut kislota eritmasining dissotsiatsiya darajasi 2,6 % bo'lsa, 1 l eritmada nechta $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$ molekulasi bo'lgan? (Javob: $1,25 \cdot 10^{23}$).

Amaliy mashg'ulot № 5. Hidroliz darajasi va konstantasiga doir masalalar yechish.

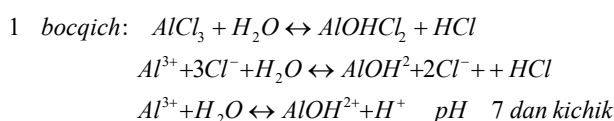
Tuz ionlarining suv bilan ta'sirlashib kuchsiz elektrolit hosil qilish jarayoni tuzlar gidrolizi deyiladi. Barcha tuzlarni ularni hosil qilgan asos va kislotaning kuchiga qarab to'rtga bo'lish mumkin.

1. Kuchli asos va kuchli kislotalardan hosil bo'lgan tuzlar gidrolizga uchramaydi, ya'ni ularning ionlari suv bilan ta'sirlashib kuchsiz elektrolitlar hosil qilmaydi.

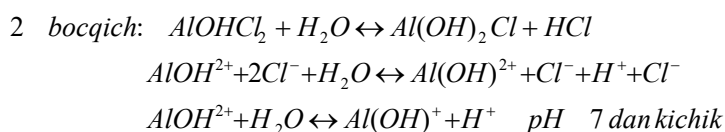
2. Kuchsiz asos va kuchli kislotalardan hosil bo'lgan tuzlar kation bo'yicha gidrolizlanadi, eritma muhiti kislotali bo'ladi. Agar kuchsiz asos bir kislotali bo'lsa, gidroliz reaksiyasi bir bosqichdan iborat bo'lib, bunda kuchsiz asos va kuchli kislota hosil bo'ladi:



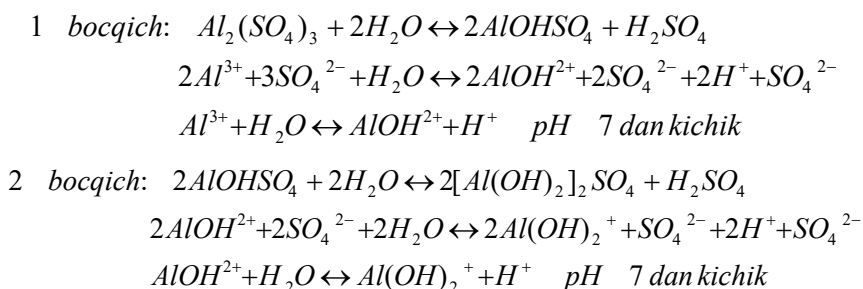
Agar kuchsiz asos ko'p kislotali bo'lsa, gidroliz bosqichli bo'ladi. 1-bosqichda asosli tuz va kuchli kislota hosil bo'ladi.



Gidroliz reaksiyasi qaytar bo'lib, qisman sodir bo'ladi. Gidrolizning 2- va 3-bosqichlari eritmani suyultirganda, hamda qizdirganda sodir bo'lishi mumkin.

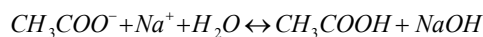
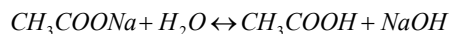


$Al_2(SO_4)_3$ ko'p kislotali asosdan hosil bo'lgan tuz bo'lgani uchun ham bosqichli gidrolizga uchraydi:

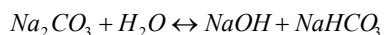


Eritmada vodorod ionlari konsentratsiyasining ortishi gidrolizning 2- va 3-bosqichlarining borishiga to'sqinlik qiladi.

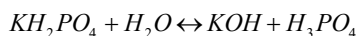
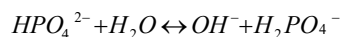
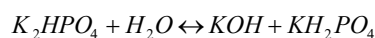
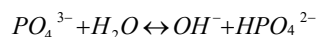
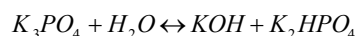
3. Kuchli asos va kuchsiz kislotalardan hosil bo'lgan tuzlar anion bo'yicha gidrolizlanadi, eritma muhiti ishqoriy bo'ladi. Agar kuchsiz kislota bir asosli bo'lsa, gidroliz reaksiyasi bir bosqichdan iborat bo'lib, bunda kuchli asos va kuchsiz kislota hosil bo'ladi:



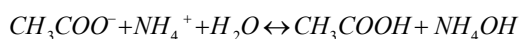
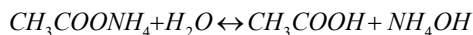
Agar kuchsiz kislota ko'p asosli bo'lsa, gidroliz bosqichli bo'ladi. 1-bosqichda kuchli asos va nordon tuz hosil bo'ladi:



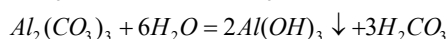
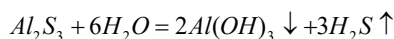
Uch asosli kislotalarning tuzlari uchta bosqichda gidrolizga uchraydi:



4. Kuchsiz asos va kuchsiz kislotalardan hosil bo'lgan tuzlar ham kation, ham anion bo'yicha gidrolizlanadi. Eritma muhiti neytral yoki kislota va asosning nisbiy kuchiga qarab kuchsiz kislotali yoki ishqoriy bo'lishi mumkin:



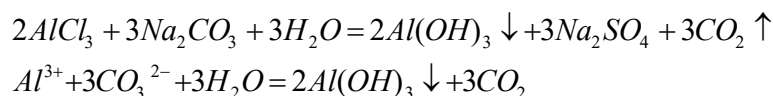
Bunday tuzlar eritmalarida muhit deyarli neytral bo'ladi. Ko'pchilik gidrolizlanish reaksiyalari qaytardir. Agar gidroliz natijasida cho'kma yoki gaz modda hosil bo'lsa, bunday gidroliz to'la gidroliz deyiladi. Chunki bu holda reaksiya qaytmas bo'lib oxirigacha boradi:



Shuning uchun ham Al_2S_3 va $Al_2(CO_3)_3$ larning eritmaları mavjud emas, ularni faqat quruq holda olish mumkin.

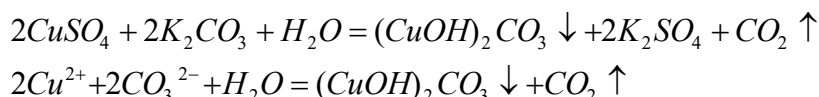
Birgalikdagi gidroliz. Kuchli asos hamda kuchsiz kislotalardan hosil bo'lgan tuz va kuchsiz asos hamda kuchli kislotalardan hosil bo'lgan tuzlar eritmalarini aralashtirganimizda ular bir-birining gidrolizlanishini kuchaytiradi. Chunki bunda hosil bo'layotgan H^+ va OH^- o'zaro birikib suv hosil bo'ladi va muvozanat o'ngga siljiydi. Bunday gidrolizni birgalikdagi gidroliz deyiladi.

Agar gidroliz jarayonida bir nechta tuz ishtirok etsa gidroliz oxirigacha boradi:



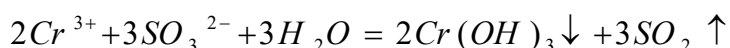
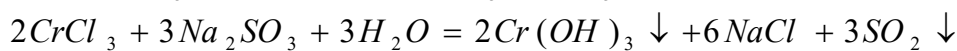
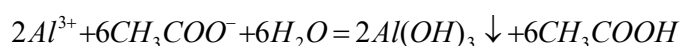
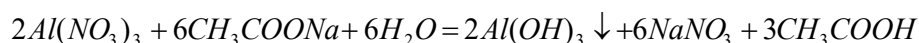
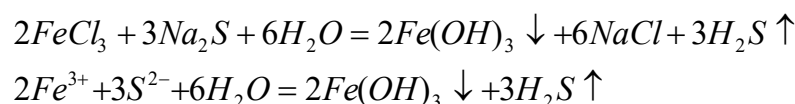
Bu jarayonda $AlCl_3$ o'rniga $Al_2(SO_4)_3$; $CrCl_3$; $Fe(NO_3)_3$; $BiCl_3$; $Fe_2(SO_4)_3$ larni olish mumkin. Na_2CO_3 o'rniga K_2CO_3 , Li_2CO_3 o'xshash karbonatlarni olsa bo'ladi.

Agar gidroliz jarayoni $CuSO_4$ ishtirokida olib borilsa:



Bu gidroliz jarayonida $CuSO_4$ o'rniga $MgSO_4$, $BeSO_4$ olish mumkin.

Gidroliz jarayonida karbonatlar o'rniga, sulfidlar, asetatlar ham olsa bo'ladi:



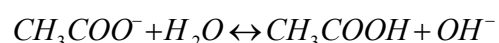
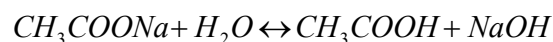
Gidrolizlanish darajasi

Gidrolizlangan tuz molekulalari sonining (n) umuman erigan tuz molekulalari soniga (N) nisbati gidroliz darajasi (β) deyiladi.

$$\beta = \frac{n}{N} \quad \text{yoki} \quad \beta = \frac{n}{N} \cdot 100$$

Gidroliz darajasi tuzning tabiatiga, konsentratsiyasiga va eritmaning haroratiga bog'liq bo'ladi.

Kuchli asos va kuchsiz kislotalardan hosil bo'lgan tuzlarning gidrolizini ko'raylik:



$$K_g = \frac{[CH_3COOH] \cdot [OH^-]}{[CH_3COO^-]} = \frac{\beta \cdot C \cdot \beta \cdot C}{(1 - \beta) \cdot C} = \frac{\beta^2 \cdot C}{1 - \beta}; \quad K_g = \frac{\beta^2 \cdot C}{1 - \beta}$$

Agar gidrolizlanish darajasi juda kichik bo'lsa, $1 - \beta = 1$ bo'ladi va formula soddalashadi:

$$K_g = \beta^2 \cdot C; \quad \beta^2 = \frac{K_g}{C}; \quad \beta = \sqrt{K_g / C} \quad \beta = \sqrt{\frac{K_w}{K_{kis} \cdot C}}.$$

Demak, gidroliz darajasi kuchli asos va kuchsiz kislotadan hosil bo‘lgan tuzlarning konsentratsiyasi qancha kichik bo‘lsa gidroliz darajasi shuncha yuqori bo‘ladi.

Agar kuchsiz asos va kuchli kislotadan hosil bo‘lgan tuzlarning gidrolizlanish tenglamasi qarab chiqilsa:

$$\begin{aligned} & NH_4Cl + H_2O \leftrightarrow NH_4OH + HCl \\ & (1-\beta) \cdot C \quad \beta \cdot C \quad \beta \cdot C \\ & NH_4^+ + H_2O \leftrightarrow NH_4OH + H^+ \\ & K_g = \frac{[NH_4OH] \cdot [H^+]}{[NH_4^+]} = \frac{\beta \cdot C \cdot \beta \cdot C}{(1-\beta) \cdot C} = \frac{\beta^2 \cdot C}{(1-\beta)}; \quad K_g = \frac{\beta^2 \cdot C}{1-\beta}. \\ & \beta^2 = \frac{K_g}{C}; \quad \beta = \sqrt{K_g / C}. \quad \beta = \sqrt{\frac{K_w}{K_{asos} \cdot C}}. \end{aligned}$$

Kuchsiz asos bilan kuchli kislotadan iborat bo‘lgan tuzlar uchun gidroliz darajasi tuzning konsentratsiyasiga teskari bog‘langan. Eritma qancha suyultirilgan bo‘lsa gidroliz shuncha tez boradi.

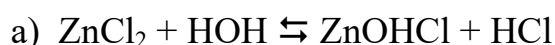
Agar ammoniy asetatning (CH₃COONH₄) gidrolizlanishi hisobga olinsa, bu modda ham anion va ham kation bo‘yicha gidrolizga uchraydi:

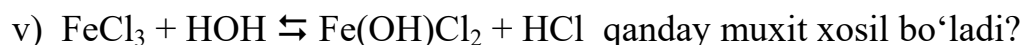
$$\begin{aligned} & CH_3COONH_4 + H_2O \leftrightarrow CH_3COOH + NH_4OH \\ & (1-\beta) \cdot C \quad (1-\beta) \cdot C \quad \beta \cdot C \quad \beta \cdot C \\ & CH_3COO^- + NH_4^+ + H_2O \leftrightarrow CH_3COOH + NH_4OH \\ & K_g = \frac{\beta \cdot C \cdot \beta \cdot C}{(1-\beta) \cdot C \cdot (1-\beta) \cdot C} = \frac{\beta^2}{(1-\beta)^2}; \quad K_g = \frac{\beta^2}{(1-\beta)^2}; \\ & \frac{\beta^2}{(1-\beta)^2} = K_g; \quad \frac{\beta^2}{(1-\beta)^2} = \frac{K_w}{K_{kis} \cdot K_{asos}}; \quad \frac{\beta}{1-\beta} = \sqrt{\frac{K_w}{K_{kis} \cdot K_{asos}}} \end{aligned}$$

Demak, kuchsiz asos va kuchsiz kislotadan hosil bo‘lgan tuzning gidroliz darajasi eritma konsentratsiyasiga bog‘liq emas.

Mustaqil echish uchun masalalar

1. Quyidagi tuzlarni suvli eritmalarida boradigan gidrolizlanish reaksiya natijasi:



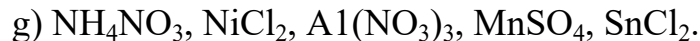
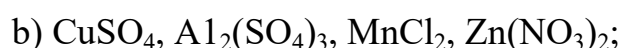


2. K_2S , KCN , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, Cr_2S_3 , CuCl_2 , ZnCl_2 tuzlarning gidrolizini molekulyar va ionli tenglamalarini yozing. Gidroliz natijasida muxitning pH i qanday o'zgaradi?

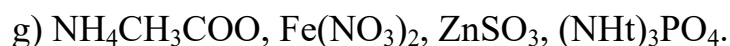
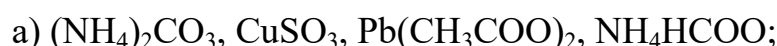
3. Keltirilgan AlCl_3 , K_2CO_3 , NaCl tuzlarining suvli eritmalari qanday reaksiya namoyon qiladi?

4. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ va Na_2S eritmalari qo'shilganda $\text{Al}(\text{OH})_3$ cho'kmaga tushadi. Buning sababini tushuntiring va reaksiya tenglamasini tuzing.

5. Quyidagi kuchsiz asos va kuchli kislotadan hosil bo'lgan tuzlar gidrolizining molekular, ionli va qisqartirilgan ionli tenglamalarini yozing hamda eritma muhitini ko'rsating:



6. Quyidagi kuchsiz asos va kuchsiz kislotadan hosil bo'lgan tuzlar gidrolizining molekular va ionli tenglamalarini yozing:



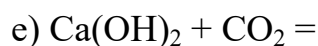
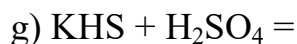
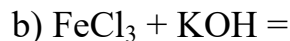
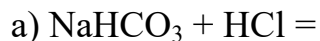
7. 0,01 M ammoniy xlorid eritmasida uning gidrolizlanish konstantasini, gidrolizlanish darajasini va eritmaning pH hisoblang. ($K(\text{NH}_4\text{OH}) = 1,8 \times 10^{-5}$). (J: $K_g = 5,6 \times 10^{-10}$; $h = 2,4 \times 10^{-4}$; $\text{pH} = 5,63$).

8. Na_2CO_3 gidrolizining faqat 1– bosqichini hisobga olgan holda uning 0,02 n eritmasining pH hisoblang. (H_2CO_3 $K_1 = 4,5 \times 10^{-7}$; $K_2 = 4,7 \times 10^{-11}$). (J: 11,66).

9. NaH_2PO_4 eritmasining muhiti kuchsiz kislotali, Na_3PO_4 eritmasining muhiti esa kuchli ishqoriy bo'ladi. Bu faktlarni tushuntiring va javobingizni tegishli molekular va ionli tenglamalar bilan asoslang.

10. Nima uchun NaHCO_3 eritmasi kuchsiz ishqoriy muhit, NaHSO_3 eritmasi esa kuchsiz kislotali muhit hosil qiladi? (H_2SO_3 ; $K_1 = 1,6 \times 10^{-2}$; $K_2 = 6,3 \times 10^{-8}$).

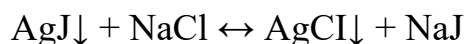
11. Quyidagi reaksiyalarning molekular va ionli tenglamalarini tuzing.



12. Quyidagi tuzlar eritmalarida lakmus qog'ozining rangi qanday bo'ladi? KCN , NH_4Cr , K_2SO_3 , NaNO_3 , FeCl_3 , Na_2CO_3 , Na_2SO_4 . Javobingizni asoslang.

13. $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$ va Na_2S eritmalarini aralashtirganda xrom (III) gidroksid cho'kmaga tushgan va gaz modda ajralib chiqqan. Reaksiyaning molekular va ionli tenglamalarini tuzing.

14. Quyidagi reaksiyada muvozanat qay tarafga siljigan bo'ladi?



a) o'ngga; b) chapga.

Javobingizni asoslang.

15. FeCl_3 eritmasiga quyidagi moddalarning qaysi birini qo'shganda gidroliz kuchayadi?

a) HCl ; b) NaOH ; v) ZnCl_2 ; g) Na_2CO_3 ; d) NH_4Cl ; e) Zn ; j) H_2O

16. Kaliy sulfid ko'proq gidrolizlanadimi yoki aluminiy sulfidmi? Javobingizni gidroliz tenglamalarini yozib asoslang.

17. NaCN va NH_4CN larning 0,1 M eritmalaridagi gidroliz konstantalarini, gidroliz darajalarini va eritmalarining pH hisoblang. (J: $\text{NaCN} - K_g = 2 \times 10^{-5}$; $h = 1,42\%$; $\text{pH} = 11,15$; $\text{NH}_4\text{CN} - K_g = 1$; $h = 90\%$; $\text{pH} = 13$).

18. Na_2S va $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ eritmalarini qo'shganda ketadigan gidroliz tenglamasining molekular va ion ko'rinishida yozing.

19. Quyidagi tuz eritmaları qanday muhit beradi? MnCl_2 , K_2CO_3 , $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$. Bu tuzlarning gidrolizi tenglamasini va ion ko'rinishida yozing.

20. NH_4Cl gidrolizini molekular va ion tenglamasini tuzib, gidrolizlanish konstantasini hisoblang.

21. $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ning gidrolizini molekular va ion tenglamasini yozing va K_g ni hisoblang.

22. Konsentratsiyasi 0,5 M bo'lgan ZnCl_2 ning 1–bosqichdagi gidrolizlanish darajasini hisoblang.

23. Na_2CO_3 ning gidrolizlanish tenglamasini molekula va ion ko'rinishida yozing. K_g ni hisoblang.

24. K_3PO_4 ning gidrolizlanish tenglamasini molekula va ion ko'rinishida yozib, K_g ni hisoblang.

25. NaH_2PO_4 ning gidrolizlanish tenglamasini molekula va ion ko'rinishida yozib, K_g ni hisoblang.

26. CuSO_4 ning gidrolizlanish tenglamasini molekula va ion ko'rinishida yozib, K_g ni hisoblang.

27. K_2CO_3 va $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ eritmasini qo'shganda ketadigan gidroliz tenglamasini molekula va ion ko'rinishida yozing.

Amaliy mashg'ulot № 6. Konsentratsiya turlariga doir (molyar, foiz, titr, molyal va molyar ekvivalent konsentratsiyalar) masalalar yechish.

Eritmaning yoki erituvchining hajm yoki massa birligida erigan modda miqdoriga konsentratsiya deb ataladi.

Eritmada erigan modda miqdori ko'p bo'lsa, bunday eritma konsentrlangan, oz bo'lsa, suyultirilgan eritma hisoblanadi. Konsentratsiyani ifodalashning bir necha usullari mavjud.

1. Erigan modda massasining eritmaning umumiy massasiga nisbati erigan moddaning massa ulushini ko'rsatadi.

$$W = \frac{m_1}{m_2}; \quad C = \frac{m_1}{m_2} \cdot 100.$$

W - erigan moddaning massa ulushi; **C, %** erigan moddaning % lardagi massa ulushi;

m_1 - erigan modda massasi, g; m_2 - eritmaning massasi, g;

m_0 - erituvchining massasi, g.

2. Bir litr eritmada erigan modda miqdoriga molyar konsentratsiya deyiladi.

$$C_m = \frac{n}{V}; \quad C_m = \frac{m}{M \cdot V}.$$

C_m - molyar konsentratsiya; m - erigan modda massasi, g; M - erigan modda molyar massasi, g/mol; n - erigan modda miqdori, mol.

0,5 M NaOH – bu ifoda molyar konsentratsiyasi 0,5 mol/l bo‘lgan natriy gidroksid eritmasi ekanligini bildiradi.

3. Bir kilogramm erituvchida erigan modda miqdoriga molyal konsentratsiyani ifodalaydi:

$$C = \frac{m \cdot 1000}{M \cdot g}.$$

C - molyal konsentratsiya, mol/kg; m - erigan modda massasi, g; M - erigan modda molyar massasi, g/mol; g - erituvchi massasi, g.

4. Bir litr eritmada erigan modda ekvivalent miqdoriga normal (ekvivalentning molyar) konsentratsiya deyiladi:

$$C_n = \frac{m}{E \cdot V}.$$

C_n – erigan moddaning normal konsentratsiyasi yoki ekvivalentning molyar konsentratsiyasi; E - erigan moddaning ekvivalent massasi, g/mol.

0,5 n H₂SO₄ - bu ibora bir litrda 0,5 ekvivalent miqdor (24,5g) H₂SO₄ bo‘lgan eritmani ifodalaydi.

5. Ergan moddaning molyar ulushi deb, erigan modda miqdorining eritmadagi barcha moddalar miqdorlari yig‘indisiga nisbatiga aytiladi. Molyar ulush quyidagicha aniqlanadi:

$$N = \frac{n}{n + n_o}; \quad N_o = \frac{n_o}{n + n_o}.$$

N - erigan modda molyar ulushi; N_0 - erituvchining molyar ulushi;

n - erigan modda miqdori, mol; **n_o** - erituvchi miqdori, mol.

6. Bir millilitr eritmada erigan modda milligrammlar soniga titr deyiladi:

$$T = \frac{C_m \cdot M}{1000}; \quad T = \frac{C_n \cdot M}{1000}.$$

Eritmaning hajmi, zichligi va massasi quyidagicha o‘zaro bog‘liq:

$$m = \rho \cdot V;$$

m - eritma massasi, g; **V** - eritma hajmi, ml; **ρ** - eritma zichligi, g/ml.

Agar eritmaning zichligi, massa ulushi ma’lum bo‘lsa, uning konsentratsiyalarini quyidagi formulalar yordamida aniqlash mumkin.

$$C_m = \frac{W\% \cdot \rho \cdot 10}{M}; \quad C_n = \frac{W\% \cdot \rho \cdot 10}{E}; \quad C = \frac{W\% \cdot 1000}{M \cdot (100 - W\%)}$$

Dorixonalarda massa ulushlari ma’lum bo‘lgan ikkita eritmada ma’lum miqdor uchinchi massa ulushli eritmani tayyorlash uchun aralashtirish qoidasi ishlatiladi. Bu qoidaga binoan birinchi ustunga mavjud ikkita eritmaning massa ulushlari yoziladi. Tayyorlashimiz lozim bo‘lgan uchinchi eritmaning massa ulushi mavjud eritmalar massa ulushlari qiymatlari orasida bo‘lishi shart, ya’ni $w_1 > w_3 > w_2$. 2-ustunga tayyorlanishi kerak bo‘lgan eritmaning massa ulushi (w_2) yoziladi. 3-ustunga esa, diagonal bo‘yicha massa ulushlari orasidagi farq yoziladi. Hosil bo‘lgan sonlar 1- va 2-eritmalarini qanday massa nisbatda aralashtirganda 3- eritma hosil bo‘lishini ko‘rsatadi.

$$\begin{array}{ccc} w_1 & & w_2 - w_3 \\ & \searrow \quad \nearrow & \\ & w_3 & \\ & \nearrow \quad \searrow & \\ w_2 & & w_1 - w_3 \end{array}$$

Misol: 300g 5%-li natriy xlorid eritmasini tayyorlash uchun 20% li va 2% li eritmalaridan necha grammdan olish kerak?

Yechish: buning uchun 20% va 2% qiymatlarni w_1 va w_2 larni o‘rniga qo‘yamiz. Tayyorlanishi kerak bo‘lgan eritma 5 % ni w_3 ni orniga yozamiz. Shunda sxema quyidagi ko‘rinishga keladi.

$$\begin{array}{ccccc}
 20\% & \searrow & & \nearrow & 5-2 = 3 \\
 & & 5\% & & \\
 2\% & \nearrow & & \searrow & 20-5 = 15
 \end{array}$$

Demak, eritmalar 3:15 yoki 1:5 nisbatda aralashtirilishi kerak. 5% li eritmadan 6 g tayyorlash uchun 1 g 20% li eritma hamda 5 g 2 % li eritma talab qilinadi. 300 g 5% li eritma tayyorlash uchun kerakli eritmalarining massasi juda oson hisoblanadi:

6 g 1 g	6 g 5 g
300 g x	300 g x
$x=300:6=50$ g 20 % li;	$x=1500:6=250$ g 2% li kerak

Mustaqil echish uchun masalalar

1. 300 g 12%li osh tuzi eritmasini tayyorlash uchun qancha tuz va suv olish kerak?
2. 20 g 20 %li eritmaga 80g suv qo'shildi. Hosil bo'lgan eritmaning protsent konsentratsiyasini xisoblang.
3. 2 kg 12 %li CuSO₄ erimasini tayyorlash uchun qancha mis kuporosi olish kerak?
4. 500 ml suvda normal sharoitda o'lchangan 15 l HCl eritilgan. Hosil bo'lgan eritmaning protsent konsentratsiyasini toping.
5. 6 g eritma bug'latilganda 0,2 g tuz qolgan bo'lsa, eritma necha protsentli bo'lgan?
6. Mis sulfatning 1% li eritmasi va uning kristallgidrati bor. 300 g 15% li CuSO₄ eritmasini tayyorlash uchun shu moddalardan qanchadan olish kerak?
7. Zichligi 1,115 g/sm³ bo'lgan 10% li o'yuvchi natriyning 5 l eritmasidan. 22%li eritma tayyorlash uchun qancha suvni bug'latish kerak?
8. 1 l erituvchida 300 g modda eritilgach zichligi 1,2 g/sm³ ga teng bo'lgan eritma olindi. Eritmaning protsent konsentratsiyasini toping.
9. 20 g 20% li eritmaga 10 g 10 % li eritmaga qo'shilganda necha foizli eritma hosil bo'ladi?
10. 315 g suvda n.sh.da o'lchangan 112 l ammiak eritildi. Eritmaning protsent konsentratsiyasini toping.

11. Ammiakning zichligi 0,953 g/ml bo'lgan 12% li eritmasining 0,5 litridan normal sharoitda o'lchangan necha litr ammiak ajratib olish mumkin?
12. Natriy korbanatning 300ml 0,2 n eritmasi tarkibida necha gram Na_2CO_3 bo'ladi?
13. Zichligi 1,411 g/ml bo'lgan 40% li eritmadan 500ml tayorlash uchun necha gram o'yuvchi kaliy olish kerak?
14. 500ml 0,2 n eritma tayorlash uchun zichligi 1,19g/ml bo'lgan 34% li xlorid kislotadan qancha xajm sarf bo'ladi?
15. 750ml 0,2 M eritma tayorlash uchun zichligi 1,474g/ml bo'lgan 84% li nitrat kislotadan qancha xajm olish kerak?
16. Tarkibida 0,5g o'yuvchi natriy bo'lgan eritmaning 50ml ni neytrallash uchun 25ml kislota sarf bo'ldi. Kislota eritmasining normalligini toping.
17. Sul'fat kislotaning 25ml eritmasiga BaCl_2 eritmasi qo'shildi, natijada 0,235g cho'kma xosil bo'ldi. Sulfat kislota eritmasining normalligini toping.
18. 15ml 0,1 n kislota eritmasini tayorlash uchun 12ml o'yuvchi kaliy eritmasi sarf bo'ladi. Ishqor eritmasining normalligini va titrini xisoblang?
19. MgSO_4 eritmasidagi barcha magniyni Mg(OH)_2 ga aylantirish uchun 25ml (zichligi 1,115 g/ml) NaOH eritmasi qo'shildi. Necha gram Mg(OH)_2 cho'kmaga tushdi?
20. Sodaning 25ml eritmasiga HCl eritmasini qo'shish natijasida normal sharoitda o'lchangan 560ml CO_2 ajralib chiqdi. Soda eritmasining normalligini xisoblang.
21. Zichligi 1,08 g/ml bo'lgan 12% li 5 litr sul'fat kislota eritmasini tayorlash uchun, shu kislotaning zichligi 1,5g/ml 60% li eritmasidan necha ml olish kerak?
22. 3 litr 0,5M o'yuvchi kaliy eritmasini tayorlash uchun, uning zichligi 1,29g/ml 30% li eritmasidan qancha xajm olish kerak?
23. Xlorid kislotaning 400 ml 2,5M eritmasini tayyorlash uchun 36,23%-li nitrat kislota eritmasidan ($\rho=1,18\text{g/ml}$) qancha hajm olish kerak?
24. Fosfat kislotaning 300 ml 6,0M eritmasini tayyorlash uchun 88%-li fosfat kislota eritmasidan ($\rho=1,72\text{g/ml}$) qancha hajm olish kerak?

25. 1,5 l 4mol/l eritma tayyorlash uchun 50,5%-li natriy ishqor eritmasidan ($\rho=1,53\text{g/ml}$) qancha hajm olish kerak?
26. 800 ml 2mol/l eritma tayyorlash uchun 51,6%-li kaliy ishqor eritmasidan ($\rho=1,84\text{g/ml}$) qancha hajm olish kerak?
27. Sulfat kislotaning 250 ml 2mol/l eritmasi bilan uning 350 ml 0,8 mol/l eritmalari o‘zaro aralashtirildi. Hosil bo‘lgan eritmaning molyar konsentratsiyasini aniqlang?
28. Natriy ishqorning 50 ml 4mol/l eritmasi bilan uning 450 ml 2 mol/l eritmalari o‘zaro aralashtirildi. Hosil bo‘lgan eritmagi ishqorning molyar konsentratsiyasini aniqlang?
29. Bir kislotaning 0,1M eritmasidan 30 ml ga suv qo‘shilib 80ml bo‘lguncha suyultirildi. Hosil qilingan eritmada kislotaning mol/l hisobidagi konsentratsiyasi qanday?
30. Bir tuzning 0,3M eritmasidan 50 ml ga suv qo‘shilib 80ml bo‘lguncha suyultirildi. Hosil qilingan eritmada tuzning mol/l hisobidagi konsentratsiyasi qanday?
31. 15 ml 2,5m sulfat kislota eritmasidan qancha (ml) 0,5M eritma tayyorlash mumkin?
32. Sulfat kilsotaning 0,5 mol/l eritmasidan 500ml tayyorlash uchun 2 mol/l kilsota eritmasidan qancha talab etiladi?
33. 250 ml 2,5M HCl eritmasini tayyorlash uchun uning 6M eritmasidan qancha ml olish kerak?
34. 60%-li sulfat kislota ($\rho=1,5\text{g/ml}$) eritmasining molyar konsentratsiyasini aniqlang?
35. 63%-li nitrat kislota ($\rho=1,361\text{g/ml}$) eritmasining molyar konsentratsiyasini aniqlang?
36. 60%-li fosfat kislota ($\rho=1,5\text{g/ml}$) eritmasining molyar konsentratsiyasini aniqlang?
37. Sulfat kislotaning 98%-li eritmasining ($\rho=1,84\text{g/ml}$) molyar konsentratsiyasini aniqlang?
38. Konsentratsiyasi 36,5%-li bo‘lgan xlorid kislota eritmasidan ($\rho=1,18\text{g/ml}$) qancha hajm (ml) olib, 0,5 M li eritmada 3,5 l tayyorlash mumkin?

39. Massa ulushi 0,38 bo'lgan xlorid kislota eritmasidan ($\rho=1,19\text{g/ml}$) qancha hajm (ml) olib, 0,05 molyarli eritmada 10 l tayyorlash mumkin?
40. 500ml 2,0 n li nitrat kislota eritmasini tayyorlash uchun kerak bo'ladigan suvsiz kislota massasini (g) hisoblang?
41. Mis sulfatning 3n eritmasidan 250ml tayyorlash uchun necha gramm CuSO_4 tuzidan kerak bo'ladi?
42. Sulfat kislotaning 5n eritmasidan 150ml tayyorlash uchun necha gramm suvsiz kislota kerak bo'ladi?
43. 0,2n 1,2 l natriy karbonat eritmasini tayyorlash uchun kristall sodaning qanday massasi talab etiladi?
44. 0,2n 250 l natriy karbonat eritmasini tarkibida necha suvsiz tuz bo'ladi?
45. Natriy karbonatning massa ulushi 0,1 bo'lgan eritmasini tayyorlash uchun 350 g suvda qancha massada (g) $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ eritish kerak?
46. 2 l 0,2 n mis sulfat eritmasini tayyorlash uchun kerak bo'ladigan mis kuporosining massasini (g) hisoblang?
47. Kaliy ishqorning 28%-li eritmasining ($\rho=1,263\text{g/ml}$) normalligini hisoblang?
48. 1l o'yuvchi natriyning 30%-li eritmasi ($\rho=1,328\text{g/ml}$) ustiga 3 l suv qo'shildi. Tayyorlangan eritmaning normal konsentratsiyasini hisoblang?
49. Kalsiy xloridning 20%-li eritmasining ($\rho=1,178\text{g/ml}$) normalligini hisoblang?
50. Nitrat kislotaning 10%-li eritmasining ($\rho=1,056\text{g/ml}$) normalligini hisoblang?

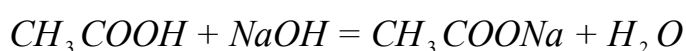
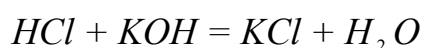
Amaliy mashg'ulot № 7. Neytrallashtirish usuliga doir masalalar yechish.

Hajmiy analizda titrlangan ish eritmalarining konsentratsiyalari ko'pincha titr bilan ifodalanadi, lekin ularni normallik bilan ifodalash yana ham qulayroqdir.

Ma'lumki, 1 l eritmada necha gramm – ekvivalent erigan modda borligini ko'rsatadigan *normallik* deb ataladi. Moddalar doimo bir – biri bilan ekvivalent miqdorda ta'sirlashadi. Hamma hisoblashlarning asosida ana shu qonuniyat yotadi. Titrlash paytida ekvivalentlik nuqtasiga qadar doimo bir hil – ekvivalent miqdorida kislota

va asos sarflanadi. O‘zaro ta’sirlashuvchi moddalar eritmalarining normalligi bir xil bo‘lsa, tabiiyki, sarflangan eritmalarining hajmlari ham o‘zaro teng bo‘ladi. Masalan, 10ml 0,1 n. konsentratsiyali biror ishqor eritmasidan ham o‘shancha, yani 10ml sarflanadi. Shuning uchun titremetrik analizda normal konsentratsiyali eritmadan foydalangan ma’qul, chunki normal konsentratsiyasi bir – biriga teng bo‘lagan eritmalar o‘zaro qoldiqsiz reaksiyaga kirishadi.

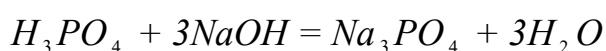
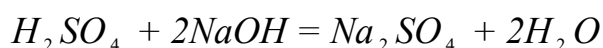
Moddaning ayni reaksiyada bir – gramm atom (yoki gramm ion) bodorodga kimyoviy jihatdan teng (ekvivalent) keladigan va grammlarda ifodalangan miqdori shu moddaning gramm – ekvivalenti deb ataladi. Gramm – ekvivalentni topish uchun reaksiya tenglamasi yoziladi va moddaning bir gramm – atom yoki bir gramm – ion vodorodga to‘g‘ri keladigan miqdori hisoblab chiqiladi. Masalan:



Tenglamada gramm – ekvivalent *HCl* ning bir gramm molekulasi (36,46 g.) ga teng, chunki ko‘rsatilgan kislotalarning miqdori reaksiyada bir gramm – iondan vodorod hosil qiladi va u ishqorning gidroksil ionlari bilan reaksiyaga kirishadi:

$$1 \text{ g – ekv } HCl = 1 \text{ mo‘l yoki } 36,5 \text{ g. } HCl$$

Shunga o‘xshash:



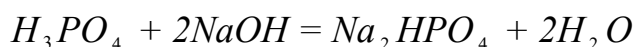
reaksiyalarda H_2SO_4 va H_3PO_4 ning bir gramm – molrkulalari vodorodning ikki (H_2SO_4) va uch (Na_3PO_4) gramm – ioniga to‘g‘ri keladi. Demak,

$$1 \text{ g – ekv. } H_2SO_4 = \frac{1}{2} \text{ mol yoki } 49,0 \text{ g.}$$

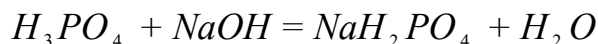
$$1 \text{ g – ekv. } H_3PO_4 = \frac{1}{3} \text{ mol yoki } 32,67 \text{ g } H_3PO_4$$

Ma’lumki, ikki va ko‘p negizli kislotalarning molekulari reaksiylarida ion holiga o‘ta oladigan vodorod atomlarining hammasi bilan emas, ularning bir qismi bilan

qatnashadi. Binobarin, ularning gramm – ekvivalentlari ham bu holda boshqacha bo‘lishi kerak. Masalan,



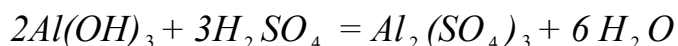
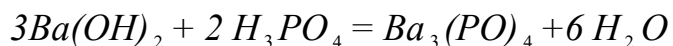
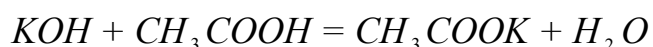
reaksiyada H_3PO_4 ning har bir molekulasida faqat 2 vodorod ioni bergani uchun uning gramm – ekvivalenti $\frac{1}{2}$ gramm – molekula (49,0 g.) ga teng. Shunga o‘xshash.



reaksiyada H_3PO_4 ning gramm – ekvivalenti uning gramm – molekulasiga (98,0 g) teng.

Shunday qilib, gramm – ekvivalent gramm – molekuladan farqli ravishda, doimiy son bo‘lmasdan, modda qatnashayotgan reaksiyaga qarab o‘zgarib turadi. Shuning uchun gramm – ekvivalentning yuqorida keltirilgan ta’rifidagi ayni reaksiyada degan so‘zga alohida e’tibor berish kerak.

Asoslarning gramm – ekvivalentini topish uchun ularning gramm – molekulasida reaksiyada ishtirok etgan OH^- ionlari soniga bo‘linadi.



Bu reaksiyalarda asoslarning gramm – ekvivalentlari tegishli KOH ning bir gramm – molekulasiga, $Ba(OH)_2$ ning $\frac{1}{2}$ gramm – molekulasiga, $Al(OH)_3$ ning $\frac{1}{3}$ gramm – molekulasiga teng.

1-misol. Texnik bura namunasidagi natriy tetraboratning $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ foiz miqdorini hisoblang, 0,2298 grammi titrlash uchun 10,60 ml, 0,1060 n. HCl eritmasi sarflangan.

Echish. Avvalo, 10,60 ml (V_B) 0,1060 n. HCl eritmasini titrlash uchun sarflangan kislota eritmasidan qancha gramm – ekvivalent HCl borligini E_{HCl} hisoblab topamiz.

1000ml HCl eritmasidan 0,1060 g/ekv HCl bor, 10,60 ml HCl eritmasida n g/ekv HCl bor

$$n_{HCl} = \frac{0,1060 \cdot 10,60}{1000} \text{ g / ekv.}$$

Ekvivalentlik qoidasiga ko'ra, buraning titrlangan eritmasida shuncha gram – ekvivalent bura $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ bor. Shuncha gram – ekvivalent necha gramm bura to'g'ri kelishini aniqlash uchun uni $\mathfrak{E}_{Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O} = 190,69$ ga ko'paytirish kerak:

$$q_{Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O} = \frac{190,09 \cdot 0,1060 \cdot 10,60}{1000} = 0,2143g$$

Yoki foiz hisobida ifodalasak,

$$x = \frac{190,09 \cdot 0,1060 \cdot 10,60}{1000} \cdot \frac{100}{0,2298} = 93,24\%$$

2-misol. Noma'lum konsentratsiyali texnik soda eritmasi suv bilan aralashtirilgan va 250, ml li kolbaning belgisigacha keltirilgan. Hosil bo'lgan eritmaning 25 ml ini metiloranj indikator yordamida titrlash uchun 22,45 ml standart (titrlangan) 0,1095 n. HCl eritmasi ishlatilgan. Dastlabki soda eritmasida qancha gramm Na_2CO_3 borligini aniqlang.

Echish. Proporsionallik qoidasiga binoan:

$$V_{HCl} \cdot N_{HCl} = V_{Na_2CO_3} \cdot N_{Na_2CO_3}$$

N – eritmaning normalligi:

$$N_{Na_2CO_3} = \frac{V_{HCl} \cdot N_{HCl}}{V_{Na_2CO_3}} = \frac{22,45 \cdot 0,1090}{25} = 0,09835$$

1000 ml titrlanayotgan eritmada 0,0963 g – ekv Na_2CO_3 bor. Demak, 250 ml eritmada

$$\frac{0,09835 \cdot 250}{1000} g - ekv Na_2CO_3$$

yoki

$$\mathfrak{E}_{Na_2CO_3} = 52,99 \text{ ekanligini etiborga olsak.}$$

$$q_A = \frac{0,09835 \cdot 52,99 \cdot 250}{1000} = 1,303g Na_2CO_3 \text{ bo'ladi.}$$

Bu misolni to'g'ridan – to'g'ri yechish mumkin:

$$q_{Na_2CO_3} = \frac{N_{HCl} \cdot V_{HCl} \cdot \mathfrak{E}_{Na_2CO_3}}{1000} \cdot \frac{V_k}{V_{Na_2CO_3}}$$

$$q_{Na_2CO_3} = \frac{0,1095 \cdot 22,45 \cdot 52,99}{1000} \cdot \frac{250}{25} = 1,3031g \ Na_2CO_3.$$

Tekshirilayotgan modda miqdorini dastlabki standart (titrlangan)eritma titri (T_B) yoki $T_{B/A}$ orqali aniqlash.

Alohida tartib olish usuli bilan titrlashda analiz uchun A moddadan torozida x gramm tortib olib eritilgan. Hosil bo'lgan eritma B reaktivning standart eritmasi bilan titrlangan. B reaktivning titri T_B ga teng. Eritmani titrlash uchun V_B ml standart eritma sarflangan. A moddaning namunadagi foiz miqdorini hisoblang.

Hisoblashda 1 g – ekv b modda bilan reaksiyaga kirishadi deb taxmin qilinadi.

Aniqlanayotgan modda bilan reaksiyaga kirishayotgan B reaktivning gramm miqdori:

$$q_B = T_B \cdot V_B \text{ ga teng.}$$

Proporsiya tuzamiz:

$$\begin{aligned} \frac{\vartheta_B - \vartheta_A}{q_B - q_A} & \quad q_A = \frac{\vartheta_A \cdot q_B}{\vartheta_B} \\ q_A & = \frac{\vartheta_A \cdot T_B \cdot V_B}{\vartheta_B} \end{aligned}$$

Foizda:

$$x = \frac{\vartheta_A \cdot T_B \cdot V_B}{\vartheta_B} \cdot \frac{100}{a}$$

Hisoblash vaqtida shuni nazarda tutish kerak: ba'zi xollarda titrlashda tekshirilayotgan eritmani butun hajmi (V_k) emas, balki uning bir qizmi (V_A) titrlanadi.

Shuning uchun aniqlanayotgan komponentning umumiy miqdori $T_A = \frac{q_A}{V_A}$ – formula bilan hisoblanadi.

q_A - aniqlanayotgan komponent miqdori (g).

$$q_A = \frac{\vartheta_A \cdot T_B \cdot V_B}{\vartheta_B}$$

Aniqlanayotgan moddaning umumiy miqdori titr orqali quyidagi formuladan hisoblab topiladi:

$$q_A = T_A \cdot V_k = \frac{\vartheta_A \cdot T_B \cdot V_B \cdot V_k}{\vartheta_B \cdot V_A}$$

3-misol. Konsentratsiyasi noma'lum bo'lgan nitrat kislotani 250ml li kolbaga solib, belgisigacha distillangan suv qo'shib suyiltilgan. Hosil bo'lgan eritmaning 25 ml ini titrlash uchun titri $T_{NaOH / HNO_3} = 0,06300 \text{ g/ml}$ bo'lgan NaOH eritmasidan 32 ml sarf bo'lgan. Namunadagi HNO_3 ning grammlar hisobidagi miqdori (q_{HNO_3}) hisoblab topilsin.

Echish. Bu masala quyidagi proporsiya yordamida yechiladi:

$$\frac{V_k}{V_A} = \frac{250}{25} = 10$$

$$(q_{HNO_3}) = T_{NaOH / HNO_3} \cdot V_{NaOH} \frac{V_k}{V_A} = 0,06300 \cdot 32 \cdot 10 = 20,16 \text{ g.}$$

Tayyorlangan eritmalarining normalligini hisoblash.

Tayyorlangan eritmalarining titrini hisoblash uchun tarozida tortilgan massani olingan eritma hajmiga bolish kerak. Eritmaning titri bilan normalligi o'zaro quyidagicha bog'langan:

$$T = \frac{N \cdot \vartheta}{1000} \text{ g/ml} \quad \text{yoki} \quad N = \frac{T \cdot 1000}{\vartheta} \text{ ekv/l.}$$

Eritmaning normalligini aniqlashda eritma titrini (T) 1 n. Eritmaning titri (T_1) ga bo'lgan nisbatidan foydalanish ham mumkin:

$$N = \frac{T}{T_1}$$

Masalan, $NaCO_3$ ning tayyorlangan eritmasining titri $T=0,005312 \text{ g/ml}$, uning 1 n. Konsentratsiyali eritmasining titri $T_1 = 53,0:1000=0.053 \text{ g/ml}$, normalligi:

$$N_{Na_2CO_3} = \frac{0,005312}{0,05300} = 0,1002$$

4-misol. HCl ning 50ml 2 n. eritmasini 0,3 n. ga aylantirish uchun qanday hajmgacha suyiltirish kerak?

Echish. Eritma hajmining uning normalligiga ko'paytmasi eritmaning shu hajmdagi tegishli moddaning mg – ekv lar sonini ko'rsatadi. Agar eritma suyiltilsa uning hajmi va

normalligi o'zgaradi, lekin undagi erigan moddaning umumiy mg – ekv lar miqdori o'zgarmasdan qoladi:

$$N_1 \cdot V_1 = N_2 \cdot V_2$$

Misolga tatbiq etsak:

$$V \cdot 0,3 = 50,0 \cdot 2$$

Bundan

$$V = \frac{50,2 \cdot 2}{0,3} = 333ml$$

Shunday qilib, HCl ning 2 n. 50 ml eritmasini 0,3 n. li eritmaga aylatirish uchun eritmaning hajmi 333 ml ga yetguncha suv bilan suyiltirish kerak.

5-misol. 30 ml 0,2 n. eritmada erigan modda 1 n. eritmaning qancha hajmida bo'ladi?

Yechish. Ikkala eritmada ham erigan moddaning miqdori bir hil bo'lgani uchun ular hajmining normalliklariga ko'paytmasining qiymati ham bir xil bo'lishi kerak:

$$V \cdot 1 = 30 \cdot 0,2; \quad V = 6 \text{ ml}$$

Normalligi ma'lum bo'lgan berilgan eritma 1 n. eritmaning qanchasiga ekvivalent ekanligini topish uchun berilgan eritmaning hajmini uning normalligiga ko'paytirish kerak.

Mustaqil echish uchun masalalar

1. Bura $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ namunasini titrlash uchun 0,11 n. HCl eritmasidan 30 ml sarf bo'ladi. Namunani massasini toping.

2. Oksalat kislota $H_2C_2O_4 \cdot 10 H_2O$ ning 0,5 g. namunasini neytrallash uchun KOH eritmasidan 40 ml sarf bo'lgan. Ana shu ishqor eritmasining titri va normalligimi toping.

3. NaOH eritmasining 250 ml da shu moddaning 10,00 g bor. Bu eritmaning titri qanchaga teng?

4. NaCl ning eritmasini $AgNO_3$ eritmasi bilan titrlashda indikator sifatida K_2CrO_3 ishlatilishi nimaga asoslangan?

5. Titremetrik analizda qanday reaksiyalardan foydalaniladi va ular qanday talablarga javob berishi kerak?
6. Na_2CO_3 eritmasini fenolftalein indikatorini ishtirokida HCl eritmasi bilan titrlashda ekv – lik nuqtasidagi pH ni hisoblash formulasini keltiring.
7. Titremetrik analizda qabul qilingan hajm va sig‘im birliklarini aytib bering.
8. Nima sababdan byuretkalar va pipetkalar ishlatishdan avval to‘ldiriladigan eritmalar bilan chayib tashlanadi?
9. Ma’lum hajmdagi eritma tayyorlash uchun qanday idishlar ishlatiladi?
10. Nima uchun pipetka uchida qolgan tomchini puflab tushirish yaramaydi?
11. Tarkibida 0,01 n. HCl ; 0,01 n. NaOH ; 0,01 n. CH_3COOH ; 0,01 n. NH_4OH ; 0,01 n. CH_3COONa ; 0,01 n. H_2SO_4 ; 0,005 n. HCl va 0,0001 n. NH_4OH bo‘lgan eritmalar uchun $[H^+]$ va pH larni hisoblab chiqaring.
12. 25 ml KOH eritmasini titrlash uchun 0,12 n. H_2SO_4 eritmasidan 37,5 ml sarf bo‘lgan. KOH eritmasining titri normalligini toping/
13. Soda Na_2CO_3 eritmasini titrlash uchun 25 ml 0,2 n. H_2SO_4 sarflangan bo‘lsa, shu eritmada qancha Na_2CO_3 bor?
14. 25,0 ml 0,1 n. NaOH eritmasi 0,1 n. HCl bilan neytrallansa, necha ml HCl sarf bo‘ladi? Shu NaOH eritmasini titrini va normalligini toping.
15. 0,2 n. eritma olish uchun 2 l 0,25 n. HCl eritmasiga qancha suv qo‘shish kerak.
16. 300 ml 2 n. oksalat kislota eritmasini titrlash uchun necha gramm ishqor olish kerak?
17. Eritmada 2,8640 g KOH bor. Shu eritmaning H_2SO_4 bo‘yicha titrini aniqlang.
18. Sirka kislota eritmasini titrlashga titri 0,0025 g/ml ga teng bo‘lgan 20 ml NaOH eritmasi sarflangan bo‘lsa, kislota eritmasining titri va normalligini aniqlang.
19. 24,0 ml 0,1 n. HNO_3 eritmasini neytrallash uchun 0,005 n. Ca(OH)_2 eritmasidan necha millilitr kerak?

20. NaOH ni 1,0032 g miqdori 250ml li o'lchov kolbasida eritilgan. Olingan eritmaning 20 ml ni titrlashga 19,2 ml HCl ketgan. NaOH eritmasining % hisobidagi konsentratsiyasini toping.
21. Tarkibida 2,45 g H_2SO_4 bor eritmani neytrallash uchun 2 n. NaOH dan necha ml talab ertiladi?
22. 0,5420 g $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ ni titrlash 26,32 ml HCl sarflangan. HCl ning titri, normalligini hisoblab toping.
23. HCl eritmasining titri 0,003595 g/ml ga teng. Uni normalligini va 100 ml 0,1 n. eritma tayyorlash uchun boshlang'ich eritmada necha ml olish kerakligini hisoblang.
24. 20 ml KOH ni titrlash uchun 16,4 ml 0,1 n. HCl eritmasi sarflangan. Kalsiy gidroksid eritmasining titrini va normalligini toping.
25. Agar HNO_3 eritmasining titri 0,006324 g/ml ga teng bo'lsa, uning 500 ml da qancha HNO_3 bor?
26. NaOH ning 25 ml ni titrlash uchun 17,5 ml 0,1 n. HCl eritmasi sarflangan. Ishqor eritmasining titrini va normalligini toping.
27. 20 ml 0,05 n. KOH eritmasini heytrllash uchun 25 ml H_2SO_4 eritmasi sarflangan. H_2SO_4 eritmasini normalligini toping.
28. 1 l 0,001n. H_2SO_4 eritmasini tayorlash uchun 10% li H_2SO_4 dan necha ml olish kerak?
29. 100 ml 0,1 n. oksalat kislota eritmasini tayyorlash uchun necha gramm kislota olish kerak?
30. 1 litr 0,1 n. HCl eritmasining tayorlash uchun 10% li HCl dan necha ml olish kerak?
31. 0,0005 n. HCl eritmasining pH va pOH ni toping.
32. Oksalat kislotaning olingan tortimi 1,6975 g. shundan tayorlangan 100ml eritmaning titri va normalligini toping.
33. 600 ml sulfat kislota eritmasida 7,350 g H_2SO_4 bor. Eritmani molyarligi va normalligini toping.

34. 25 ml H_2SO_4 eritmasini titrlashga NaOH ning 22,5 ml 0,1 n. eritmasi sarflangan. 500 ml analiz qilinayotgan eritmada qancha H_2SO_4 bor? Uning titri va normalligini aniqlang.

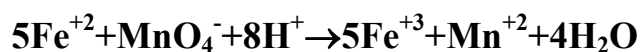
Amaliy mashg'ulot № 8. Permanganometriya usuliga doir masalalar yechish.

Permanganometriya usuli permanganat ionlarining kislotali, neytral va ishqoriy muhitlarda oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga asoslangan.

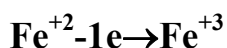
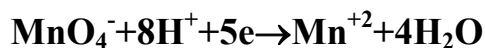
Kislotali muhitda permanganat ionlarining Mn^{+2} ga qaytarilish katta ahamiyatga ega. Kuchli kislotali muhitda permanganat ionlarining yuqori oksidlovchilik xususiyati uning yuqori oksidlanish-qaytarilish potentsiali bilan tushuntiriladi:

$$E^0_{\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}} = +1,516$$

Misol sifatida Fe^{+2} ionlarining oksidlanish reaksiyasini ko'rib chiqamiz:



Bu reaksiyada marganets ionlari 5 elektron qabul qilib qaytariladi, temir 1 elektron berib oksidlanadi:



Permanganatning bu reaksiyada gramm-ekvivalentini hisoblasak:

$$\mathfrak{E} = \frac{M_{\text{KMnO}_4}}{5} = \frac{158}{5} = 31,61\text{r}$$

$\text{MnO}_4^-/\text{MnO}(\text{OH})_2$ ionlar juftining standart potentsiali +0,59 v.ga teng. Shuning uchun permanganat ioning neytral va ishqoriy muhitlarda oksidlovchilik xususiyati kam bo'lib, kam qo'llaniladi.

Bundan tashqari, kislotali muhitda permanganatni qizil-binafsha rangi rangsizlanadi va ekvivalent nuqtada eritma pushti ranga kiradi. Neytral muhitda titrlash jarayonida qo'ng'ir cho'kma tushib ekvivalent nuqtani aniqlashga to'sqinlik qiladi. Bu holat ham kislotali muhitda titrlashni afzalligini bildiradi.

KMnO₄ eritmasini tayyorlash va saqlash.

Yuqorida ko'rsatilganlarga muvofiq permanganatometriya titrlash usulida indikator qo'llanilmaydi, chunki permanganat eritmasi o'zi rangli bo'lib ko'pincha titrlash uchun 0,02-0,05 N eritmasi qo'llaniladi.

Quruq KMnO₄ tarkibida doim qaytarilgan mahsulotlari-MnO₂ bor bo'ladi. Bundan tashqari suvda eritilganda suv tarkibidagi qaytaruvchilar – ammiak, organik moddalar bilan reaksiyaga kirishib konsentratsiyasi kamayadi. Tayyorlangan KMnO₄ eritmasini quruq tuzni tortilgan holda tayyorlash mumkin emas.

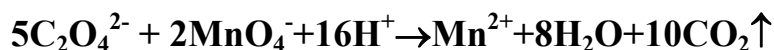
KMnO₄ eritmasi ammiak va suv tarkibidagi organik moddalardan tashqari rezina, yog'och tiqin (probka), qog'ozlarni ham oksidlaydi. Nur ta'sirida ham permanganat parchalanishi tezlashadi. Shuning uchun filtrlashda shisha filtrlari yoki shisha sifoni orqali quyilib qoramtir tusdagi idishlarda saqlanadi.

1l 0,02 N permanganat eritmasini tayyorlash uchun texnik tarozida 0,63 g KMnO₄ kristallarini tortib olib stakanga solinadi va qaynoq distillangan suvda eritilib qoramtir tusli idishga quyilib shisha tiqin bilan berkitiladi va 7-10 kungacha saqlanadi. Bundan keyin shisha filtr orqali filtrlanadi yoki shisha sifon orqali boshqa idishga qo'yilib konsentratsiyasini aniqlashadi.

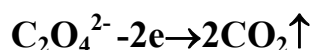
KMnO₄ eritmasini titrini aniqlash. KMnO₄ eritmasini titrini aniqlash uchun natriy oksalati, shavel kislotasi, margimush oksidi, temir kukunidan foydalanish mumkin.

Bu moddalardan eng qulayligi natriy oksalati yoki shavel kislotasi eng qulayi hisoblanadi. Shavel kislotasi 2 molekula suv qabul qilib barqaror kristallar hosil qiladi.

Oksalat ionlarini permanganat bilan titrlashda quyidagi reaksiya kuzatiladi:



Oksalat ionini oksidlanishi quyidagicha boradi:



Shuning uchun ekvivalentini aniqlashda molekulyar massasi ikkiga bo'linadi:

$$\mathfrak{E}_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}} = \frac{126,06}{2} = 63,03\text{r}$$

Shavel kislotasini aniq eritmasini tayyorlashda analitik tarozida tortilib 250 ml kolbada eritiladi, belgisigacha distillangan suv quyilib yaxshilab arashtiriladi.

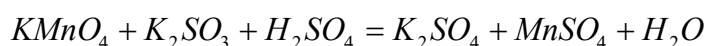
KMnO₄ eritmasini konsentratsiyasini aniqlash uchun pipetka yordamida 10 ml shavel kislota eritmasi olinib titrlovchi kolbaga solinadi, ustiga 10-15 ml 10% li sulfat kislota qo'shiladi, aralashma $\approx 80^{\circ}\text{S}$ gacha qizdirilib, permanganat eritmasi bilan och pushti rang hosil bo'lguncha titrlanadi.

Permanganatni birinchi tomchilari reaksiyaga sekin kirishadi, va Mn⁺² hosil bo'lgach reaksiya tezligi oshib ketadi. Bu holda reaksiya maxsuloti Mn⁺² o'zi reaksiyaga katalitik ta'sir ko'rsatadi. Bu turdagi kataliz avtokataliz deb ataladi. Shuning uchun permanganatni birinchi tomchilarini tomizilganda pushti rang rangsizlanguncha yaxshilab aralashtirilib turishi kerak va undan keyin titrlashni har doimdek davom ettirish kerak.

Permanganatometriya usuli analizda keng tarqalgan. Yuqori standart potensialga ega bo'lgan (+1,51 v) permanganat hamma, potentsiali undan past qiymatga ega bo'lgan ionlarni oksidlash qobiliyatiga va analiz qilishga ega.

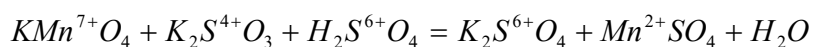
Bu usulda Fe⁺², vodorod peroksidini, nitritlarini, sulfitlarni, kaltsiy va magniyni po'lat va cho'yan tarkibida va xakozo aniqlashlarda keng ko'lamda qo'llaniladi.

1-misol. Quyidagi oksidlanish-qaytarilish reaksiyasini elektron balans usulida tenglashtiring va koeffitsentlar tanlang:

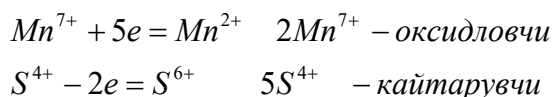


Echish:

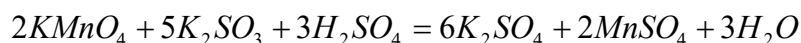
1. Reaksiyaga kirishayotgan moddalarning formulalarini reaksiya tenglama sining chap tomoniga, hosil bo'ladigan moddalarning formulalarini esa reaksiya tenglamasining o'ng tomoniga yoziladi, reaksiyadan keyin oksidlanish darajasi o'zgargan elementlarning oksidlanish darajasi aniqlanadi hamda ular har qaysi element belgisi ustiga yoziladi, masalan:



2. Oksidlovchi va qaytaruvchini aniqlab, yuqoridagi qoidaga asosan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining elektronlar balans tenglamasi tuziladi:



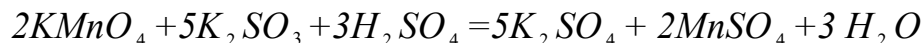
3. Elektronlar balans tenglamasida topilgan eng kichik ko'paytuvchi sonlar (2 va 5) oksidlovchi va qaytaruvchi moddalar molekulasi oldiga quyiladigan koeffitsientlar bo'ladi. So'ngra koeffitsientlarga qarab reaksiyada ishtirok etuvchi boshqa moddalar formulalari oldiga qo'yilishi kerak bo'lgan koeffitsientlar topiladi va tenglama tenglashtiriladi:



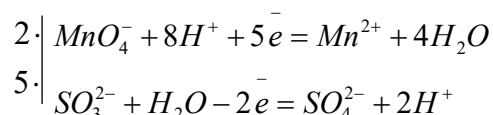
4. Tenglamaning ikki tomonidagi har bir element atomlarining sonini sanab chiqish orqali tenglamaning to'g'ri ekanligini tekshirib ko'riladi.

Oksidlanish – qaytarilish reaksiyalarida gramm - ekvivalent miqdori oksidlovchi yoki qaytaruvchi molekulyar massasining shu reaksiyada qaytaruvchi bergan yoki oksidlovchi olgan elektronlari soniga bo'lish yo'li bilan topiladi.

2-misol. Kaliy permanganat kaliy sulfatning gramm – ekvivalentlari miqdorlaridagi reaksiya bo'yicha aniqlansin:



Yechish: Gramm – ekvivalentlarni topish uchun ionli elektron tenglama tuziladi:



Reaksiyadan ko'rinib turibdiki, MnO_4^- beshta elektron qabul qiladi, kaliy sulfit esa ikkita elektron beradi, demak:

$$\mathcal{E}_{KMnO_4} = \frac{M_{KMnO_4}}{5} = \frac{158}{5} = 31,60g$$

$$\mathcal{E}_{K_2SO_3} = \frac{M_{K_2SO_3}}{2} = \frac{158,26}{2} = 79,13g \text{ teng.}$$

Har qanday moddaning bir gramm – ekvivalenti boshqa moddaning faqat bir gramm – ekvivalenti bilan reaksiyaga to'la krishadi.

Shunday qilib, kimyoviy reaksiyaning ekvivalentlik nuqtasida bitta reaksiyaga kirishayotgan moddaning gramm – ekvivalent soni (n_A) har doim boshqa moddaning

gramm – ekvivalent soniga (n_B) ga teng bo‘ladi. Bunga asosan quyidagicha yozish mumkin:

$$n_A = n_B$$

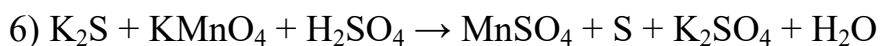
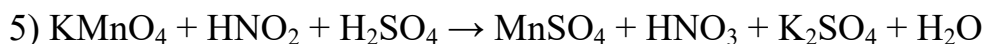
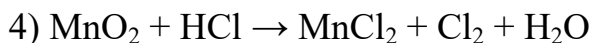
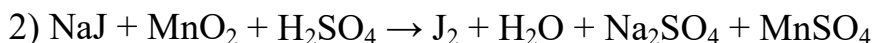
agar bitta moddaning gramm – ekvivalent sonini bilsak, boshlang‘ich modda bilan reaksiyaga kirishgan boshqa moddaning grammlar sonini osonlik osonlik bilan aniqlash mumkin.

Ekvivalentlik qoidasi va gramm – ekvivalent tushunchasi analitik kimyoda katta ahamiyatga ega bo‘lib, gramm – ekvivalent asosiy son hisoblanadi va ulardan titrimetrik analiz natijasini hisoblashda, normal konsentratsiyali eritmalar tayorlashda va sifat analizning optimal sharoitlarini tanlashda foydalaniladi.

Mustaqil echish uchun masalalar

1. Quyida ko‘rsatilgan moddalardan faqat oksidlovchi, faqat qaytaruvchi va ham oksidlovchi ham qaytaruvchi xossaga ega bo‘lgan moddalarni ko‘rsating: a) MnO_2 , KMnO_4 , P_2O_5 , Na_2S ; b) K_2SO_3 , HNO_3 , H_2S , NO_2 ; c) Cr , Na_2CrO_4 , KCrO_2 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$; d) NH_3 , KClO_2 , N_2 , KNO_3 , K_2MnO_4 .

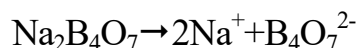
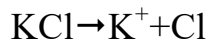
2. Quyida keltirilgan oksidlanish – qaytarilish reaksiyalariga koeffitsiyentlar tanlang. Qaysi modda oksidlovchi, qaysi biri qaytaruvchi.



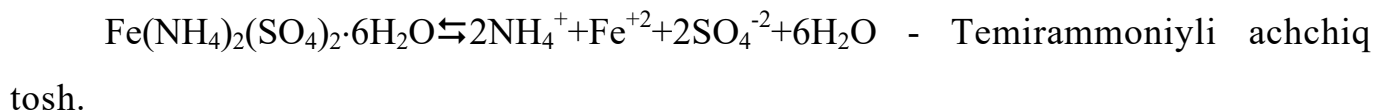
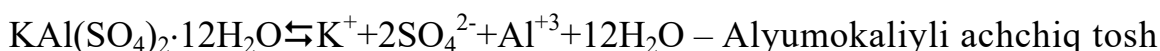
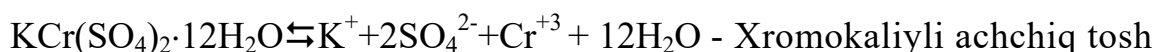
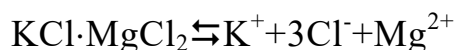
Amaliy mashg'ulot № 9. Kompleksonometriya usuliga doir masalalar yechish.

Analitik kimyoning sifat analizida analitik guruh kationlarini o'rganishda oddiy tuzlar bilan bir qatorda tarkibi jihatdan ancha murakkab bo'lgan birikmalarni ham uchratamiz bu qo'shalok va kompleks tuzlardir. Masalan:

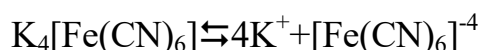
Oddiy tuzlar:



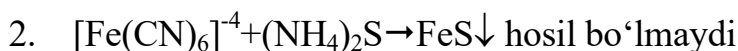
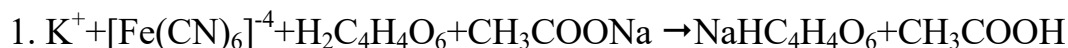
Qo'shaloq tuzlar:



Demak bu tuzlar eritmada dissotsilanib, tegishli oddiy tuzlarning ionlarini hosil qiladi, ya'ni ular oddiy tuzlarning aralashmasidek bo'ladi. *Bunday tuzlar qo'shaloq tuzlar deyiladi.* Ammo yuqori tarkibdagi (tuzlar) birikmalar hamma vaqt shunday dissotsilanmaydi. Bularga misol qilib kompleks tuzlarni aytish mumkin. Masalan: kompleks tuz kaliy ferrotsianidni -dissotsilanishini ko'rsak

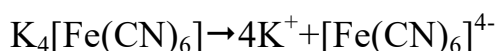


Suvli eritmada K^+ ioni borligini ko'rish uchun K^+ ga xos reaksiya ish natijasida kuzatish mumkin. Ammo eritmaga $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ ta'sir ettirilsa, FeS cho'kmasi hosil bo'lmasligini kuzatamiz.

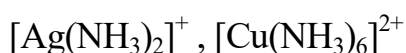


Demak 2 chi reaksiyadan ko'rinib turibdiki, $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ eritmasida Fe^{+2} ionlari ham, CN^- ionlari deyarli yo'qligini va eritmada kompleks ionlar $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{-4}$ bor

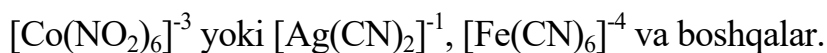
ekanligini ko'rsatadi. O'rganilayotgan kompleks tuz $K_4[Fe(CN)_6]$ mana bunday tenglama bilan dissotsilanadi.



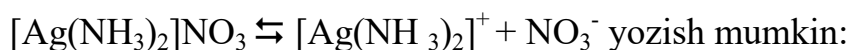
Eritmada K^+ kationi va $[Fe(CN)_6]^{4-}$ kompleks anion mavjud bo'lib, anion tarkibiga kirgan Fe^{2+} kation CN^- anion ionlarini sifat reaksiya yordamida aniqlab bo'lmaydi, chunki ular eritmada erkin holda uchramaydilar. Kompleks birikmalar tuzilishiga qarab ularning ionlari musbat zaryadlangan (kationlar holida):



manfiy zaryadlangan (anionlar holida) bo'lishi mumkin:



Kompleks tuzlarni masalan, $[Ag(NH_3)_2] NO_3$ dissotsialanishi, qaytar jarayon bo'lib,



Vernerning koordinatsion nazariyasiga muvofiq har qanday kompleks birikma masalan: $K_4[Fe(CN)_6]$

Bu yerda:

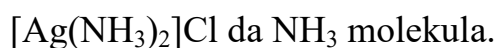
K^+ - tashqi koordinatsion sfera

$[Fe(CN)_6]^{4-}$ - ichki koordinatsion sfera

Fe^{+2} - markaziy atom yoki kompleks hosil qiluvchi

CN^- - ligand yoki addent deyiladi

Ligandlar soni 2 dan 6 gacha o'zgarishi mumkin, u ion (CH_3^- ; CH_3COO^- ; NO_2^- , $S_2O_3^{2-}$) molekula (NH_3) bo'lish mumkin



Kompleks ionning zaryadi uni hosil qilgan ionlar (ya'ni markaziy atom bilan ligandning) zaryadlarining algebraik yig'indisiga teng. Masalan, $[Fe(CN)_6]^{4-}$ markaziy atomi zaryadi $Fe (+2)$ ligandning zaryadi $CN^- (-1) \cdot 6 = -6$, ya'ni kompleks ionni zaryadi: $+2+(-6) = -4$ ga teng bo'ladi.

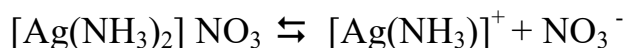
Kompleks tuzlarni dissotsiatsiya jarayoni bosqichli o'tadi:

Masalan: $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{NO}_3$ eritmasiga Cl^- ioni bor eritmada qo'shsak bunda Ag^+ ioni bo'lsa AgCl oq cho'kmasi tushish kerak edi, ammo bu yerda cho'kma tushmaydi, demak Ag^+ ioni eritmada yo'q, ekanligini ko'rsatadi. Agar shu eritmaga KI eritmasidan qo'shsak bunda AgI sarg'ish cho'kma ($\text{Ag}^+ + \text{I}^- \rightarrow \text{AgI} \downarrow$) tushadi bu esa juda oz miqdorda bo'lsa dam eritmada Ag^+ ionlari borligini ko'rsatadi. Nima uchun Cl^- ioni bilan cho'kmaga tushmaganligi va I^- ioni bilan cho'kma hosil qilishiga asosiy sabab ularning eruvchanlik ko'paytmasi katta farq qilishidir, masalan:

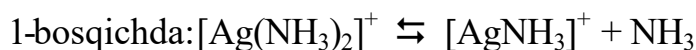
$$E_{\text{K}_{\text{AgCl}}} = 10^{-10}$$

$$E_{\text{K}_{\text{AgI}}} = 10^{-18}$$

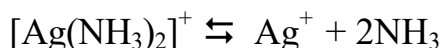
Agar biz quyidagi kompleks tuzni dissotsiylanishini ko'rib chiqsak:



Uning ichki koordinatsion sferasi bosqich bilan dissotsilanadi.

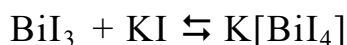
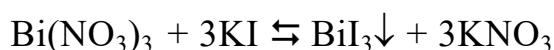


Demak juda oz miqdorda bo'lsa ham Ag^+ ionlari hosil bo'ladi, ikki bosqichni tagiga chizib keraklilarini qisqartirsak unda

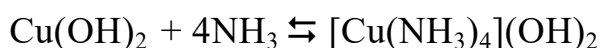


Kompleks tuzlarni bir necha usullar bilan olish mumkin:

1. Biriktirish usuli:



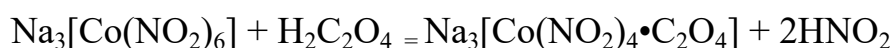
2. Kiritish usuli:



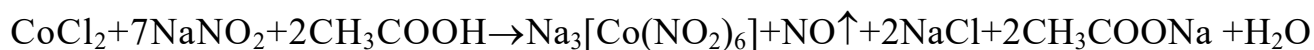
3. Metallarni kislota aralashmasida eritish bilan:



4. Siqib chiqarish usuli bilan. Odatda komplekslarning aralashma ligandlar hosil bo'ladi:



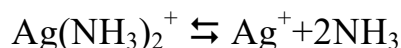
5. Kationlarni ochish reaksiyalarida ham kompleks tuzlar hosil bo'lishi mumkin:



AgCl eritmasiga ammiak qo'shilsa, quyidagi reaksiya boradi:



Hosil bo'lgan kompleksni ichki kordinatsion sferasini dissotsiatsiylanishini quydagicha yozsak:



Bu muvozanatga massalar ta'sir qonunini qo'llab muvozanat konstantasini topamiz:

$$K_{\text{muv}} = [\text{Ag}^+] \cdot [\text{NH}_3]^2 / [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$$

K- beqarorlik konstantasi. Agar kompleks beqaror bo'lsa $\text{Ag}^+ + \text{NH}_3$ hosil bo'lishi ko'p bo'ladi va natijada kompleks beqaror bo'ladi va teskarisi $\text{Ag}^+ + \text{NH}_3$ ionlari miqdori kam bo'lsa unda kompleks barqaror bo'ladi.

Beqarorlik konstantasi quyidagi tenglama orqali ifodalanadi:

$$K_{\text{beqaror}} = [\text{Ag}^+] \cdot [\text{NH}_3]^2 / [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ = 5,8 \cdot 10^{-8}$$

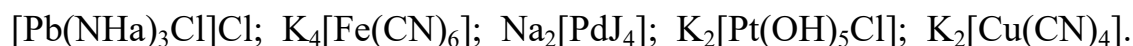
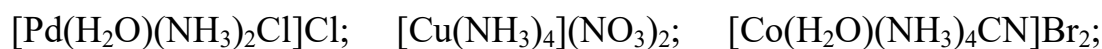
Barqarorlik konstantasining teskari qiymati beqarorlik konstantasi deb ataladi:

$$K_{\text{barqaror}} = 1 / K_{\text{beqaror}}$$

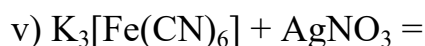
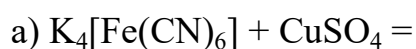
Har xil komplekslarning beqarorlik konstantalari har xil qiymatga ega bo'ladi.

Mustaqil echish uchun masalalar

1. Quyidagi kompleks birikmalarni nomlang:



2. Hosil bo'luvchi kompleks birikmaning cho'kma ekanligini hisobga olgan holda quyidagi reaksiyalarni molekular va ionli shaklda yozing.



3. Quyidagi kompleks birikmalarning formulalarini yozing:

a) kaliy ditsianoargentat; b) geksaaminnikel (II)xlorid; v) natriy geksatsianoxromat (III); g) geksaaminkobalt(III)bromid; d) tetraaminkarbonatxrom (III)sulfat; e) diakvatetraaminnikel (II)nitrat; j) magniy triflorogidroksoberrillat.

4. $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$ ionining beqarorlik konstantasi 1×10^{-21} ga teng. Tarkibida 0,06 mol / l $\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$ va 0,01 mol / l KCN bo'lgan eritmadagi kumush ionining konsentratsiyasini hisoblang. (J: $[\text{Ag}]^+ = 5 \times 10^{-19}$ mol / l).

5. Quyidagi kompleks birikmalarda markaziy ionning zaryadini, hamda ularning koordinatsion sonini aniqlang.

$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$; $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}$; $\text{Na}[\text{Co}(\text{NH}_3)_2(\text{NO}_2)_4]$; $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Br}_2]\text{NO}_3$; $\text{K}[\text{AuCl}_4]$; $\text{K}_2[\text{Hg}(\text{CN})_4]$.

6. Quyidagi elektroneytral kompleks birikmalarni nomlang.

$[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{PO}_4]$; $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2(\text{SCN})_2]$; $[\text{Pd}(\text{NH}_2\text{OH})_2\text{Cl}_2]$; $[\text{Rh}(\text{NH}_3)_3(\text{NO}_2)_3]$; $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_4]$.

7. Quyidagi reaksiyalarning qaysi birlari borishi mumkin? Reaksiya tenglamalarini molekular va ionli shaklda yozing.

a) $\text{K}_2[\text{HgJ}_4] + \text{KBr} =$	d) $\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2] + \text{NH}_3 =$
b) $\text{K}_2[\text{HgJ}_4] + \text{KCN} =$	e) $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl} + \text{NiCl}_2$
v) $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl} + \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_3 =$	j) $\text{K}_3[\text{Cu}(\text{CN})_4] + \text{Hg}(\text{NO}_3)_2 =$
g) $\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2] + \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_3 =$	

8. Tarkibida 0,1 mol $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{NO}_3$ va 1 mol ammiaktutgan 1 l eritmaga a) 1×10^{-5} mol KBr qo'shilsa; b) 1×10^{-5} mol KJ qo'shilsa cho'kma tushadimi? $E_{\text{AgBr}} = 6 \times 10^{-13}$; $E_{\text{AgJ}} = 1,1 \times 10^{-16}$; $K_{\text{beq}}[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ = 6,8 \times 10^{-8}$.

(J: a) xa; b) yo'q).

9. Valent bog' lanish usulida kompleks ionlarning magnit xossalari tushuntiring: $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ va $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$. Bu ionlar hosil bo'lishida atom orbitallarining qanday gibridlanishi kuzatiladi?

10. Kompleks birikmalar dissotsialanishiga qrab kompleks kislotalarga, asoslarga, tuzlarga va noelektrolitlarga bo'linadi. Quyidagi moddalar kompleks birikmalarning qaysi

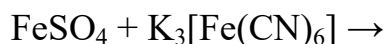
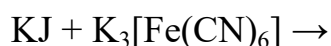
turiga kirishini ko'rsatib, ularni nomlang hamda barqarorlik konstantasi ifodasini yozing: $[\text{Ag}(\text{CN})_2]\text{OH}$, $(\text{NH}_4)_2[\text{Pt}(\text{OH})_2\text{Cl}_4]$, $\text{H}_2[\text{SiF}_6]$, $[\text{Co}(\text{NH}_3)_3\text{Cl}_3]$.

11. Kompleks birikmalarning dissotsialanish tenglamalarini tuzing: $\text{K}_2[\text{Co}(\text{CN})_4]$, $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$, $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]\text{SO}_4$, $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$. Kompleks ionlar uchun beqarorlik konstantalari ifodasini yozing.

12. Kompleks birikmalarning koordinatsion formulalarini yozing. Kompleks birikmalarning koordinatsion sonini 4 ga teng deb oling. Ular ni nomlang. $\text{CuSO}_4 \cdot 4\text{NH}_3$; $\text{Zn}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{KOH}$; $\text{HgJ}_2 \cdot 2\text{KJ}$; $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{NaCH}_3\text{COO}$.

13. Empirik formulasi $\text{CrCl}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ bo'lgan kompleks birikmada xromning koordinatsion sonini 6 ga tengligini hamda AgNO_3 uning 1 molidan 2 mol AgCl ni cho'ktirishi ma'lum bo'lsa, bu kompleks birikmaning formulasini yozib, uni nomlang.

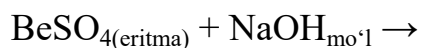
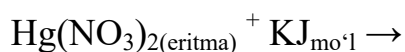
14. Kompleks birikmalarning reaksiya tenglamalarini yozing:



15. Dorivor moddalarda kaliy tuzlari borligini tekshirish, ularga $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ qo'shilganda oq kristall cho'kma hosil bo'lishiga asoslangan. KCl bilan $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ reaksiyasini yozing. Hosil bo'lgan kompleks birikmani nomlang va lining beqarorlik konstantasi ifodasini yozing.

16. Empirik formulasi $\text{CoClSO}_4 \cdot 5\text{NH}_3$ bo'lgan moddaga 2 ta kompleks birikma mos keladi. Ularning birida eritmasiga BaCl_2 qo'shilsa, BaSO_4 cho'kmaga tushadi. AgNO_3 qo'shilsa, cho'kma hosil bo'lmaydi. Ikkinchisiga esa AgNO_3 qo'shilsa, AgCl cho'kmaga tushadi. BaCl_2 qo'shilsa, cho'kma tushmaydi. Har ikkala kompleks birikmalarning formulalarini yozib, ular AgCl , BaSO_4 cho'kmalarni hosil qilish reaksiya tenglamalarini yozing. Bu kompleks birikmalarda izomeriyaning qaysi turi kuzatiladi?

17. Kompleks hosil bo'lish reaksiyalarini tugallab, ularni nomlang:



18. Quyidagi kompleks birikmalarda:

- | | |
|--|---|
| a) $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$ | d) $[\text{Cr}(\text{C}_2\text{O}_4)(\text{H}_2\text{O})_5]\text{Cl}$ |
| b) $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{CNSO}_4]$ | e) $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_5(\text{NO}_2)]\text{J}_2$ |
| c) $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_3(\text{NH}_3)_3]\text{Br}_3$ | f) $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_4(\text{H}_2\text{O})_2]\text{PO}_4$ |

xromning oksidlanish darajasi +3 ga teng. Bu birikmalardagi kompleks ionning zaryadi va kompleks xosil qiluvchining kordinasion sonini aniqlang.

19. Quyidagi oksidlanish darajasi +2 ga teng bo'lgan palladiy, platina, temir va nikel bilan xosil qilingan kompleks birikmalardagi

a) $[\text{Pt}(\text{NH}_3)\text{Cl}]\text{Cl}$,

b) $[\text{Pd}(\text{NH}_3)_2(\text{H}_2\text{O})\text{Cl}]\text{Br}$, c) $[\text{Pd}(\text{NH}_3)_3\text{NO}_2]\text{Cl}$,

d) $[\text{Fe}(\text{NH}_3)_3(\text{CN})]\text{Br}$, e) $[\text{Fe}(\text{CN})(\text{NH}_3)_3]\text{Cl}$ kompleks ionlar zaryadining miqdorini va ishorasini aniqlang.

20. quyidagi kompleks birikmalarda a) $\text{K}_2[\text{Cu}(\text{CN})_4]$, b) $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{SO}_4$, c) $\text{Zn}[\text{Ni}(\text{CN})_4]$, d) $\text{K}[\text{AuCl}_4]$, e) $\text{Cu}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, f) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$ kompleks xosil qiluvchining oksidlanish darajasini va kordinatsion sonini xisoblang.

III. LABORATORIYA MASHG'ULOTI MATERIALLARI.

ANALITIK KIMYO

1-laboratoriya ishi: Sifat reaksiyalarini bajarish texnikasi.

Ishning maqsadi: Sifat reaksiyalarini bajarish texnikasi bilan tanishish.

Sifat reaksiyalarini bajarish texnikasini o'rganish.

1. Laboratoriyada xalatsiz va sochiqsiz ishlash yaramaydi.
2. Tajribani bajarishga kirishishdan avval har bir tajribaning yozma bayonini juda e'tibor bilan o'qib chiqish va tajriba uchun olinayotgan moddaning xossalarini yaxshi bilib olish lozim.
3. Laboratoriyada ishlaganda ozodalikka, tinchlikka, batartiblikka va xavfsizlik texnikasi qoidalariga rioya qilish kerak. E'tiborsizlik va tartibsizlik ko'ngilsiz hodisalarga sabab bo'lishi mumkinligini unutmang
4. Laboratoriyada chekish, suv ichish va ovqatlanish yaramaydi.
5. Suyuqliklarni probirkada qizdirganda probirkani qiya ushlab, yuqorisidan boshlab asta-sekin qizdirish kerak. Bunda probirkaning og'zini - ishlayotganlardan boshqa tomonga qaratib ushlash lozim.
6. Yonib turgan gaz gorelkasi va elektr asboblarni nazoratsiz qoldirish mumkin emas.
7. Utkir hidli moddalar bilan olib boriladigan tajribalarni faqat mo'rili shkaf ichida o'tkazish lozim.
8. Rakovinaga kislota, ishqor, tez o't oladigan suyuqliklar hamda oltingugurtli birikmalarni to'kish yaramaydi. Ularni maxsus idishlarga yig'ish lozim.
9. Natriy metalini o'tkir, quruq pichoq bilan filtr qog'oz ustida kesish kerak. Uning qiyqindilarini, qoldig'ini rakovinaga tashlamang, balki quruq kerosin yoki vazelin moyi solingan alohida shisha idishlarga yig'ishtirib oling
10. Etil efir, opirt, benzol, atseton, sirka→etil efir, petroley efir va boshqa tez yonuvchan moddalar bilan ishlaganda bu moddalarni bevosita alangada qizdirish, alanga yaqinida saqlash taqiqlanadi. Ularni suv hammomida yoki maxsus elektr plitalaridagina

qizdirish mumkin

11. Idishdagi suyuqlik tasodifan alangalanib ketgan taqdirda avvalo qizdirish manbaini o`chirish, so`ngra alangani sochiq yoki chinni kosacha bilan yopish lozim. Agar suyuqlik stolga to`kilib yonayotgan bo`lsa, uni faqat qum bilan o`chiring. O`tni suv bilan o`chirish yaramaydi, chunki organik erituvchilar, odatda, suv bilan aralashmaydi va suv bilan yoyilib ketib, alangani kengaytiradi.

12. Agar ishlayotgan kishilarning kiyimi yonib ketsa, uni darhol adyol yoki qalin material bilan berkitib, yonayotgan kiyimga havo kirishini to`xtatish lozim.

13. Kontsentrangan sulfat kislotani suyultirishda suvni kislotaga emas, balki kislotani suvga tomchilatib, muttasil aralashtirib turgan holda qo`shish kerak, aks holda kislota sachrab, portlashi mumkin.

14. O`yuvchi ishqorlar chinni stakanda yoki kosachada eritiladi.

15. Laboratoriyada moddaning mazasini tatib ko`rish taqiqlanadi.

16. Ishni tugatgach, ish joyini tartibga keltirish va elektr asboblari, suv gazning o`chirilgan o`chirilmaganini tekshirib ko`rish lozim.

2-laboratoriya ishi: I-II guruh kationlarini ochish reaksiyalarini va aralashmasini analizini bajarish.

Ishning maqsadi: I-II guruh kationlarini ochish reaksiyalari tajribalarini bajarish. I-II guruh kationlarini aralashmasini analizini bajarish.

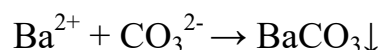
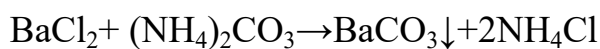
Birinchi analitik grupp kationlariga kaliy, natriy, ammoniy, litiy va magniy kationlari kiradi. Ular umumiy grupp reagentiga ega emas. Bu xossa ularni boshqa gruppalardan farqlab turadi. Birinchi grupp kationlari ikki gruppachaga bolinadi: NH_4^+ , K^+ (Rb^+ , Cs^+) va Na^+ , Li^+ , Mg^{2+} . Birinchi gruppacha kationlari $\text{Na}_3[\text{CO}(\text{NO}_2)_6]$, $\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ reagentlari ta`siridan cho`kadi. Ikkinchi gruppacha umumiy reagentga ega emas. Kaliy, natriy, ammoniy, litiy ionlarining gidroksid, xlorid, nitrat, atsetat, sulfat va sulfidlari suvda yaxshi eriydi va ular rangsiz. Ularning xromat, dixromat, manganat, geksanitritokobaltat, ferrosianid va ferrisianidlari rangli. Ishqoriy metallar gidroksidlari

kuchli ishqorlar boʻlib, suvda toʻliq ionlanadi. Shu bois ularning kuchli kislotalar bilan hosil qilgan tuzlari gidrolizlanmaydi, kuchsiz kislotalar bilan hosil qilgan tuzlari ishqorli gidrolizlanadi. Ammoniy gidroksid kuchsiz asos boʻlganligi uchun ammoniy tuzlari gidrolizlanadi.

Ikkinchi analitik grupp kationlariga kalsiy, bariy va stronsiy kationlari kiradi. Ular umumiy grupp reagenti $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$. Bu xossa ularni boshqa gruppalardan farqlab turadi.

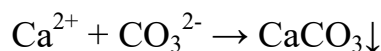
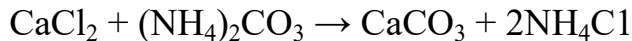
Bariy kationining reaksiyalari

Ammoniy karbonat bariy ion bilan sekin-asta yirik kristall choʻkmaga aylanadigan oq amorf choʻkma hosil qiladi:



Kalsiy kationing reaksiyalari

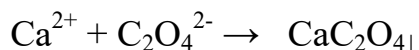
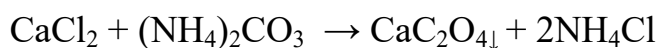
Ammoniy karbonat - $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ kalsiy ion bilan qizdirilganda kristal holatiga oʻtadigan oq amorf choʻkma - CaCO_3 hosil qiladi:



CaCO_3 choʻkmasi kuchli kislotalar va CH_3COOH da eriydi

Reaksiyani bajarish. 2-3 tomchi CaCl_2 eritmasiga $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ eritmasidan 3-4 tomchi tomiziladi.

Ammoniy oksalat - $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ Ca^{2+} ion bilan qoʻshilganda CaC_2O_4 ning oq mayda kristall choʻkmasini hosil qiladi:



Reaksiyani bajarish. Bunda 1-2 tomchi CaCl_2 eritmasiga 2-3 tomchi $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ eritmasi qoʻshiladi.

I-II guruh kationlarini ochish reaksiyalarini bajarish va ularning aralashmasini analizi.

Birinchi va ikkinchi gruppalar kationlari aralashmasi bir jinsli (choʻkmasiz eritma) yoki ikki jinsli (choʻkmali eritma) shaklida boʻlishi mumkin. Aralashma bir jinsli boʻlsa,

analiz ancha yengil o'tadi. Agar aralashma tarkibi cho'kma va eritmadan iborat bo'lsa, analiz murakkablashadi. Murakkablashish cho'kmani eritish, uni analiz uchun qulay shaklga o'tkazish va boshqalar bilan bog'liq bo'ladi. Biz analiz usullari orasidan eng sodda va qulayini tanlab, shu usul ustida to'xtalamiz.

Har qanday moddani (aralashmani) sistematik analiz qilishdan oldin taxminiy sinashlar o'tkaziladi (darslik, 2003, 51-53- betlar).

1. **Taxminiy sinashlar:** a) *eritma pH qiymatini aniqlash* uchun universal indikator qog'ozidan foydalaniladi; b) ikkinchi analitik grupp kationlari borligini tekshirish grupp reagenti - $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ va ammiakli bufer aralashma ishtirokida olib boriladi. Bunda eritmaga ammoniy ioni qo'shilayotganligi uchun ham analizni boshlashdan oldin NH_4^+ *ioni topilishi* kerak. NH_4^+ ionini topish uchun ishqor eritmasi yoki Nessler reaktivi ta'sirida boradigan sifat reaksiyalardan foydalaniladi; d) agar tekshiriladigan eritma ostida cho'kma bo'lsa, cho'kma tarkibida birinchi va ikkinchi gruppalar kationlarining suvda erimaydigan tuzlari bo'lishi mumkin. Bu tuzlarning sulfatlardan tashqari barchasi sirka yoki suyultirilgan xlorid kislota eritmalarida eriydi. Cho'kma tarkibida sulfatlar borligini tekshirib ko'rish uchun tekshiriladigan aralashma astoydil chayqatilib, hosil qilingan loyqadan 2-3 tomchi olinadi va unga 3-4 tomchi 2 N HCl eritmasi tomiziladi. Agar cho'kma to'liq erimasa, tekshiriladigan cho'kmali eritma tarkibida sulfatlar bor, deyish mumkin. Cho'kma tarkibida sulfatlar bo'lsa, ikkinchi analitik grupp kationlari kalsiy, stronsiy va bariy shu cho'kma bilan ajratiladi; e) *ikkinchi grupp kationlarining mavjudligini tekshirish* uchun aralashmaning bir qismiga (agar unda cho'kma bo'lmasa) grupp reagenti ta'sir ettiriladi. Agar oq cho'kma hosil bo'lsa, demak, bu ikkinchi grupp kationlarining borligini ko'rsatadi.

2. **Birinchi va ikkinchi gruppalar kationlari aralashmasini analiz qilish tartibi.** Tekshiriladigan aralashma tarkibida cho'kmaning bo'lish yoki bo'lmasligiga qarab analiz tartibi o'zgaradi. Agar tekshiriladigan aralashma tarkibida cho'kma bo'lmasa, ikkinchi grupp kationlari grupp reagenti ta'siridan $\text{pH} \sim 9,2$ bo'lganda to'la cho'ktirib ajratiladi va alohida-alohida tekshiriladi. Birinchi analitik grupp kationlarining analizi yuqorida (2.1.1.1.6.) bayon qilingan. Ikkinchi analitik grupp kationlari cho'kmasi analizi

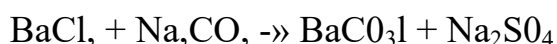
(3-band)da keltirilgan. Agar aralashmada cho'kma bo'lsa, analiz tartibi quyidagicha bo'ladi.

1. Sulfatlarni ajratish. Tekshiriladigan aralashmada sulfatlar borligi aniqlansa, eritmadan 0,5-1 ml olinib, unga 5-6 tomchi 6 N H₂SO₄ eritmasi, bir necha millilitr 96 % li etil spirti qo'shiladi va aralashma 60-80 °C haroratda qizdiriladi. Bunda ikkinchi grupp kationlarining to'la cho'kishiga erishiladi. So'ngra cho'kma sentrifugalab ajratiladi. Cho'kma spirt bilan ajratilgandan keyin uning tarkibini tekshirish uchun sulfatlar natriy yoki kaliy karbonatning to'yingan eritmasi yoxud qattiq tuzlari bilan yuqori haroratda ishlanadi.

2. Sulfatlarni karbonatlarga aylantirishning ikki usuli mavjud.

Birinchi usul. Sulfatlar cho'kmasini chinni kosacha yoki tigelga

o'tkazib, unga nisbatan o'n hissa ko'p Na₂CO₃, yoki K₂CO₃, bilan birga qizdirilganda sulfatlar quyidagi reaksiya bo'yicha karbonatlarga aylanadi:



Hosil qilingan qotishmani bir necha marta distillangan suv bilan yuvib, undagi natriy sulfat va ta'sirlashmay qolgan natriy karbonat to'liq ajratib olinadi. Sulfat va karbonatlar to'liq ajratilganligini tekshirish uchun yuvindi suvga kislotali muhitga keltirilgan BaCl₂ eritmasi qo'shib ko'riladi. Agar cho'kma hosil bo'lmasa, natriyning sulfat va karbonati to'la ajratilgan hisoblanadi. Karbonatlar cho'kmasi sirka kislotada eritilib, undan ikkinchi grupp kationlari topiladi.

Ikkinchi usul. II grupp kationlari sulfatlarining to'liq cho'ktirib ajratilganiga ishonch bo'lmasa, sulfatlari ajratilmagan tekshiriladigan aralashma ikkiga bo'linib, ikkita chinni kosachaga solinadi. Chinni kosachalar raqamlanadi. Birinchi chinni kosachadagi cho'kmali eritmaning hajmidan 2-3 marta ko'p to'yingan natriy karbonat, ikkinchi kosachadagi eritmaga shuncha miqdor to'yingan kaliy karbonatning eritmalaridan qo'shib, aralashmalar qaynaguncha qizdiriladi. Aralashmalar 20-30 daqiqa qaynatilganda ikkinchi grupp kationlari sulfatlarining bir qismi yuqoridagi reaksiya bo'yicha karbonatlarga aylanadi. Eritmalarga o'tgan sulfat ion to'kib tashlanadi. Qoldiqlar yana bir necha marta to'yingan natriy karbonat va kaliy karbonat eritmaları bilan (mos ravishda) ishlanib,

suyuqliklar ketma-ket to'kib tashlanadi. Bunda yana ikkinchi grupp kationlarining karbonatlari va magniyning gidrokarbonati cho'kmada qoladi. Hosil qilingan karbonatlar va gidrokarbonat filtrlab yoki sentrifugalab ajratiladi. Qoldiqlar cho'kma tarkibida biroz Na_2CO_3 yoki K_2CO_3 bo'lgan suv bilan (mos ravishda) astoydil yuvilsa, cho'kmalar toza karbonatlar va gidrokarbonatlardan iborat bo'lib qoladi. Cho'kmadan sulfatlarning to'liq ajratilganini tekshirib ko'rish uchun distillangan suv bilan oxirgi marta yuviladi va yuvindiga xlorid kislotali bariy xlorid eritmasi tomiziladi. Tomchi tushganjoy loyqalanmasa, demak, sulfatlar to'liq ajratilgan deyish mumkin. Qoldiqlardan (1-cho'kma) Ca^{2+} , Sr^{2+} va Ba^{2+} ionlari topiladi.

Sulfatlarning karbonatlarga o'tishi sababini ularning eruvchanlik ko'paytmalari qiymatlarini taqqoslash orqali bilib olish mumkin: stronsiy karbonatlarining eruvchanlik ko'paytmalari kalsiy va stronsiy sulfatlarinikidan ancha kichik bo'lganligidan kalsiy va stronsiy sulfatlari osongina karbonatlarga aylanadi. Biroq bariy karbonatning eruvchanlik ko'paytmasi qiymati bariy sulfatnikidan qariyb ellik marta katta bo'lganligi uchun almashinish reaksiyasi tufayli hosil bo'ladigan bariy karbonat juda oz miqdorda bo'ladi. Shuning uchun cho'kma ko'p marta natriy yoki kaliy karbonat bilan ishlanishi va har bir ishlovdan keyin eritma cho'kmadan ajratilishi shart. Ishlov uchun olinayotgan karbonatning konsentratsiyasi sulfat konsentratsiyasidan kamida 50 marta ortiq bo'lishi kerak (karbonatlar va sulfatlar eruvchanlik ko'paytmalari orasidagi farq qiymaticha).

Karbonatlarga aylantirilgan ikkinchi grupp kationlari cho'kmasi sirka kislotada eritib tekshiriladi.

3. II grupp kationlari aralashmasining sistematik analizi. Ammiakli bufer aralashma ishtirokida grupp reagenti ta'siridan ajratilgan yoki sulfatlar karbonatlarga aylantirilgandan keyin olingan BaCO_3 , SrCO_3 va CaCO_3 cho'kmalari 2 N CH_3COOH eritmasi yordamida eritiladi.

1. Ba^{2+} ionini topish va ajratish. Eritmadan 2-3 tomchi olib, unga $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{CH}_3\text{COONa}$ ta'sir ettiriladi. Agar sariq cho'kma - BaCrO_4 hosil bo'lsa, eritmada Ba^{2+} bo'ladi. Ba^{2+} ionini Sr^{2+} va Ca^{2+} ionlarini topishga xalaqit qiladi. Shuning uchun agar eritmada Ba^{2+} bo'lsa, uni eritmadan ajratish zarur. Buning uchun ikkinchi grupp kationlari

aralashmasi eritmasining bir qismiga (ikkinchi qismi qo'shimcha tekshirish uchun olib qo'yiladi) pH=4-5 bo'lganda $K_2Cr_2O_7 + CH_3COONa$ ta'sir ettirib, $BaCrO_4$ cho'ktiriladi. Cho'kmali aralashma 1-2 daqiqa davomida suv hammomida qizdiriladi. So'ngra cho'kma sentrifuga yordamida to'liq ajratib olinadi. Eritmada Ba^{2+} bo'lmasa, bu bosqich tushirib qoldiriladi.

2. **Sr^{2+} va Ca^{2+} ionlarini cho'ktirish.** Ba^{2+} ionini cho'ktirish maqsadida eritmaga qo'shilgan ortiqcha $K_2Cr_2O_7$ rangli boiganligidan analizga xalaqit qiladi. Shu bois eritmadagi Sr^{2+} va Ca^{2+} ionlarini cho'ktirish zarur bo'ladi. Buning uchun eritmaga pH < 10 bo'lguncha qattiq Na_2CO_3 , qo'shib, aralashma suv hammomida 2-3 daqiqa qizdiriladi. Hosil bo'lgan $SrCO_3$ va $CaCO_3$ cho'kmalar sentrifugalab ajratiladi, so'ngra cho'kma yuviladi.

3. **Sr^{2+} ionini topish va ajratish.** $SrCO_3$ va $CaCO_3$ cho'kmalari 2 N CH_3COOH eritmasida eritiladi. CH_3COOH da eritib olingan eritmaning 1-2 tomchisiga $CaSO_4$ ning to'yingan eritmasidan 2-3 tomchi qo'shib, suv hammomida qizdirilganda $SrSO_4$ ning oq loyqasi hosil bo'lsa, demak, eritmada Sr^{2+} bor deyish mumkin. Eritmaga $CaSO_4$ qo'shganda cho'kma darhol hosil bo'lsa, bu Ba^{2+} ionining to'liq ajratilmaganligini ko'rsatadi. Agar eritma yana 8-10 daqiqa qizdirilganda u loyqalanmasa, demak, Sr^{2+} qolmaganiga ishonch hosil qilish mumkin. Eritmada Sr^{2+} bo'lsa, uni eritmada ajratish kerak bo'ladi. Buning uchun tarkibida Sr^{2+} va Ca^{2+} ionlari bo'lgan eritmaga bir necha tomchi ammiak ishtirokida $(NH_4)_2SO_4$ eritmasidan 10-15 tomchi solinadi va qizdirib turib, $CaSO_4$ cho'kmasi hosil qilinadi. $CaSO_4$ ning eruvchanlik ko'paytmasi $SrSO_4$ dan ~ 74

marta katta boiganligidan bu sharoitda $CaSO_4$ amalda cho'kmaydi. Ammo, cho'kma sentrifugalab ajratib olsa bo'ladi. Sentrifugat Ca^{2+} ionini topish uchun ishlatiladi. Agar eritmada Sr^{2+} bo'lmasa, bu bosqich tushirib qoldiriladi.

4. **Ca^{2+} ionini topish.** Sentrifugatga 4-5 tomchi $(NH_4)_2S_2O_8$ eritmasidan qo'shib qizdirilganda, oq CaC_2O_4 cho'kmaning hosil bo'lishi Ca^{2+} ionining borligidan darak beradi. Agar bunda oq cho'kma tushmasa, demak, eritmada Ca^{2+} ionini yo'q ekan, deyish mumkin.

3-laboratoriya ishi: III guruh kationlarini ochish reaksiyalari va aralashmasining analizini bajarish.

Ishning maqsadi: III guruh kationlarini ochish reaksiyalari ustida tajribalar bajarish va aralashmasining analizini bajarish.

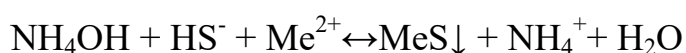
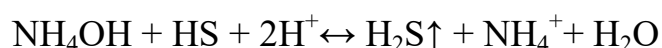
Uchinchi analitik grupp kationlari qatoriga alyuminiy, rux, marganets (II), temir (III), temir(II), xrom (III), titan (IV), nikel (II), kobalt (II), berilliy, sirkoniy (IV), uranil (II), galliy (III), ittriy(III), indiy (III), lantan (III), gafniy (IV), aktiniy (III), seriy (III), toriy (IV), skandiy (III) va boshqa kationlar kiradi. Ular ammiakli bufer aralashma ishtirokida grupp reagenti - ammoniy sulfid ta'siridan gidroksid va sulfidlar shaklida cho'kadi. Uchinchi grupp kationlari I va II gruppalar kationlaridan sulfidlarining $pH \sim 9,2$ bo'lgan sharoitda suvda erimasligi bilan farq qiladi. Bu grupp kationlarining sulfidlari suyultirilgan kislotalar eritmalarida eriydi. Kationlarni ammiakli bufer aralashma ishtirokida grupp reagenti bilan qizdirib turgan holda cho'ktirilganda alyuminiy, xrom (III) va titan (IV) kationlarining gidroksidlari kam eruvchanligi uchun gidroksidlar shaklida cho'kadi. Gidroksidlar shaklida, shuningdek, uchinchi grupp kationlari qatoriga kiradigan, lekin bizning ko'rib chiqish doiramizga kirmaydigan berilliy, sirkoniy, lantan (III), skandiy (III) va boshqa kationlar ham cho'kmaga tushadi. Bundan tashqari, bu kationlar sulfidlari qaytmas gidrolizga uchraydi. Shunday sharoitda qolgan kationlar sulfidlar shaklida cho'kadi.

Grupp reagentining ta'siri

Uchinchi grupp kationlarini I va II grupp kationlaridan ajratish uchun ionlar aralashmasiga ammiakli bufer eritma ishtirokida ($pH \sim 9,2$) grupp reagenti - ammoniy sulfid yoki ishqoriy muhitda vodorod sulfid ta'sir ettiriladi. Vodorod sulfid bilan III grupp kationlari $pH > 8,7$ bo'lgandagina to'liq ajraladi. Bu grupp kationlarining eritmalarida tuzlarning gidrolizi tufayli $pH < 7$ bo'ladi. Shu bois uchinchi grupp kationlarini cho'ktirish uchun pH ni 8-9 oralig'ida ushlab turadigan ammiakli bufer aralashmadan foydalaniladi. Yuzaki qaraganda ammiakli bufer aralashmani ishlatishga hojat yo'qday ko'rinadi, chunki ammoniy sulfid eritmada birinchi bosqichdayoq deyarli (100%) gidrolizlanib, ammoniy gidrosulfid va ammoniy gidroksidni hosil qiladi:



Bu eritma amalda ammiakli bufer aralashmadan iborat bo'lib, uning pH qiymati 9,25 bo'ladi. Aslini olganda eritmaning pH qiymatini doimiy saqlab turish juda muhimdir, yuqorida aytilganiday uchinchi grupp kationlarining tuzlari kislotali gidrolizlanadi. Bundan tashqari, IV va V grupp kationlarini cho'ktirganda eritmaga HCl qo'shilgan bo'ladi. Gidroliz natijasida hosil bo'lgan va qo'shilgan kislota ammiak bilan ta'sirlashib, uning konsentratsiyasini kamaytiradi:



Demak, mazkur reaksiyalarga sarflangan ammiakning miqdorini amalda doimiy saqlab turish uchun ammiakli bufer aralashmaning bufer sig'imi katta bo'lishi kerak.

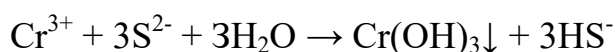
Odatda, ammoniy sulfid havo kislorodi ta'siridan oksidlanishi natijasida uning tarkibida ammoniy polisulfid - $(\text{NH}_4)_2\text{S}_n$ ham bo'ladi. Kislotali muhitda polisulfidlardan oltingugurt ajralib chiqib, sulfidlar cho'kmasini ifloslantiradi:

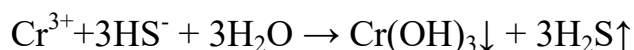


Shularni hisobga olib, aralashma analiz qilinayotganda, avvalo, eritmadagi kislota ammiak bilan neytrallash kerak. Ammiak eritmasi ta'siridan magniyning gidroksidi cho'kishi mumkinligini e'tiborga olib, eritmaga ammiak bilan birga magniy gidroksid cho'kmasi hosil bolishining oldini oladigan miqdorda ammoniy xlorid ham qo'shish kerak. Ammoniy xlorid qo'shishning yana bir foydali tomoni uning koagulant ekanligidir. Ammoniy xlorid sulfidlarning, jumladan, nikel sulfidi va boshqalarning koagulanishini ta'minlaydi. Koagulyatsiyani harorat kuchaytirgani uchun cho'ktirish issiq eritmalarda o'tkaziladi.

Grupp reagenti yuqorida ko'rsatilgan sharoitda ta'sir ettirilganda, takidlanganiday, alyuminiy, xrom (III) va titan (IV) singari ionlar gidroksidlar shaklida, qolganlari esa sulfidlar shaklida cho'kadi.

Alyuminiy, xrom va boshqa ionlarning gidroksidlar hosil qilib cho'kiishini quyidagi tenglamalardan ko'rish mumkin:



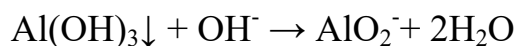
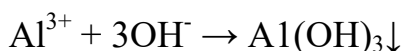


Gruppa reagenti ammoniy sulfid kislorod ta'siridan qisman oksidlanib, oz miqdorda ammoniy sulfat hosil qiladi. Ammiakli bufer va eritmani neytrallash uchun ishlatiladigan ammiak, havodan karbonat angidridni yutganligi uchun uning tarkibida oz miqdorda ammoniy karbonat bo'lishi mumkin. Bu moddalar ta'sirida va birgalashib cho'kish tufayli uchinchi gruppa kationlarining gidroksid va sulfidlari bilan bir qatorda ikkinchi gruppa kationlari ham qisman sulfat yoki karbonat holida cho'kishi mumkin.

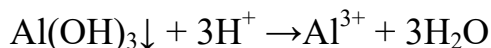
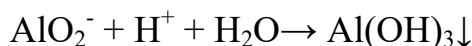
Uchinchi analitik gruppa kationlarining gidroksid va sulfidlari cho'kmalariga darhol suyultirilgan xlorid yoki sulfat kislota eritmasi ta'sir ettirilsa, cho'kmalar erib ketadi. Agar cho'kmalar aralashmasiga suyultirilgan xlorid kislota eritmasi muayyan vaqt (30 daqiqa)dan so'ng ta'sir ettirilsa, nikel va kobalt sulfidlari erimaydi.

Alyuminiy kationining reaksiyalari

O'yuvchi ishqorlar alyuminiy ionini bilan ta'sirlashganda avval oq rangli $\text{Al}(\text{OH})_3$ cho'kmasi hosil bo'lib, ishqor eritmasidan ko'proq qo'shilsa, alyuminiy va alyuminiy gidroksidning amfoterligi tufayli cho'kma erib ketadi:



$\text{Al}(\text{OH})_3$ ni tola cho'kitirishda eritmaning pH qiymati 5 atrofida bo'lishi kerak. Alyuminiy va $\text{Al}(\text{OH})_3$ cho'kmasining amfoterligini tekshirish uchun ko'proq ishqor qo'shib, hosil bo'lgan eritmaga tomchilatib suyultirilgan xlorid kislota eritmasi qo'shilsa, avval $\text{Al}(\text{OH})_3$ cho'kmasi hosil bo'ladi, so'ngra ko'proq kislota qo'shilsa, u erib ketadi:



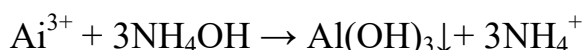
Reaksiyani $\text{Al}(\text{OH})_3$ hosil bo'lish bosqichida to'xtatish uchun eritmaning pH qiymatini 5 gacha pasaytiradigan reagent qo'shish kerak. Bunday reagent sifatida ammoniy xloridni qo'lash mumkin. Eritmadagi ammoniy ion ishqorning OH^- ionini biriktirib NH_4OH hosil qiladi, natijada

pH qiymati -9,2 bo'lgan ammiakli bufer aralashma yuzaga keladi. Bu sharoitda hosil bolgan $\text{Al}(\text{OH})_3$ cho'kmasi erimaydi. Bu reaksiya ko'pincha aralashmadagi alyuminiy

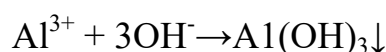
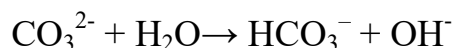
ionini topish uchun sistematik analizda qo'llaniladi. Reaksiyaning ishonchliligini oshirishda aralashma eritmasi muayyan muddat qaynatiladi, bunda ammiak uchib ketadi va eritmaning pH qiymati ko'tarilib ketmaydi.

Reaksiyani bajarish uchun 4-5 tomchi alyuminiy tuzi eritmasiga 1 tomchi 2N NaOH eritmasini tomizing. Hosil bolgan loyqa eritmaning bir qismini olib, unga xlorid kislotasi eritmasidan bir necha tomchi tomizib, loyqaning erib ketishini kuzating. Loyqa eritmaning ikkinchi qismiga ham bir necha tomchi ishqor eritmasidan tomizib ko'ring. Bunda ham loyqa erib ketadi.

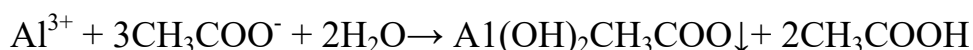
Ammiak - NH₄OH ta'siridan alyuminiy ammoniy tuzlarida erimaydigan Al(OH)₃ cho'kmasi hosil qiladi:



Natriy, kaliy karbonat tuzlari suvli eritmalarida ishqorli gidrolizlangani uchun alyuminiy ioniga ta'sir ettirilganda alyuminiy gidroksid hosil bo'ladi:

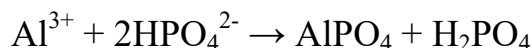


Natriy atsetat - CH₃COONa alyuminiy tuzlari eritmaları bilan oq rangli pag'asimon (bodroqsimon) cho'kma hosil qiladi:



Hosil bo'lgan oksiatsetat sirka va mineral kislotalarda eriydi. Reaksiya ancha suyultirilgan eritmalarida yuqori haroratda tez boradi.

Natriy gidrofosfat - Na₂HPO₄ alyuminiy ioniga ta'sir etganda oq rangli AlPO₄ cho'kma hosil bo'ladi:



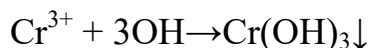
Malum bo'lishicha, gidrofosfat eritmasida amalda fosfatli bufer aralashma (Na₂HPO₄+NaH₂PO₄) hosil bo'lib, uning pH qiymati 6,6 atrofida bo'ladi. Fosfat tuzi quyidagi reaksiya natijasida hosil bo'ladi:



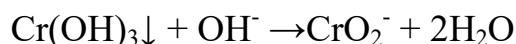
Xrom (III) kationining reaksiyalari

O'yuvchi ishqorlar xrom (III) tuzlari bilan kulrang-binafsha yoki kulrang-yashil

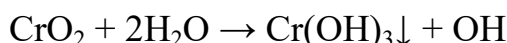
rangli $\text{Cr}(\text{OH})_3$ cho`kmani hosil qiladi:



Ishqor mo`l qo`shilganda cho`kma erib ketadi va och yashil rangli xromit eritmasi hosil bo`ladi:



Aluminatlardan farqli ravishda xromitlar qaynatilganda parchalanib, y ana $\text{Cr}(\text{OH})_3$ cho`kmani hosil qiladi:



Ammiak eritmasi xrom (III) ionini bilan $\text{Cr}(\text{OH})_3$ cho`kmasini hosil qiladi. To`la cho`kish  $\text{pH} \sim 6$  bo`lganda amalga oshadi. Ammiakli bufer aralashma muhitida ham to`la cho`kishga erishiladi.

Kuchsiz kislotalarning tuzlari xrom(III) ionini bilan gidroliz reaksiyalari tufayli $\text{Cr}(\text{OH})_3$ cho`kmasini hosil qiladi.

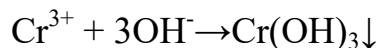
Natriy atsetat alyuminiy va temir (III) ionlaridan farqli ravishda xrom (III) ionini hatto eritma qaynatilganda ham cho`kitirmaydi.

Al^{3+} va Fe^{3+} ionlar ishtirokida hosil bo`ladigan cho`kma ham xromning to`liq cho`kishini ta`minlamaydi.

Natriy gidrofosfat bilan xrom(III) ionini xrom(III) fosfat cho`kmasini hosil qiladi. Hosil bo`lgan cho`kma kislota va ishqorlarda eriydi.

Xrom(III) ionini oksidlash natijasida xrom(VI) ionini hosil boladi. Xrom(III) va xrom(VI) ionlarning ranglari har xil bo`lganligi sababli oksidlanish reaksiyasidan xrom(III) ionini topishda foydalanish mumkin. Xrom(III) ionini ishqoriy muhitda oksidlaganda xromatlar (sariq rangli eritma), kislotali muhitda oksidlaganda esa dixromatlar (to`q sariq rangli eritma) hosil boladi.

Ishqoriy muhitda oksidlashda H_2O_2 , Na_2O_2 va bromli suv singari oksidlovchilar ishlatiladi:





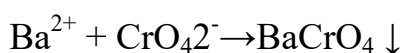
Reaksiyatti bajarishda 2-3 tomchi xrom (III) tuzi eritmasiga 3-4 tomchi 2N NaOH, 2-3 tomchi 3 %li H_2O_2 tomizib, eritmaning yashil rangi sariqqa o'tguncha qizdiring.

Kislotali muhitda oksidlash uchun oksidlovchi sifatida nitrat yoki sulfat kislota ish KMnO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ yoki Na_2BiO_3 qo'llanadi. Bunda nitrat kislotali eritmada yashil yoki rangli eritma to'q sariq rangga kiradi:



Reaksiyani bajarish uchun 2-3 tomchi xrom (III) nitrat yoki sulfat eritmasiga 3-4 tomchi H_2SO_4 , 6-7 tomchi $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_7$ eritmasi tomizib, qizdirganda dixromat hosil bo'ladi. Reaksiyada katalizator sifatida 1 tomchi kumush eritmasi ishlatilsa, reaksiya tezlashadi. Sulfat kislotani nitrat kislota bilan almashtirish mumkin. Kislotali muhit hosil qilish maqsadida qaytaruvchilik xossalarini namoyon qiladigan xlorid kislota, xrom tuzi sifatida esa xrom (III) xloridni ishlatib bo'lmaydi

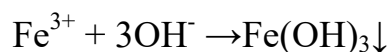
Xrom (VI) ionining borligi yoki hosil bo'lganligini baholashda tekshiriladigan aralashmaga BaCl_2 eritmasi tomiziladi, bunda BaCrO_4 ning sariq cho'kmasi hosil boladi:



Temir (III) kationining reaksiyalari

Uch valentli temir tuzlarining eritmalari sariq yoki qizil-qo'ng'ir rangli bo'ladi.

O'yuvchi ishqorlar temir (III) tuzlari bilan qizil-qo'ng'ir rangli kuchli kislotalarda eriydigan $\text{Fe}(\text{OH})_3$ cho'kmani hosil qiladi:



Alyuminiy, xrom va rux gidroksidlaridan farqli ravishda amalda $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ishqorlarda erimaydi. Temir (III) ion $\text{Fe}(\text{OH})_3$ shaklida $\text{pH} \sim 3,5$ bo'lganda toliq cho'kiadi.

Ammiak ham temir (III) tuzlari bilan qizil-qo'ng'ir rangli cho'kma hosil qiladi. **Natriy atsetat** sovuq sharoitda temir (III) ion bilan qizil rangli kompleks birikma $[\text{Fe}(\text{CH}_3\text{COO})_6(\text{OH})_2]^+$ hosil qiladi. Qizdirganda bu modda qizil-qo'ng'ir $\text{Fe}(\text{OH})_2\text{CH}_3\text{COO}$ cho'kma hosil qiladi.

Natriy gidrofosfat temir (III) bilan sarg'ish rangli cho'kma $-\text{FePO}_4$ hosil qiladi.

Natriy, kaliy va ammoniy karbonatlar temir (III) ion bilan qo'ng'ir rangli

$(\text{FeOH})_2(\text{CO}_3)_2$ tarkibli kislotalarda eriydigan cho'kma hosil qiladi. Bu cho'kma qizdirganda gidroliz tufayli $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ga aylanadi.

III guruh kationlarini ochish reaksiyalarini bajarish va III guruh kationlarini aralashmasini analiz qilish.

Uchinchi analitik grupp kationlarining grupp reagenti ta'siridan hosil qilgan birikmalari birinchi va ikkinchi analitik grupp kationlaridan farqli ravishda gidrolizga turlicha uchraydi. Bu grupp kationlarining ko'pchiligi oksidlanish-qaytarilish (Mn, Fe, Cr, Ce, CO, Ni, Ti) va komplekslar hosil qilish (Al, Zn, Fe, Cr, CO, Ni va hokazo) reaksiyalariga kirishadi. Ularning ayrimlari (alyuminiy, berilliy, rux, xrom (III) va hokazo) bu xossalardan tashqari amfoterlik xossalari bilan ham farqlanadilar. Kationlarning ko'rsatib o'tilgan xossalari ularni topish, aniqlash, niqoblash va hokazo uchun ishlatiladi.

Uchinchi grupp kationlarining ko'pchiligi rangli birikmalar hosil qiladi. Cr (III) - yashil yoki binafsha, Cr (VI) - sariq, CO - qizil yoki pushti, Ni-yashil, Mn (II)-pushti, Mn (IV)-qora-qo'ng'ir, Mn(VI)

- yashil, Mn (VII) - qizil-binafsha, $\text{Fe}(\text{CH}_3\text{COO})_3$ - qizg'ish, FeASO_4
- yashil, FeBr_2 - qizil, FeCl_3 - jigarrang-sariq, $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$, $\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$ va $\text{CO}(\text{SCN})_2$ - ko'k va hokazo.

Oksidlovchi va qaytaruvchilar ishtirokida Cr (III) va Cr (VI), Fe(II) va (III), Mn (II), Mn (IV) va Mn (VII), CO (II) va (III), Ni (II) va (III) ionlar beqaror bo'lib, tezda o'z oksidlanish darajasini o'zgartiradi. Fe^{3+} , Al, Cr^{3+} , Be, Ti^{4+} va boshqa bir qator ionlar Na_2HPO_4 ta'siridan suvda va sirka kislotada kam eriydigan fosfatlar, CH_3COONa ta'siridan oksiatsetatlar, $\text{NH}_4\text{OH}+\text{NH}_4\text{Cl}$ ta'siridan esa gidroksidlar hosil qiladi. Fe^{2+} , Zn^{2+} , Mn^{2+} , Ni^{2+} va CO^{2+} ionlari Na_2HPO_4 ta'siridan sirka kislotasida eriydigan cho'kmalar hosil qiladi, ammo CH_3COONa ta'siridan oksiatsetatlar va $\text{NH}_4\text{OH}+\text{NH}_4\text{Cl}$ ta'siridan gidroksidlar hosil qilmaydi. **Temir (II) kationining reaksiyalari** Ikki valentli temir ioni Fe^{2+} och yashil ranglidir.

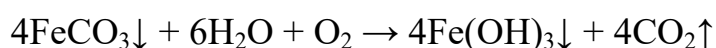
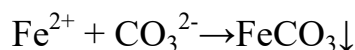
O'yuvchi ishqorlar temir (II) ioni bilan berk idishda oq rangli $\text{Fe}(\text{OH})_2$ cho'kma hosil qiladi Reaksiya ochiq idishda o'tkazilsa, hosil bolayotgan cho'kma havo kislorodi ta'siridan oksidlanib. oldin yashil, key in qizil-qo'ng'ir rangli $\text{Fe}(\text{OH})_3$ cho'kmaga

aylanadi.

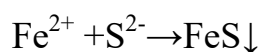
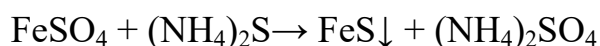
Ammiak ta'siridan temir (II) ion ham oq rangli $\text{Fe}(\text{OH})_2$ cho'kma hosil qiladi.

$\text{FeSO}_4 + 2\text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2\downarrow + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ Biroq Fe^{2+} ion to'lig'icha cho'kmaydi. $\text{Fe}(\text{OH})_2$ cho'kmasining ammoniy tuzlarida erishi natijasida Fe^{2+} ion ammoniy tuzlari ishtirokida $\text{Fe}(\text{OH})_3$ shaklida cho'kmaydi. Eritma aralashmasi ochiq havoda qolib ketsa, Fe^{2+} ionning oksidlanishi natijasida $\text{Fe}(\text{OH})_3$ cho'kmasi hosil boladi.

Natriy, kaliy va ammoniy karbonatlari ta'siridan Fe^{2+} ioni oq rangli FeCO_3 cho'kma hosil qiladi, cho'kma havo kislorodi ta'siridan sekin oksidlanib, qizil-qo'ng'ir rangli $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ga aylanadi:



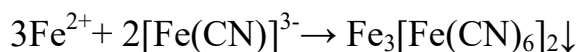
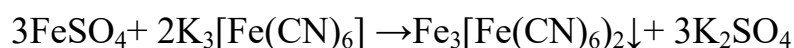
Ammoniy sulfid temir (II) ioni bilan qora rangli cho'kma -temir (II) sulfid hosil qiladi:



Cho'kma mineral va sirka kislotalarida eriydi.

Reaksiyaning bajarilishi Temir (II) tuzining 2-3 tomchi eritmasiga shuncha $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ eritmasi qo'shiladi.

Kaliy geksatsianoferrat (III) - $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ temir (II) ioni bilan to'q ko'ki rangli turnbul kola cho'kmasini hosil qiladi:



Cho'kma kislotalarda erimaydi, lekin ishqorlarda parchalanadi.

Mazkur reaksiya temir(II) ion uchun o'ziga xos reaksiya bo'lib, uai $\text{pH}=2$ oksidlovchilar bo'lmagan sharoitda o'tkazish kerak. Oksidlovchilar temir (II) ionini oksidlab, temir(III) ioniga aylantirishi mumkin. Unutmaslik kerakki, $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ning o'zi ham oksidlovchi bo'lgani uchun uni tomchilab qo'shish tavsiya qilinadi.

Reaksiyani bajarish uchun temir (II) tuzining 2-3 tomchi eritmasiga 1-2 tomchi xlorid kislota va reaktiv eritmasi asta-sekin 2-3 tomchi qo'shiladi.

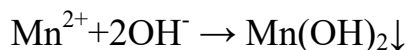
Dimetilglioksim (*Chugayev reaktivi*) temir (II) ionidan suvda eriydigan qizil rangli ichki kompleks birikma hosil qiladi. Reaksiya ammiakli muhitda o'tkazilishi kerak. Temir (II) ioni oson oksidlangani uchun unga ko'pincha temir (III) ioni aralashgan bo'ladi. Shu bois dimetilglioksim yordamida temir (II) ionini topish uchun qo'shiladigan ammiak ta'siridan $\text{Fe}(\text{OH})_3$ hosil bo'lishining oldini olish kerak, buning uchun aralashmaga temir (III) ionini kompleks birikma shaklida niqoblaydigan vino kislota eritmasi qo'shiladi. Dimetilglioksim nikel ioni bilan ham qizil-pushti rangli cho'kma hosil qilganligi uchun bu reaksiyani eritmada nikel mutlaqo ishtirok etmaganda o'tkazish lozim. Agar eritmada nikel bo'lsa, oldin uni eritmadan yo'qotish kerak.

Reaksiyani bajarish uchun 1-2 tomchi temir (II) tuzi eritmasiga bir tomchi vino kislotasi eritmasi, 2-3 tomchi ammiak eritmasi va dimetilglioksimning spirtidagi eritmasidan 2-3 tomchi qo'shiladi.

Marganets kationining reaksiyalari

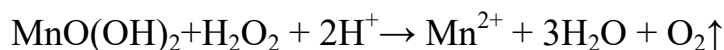
Mn^{2+} ioni eritmasi och pushti rangli, suyultirilgan eritmalari esa rangsiz bo'ladi. Marganets bir necha oksidlanish darajasiga ega bo'lgan [Mn^{2+} , Mn (IV), Mn (VI), Mn (VII)] ionlar shaklida bo'ladi. Shu tufayli ular oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida qatnashib, bir oksidlanish darajasidan boshqasiga tez o'tishi mumkin. Mn^{2+} ionini topishda bu imkoniyatdan foydalanish va uni e'tiborga olish zarurdir.

O'yuvchi ishqorlar Mn^{2+} ioni kislotalarda (shu jumladan, suyultirilgan sulfat kislotada) eriydigan oq rangli $\text{Mn}(\text{OH})_2$ cho'kma hosil qiladi:



Mn^{2+} ioni havo kislorodi ta'sirida oson oksidlangani uchun qo'ng'ir rangli $\text{MnO}(\text{OH})_2$ hosil qiladi.

$\text{MnO}(\text{OH})_2$ cho'kma suyultirilgan sulfat kislotada erimaydi. Biroq sulfat kislotali muhitda 1-3 tomchi H_2O_2 ta'sir ettirilsa, cho'kma quyidagi tenglama bo'yicha eriydi va kislorod ajralib chiqadi:

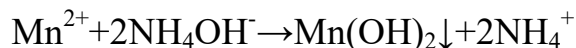


Sulfat kislota ishtirokida $\text{MnO}(\text{OH})_2$ cho'kmani eritish uchun H_2O_2 dan tashqari ishqoriy metallar nitritlari ishlatilishi mumkin. Sulfat kislotadan farqli ravishda xlorid

kislotada $\text{MnO}(\text{OH})_2$ xlorid ionining oksidlanishi hisobiga eriydi:

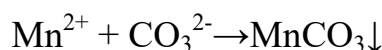


Ammiak ishqorlar singari $\text{Mn}(\text{OH})_2$ cho`kma hosil qiladi:

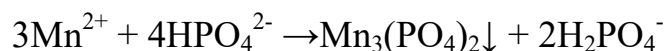


Bu reaksiyada hosil bolayotgan ammoniy ionning gidrolizlanishi va eritmaning pH qiymati ko'tarilishi natijasida, cho`kish to'liq bo'lmaydi. Eritmada ammoniy ko'p bo'lganda, cho`kma umuman hosil bo'lmasligi mumkin. Bu xossadan aralashmadagi Al^{3+} , Cr^{3+} , Fe^{3+} va Ti^{4+} ionlarini Mn^{2+} iondan qisman ajratishda foydalaniladi. Ammiakli muhitda Mn^{2+} ionning bir qismi havo kislorodi ta'sirida oksidlanadi.

Natriy, kaliy va ammoniy karbonatlar ta'siridan Mn^{2+} ion kislotalarda eriydigan oq rangli MnCO_3 cho`kma hosil qiladi:

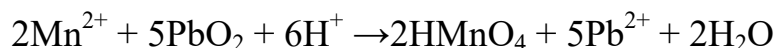


Natriy gidrofosfat Mn^{2+} ionga ta'sir ettirilganda kuchli mineral va hatto kuchsiz sirka kislotada ham eriydigan (alyuminiy, temir (III), xrom (III) va titan(IV) fosfatlaridan farqli ravishda) oq rangli $\text{Mn}_3(\text{PO}_4)_2$ cho`kma hosil bo'ladi:



Oksidlash reaksiyasi yordamida Mn^{2+} ionini topish mumkin. Bunda PbO_2 , ammoniy persulfat $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$, natriy vismutat $-\text{NaBiO}_3$, H_2O_2 , KClO_3 , Cl_2 , Br_2 va boshqa oksidlovchilar dan foydalaniladi. Oksidlash reaksiyalari kislotali yoki ishqoriy muhitlarda o'tkazilishi mumkin

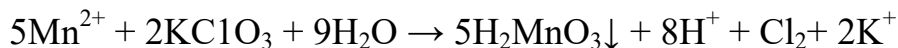
Kislotali muhitda rangsiz Mn^{2+} ionga PbO_2 ta'sir ettirilib, qizdirilsa pushti rangli MnO_4^- hosil bo'ladi:



Reaksiyani bajarish uchun probirkaga 1-2 tomchi Mn (II) sulfat yoki nitrat eritmasi 4-6 tomchi 6N HNO_3 eritmasi tomizib, unga ozgina PbO_2 kukunidan solinadi va aralashma qaynaguncha qizdiriladi. PbO_2 tarkibida marganetsning kirishmalari bo'lishi mumkinligidan ushbu reaksiya bilan bir vaqtda salt tajriba o'tkazing. Salt tajribani ham xuddi shu sharoitda (unga tekshiriladigan eritma tomizilmaydi) o'tkazing. Marganetsning kirishmalari bo'lmasa, rang paydo bo'lmaydi. Mazkur reaksiya marganetsni topishda ancha

sezuvchan boʻlganligi uchun koʻp qollaniladi.

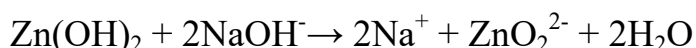
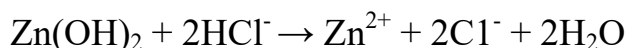
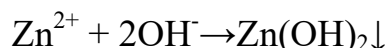
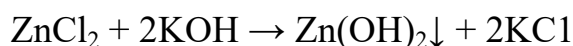
Kislotali muhitda, shuningdek, marganets (II) ionini KClO_3 taʼsirida (qizdirib) qoʻngʻir rangli H_2MnO_3 gacha oksidlash mumkin:



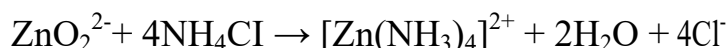
Rux kationining reaksiyalari

Rux tuzlari rangsiz boʻlib, ularga amfoterlik, chokmalar va komplekslar hosil qilish reaksiyalari xosdir.

Oʻyuvchi ishqorlar va rux tuzlari taʼsirlashuvidan kislotalar va ishqorlarda eriydigan (amfoterlik tufayli) iviqsimon $\text{Zn}(\text{OH})_2$ choʻkma hosil boladi:

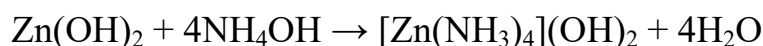


Sinkat ion alyuminat iondan farqli ravishda ammoniy xlorid yoki nitrat taʼsiridan $\text{Zn}(\text{OH})_2$ choʻkmasi hosil qilmasdan, eritmada $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ yoki $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ kompleks ion shaklida qoladi:



Reaksiyani bajarish uchun rux tuzi eritmasining 2-3 tomchisiga ishqor eritmasidaa tomchilab qoʻshiladi, bunda oldin choʻkma tushadi, keyin esa u erib ketadi.

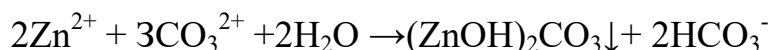
Ammiak eritmasi rux ionini bilan $\text{Zn}(\text{OH})_2$ choʻkmasini yuzaga keltiradi, choʻkma moʻl reaktiv va ammoniy tuzlari taʼsirida erib, kompleks ion $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ hosil qiladi.



Ammoniy tuzlari ishtirokida NH_4OH rux ionini mutlaqo choʻktirmaydi.

Reaksiyani bajarishda rux tuzining 2-3 tomchi eritmasiga tomchilatib NH_4OH eritmasi qoʻshiladi, bunda avval choʻkma hosil boladi, soʻngra keyinchalik u erib ketadi.

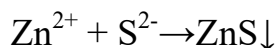
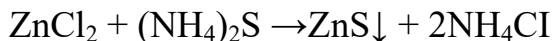
Natriy, kaliy yoki ammoniy karbonat bilan rux ionini taʼsirlashganda kislotalarda eriydigan oq $(\text{ZnOH})_2\text{CO}_3$ choʻkma paydo boʻladi:



Natriy gidrokarbonat rux ionini bilan uchinchi gruppning boshqa kationlari singari

oq rangli $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$ choʻkmasi hosil qiladi. Choʻkma kislotalar, ishqorlar va ammiakda eriydi. Ammoniy tuzlari ishtirokida ZnNH_4PO_4 choʻkadi.

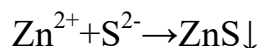
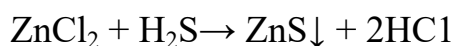
Ammoniy suifid rux ionlari bilan taʼsirlashganda oq rangli ZnS choʻkma hosil qiladi:



Choʻkma kuchli kislotalarda eriydi, lekin CH_3COOH va ishqorlarda erimaydi.

Reaksiyani bajarish. Rux tuzining 2-3 tomchi eritmasiga shuncha miqdorda reaktiv qoʻshiladi.

Vodorod sulfid - H_2S rux ionlari bilan taʼsirlashganda oq rangli choʻkma tushadi:



Kobalt kationining reaksiyalari

Kobalt tuzlarining suyultirilgan eritmaları va kristallgidratlari pushti ranglidir. Bu rang akvakompleks ion - $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ ning hosil boʻlishi bilan tushuntiriladi. Agar eritmalar bugʻlatilib, kompleks ion parchalansa yoki ularga suvni yoʻqotuvchi etanol, konsentrlangan HCl qoʻshilsa ligandning oʻzgarishi bilan rang pushtidan koʻkka aylanadi. Kobalt ionlari choʻktirish reaksiyalaridan tashqari komplekslanish, oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga ham uchraydi.

Oʻyuvchi ishqorlar— NaOH va KOH CO^{2+} ionlari bilan koʻk rangli asosli tuz choʻkmasi hosil qiladi:



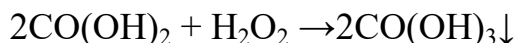
Agar choʻkmaga ishqor qoʻshib qizdirilsa, asosli tuz pushti rangli $\text{CO}(\text{OH})_2$ ga aylanadi:



$\text{CO}(\text{OH})_2$ choʻkmasi havoda asta-sekin oksidlanib, qoʻngʻir rangli $\text{CO}(\text{OH})_3$ ga aylanadi:

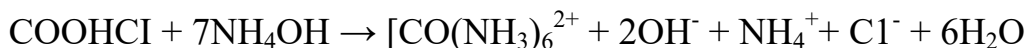


$\text{CO}(\text{OH})_2$ choʻkmasining oksidlanishini H_2O_2 tezlashtiradi, natijada darhol qoʻngʻir rangli $\text{CO}(\text{OH})_3$ hosil boladi:



$\text{CO}(\text{OH})_3$ cho'kmasi H_2SO_4 da erimaydi, lekin uning H_2O_2 yoki Na_2O_2 bilan hosil qilingan aralashmasida CO (III) ning CO (II) gacha qaytarilishi natijasida eriydi.

Ammiak eritmasi bilan kobalt ioni avval ko'k rangli asosli tuz hosil qilib cho'kadi, ammiak yoki ammoniy tuzlaridan mol miqdorda qo'shilsa, cho'kma sarg'ish rangli kompleks ionga aylanib erib ketadi:



Ammoniy tuzlari ishtirokida ammiak CO^{2+} ionini cho'kitirmaydi. Agar eritmaga Fe^{3+} , Al^{3+} yoki Cr^{3+} kationlari aralashgan bo'lsa, ularni ajratish vaqtida CO^{2+} qisman birgalashib cho'kadi.

III guruh kationlarini aralashmasini analiz qilish (nomalum tarkibli eritmani)

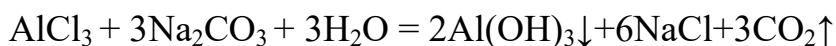
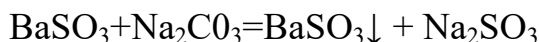
Quruq modda eritmasidan kationlarni topish jarayonida yo'l-yo'lakay u yoki bu anionlarning bor- yo'qligi to'g'risida ma'lumotga ega bo'lish mumkin. quruq modda suyultirilgan xlorid yoki nitrat

kislotada eritilgan bo'lsa, va bu eritmada Ba^{2+} , Sr^{2+} , yoki Pb^{2+} kationlari aniqlangan bo'lsa, o'z- o'zidan ravshanki. tekshirilayotgan eritmada SO_4^{2-} anionlari bo'lmaydi. Neytral yoki ishqoriy muhtli eritmada Ba^{2+} kationlari topilgan bo'lsa, ishonch bilan tekshirilayotgan eritmada I guruh anionlarining hammasi yo'q deb aytish mumkin bo'ladi. Cho'kmasi bo'lmagan eritmada Ag^+ kationlari topilsa, II guruh anionlari yo'qligini ko'rsatadi. CO_3^{2-} , S^{2-} , SO_3^{2-} va $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ anionlari borligi kationlarni analiz qilish yo'lida eritmani kislotali muhitga keltirishda gazlar(CO_2 , H_2S , SO_2) ajralib chiqishga qarab topilishi mumkin.

Tekshirilayotgan quruq modda eritmasida ayrim anionlarning bor-yo'qligi haqida xulosa chiqarilgandan. unda bo'lishi ehtimoli tutilgan anionlarni topishga o'tiladi.

Anionlarni topish uchun quruq moddani maxsus tayyorlab olish lozim. Anionlarni faqat eritmada K^+ , Na^+ va NH_4^+ kationlari ishtirokidagana oson aniqlash mumkin. Boshqa kationlar, ya'ni «og'ir metallar»ning kationlari — II-V guruh kationlari Mg^{2+} kationi bilan birgalikda anionlarni aniqlashga halaqit beradi. Eritmada bu kationlarning ba'zilarini rangli bo'lishi, oksidlash-qaytarish xossalari borligi, bir qator anionlar bilan birkib, cho'kma

berishga qobil ekanligi anionlarni topishga xalaqit beradi. Shuning uchun «og'ir metallarning kationlarini yo'qotish va hamma tuzi ham natriy tuzlariga aylantirish maqsadida tekshirilayotgan modda natriy karbonat Na_2CO_3 eritmasi qo'shib qaynatiladi. Bunda II-V—guruh kationlari karbonatlar yoki gidroksidlar holida cho'kadi:



Taxminan 0,1g quruq modda tigelda 0,4g kimyoviy toza suvsiz natriy karbonat Na_2CO_3 bilan aralashtiriladi, ustiga 50-60 tomchi distillangan suv qo'shiladi, aralashma 5 minut davomida (bug'langan suvni o'rnini to'ldirib turish uchun suv qo'shib turgan xolda) qaynatiladi.

Tigeldagi bo'lgan aralashma konussimon probirkaga o'tkaziladi, sentrifugalanib, cho'kmasi ajratiladi. Analiz qilishdan oldin «sodali so'rim» natriy karbonatni ortiqchasini yo'qotish maqsadida sirka kislota bilan neytrallanadi. Bu ishni juda ehtiyotlik bilan bajarish lozim, kislotadan ko'prok ko'shilsa S^{2-} , NO_2^{2-} va ba'zi bir anionlarni yo'kotib yuborish mumkin. Shuni e'tiborga olish kerakki, CO_3^{2-} anioni so'rim tayyorlashda eritmaga kirib koladi. Shu sababli CO_3^{2-} anioni quruq moddaning ozgina ulushidan xlorid kislota ta'sir ettirib topiladi.

Quruq modda eritmasi tarkibidagi kationlar va anionlar aniqlanib bo'lgach, tekshirilayotgan namunani tuz tarkibi to'grisida xulosa chiqariladi. Masalan, agar Na^+ , K^+ , NH_4^+ kationlari va NO_3^- anioni topilgan bo'lsa, namuna kaliyli, natriyli va ammoniy nitratlari aralashmasidan iborat bo'ladi. Bordini, K^+ kationi, shuningdek SO_4^{2+} va NO_3^- anionlari topilgan bo'lsa, unda quruq modda ikki tuz — K_2SO_4 va KNO_3 aralashmasi bo'lib chiqadi.

4-laboratoriya ishi: Anionlarni ochish reaksiyalari va aralashmasini analizi. Anionlar ochish reaksiyalarini bajarish va aralashmasini analizini bajarish.

Ishning maqsadi: Anionlarni ochish reaksiyalari va aralashmasini analizi. Anionlar ochish reaksiyalarini bajarish va aralashmasini analizini bajarish.

Sulfat ion — SO_4^{2-} , sulfit ion — SO_3^{2-} , karbonat ion — CO_3^{2-} , fosfat ion — PO_4^{3-} , arsenat

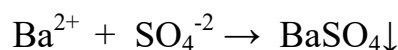
ion – AsO_4^{3-} , arsenit ion – AsO_3^{3-} , borat ion – BO_3^{3-} , yoki tetraborat ion – $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$, xromat ion – CrO_4^- yoki dixromat ion – $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, fluorid ion – F^- , silikat ion – SiO_3^{2-} , oksalat ion – $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ va boshqalar kiradi. Sanab oʻtilgan ionlar Ba^{2+} ionlari bilan suvda qiyin eriydigan, ammo kislotalarda eriydigan tuzlar hosil qiladi. Shuning uchun 1-analitik grupp anionlari kislotali eritmalaridan bariy tuzlari holida choʻkmaga tushmaydi.

Demak, neytral yoki kuchsiz asosli eritmada pH-7-9 boʻlganda BaCl_2 I-analitik grupp anionlarining reagentidir. I-analitik guruh anionlarining Ag^+ ionlari bilan hosil qilingan tuzlari II analitik guruh anionlari hosil qilgan tuzlardan suyultirilgan kislotalarda va xatto suvda Ag_2SO_4 va AgF erishi jihatidan farq qiladi. AsO_3^{3-} va AsO_4^{3-} anionlarining reaksiyalari As^{+3} va As^{+5} xossalari oʻrganishda koʻrib chiqilgan. Sulfat ion SO_4^{2-} sulfat kislota H_2SO_4 ning anionidir. Sulfat kislota kuchli kislota boʻlib, faqat galogenid kislotalar HCl , HBr , HI va nitrat kislotadan HNO_3 kuchsizroqdir.

SO_4^{2-} - ionining xususiy reaksiyasi.

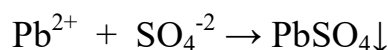
1. Bariy xlorid BaCl_2 (Ba^{2+} ionlari)

Sulfat ionlari boʻlgan eritmalar bilan oq choʻkma BaSO_4 hosil qiladi. Bariy sulfat kuchli kislota tuzi boʻlib suvda qiyin eriydi, kislotalarda esa erimaydi. Bu bilan BaSO_4 boshqa hamma anionlarning bariy tuzlaridan farqlanadi; uning ana shu xossalari SO_4^{2-} ionini topishda foydalaniladi:



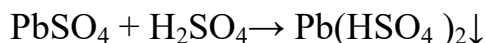
Tajriba: Probirkada natriy sulfatning – Na_2SO_4 2-3 tomchi eritmasiga 2-3 tomchi bariy xlorid eritmasi qoʻshiladi. Choʻkma 2 qismga boʻlinadi, hamda uning xlorid kislota va ishqorda erishi tekshiriladi.

Qoʻrgoshin tuzlari (Pb^{2+} ionlari). qoʻrgoshinning eruvchan tuzlari SO_4^{2-} ionlari bilan qoʻrgoshin sulfatning suyultirilgan kislotalarda erimaydigan lekin qizdirilganda oʻyuvchi ishqorlarda va ammoniy atsetatda eriydigan oq choʻkmasini hosil qiladi:



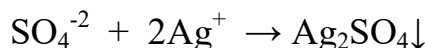
Tajriba: 4-5 tomchi sulfat kislota yoki uning tuzi eritmasiga shuncha eritma qoʻshiladi. Choʻkmaning ishqorlarda va konsentrlangan ammoniy atsetat eritmasida qizdirilganda erishi tekshirib koʻriladi. Konsentrlangan H_2SO_4 PbSO_4 choʻkmasini eritib,

qo'rgoshin gidrosulfat hosil qiladi.



2. Kumush nitrat AgNO_3 (Ag^+ ioni)

Kumush nitrat sulfatlarning suyultirilgan eritmaları bilan cho'kma bermaydi, chunki Ag_2SO_4 suvda deyarli yaxshi eriydi. Lekin sulfatlarning konsentrlangan eritmalarida oq rangli Ag_2SO_4 cho'kmasi hosil bo'lishi mumkin.

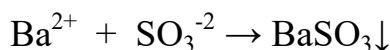


Tajriba: 2-marta probirkaga 3-4 tomchi Na_2SO_4 tomiziladi. 1-2 tomchi BaCl_2 eritmasidan quyiladi va 3-4 tomchi AgNO_3 quyiladi. Oq rangli cho'kma hosil bo'ladi.

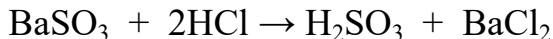
SO_3^{2-} ionining xususiy reaksiyasi.

1. BaCl_2 -bariy xlorid (Ba^{2+} ioni)

Bariy xlorid SO_3^{2-} ionlari bilan bariy sulfitning oq kristall cho'kmasini hosil qiladi:



cho'kma HCl va HNO_3 da erib, SO_2 ajratib chiqaradi.



Tajriba: Natriy sulfitning 4-5 tomchi eritmasi shuncha bariy xlorid qo'shiladi. Cho'kmaning HNO_3 nitrat va xlorid HCl kislotalarida eruvchanligi tekshiriladi. Agar cho'kma kislotalarda to'liq erimasa, u holda cho'kmada bariy sulfit bo'ladi.

2. Oksidlovchilar bilan o'tkaziladigan reaksiya

Oksidlovchilar - yod- I_2 kaliy permanganat- KMnO_4 va boshqalar SO_3^{2-} ionlarni sulfat ionlargacha oksidlaydi:

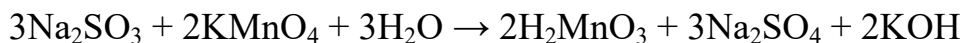


Tajriba: Natriy sulfidning 2-3 tomchi eritmasiga 1-2 tomchi xlorid kislota eritmasi va 2-3 tomchi yod eritmasi qo'shiladi. Yodning rangsizlanishi kuzatiladi. Kaliy permanganat ham kislotali muhitda Mn^{+7} ning Mn^{2+} gacha qaytarilishi natijasida rangsizlanadi:



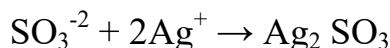
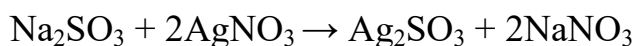
Ishqoriy yoki neytral muhitda KMnO_4 sulfit ioni ta'sirida IV valentli

marganetsgacha qaytariladi, bunda maneanat kislotaning qo‘ngir cho‘kmasi tushadi .

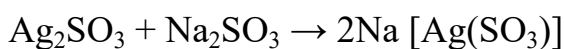


3. AgNO_3 - kumush nitrat (Ag^+ ioni)

AgNO_3 SO_3^{2-} ionlari bilan neytral muhitda kumush sulfitning oq kristal cho‘kmasini hosil qiladi:



Cho‘kma HNO_3 va NH_4OH da eriydi: Ortiqcha miqdor Na_2SO_3 da cho‘kma kompleks tuz hosil qilib eriydi.



Kompleks tuz eritmasi yoki Ag_2SO_3 cho‘kmasi qaynatilganda kumush metali ajralib chiqadi:

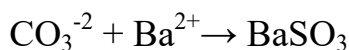


Tajriba: Natriy sulfitning 4-6 tomchi eritmasiga shuncha kumush nitrat qo‘shiladi. Cho‘kmali eritma uch qismga bo‘linadi va cho‘kmaning suyultirilgan nitrat kislotada, ammoniy gidroksidda va ortiqcha miqdor natriy sulfitda erishi tekshiriladi. Uchinchi probirkadagi eritma qaynatiladi va eritmadan kumush metalining ajralishi kuzatiladi.

CO_3^{2-} ionlarining xususiy reaksiyasi.

1. BaCl_2 bilan o‘tkaziladigan reaksiya

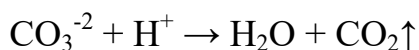
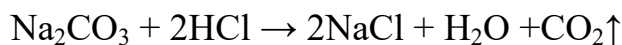
BaCl_2 CO_3^{2-} ionlari bilan nitrat, xlorid va sirka kislotalarda eriydigan bariy karbonatning oq cho‘kmasini hosil qiladi:



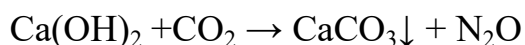
Tajriba: natriy karbonatning 4-5 tomchi eritmasiga shuncha bariy xlorid qushiladi. Cho‘kmaning kislotalarda erishi tekshiriladi.

2. Kislotalar bilan o‘tkaziladigan reaksiya

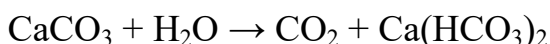
Suyultirilgan kislotalar karbonatlarni parchalaydi, bunda karbonat angdrid ajralib chiqadi.



Bu CO_3^{2-} ioniga spetsifik reaksiyadir. Karbonat angidrid gazining ajralib chiqishi ohakli yoki bariyli suvning loyqalanishidan aniqlanadi:



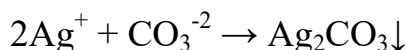
CO_2 ni uzoq vaqt yuborilganda choʻkma kalsiy bikarbonat hosil boʻlishi natijasida eriydi:



Tajriba: Tajriba sulfit angidrit gazini aniqlash uchun ishlatiladigan asbobda oʻtkaziladi. Asbob sklyankasiga 5-6 tomchi karbonat eritmasi va shuncha xlorid kislota solinadi. Sklyanka ogʻzi 1-2 tomchi ohakli suv bor pipetka oʻtkazilgan probka bilan tez berkitiladi va ohakli suvning loyqalanishi kuzatiladi.

3. AgNO_3 - kumush nitrat (Ag^+ ioni)

AgNO_3 karbonatlar eritmasiga taʼsir ettirilganda kumush karbonatning suyultirilgan kislotalarda va ammoniy gidroksidda eriydigan oq choʻkmasi hosil boʻladi:



Tajriba: Probirkaga natriy karbonatning 2-3 tomchi eritmasi tomiziladi va unga shuncha kumush nitrat eritmasi qoʻshiladi. Natijada oq choʻkma tushadi.

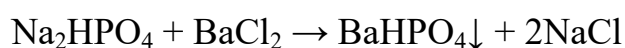
SO_4^{2-} va SO_3^{2-} ishtirokida CO_3^{2-} ionini topish.

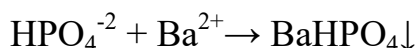
SO_4^{2-} yoki SO_3^{2-} ionlarining boʻlishi CO_3^{2-} ni topishga xalal beradi. Chunki sulfid va miosulfatlarga kislota taʼsir ettirilmasdan hosil boʻladigan SO_2 gazi Ca(OH)_2 eritmasi tomonidan yutilganda oq choʻkma CaSO_4 hosil boʻlishi mumkin. Shuning uchun yuqoridagi anionlarni topgandan keyin ularni albatta oksidlash kerak. Buning uchun eritmaga H_2SO_4 qoʻshishdan oldin moʻlroq(4-6 tomchi) H_2O_2 eritmasi qoʻshiladi. Soʻngra tajriba yuqorida koʻrsatilganidek oʻtkaziladi. Vodorod peroksid oʻrniga boshqa oksidlovchilar KMnO_4 , KCrO_4 va boshqalar ishlatilishi mumkin.

PO_4^{3-} ionlarining xususiy reaksiyasi

1. BaCl_2 -bariy xlorid.

Bariy xlorid fosfatlarning neytral eritmalaridan bariy gidrofosfatning oq amorf choʻkmasini ajratib chiqaradi:



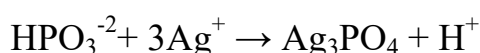


Choʻkma mineral kislotalarda (H_2SO_4 dan tashqari) va sirka kislotada eriydi.

Tajriba: Natriy gidrofosfatning 4-5 tomchi eritmasiga shuncha bariy xlorid eritmasi qoʻshiladi. Choʻkmaning xlorid va nitrat kislotalarda erishi tekshiriladi.

2. Kumush nitrat– AgNO_3 bilan oʻtkaziladigan reaksiyalar

AgNO_3 fosfat ionlar bilan kumush fosfatning sariq choʻkmasini hosil qiladi, bu choʻkma mineral kislotalarda va ammoniy gidroksidda oson eriydi:

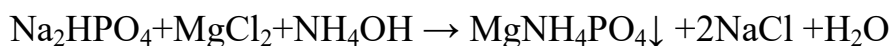


Tajriba: Natriy gidrofosfatning 4-5tomchi eritmasiga shuncha kumush nitrat qoʻshiladi. Olingan choʻkmaning nitrat kislotada va ammoniy gidroksidda erishi tekshiriladi.

PO_4^{3-} - ortofosfat kislota anioni, rangsizdir.

3. Magnezial aralashma bilan oʻtkaziladigan reaksiya

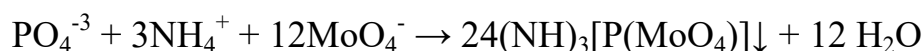
Magniy tuzlari NH_4OH va NH_4Cl ishtirokida fosfat ionlar bilan magniy-ammoniy fosfatning kislotalarda oson eriydigan oq kristall choʻkmasini hosil qiladi:



Tajriba: Natriy gidrofosfatning 2-3 tomchi eritmasiga, 2-3 tomchi ammoniy xlorid eritmasi, 2-3 tomchi ammiyak eritmasi qoʻshiladi. Olingan choʻkmaning nitrat va xlorid kislotalarda erishi tekshiriladi.

4. Ammoniy molibdat bilan oʻtkaziladigan reaksiya

$(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ -ammoniy molibdatdan ortiqcha miqdorda fosfatlarning nitrat kislotali eritmasiga quyib istilsa, ammoniy-fosfat molibdatning oʻyuvchi ishqorlarda va ammoniy gidroksidda eriydigan sariq kristall choʻkmasini hosil qiladi:

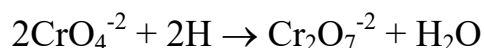


Tajriba: Bir necha tomchi nitrat kislota qoʻshilgan va 50 -60° gradusgacha qizdirilgan 1-2 tomchi molibden suyuqligi eritmasiga 1-2 tomchi natriy gidrofosfat

tomiziladi. Sariq choʻkma tushishi kuzatiladi.

CrO₄²⁻ -xrom ionlarining reaksiyalari.

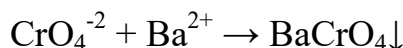
CrO₄²⁻ anioni – sariq rangli, kislotali muhitda u zargʻaldoq rangli Cr₂O₇²⁻ ga aylanadi:



Xromat va dixromat kislotalar faqat eritmalaridagina mavjud boʻladi va ularni toza holda ajratib olishga harakat qilinsa ular xromat angdrid CrO₂ bilan suvga parchalanadi:

1. BaCl₂-bariy xlorid bilan oʻtkaziladigan reaksiya

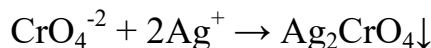
Bariy xlorid-BaCl₂ xromat ionlar bilan bariy xromatning sariq choʻkmasini hosil qiladi:



Tajriba: 2-3 tomchi bariy xlorid yoki nitratga shuncha kaliy xromat quyiladi. Bariy xromatning oq-sariq choʻkmasi tushishi kuzatiladi.

2. AgNO₃ -kumush nitrat bilan oʻtkaziladigan reaksiya.

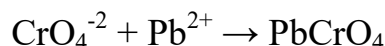
AgNO₃-kumush nitrat xromat ionlar bilan kumush xromatning nitrat kislotada eriydigan qizil-qoʻngir choʻkmasini hosil qiladi:



Tajriba: Kaliy yoki natriy xromatning eritmasiga shuncha kumush nitrat eritmasi qoʻshiladi. Kumush xromatning qizil-qoʻngir choʻkmasi tushishi kuzatiladi.

3. Qoʻrgʻoshin atsetat bilan oʻtkaziladigan reaksiya

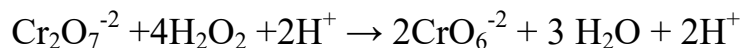
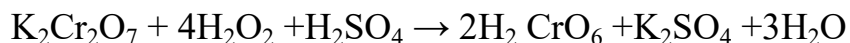
qoʻrgʻoshinning eruvchan tuzlari xromat ionlar bilan nitrat kislotada, oʻyuvchi ishqorlarda eriydigan va kislotada erimaydigan qoʻrgʻoshin xromatning sariq choʻkmasini hosil qiladi:



Tajriba: 2-3 tomchi qoʻrgʻoshin atsetatga shuncha kaliy xromat quyiladi. Kuchli kislotali muhitda sariq choʻkma hosil qiladi.

3. Vodorod peroksid bilan oʻtkaziladigan reaksiya.

H₂O₂ kislotali muhitda Cr₂O₇²⁻ ionini oksidlab, eritmani koʻk rangga kiritadigan perxromat kislota H₂CrO₆ ga aylanadi:

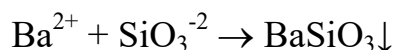
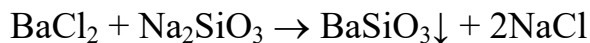


Tajriba: Uch valentli xrom tuzining 3-4 tomchi eritmasiga nitrat kislotani 2n eritmasidan 3-4 tomchi, kumush nitratning 0,1 n. eritmasidan 3-4 tomchi va ammoniy yoki kaliy persulfatning 50%li eritmasidan 5-6 tomchi qo‘shiladi. Aralashma qaynaguncha qizdiriladi. Eritma to‘q sariq rangga o‘tadi. Hosil bo‘lgan eritmada CrO_4^{2-} ionlari borligini tekshirish uchun eritmani sovitish, 4-5 tomchi efir, benzol yoki probirkani chayqatish kerak. Olti valentli xrom bo‘lsa, efir qatlami perxromat kislota H_2CrO_6 hosil bo‘lishi tufayli ko‘k rangga bo‘yaladi.

SiO_3^{2-} -silikat ionlarining reaksiyalari.

1. Bariy xlorid- BaCl_2 bilan o‘tkaziladigan reaksiyalari

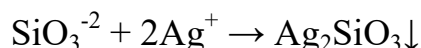
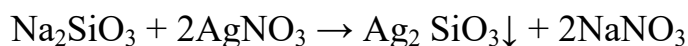
BaCl_2 silikat ion SiO_3^{2-} bilan oq cho‘kma BaSiO_3 hosil qiladi. Kislotalar uni parchalab, har xil silikat kislotalar aralashmasidan iborat bo‘lgan iviq cho‘kmaga aylantiradi.



Tajriba: Natriy silikat eritmasiga bariy xlorid eritmasidan tomizganda oq cho‘kma hosil qiladi. Bu cho‘kmani 2 ga bo‘lib, 1-siga HCl eritmasidan quyilganda, oq cho‘kma parchalanib, iviq cho‘kmaga aylanadi.

2. Kumush nitrat AgNO_3 bilan o‘tkaziladigan reaksiyalar

AgNO_3 silikat eritmaları bilan HNO_3 da eritilganda sariq cho‘kma Ag_2SiO_3 hosil qiladi.



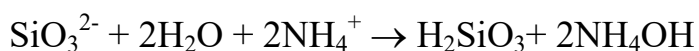
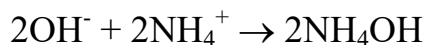
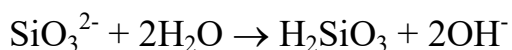
Tajriba: Porbirkaga natriy silikati eritmasidan 2ml quyib, ustiga AgNO_3 eritmasidan bir necha tomchi tomizilsa, probirkada sariq cho‘kma paydo bo‘ladi. Cho‘kmaga AgNO_3 tomizilsa sariq cho‘kma erib ketadi.

Suyultirilgan kislotalarni silikatlarining uncha suyultirilmagan eritmalariga ohista qo‘shilsa, silikat kislotalar oq iviq cho‘kma (gel) holida cho‘kadi. Ba’zan probirkadagi

aralashmaning hammasi iviqqa aylanadi. Kislota tez qo'shiladigan bo'lsa (ayniqsa silikatlarining suyultirilgan eritmasida) cho'kma darhol hosil bo'lmaydi, yoki ko'p vaqtgacha hosil bo'lmasligi mumkin. Bunda silikat kislotalar eritmada kolloid (zol) holida qoladi. Iviq hosil bo'lishida ham qisman kolloid eritma olinadi. SHuning uchun kislotalar ta'sirida silikat kislotalar to'liq cho'ka olmaydi. Silikat kislotalarni to'lik ajratish uchun eritmani konsentrlangan HCl bilan cho'kma quriguncha bir necha marta bug'latish kerak. Bunda silikat kislotalar erimaydigan holga keladi va qolgan qoldiqqa kislota qo'shilgan suv bilan ishlov berib sentrifugada ajratib olish mumkin.

3. Ammoniy tuzlari (NH₄⁺ ion)

Ammoniy tuzlari silikatlar eritmasidan silikat kislotalarni kislotalarga nisbatan to'laroq cho'ktiradi. Bu reaksiya gidroliz paytida hosil bo'ladigan OH⁻ ionlarining ammoniy tuzi ionlari NH₄ bilan bog'lanishi natijasida silikat gidrolizi muvozanatining bo'zish tufayli ro'y beradi:



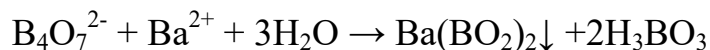
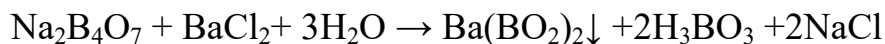
Agar sovukda cho'kma tushmasa, eritma bir necha minut suv hammomida isitiladi.

Tajriba: Probirkaga natriy silikat Na₂SiO₃ eritmasidan quyib ustiga cho'kma tushishi to'xtagunga qadar NH₄Cl -ammoniy xlorid eritmasidan quyiladi. Agar cho'kma tushishi qiyinroq ketsa, aralashma suv hammomida bir oz qizdiriladi. Oq iviq cho'kma filtrlab ajratib olinadi va bir necha marta yuviladi. Hosil bo'lgan cho'kmada SiO₃²⁻ silikat ionlari bor-yo'qligi bilish uchun eritma bug'latiladi va qolgan quruq qoldiqni filtr qog'ozga solib, sirka kislota CH₃COOH qo'shilgan 0,5% li havorang metilen bo'yog'i eritmasi bilan ishlov beriladi. Sovuq suvda bir necha marta yuvilgandan so'ng havorang metilen bo'yog'i bilan ko'kka bo'yalgan silikat kislota qoladi. Bu reaksiya silikat kislotasini oq iviq cho'kmasini shunga o'xshash Al(OH)₃ qalay va surmaning alyuminatlariga o'xshash birikmalaridan farqlash uchun ham qo'llaniladi.

Borat ionlar – $B_4O_7^{2-}$ va BO_2^- ning xususiy reaksiyalari.

1. $BaCl_2$ -bariy xlorid bilan o‘tkaziladigan reaksiya.

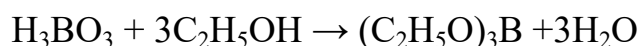
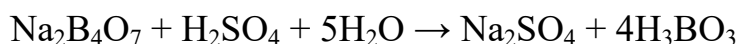
$BaCl_2$ buraning konsentrlangan eritmalaridan bariy metaboratning sirka, xlorid va nitrat kislotalari eriydigan oq cho‘kmasini cho‘ktiradi:



Tajriba: Buraning 4-5 tomchi eritmasiga 5-6 tomchi bariy xlorid eritmasi qo‘shiladi.

2. Alanganing bo‘yalishi.

Spirt va konsentrlangan sulfat kislota quruq borat bilan alangani o‘ziga xos yashil rangga bo‘yaydigan bor efirini hosil qiladi.



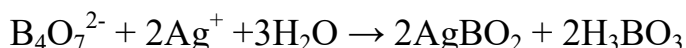
Tajriba: Chinni kosachaga buraning 5-6 tomchi eritmasi quriguncha bug‘latiladi. Sovutilgan quruq qoldiqqa 10-15 tomchi spirt va 4-5 tomchi konsentrlangan sulfat kislota qo‘shiladi. Aralashma shisha tayoqcha bilan aralashtiriladi va yondiriladi. Borat ionlar ishtirokida alanga yashil rangga bo‘yaladi.

3. Ko‘rkum qog‘ozining bo‘yalishi.

Borat kislota bilan namlangan ko‘rkum qog‘oz qurigandan so‘ng zarg‘aldoqrangga kiradi. Ishqor ta’sirida zarg‘aldoqrang ko‘k yoki kulrang qora tusga uzgaradi. (borat ionlarining konsentratsiyasiga qarab)

Tajriba. Buraning 1 tomchi eritmasiga bir tomchi xlorid kislota qo‘shiladi va ko‘rkum qog‘oz lentasiga tomiziladi. qog‘oz quritiladi va 1 tomchi o‘yuvchi ishqor bilan xullanadi. Zarg‘aldoqrangning borat ionlari ishtirokida ko‘k yoki kulrang-qora rangga kirishi kuzatiladi.

$AgNO_3$ reaktivi HNO_3 va NH_4OH da eritilganda oqcho‘kma $AgBO$ ni hosil qiladi:



Quruq moddani, ya'ni tuzlar aralashmasini sifat jihatdan analiz qilish tartibini ko'rib chiqamiz, Analiz uchun qattiq holatdagi moddadan, odatda 0,1-0,3 g olinadi. Moddani

analizga tayyorlash uni chinni havonchada maydalashdan boshlanadi, chunki kukun holidaga modda oson eriydi. Agar analizga berilgan namuna mayda kristallar holida bo'lsa, uni maydalashga hojat qolmaydi, faqat uni shisha tavoqcha bilan yaxshilab aralashtirish lozim. Maydalangan namuna uch qismga bo'linadi: bir qismi kationlarni aniqlash uchun, ikkinchi qismi anionlarni topish uchun ishlatilsa, uchinchi qismi qisman dastlabki sinovlarga ishlatiladi va ba'zi tajribalarni qayta bajarish uchun zaxiraga qoldiriladi.

Dastlabki sinovlar ba'zi bir ionlarni sistematik analizgacha topishga yordam beradi va ishni engillashtiradi. Dastlabki sinovlarda alangani bo'yash reaksiyalari qilib ko'riladi. Bu sinovlarning natijalari sistematik analizda tasdiqlanishi kerak.

Berilgan namunaning analizi uning suvda erishini tekshirishdan boshlanadi. Buning uchun moddaning bir necha zarrachalari 10-12 tomchi distillangan suvda, avval sovuqda kerak bo'lsa isitib, eritib ko'riladi. Agar berilgan modda namunasi suvda erimasa yoki yomon erisa, unda shu moddaning oldin sovuqda, keyin isitilgan sirka kislotada, so'ng suyultirilgan va kontsentrangan HCl da erish- erimasligi va nihoyat zar suvi (1 mol kons HNO_3 + 3 mol kons HCl)da erishi sinab ko'riladi.

Ko'pchilik analiz qilinadigan moddalar distillangan suvda va suyultirilgan xlorid kislotada eriydi, shu sababli bu moddalarni kontsentrangan kislotalarda yoki zar suvida eritishga hojat qolmaydi. Moddaning eruvchanligi tekshiruvdan o'tkazilgach, namunaning birinchi qismi (0,03-0,1 g) konussimon probirkaga solinib, ustiga 1-3 ml. tanlangan erituvchi qo'shib, eritiladi.

Berilgan namunani xlorid kislotada eritiladigan bo'lsa, gazlar (CO_2 , H_2S , SO_2) ajralib chiqishiga e'tibor bering, chunki ularning chiqishi aralashma tarkibida bir qator anionlar (SO_3^{2-} , S^{2-} , SO_4^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$) borligini ko'rsatadi. Shuningdek, hosil qilingan eritmaning rangini kuzating Kuchsiz kislotali eritmalarida Fe^{2+} och-yashil tusga, Fe^{3+} -sarg'ish, Cr^{3+} -yashil, Cu^{2+} -havorang, Co^{2+} -pushti, CrO_4^{2-} sariq, $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ qizil-olov rangiga ega bo'ladi. Namunani eritishdan hosil bo'lgan eritmalar rangsiz bo'lsa, bu ionlar bo'lmasligi mumkin.

5-laboratoriya ishi: Quruq tuzni (noma'lum tarkibli) analizini bajarish.

Ishning maqsadi: Noma'lum tarkibli quruq tuzni analizini bajarish.

Quruq moddani eritlgandan so'ng, dastlab undan kationlar topiladi, chunki ba'zi kationlarning bo'lishi bir qator anionlarni modda tarkibida yo'qligi to'g'risida xulosa chiqarishga yordam beradi.

Quruq modda eritmasi tarkibida PO_4^{3-} anionlarining bo'lishi kationlarni topishga halaqit beradi. III guruh kationlarini $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ ta'sirida cho'ktirishda ishqoriy eritmadan bir vaqtning o'zida II guruh kationlari va magniy kationini fosfatlari ham cho'kmaga tushib qoladi. Shunday qilib PO_4^{3-} anioni ishtirokida III guruh kationlarini II guruh kationlaridan ajratib bo'lmaydi. Ularni ajratish uchun eritmadan PO_4^{3-} ni yo'qotish kerak. Buning uchun eritmada kislotali muhit ($\text{pH}=5$) mavjud qiladigan atsetat bufer aralashma $\text{CH}_3\text{COO}+\text{CH}_3\text{COONa}$ ishtirokida Fe^{3+} tuzlari bilan PO_4^{3-} ni FePO_4 holida cho'kmaga tushiriladi. pH ning bunday qiymatida Ba^{2+} , Si^{2+} , Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlari hamda Zn^{2+} , Mn^{2+} , Ni^{2+} , Co^{2+} va Fe^{2+} (ya'ni barcha ikki zaryadli kationlar) eritmada qoladi. Alyuminiy, xrom fosfatlari, aksincha FePO_4 bilan birga cho'kmaga tushadi. Fosfat anionini to'liq cho'kmaga tushirish uchun ortiqcha Fe^{3+} kationlari zarur bo'ladi. Ortib qolgan Fe^{3+} ni yo'qotish va FePO_4 ni to'liq ajratib olish uchun eritma qaynatiladi. Bunda ortiqcha Fe^{3+} kationlari asosli atsetat holida cho'kmaga tushadi. Cho'kma ajratib olinib Al^{3+} , Cr^{3+} kationlari bor- yo'qligi tekshiriladi. Sentrifugat tarkibidagi boshqa kationlar boriigi I-V guruh kationlari aralashmasini analiz qilish tartibi bo'yicha topiladi.

Quruq modda tarkibidagi anionlarni topish

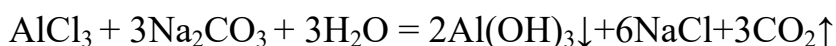
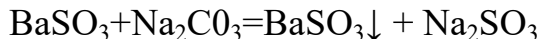
Quruq modda eritmasidan kationlarni topish jarayonida yo'l-yo'lakay u yoki bu anionlarning bor- yo'qligi to'g'risida ma'lumotga ega bo'lish mumkin. quruq modda suyultirilgan xlorid yoki nitrat

kislotada eritilgan bo'lsa, va bu eritmadan Ba^{2+} , Sr^{2+} , yoki Pb^{2+} kationlari aniqlangan bo'lsa, o'z- o'zidan ravshanki. tekshirilayotgan eritmada SO_4^{2-} anionlari bo'lmaydi. Neytral yoki ishqoriy muhtli eritmadan Ba^{2+} kationlari topilgan bo'lsa, ishonch bilan tekshirilayotgan eritmada I guruh anionlarining hammasi yo'q deb aytish mumkin bo'ladi. Cho'kmasi bo'lmagan eritmadan Ag^+ kationlari topilsa, II guruh anionlari yo'qligini

ko'rsatadi. CO_3^{2-} , S^{2-} , SO_3^{2-} va $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ anionlari borligi kationlarni analiz qilish yo'lida eritmani kislotali muhitga keltirishda gazlar(CO_2 , H_2S , SO_2) ajralib chiqishga qarab topilishi mumkin.

Tekshirilayotgan quruq modda eritmasida ayrim anionlarning bor-yo'qligi haqida xulosa chiqarilgandan. unda bo'lishi ehtimoli tutilgan anionlarni topishga o'tiladi.

Anionlarni topish uchun quruq moddani maxsus tayyorlab olish lozim. Anionlarni faqat eritmada K^+ , Na^+ va NH_4^+ kationlari ishtirokidagana oson aniqlash mumkin. Boshqa kationlar, ya'ni «og'ir metallar»ning kationlari — II-V guruh kationlari Mg^{2+} kationi bilan birgalikda anionlarni aniqlashga halaqit beradi. Eritmada bu kationlarning ba'zilarini rangli bo'lishi, oksidlash-qaytarish xossalari borligi, bir qator anionlar bilan birkib, cho'kma berishga qobil ekanligi anionlarni topishga xalaqit beradi. Shuning uchun «og'ir metallarning kationlarini yo'qotish va hamma tuzi ani natriy tuzlariga aylantirish maqsadida tekshirilayotgan modda natriy karbonat Na_2CO_3 eritmasi qo'shib qaynatiladi Bunda II-V—guruh kationlari karbonatlar yoki gidroksidlar holida cho'kadi:



Taxminan 0,1g quruq modda tigelda 0,4g kimyoviy toza suvsiz natriy karbonat Na_2CO_3 bilan aralashtiriladi, ustiga 50-60 tomchi distillangan suv qo'shiladi, aralashma 5 minut davomida (bug'langan suvni o'rnini to'ldirib turish uchun suv qo'shib turgan xolda) qaynatiladi.

Tigeldagi bo'lgan aralashma konussimon probirkaga o'tkaziladi, sentrifugalanib, cho'kmasi ajratiladi. Analiz kilishdan oldin «sodali so'rim» natriy karbonatniig ortiqchasini yo'qotish maqsadida sirka kislota bilan neytrallanadi. Bu ishni juda ehtiyotlik bilan bajarish lozim, kislotadan ko'prok ko'shilsa S^{2-} , NO_2^{2-} va ba'zi bir anionlarni yo'kotib yuborish mumkin. Shuni e'tiborga olish kerakki, CO_3^{2-} anioni so'rim tayyorlashda eritmaga kirib koladi. Shu sababli CO_3^{2-} anioni quruq moddaning ozgina ulushidan xlorid kislota ta'sir ettirib topiladi.

Quruq modda eritmasi tarkibidagi kationlar va anionlar aniqlanib bo'lgach, tekshirilayotgan namunani tuz tarkibi to'grisida xulosa chiqariladi. Masalan, agar Na^+ , K^+ ,

NH_4^+ kationlari va NO_3^- anioni topilgan bo'lsa, namuna kaliyli, natriyli va ammoniy nitratlari aralashmasidan iborat bo'ladi. Bordini, K^+ kationi, shuningdek SO_4^{2-} va NO_3^- anionlari topilgan bo'lsa, unda quruq modda ikki tuz — K_2SO_4 va KNO_3 aralashmasi bo'lib chiqadi va xokazo.

6-laboratoriya ishi: Tortma analiz. Xaydash usuli bo'yicha analiz qilish yo'li. Yakka tartibda tarozida tortishni o'rgatish. Ishchi ishqor eritmasini tayyorlash va uni konsentrasiyasini aniqlash.

Ishning maqsadi: Ishchi ishqor eritmasini tayyorlash va uni konsentrasiyasini aniqlash. Xaydash usuli bo'yicha analiz qilishni o'rganish.

Gravimetrik analiz tekshiriladigan va hosil bo'ladigan moddalarning massalarini aniq o'lchashga asoslangan. Gravimetriya cho'ktirish, haydash va ajratish usullariga bo'linadi.

Analitik kimyoda o'lchash analitik signalni olishning keng tarqalgan usulidir. Massasi noma'lum bo'lgan har qanday modda oldin texnik tarozida (9.1-rasm) 0,01 g aniqlikda, keyin analitik tarozida 0,0001 g aniqlikda o'lchanadi.

Hozirgi vaqtda analitik kimyoda kam miqdordagi moddalar bilan ishlanadi. Shuning uchun ham analitik tarozilar massasi 100-200 g gacha bo'lgan moddalarni tortishga mo'ljallangan. Analitik tarozilar ikki yoki bir pallali bo'ladi.

Analitik kimyoda olchash analitik signalni olishning keng tarqalgan usulidir. Massasi noma'lum bo'lgan har qanday modda oldin texnik tarozida 0,01 g aniqlikda, keyin analitik tarozida 0,0001 g aniqlikda olchanadi.

Hozirgi vaqtda analitik kimyoda kam miqdordagi moddalar bilan ishlanadi. Shuning uchun ham analitik tarozilar massasi 100-200 g gacha bo'lgan moddalarni tortishga mo'ljallangan. Analitik tarozilar ikki yoki bir pallali bo'ladi.

Ikki pallali tarozilarning eng muhim qismi bo'lgan shayin agat yoki yaxshilab toblangan po'latdan yasalgan o'tkir qirrali uchta prizmalı bo'lib, ulardan biri shayinning o'rta qismida qirrasi tarozi yelkasiga yo'nalgan tarzda joylashtirilgan bo'ladi. U tarozining tayanch nuqtasi bo'lib xizmat qiladi. Qolgan ikkita prizma shayinning shu nuqtasidan teng

masofada qirralari (o'rta prizma qirrasi bilan bir tekislikda parallel) bilan yuqoriga qaragan holda joylashtirilgan bo'ladi. Ularga pallalarni osishga mo'ljallangan halqachalar o'rnatiladi. Taroziining yelkasi va halqachalarning tayanch chiziqlari qancha yaxshi silliqlangan va prizmalarning qirralari qancha o'tkir bo'lsa, tarozi shuncha sezgir boladi. Shayinning o'rtasiga maxsus strelka o'rnatilgan bo'lib, u darajalangan shkala bo'ylab harakatlanadi.

Tarozi ishlatilganda prizmalarning qirralari va tayanch yuzalar asta-sekin siyqalanib, tarozining tortish aniqligi kamaya boradi. Buning oldini olish uchun tarozi ishlaymay turganda prizmalar tayanch nuqtalardan *arretir* moslamasi (tirgak) yordamida ajratib qo'yiladi. Tirgak yordamida tarozi shayinini ko'tarib qo'yish tarozini «*arretirlash*» deyiladi. Taroziini ishga tushirganda uning arretir diski sekin buralishi kerak. Tortiladigan modda tarozi pallasiga qo'yilishidan va olinishidan oldin tarozi albatta arretirlangan bo'lishi kerak. Analitik tarozilar oynali quti ichiga joylashtirilgan bo'ladi. Oynali quti tarozini chang, xonada ishlovchilarning harakati tufayli yuzaga keladigan havoning harakati, tarozida ishlovchining nafas olishi va chiqarishi kabi ta'sirlardan saqlaydi.

Tarozi binoning tebranishlardan eng ozod bo'lgan joyiga o'rnatilgan stol ustida joylashtiriladi. Taroziining yelkasi qat'iy vertikal holatda bo'lishi kerak. Taroziini bunday joylashtirish uchun uning orqa tomoniga o'rnatilgan ipga osilgan uchli yukdan foydalaniladi. Zamonaviy tarozilarda yukli ip o'rnida vaterpas (adilak, shayton) bo'lib, vaterpasdagi suyuqlik ustidagi havo uning o'rtasiga tarozining oyoqlaridagi vintlarni burash orqali keltiriladi. Shunda tarozining yelkasi vertikal (yuzasi - gorizontal) bo'ladi. Taroziining pallalarini oksidlanishdan himoyalash uchun nikellaydilar, ayrim tarozilarning pallalari oltin yoki boshqa zanglamaydigan metallning yupqa qatlami bilan qoplanadi.

Modda quruq yoki ho'l holda tortilishi mumkin. Gravimetrik analizda aniq natijalar olish uchun modda quritilgan shaklda tortiladi. Taroziining pallasiga tortiladigan moddani bevosita qo'yish yaramaydi. Modda biror idishda tortiladi. Moddalarni tortish uchun byuks, soat oynasi, tigel, stakan, probirka singari idishlar ishlatiladi. Tortiladigan modda nam tortar (gigroskopik) bo'lsa, uni qopqoqli byukslar yordamida tortish maqsadga muvofiqdir. Modda tortiladigan idish tortishdan avval astoydil tozalab yuviladi va *doimiy*

massagacha quritiladi. Yaxshilab quritilgan idish yoki moddaning massasi takroriy quritishdan keyin amalda o'zgarmasa, uning massasi *doimiy* hisoblanadi. Analitik kimyo laboratoriyasida moddalarni qog'oz ustida tortish mumkin emas. Qog'oz gigroskopik bo'lganligi uchun u havo namini tortadi. Bundan tashqari, tortilgan moddani qog'ozdan to'liq ajratib olishning imkoniyati yo'q. Gravimetrik analizdagi tortishlarning ko'p qismi moddani quritish va kuydirish bilan bog'liq. Issiq buyum tarozi pallasiga qo'yilsa, uning massasi haqiqiy qiymati dan farq qiladi. Issiqlik tarozi shayinini uzaytiradi, issiq oqim esa pastdan yuqoriga tomon harakatlanadi. Issiq oqimning pastdan yuqoriga tomon harakati natijasida tarozi pallas ham ko'tarilishi mumkin. Tortish aniqligining yetarli talab darajasida bo'lishi uchun quritish yoki kuydirish pechidan olingan tekshiriladigan modda bo'lgan idish sovitiladi. Sovuq buyumlar tortilganda buning teskarisi boladi. Shuning uchun ham tortilishi talab etilgan issiq yoki sovuq buyumning harorati tarozixona haroratigacha keltirilgan bolishi kerak. Issiq buyumni sovitish davomida uning sirtida havo tarkibida doimo bo'ladigan namlik kondensatlanadi. Buning oldini olish uchun buyum *eksikatorga* joylanadi.

Eksikator pastki qismiga namlikni yutuvchi quritadigan moddalar (kuydirilgan kalsiy xlorid, kalsiy oksid, konsentrlangan sulfat kislota va boshqa) solingan idish bo'lib, tortiladigan buyum uning chinni tagligi ustiga joylangandan so'ng tarozixonaga olib boriladi va soviguncha kutib turiladi. 110-150 °C haroratda quritilgan idish taxminan 30-40 daqiqa ichida xona haroratigacha soviydi. Eksikatorning qopqog'ini ochish uchun qopqoq o'ng qol bilan ushlanadi. Chap qo'l bilan eksikatorning o'zimizga qaragan tomonidan ushlagan holda, qopqoqni ko'tarmasdan gorizonta yo'nalishda sekin tortish kerak. Qopqoqni yopish uchun buning teskarisi qilinadi. Eksikatorni bir joydan boshqa joyga ko'chirish uchun ikkala qo'limizning bosh barmoqlari bilan uning qopqog'i ushlanadi va pastidan ikki qo'llab ushlab ko'tariladi. Eksikatorning qopqog'i havo namligini o'tkazmasligi va tushib ketmasligi uchun uning silliqlangan qismiga mum yoki parafin aralashtirilgan texnik vazelin surtiladi.

Tarozi toshlari maxsus qutichalarga muayyan tartib bilan joylangan bo'ladi. Tarozi toshlarini tarozi pallasiga qo'yish, undan olib qutichaga joylash uchun uchlariga muguz

yopishtirilgan qisqich ishlatiladi. Toshlarini qisqich bilan ushlaganda qattiq qismaslik kerak. Qutidagi toshlar ko'pincha 0,01-100 g massali bo'ladi. Milligranun massali toshlar yelkasiga joylashtirilgan tarozilarning toshlari qutisida 1-100 g massali toshlar bo'ladi. Toshlar zanglamasligi, ustiga chang va namlik o'tinmasligi kerak. Toshlarga tasodifan reaktiv, suv yoki boshqa biror modda tegsa, darhol ulardan tozalanishi, artilishi, zarur hollar da, vuvilishi kerak. Toshlar zanglamasligi uchun ularning sirti zanglamas qatlam bilan qoplanadi. toshlarning qutidagi o'rinlari qat'iy bir xil bo'lganligi uchun modda massasini toshlarning qutidagi bo'sh o'rinlariga qarab ham yozish mumkin. Toshlarini qutichaga joylayotganda yozuvning to'g'riligi tekshiriladi.

Analitik tarozilarda tortish qoidalarini. Analitik tarozi aniq fizik asbob bo'lib, unda tortganda juda ehtiyot bo'lish talab etiladi. Tarozining ishdan chiqmasligi va aniq tortish natijasini olish uchun qator qoidalarga rioya qilishga to'g'ri keladi:

1. Tortishga kirishishdan oldin tarozi pallalaridagi changni yumshoq mato yoki cho'tka yordamida ehtiyotlik bilan tozalang va tarozining nolnchi nuqtasini toping. Agar tarozini tekshirayotganda biror noaniqlikni kuzatsangiz, darhol mas'ul laborantga bu haqda ma'lum qiling.

2. Tarozining pallasiga tortiladigan buyum va toshlarni qo'yishdan avval uning arretirlanganligiga ishonch hosil qiling. Agar tarozi reyterli bolsa, reytemi o'ratayotganda yoki siljitayotganda ham tarozi arretirlangan bo'lishi kerakligini unutmang. Arretir diskini sekin va ehtiyotlik bilan burang.

3. Tarozida belgilangan miqdor moddadan ortiqcha moddani tortmang, aks holda tarozi buziladi.

4. Biror idishdagi moddaning (yoki bo'sh idishni) og'irligi nomalum bo'lsa, uni texnik tarozida tortib, uning taxminiy massasini aniqlang. So'ngra uni analitik tarozining chap pallasiga joylashtiring va tarozining derazachasini yoping. Tarozining pallasiga kimyoviy moddani bevosita yoki qog'ozga solib tortmang, balki soat oynasi, byuks, tigel, probirka va hokazolarga solib totting. Tarozining o'ng pallasiga toshchalar texnik tarozida o'lchangan massa analitik tarozining o'ng pallasiga qo'yib, tarozining derazachasini yoping va tarozini arretirdan sekin bo'shating.

5. Issiq yoki sovuq moddalarni tortishdan oldin ularaing haroratini tarozi haroratiga keltiring. Buning uchun uni eksikatora tarozixonada kamida 20-25 daqiqa saqlang.

6. Tarozing pallasiga nam, iflos va hoi moddalarni qo'ymang. Tarozi joylashtirilgan qutiga reaktiv, suyuq modda to'kmang.

7. Namni yutadigan moddalar, suyuqliklar, uchuvchan va o'yuvchi moddalarni faqat yopiq idishlarda (byuks) torting.

8. Tarozing o'lchash bilan bog'liq joylari (pallasi, shayini, strelkasi va boshqa), toshlar va reyterga qo'l tekkizmang. Qo'lingizdagi namiik, yog' va boshqalar ularda qoladi. Toshlarini faqat qisqich bilan ushlang. Agar reyter tasodifan tushib qolsa, uni qisqich yordamida o'z o'rniga joylashtiring.

9. Tortish vaqtida tarozining derazachalari yopiq bo'lishi kerakligini unutmang.

10. Bir ishni bajarish davomida faqat bitta tarozi va toshlar majmuasidan foydalaning.

11. Tarozi o'rnatilgan stolga suyanmang. Tarozi joyidan aslo qo'zg'atmang.

12. Taroziixonaga behuda kirmang, ishlayotganlarga xalaqit bermang, ular fikrini chalg'itmang, tarozixonada qattiq ovoz bilan so'zlashmang, chopib yurmang.

Tarozing nolinchi nuqtasini topish va tortish. Analitik tarozilarning ayrimlarida tarozi strelkasi shkala bo'ylab, ayrimlarida esa shkala qo'zg'almas chiziq bo'ylab o'ngga va chapga tebranadi. Strelkaning shkala yoki shkalaning chiziq bo'ylab tebranishi to'xtagandan keyingi turish nuqtasiga *tarozing nolinchi nuqtasi* deyiladi. Har xil tasodiflar tufayli tarozining nolinchi nuqtasi o'zgarib turganligi uchun tortishdan avval nolinchi nuqta topiladi. Amalda strelka yoki shkalaning tebranishdan to'xtashini kutib turishga hojat yo'q (dempferli tarozilarda u tezda to'xtaydi). Tarozi strelka yoki shkalasining o'ngga va chapga og'ishlari (odatda, uchinchidan boshlab) asosida tarozining nolinchi nuqtasi quyidagicha topiladi. Buning uchun chapga va o'ngga siljigandagi qiymatlar hisobga olinadi. Har ikkala tomonga bo'lgan og'ishlar qo'shib, ikkiga bo'linganda hosil bolgan qiymat tarozining nolinchi nuqtasini ko'rsatadi. Ikki-uch og'ishlar hisobga olinsa, nolinchi nuqta yanada aniqroq topiladi. Topilgan nolinchi nuqta tortish natijasini yozib olishda hisobga olinadi. Tarozing nolinchi nuqtasi topilgach, tortishga

kirishiladi. Tortish vaqtida yuqoridagi qoidalarga rioya qilgan holda chap pallaga tortiladigan buyum, o'ng pallaga toshlar qo'yiladi. So'ngra tarozi sekin arretirdan bo'shatiladi. Oddiy pallali tarozidan foydalanilayotgan bo'lsa, birinchi va ikkinchi raqamlar disk dastasidagi yelkaga qo'yilgan yukchalar massasini ko'rsatuvchi raqamlar yoki pallaga qo'yilgan toshchalar (500,200,100, 50,20,10 mg) bo'yicha yozib olinadi. Agar reyterli tarozi ishlatilayotgan bolsa, reyteming turgan joyiga qarab uchinchi va to'rtinchi raqamlar yozib olinadi. Reytersiz tarozilarda bu raqamlar ekrandagi shkaladan yozib olinadi. Bir pallali tarozilarda moddaning massasi ekrandagi raqamlar asosida yozib olinadi.

Analitik tarozilarning sezgirligi va aniqligi. Pallalariga yuk qo'yilmagan tarozi strelkasining to'xtash joyi *nolinchi nuqta*, pallalarida yuk bo'lgan tarozi strelkasining to'xtash joyi *muvozanat nuqtasi* deyiladi. Tortish vaqtida bu nuqtalar o'zaro mos kelishi kerak. Muvozanatdagi tarozining pallalaridan biriga 1 mg yuk qo'yilsa, tarozi strelkasi muvozanat nuqtasidan siljiydi. Siljish qancha katta bo'lsa, tarozi shuncha sezgir hisoblanadi.

Mazkur formulaga muvofiq tarozi shayinining uzunligi qancha katta, uning massasi va tarozi tayanch nuqtasi bilan og'irlik markazi orasidagi masofa qancha kichik bo'lsa, tarozi shuncha sezgir bo'ladi.

Shuni unutmaslik kerakki, tarozining uchala prizmalari qirralari bir tekislikda yotgandagina tarozining sezgirligi ushbu formula yordamida baholanishi mumkin. Amalda bu shartning bajarilishi juda qiyin bo'lib, tortish davomida tarozi shayini ma'lum darajada egiladi. Shayin egilganda tarozining sezgiriigi boshqa qiymadarga ham bog'liq boladi. Bu bog'liqlikni quyidagi tenglama bilan izohlash mumkin:

$$\tan \alpha = \frac{l \cos \beta}{gL + (2P - p)l \sin \beta}$$

bu yerda, P - tarozi pallasidagi yukning massasi; b - shayinning egilish burchagi.

Oxirgi formuladan ko'rinishicha, palladagi yukning massasi P va egilish burchagi b qancha katta bo'lsa, tarozining sezgirligi shuncha kichik boladi. Har qanday analitik tarozi malum massagacha tortishga moljallangan bolib, unda shuncha yukdan ortiq tortish

qat'iyman qilinadi.

Tarozi shayini yelkalarining uzunliklari, o'ng va chap yelkalar (pallalar bilan birgalikda) massalari o'zaro teng, prizmalar qirralari esa parallel bolsa, tarozi to'g'ri tortadi. Tarozining to'g'riligini, jismning haqiqiy va tortilgandagi massalari orasidagi farq belgilaydi. Muayyan jismni qayta tortganda tortish natijalari orasidagi farq tarozining aniqligini ifodalaydi. Odatda, qayta tortishlar natijalari tarozining aniqligidan oshmasligi kerak. Masalan, aniqligi 0,0002 g bo'lgan tarozida tortganda bu farq 0,0002 g dan oshmasligi kerak. Aniqligi 0,0001 g bo'lgan tarozilarda tortganda tortishlar orasidagi farq 0,0001 g bolishi kerak. Buning uchun tarozi yelkalari o'zaro teng bolishi kerak. Tarozi prizmalari qirralarining o'tkirligi tarozining sezgirliginigina emas, balki uning aniqligini ham belgilaydi.

Moddani tarozida bevosita tortib, uning haqiqiy massasini aniqlab bo'lmaydi. Buning sababi shundan iboratki, tarozi yelkalari har doim ham teng bo'lmaydi, modda havoda tortiladi, havoning massasi esa hisobga olinmaydi. Ko'pchilik analitik ishlar uchun bulaming kiritadigan xatolari tortiladigan va aniqlanadigan tarkibiy qismlar uchun uncha katta bolmaydi, binobarin, bunday xatolar e'tiborga ham olinmaydi. Ba'zi hollarda jismning haqiqiy massasini bilish ham talab etiladi. Tarozi yelkalarining o'zaro teng emasligi natijasida yo'l qo'yiladigan xatolarning ta'sirini yo'qotish uchun ikki marta tortish, o'rin almashtirib tortish va tarozining maksimal tortishga mo'ljallangan massali buyumni tortish (Mendeleyev usuli) usullari dan foydalaniladi.

Jismning haqiqiy massasini topish uchun

$$P_0 = P + \rho_h(P/\rho_1 - P/\rho_t)$$

formuladan foydalaniladi. Bu yerda, P_0 jismning bo'shliqdagi haqiqiy massasi; ρ_h - havoning zichligi; ρ_1 - jismning zichligi; ρ_t - toshlarning zichligi. Havoning zichligi bosim, namlik va haroratga bog'liq. Ko'pchilik hollarda uni 0.0012 deb olish mumkin. Toshlarning zichligi ular yasalgan metallga bog'liq bo'lib, jezdan yasalgan toshlarning zichligi 8,4, alyuminiydan yasalganiniki 2,6 ga teng. Tortishning to'g'riligi tarozi toshlari massasining nominalga mosligiga bogliq. Tarozi toshlari aniq massali qilib yasalsa-da, ulardan foydalanish jarayonida massalari biroz kamayishi mumkin. Shuning uchun

toshlarning massalari vaqti-vaqti bilan tekshirib turiladi (odatda bu ish davlat etalon korxonalari xodimlari tomonidan amalga oshiriladi). 2 g massali toshning massasi ikkita 1 g massali toshlar massalariga teng bo'lishi kerak. Toshlarning massalarini tekshirish uchun ikki marta tortish usulidan foydalaniladi.

Bariy xlorid tarkibidagi kristallizatsiya suvining massa ulushini aniqlash

Ayrim moddalar cho'kkanda o'zi bilan ma'lum miqdor suvni birga cho'ktiradi. Modda tarkibidagi bunday suvga *kristallizatsion suv* deyiladi. Tarkibida kristallizatsiya suvi bo'lgan moddalar muayyan formulaga javob berishi kerak. Shu bois modda tarkibidagi bunday suv, ayrim hollarda, *stexiometrik suv* ham deb ataladi. Ko'pchilik jismlar va moddalar namlikni yutadi. Moddalar tomonidan yutilgan bunday namlik *gigroskopik namlik* deyiladi. Kristallizatsion va gigroskopik namlikni gravimetrik haydash usuli yordamida aniqlashda tekshiriladigan modda qizdiriladi. Aniqlashni bajarishda tekshiriladigan moddaning ma'lum tortimi o'lchab olinadi va u 105-225 °C haroratda qizdiriladi. Qizdirish natijasida modda tarkibidagi kristallizatsion suv yoki gigroskopik namlik haydaladi. Dastlabki tortim va quritilgan qoldiq massalari farqi kristallizatsion suv yoki gigroskopik namlikning massasiga to'g'ri keladi.

Kristallgidratlar saqlanganda qisman parchalanadi. Shuning uchun ham bunday moddalardan foydalanishdan oldin ularning tarkibidagi kristallizatsion suvning miqdori aniqlanishi yoki modda qayta kristallanishi kerak.

Bariy xlorid tarkibidagi kristallizatsion suvni aniqlash bariy xlorid kristallgidratining tortimini quritishga asoslangan. Bariy xlorid kristallgidrati 105-125 °C haroratda to'liq parchalanadi va quriydi.

Analizni bajarish tartibi. Tozalab yuvilgan byuks qopqog'i ochiq holda quritish shkafida 30-35 daqiqa davomida doimiy massagacha quritiladi (byuksning yon tomonidagi xira doirasiga grafit qalam bilan belgi-raqam qo'yilgan bo'lgani ma'qul). Quritilgan byuksning qopqog'i yopilib, qisqich yordamida eksikatorga solinadi, so'ngra byuksning qopqog'i ochiladi va eksikator berkitilib, tarozi yonida 20-25 daqiqa saqlangan holda sovutiladi. Sovigan byuksning qopqog'i yopilgandan so'ng tortish qoidalariga rioya qilib, analitik tarozida tortiladi. Doimiy massagacha (ikki tortish orasidagi farq 0,0001 g

boiguncha) quritilgan byuksga 1,25-1,50 g massali modda solinib, analitik tarozida aniq tortiladi. Ichiga bariy xlorid kristallgidrati solingan byuks quritish shkafining o'rta tokchalaridan biriga qopqog'i ustiga yonboshlatib qo'yilgan holda joylashtiriladi. Maksimal harorati 125 °C boigan sharoitda modda 2 soat chamasi quritish shkafida quritiladi. Jhundan so'ng qisqich yordamida byuks qopqog'i bilan oldindan tayyorlab qo'yilgan eksikatorga solinadi va tarozixona haroratigacha sovitiladi. Tarozixonada taxminan 20-25 daqiqa sovitilgan quruq moddali byuks qopqog'i yopilgan holda analitik tarozida tortiladi. Moddaning kristallizatsiya suvini to'liq yo'qotganiga ishonch hosil qilish uchun byuksning qopqog'ini oldingiday ustiga qo'yib, yana 1 soat quritish kerak bo'ladi. Ikkinchi bor quritgandan keyin byuks yana qopqog'i bilan eksikatora tarozi yonida sovitiladi. Sovigan moddali byuksning qopqog'ini yopib yana tortganda tortish orasidagi massalar farqi 0,0002-0,0001 g bo'lishi kerak. Shunda modda doimiy massagacha quritilgan hisoblanadi. Agar quritish doimiy massagacha bajarilgan bo'lmasa, byuks moddasi bilan yana quritiladi. Barcha tortishlar natijalari laboratoriya jurnaliga aniq qilib yozib boriladi (uning namunasi quyida keltiriladi).

Eslatma. Agar quritish tugamasdan oldin ishni to'xtatishga to'g'ri kelsa, byuksni eksikatorga joylab, uning qopqog'ini zich yopib, qoldirish kerak.

Analiz natijalarini hisoblash. Aniqlash natijasi laboratoriya jurnalidagi yozuvlar asosida quyidagicha bajariladi.

Laboratoriya jurnalidagi yozuvlar namunasi:

Doimiy massagacha quritilgan byuksning massasi, m_h ; Byuksning modda bilan birgalikdagi massasi, m_m ; Tekshirish uchun olingan modda massasi: $m = m_n - \ll 7_{\text{J}}$;

Byuksning modda bilan quritilgandan keyingi massalari: Birinchi tortish - m' ,

Ikkinchi tortish - m_1 ; Uchinchi tortish - m_2 .

Agar oxirgi natija oldingisidan 0,0002-0,0001 g farq qilsa, shu qiymat doimiy, deb olinadi va shu qiymat yordamida suvning miqdori aniqlanadi.

Kristallizatsiya suvining massasi: $m = m - m_{\text{H}_2\text{O}}$.

Mazkur tartib bo'yicha gigroskopik namlikni ham aniqlash mumkin. Gigroskopik namligi aniqlanadigan modda tarkibida uchuvchan tarkibiy qismlar bo'lganligi kerak.

7-laboratoriya ishi: Titrimetrik analiz. Neytrallashtirish usulida aniqlovchi va ishchi eritmalarni tayyorlashni bajarish.

Ishning maqsadi: Neytrallashtirish usulida aniqlovchi va ishchi eritmalarni tayyorlashni bajarish.

Titrimetrik analizda titri aniq bo'lgan eritmalaridan foydalanib, titri noma'lum eritmalarining titrlari aniqlanadi. Titrlash usullari qo'llaniladigan reaksiyalar (protolitometriya, oksidimetriya, kompleksimetriya va cho'ktirish usullari), titrlash amalini bajarish (bevosita, bilvosita, te'kari va reversiv) va titrlash uchun namuna olish (pipetkalash va ayrim namunalar) bo'yicha bo'linadi.

Titrimetrik analizda qo'llaniladigan asboblari, ularni darajalash qoidalari

Eritmalarning hajmini o'lchash. Eritmalarning hajmlari litrlar va kub metrlarda yoki ularning ulushlarida o'lchanadi. Eritmalarning hajmlarini aniq o'lchash titrimetriyada eng mas'uliyatli ishlardan hisoblanadi, chunki hajmni o'lchash aniqligi analizning aniqligi bilan bevosita bogliq. Titrimetrik analizda qo'llaniladigan muhim o'lchov asboblari byuretkalar, pipetkalar va o'lchov kolbalari kiradi.

O'lchov idishlarining sig'imini aniqlash uchun ular darajalanadi. Bunday maqsadda unga solingan yoki undan to'kilgan distillangan suvning massasi o'lchanadi. Suvning massasini o'lchashda uning harorati muhim ahamiyatga ega. Suvning 4 °C dagi zichligi 1 g/ml bo'lganligi uchun uy haroratida 1 /hajmli suv 1 kg dan kam bo'ladi. Shuning uchun ham suvga 1000-1000p (bu yerda, p- suvning berilgan temperaturadagi zichligi) tuzatish kiritiladi. Bundan tashqari havoda tortishga ham tuzatish kiritiladi, chunki jismning massasi havoning massasi miqdorida haqiqiy massasidan farq qiladi. Odatda bu qiymat katta bo'lmaganligi uchun uni hisobga olmaslik ham mumkin.

Kislota-asosli titrlash (protolitometriya) Kislota-asosli reaksiyalarga asoslangan barcha titrimetrik (hajmiy) aniqlashlar kislota-asosli titrlash usuliga kiradi. Bu usulda biror kislotaning titrlangan eritmasidan foydalanib, ishqorlarning miqdorini yoki ishqorning titrlangan eritmasidan foydalanib, kislotalarning miqdorini aniqlash mumkin. Shuningdek kislota-asosli reaksiyalar bilan bog'liq boshqa aniqlashlar ham o'tkaziladi. Masalan, gidrolizlanish natijasida kuchli ishqoriy muhitga ega bo'ladigan va shuning uchun ham

kislotalar bilan titrlanadigan Na_2CO_3 va $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ga o'xshash ba'zi tuzlar, suvning qattiqligi, ammoniyli tuzlar, organik birikmalar tarkibidagi azotni aniqlash kabilar bunga misol bo'ladi.

Kislota-asosli atsidimetriya usulining asosiy ish eritmalari kuchli kislotalar - HCl , HClO_4 yoki H_2SO_4 , alkalimetriya usulining asosiy ishchi eritmalari ishqorlar - NaOH , KOH yoki tetraalkil (tetrametil- tetraetil-, tetrabutil-) ammoniy gidroksidlar eritmasidir. Lekin bu moddalar boshlang'ich moddalarga qo'yiladigan talablarga javob bermaydi. Shuning uchun ularning titrlangan eritmalarini bevosita namuna tortimlari asosida tayyorlab bo'lmaydi. Bunday moddalarning taxminiy konsentratsiyali eritmalari tayyorlanib, ularning titri malum titrli standart eritma yordamida aniqlanadi. Kislotalarning titrini aniqlash uchun qayta kristallanganda toza holda dastlabki moddalarga qo'yiladigan talablarga javob beradigan bura ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) yoki soda ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), ishqorlarning titrini aniqlash uchun esa, ko'pincha, oksalat kislota ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) yoki kahrabo kislota ishlatiladi.

Titrlash uchun eritmalar tayyorlash. Xlorid kislota taxminiy 0,1 N eritmasini tayyorlash. Xlorid kislota dastlabki moddalarga qo'yiladigan talablarga javob bermaydi. Shuning uchun odatda uning taxminiy konsentratsiyali eritmasi tayyorlanib, uning titri buraning standart eritmasi yordamida aniqlanadi. Xlorid kislota taxminiy 0,1 N eritmasini tayyorlash uchun laboratoriyada mavjud bo'lgan konsentrlangan kislota molyar konsentratsiyasini uning zichligi (ρ) bo'yicha ma'lumotnomadan topamiz va tayyorlanishi mo'ljallangan hajmli (V_t) eritmani tayyorlash uchun talab etiladigan kislota hajmi hisoblanadi.

8-laboratoriya ishi: Ishchi ishqor eritmasining konsentratsiyasini aniqlash. Berilgan kislota foiz konsentratsiyasini aniqlash.

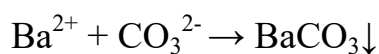
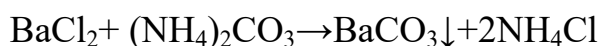
Birinchi analitik grupp kationlariga kaliy, natriy, ammoniy, litiy va magniy kationlari kiradi. Ular umumiy grupp reagentiga ega emas. Bu xossa ularni boshqa gruppalardan farqlab turadi. Birinchi grupp kationlari ikki gruppachaga bolinadi: NH_4^+ , K^+ (Rb^+ , Cs^+) va Na^+ , Li^+ , Mg^{2+} . Birinchi gruppacha kationlari $\text{Na}_3[\text{CO}(\text{NO}_2)_6]$

$\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ reagentlari ta'siridan cho'kadi. Ikkinchi gruppacha umumiy reagentga ega emas. Kaliy, natriy, ammoniy, litiy ionlarining gidroksid, xlorid, nitrat, atsetat, sulfat va sulfidlari suvda yaxshi eriydi va ular rangsiz. Ularning xromat, dixromat, manganat, geksanitritokobaltat, ferrosianid va ferrisianidlari rangli. Ishqoriy metallar gidroksidlari kuchli ishqorlar bo'lib, suvda to'liq ionlanadi. Shu bois ularning kuchli kislotalar bilan hosil qilgan tuzlari gidrolizlanmaydi, kuchsiz kislotalar bilan hosil qilgan tuzlari ishqorli gidrolizlanadi. Ammoniy gidroksid kuchsiz asos bo'lganligi uchun ammoniy tuzlari gidrolizlanadi.

Ikkinchi analitik gruppaga kationlariga kalsiy, bariy va stronsiy kationlari kiradi. Ular umumiy gruppaga reagentga ega emas. Bu xossa ularni boshqa gruppalardan farqlab turadi.

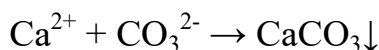
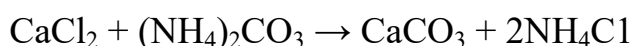
Bariy kationining reaksiyalari

Ammoniy karbonat bariy ionini bilan sekin-asta yirik kristall cho'kmaga aylanadigan oq amorf cho'kma hosil qiladi:



Kalsiy kationining reaksiyalari

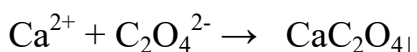
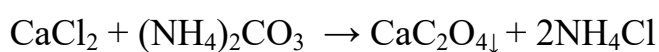
Ammoniy karbonat - $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ kalsiy ionini bilan qizdirilganda kristal holatiga o'tadigan oq amorf cho'kma - CaCO_3 hosil qiladi:



CaCO_3 cho'kmasi kuchli kislotalar va CH_3COOH da eriydi

Reaksiyani bajarish. 2-3 tomchi CaCl_2 eritmasiga $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ eritmasidan 3-4 tomchi tomiziladi.

Ammoniy oksalat - $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ Ca^{2+} ionini bilan qo'shilganda CaC_2O_4 ning oq mayda kristall cho'kmasini hosil qiladi:



Reaksiyani bajarish. Bunda 1-2 tomchi CaCl_2 eritmasiga 2-3 tomchi $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ eritmasi qo'shiladi.

I-II guruh kationlarini ochish reaksiyalarini bajarish va ularning aralashmasini analizi.

Birinchi va ikkinchi gruppalar kationlari aralashmasi bir jinsli (cho'kmasiz eritma) yoki ikki jinsli (cho'kmali eritma) shaklida bo'lishi mumkin. Aralashma bir jinsli bo'lsa, analiz ancha yengil o'tadi. Agar aralashma tarkibi cho'kma va eritmada iborat bo'lsa, analiz murakkablashadi. Murakkablashish cho'kmani eritish, uni analiz uchun qulay shaklga o'tkazish va boshqalar bilan bog'liq bo'ladi. Biz analiz usullari orasidan eng sodda va qulayini tanlab, shu usul ustida to'xtalamiz.

Har qanday moddani (aralashmani) sistematik analiz qilishdan oldin taxminiy sinashlar o'tkaziladi (darslik, 2003, 51-53- betlar).

1. Taxminiy sinashlar:

a) *eritma pH qiymatini aniqlash* uchun universal indikator qog'ozidan foydalaniladi;
b) ikkinchi analitik gruppalar kationlari borligini tekshirish gruppalar reagenti - $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ va ammiakli bufer aralashma ishtirokida olib boriladi. Bunda eritmaga ammoniy ioni qo'shilayotganligi uchun ham analizni boshlashdan oldin NH_4^+ ioni topilishi kerak. NH_4^+ ionini topish uchun ishqor eritmasi yoki Nessler reaktivi ta'sirida boradigan sifat reaksiyalardan foydalaniladi;

d) agar tekshiriladigan eritma ostida cho'kma bo'lsa, cho'kma tarkibida birinchi va ikkinchi gruppalar kationlarining suvda erimaydigan tuzlari bo'lishi mumkin. Bu tuzlarning sulfatlardan tashqari barchasi sirka yoki suyultirilgan xlorid kislota eritmalarida eriydi. Cho'kma tarkibida sulfatlar borligini tekshirib ko'rish uchun tekshiriladigan aralashma astoydil chayqatilib, hosil qilingan loyqadan 2-3 tomchi olinadi va unga 3-4 tomchi 2 N HCl eritmasi tomiziladi. Agar cho'kma to'liq erimasa, tekshiriladigan cho'kmali eritma tarkibida sulfatlar bor, deyish mumkin. Cho'kma tarkibida sulfatlar bo'lsa, ikkinchi analitik gruppalar kationlari kalsiy, stronsiy va bariy shu cho'kma bilan ajratiladi;

e) *ikkinchi gruppalar kationlarining mavjudligini tekshirish* uchun aralashmaning bir qismiga (agar unda cho'kma bo'lmasa) gruppalar reagenti ta'sir ettiriladi. Agar oq cho'kma hosil bo'lsa, demak, bu ikkinchi gruppalar kationlarining borligini ko'rsatadi.

2. Birinchi va ikkinchi gruppalar kationlari aralashmasini analiz qilish tartibi.

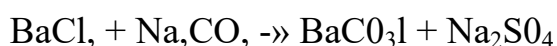
Tekshiriladigan aralashma tarkibida cho'kmaning bo'lish yoki bo'lmasligiga qarab analiz tartibi o'zgaradi. Agar tekshiriladigan aralashma tarkibida cho'kma bo'lmasa, ikkinchi gruppaga kationlari gruppaga reagenti ta'siridan $\text{pH} \sim 9,2$ bo'lganda to'la cho'ktirib ajratiladi va alohida-alohida tekshiriladi. Birinchi analitik gruppaga kationlarining analizi yuqorida (2.1.1.1.6.) bayon qilingan. Ikkinchi analitik gruppaga kationlari cho'kmasi analizi (3-band)da keltirilgan. Agar aralashmada cho'kma bo'lsa, analiz tartibi quyidagicha bo'ladi.

4. Sulfatlarni ajratish. Tekshiriladigan aralashmada sulfatlar borligi aniqlansa, eritmadan 0,5-1 ml olinib, unga 5-6 tomchi 6 N H_2SO_4 eritmasi, bir necha millilitr 96 % li etil spirti qo'shiladi va aralashma 60-80 °C haroratda qizdiriladi. Bunda ikkinchi gruppaga kationlarining to'la cho'kishiga erishiladi. So'ngra cho'kma sentrifugalab ajratiladi. Cho'kma spirt bilan ajratilgandan keyin uning tarkibini tekshirish uchun sulfatlar natriy yoki kaliy karbonatning to'yingan eritmasi yoxud qattiq tuzlari bilan yuqori haroratda ishlanadi.

5. Sulfatlarni karbonatlarga aylantirishning ikki usuli mavjud.

Birinchi usul. Sulfatlar cho'kmasini chinni kosacha yoki tigelga

o'tkazib, unga nisbatan o'n hissa ko'p Na_2CO_3 , yoki K_2CO_3 , bilan birga qizdirilganda sulfatlar quyidagi reaksiya bo'yicha karbonatlarga aylanadi:



Hosil qilingan qotishmani bir necha marta distillangan suv bilan yuvib, undagi natriy sulfat va ta'sirlashmay qolgan natriy karbonat to'liq ajratib olinadi. Sulfat va karbonatlar to'liq ajratilganligini tekshirish uchun yuvindi suvga kislotali muhitga keltirilgan BaCl_2 eritmasi qo'shib ko'riladi. Agar cho'kma hosil bo'lmasa, natriyning sulfat va karbonati to'la ajratilgan hisoblanadi. Karbonatlar cho'kmasi sirka kislotada eritilib, undan ikkinchi gruppaga kationlari topiladi.

Ikkinchi usul. II gruppaga kationlari sulfatlarining to'liq cho'ktirib ajratilganiga ishonch bo'lmasa, sulfatlari ajratilmagan tekshiriladigan aralashma ikkiga bo'linib, ikkita chinni kosachaga solinadi. Chinni kosachalar raqamlanadi. Birinchi chinni kosachadagi cho'kmali eritmaning hajmidan 2-3 marta ko'p to'yingan natriy karbonat, ikkinchi

kosachadagi eritmaga shuncha miqdor to‘yingan kaliy karbonatning eritmalaridan qo‘shib, aralashmalar qaynaguncha qizdiriladi. Aralashmalar 20-30 daqiqa qaynatilganda ikkinchi grupp kationlari sulfatlarining bir qismi yuqoridagi reaksiya bo‘yicha karbonatlarga aylanadi. Eritmalarga o‘tgan sulfat ion to‘kib tashlanadi. Qoldiqlar yana bir necha marta to‘yingan natriy karbonat va kaliy karbonat eritmali bilan (mos ravishda) ishlanib, suyuqliklar ketma-ket to‘kib tashlanadi. Bunda yana ikkinchi grupp kationlarining karbonatlari va magniyning gidrokarbonati cho‘kmada qoladi. Hosil qilingan karbonatlar va gidrokarbonat filtrlab yoki sentrifugalab ajratiladi. Qoldiqlar cho‘kma tarkibida biroz Na_2CO_3 yoki K_2CO_3 bo‘lgan suv bilan (mos ravishda) astoydil yuvilsa, cho‘kmalar toza karbonatlar va gidrokarbonatlardan iborat bo‘lib qoladi. Cho‘kmadan sulfatlarning to‘liq ajratilganini tekshirib ko‘rish uchun distillangan suv bilan oxirgi marta yuviladi va yuvindiga xlorid kislotali bariy xlorid eritmasi tomiziladi. Tomchi tushganjoy loyqalanmasa, demak, sulfatlar to‘liq ajratilgan deyish mumkin. Qoldiqlardan (1-cho‘kma) Ca^{2+} , Sr^{2+} va Ba^{2+} ionlari topiladi.

Sulfatlarning karbonatlarga o‘tishi sababini ularning eruvchanlik ko‘paytmalari qiymatlarini taqqoslash orqali bilib olish mumkin:

stronsiy karbonatlarining eruvchanlik ko‘paytmalari kalsiy va stronsiy sulfatlarinikidan ancha kichik bo‘lganligidan kalsiy va stronsiy sulfatlari osongina karbonatlarga aylanadi. Biroq bariy karbonatning eruvchanlik ko‘paytmasi qiymati bariy sulfatnikidan qariyb ellik marta katta bo‘lganligi uchun almashinish reaksiyasi tufayli hosil bo‘ladigan bariy karbonat juda oz miqdorda bo‘ladi. Shuning uchun cho‘kma ko‘p marta natriy yoki kaliy karbonat bilan ishlanishi va har bir ishlovdan keyin eritma cho‘kmadan ajratilishi shart. Ishlov uchun olinayotgan karbonatning konsentratsiyasi sulfat konsentratsiyasidan kamida 50 marta ortiq bo‘lishi kerak (karbonatlar va sulfatlar eruvchanlik ko‘paytmalari orasidagi farq qiymaticha).

Karbonatlarga aylantirilgan ikkinchi grupp kationlari cho‘kmasi sirka kislotada eritib tekshiriladi.

6. II grupp kationlari aralashmasining sistematik analizi. Ammiakli bufer aralashma ishtirokida grupp reagenti ta’siridan ajratilgan yoki sulfatlar karbonatlarga

aylantirilgandan keyin olingan BaCO_3 , SrCO_3 va CaCO_3 cho'kmalari 2 N CH_3COOH eritmasi yordamida eritiladi.

7. Ba^{2+} ionini topish va ajratish. Eritmadan 2-3 tomchi olib, unga $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{CH}_3\text{COONa}$ ta'sir ettiriladi. Agar sariq cho'kma - BaCrO_4 hosil bo'lsa, eritmada Ba^{2+} bo'ladi. Ba^{2+} ionini Sr^{2+} va Ca^{2+} ionlarini topishga xalaqit qiladi. Shuning uchun agar eritmada Ba^{2+} bo'lsa, uni eritmadan ajratish zarur. Buning uchun ikkinchi grupp kationlari aralashmasi eritmasining bir qismiga (ikkinchi qismi qo'shimcha tekshirish uchun olib qo'yiladi) $\text{pH}=4-5$ bo'lganda $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{CH}_3\text{COONa}$ ta'sir ettirib, BaCrO_4 cho'ktiriladi. Cho'kmali aralashma 1-2 daqiqa davomida suv hammomida qizdiriladi. So'ngra cho'kma sentrifuga yordamida to'liq ajratib olinadi. Eritmada Ba^{2+} bo'lmasa, bu bosqich tushirib qoldiriladi.

8. Sr^{2+} va Ca^{2+} ionlarini cho'ktirish. Ba^{2+} ionini cho'ktirish maqsadida eritmaga qo'shilgan ortiqcha $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ rangli boiganligidan analizga xalaqit qiladi. Shu bois eritmada Sr^{2+} va Ca^{2+} ionlarini cho'ktirish zarur bo'ladi. Buning uchun eritmaga $\text{pH} < 10$ bo'lguncha qattiq Na_2CO_3 qo'shib, aralashma suv hammomida 2-3 daqiqa qizdiriladi. Hosil bo'lgan SrCO_3 va CaCO_3 cho'kmalar sentrifugalab ajratiladi, so'ngra cho'kma yuviladi.

9. Sr^{2+} ionini topish va ajratish. SrCO_3 va CaCO_3 cho'kmalari 2 N CH_3COOH eritmasida eritiladi. CH_3COOH da eritib olingan eritmaning 1-2 tomchisiga CaSO_4 ning to'yingan eritmasidan 2-3 tomchi qo'shib, suv hammomida qizdirilganda SrSO_4 ning oq loyqasi hosil bo'lsa, demak, eritmada Sr^{2+} bor deyish mumkin. Eritmaga CaSO_4 qo'shganda cho'kma darhol hosil bo'lsa, bu Ba^{2+} ionining to'liq ajratilmaganligini ko'rsatadi. Agar eritma yana 8-10 daqiqa qizdirilganda u loyqalanmasa, demak, Sr^{2+} qolmaganiga ishonch hosil qilish mumkin. Eritmada Sr^{2+} bo'lsa, uni eritmadan ajratish kerak bo'ladi. Buning uchun tarkibida Sr^{2+} va Ca^{2+} ionlari bo'lgan eritmaga bir necha tomchi ammiak ishtirokida $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ eritmasidan 10-15 tomchi solinadi va qizdirib turib, CaSO_4 cho'kmasi hosil qilinadi. CaSO_4 ning eruvchanlik ko'paytmasi SrSO_4 dan ~ 74 marta katta boiganligidan bu sharoitda CaSO_4 amalda cho'kmaydi. Ammo, cho'kma sentrifugalab ajratib olsa bo'ladi. Sentrifugat Ca^{2+} ionini topish uchun ishlatiladi. Agar eritmada Sr^{2+}

bo'lmasa, bu bosqich tushirib qoldiriladi.

10. Ca^{2+} ionini topish. Senrifugatga 4-5 tomchi $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_4$ eritmasidan qo'shib qizdirilganda, oq CaC_2O_4 cho'kmaning hosil bo'lishi Ca^{2+} ionining borligidan darak beradi. Agar bunda oq cho'kma tushmasa, demak, eritmada Ca^{2+} ionlari yo'q ekan, deyish mumkin.

9-laboratoriya ishi: Neytrallashtirish usulida suvning karbonatli qattiqligini aniqlash.

Suvning muvaqqat qattiqligini aniqlash.

Kolbaga tekshirilayotgan suvdan pipetka yordamida 50 ml quying va unga 2 tomchi metiloranj eritmasidan tomizib, uni byuretkadagi xlorid kislotaning 0,1 n eritmasi bilan pushti ranga o'tguncha titrlang. Titrlashda xato qilmaslik uchun kontrol kolba tayyorlang. Buning uchun 50 ml tekshirilayotgan suvga 2 tomchi metiloranj tomizing.

Titrlashni yana 2-3 marta takrorlang va o'rtacha arifmetik qiymatini oling. (keyingi titrlashda sarf boladigan kislotaning miqdori 0,05 ml dan ortiq farq qilmasligi kerak).

Natijalarni quyidagidek qilib jadvalga yozing.

Titrlash	Tekshirilayotgan suvning hajmi	Titrlash uchun sarf bo'lgan 0,1n eritmaning miqdori.	O'rtacha 0,1n eritmaning hajmi
Birinchi	50	x_1	$x = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{3}$
Ikkinchi	50	x_2	
Uchinchi	50	x_3	

Muvaqqat qattiqlikni ushbu formula bilan Mg-ekv/l da hisoblang:

$$V_{\text{suv}} : V_{\text{HCl}} = H_{\text{HCl}} + H_k$$

Bu erda : V_{suv} - tekshirilayotgan suvning hajmi.

V_{HCl} - titrlash uchun sarf bo'lgan kislota hajmi.

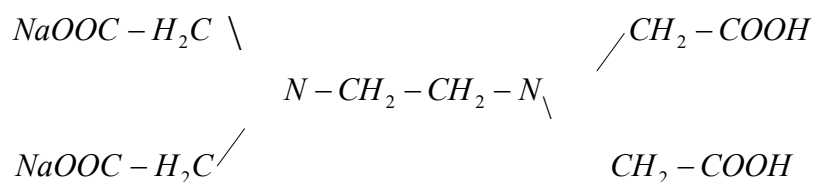
H_{HCl} - Xlorid kislotaning normalligi .

H_k - Eritmaga muvaqqat qattiqlik beruvchi tuzning normalligi.

$$H_k = \frac{V_{\text{HCl}} \cdot H_{\text{HCl}}}{V_{\text{suv}}} \cdot 1000 = \text{mg-ekv/litr}$$

Suvning umumiy qattiqligini trilonometrik usul bilan aniqlash. Bu usulda maxsus

reaktiv “trilon-B” ishlatiladi (trilon –B etilendiamintetroatsetat kislotaning ikkita vodorodiga natriy almashingan tuzdir.).



“Trilon –B” Ca va Mg ionlari bilan kompleks birikma hosil qiladi. Reaktsiya kuchsiz ishqoriy muhitda yaxshi boradi. Bunday muhitni vujudga keltirish uchun unga ammiakli bufer eritma qo‘shiladi (bufer eritma tayyorlash uchun 100 ml 20% NH₄OH eritmasiga 100 ml suv qo‘shib suyultirish kerak).

Umumiy qattqlikni aniqlash qora xromogen ET-00 ishtirokida olib boriladi. Buning uchun tekshirilayotgan 100 ml suvga 5 ml bufer eritma 1ml 1,5-2% li NaS eritmasi (to‘sqinlik qiluvchi kationlarni sulfid holida cho‘ktirish uchun) va 7 tomchi indikatorlar eritmasi qo‘shiladi. Hosil bo‘lgan qizil rangdagi eritmani trilon-B ning 0.05 n yoki 0,01 n eritmasi bilan havo rangga o‘tguncha titrlanadi.

Tajribani 3 marta takrorlab, trilon-B ni titrlash uchun sarf bo‘lgan o‘rtacha hajmini toping.

Suvning umumiy qattqligini quyidagi formula bilan hisoblang:

$$umumiy.qattqlik = \frac{H_{tr} \cdot V_{o'rtacha}}{V_{H_2O}} \cdot 100$$

Bunda: H_{tr} – trilon - B eritmasining normalligi, $V_{o'rtacha}$ - titrlash uchun sarf bo‘lgan trilon - B ning o‘rtacha hajmi, V_{H_2O} - tekshirilayotgan suvning hajmi

10-laboratoriya ishi: Permanganometriya usulida ishchi eritma tayyorlash va uni konsentratsiyasini aniqlash.

Titrimetrik analizning oksidlanish-qaytarilish (redoksimetriya) metodlari oksidlanish- qaytarilish reaksiyalarini qo'llashga asoslangan. Redoksimetriyada qo'llaniladigan metodlarning nomi, odatda, titrlangan ishchi eritmalarning nomidan kelib chikadi Ko'proq qo'llaniladigan redoksimetriya metodlari quyidagilar:

Permanganometriya. Bu metod kaliy permanganat KMnO₄ eritmasining

oksidlovchi xossasiga asoslangan. Titrlash bu metodda indikatorsiz bajariladi.

Yodometriya. Bu metodda oksidlovchi sifatida erkin yod eritmasi (I ioni-qaytaruvchi) ishlyatiladi. Bu metod yordamida oksidlovchilarni xam, qaytaruvchilar mikdorini xam aniqlash mumkin.

Xromyatamegriya. Kaliy daxromat $K_2Cr_2O_7$ eritmasi titrlangan ishchi eritma sifatida ishlatiladi Bu metodni bevosita aniklashlarda, shuningdek bilvosita aniqlashlarda qo'llash mumkin.

Bromagometriya metodida oksidlovchn ishchi eritma tarikasida kaliy bromat $KBrO_3$ eritmasi qo'llaniladi.

Vanodatometriyada ishchi eritma KJO_3 ning titrlangan eritmasidir.

Vanadatometriya metoda ammoniy vanadatning oksidlash qobiliyatidan foydalanishga imkon beradi.

Bu metodlardan tashqari miqdoriy-analizning laboratoriya amaliyotida serimetriya, titanometriya kabi redoksimetriya metodlaradan xam kerakli maqsadlarda foydalaniladi.

Kaliy permanganat dastlabki moddalarga qo'yiladigan talablarga javob bermaganligi uchun uning aniq tortimini olib eritma tayyorlab bo'lmaydi. Shu bois uning taxminiy konsentratsiyali eritmasi tayyorlanib, tayyorlangan eritmaning titri o'ratiladi. 250 ml 0,05 N eritma tayyorlash uchun kaliy permanganat tuzidan taxminan 0,8 g modda massasi ma'lum bo'lgan byuksda tortib olinadi. Olingan namuna kolbaga voronka yordamida o'tkazilib, kolbaga o'tkazilgan modda distillangan suvda eritiladi va qorong'i joyda bir haftaga qoldiriladi. Bunda suvda bo'lgan organik moddalar toiiq oksidlanib, kaliy permanganat eritmasi ancha barqarorlashadi. Kolba tubiga tushgan cho'kma ajratilgandan so'ng tiniq eritma 250 ml hajmli oichov kolbasiga o'tkaziladi va kolbaning belgisigacha distillangan suv bilan suyultiriladi. Astoydil aralashtirilgan eritma ishga tayyor hisoblanadi. Kaliy permanganat sekin eriganligi va suvda organik moddalar bo'lganligi uchun yaxshisi uning ma'lum konsentratsiyali eritmasi oldindan tayyorlab qo'yiladi. Masalan, konsentratsiyasi co boigan eritmani suyultirib tayyorlangan eritmadan foydalanish qulaydir.

Konsentratsiyasi io % li eritmadan zarur bo 'lgan hajmini hisoblash. $KMnO_4$ ning

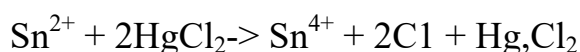
0,05 N eritma tayyorlash uchun Vml (O % -li eritma (ishni boshlashdan bir hafta burun tayyorlab qo'yilgan boiishi kerak) oichab olinadi va unga 250-K ml distillangan suv solinadi. Hosil boigan eritma distillangan suvdagi organik moddalarni oksidlash uchun 2-3 daqiqa qaynatiladi. Tayyorlangan eritmani qaynatish o'miga 2-3 kun qorongi joyda qoldirish mumkin.

11-laboratoriya ishi: Permaganometriya usulida temirdi miqdorini aniqlash ishini bajarish.

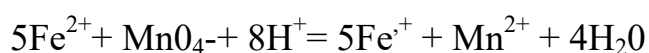
Qotishma yoki ruda tortimi H_2SO_4 yoki HCl eritmasida eritiladi. Eritmadagi temir (II) ioni qalay (II) xlorid tuzi bilan qizdirib qaytariladi:



Qaytaruvchi Sn (II) ning ortiqcha miqdori $HgCl_2$ yordamida yo'qotiladi:



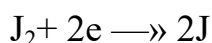
Eritma ustiga himoyalovchi aralashma (Simmerman-Reyngardt aralashmasi $MnSO_4$, H_2SO_4 va H_3PO_4) qo'shib, u byuretkadagi $KMnO_4$ eritmasi bilan titrlanadi. Bunda reaksiya quyidagi yo'nalishda boradi:



Analizni bajarish tartibi. Qotishma yoki rudaning tortimini olishda uning tarkibidagi temining miqdori 0,2-0,6 g bo'lishi hisobga olinadi. Tortim qizdirilgan holda sulfat yoki xlorid kislotada eritiladi. Hosil boigan eritma 250 ml hajmli oichov kolbasiga to'la o'tkaziladi, kolbaning belgisigacha suv qo'shib, eritma astoydil aralashtiriladi. Hajmi 0,5 / boigan titrlash kolbasiga alikvot qism olib, unga 5 ml konsentrlangan HCl qo'shiladi va eritma deyarli qaynaguncha isitiladi. Issiq eritmani to'xtovsiz aralashtirib turgan holda rangsizlanguniga qadar $SnCl_2$ eritmasidan tomiziladi. Eritma rangsizlangandan so'ng unga yana bir tomchi $SnCl_2$ qo'shib (ortiqcha miqdorda qaytaruvchi qo'shmang), rangsiz eritmani vodoprovod jo'mragi ostida tez soviting va hajmi taxminan 100 ml boigunga qadar distillangan suv, 15 ml $HgCl_2$ qo'shib, aralashtiriladi. Agar aralashma to'g'ri tayyorlangan boisa, u holda ozgina oq cho'kma (Hg_2Cl_2) hosil boiishi kerak. Agar cho'kma hosil boimasa yoki qoramtir boisa, analiz

qayta bajarilishi kerak. Eritmadan cho'kmani ajratmay ustiga taxminan 200 ml suv va 8-10 ml himoyalovchi eritma qo'shib, byuretkadagi KMnO_4 bilan pushti rang hosil boigunga qadar titrlanadi. Rang 10-15 sek davomida yo'qolmasligi kerak. Titrlash kamida uch marta takrorlanadi. Titrlash natijalari jadval ko'rinishida yoziladi.

Titrimetrik analizning yodometrik usuli erkin yodning yodid ioniga va aksincha, yodid ionining erkin yodga aylanishi bilan bog'liq bo'lgan quyidagi oksidlanish-qaytarilish jarayoniga asoslangan:

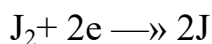


Yodometriya usuli yordamida oksidlovchilarni ham, qaytaruvchilarni ham aniqlash mumkin. Bunda oksidlovchilar yodid ionni yodgacha oksidlaydi, qaytaruvchilar yodni yodid iongacha qaytaradi. Oksidlovchi kislotali muhitda ortiqcha kaliy yodid bilan reaksiyaga kirishadi. Masalan,

$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 6\text{KJ} + 14\text{HCl} \longrightarrow 3\text{J}_2 + 8\text{KCl} + 2\text{CrCl}_3 + 7\text{H}_2\text{O}$ Bu reaksiyada aniqlanadigan oksidlovchi ekvivalentining mollar soni ajralib chiqqan yod ekvivalentining mollar soniga teng bo'ladi. Ajralib chiqqan yod natriy tiosulfatning standart eritmasi bilan titrlanadi. Natriy tiosulfatning titrini aniqlashda kaliy dixromat birlamchi standart modda bo'lib xizmat qiladi.

12-laboratoriya ishi: Yodometriya usulida ishchi eritmani konsentratsiyasini aniqlash va shu usul bilan ishlash, eritmadagi misning miqdorini aniqlash

Titrimetrik analizning yodometrik usuli erkin yodning yodid ioniga va aksincha, yodid ionining erkin yodga aylanishi bilan bog'liq bo'lgan quyidagi oksidlanish-qaytarilish jarayoniga asoslangan:



Yodometriya usuli yordamida oksidlovchilarni ham, qaytaruvchilarni ham aniqlash mumkin. Bunda oksidlovchilar yodid ionni yodgacha oksidlaydi, qaytaruvchilar yodni yodid iongacha qaytaradi. Oksidlovchi kislotali muhitda ortiqcha kaliy yodid bilan reaksiyaga kirishadi.

Masalan: $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 6\text{KJ} + 14\text{HCl} \rightarrow 3\text{J}_2 + 8\text{KCl} + 2\text{CrCl}_3 + 7\text{H}_2\text{O}$ Bu reaksiyada

aniqlanadigan oksidlovchi ekvivalentining mollar soni ajralib chiqqan yod ekvivalentining mollar soniga teng bo'ladi. Ajralib chiqqan yod natriy tiosulfatning standart eritmasi bilan titrlanadi. Natriy tiosulfatning titrini aniqlashda kaliy dixromat birlamchi standart modda bo'lib xizmat qiladi.

Mis miqdorini aniqlash

Mis ionini aniqlash tekshiriladigan eritmadagi mis (II) ni platina katod sirtida to'ig'icha qaytarib, qaytarilgan misni doimiy tok kuchining qat'iy qiymatida (galvanostatik rejim) anod tokining keskin o'zgarishigacha oksidlashga asoslangan. Bunda elektroliz davomida vaqt o'ichanadi. Anod jarayoni uchun sarflangan elektr miqdori eritmadagi misning miqdoriga mutanosib.

Ishni bajarish tartibi. Elektrolitik bo'g'inning ishchi elektrodi joylashgan kameraga (100 ml hajmli) taxminan 45 ml fon elektroliti va 5 ml tekshiriladigan mis sulfat eritmasi solinadi. Elektrolitik bo'g'inning ikkinchi kamerasiga faqat shuncha miqdor fon elektroliti solinadi. Ishchi kameraga magnitli aralashtirgich o'zagi tushiriladi.

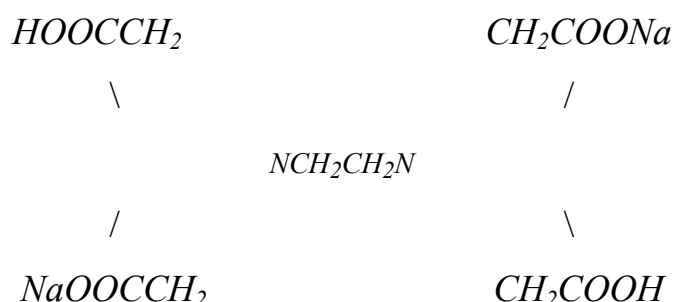
Ishchi kameradagi platina elektrodi tok manbasining manfiy qutbiga, yordamchi kameradagi platina elektrodi tok manbasining musbat qutbiga o'zgaruvchan qarshilik, tok ulash kaliti va ampermetr orqali ulanadi. Elektrodlarga qutblarini hisobga olgan holda voltmetr parallel ulanadi. Zanjirni ulaganda kuchlanish 2 V ni tashkil etadigan holatga moslab, qarshilik tanlanadi. Shundan so'ng eritmani aralashtirib turgan holda barcha mis katodga o'tguniga qadar elektroliz o'tkaziladi. Tok uzilib, aralashtirish to'xtatiladi va elektrodlarga ulangan elektr manbasining qutblari o'zgartiriladi. Voltmetr uzib tashlanadi, ampermetr milliampermetr bilan almashtiriladi. Ishchi elektrod misni anod jarayonida eritish vaqtida elektron voltmetrga, elektron voltmetrning ikkinchi klemmasi stakandagi kaliy xloridning 50 ml to'yingan eritmasi boigan stakanga tushirilgan kalomel elektrodiga ulangan boiishi kerak. Stakan esa ishchi elektrodli kamera bilan kaliy xloridning to'yingan eritmasi toidirilgan U-simon nay yordamida tutashgan boiishi lozim. Qarshilikni tanlash orqali zanjirdan 1 mA chamasi tok o'tishiga erishiladi. Shu tok qiymatida kulonometrik aniqlashni bajarish uchun bir vaqtning o'zida kalit yordamida zanjirga tok va sekundomer ulanadi. Yaxshisi kalitga ulangan taymerdan foydalanish maqsadga muvofiq.

Laboratoriya jurnaliga tok kuchi qiymati qayd qilinib, elektron voltmeter yordamida mis bilan qoplangan anod potensialining o'zgarishi nazorat qilib turiladi. Potensial sakrashi kuzatilgan zahoti tok va sekundomer to'xtatiladi. Shundan so'ng jumalga anod jarayoni uchun sarflangan vaqt qayd qilinadi.

Analiz natijasini hisoblash (4.1) formula yordamida amalga oshiriladi.

13-laboratoriya ishi: Kompleksonometriya usulida ishchi eritmani konsentratsiyasini aniqlash.

Kompleksonometrik titrlash metall kationlarining komplekslar bilan kompleks birikma hosil qilish reaksiyasiga asoslangan. Bunda juda barqaror, suvda yaxshi eruvchan ichki kompleks birikmalar hosil bo'ladi. Titrimetrik analizda asosan komplekson III yoki trilonB deb ataladigan natriy digidroetilendiamintetraatsetat (EDTA) tuzi ishlatiladi. Komplekson III ning molekulyar formulasi quyidagicha:



Bu moddaning ionlanish konstantasi katta bo'lib, metallar bilan hosil qilgan kompleksining barqarorligi metallarning xususiyatiga bog'liq. Ichki kompleksning hosil bo'lishida metall ioni karboksil gruppadagi vodorod atomining o'mini egallaydi, azot atomi bilan esa koordinatsion bog* hosil qiladi. Ajralgan vodorodni bog'lash uchun reaksiya ammiakli bufer aralashma ishtirokida olib boriladi. EDTA ni qisqacha H,Y²⁻ shaklda ifodalasak, reaksiya tenglamasi quyidagicha bo'ladi:



0,05 N li EDTA eritmasini tayyorlash. EDTA ning kationlar bilan kompleks hosil qilish reaksiyalarida ikkita vodorod atomi almashganligi uchun modda ekvivalentining molyar massasi:372,24

Demak, 1,0 /0,05 N li eritma tayyorlashda 186,12 0,05=9,306 g EDTA, 500 ml

tayyorlashda esa, $9,305 - 500 / 1000 = 4,653$ g EDTA olish kerak bo'ladi.

EDTA ning eritmasini tayyorlashda uning hisoblangan tortimi texnik tarozida o'lchanib, o'lchov kolbasiga solinadi, ustiga kolbaning $1/3$ qismigacha distillangan suv quyiladi va to'la erigyncha aralashtiriladi. Agar laboratoriyada EDTA ning yuqoriroq konsentratsiyali tayyor eritmasi bo'lsa, u holda shu eritmani suyultirib ham eritma tayyorlash mumkin.

0,05 N li EDTA **eritmasining titrini o'rnatish.** EDTA eritmasining titrini o'rnatishda kimyoviy toza CaCO_3 yoki kimyoviy toza Zn metali ishlatiladi.

Shuningdek, EDTA ning titri magniy sulfat fiksanali yordamida ham aniqlanishi mumkin.

14-laboratoriya ishi: Kompleksonometriya usulida ichimlik suvini umumiy qattiqligini aniqlash.

Kompleksimetriya usulida turli xil kompleks birikmalar hosil qiladigan moddalarni aniqlash mumkin. Kompleks hosil qiluvchi moddalarning turlariga ko'ra kompleksimetriya usullari kompleksometriya, merkurimetriya, ftorometriya va boshqa usullarga bo'linadi. Bu usullar orasida kompleksonometrik usullar eng ko'p tarqalgan va ular boshqa usullarga ko'ra talaygina afzalliklarga ega. Bular qatoriga hosil bo'ladigan komplekslarning barqarorligi kompleksonlarning nisbatan arzonligi va eng muhimi xavfsizligi singarilar kiradi.

Suvning muvaqqat qattiqligini aniqlash.

Kolbaga tekshirilayotgan suvdan pipetka yordamida 50 ml quying va unga 2 tomchi metiloranj eritmasidan tomizib, uni byuretkadagi xlorid kislotaning 0,1 n eritmasi bilan pushti ranga o'tguncha titrlang. Titrlashda xato qilmaslik uchun kontrol kolba tayyorlang. Buning uchun 50 ml tekshirilayotgan suvga 2 tomchi metiloranj tomizing.

Titrlashni yana 2-3 marta takrorlang va o'rtacha arifmetik qiymatini oling. (keyingi titrlashda sarf boladigan kislotaning miqdori 0,05 ml dan ortiq farq qilmasligi kerak).

Natijalarni quyidagidek qilib jadvalga yozing.

Titrlash	Tekshirilayotgan suvning hajmi	Titrlash uchun sarf bo‘lgan 0,1n eritmaning miqdori.	O‘rtacha 0,1n eritmaning hajmi
Birinchi	50	x_1	$x = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{3}$
Ikkinchi	50	x_2	
Uchinchi	50	x_3	

Muvaqqat qattqlikni ushbu formula bilan Mg –ekv/l da hisoblang:

$$V_{\text{suv}} : V_{\text{HCl}} = H_{\text{HCl}} + H_k$$

Bu erda : V_{suv} - tekshirilayotgan suvning hajmi.

V_{HCl} - titrlash uchun sarf bo‘lgan kislota hajmi.

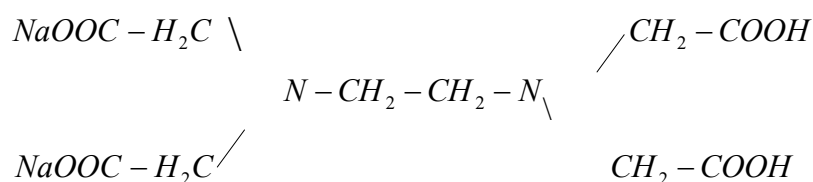
H_{HCl} - Xlorid kislotaning normalligi .

H_k - Eritmaga muvaqqat qattqlik beruvchi tuzning normalligi.

$$H_k = \frac{V_{\text{HCl}} \cdot H_{\text{HCl}}}{V_{\text{suv}}} \cdot 1000 = \text{mg} - \text{ekv} / \text{litr}$$

Suvning umumiy qattqligini trilonometrik usul bilan aniqlash. Bu usulda maxsus reaktiv “trilon-B” ishlatiladi.

(trilon –B etilendiamintetroatsetat kislotaning ikkita vodorodiga natriy almashingan tuzdir.)



“Trilon –B” Ca va Mg ionlari bilan kompleks birikma hosil qiladi. Reaktsiya kuchsiz ishqoriy muhitda yaxshi boradi. Bunday muhitni vujudga keltirish uchun unga ammiakli bufer eritma qo‘shiladi (bufer eritma tayyorlash uchun 100 ml 20% NH_4OH eritmasiga 100 ml suv qo‘shib suyultirish kerak).

Umumiy qattqlikni aniqlash qora xromogen ET-00 ishtirokida olib boriladi. Buning uchun tekshirilayotgan 100 ml suvga 5 ml bufer eritma 1ml 1,5-2% li Na_2S eritmasi (to‘sqinlik qiluvchi kationlarni sulfid holida cho‘ktirish uchun) va 7 tomchi indikatorlar eritmasi qo‘shiladi. Hosil bo‘lgan qizil rangdagi eritmani trilon-B ning 0.05 n yoki 0,01 n eritmasi bilan havo rangga o‘tguncha titrlanadi.

Tajribani 3 marta takrorlab, trilon-B ni titrlash uchun sarf bo'lgan o'rtacha hajmini toping.

Suvning umumiy qattiqligini quyidagi formula bilan hisoblang:

$$\text{umumiy.qattiqlik} = \frac{H_{tr} \cdot V_{o'rtacha}}{V_{H_2O}} \cdot 100$$

Bunda: H_{tr} - tirlon—B eritmasining normalligi,

$V_{o'rtacha}$ - titrlash uchun sarf bo'lgan trilon—B ning o'rtacha hajmi,

V_{H_2O} - tekshirilayotgan suvning hajmi

15-laboratoriya ishi: Spektrofotometriya yordamida moddaning konsentratsiyasini aniqlash.

Ishdan maqsad: Fotokolorimetrik taxlil haqida talabalarda tushuncha hosil qilish va bilimni amalda qo'llab eritmadagi Cu^{2+} massasini aniqlash.

Mavzuning qo'yilishi: fotokolorimetriya - fizik - kimyoviy taxlilning mumtoz usullaridan bo'lib, vitamin B12 va boshqa dorilar rangli eritmalarini taxlil etib, ular chinligini tasdiqlash, ajratmalar rang intensivligiga ko'ra miqdoriy taxlil etish, toksinlarni rang beruvchi moddalarga aylantirib, ular miqdorini aniqlashda muhim ahamiyatga ega.

Ishni bajarish uchun namuna

Fotokolorimetrda eritmalar optik zichligini o'lchash. Fotokolorimetrlarni har xil turlari mavjud. 1960-1970 yillarda chiqarilgan FEK-56 ikki nurli bo'lib, rangli eritmadagi nurni so'nish qiymati optik murvatining (dastasining) shkalasidan yozib olinar edi. Zamonaviy KFO-1, KFK-2 bir nurli fotokolorimetrlarda o'lchangan optik zichlik qiymati bevosita strelkali asbobdan yozib olinadi.

Optik zichlikni konsentratsiyaga bog'lanish (kalibrovka) grafigini chizish. Millimetrovka qog'oziga koordinatlarni chizib, ordinata o'qiga optik zichlik (A), abtsissa o'qiga $C_{Cu \cdot 10-2\%}$ qiymatlarini qo'yib grafikdagi nuqta o'rtasidan to'g'ri chiziq o'tkaziladi.

Noma'lum konsentratsiyali $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ eritmasidagi Cu^{2+} foiz konsentratsiyasini aniqlash. Berilgan nazorat eritmasining $5,00 \text{ sm}^3$ ga $5,00 \text{ sm}^3$

ammiak eritmasidan qo'shib, $20,00 \text{ sm}^3$ gacha suv bilan suyultiriladi. Kyuvetani eritmaning bir qismi bilan chayib tashlab, chizig'igacha to'ldiriladi, sirti artiladi va fotokolorimetrda optik zichlik (A) qiymati o'lchanadi. O'lchangan A qiymatiga tegishli Cx qiymati kalibrovka grafigidan topiladi va shu bilan birga solishtirma yutilish koeffitsienti (o'rtacha qiymati jadvaldan olinadi) asosida ham hisoblanadi. **Metodni amalga oshirish bosqichlari:**

1. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ standart eritmasini suyultirib, ammiakli standart eritmalar tayyorlash.
2. Eritma rangiga mos nursuzgich tanlab, eritma optik zichligini o'lchash.
3. Kalibrlash grafigini chizish.
4. Noma'lum kontsentratsiyali eritmaning optik zichligini o'lchab, grafik asosida unga tegishli kontsentratsiyani topish.

Ishdan maqsad: Spektrofotometrik taxlil haqida talabalarda tushuncha hosil qilish va bilimni amalda qo'llab fenol miqdorini aniqlash.

Mavzuning qo'yilishi: Spektrofotometriya dorivor moddalarni sifat va miqdoriy taxlilida Davlat farmakopeyasida keng qo'llanadigan mumtoz uskunaviy usullardan bo'lib, dorivor moddalarni rangli va rangsiz eritmalarini sifat, miqdoriy taxlil etib chinliginii isbotlashda, zaxarli moddalarni juda oz miqdorlarini ham aniqlashda, o'simlikdan olingan ajratmalarni taxlil etishda katta ahamiyatga ega.

Ishni bajarish uchun namuna fenol miqdorini aniqlash. Tortimni hisoblab, eritma tayyorlash:

Fenol molyar massasi 94 a.b.

Maksimal yutiladigan nur uzunligi $\lambda_{\text{max}} = 63 \text{ nm}$

Solishtirma yutilish koeffitsienti $E = 180$

Optik zichlikni maksimal aniqlik chegarasi 0,800 dan oshmasligi uchun,

$A_{\text{max}} = 0,700$ bo'lishi uchun tayyorlanishi kerak bo'lgan eritmaning foiz

kontsentratsiyasini hisoblaymiz: $159 \text{ C\%} = A / E \cdot 1 = 0,700 / 180 \cdot 1 = 0,00388 = 3,9 \cdot 10^{-3} \%$

Bunday eritmadan 250 sm^3 tayyorlash uchun 0,01 g tortim olish kerak. Tortim

olishda xatolikni kamaytirish maqsadida 0,1 g tortimni 250 sm³ xajmli o'lchov kolbasida eritib belgisigacha suyultiriladi.

2. Tayyorlangan eritmani me'yoriy kontsentratsiyagacha suyultirish: eritmaning $\lambda_{\max}$ to'liqidagi optik zichligi aniqlik chegarasi 0,800 dan ortmaydigan kontsentratsiya me'yoriy kontsentratsiya deb ataladi. 0,1 g fenol 250 sm³ da eritib tayyorlangan eritma talab etilgan (me'yoriy) kontsentratsiyadan 10 marta ortiq bo'lgani sababli uni 10 marta suyultirib o'lchash kerak.

Usulni amalga oshirish bosqichlari:

1. Tortimni hisoblash.
2. Aniq tortimni eritib tayyorlangan quyuq eritmani (optimal) me'yorigacha suyultirish.
3. Spektrofotometr tuzilishi (sxemasi) va unda ishlash tartibi.
4. Yutilish spektri tasvirini chizish.
5. Spektr bo'yicha natijani hisoblash.

IV. MUSTAQIL TA'LIM MAVZULARI.

Mustaqil ta'limni tashkil etishning shakli va mavzulari

Talabalarning mustaqil ta'limi o'quv jaraynining muhim shakllaridan biri hisoblanib, u ma'ruza, amaliy, seminar mashg'ulot darslarida va o'qishdan tashqari vaqtlarda amalga oshiriladi. Fanniing xususiyatlarini hisobga olgan holda mustaqil ta'lim shakllari va mazmuni quyidagilardan tashkil topadi :

- ma'ruza darslariga va mustaqil ish topshiriqlariga tayrgarlik ko'rish;
- amaliy mashg'ulot darslarining mustaqil ish topshiriqlarini bajarish;
- laboratoriy ishlarini mustaqil bajarish;
- fanning alohida mavzulari ustida ishlash;
- reyting nazoratini barcha turlariga tayyorgarlik ko'rish.
- talabalar tavsiya etilayotgan mavzulardan birini tanlab, refarat , maket, prezentasiya, konspekt tayyarlash orqali amalga oshiriladi.

1. Mavzuni tinglay olish. Oliy o'quv yurtida Mavzu jarayonida talabalardan Mavzuchini diqqat bilan tinglash, fikr yuritish va eshitganlarini yozib borish (matnlashtirish) talab etiladi. Fikrni bir joyga to'plab, diqqatni Mavzuchi bayon qilayotgan masalaga safarbar qilish, faollik ko'rsatish bilangina Mavzu mazmunini to'g'ri tushunish, bilish va anglab o'zlashtirish mumkin.

Talaba o'quv-biluv maqsadini aniq tasavvur etib, Mavzuga oldindan tayyorlanib kelsa (oldingi Mavzuda bayon qilingan masala – materialni ko'rib, darslikdan yangi mavzuni o'qib kelsa), Mavzuchi bayoniga o'z fikrlarini to'plab, to'la safarbarlik bilan tinglay oladi. Buning uchun talabada Mavzuni tinglashga kuchli motiv mavjud bo'lishi lozim.

Talaba Mavzuni tinglash jarayonida asosiy tushunchalar, muhim g'oyalarni o'z daftariga yozib borishi kerak, bunda ham eshitish, ham ko'rish, ham harakat xotirasi ishlaydi, faoliyat asosida bilim o'zlashtiriladi.

2. Mavzuni yozib olish. Har bir Mavzu mazmuni (jarayoni) da quyidagilar bo‘ladi: Mavzuning asosini tashkil etadigan muhim g‘oya; muhim g‘oyani asoslash, juz‘iy xulosalar; qisqa muddatli pauzalar; ta’riflar, tamoyillar, tushunchalar. Mavzuni matnlashtirayotganida talaba asosiy g‘oya, muhim masalalar, asosiy tushunchalar, tamoyillar, ta’riflar, xulosalarni o‘z daftarida qayd etib, yozib borishi kerak. Mavzu jarayonida professor-o‘qituvchi shu xil joylarni ovozini o‘zgartirish, nutq tempini kamaytirish bilan ajratib beradi, e’tibor berib tinglansa, zarur joylarni yozib olish imkoni bo‘ladi.

Yozib olish paytida ma’lum tartibga amal qilinsa (Mavzuning muhim masalalari; fakt, dalil, ta’rif, xulosalar; savol-javoblar, mulohazalar), tinglash jarayonida asosiy narsalarni ajrata olish malakasi hosil bo‘ladi.

3. Matnlashtirayotganda quyidagilarga rioya qilish lozim:

- hoshiya qoldirish;
- har bir masalani tartib raqami bilan belgilash va satr boshidan yozish; ravshan yozish, ostiga chizib, ajratish;
- shaxsiy shartli qisqartirishlardan foydalanish: qarama-qarshilik kabi;
- sitatalarning hoshiyasini ko‘proq qoldirish;
- imloga, husnixatga rioya qilish, tartibli, toza yozish;
- yozib ulgurmaganlariga joy qoldirib ketish;
- ruchkada yozish;
- yozuvlarni uyda o‘qib chiqib, xatolarini to‘g‘rilash, to‘ldirish, bu ishni iloji boricha o‘sha kuni yoki vaqt ko‘p o‘tmay qilish;
- o‘zingiz qatnashmagan Mavzuni o‘rtog‘ingiz matnidan ko‘chirib, kitoblardan o‘qib o‘rganish zarur.

4. Kitob, manbalar bilan ishlash. Yuqori malakali mutaxassis bo‘lish, o‘z bilimlarini muntazam oshirib borish uchun talaba kitob bilan, birinchi manbalar bilan ishlash malakasiga ega bo‘lishi zarur. Kitob bilan ishlay olish malakasi nazariy bilimlarni chuqurroq egallashning shartidir.

Birinchi kurs talabalari, odatda, zarur kitobni tanlash, topishga qiynaladilar, kitobni maqsadga muvofiq tarzda qunt bilan o‘qish o‘rniga ayrim joylarinigina o‘zgarishsiz ko‘chirib qo‘ya qoladilar. Vaholanki, talaba kitobni qanday topish va undan qanday foydalanishni bilmog‘i lozim.

5. Talaba mustaqil o‘qib o‘rganishi zarur bo‘lgan kitoblarni professor-o‘qituvchi Mavzu, seminar paytida tavsiya qiladi va kerakli maslahatlarni beradi. Oliy o‘quv yurti talabasi DTS va malaka talablarining ijtimoiy-gumanitar, tabiiy-ilmiy, ixtisoslik va boshqa fan bloklariga doir kitoblar, manbalarni o‘rganishi zarur. U professor-o‘qituvchilarning maslahati va ko‘rsatmalariga amal qilishi kerak. Shu tariqa zarur kitoblarni tanlash va mustaqil ta’lim olish malakalarini egallab oladi.

6. Mustaqil ta’lim olish uchun talaba bibliografiya qanday bo‘lishi, qanday tuzilishini bilib olishi lozim. Bibliografiyaga doir yozuvlarni alohida daftarga, bloknotga yoki kartochkalarga qayd etib (yozib) borishi kerak.

Bunda quyidagi tartibga amal qilinadi: avvalo, kitob yoki maqola muallifining familiyasi, ismi-sharifi, kitobning nomi, joy nomi, nashriyot nomi, chiqqan yili, hajmi (necha betligi) ko‘rsatiladi (masalan, Ismatov A.A. va boshqalar. Noorganik moddalar kimyoviy texnologiyasi. –T.: O‘zbekiston, 2002. – 336 b.).

Ilmiy jurnal yoki ilmiy to‘plamda bosilib chiqarilgan maqola bo‘lsa, unda avvalo muallifning familiyasi, ismi-sharifi, so‘ngra maqolaning nomi, jurnal (to‘plam)ning nomi, joyi, vaqti (yili), soni, so‘ngra betlari ko‘rsatiladi (masalan, Тўраев З., Сиддиқов Ш. Аммиак эритмаси ёрдамида саноат ярим маҳсулотларидан микроэлементни ажратиш. Иқтидорли талабалар, магистрантлар, аспирантлар, докторантлар ва мустақил изланувчиларнинг Илмий амалий конференцияси материаллари тўплами. НамМПИ, Наманган, 2008, 99-101б.).

Shu bilan birga talaba kutubxonadan o‘ziga kerakli kitobni qanday qidirib topishni ham bilishi lozim. Har bir kutubxonada mavjud kitoblar bibliografiyasi (ro‘yxati) shifrlanib, bibliografik kartochkalar shkaflardagi qutichalarga alfavit tartibida hamda mavzular bo‘yicha (sistemalashtirilib) joylashtirilgan bo‘ladi. Talaba o‘ziga kerakli

kitobning nomi yozilgan kartochkadan kitobning nomi va shifrini aniqlab, kitob olishga buyurtma berishi mumkin.

7. Darslik, ilmiy asarlar yoki maqolalarni o‘qib o‘rganish tartibi quyidagicha bo‘lishi mumkin: tavsiya etilgan kitob, risola, darslikning bobi, paragrafi (fasli) avvalo boshdan oxirigacha bir marta o‘qib chiqiladi, umumiy tasavvur hosil qilinadi: muallifi, kitobning, maqolaning, bob yoki paragrafning nomi bilib olinadi; kitobning muqaddimasi, asarning boshida yozilgan va shu asarning mazmunini ifodalaydigan tsitata, annotatsiya, epigrafi bilan tanishish shu kitobning muhim g‘oyasi va yo‘nalishi haqida tasavvur beradi.

So‘ngra qo‘lda halam (ruchka) bilan jiddiy e‘tibor berib, asosiy matn o‘qib o‘rganiladi, muhim o‘rinlari yozib boriladi. Kitobni bobma-bob yoki paragraflar bo‘yicha o‘rganish va asosiy g‘oyalarni qisqa yozib borish maqsadga muvofiq.

Kitob o‘qish ijodiy ish bo‘lib, o‘qish jarayonida fikr yuritish, tanqidiy yondashish, mulohaza qilish, lug‘atlar, entsiklopediyalardan foydalanish lozim. Kitob matnida berilgan jadval, rasm, sxema, grafik, shakl, ko‘rgazmalarni sinchiklab o‘rganish, matn mazmuniga solishtirib ko‘rish, zarur bo‘lsa, ko‘chirib olish kerak. Kitobni o‘qish jarayonida olingan ma‘lumotlarni baholash va unga tanqidiy nuqtai nazardan qaramoq, shuningdek, uning muhimligini baqolamoq zarur bo‘ladi. O‘qishda u yoki bu materiallarga har xil yo‘llar bilan belgi qo‘yish tavsiya etiladi.

Tavsiya etilayotgan mustaqil ta‘limning mavzulari

1	Analitik kimyo fanining texnologiyada ahamiyati.	4
2	Massalar ta’siri qonuni asosida texnologiyada qo‘llaniladigan reaksiyalarni oldindan rejalashtirish.	4
3	Kuchsiz elektrolitlarni analizini amalga oshirish. Ishqoriy bufer eritmalarni pH ni hisoblash.	6
4	Vodorod sulfid asosida kationlarni guruhlariga bo‘lish.	6
5	Organik kompleks hosil qiluvchilar. Ularning yutuq va kamchiliklari,	6

	texnologiyada qo'llanilishi.	
6	Haydash, cho'kma hosil qilish, ekstraksiya, xromatografiya ajratish usullarini texnologiyada qo'llanilishi.	6
7	Gravimetriya usulida mutaxassisligiga qarab, kalsiy, magniy, temir, alyuminiy va oltingugurt miqdorini aniqlash.	6
8	Kislota-asosli titrlash usulida kuchsiz asos va kislotalarni titrlash egri chiziqlari.	4
9	Analitik kimyoda avtokatalitik reaksiya va uni bajarish usuli.	6
10	Titrometriya usulida suvning doimiy qattiqligini aniqlash.	4
11	Fizikaviy kimyo fanini zamonaviy taxlil usullarini o'rgatishdagi hamda kimyo texnologiya sohalarini rivojlantirishdagi o'rni.	6
12	Kimyoviy va fizikaviy jarayonlarning issiqlik effektlari va uning turlari	6
	Muammoli vaziyatni taxlil qilish bo'yicha keys: Hosil bo'lish	
13	entalpiyasi ($\Delta H_{h.b.}^0$) noldan kata, noldan kichik va nolga teng bo'lgan holatlarda birikma mavjud bo'la olmaydi.	6
	Jami	90

V. GLOSSARIY.

Nomi	O`zbek tilidagi sharhi	Rus tilidagi sharhi	Ingliz tilidagi sharhi
Analitik reaksiya	Muayyaan ionni ochishda tashki samara beruvchi reaksiya	реакции, сопровождающиеся внешним аналитическим эффектом, позволяющим получить информацию о наличии элемента	reactions accompanied by external analytical effect that allows to obtain information about the presence of the element
Reagent	aralashmadagi ion (eki moda) ni ochib beruvchi reaktiv	реакции, сопровождающиеся внешним аналитическим эффектом, позволяющим получить информацию о наличии элемента	reactions accompanied by external analytical effect that allows to obtain information about the presence of the element
Maxsus reaksiya	murakkab aralashmadagi fakat bitta ionga(moddaga) gina tashki samara beruvchi reaksiya	аналитические реакции, внешний эффект которых характерен только для одного иона (молекулы) в сложной смеси	analytical reactions which only the external effect is characteristic for one ion (molecules) in the complex mixture

			of
Selektiv	ayrim	аналитические	Analytical
reaksiya	ionlarga xos	реакции, внешний	reactions
	tashki	эффект которых	externality which
	samara	характерен и	is selective and is
	beruvchi	избирателен для	characterized by
	reaksiya	небольшого числа	a small number
		ионов	of ions
Gurux	ionlar guruxiga	аналитические	Analytical
reaksiyasi	bir xil tashki	реакции, внешний	reactions external
	samara beruvchi	эффект которых	effect which is
	reaksiya	характерен для	characteristic of
	(reagent)	группы ионов,	the group of ions,
		соответствующие	the corresponding
		им реагенты	reagents called
		называют	group reagents
		групповыми	
		реагентами	
Analitik	aniklanuvchi	характеризуется	characterized by
reaksiya	ionni ochilishi	возможностью	the ability to detect
sezgirligi	mumkin bulgan	обнаружения с ее	with the help of the
	minimal mikdori	помощью	minimum content
		минимального	of the opened ion
		содержания	in solution and is
		открываемого иона	expressed by four
		в растворе и	interdependent
		выражается	parameters.
		четырьмя	
		взаимосвязанными	

		параметрами.	
Ochish minimumi	chegaraviy suyultirilgan eritmaning minimal hajmidan ochilshi mumkin bo,,lgan moda(ionning) mikrogramm(mk g) massasi	минимальное количество $m_{\min}$ (или концентрация $C_{\min}$) компонента, которое может быть обнаружено с достаточно высокой заданной вероятностью.	minimum quantity mmin ($C_{\min}$ or concentration) of the component, which can be detected with a sufficiently high given probability.
Chegaraviy konsentratsiya	analitik reaksiyada ochilishi mumkin bo,,lgan ionni gr/sm^3 birlikdagi minimal konsentratsiyasi	наименьшая концентрация предельно разбавленного раствора при которой вещество (ион) может быть обнаружено данной реакцией	smallest maximum concentration of a dilute solution in which the agent (ion) may be detected by this reaction
Suyultirish chegarasi	tarkibida 1g aniklanuvch i ion tutgan chegaraviy suyultirilgan eritmaning (sm^3/g	объем раствора предельно низкой концентрацией, в котором содержится 1г обнаруживаемого вещества	volume of the solution is extremely low concentration, which contains the detectable substance 1g

	birlikdagi) xajmi		
Minimal xajm	ion (eki moddani)	предельно	extremely dilute
	muayyan	разбавленного	solution (Vmin)
	reaksiya	раствора (Vмин),	required to detect
	bilan ochilishi	необходимый для	the opened ion
	mumkin	обнаружения	(substance) of the
	bo,lgan	открываемого иона	reaction
	chegaraviy	(вещества) данной	
	suyultirilgan	реакцией	
	eritmaning		
	analitik		
	reaksiyalar		
	uchun olingan		
	eng kichik		
	(minimal) xajmi		
Tizimli taxlil	gurux reagenti	основан на	separation based
	taʼsirida	разделении ионов	on analytical ion
	aralashmadagi	по аналитическим	groups using
	ionlarni analitik	группам с	reagents group.
	guruxlarga	помощью	Determination
	ajratishga	групповых	conducted within
	asoslangan	реагентов.	each group
		Определение	separately in
		проводят внутри	sequence
		каждой группы	
		отдельно в	
		определенной	
		последовательност	
		и	

Kasrli taxlil	taxlil etuvchi eritmaning ayrim ulushlaridan ionlarni maxsus yoki selektiv reagenti bilan bevosita aniklash	основан на обнаружении иона непосредственно из отдельной порции анализируемой смеси специфическими или селективными реагентами	It based on the detection of ions directly from separate portions of the mixture being analyzed selective or specific reagents
Standart eritma	standartlashd a ishlatiladigan anik konsentratsiyali eritma	раствор установочного вещества, стандарта, точной концентрации, используемый для стандартизации установления точной концентрации раствора титранта	solution adjusting agents, standard, accurate concentration is used to establish an accurate standardization раствора титранта concentration
Ekvivalent nuqta	titrant va titrlanuvchi moda eritmalarini ekvimolyar nisbatlarda reaksiyaga kirishgan xolat	момент титрования, при котором реагировали равноценные (эквивалентные) количества титранта и титруемого вещества	titration point at which we react equivalent (equivalent) and titrated amounts of titrant substances

Indikator	pH (yoki Em) qiymatlarini tor oraligida o,,z rangini o,,zgartiruvchi organik modda	вещество, изменяющее свою окраску в узком интервале pH (или равновесного окислительно-восста новительного потенциала) вблизи точки эквивалентности, указывая на конец титрования	a substance that changes its color in a narrow pH range (or equilibrium redox potential) near the point of equivalence, pointing to the end of titration
Titrlashning oxirgi nuqtasi	titrlash jarayonida indikator rangi o,,zgargan nuqta	величина pH, при которой происходит резкое изменение окраски индикатора, соответствующее величине показателя титрования pTJnd	the pH at which there is a sharp change in color of the indicator, a corresponding index value titration rTJnd
Titrlash sakramasi	ekvivalent nuqtada eritmani o,,lchanib borayotgan o,,lchamining keskin o,,zgarishi	резкое изменение pH или Евaн. титруемого раствора вблизи точки эквивалентности	a sharp change in pH or Eravn. titrated stretch thief near the equivalence point
Bevosita titrlash	titrant va	титрант	titrant directly

	titrlanuvchi	непосредственно	interacts with the
	moddalarni	взаимодействует с	analyte
	to,,g,,ridan-to,,g,,ri	анализируемым	
	, vositasiz	веществом.	
	tasirlanishiga		
	asoslangan		
Bilvosita titrlash	aniqlanuvchi	титрант	titrant interacts
	moddaning o,,zi	взаимодействует	with substituent
	emas balki unga	с заместителем	equivalent amount
	ekvivalent	ЭКВИВАЛЕНТНЫМ	of reaction product
	miqdorida xosil	количеством	formed during the
	bo,,lgan maxsulot	продукта	reaction of the first
	yoki aniqlanuvchi	реакции,	reactant with the
	moddaga aniq	образовавшегося	analyte.
	miqdorda	при реакции	
	ortiqcha	первого реагента	
	qo,,shilgan	с анализируемым	
	birinchi titrant	веществом.	
	qoldig,,ini		
	ikkinchi titrant		
	bilan titrlanadi		
Kolorimetriya	standart	визуальное	visual color
	kyuvetalardagi	сравнение окраски	comparison to
	turli	растворов в	standard solutions
	konsentratsiyali	стандартных	of cuvettes.
	bir hil modda	кюветах.	
	eritmalar rangini		
	solishtirish		
Fotoelektrokolori	rangli	измерение	measurement of the

metr iya	eritmaga	поглощения	absorption of visible
	kurinadigan	лучей видимого	ray range (400-700
	soha (400-	диапазона(400-	nm) in colored
	700 nm)	700 nm) в	solutions
	nurlarini yutilishi	цветных	
Spektrofotometri ya	miqdorini	растворах	
	o,,lchash		
	aniqlanuvchi	измерение спектра	measuring the
	modda eritmasiga	поглощения лучей	absorption
	ul"trabinafsha va	ультрафиолетового	spectrum of
Infraqizil spektroskopiya	ko,,rinadigan soha	и видимого	ultraviolet rays and
	nurlarini yutilish	диапазона	visible range of the
	spektrini o,,lchash	раствором	analyte solution
		анализируемого	measurement of the
		вещества	absorption
Infraqizil spektroskopiya			spectrum of
			longwave infrared
			rays.
	1-2 mikron	измерение	measurement of the
	to,,lqin	спектра	angle of refraction
Infraqizil spektroskopiya	uzunligidagi	поглощения	of the
	infraqizil nurlarni	длинноволновых	polychromatic beam
	aniqlanuvchi	лучей	at its transition from
	moddaga yutilish	инфракрасного	one phase to another
	spektri	диапазона.	
Refraktometriya	o,,lchanadi		
	optik qatlam	измерение угла	measurement of the
	prizmalari orasiga	преломления	angle of refraction
	tomizilgan	полихроматическог	of the

	aniqlanuvchi modda eritmasidan oʻtgan polixromatik nurni sinish burchagi aniqlanadi.	о луча при переходе его из одной фазы в другую	polychromatic beam at its transition from one phase to another
Konduktometriya	eritmaga tushirilgan bir xil elektrodlar orasidagi qarshilik oʻlchanadi.	измерение удельной электропроводност и раствора электролита.	measuring the conductivity of the electrolyte solution.
Potensiometriya	standart va solishtirma elektrodlar orasidagi potensial farqi oʻlchanadi	Измерение разности потенциалов между разнородными электродами	Measuring the potential difference between dissimilar electrodes
Polyarografiya	tomchi simob katodi va elektrolizyor tubidagi simob- anodi orasidagi kuchlanish oʻlchanadi	изучение вольтамперной характеристики анализируемого раствора между однородными электродами	studying the current- voltage characteristics of the sample solution between the electrodes uniform
Kulonometriya	elektroliz natijasida ajralgan	измерение количества	measuring the amount of

	modda massasi aniqlanadi.	электричества, затраченного на электрохимическое превращение анализируемого вещества	electricity expended in the electrochemical conversion of the analyte are based on selective absorption of solid
Xromatografiya	aralashma tarkibiy qismlarini g`ovak, qattiq sorbentlar yoki ularga shimdirilgan suuyuq sorbentlarga tanlanib yutilishi adsorbtsiyasiga asoslangan	основаны на избирательном поглощении компонентов смеси твердыми (или жидкими сорбентами, нанесенными на твердый носитель) веществами адсорбе нтами.	components of the mixture (or liquid sorbent, coated on a solid support), adsorbents substances.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.

Asosiy adabiyotlar.

1. N.T. Turabov. Analitik kimyo. Darslik -T: Go To Print , 2020.-373 bet.
2. Ш.А.Муталов, Ш.П.Нуруллаев, Н.Ш.Рахматова, М.Г.Бекмуратова. Аналитическая, физическая и коллоидная химия. Учебник.- Т.: Yoshlar nashriyo uyi, -2020, с – 319.
3. N.SH.Raxmatova, M.G'.Bekmuratova, R.A.Nazirova, SH.P.Nurullaev. Analitik, fizikaviy va kolloid kimyo (Analitik kimyo fanidan siaft va miqdoriy tahlil qilish asoslari) Darslik. - T.: O'zbekiston faylasuflar milliy jamiyati, 2019. - 238 bet.
4. Z.Aminov, S.Musayeva, Mamadiyarova, G.Xodjayarova.- Analitik kimyo T.: Cho'lpon nomidagi nashriyot-matbaaijodiy uyi , 2018. - 299 bet.
5. M.T.Gulyamova, SH.Q.Norov, N.T. Turabov. Analitik kimyo. O'quv qo'llanma.- T: Voris nashriyot, 2009.-314 bet.
6. H.S.Talipova, A.S.Sidikov, O.S.Boboqulova, J.S.Qayumov. Fizikaviy kimyodan laboratoriya va amaliy mashg'ulotlar to'plami. O'quv qo'llanma. – T.: Sano-standart, 2015. – 271 bet.

Qo'shimcha adabiyotlar

7. Mirkomilova M.S. Analitik kimyo. Darslik. - T.: Iqtisod- moliya, 2015. - 535 bet.
8. Mirkomilova M.S. Analitik kimyo. Darslik. - T.:O'zbekiston, 2010. - 382 bet.
9. N.SH.Raxmatova, M.G'.Bekmuratova, M.I.Berdieva. Analitik kimyo fanidan maruzalar matni. O'quv uslubiy-qo'llanma. TKTI. 2018. 165 bet.
10. Atkins, Peter W.; de Paula, Julio (2010). Physical Chemistry (9th ed.). [Oxford University Press](#). [ISBN 978-0-19-954337-3](#).
11. SH.P.Nurullayev. Fizikaviy kimyo. Darslik. - T.: Iqtisod- moliya, 2014. - 496 bet.

Internet saytlari

12. www.ziynet.uz, www.bilimdon.uz, www.tcti.uz
13. www.omgtu.ru, www.dpo-msu.ru, www.xumuk.ru
14. <http://www.chemistry-chemists.com/fizicheskaya-ximiya>
15. www.amozonka.com; <http://www.chem.msu.su>; <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1671.html>