

**O‘zbekiston Respublikasi oliy va o‘rta maxsus
ta’lim vazirligi**

**N.SH.Raxmatova, M.F.Bekmuratova, R.A.Nazirova,
SH.P.Nurullayev**

ANALITIK, FIZIKAVIY VA KOLLOID KIMYO

Toshkent – 2018

**O‘zbekiston Respublikasi oliy va o‘rta maxsus
ta’lim vazirligi**

**N.Sh.Raxmatova, M.F. Bekmuratova, R.A.Nazirova,
SH.P.Nurullayev**

ANALITIK, FIZIKAVIY VA KOLLOID KIMYO

***ANALITIK KIMYO FANIDAN SIFATVA MIQDORIY
TAXLIL QILISH ASOSLARI***

Texnika fanlari doktori, professor R. A. Nazirova,

Umumiy taxriri ostida

TOSHKENT 2018

UDK 543.7

Ushbu darslik ***analitik kimyo fanini*** sifat va miqdoriy tahlil qilish usullari to'g'risida bo'lib, unda analitik kimyo fani va zifalari hamda usullari mazmun mohiyati yoritilgan. Analitik kimyo fanining dasturiga muvofiq berilgan mav-zular yuzasidan nazariy ma'lumotlar, laboratoriya mashg'ulotlarini bajarish tartibi va mavzuga oid misol hamda masalalarni echishga doir ayrim fizik-kimyoviy kattaliklarning ma'lumotlari keltirilgan. Darslik miqdoriy analiz qilish usullari, ularga qo'yiladigan asosiy standart talablari, laboratoriyada bajarilish tartibi, kerakli jihozlardan foydalanish qoidalari, moddalarning tayyorlanishi va olingan natijalarni hisoblash uchun ko'rsatmalar berilgan.

Mazkur o'quv adabiyotidan foydalanib ***gravimetrik, titrimetrik, neytral-lanish, cho'ktirish, kompleksonometrik va oksidlanish-qaytarilish usullari*** yuzasidan barcha kerakli ma'lumotlarga, laboratoriyada hisoblash ishlari bo'yicha namunalar va bir qancha nazariy ma'lumotlarga ega bo'lishingiz mumkin. Olingan nazariy bilimlarni yanada chuqurlashtirish, mustaxkamlash va o'z-o'zini tekshirish uchun nazorat savollari ham keltirilgan. Darslikdan *kimyo, kimyoviy texnologiya, neft va gazni qayta ishlash, oziq-ovqat maxsulotlari texnologiyasi, biotexnologiya, oziq-ovqat xavfsizligi va boshqa turdosh ta'lim yo'nalishlari* talabalari, hamda tegishli mutaxassislik magistr-lari foydalanishlari mumkin.

Darslik Toshkent kimyo-texnologiya instituti Kengashining 2018 yil “ ____ “ dagi yig'ilish qarori (____ sonli bayonnoma) asosida nashrga tavsiya qilindi

Taqrizchilar: kimyo fanlari doktori, professor T.A.Azizov

Kimyo fanlari doktori, professor Q.M.Axmerov

MUNDARIJA

		Betlar
	Soʻz boshi	6
	Kirish Analitik kimyo fani toʻgʻrisida qisqach maʼlumot	7
	Analitik kimyo fanining rivojlanish tarixi.	10
	Analitik kimyo fani va uning nazariyasi	13
1- bob	Sifat analizi	13
1.1.	Analitik reaksiyalarni bajarish usullari	15
1.2	Namunalarni sifat analiz qilishning asoslari	19
1.3	Sifat reaksiyalari va ularga qoʻyiladigan talablar	20
1.4.	Namunalarni taxlil qilish usullarining sinflanishi	22
2- bob.	Kimyoviy taxlildagi eritmalarining nazariy asoslari	25
3-6o6	Elektrolitik dissotsilanish nazariyasi. Analitik reaksiyalarni olib boorish shart-sharoitlari	29
3.1	Analitik reaksiyalarni olib borish shart-sharoitlari	32
3.2.	Suvning ion koʻpaytmasi (pH)	33
3.3	Bufer eritmalar	35
3.4	Kuchsiz kislotali bufer aralashmalarining ph ini hisoblash	38
4-bob	Birinchi analitik guruhi kationlari haqida umumiy tushuncha	43
4.1.	Kationlarning kislota-asosli usul boʻyicha klassifikatsiyasi	45
4.2.	I-guruh kationlarining analitik reaksiyalari va ularni analiz qilish tartibi	46
4.3.	Kationlarning reaksiyalari	48
4.4.	NH_4^+ , Mg^{2+} kationini aniqlashga xos reaksiyalar	50
5-bob	Ikkinchi analitik guruhi kationlarni	54
5.1.	Guruh reagenti va uning ikkinchi guruh kationlariga taʼsiri. Ba^{+2} , Sr^{+2} , Ca^{+2} kationlariga xos reaksiyalar	54
5.2.	I va II guruh kationlari aralashmasini taxlil qilish	60
6-bob	Uchinchi analitik guruh kationlarining tavsifi	61
6.1	Uchinchi analitik guruh kationlariga xos boʻlgan reaksiyalar	63
6.1.1	Fe^{+2} kationini aniqlashga xos reaksiyalar	63
6.1.2.	Fe^{+3} kationini aniqlashga xos reaksiyalar	64
6.1.3.	Mn^{+2} kationini aniqlashga xos reaksiyalar	65
6.1.4.	Ni^{+2} kationini aniqlashga xos reaksiyalar	67
6.1.5.	Co^{+2} kationini aniqlashga xos reaksiyalar	67
6.1.6.	Cr^{+2} kationini aniqlashga xos reaksiyalar	68
6.1.7.	Zn^{+2} kationini aniqlashga xos reaksiyalar	69
6.1.8.	Al^{+3} kationini aniqlashga xos reaksiyalar	71
7-bob	Toʻrtinchi analitik guruhi kationlarning xossalari	73
7.1.	Toʻrtinchi analitik guruh kationlariga xos boʻlgan xususiy reaksiyalari	74
7.1.1.	Cu^{+2} kationini aniqlashga xos reaksiyalar	75
7.1.2.	Sn^{+2} kationini aniqlashga xos reaksiyalar	76
8-bob	Beshinchi guruhi kationlarning xossalari	78
8.1.	Pb^{+2} kationining reaksiyalari	79
8.2.	Ag^{+} kationining reaksiyalari	81
8.3.	Hg^{+2}_2 kationining reaksiyalari	82
9-bob	Anionlarga xos boʻlgan reaksiyalar tavsifi	83
9.1.	Birinchi analitik guruh anionlari reaksiyalari va ularni aniqlash	84
9.1.	Birinchi analitik guruh anionlari tavsifi	85
9.2.	Ikkinchi analitik guruh anionlari tavsifi	86
9.3.	Uchinchi analitik guruh anionlari tavsifi	88
9.4.	Quruq holdagi nomaʼlum tarkibli tuzni taxlil qilish tartibi	89
10-bob	Geterogen sistemalarda muvozanat. Eruvchanlik koʻpaytmasi	94
10.1.	Choʻkma hosil boʻlishi va uning erishi bilan EK orasidagi bogʻlanish	100

10.2.	Tuzlarning gidrolizlanishi	104
10.3.	Gidrolizlanish darajasi va unig o`zgarishi	105
10.4.	Moddalarni amfoterlik xossasi	109
11-bob	Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari	111
11.1.	Oksidlanish – qaytarilish reaksiyalari tenglamalarihi tuzish	114
12-bob	Kompleks birikmalar	121
12.1.	Kompleks birikmalarning barqarorligi	123
13-bob	Miqdoriy analiz usulining sinflanishi	127
13.1.	Xatolar nazariyasi	128
13.2.	Gravimetrik analiz usuli	130
13.3.	Tindirish jarayoni	136
13.4.	Kristall cho`kmalarning hosil bo`lish sharoitlari	137
13.5.	Amorf cho`kmalar hosil bo`lish sharoitlari	138
13.6.	Tarozilar va ulardan foydalanish qoidalari	140
14-bob	Titrimetrik analiz asoslari.	144
14.1.	Titrimetrik taxlilda qo`llaniladigan reaksiyalarga qo`yiladigan talablar	145
14.2.	Titrlash usullarining sinflanishi	146
14.3.	Eritmalarning konsentratsiyasini ifodalash usullari	147
14.4.	Hajmiy o`lchov idishlari	149
14.5.	Analiz (tahlil) qilish, aniqlash va o`lchash	153
14.6	Konsentratsiya turlari	153
15-bob	Neytrallash usuli asoslari	154
15.1.	Indikatorlar nazariyasi	155
15.2.	Oksidlanish-qaytarilish titrlash asosi	159
16-bob	Titrlash egri chiziqlari	163
16.1.	Kuchli kislotani kuchli asos bilan titrlash egri chizig`i	163
16.2.	Kuchsiz kislotani kuchli asos bilan titrlash	165
16.3.	Kuchli kislotani kuchsiz asos bilan titrlash egri chizig`i	167
16.4	Neytrallash usulini qo`llanilish soxalari	168
17-bob	Redoksimetriyada indikatorlar nazariyasi. Titrlash egri chiziqlari va indikatorlar tanlash usullari.	169
17.1.	Titrlash egri chiziqlari hisobi	170
17.2.	Redoksimetriyada indikatorlar nazariyasi	171
17.3.	Ko`p qo`llaniladigan redoks indikatorlarga misollar	172
18-bob	Permanganometriya usulining mohiyati	174
18.1.	KMnO ₄ eritmasini tayyorlash va uni saqlash	175
18.2.	KMnO ₄ eritmasining titrini aniqlash	176
18.3.	Yodometriya usulining umumiy tavsifi	177
18.4.	Qaytaruvchilarni aniqlash	177
18.5.	Oksidlovchilarni aniqlash	178
19-bob	Cho`ktirish usuli asosi.	180
19.1.	Cho`ktirish usulining umumiy tavsifi	180
19.2.	Titrlash egri chizig`i hisobi	180
19.3	Ekvivalent nuqtani aniqlash usullari	185
19.4.	Tiniqlanish nuqtasigacha titrlash	183
20-bob	Kompleks hosil qilish usuli	186
20.1.	Kompleksonometriyaning analizda qo`llanishiga misollar	188
	Analitik kimyo fani mavzulari bo`yicha ayrimtayanch iboralarning izoxi (glossariy)	191
	Analitik kimyo fanini moddalarni sifat va miqdoriy taxlil qilishda foydalanish ucin tavsiya qilingan fizik-kimyoviy kattaliklar Ma`lumotnomasi	198
	Foydalanilgan adabiyotlar	239

SO`Z BOSHI

Mustaqil Respublikamizning kimyo, oziq-ovqat, neft va gazni qayta ishlash, qurilish materiallari va boshqa turdosh ishlab chiqarish tarmoqlarining sanoat korxonalari zamon talablariga mos ravishda jadal suratlarda rivojlanib taraqqiy etib bormoqda. Boshqa turdosh ixtisoslik yo`nalishlari bilan bir qatorda mazkur sohani hozirgi jahon andozalariga mos keladigan yuksak unumdorlik ko`rsatkichlariga ega bo`lgan innovatsion texnologiyalar, uskuna va qurilmalar bilan jihozlash tadbirlari keng miqyosda amalga oshirilmoqda. Bu esa o`z navbatida kimyo fanlaridan naza-riy va amaliy bilimlarni chuqurlashtirish, hamda mavjud texnologik muammolar-ning yechimlarini fanlardan olingan bilimlarni amaliy tezkor holatda sinab ko`rish-ni talab qilyapti.

O`zbekiston Respublikasi Prezidenti SH.M.Mirziyoyevning 2017 yil 20 aprel-dagi **“Oliy ta’lim tizimi yanada rivojlantirish chora- tadbirlari to’g’risida”gi PQ-2909-sonli qaror**imazkur dolzarb vazifalarni bajarishda muhim ahamiyat kasb etadi. Kadrlar yetishtirish muammosini hal qilishda barcha oliy ta’lim o’quv yurtlarini sifatli va mukammal tayyorlangan o’quv adabiyotlari bilan yetarli darajada ta’minlash zaruriyatlari mavjud bo’ladi. Ishlab chiqarishda kimyoviy moddalar ishtirokida boruvchi har qanday texnologik jarayonlarni har tomonlama chuqur va atroflicha kompleks ravishda mukammal o’rganish, boshqarish, tahlil qilish, ularda sodir bo’luvchi barcha kimyoviy jarayonlarning optimal borish shart sharoitlarini belgilash muhim o’rin tutadi. Shulardan kelib chiqib analitik kimyo fanidan amaliy mashg’ulotlarni olibborish jarayonida o’lchov birikmalarini aniq belgilash shuningdek, fizik kimyoviy kattaliklarni to’liq qiymatlarida hisoblanishga katta e’tibor qaratish maqsadga muvofiqdir. Bunda bajariladigan barcha o’lchamlar yoki hisoblashlar asosida topilgan o’rtacha qiymatlar miqdori shu kattalikning haqiqiy qiymatiga yaqin bo’lishi kerak, ya’ni xatolik juda kam darajada bo’lishini ta’minlashga harakat qilish zarur bo’ladi. Kimyo moddalari ishtirokida boruvchi barcha texnologik jarayonlarni o’rganish, taxlil qilish, ularda sodir bo’luvchi kimyoviy reaksiyalarni boshqarish va boshqa holatlarini belgilash analitik kimyo fanining nazariy qonun va qonuniyatlariga hamda analiz qilishning turli xildagi usullariga asoslanadi.

KIRISH

ANALITIK KIMYO FANI TO'G'RIDA QISQACH MA'LUMOT. FANNING VAZIFALARI, FANNING RIVOJLANISHIDA O'ZBEK VA CHET EL OLIMLARINING XIZMATLARI

Analitik kimyo – har xil moddalar va ular aralashmalarining sifat va miqdoriy tarkibini o'rganish bilan shug'ullanadigan fandır.

Sifat tahlili maqsadi – tarkibi noma'lum aralashmaning tarkibiy qismlarini aniqlash.

Miqdoriy tahlilning maqsadi – aralashmadagi bir yoki bir necha tarkibiy qismlarning miqdorini aniqlash.

Odatda, sifat tahlili miqdoriy tahlildan oldin o'tiladi, chunki miqdoriy tahlilning usullarini tanlash tahlil qilinadigan namunaning tarkibini bilishga bog'liq.

Analitik kimyo katta nazariy va amaliy ahamiyatga ega.

Kimyoviy tahlil ko'pincha ilmiy tekshirishlarda, texnologik jarayonni kuzatishda, biologiya, gigienik suv, havo, oziq-ovqat mahsulotlarining tahlili va hokazolarni tahlil qilishda qo'llaniladi.

Yozilgan ushbu uslibiy qo'llanma sirtidan o'qiydigan talabalarga amaliy mashg'ulotlarni bajarish uchun zarur bo'lgan nazariy masalalar bilan mukammalroq tanishish umkonini beradi.

Sifat tahlili bo'limida moddalarni sifat jihatdan aniqlashning asosiy reaksiyalari: ko'p uchraydigan kation va anionlar tahlili yoritilgan.

Miqdoriy tahlil qismida hajmiy tahlilning: neytrallashtirish, permanganometrik, va kompleksonometrik usullarning asosiy nazariy qismlari yoritilgan. Har xil miqdoriy aniqlashga doir misollar va o'z-o'zini tekshirish uchun masalalardan namunalar keltirilgan.

Har qanday modda bir yoki bir necha kimyoviy elementdan tashkil topganligini bilamiz. Masalan, grafit birgina uglerod elementidan, suv esa vodorod va kislorod

elementlaridan tashkil topgan. Moddaning qanday elementlardan tashkil topganligini aniqlash uchun uni kimyoviy analiz qilish zarur.

Kimyoviy analiz ayni modda tarkibida qanday elementlar borligini aniqlash bilan cheklanmasdan, balki bu moddada ular oʻzaro qanday miqdoriy nisbatlarda ekanligini ham aniqlaydi.

Analitik kimyoning vazifasi – materiyani kimyoviy nuqtai nazar bilan xarakterlash va ikkita asosiy savolga javob berish:

‘Nima’ (sifat analizi)

‘Qancha’ (miqdoriy)

Biz hayotimiz davomida nimalardan foydalansak, nimalni ishlatsak ularni bari kimyoviy moddalardan iborat, bu esa, ularni tarkibini bilishni taqozo etadi.

Analitik kimyo фани barcha soxalarda katta axamiyat kasb etadi, masalan: qishloq xoʻjaligida, formatsevtikada, tibbiyotda, atrof muxit kimyosida, metallurgiya sanoatida, oziq ovqat maxsulotlari tarkibidagi pestisid va vitaminlar miqdorini tekshirishda, zargarlikda va boshqa soxalarda keng foydalaniladi. Katta shaxarlarda esa havo tarkibidagi uglerodning monooksidini tekshirib turish zarur. Diobetik bemorlarda esa doimiy ravishda qand miqdorini tekshirib turish zarur boʻladi.

Masalan, togʻ muhandislari rudani iqtisodiy (ekonomik) jihatdan eng arzon ajratib olish usulini ishlab chiqishlari, yaʼni rudaning tarkibiy qiymati, ajratib olish qiymatidan yuqori boʻlishiga erishishlari shart.

Kimyoviy analiz kriminalistikada, arxeologiyada, dunyo okeani va atmosferasini oʻrganishda qoʻllaniladi. Kimyoviy analiz yordamida kosmik apparatlar bilan quyosh sistemasidagi planetalar atmosferasi va tuprogʻining tarkibini oʻrganishga muvaffaq boʻlindi.

Kimyoviy analiz avtomatlashtirilgan va yarim-avtomatik usullar bilan olib boriladi. Hozirgi vaqtda ishlab chiqdrishda kompleks avtomatlashtirilgan texnologiyalarda avtomatik analiz usulidan foydalaniladi.

Atrof muxitni muxofaza qilish tadbirlarini amalga oshirishda kimyoviy analizning tezkor usullaridan foydalaniladi. Masalan, suvda va zavodda zararli

aralashmalarning paydo bo'lganligini, yadro reaksiyalarini, oziq-ovqatlarni va boshqalarni tekshirishda tezlik bilan analiz o'tkazish kerak bo'ladi.

Analitik kimyo fani asosan modda tarkibini tabiati jihatidan sifat (nimadan iborat) va miqdoriy (qanchadan iborat) o'rganishga asoslanadi. Bularga quyidagicha aniqlik kiritishimiz mumkin. Ko'pgina holatlarda kimyogarlar sifat jihatidan, yoki miqdoriy jihatdan o'lchashlarni amalga oshiradilar. Bu ikkala holat bir-biridan butunlay ayro bo'lgan jarayonlar bo'lmay, balki bir-birini to'ldiruvchi holatdir. Haqiqatan ham kimyoning boshqa bo'limlarida ham siz moddalarni sifat va miqdoriy jihatdan o'rgangan bo'lishingiz mumkin.

Kimyoning ko'pgina bo'limlarida masalan, noorganik moddalarni faqat ionlar ko'rinishida sifat yoki titrlash orqali miqdoriy analiz qilish talab etiladi, xolos.

Analitik kimyo murakkab bo'lmagan namunani oddiygina analiz qilishgagina asoslanib qolmasdan (aslida bu ham umumiy holda kimyoviy analiz deyiladi), balki ishlab chiqilgan mukammal, keng qo'llaniladigan usullardan foydalanib, murakkab tarkibga ega bo'lgan namunalarni analiz qilish, shu bilan birga yangi usullarni ishlab chiqish (amaliyotga tadbiq etish) zarurligini anglatadi.

Ba'zan, shunday holatlar bo'ladiki, bunda analitkdan namunani faqat sifat jihatidan, yoki faqatgina miqdoriy analiz qilish talab etiladi. Bulardan tashqari, namunaning kimyoviy yoki fizikaviy xossalari aniqlanishi kerak bo'ladigan holatlar ham bo'lishi mumkin.

Ma'lumki, har qanday namunani analiz qilish **sifat analizidan** boshlanadi. sifat analizi – kimyoviy reaksiyalar asosida amalga oshiriladi.

Hozirgi vaqtda *infraqizil spektroskopiya (IQ)*, *yadro magnit rezonansi (YMR)* va *mass-spektrometriya* kabi usullar asosida sifat analizi amalga oshirilmoqda. Bunday usullarda taxlil qilish nafaqat oliy o'quv yurtlarida, balki ilmiy tekshirish institutlarida, tibbiyot, farmaseftika sohalarida keng foydalaniladi.

Berilgan biror kimyoviy moddalardan iborat. Namunani **miqdoriy analiz qilish** ham laboratoriyalarda olib boriladi. Masalan, qishloq xo'jalik maxsulotlari bo'lgan don tarkibidagi glyukoza miqdorini aniqlashda, ishlab chiqarish tarmoqlarida esa po'lat tarkibidagi xrom muntazam ravshda miqdoriy analiz qilib borilishi shart.

Bundan tashqari, klinikalarda, farmatsevtikada, ekologiya va sanoatning barcha sohalaridagi laboratoriyalarda murakkab namunalar miqdoriy analiz qilinadi¹.

Analitik kimyofanining yana bir muhim jihatlaridan biri – moddani kimyoviy va fizikaviy xossalarini o`rganishdir. Analizning xarakteriga ko`ra moddaning kimyoviy tuzilishi, muvozanat konstantasi, zarrachalarning o`lchami, sirt yuzasi tuzilishi kabi parametrlarini ham organish mumkin bo`ladi. Shu sababli kimyo bilan bog`langan sanoat ishlab chiqarishning deyarli barcha tarmoqlarida olingan namunalarni miqdoriy jihatdan taxlil qilish muxim o`rin tutadi.

ANALITIK KIMYO FANINING RIVOJLANISH TARIXI

Analitik kimyoning amaliy usullari qadim zamonlardan, ba`zi tabiiy birikmalarni ularning xususiyatlariga qadar aniqlashdan boshlangan.

Lekin u ilmiy fansifatida asosan XVII asrning o`rtalarida, R.Boyl fangakimyoviy element soxasidagi tushunchani kiritgandan keyin rivojlandi.

Boyl ma`lum bo`lgan sifat reaksiyalarning xammasini tartibga soldi va o`zi bir necha reaksiyani tavsiya qilib, “xo`l usul” bilan qilinadigan analizga asos soldi.

XVIII asrda eritmalaridan metallar (kationlar)nigruppalari bilan ajratish usulining T. Bergman tomonidan joriy etilishi sifat analizining rivojlanishida aloxida ahamiyatga ega bo`ldi. Sifat analiziningmikrokristalloskopik analiz usuli M.V.Lomonosov va ayniqsa, T. E. Lovitsningilmiy ishlari tufayli vujudga keldi. U kalsiy tuzlari ishtirokida alangani qizil tusga bo`yalishidan foydalanib, tuzlar tarkibidakalsiy mavjudligini bilib olish mumkinligini amalda ko`rsatdi.

Bulardan tashqari, Lovits kashf etgan adsorbsiyaxodisasi keyinchalik rus botanigi M. S. Svet tomonidan taklif etilgan xromatografik analizda keng tatbiq etildi. Miqdoriy analizni ilmiy fan sifatida M. V. Lomonosovasoslab berdi.

U dastlabki moddalarni va reaksiyanatijasida hosil bo`lgan moddalarni tarozida tortib ko`rishni birinchi marta sistemali ravishda qo`lladi. Miqdoriy analiz usullaridan foydalanishXIX asrning boshlarida stexiometrik qonunlarningkashf etilishiga olib

¹(Analitik kimyo G.Kristian2009 y 1 tom19bet)

keldi. Bu hulosalarning J. Daltonishlarida tajribada tasdiqlanishi kimyoda atomnazariyasini qaror toptirdi.

Bu nazariyaning kiritilishi miqdoriy analizning keyingi rivojlanishinitezlashtirdi. 1859 yilda R. Bunzen va G. Kirxgof sifat analizining fizikaviy usullaridan biri — spektral sifat analizini ishlab chiqdilar.

XIX asrda elektrogravimetrik analiz ham rivojlandi. 1871 yilda N. A. Menshutkinning sifat va miqdoriy analizga doyr “Analitik kimyo” kitobi bosilib chiqdi. Organik sintezning tez sur’atlar bilan o’sishni analitik kimyo taraqqiyotiga juda katta ta’sir ko’rsatdi. Organik reagentlarni (analitik kimyoda) cho’ktiruvchi sifatida dastlab M. A. Ilinskiy va L. A. Chugaevlartatbiq etdilar.

Organik reagentlar tomchi analizida va fotometrikanalizda keng qo’llaniladigan bo’ldi. Tomchi usulini N. A. Tananaev ishlab chiqdi.

Avstriyalik kimyogar F. Faygel ham tomchi analizisohasida muhim ishlar qildi. XIX asrning oxiri va XX asrning boshlarida fizikkimyoning tez taraqqiy etishi xam analitik kimyoning rivojlanishiga katta ta’sir qildi. Eruvchanlik ko’paytmasi xaqidagi V. Nernstning ishlari, shuningdek, oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining mohiyatiga doyrishlar analiz uchun katta ahamiyatga ega bo’ldi.

Rossiyada N. S. Kurnakov boshchiligida “fizik-kimyoviy analiz” deyiladigan yangi usulning paydo bo’lishi va uning murakkab sistemalarning kimyoviy tabiatini “tarkib-xossa” diagrammasini tuzish yo’li bilan aniqlashga imkon berishi analitik kimyo rivojiga katta xissa qo’shdi.

Keyingi yillarda analitik kimyoda yangi zamonaviy analiz usullari yaratildi. Analitik kimyoni rivojlantirishga doyr ilmiy izlanishlar to’xtovsiz davom etmoqda. Kimyoviy nazoratni avtomatik usullar bajarish inson mexnatini engillashtiradi, tannarxni arzonlashtiradi, mahsulot ishlab chikarilishini uzluksiz nazorat qilib turishni, ishlab chiqarish texnologik ko’rsatkichlarining bir meyorda saqlanishini ta’minlaydi va hokazo.

1800 yildan boshlab Analitik kimyodan darsliklar chiqarib boshladi. 1845 yili Germaniyada **Karl Frezenius** “Miqdoriy analiz uchun qo’llanma” chop etdi. 1894 yilda chop etilgan **Vilgelm Ostvaldning** “Analitik kimyoning ilmiy asoslari”

Nomli kitobida analitik kimyodagi o'zgarishlarni nazariy jihatdan muvozanat konstantasiasosida tushuntirib berdi va kimyoning rivojlanishi uchun muhim ahamiyat kasb etdi.

XVII asrda **T.Bergman** (1735-1784) eritmadan kationlarning butun guruhi bilan ajratish usuliini kiritdi va sistematik analiz usuliga asos soldi, hozirgi vaqtgacha bu usuldan foydalaniladi. Shu vaqtda **M.V.Lomonosov** (1711-1784) mikrokristaloskopik analiz usulini yaratgan; miqdoriy analizda esa birinchi marta dastlabki va kimyoviy reaksiya natijasida hosil bo'lgan moddalarni tortish usulini qo'llagan. 1756 yilda **M.V.Lomonosov** tomonidan ochilgan va eksperimental tasdiqlangan massalar saqlanish qonuni miqdoriy analiz usulining nazariy asosi bo'ldi.

O'zbekistonda analitik kimyo fanining rivojlanishiga akad. **Sh.T.Talipov** (1908-1994) o'z xissasini qo'shgan. U qariyb 40 yil mobaynida O'zbekiston Milliy Universiteti (Toshkent Davlat Universiteti)ning analitik kimyo kafedrasini boshqarib, o'z maktabini yaratgan. Ushbu dargoxda bir qator kimyo fani va doktor nomzodlari (marxum **N.B.Boboyev**), **N.Turopovlar**, Toshkent kimyo texnologiya instituti professor o'qituvchilaridan D.Jiyanboyev, **R.A.Nazirova**, **M.S.Mirkomilova**, **B.G.Zokirovlar** samarali mehnatlari bilan o'z xissalarini qo'shib kelmoqdalar.²

Sifat analizini selektiv (ko'p samaradorlikka ega bo'lgan) kimyoviy reaksiyalar yordamida yoki uskunalar bilan bajarish mumkin. Masalan, kumush nitrat eritmasini namunaga qo'shilganda oq cho'kmaning xosil bo'lishi eritmada xlor ionlarining mavjudligini bildiradi. Ba'zi kimyoviy reaksiyalar natijasida o'ziga xos bo'lgan o'zgarishlar, tashqi effekt o'zgarishlar ya'ni ko'z bilan kuzatish mumkin bo'lgan xarakterli rang o'zgarishi, gaz ajralishlari yoki cho'kma tushishi kabilar sodir bo'lib, unda organik birikmalarni ayrim sinflaridan masalan ketonlardan darak beradi. Infraqizil spektrlar yordamida *“barmoq izlarini”*, organik birikmalar sinflari va ularni funksional guruxlarini aniqlash imkonini beradi.



ANALITIK KIMYO FANI VA UNING NAZARIYASI.

Analitik kimyo kimyoviy analizning nazariy asoslari va usullarini ishlab chiqadigan fandır. Analitik kimyo fanining amaliy vazifasi moddalarning yoki ularning aralashmalarining tarkibini bilishdan iborat.

Taxlil analiz qilishda avval moddaning sifat tarkibi aniqlanadi, ya'ni u qanday elementlardan, element guruhlardan yoki ionlardan tashkil topganligi haqidagi masala hal qilinadi, so'ngra moddaning miqdoriy tarkibini aniqlashga o'tiladi, ya'ni shu moddada topilgan elementlar yoki ionlar qanday miqdoriy nisbatlarda ekaniligi bilib olinadi.

Modda tarkibiga qanday element yoki ionlar kirishini toppish, aniqlash sifat analizining vazifasidir. Tekshirilayotgan modda tarkibini tashkil etgan element yoki ionlar miqdorini aniqlash miqdoriy aniqlashning vazifasidir.

Sifat analizining 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 xossa asosida olib boriladi. Bunda sodir bo'ladigan kimyoviy o'zgarish analitik reaksiya, bu reaksiyaga sabab bo'lgan modda esa reagent deyiladi. Kimyoviy usullar kimyoviy reaksiyalarni borishiga asoslanadi.

Kimyoviy reaksiyalarda kimyoviy usullari bilan analiz qilinganida tashqi effekt hosil bo'ladi, ya'ni eritmaning rangi o'zgaradi, yoki cho'kmaga tushish hodisasi ro'y beradi, yoki gaz holidagi mahsulot ajralib chiqadi.

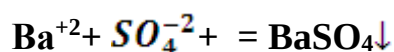


I BOB. SIFAT ANALIZI

Olingan biror namunani sifat analiz qilinishining asosiy vazifasi tekshirilayotgan moddaning kimyoviy tarkibini va undagikation hamda anionlarni aniqlashdan iborat.

Sifat analizining asosini kimyoviy, fizikaviy hamda fizik kimyoviy usullar tashkil etadi. Sifat analiz kimyoviy usulda olib borilganda

aniqlanayotgan komponent (atom, ion, molekula) biror reagentta'sirida tashqi o'zgarish bilan boradigan reaksiyanatijasida cho'kmaga tushirish, rangli eritma qilish yoki gaz ajralib chiqishi asosida aniqlanadi. Masalan, eritmada SO_4^{2-} ionlari borligini aniqlash uchun utuz (BaSO_4) xolida cho'kmaga tushiriladi. Buning uchun tekshirilayotgan eritmaga H_2SO_3 va bariyning eruvchan tuzlari BaCl_2 ga qo'shiladi. SO_4^{2-} ionlari ishtirokida qo'yidagi reaksiya boradi:



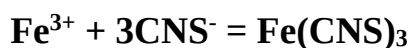
va oq kristall cho'kma hosil bo'ladi. Bu cho'kma HCl va HNO_3 da erimaydi.

Agar Cu(II) ning tuzli eritmasiga NH_4OH eritmasi ortiqcha miqdorda qo'shilsa, kompleks ion $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{+2}$ hosil bo'lishi natijasida eritma ko'k rangga kiradi:

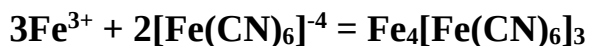


Demak, Cu^{2+} kationini NH_4OH eritmasi yordamida aniqlash mumkin. Kimyoviy reaksiyalar asosan ikki xil — “xo'l” va “quruq” usulda olib boriladi.

Agar reaksiyalar qattiq moddalar bilan olib borilsa, u holda bu reaksiyalar “quruq” usuldagi reaksiyalarga kiradi. Quruq, usuldagi reaksiyalarni bajarish uchun aniqlanayotgan bitta, modda ikkinchi ma'lum qattiq reaktiv bilan ishqalanadi. Masalan, tiotsianat CNS^- ionini aniqlash uchun KCNS chinni plastinkada $\text{Fe}(\text{NO})_3$ tuzi bilan ishqalanadi. CNS^- ionlari bor bo'lgan aralashma qizil rangga bo'yaladi:



qizil qon rang



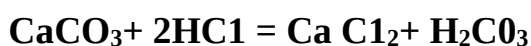
Quruq usuldagi reaksiyalarga alanga rangining bo'yalishi bilan boradigan reaksiyalar ham kiradi. Tekshirilayotgan modda tarkibidagi ba'zi elementlar yonganda o'ziga xos rangli alanga xosil bo'ladi. Reaksiyani bajarish uchun tozalangan plastinka yoki xromlangan simni tekshirilayotgan eritma bilan xo'llanadi va alangatutiladi. Alanganing qanday rangga kirishiga qarab eritmada qanday ion borligi aniqlanadi. Masalan, Na^+ alangani sariq, K^+ — binafsha rangga kiritadi.

Quruq, usuldagi reaksiyalarda tekshirilayotgan moddasimga yoki plastinkaga yuqtirilib, alangaga tutiladi. Alanganing qanday rangga bo'yalishiga qarab, modda tarkibida qanday tegishli ion borligi haqida fikr yuritiladi. Alangani bo'yash va rangli shisha hosil qilish usullari pirokimyoviy usul deb ataladi va u tog' jinslarini analiz qilishda keng qo'llaniladi.

Quruq, usuldagi reaksiyalar sanoatda juda cheklangan miqdorda qo'llaniladi, chunki ayrim ionlarga rang hosil qilish xususiyatiga egadir. Bu xildagi reaksiyalar laboratoriyalarda va geologlarning ishlarida ko'proq qo'llaniladi.

Amaliyotda sifat analizida, asosan, eritmalarda boradigan reaksiyalardan foydalaniladi. Bunda analiz qilinayotgan namuna avval erituvchida eritilib, so'ngra Eritma tekshiriladi. Erituvchi sifatida distillangan suv, mineral kislotalar; HCl, HNO₃, H₂SO₄ eritmalari, ishqorlar, spirtlar ishlatiladi. Agar tekshirilayotgan modda yuqorida ko'rsatilgan erituvchilarda erimasa, u holda yuqoori temperaturada qotishma hosil qilish va so'ngra eritish usullaridan foydalaniladi. Suyuqlantirish reaksiyalari mufel pechlarda 800—1000°C da olib boriladi. Analiz qilinayotgan modda avval chinni havonchada maydalanadi, keyin qotishma xosil qiluvchilar (quruq Na₂CO₃ + K₂CO₃ aralashmasi) bilan aralashtiriladi vaso'ngra pechga quyiladi. Bunda analiz qilinayotgan modda qotishilgan aralashma bilan birikib eruvchan tuzlarni hosil qiladi. Masalan, kalsiy silikat CaSiO₃ suvda, kislota, ishqor va spirtlarda erimaydi.

Lekin qotishmaga o'tkazish natijasida u suvda eriydigan Na₂SiO₃ tuzi holiga o'tadi, hosil bo'lgan CaCO₃ ham kislota da eriydi:



1.1. Analitik reaksiyalarni bajarish usullari

Analitik reaksiyalar — eritmada aniqlanayotgan moddaning miqdoriga va taxlil uchun olingan eritmaning hajmiga qarab, sifat taxlilida makro, yarimmakro, mikro, ultramikro, submikro, subultramikro usullariga bo'linadi. Analitik kimyo amaliyotida asosan makro-, yarimmakro- va mikro taxlil usullari qo'llaniladi.

Ultramikro-, submikro va subultramikro taxlillarni o'tkazish uchun esa maxsus sharoit va moslashtirilgan apparatlar kerak bo'ladi. Makrousul bilan reaksiya o'tkazishda tekshirilayotgan moddaning quruq og'irligi 0.5 g dan 1,0 g gachayoki eritma holidagi hajmi 5 dan 10 ml gacha bo'lishi kerak, ya'ni bunda mikroanaliz o'tkazishda tekshirilayotgan moddaning og'irligi taxminan makro usuldagidan 100 marta kam, ya'ni bir necha milligramm, eritma holida esa bir necha tomchi olinishi kifoya qiladi.

Yarimmikro taxlil usulida esa quruq moddaning og'irligi 0,05—0,1 g oralig'ida yoki eritma holidagi hajmi esa 0,5—1,0 ml bo'lishi kerak.

Ayrim kimyoviy taxlil usullari juda qadim zamonlarda ham ma'lum edi. Masalan, o'sha davrda rudalardan metallar ajratib olinardi, qo'tishmalar hosil qilinardi, shisha pishirilardi, o'simliklardan dorivor moddalar, bo'yoqlar, hushbo'y moddalar ajratib olinardi. Misrda bu narsalar keng rivojlangan edi. Dastlabki vaqtlarda sifat analizi ba'zi tabiiy birikmalarni xususiyatlariga qarab aniqlashdan iborat bo'lgan edi. Bu usullar umuman olganda, ana shu metallarni ishlab chiqarishda boradigan asosiy jarayonlarni takrorlashdan iborat edi. Analitik kimyo fan sifatida XVII asrning o'rtalaridan boshlab rivojlana boshladi. Robert Boyl (1627-1691) murakkab moddalarning kimyoviy jixatdan parchalanmaydigan tarkibiy qismi-kimyoviy element xaqidagi tushunchani fanga kiritgandan keyin rivojlana boshladi. U o'zigacha ma'lum bulgan 4 sifat reaksiyalarining xammasini tartibga soldi va o'zi bir necha reaksiyalarni tavsiya kilib, «xo'l usul» bilan qilinadigan taxlil usuliga asos soldi. Jumladan u birinchi marta kislota va asoslarni aniqlashda «indikator» sifatida ishlatiladigan «lakmus» va o'simliklardan olinadigan ba'zi bo'yoqlardan foydalandi. U «Kimyoviy analiz», «element» terminini xam kiritgan edi. U HCl ni aniqlash uchun AgNO_3 ishlatdi. Mis tuzlarini aniqlash uchun ortiqcha miqdorda ammiak ishlatdi va xokazo. XVIII asrda eritmalaridan metallarni (kationlarni) guruxlari bilan ajratish usuli T. Bergman (1735-1784) tomonidan joriy qilindi. Bu esa sifat analizi taraqqiyotida katta yutuk bo'ldi va sistemali taxlil qilish usuliga asos solindi.

Analitik kimyo fani zamonaviy fan sifatida uzoq tarixiy rivojlanish jarayonida vujudga keldi. Kimyo fanlarini rivojlanishi xam analitik kimyo bilan bevosita bog'liq.

Moddalarning molekulyar massasini aniqlash, ekvivalentni topish, molekulyar formulalarni keltirib chiqarish analitik kimyosullari yordamida amalga oshiriladi. Sizning e'tiboringizga xavola etilayotgan ushbu o'quv adabiyoti sifat va miqdoriy taxlil usullarini o'z ichiga olib, unda sifat analizining usullari, ya'ni modda tarkibini aniqlashga doir eng muxim tushunchalar berilgan. Ayniqsa analitik kimyoning qishloq xo'jaligida ahamiyati, chorvachilikda maxsuldorlikni oshirish, tuproq tarkibini o'rganishga doir hunchalar ushbu matnda o'rnatilgan.

Kation va anion guruxlarini o'rganishda elektrolitik dissotsiylanish, bufer eritmalarning roli oksidlanish –qaytarilish reaksiyalari, amfoterlik, kimyoviy muvozanat kabi tushunchalar sifat analizini asosib o'lib xizmat qiladi. Miqdoriy taxlil usullari qismida esa sifat analizidan so'nggi bosqichlar (yani miqdoriy taxlil sifat taxlildan so'ng amalga oshiriladi) keltirilgan. Unda miqdoriy taxlil usullari, tekshirilayotgan taxlil natijalarida sodir bo'lgan xatolar va ularni bartaraf etish usullari, oksidlanish-qaytarilish potentsiali, indikatorlar nazariyasi kabi bir qator mavzular bayon etilgan.

Hozirgi davr qudratli kimyo sanoati va unga munosib kimyo fanining mavjudligi bilan xarakterlanadi. Kimyo fanlari orasida analitik kimyoda yangi zamonaviy analiz usullari vujudga kelmoqda, shuningdek analitik kimyo usullari qo'llaniladigan soxalar kengayib bormoqda.

Umuman olganda analitik kimyo fani fan sifatida XVIII–XIX asrlarda shakllana boshladi. XVIII asrda I. Rixter tomonidan stexiometriya qonuni, J. L. Prust tomonidan modda tarkibining doimiylik qonuni, M. V. Lomonosov va A. L. Lavuazye tomonidan modda massasining saqlanish qonuni kashf qilindi. Buning natijasida kimyogar–analitiklar sifat va miqdor analizining turli usullariga ega bo'ldilar: cho'ktirish jarayonlari, ajratib olish, moddaning analitik shaklini tayyorlash usullari rivojlantirildi, gaz analizining asosi yaratildi.

XIX asr boshlarida turli xil ishlab chiqarish jarayonlarining keskin o'sishi fabrikalarda analitik xizmatlarni yo'lga qo'yish imkonini berdi. Yangi kimyoviy elementlarning aniqlanishi, xom–ashyo manbalarini izlash analitik kimyoning rivojlanishiga katta hissa qo'shdi. Bu davrga kelib J. Dalton tomonidan karrali

nisbatlar qonuni, J.Gey–Lyussak tomonidan hajmiy nisbatlar qonuni, Y. Ya. Berselius tomonidan elektrokimyoviy dualizm nazariyasi ishlab chiqildi. XIX asr o`rtalarida moddalarning xususiy reaksiyalari haqidagi ma`lumotlar paydo bo`ldi va sifat va miqdor analizining shakllangan tizimlari yozilgan dastlabki darsliklar vujudga keldi (G. Roze, K. Frezenius, F. Mor, N. A. Menshutkin). Bu davrda organik element analizi usuli ishlab chiqildi.

XIX asrning ikkinchi yarmida organik va fizik kimyo fanlari jadal rivojlandi, D. I. Mendeleyev tomonidan davriy qonun va kimyoviy elementlar davriy jadvali yaratildi. Ko`p tarkibli tizimlarni tadbiq qilish, birikmalarning reaksiyaga kirishish qobiliyati ularning kimyoviy tuzilishi bilan bog`liqligini o`rganish ishlari boshlandi. Bu davrdagi yangiliklarning ko`pchiligi zamonaviy analitik kimyo fanining nazariy asoslari bo`lib qoldi, masalan, S. Arreniusning elektrolitik dissotsiatsiya nazariyasi va Nernst tenglamasi.

XX asr boshlarida indikatorlar nazariyasi, kompleks birikmalar tuzilishining koordinatsion nazariyasi, kislota va asoslar nazariyasi ishlab chiqildi. Taxlil ishlari birmuncha boyitildi: tomchi usuli, miqdoriy organik mikrotaxlili, sifat taxlilining vodorod sulfidsiz usuli, kompleksonometriya usullari ishlab chiqildi. M.V.Lomonosov, V.I.Vernadskiy, L.A.Chugayev, M.S.Svet, L.V.Pisarjevskiy, N. A.Shilov, N.A.Tananayev, N.S.Kurnakov, I.V.Tananayev, I.P.Alimarin, I.M. Korrenman, Yu.A.Zolotov kabi rus olimlari, Sh.T.Tolipov, M.G.Gevorgyan;D.Djiyanbayev va boshqa o`zbekistonlik olimlar analitik kimyo fanining rivojiga katta hissa qo`shdilar.

Analitik kimyo fani moddaning kimyoviy tarkibini aniqlashning nazariy asoslarini rivojlantiruvchi, elementlar va ularning birikmalarini aniqlash, ajratib olish, tarkibini aniqlash usullari hamda birikmaning kimyoviy tuzilishini aniqlash usullarini ishlab chiquvchi fan hisoblanadi. Analitik kimyo fani ikki qismga ajratiladi: sifat va miqdor taxlili.

Analitik kimyo fani mana shu maqsadlardan kelib chiqib o`z ichiga quyidagi vazifalarni oladi:

1. Aniqlanayotgan ob`ektning (izotop, element, ion, struktura–guruh, molekula, faza) kimyoviy tarkibini aniqlash.

2. Birikmaning tuzilishini aniqlash, ya`ni molekuladagi elementar tarkibiy qismlarning bog`lanishi va o`zaro joylashishini aniqlash.

3. Tekislikda yoki qattiq jism hajmida bir jinsli bo`lmagan holatni, ya`ni tekislik qatlamlarida elementlarning joylashishini aniqlash.

4. Vaqtga bog`liq holdagi jarayonlarni o`rganish:

a) ishlab chiqarish jarayonida materialning makroskopik oqimlarini nazorat qilish;

b) molekulyar guruh almashinish xususiyati, mexanizmi va tezligini aniqlash.

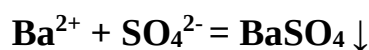
1.2. Namunalarni sifat analiz qilishning asoslari

Noorganik moddalarning tashkil topgan namunalarni sifat analiz qilishning asosiy vazifasi tekshirilayotgan moddaning kimyoviy tarkibini va undagi kation va anionlarni aniqlashdan iborat.

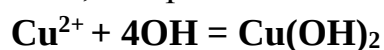
Shunga ko`ra sifat analizi kimyoviy, fizikaviy hamda fizik-kimyoviy usullari bilan olib boriladi.

Sifat analizi kimyoviy usulda olib borilganda aniqlanayotgan komponent, atom. ion molekula shunday birikmaga o`tkaziladi: har xil kimyoviy usullari cho`kmaga tushirish, rangli eritma hosil qilish; gaz ajratib chiqarish va boshqalar eritmaning tarkibidagi tekshirilayotgan komponent aniqlanadi.

Masalan, eritmadagi SO_4^{2-} ionini aniqlayotgan eritmadan ochish uchun, uni BaSO_4 ko`rinishida cho`kmaga o`tkazish kerak, hosil bo`lgan cho`kma  $\text{BaSO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$  da ham erimaydi. Tekshirilayotgan eritmaga  $\text{HNO}_3$  va  $\text{BaCl}_2$  qo`shiladi. SO_4^{2-} ionini bilan quyidagi reaksiya boradi:



Agar Cu^{2+} ning tuzli eritmasiga NH_4OH eritmasini ortiqcha miqdorda qo`shsak, hosil bo`lgan eritma ko`k rangga kiradi, kompleks tuz hosil bo`ladi:



Bundan xulosa qilish mumkinki, Cu^{2+} kationini NH_4OH eritmasi yordamida aniqlash mumkin.

1.3. Sifat reaksiyalari va ularga qo'yiladigan talablar

Sifat analizida bajarilayotgan vaqtda bajarilayotgan reaksiya va ishlatiladigan reaktivlar umumiy va spetsifik xarakterlilarga bo'linadi. Bu reaksiya va reaktivlar ionlarni ajratib olishda va aniqlashda ishlatiladi.

Agar qo'shilayotgan reaktiv bir yo'la eritmadagi bir necha ion bilan ta'sirlashsa, u holda umumiy reaktiv deyiladi, reaksiya esa umumiy reaksiya deyiladi. Bu usuldagi reaksiya asosan cho'ktirishda ishlatiladi. Masalan, Cl^- , Br^- , J^- , anionlarini cho'ktirish uchun sifat analizida Ag^+ kationidan foydalaniladi, natijada AgCl , AgBr , AgJ cho'kmalari hosil bo'ladi. Umumiy reaksiyalar yordamida tekshirilayotgan eritmaning guruh ionlarni borligi va ularni boshqa elementlardan ajratish mumkinligi haqida hulos qilish mumkin. Shuning uchun umumiy reaksiya ajratish (bo'lish) reaksiyalari ham deyiladi.

Eritmadagi aniqlanayotgan ionni aniqlash uchun ishlatiladigan reaktiv, xarakterli reaktiv deyiladi, reaksiya esa xarakterli yoki aniqlash reaksiyasi deb ataladi. Masalan, Fe^{+2} kationiga xos reaksiya, uni geksasionaferrat /III/ kaliy $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ bilan o'zaro ta'sirlashishidir. bunda eritmada faqat Fe^{+2} kationi bo'lgan taqdirda ko'k cho'kma hosil bo'ladi. Demak, $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ reaktivi Fe^{+2} kationiga xos reaktivdir.

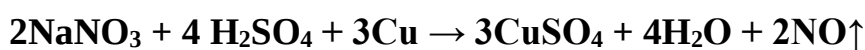
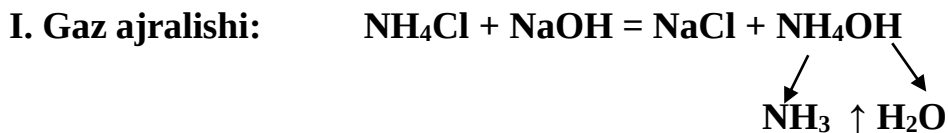
Har qanday tarkibdagi namunalarning ionlarini aniqlashdan va ularni bir-biridan ajratishda hamma kimyoviy reaksiyalarni qo'llash mumkin emas. Shuning uchun sifat analizini o'tkazish uchun qo'llaniladigan reaksiyalar quyidagi talablarga javob berishi kerak:

1. Reaksiyalar o'ta tezlik bilan borishi,
2. Reaksiyalar qaytmas bo'lishi kerak,
3. Reaksiyalar tashqi effect bilan borishi kerak:
 - a) Eritmaning rangi o'zgarishi bilan
 - b) Cho'kma tushishi yoki erishi bilan
 - c) Gaz holdagi moddalarni ajralishi bilan
 - d) Alangani rangi o'zgarishi bilan

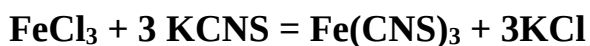
4.Reaksiya o'zining o'ta sezuvchanligi va spetsifikligi bilan ajralib turishi kerak.

Kimyoviy analizda tashqi effekt, ya'ni reaksiyani haqiqatda borish yoki bormasligini ko'rsatuvchi reaksiyalarning molekulyar ko'rinishdagi tenglamalardan foydalaniladi.

Shu sababli odatda bunday tashqi effektlar sistema holatiga nisbatan quyidagicha bo'lishi mumkin:



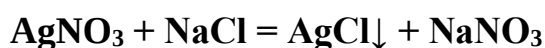
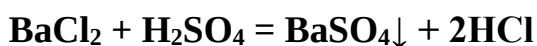
II. Eritmaning rangi o'zgarishi:



sariq rangs to'q qizil



III. Cho'kma tushishi yoki erib ketishi bilan boradi:



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

Makroanalizda- moddaning nisbatan katta miqdori (0.5-1 g) yoki, eritmaxolatda (20-50 ml) miqdori tekshiriladi. Reaksiyalar oddiy probirkalarda, kimyoviy kolba va stakanlarda bajariladi.

Mikro usulda tekshiriladigan moddaning miqdori makro usuldagiga qaraganda taxminan 100 marta kam miqdori, ya'ni qattiq moddaning bir necha milligrami yoki

eritma holda bo'lsa millilitrning bir qismi tekshiriladi. Reaktsiya yo mikrokrystalloskopik yoki tomchi usuli bilan olib boriladi.

Mikrokrystalloskopik usulda reaksiyani shisha oynachada olib borib, kristallarni shakli mikroskop orqali tekshiriladi.

Tomchi usulida tekshiriladigan moddaning tomchisini filtr qog'oziga tomizib, ustiga tegishli reagent qo'shiladi va rang o'zgarishidan xulosa qilinadi.

Ko'p hollarda sifat analizida **yarimmikro** usulida olib boriladi. Tekshiriladigan moddaning miqdori makro va mikro usullar o'rtasidagi o'rtacha miqdorni, ya'ni agar modda quruq holda bo'lsa 50 mg ni yoki eritma holda bo'lsa bir necha tomchini tashkil etadi. Tajriba oddiy yoki sentrifuga qilinadigan probirkalarda olib boriladi. Yarimmikro usulini mikro uaulga nisbatan afzalligi - tekshiriladigan moddaning va reagentning tejamkorligidadir.

1.4. Namunalarni taxlil qilish usullarinig sinflanishi

Kimyoviy moddalar ishtirokida boruvchi har qanday jarayonlarning taxlilini quyidagi usullar bilan olib borish mumkin:

I. Kimyoviy taxlil usullari - reaksiya natijasida spetsifik o'zgarishlar kuzatiladigan (*cho'kma hosil bo'lishi, rang o'zgarishi, gaz hosil bo'lishi va h.k.*) kimyoviy reaksiyalarga asoslangan. qo'llaniladigan reaksiya analitik reaksiya deyiladi, qo'shiladigan modda esa reagent deb ataladi. Bu usul bilan ham sifat, ham miqdor analizni bajarish mumkin.

Usulning kamchiligi - sezgirligi va tanlovchanligi past, tajriba ko'p vaqt davom etadi. Afzalligi - aniqligi yuqori va bajarilishi oddiy.

II. Fizikaviy taxlil usullari - mahsus uskunalar yordamida moddaning fizikaviy parametrlarini (hossalarini) - elektr o'tkazuvchanlikni, potentsial qiymatini, zichlikni, yopishqoqlikni, sinish ko'rsatkichini, nurlanish spektrini va h.k.) o'lchashga asoslangan. Bu usul bilan ham sifat ham miqdoriy aniqlashlar olib borish mumkin, lekin chegaralangan darajada. Usulning afzalligi - yuqori sezgir va analiz tezkor.

III. Fizik-kimyoviy usullar - kimyoviy reaksiya jarayonida fizikaviy parametrlarni o'lchashga asoslangan. Metod yuqori universal, ham sifat, ham miqdoriy analizni olib borish mumkin, qo'llanish va rivojlanishda istiqbollidir. Fizik-kimyoviy analiz usullari quyidagicha sinflanadi:

I. Optik taxlil qilish usullari quyidagilardan iborat:

+ **Emission spektral analiz**

+ alangali fotometriya;

+ rentgenospektral **taxlil** masspektral analiz.

+ **Absorbtsion spektral taxlil**

+ atom-absorbtsion spektral **taxlil**

+ molekulyar-absorbtsion **taxlil** (fotoelektrokolorimetriya, ektrofotometriya);

+ fototurbidimetriya va nefelometriya.

+ Zamonaviy spektral **taxlil** usullari: IK-, UB-, YaMR-, EPR-spektroskopiya.

II. Elektrometrik taxlil qilish usullari.

+ potentsiometriya;

+ polyarografiya va amperometrik titrlash;

+ konduktometriya;

+ kulonometriya;

+ elektrotortma **taxlil**

III. Xromatografiya usuli quyidagilarga bo'linadi:

+ Ion almashinish xromatografiyasi

+ Yupqaqavatli xromatografiyasi

+ Gaz xromatografiyasi

+ Gazsuyuqlik xromatografiyasi

+ Gel xromatografiyasi

IV. Boshqa xildagi taxli qilish usullari

(radiometrik taxlil, termometriya va boshqalar).

Ushbu usullar ilmiy va ishlab chiqarish laboratoriyalarida keng qo'llaniladi. Barcha korxonalarning laboratoriyalarida fizik-kimyoviy taxlil asbob va uskunalari

mavjud. Ushbu asboblarning datchiklari texnologik jarayonni uzluksiz nazorat qilib turadi va avtomatlashtiradi. Lekin o'zini bajarishi soddaligi, arzonligi, ba'zi bir hollarda esa aniqligi yuqori bo'lganligi uchun kimyoviy taxlil usullari ham o'z ahamiyatini yo'qotmagan va tarkibi jihatidan murakkab bo'lmagan ob'ektlarning taxlil ko'p qo'llaniladi.

Birin-ketin va sistematik analiz qilishda agar aralashmadan qandaydir analitik reaksiya bilan bir necha ionni (**2-3 ta**) aniqlash mumkin bo'lsa, bu reaksiya tanlovchan deyiladi. Agar murakkab aralashmadan faqat bir ionni aniqlash mumkin bo'lsa, bunday reaksiya spetsifik deyiladi. Spetsifik reaksiyalarni qo'llab ionlarni birin-ketin usuli bilan ham aniqlash mumkin. Lekin, spetsifik reaksiyalar va birin-ketin taxlilusullari kam. Shuning uchun qandaydir bir ionni aniqlash uchun o'xshash reaksiyaga kirishuvchi boshqa ionlarni aralashmadan ajratib olib, keyinchalik esa tekshiriladigan ionni aniqlash kerak, ya'ni analizni sistematik taxlil usuli deb ataluvchi ma'lum sistema bo'yicha olib borish kerak. Sistematik taxlil usulida ionlar bittadan ajratilmasdan, balki yaqin hossalarga qarab, butun guruh ionlarining cho'ktiruvchi reagenti bilan ajratiladi. Bunday reagentlar guruh cho'ktiruvchisi yoki guruh reagenti deyiladi. Sifat taxlilhamma kationlar o'zlarini o'xshash xossalarga qarab 5 ta analitik guruhga, anionlar esa 3 ta guruhga bo'linadilar.

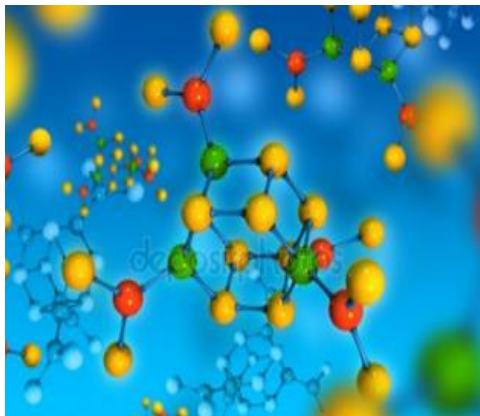
Mavzularni chuqur o'zlashtirish uchun va nazorat qilish uchun savollar

1. Analitik kimyoning asosiy va vazifalari.
2. Analitik kimyoning rivojlanish tarixi.
3. Analitik kimyoning asosi va usullari
4. Taxlilning fizikaviy usullari.
5. Fizik-kimyoviy taxlilusullarining sinflanishi.
6. Kimyoviy, fizikaviy va fizik-kimyoviy taxlil usullarining solishtirma tavsifi.
7. Sistematik taxlil. Birin-ketin taxlil
8. I va II guruh kationlarining tavsifi.
9. Guruh reagenti
10. I va II guruh kationlarini ajratish sharoitlari.

11. “Xo’l” va “quruq” usulida taxlil
12. Radiometrik taxlil, termometriya usullari

2-bob. KIMYOVIY TAXLILDAGI ERITMALARNING NAZARIY ASOSLARI.

2.1. Massalar ta’siri qonuni.



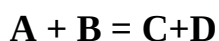
Sifat va miqdoriy analitik reaksiyalarmoddani avval eritib, ya'ni “xo’l” usul bilan olib boriladi.

Bu usulga R.Boyl asos solgan. Shuning uchun eritmalar nazariyasi va kimyoviy muvozanat haqida ta'limot analitik kimyoda asosiy nazariy savollardan biri hisoblanadi. Ko'pincha analitik reaksiyalar qaytar bo'ladi, ya'ni

bir-biriga qarama-qarshi ikki yo'nalishda boradi: **deyarli barcha kimyo-viy reaskiyalar** qaytar bo'ladi, lekin ular bir-biridan qaytarilish darajasi bilan farq qiladi, masalan $\text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{ZnS}\downarrow + 2\text{HCl}$

Ushbu reaksiyada ruh sulfide cho'ktiriladi, lekin reaksiya natijasida hosil bo'lgan xlorid kislotasi cho'kmani eritadi va shuning uchun reaksiya ikki yo'nalishda boradi. Ma'lum vaqtdan so'ng kimyoviy muvozanat vujudga keladi, ya'ni to'g'ri reaksiya tezligi bilan teskari reaksiya tezligi tenglashadi. Kimyoviy reaksiya tezligi vaqt birligi ichida reaksiyaga kirishuvchi moddalarning konsentratsiyasi o'zgarishi bilan o'lchanadi. 1863 yilda N.Guldberg va P.Vaage tomonidan massalar ta'siri qonunini formulasi yaratildi, unga binoan kimyoviy reaksiyaning tezligi reaksiyada ishtirok etayotgan moddalarning massasiga to'g'ri proporsionaldir.

N.Guldberg va P.Vaage massalar ta'siri qonunini to'g'ri va teskari reaksiyalar tezligi teng bo'lgan xolat uchun quyidagicha ifodaladi: Eritmada quyidagi reaksiya borayapti, deb faraz qilaylik:³



N.Guldberg va P.Vaage fikriga ko'ra to'g'ri reaksiya tezligi vaqt birligi ichida reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasining o'zgarishiga teng.

To'g'ri reaksiya tezligini quyidagicha yozish mumkin:

$$\vartheta_1 = k_1[A] \cdot [B] \quad (1)$$

Bu erda, $[A]$ va $[B]$ - reaksiyaga kirishuvchi A va B moddalarning konsentratsiyasi;
 k_1 - to'g'ri reaksiyaning tezlik konstantasi.

Agar $[A]$ va $[B]$ konsentratsiyasi 1 mol/l desak, unda $\vartheta_1 = k_1$ bo'ladi.

Teskari reaksiyaning tezligi $\vartheta_2 = k_2[C] \cdot [D] \quad (2).$

Sistemada kimyoviy muvozanat qaror topganida to'g'ri (ϑ_1) va teskari reaksiyalar (ϑ_2) tezliklari o'zaro tenglashadi, ya'ni $\vartheta_1 = \vartheta_2$ bo'ladi.

Shunga ko'ra (1) va (2) tenglamalardagi ϑ_1 va ϑ_2 larning qiymatini qo'yamiz, u holda

$$k_1[A] \cdot [B] = k_2[C] \cdot [D] \text{ bo'ladi.}$$

Tenglamani chap tomoniga koeffitsientlarni o'tkazamiz:

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

Lekin ikki konstantani nisbat miqdori doimiy son bo'ladi va uni K deb belgilaymiz

ya'ni $\frac{k_1}{k_2} = K$ va quyidagi tenglamani keltirib chiqaramiz:

$$K = \frac{[C] \cdot [D]}{[A] \cdot [B]} \quad (3)$$

bu erda, K - reaksiyaning muvozanat konstantasi deyiladi. Agar reaksiyadagi stexiometrik koeffitsientlarni hisobga olsak:

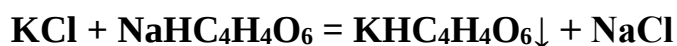


Unda (3) tenglama quyidagi ko'rinishiga ega bo'ladi:

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

Ushbu tenglama kimyoning eng asosiy qonunlaridan bo'lgan massalar ta'siri qonunining matematik ifodasidir. $\frac{k_1}{k_2}$ nisbati, ya'ni **K** ning qiymati to'g'ri reaksiyaning tezligidan necha marta katta ekanligini ko'rsatadi.

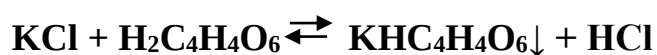
Agar **K** ning qiymati etarli darajada katta bo'lsa, reaksiya tezlik bilan boradi. Bundan ko'rinadiki, **K** ning son qiymatiga qarab reaksiyaning qaysi tomonga borayotganligini bilish mumkin, ya'ni **K** ning qiymati reaksiya yo'nalishini ko'rsatadi. Shuning uchun kinyoviy muvozanat konstantasi reaksiyalar unumdorligini ham belgilaydi. **K** ning qiymati harorat va reaksiyaga kirishuvchi moddalarning tabiatiga bog'liq yo'nalishda olib borish mumkin. Faraz qilaylik, kaliy kationlarini cho'ktirishda vino kislotasini natriyli nordon tuzi qo'llaniladi.



Vino kislotasini nordon natriyli tuzi o'rniga vino kislotasini o'zini qo'llash mumkin. U esa dissotsilanib, kaliy ionlarini cho'ktiruvchi ionlarni hosil qiladi.



Ammo reaksiyada hosil bo'lgan cho'kmani erituvchi va reaksiyani qaytar qiluvchi kuchli kislota hosil bo'lishi bilan boradi.



Muvozanatni o'ngga, ya'ni cho'kma hosil bo'lish tomoniga surish uchun vodorod ionlarini bog'lash kerak. Shuning uchun reagent bilan birgalikda natriy atsetat tuzidan qo'shiladi va u vodorod ionlarini kam dissotsilanadigan sirka kislotasiga bog'laydi.

Sistemalar kimyoviy muvozanat holatining sharoitlarni o'zgartirib muvozanatni siljitish mumkin. Qaytar reaksiya muvozanatining siljishiga quyidagi omillar ta'sir qiladi:

- reaksiyaga kirishuvchi moddalardan birining konsentratsiyasining o'zgarishi;
- haroratning o'zgarishi;

— gazsimon moddalarda bosimning o'zgarishi.

Sharoitlar o'zgarishining muvozanatdagi sistemaga ta'siri umumiy ifodasini 1884-yilda Le-Shatlye ta'riflab bergan. Agar sistema muvozanat holatida turganda sharoitlardan biri o'zgartirilsa va shu yo'l bilan muvozanat buzilsa, u holda sistemada muvozanatning tiklanishiga olib keluvchi jarayonlar paydo bo'ladi.

Kimyoviy muvozanat konstantasi ma'lum bo'lganda massalar ta'siri qonunidan foydalanib, quyidagi hisoblashlarni bajarish mumkin:

- kuchsiz elektrolitning dastlabki konsentratsiyasi ma'lum bo'lsa, muvozanatdagi konsentratsiyani hisoblash;
- kimyoviy jarayonlarda boshlang'ich va oxirgi muvozanatdagi konsentratsiyani hisoblash;
- kuchsiz kislota va asoslarning suvli eritmalarida dissotsilanish darajasini, vodorod va gidroksil ionlarining konsentratsiyalarini (yoki pH va pOH ni) hisoblash;
- bufer eritmalarining va gidrolizlanadigan tuz eritmalarining pH va pOH qiymatini hisoblash;
- muvozanatdagi kation va anionlarning muvozanatdagi konsentratsiyalarini va qiyin eruvchan elektrolitlarning eruvchanligini hisoblash.

Massalar ta'siri qonuni faqat noelektrolit va suyultirilgan kuchsiz elektroli-larning suvli eritmaları uchun qo'llaniladi.

Mavzularni chuqur o'zlashtirish va nazorat qilish uchun savollar

1. Spetsifik analitik reaksiyalarga misol keltiring. molekulyar va ion holda.
2. Qaytar va qaytmaz reaksiyalar. Analizda ishlatilishi. Tenglamalar bilan ifodalang.
3. Kimyoviy muvozanat holati nima? Misol keltiring.
4. Massalar ta'siri qonuni. Sistematik ifodasini keltiring.
5. Massalar ta'siri qonunini analizda ahamiyati
6. Qaytar reaksiya muvozanatining siljishiga ta'sir etuvchi omillar
7. Kimyoviy muvozanat.
8. Kimyoviy reaksiya tezligi

- 9.Reaktsiyaning tezlik konstantasi.
- 10.Massalar ta'siri qonuni.
- 11.Reaktsiyada tashqi effekt
- 12.Tashqi effekt bilan boradigan reaksiyalar.

3. bob. ELEKTROLITIK DISSOTSILANISH NAZARIYASI. ANALITIK REAKSIYALARNI OLIB BORISH SHART-SHAROITLARI SUVNING ION KO'PAYTMASI



Suvlieritmalarda elektrolitlar ionlarga dissotsilanadi, demak biz ionlarni reaksiyasini kuzatamiz va shuning uchun qanday elektrolitlar va qay darajada ionlarga dissotsilanishini bilish muhim. Miqdoriy jihatdan elektrolitning kuchi dissotsilanish darajasi “ α ” orqali ifodalanadi. α bu elektrolitlarning umumiy miqdoridan qanday qismi ionlarga parchalanganligini ko'rsatuvchi son

$$\alpha = \frac{C_{\text{parchalangan ion kon.}}}{C_{\text{umumiy kontsentrasiya}}}$$

Analitik reaksiyalarning tezligi moddaga ta'sir ettiriladigan reagentining ionlarga parchalanish darajasiga bog'liq bulgani uchun, birinchi novbatda elektrolitlarning darajasi xaqida tuxtalib utamiz. Elektrolit eritmasining umumiy miqdoridan kancha kismi ionlarga ajralganligini ko'rsatadigan son dissotsilanish yoki ionlanish darajasi deb ataladi. Quyidagi misolda dissotsilanish darajasining axamiyatini ko'rsatamiz. Ikki probirkada CaCO_3 berilgan, shulardan biriga HCl , ikkinchisiga CH_3COOH quyilsa, birinchi probirkada kimyoviy reaksiya ikkinchi probirkadagiga nisbatan juda tez amalga oshadi, chunki HCl ning dissotsilanish darajasi 100% ga yaqin , CH_3COOH niki esa ancha kichik. Analitik kimyoda indikatorlardan keng foydalaniladi. Indikatorlar rangining o'zgarishi ularga ionlar ta'sir etishi tufayli vujudga keladi. Masalan, lakmus rangining oqzgarishi HCl

molekulasi ta'sirida emas, balki HClning ionlarga ajralishidan xosil bulgan N ionni tufayli sodir bo'ladi.

Agar $\alpha = 0.1$ bo'lsa, elektrolit 100=10% ga dissotsilangan bo'ladi.

Agar $\alpha = 1$ bo'lsa, dissotsilanish to'liq, ya'ni 100% bo'ladi. " α " ni qiymati eritmalarini elektr o'tkazuvchanligi, muzlash nuqtasini pasayishi va qaynash nuqtasi ortishi orqali aniqlanadi.

Dissotsilanish darajasiga qarab elektrolitlar **kuchsiz** va **kuchli** bo'ladi. Yaxshi dissotsilanadigan elektrolitlar kuchli elektrolitlar deyiladi, ularga kuchli kislota, ishqorlar va suvda yaxshi eriydigan tuzlar kiradi. Kuchsiz elektrolitlarga kuchsiz kislota, asoslar va suvda kam eriydigan tuzlar kiradi. Sirka kislotasi misolida kuchsiz elektrolitning dissotsilanishini ko'rib chiqamiz:



Massalar ta'siri qonunini qo'llab dissotsilanish konstantasini quyidagicha ifodalash

mumkin:

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

yoki umumiy holda,

$$K_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{C_a \cdot C_k}{C_{\text{kisl}}} \quad (1)$$

Bu erda: C_a - anionlarning konsentratsiyasi;

C_k - kationlarning konsentratsiyasi;

C_{kisl} - kislotaning dissotsilanmagan molekulalari konsentratsiyasi.

Agar sirka kislotasining konsentratsiyasi - C , mol/l, uning dissotsilanish darajasi " α " bo'lsa, dissotsilangan molekulalarning soni $C\alpha$ ga teng bo'ladi, ya'ni

$C_a = C_k = C\alpha$ bo'ladi. Dissotsilanmagan molekulalar soni esa umumiy konsentratsiya C bilan dissotsilangan molekulalar konsentratsiyasi $C\alpha$ ni ayirmasiga teng bo'ladi. ya'ni $C_M = C - C\alpha = C(1 - \alpha)$

Ushbu qiymatlarni tenglama (1) ga qo'yamiz

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

Bu tenglama *Osvaldning* suyultirish qonunining ifodasi. U kuchsiz elektrolitning dissotsilanish konstantasi bilan dissotsilanish darajasi o'rtasidagi bog'lanishni ifodalaydi. Elektrolitik dissotsiatsiya nazariyasini 1687-yilda C. Arrenius ixtiro qildi. Bu nazariya bo'yicha hamma moddalar elektrolitlarga va noelektrolitlarga bo'linadi. Elektrolitlarning suvdagi eritmaları yoki suyuqlanmalari o'zidan elektr tokini o'tkazadi. Bularga kislotalar, ishqorlar va tuzlari kiradi. Suyuqlanishlari va suvdagi eritmaları elektr tokini o'tkazmaydigan ko'pgina organik birikmalar noelektrolitlarga kiradi.

Eritmalarning molekulari suvda eritilganda musbat va manfiy ionlarga dissotsiyanadi. Bunda musbat zaryadli ionlar – kationlar, manfiylari esa anionlar deb ataladi. Metallar vodorod va ba'zi kompleks ionlar musbat zaryadlanganligi uchun ular kationlarga kiradi. (K^+ , H^+ , $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ va boshqalar. Manfiy zaryadlarga ega bo'lgan gidroksil guruhlari, kislota qoldiqlari va ba'zi bir kompleks birikmalar anionlariga kiradi (OH^- , SO_4^{2-} , $[Al(OH)_6]^{3-}$ va boshqalar.

Elektrolitik eritmaları dissotsiylanish darajasi α bilan xarakterlanadi, dissotsiatsiya bu qaytar jarayon va u hech qachon oxirigacha bormaydi.

Elektrolitlar molekularni qancha miqdori ionlarga parchalanayotganini ko'rsatuvchi son elektrolitlarning dissotsiylanish darajasi deyiladi.

Dissotsiylanish darajasi, ionlarga parchalangan molekular sonini, elektrolitning umumiy molekular soniga nisbati bilan ifodalanadi.

$$\alpha = \frac{\text{ionlarga parchalangan molekular soni}}{\text{umumiy molekular soni}}$$

Dissotsiylanish darajasiga qarab elektrolitlar ikki guruhga bo'linadi, kuchli va kuchsiz elektrolitlar.

Kuchli elektrolitlar eritmalarda to'liq dissotsiylanadi. Masalan,

- Noorganik kislotalar – HCl, HJ, HBr, HNO₃, H₂SO₄ va boshqalar;
- Ishqorlar – KOH, NaOH, LiOH, Ba(OH)₂, Ca(OH)₂, Mg(OH)₂ va boshqalar;
- Suvda yaxshi eruvchan hamma tuzlari.

Mineral kislota va ishqorlar faqat yuqori suyultirilgan eritmalarida kuchli elektrolitik xususiyatini namoyish qiladi, aks holda (yuqori konsentratsiyada) kuchsiz elektrolit

xossalarini namoyon qiladi. Kuchsiz elektrolitlarda modda molekulari kam miqdorda ionlarga ajraladi. *Ularga quyidagilar kiradi:*

- Anorganik kislotalar – H_2CO_3 , H_2SiO_3 , H_2SO_3 , HNO_2 , H_3PO_4 , HClO , H_3BO_3 , H_2S va boshqalar
- Suvda kam eriydigan metal gidroksidlari, ammiak suvi va suv.
- Organik kislotalar CH_3COOH va $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ va boshqalar kiradi.

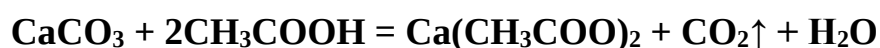
Elektrolit molekularining ionlanish jarayoni qaytar jarayondir. Qarama-qarshi zaryadlangan solvatlari eritmada o'zaro to'qnashib, hamda ular har xil ishorali zaryadlar bo'lgani uchun tortishib, yana o'zaro birikishi va molekulaning solvatini hosil qilishi mumkin.

3.1. Analitik reaksiyalarni olib borish shart-sharoitlari

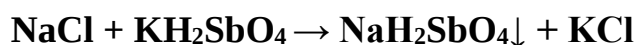
Analitik reaksiyalarni olib borishda shart-sharoitlar (muhit, harorat va kontsentratsiya) muhim ahamiyatga ega.

- **Muhit.**

Agar cho'kma kislotalarda erisa, binobarin, reaksiyani kislotali muhitda olib borib bo'lmaydi:



Agar cho'kma ishqorlarda erisa, binobarin reaksiyani ishqoriy muhitda olib borib bo'lmaydi:



cho'kma eriydi.

Agar cho'kma ham kislota ham ishqorlarda erisa, cho'ktirishni neytral muhitda olib borish kerak:

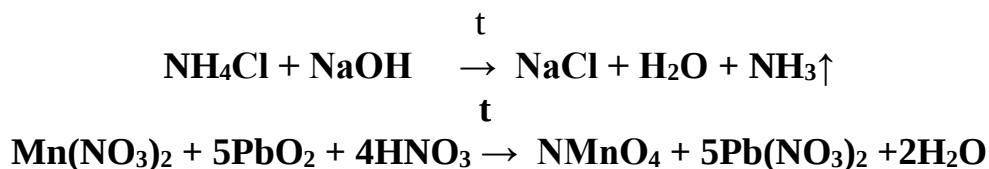


Cho'kma ham kislotalarda, ham ishqorlarda eriydi.

- **harorat**

Agar harorat oshishi bilan cho'kmalarning eruvchanligi oshsa, reaksiyani sovuq haroratda olib borish kerak. Bunga misol, yuqorida ko'rsatilgan kaliyni natriy gidrotartrat tuzi bilan cho'ktirish reaksiyasi.

Ba'zi bir reaksiyalar faqat qizdirish bilan olib boriladi.



Bunda bir yo'la reaksiyaga muhitning ham ta'siri mavjud bo'ladi.

- **Kontsentratsiya.**

Analitik reaksiyalarni olib borishda kontsentratsiya etarli darajada yuqori bo'lishi kerak. Har qanday modda cho'kma hosil qilish qobiliyatiga ega, agar uning kontsentratsiyasi eruvchanligidan yuqori bo'lsa. Agar moddaning eruvchanligi juda kichik bo'lsa, cho'kma tushishi uchun ionlarning kichik kontsentratsiyasi ham etarli bo'ladi. Bunday reaksiyalar sezgir deyiladi. Miqdoriy jihatdan sezgirlik ochilish minimumi va suyultirish chegarasi orqali ifodalanadi. Ochilish minimumi deb, berilgan reaksiya orqali ochilishi mumkin bo'lgan moddani yoki ionni eng kichik miqdoriga aytiladi. Uning o'lchov birligi mkg, mg larda ifodalanadi.

3.2. Suvning ion ko'paytmasi (pH)

Suv kuchsiz elektrolit bo'lib, oz miqdorda bo'lsa ham quyidagi tenglama bo'yicha dissotsiatsiyanadi: $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$

Suvning dissotsilanish darajasi juda kichik bo'lib, 25°C da 1 l suvning molekullari 1:10000000 (yoki 10^{-7}) mol ionlarga ajraladi. Bir molekula suv teng miqdorda $[\text{H}^+]$ va $[\text{OH}^-]$ ionlarga dissotsilangani uchun $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7}$ g-ion/l bo'ladi. Suvning ionlarga ajralishiga massalar ta'siri qonunini qo'llaymiz

$$K = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]}$$
 ni hosil qilamiz.

Bu yerda, $[H^+].[OH^-]=K_{H_2O}$ lekin, $[H^+]=[OH^-]=10^{-7}$ unda $[H^+].[OH^-]=K_{H_2O} = 10^{-7} \cdot 10^{-7} = 10^{-14}$ ya'ni, $[H^+].[OH^-]=10^{-14}$, bu qiymat doimiy bo'lib, suvning ion ko'paytmasi deyiladi. Tenglamaning ma'nosi quyidagicha: H^+ yoki OH^- ionlarining konsentratsiyasi qanchalik o'zgarmasin, ularning ko'paytmasi har qanday suvli eritmada $25^{\circ}C$ da 10^{-14} ga teng o'zgarmas qiymatga ega bo'ladi. Demak, $[H^+]$ va $[OH^-]$ ionlarining konsentratsiyalarini 10^{-7} son bilan solishtirib, muhit kislotali yoki ishqoriy ekanligini bilish mumkin. Lekin muhitni 10^{-7} qandaydir darajada ifodalash noqulay bo'lganligi uchun ushbu qiymatni manfiy logarifmida foydalanish taklif etilgan va u vodorod ko'rsatkich deb atalib, pH – vodorod ko'rsatkich deb belgilangan, yaniy $pH = -\lg[H^+]$.

Agar $[H^+] = 10^{-3}$ bo'lsa, $pH = -\lg[10^{-3}] = -(-3) = 3$ muhit kislotali bo'ladi.

Agar $[H^+] = 10^{-7}$ bo'lsa, $pH = -\lg[10^{-7}] = -(-7) = 7$ va muhit neytral bo'ladi.

Bundan, kislotali muhitda $pH < 7$, ishqoriy muhitda $pH > 7$, neytral muhitda $pH = 7$ bo'ladi. Vodorod ko'rsatkich bilan bir qatorda gidroksil ko'rsatkich (pOH) ham qo'llaniladi. $pOH = -\lg[OH^-]$

$[H^+].[OH^-] = 10^{-14}$ tenglamani logarifmlasak va ishoralarni teskarisiga almashtirsak,

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

$$-\lg[H^+] - \lg[OH^-] = 14$$

$$pH + pOH = 14$$

Bundan: $pH = 14 - pOH$ kelib chiqadi.

Ushbu formuladan foydalanib, ishqoriy eritmalarining pH ni hisoblanadi.

Ushbu tenglamalardan foydalanib, kislota va ishqorlarning pH ni hisoblash mumkin. Lekin $[H^+]$ va $[OH^-]$ ionlarning konsentratsiyalari kislota va ishqorlarning konsentratsiyalari bilan faqat ular to'liq dissotsilangandagina mos() tushadi, ya'ni faqat kuchli kislota va asoslarda. Osvaldning suyultirish qonuniga muvofiq konsentratsiya yuqori bo'lganda ham kuchli kislota va asoslar (ishqorlar) to'liq ionlarga parchalanmaydi. Shuning uchun pH demasdan 0.1 N xlorid kislota yoki 1 N ishqor muhiti deyilsa aniqroq bo'ladi.

1-misol. Eritmada $[H^+]$ ionlarining konsentratsiyasi $5 \cdot 10^{-4}$ ga teng. Eritmaning pH va POH ini aniqlang.

Yechish: $[H^+] = -\lg 5 \cdot 10^{-4} = -(\lg 5 + \lg 10^{-4}) = -(-0,70 - 4) = 3,30;$

$$pOH = 14 - pH \quad pOH = 14 - 3,30 = 10,70$$

2-misol. $[H^+]$ qiymati $4,5 \cdot 10^{-11}$ ga teng bo'lgan eritma uchun pH va pOH ni toping.

Yechish: $pH = -\lg 4,5 \cdot 10^{-11} = -(0,65) - 11 = 10,35$

$$pH = 14 - 10,35 = 3,65$$

3-misol. pH 4,87 ga teng bo'lgan eritmada $[H^+]$ va $[OH^-]$ ionlarining konsentratsiyasi nechaga teng.

Yechish: $\lg[H^+] = -pH = -4,87 = -(5 - 0,13) = -5 + 0,13,$

bundan, $[H^+] = 1,35 \cdot 10^{-5}$

$$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{1,35 \cdot 10^{-5}} = 7,41 \cdot 10^{-8}$$

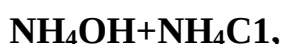
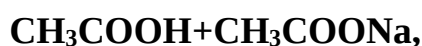
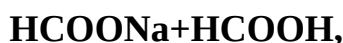
4-misol. HClning 0,003N eritmasidagi pH nechaga teng?

Yechish: Ma'lumki *HCl* to'liq ionlanadi. Ular har bir molekulasini ionlanganida bitta vodorod ionini beradi, shu sababli $[H^+] = 3 \cdot 10^{-5}$.

Demak, $pH = -\lg 3 \cdot 10^{-5} = -(0,48 - 5) = 4,52$.

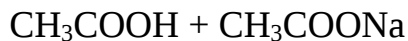
3.3. Bufer eritmalar

Analitik kimyoda ayrim tajribalarni, ayniqsa, tekshiriladigan eritmada ionlarni cho'ktirishda eritmada vodorod ionlari konsentratsiyasiniq va doimiy bo'lishi kerak. Shuning uchun analiz jarayoni $[H^+]$ ionlari konsentratsiyasini doimiy saqlab turuvchi bufer eritmalar (boshqaruvchilar) ishlatiladi. Eritma suyultirilganda yoki eritmaga oz miqdorda kuchli kislota (yoki ishqor) qo'shilganda ham pH qiymati o'zgarmaydigan kuchsiz kislota va uning tuzidan yoki kuchsiz asos va uning tuzi aralashmalaridan, shuningdek, ko'p asosli kislota tuzlari aralashmalaridan iborat bo'lgan eritmalar *bufer eritmalar* deyiladi. Bufer eritmalarga quyidagi aralashmalar kiradi:



$\text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{NaH}_2\text{PO}_4$ va boshqalar.

Bufer eritmalarning bufer ta'siri qo'shiladigan kislota yoki ishqorning H^+ yoki OH^- ionlarini bog'lab, kuchsiz elektrolit hosil qilishiga asoslangan. Masalan, agar asetatli bufer eritmaga kislota qo'shilsa, quyidagicha reaksiya boradi:



Birinchi holda kuchli kislota o'rniga kuchsiz kislota — sirkakislota, ikkinchi holda esa sirka kislotaning H^+ kationi ishqorning OH^- anionini bog'lab dissotsilanmaydigan H_2O molekulasini hosil qiladi.

Kimyoviy reaksiya jarayonida cho'ktirish, eritish, rangli birikmalar hosil qilish kabilarda eritmadagi vodorod ionlarining konsentratsiyasi (pH) ni zaruriy qiymatlarda saqlab turish kerak. Buning uchun analitik reaksiyalarni bufer eritmali muhitda olib borish tavsiya etiladi.

Bufer eritmalarining pH qiymati eritma suyultirilganda yoki konsentratsiyasi oshirilganida, kislota yoki ishqor qo'shilganda nihoyatda kam o'zgaradi.

Agar bir litr toza suvda 0.01 mol HCl eritilsa, xlorid kislotaning 0,01N eritmasi hosil bo'lib, bu eritmada H^+ ionlarining konsentratsiyasi 10^{-2} g.ion/litr bo'ladi. Demak, bunda eritmaning pH ni 7 dan 2 gacha kamayadi tushadi.

Xuddi shunday toza suvda 0,01 mol o'yuvchi natriy eritilsa eritmaning pH 7 dan 12 gacha ko'payishini hisoblash mumkin:

$$\text{pOH}=2; \quad \text{pH}=14-2.$$

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

ishqoriy eritmada $[\text{H}^+] < 10^{-7} < [\text{OH}^-]$

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

Kuchli kislota va ishqorlarning juda suyultirilgan eritmalariga yoki kuchsiz kislota va asoslarning konsentrlangan eritmalariga oz miqdorda kuchli kislota va ishqor qo'shilganda ham pH keskin o'zgaradi.

Masalan, $\text{pH}=5$ ga teng bo'lgan bir litr 10^{-5} M HCl eritmasiga 0,01M HCl qo'shilsa, eritmadagi kislotaning umumiy konsentratsiyasi $10^{-5} + 10^{-2} = 10^{-2}$ M gat eng bo'ladi va eritmaning pH i 3 gacha o'zgaradi, ya'ni ikki birlikka kamayadi. Bir litr 10^{-5} M HCl eritmasiga 0,01mol NaOH qo'shilganda NaOH ning eritmadagi konsentratsiyasi $10^{-2}-10^{-5} \approx 10^{-2}$ M ga teng bo'ladi. Natijada bu eritmaning pOH -2 ga teng bo'lib, pH -12 bo'ladi. Demak, o'yuvchi natriy qo'shilishi natijasida eritmaning pH i 7 birlikka o'zgaradi. Kuchsiz kislota va uning tuzi aralashmasiga oz miqdorda kuchli kislota yoki ishqor qo'shilsa pH ning o'zgarish butunlay boshqacha bo'ladi. Xaqiqatdan ham, konsentratsiyalari 0,1 M bo'lgan CH_3COOH va CH_3COONa aralashmasining bir litrga 0,01 mol HCl qo'shilsa, eritmadagi H^+ ionlarining konsentratsiyasi yuqorida ko'rganimiz kabi, ko'p ortmaydi, chunki bu ionlar erkin holatda qolmasdan, darhol tuzning CH_3COO^- ionlarni bilan bog'lanib, ionlangan molekulaga aylanadi.

Shuningdek, ammiakli bufer eritmalarining bufer ta'sirini quyidagi reaksiyalar yordamida tushuntirish mumkin. Bufer eritmaga kuchli kislota, masalan, HCl ta'sir ettirilsa, suv va tuz hosil bo'ladi:

Bufer eritmaga kuchli ishqor, masalan, NaOH ta'sir ettirilsa, kuchsiz asos va tuz hosil bo'ladi: Demak, bufer eritma ma'lum miqdorgacha kislota yoki ishqor qo'shilganda ham o'zining pH qiymatini saqlab qoladi. Bufer eritmalar bufer sig'imi bilan xarakterlanadi. Bufer eritmaning pH ini ko'pi bilan bir birlikka o'zgartirish uchun unga qo'shish mumkin bo'lgan muayyan konsentratsiyali (mol/l yokig-ekv/l bilan ifodalangan) kuchli kislota yoki ishqorning engko'p miqdori **bufer sig'imi** deyiladi.

Bufer eritmalardan analizda foydalanishda quyidagilarni hisobga olish kerak:

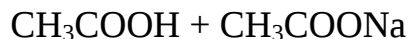
1. Har qanday bufer eritma kislota yoki ishqor qo'shilganda pH ning doimiyligini saqlab turuvchi muayyan bufer sig'imiga ega bo'ladi.
2. Bufer eritmadagi komponentlarning konsentratsiyasi qanchakatta bo'lsa, bufer sig'imi shuncha katta bo'ladi.

Agar toza suv ustiga kislota qo'silsa, H^+ ionlarining soni ortadi va $>10^{-7}$, OH^- ionlarining soni esa shuncha kamayadi va $<10^{-7}$ (10^{-8} , 10^{-9} vax.k.) bo'ladi.

3.4. kuchsiz kislotali bufer aralashmalarning pH ini hisoblash



Kuchsiz kislota CH_3COOH bilan uning tuzi CH_3COONa bufer aralashmasi misolida pH hisoblash formulasini keltirib chiqaramiz:



Bu erda sirka kislotali quyidagicha dissotsiatsiyalanadi:



Massalar ta'siri qonunini qo'llab sirka kislotalining dissotsiatsiya konstantasi

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

Bundan $[\text{H}^+]$ qiymatini topamiz.

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

$$[\text{H}^+] = K_{\text{kisl}} \cdot \frac{C_{\text{kisl}}}{C_{\text{tuz}}}$$

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

Bu tenglamani logarifmlab, ishoralarni teskarisiga almashtiramiz:

Lekin, $-\lg[\text{H}^+] = \text{pH}$ (pH - vodorod ko'rsatkich)

$-\lg K_{\text{kisl}} = \text{p}K_{\text{kisl}}$ ($\text{p}K_{\text{kisl}}$ - kislota ko'rsatkich)

$$\text{pH} = \text{p}K_{\text{kisl}} - \lg \frac{C_{\text{kisl}}}{C_{\text{tuz}}}$$

Kuchsiz kislotalar bilan ularning tuzlari aralashmasi, masalan, kuchsiz kislota CH_3COOH bilan uning tuzi CH_3COONa aralashmasini ko'rib chiqamiz:

$$K_{CH_3COOH} = \frac{[CH_3COO^-] \cdot [H^+]}{[CH_3COOH]}$$

Lekin, CH_3COOH kuchsiz kislota bo'lgani uchun eritmada deyarli ionlanmagan molekular holida bo'ladi. Bundan tashqari kislota ionlanishi, bir xil ionli tuz ishtirokida yana ham kamayadi. Shuning uchun kislota ionlanmagan molekulari konsentratsiyasi uning eritmasidagi umumiy konsentratsiyasiga teng, ya'ni $[CH_3COO^-] \approx C_{kisl}$ deb qabul qilish mumkin.

Biroq, CH_3COONa tuzi to'liq dissotsiyalangan, CH_3COOH juda kam dissotsiyalangan, demak eritmadagi deyarli hamma CH_3COO^- anionlari tuzning dissotsiyalanishidan hosil bo'ladi. Tuzning har bir dissotsiyalangan molekulasiga bittadan CH_3COO^- ion bergani uchun, yozamiz:

$$[CH_3COO^-] \approx C_{tuz}$$

Bularni hammasini hisobga olib, tenglama (1) dan H^+ ning qiymatini aniqlaymiz:

$$[H^+] = K_{CH_3COOH} \frac{[CH_3COOH]}{[CH_3COO^-]}$$

yoki,

$$[H^+] = K_{CH_3COOH} \frac{[CH_3COOH]}{[CH_3COO^-]}$$

Shu tenglamani logarifmlab, ishoralarni teskarisiga almashtirsak:

$$-\lg[H^+] = -\lg K_{kisl} - \lg \frac{C_{kisl}}{C_{tuz}}$$

yoki,

$$pH = pK - \lg \frac{C_{kisl}}{C_{tuz}} \text{ bo'ladi.}$$

Bu yerda,

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

$pK_{\text{kis.}} = -\lg K_{\text{kisl}}$ kislota kuchini ko'rsatgichi.

Masalan, $\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$. Bunda NH_4OH ning ionlanish konstantasini tenglamasi:

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

Bu tenglamadan $[\text{OH}^-]$ ning qiymatini topamiz

$$[\text{OH}^-] = K_{\text{NH}_4\text{OH}} \cdot \frac{[\text{NH}_4\text{OH}]}{[\text{NH}_4^+]} = K_{\text{asos}} \frac{C_{\text{asos}}}{C_{\text{tuz}}};$$

$$[\text{OH}^-] = K_{\text{asos}} \cdot \frac{C_{\text{asos}}}{C_{\text{tuz}}}$$

Bu tenglamani ham logarifmlab, ishoralarini teskarisiga almashtirsak:

$$-\lg[\text{OH}^-] = -\lg K_{\text{asos}} - \lg \frac{C_{\text{asos}}}{C_{\text{tuz}}}$$

$$\text{yoki, } \lg p\text{OH} = pK_{\text{asos}} - \lg \frac{C_{\text{asos}}}{C_{\text{tuz}}}$$

Lekin, $p\text{H} + p\text{OH} = 14$ deb ko'rsatilgan. Demak, $p\text{H} = 14 - p\text{OH}$ yoki

$$p\text{H} = 14 - pK_{\text{asos}} - \lg \frac{C_{\text{asos}}}{C_{\text{tuz}}}$$

tenglamadagi nisbat $\frac{C_{\text{kisl}}}{C_{\text{tuz}}}$ yoki $\frac{C_{\text{asos}}}{C_{\text{tuz}}}$ lar 1/10 yoki 10/1 ga teng bo'lishi

mumkin. Unda $p\text{H} = pK_{\text{kisl}} \pm 1$ bo'ladi.

Bufer ta'siri yuqori bo'lishi uchun bufer aralashmasini kislota va uning tuzi yoki asos va uning tuzini konsentratsiyalari yuqori bo'lishi kerak.

Shu tenglama bilan hisoblashga bir necha misollar ko'rib chiqamiz.

1-misol. $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$ bufer aralashmada har bir moddadan 0,1 moldan bor, shu aralashmaning pH ini hisoblang. Bu aralashma pH bir litr aralashmaga:

a) 0,01 mol HCl; b) 0,01 mol NaOH qo'shilganda va aralashmaning suv bilan 100 marta suyultirilganida qanday o'zgarishini ko'rsating.

Yechish. Sirka kislotasi uchun $pK=4,76$ ekan, bunday holda

$$\text{yoki, } pH = pK_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

Agar bu aralashmaning bir litriga 0,01 mol HCl qo'shilsa, u holda 0,01 mol CH_3COONa teng mol miqdordagi CH_3COOH ga aylanadi. Demak, bir litr 0,1 M CH_3COOH eritmasiga 0,01 mol NaOH qo'shilsa, H^+ ionlarining konsentratsiyasi 0,1-0,01=0,09 gr.ion/litr gacha kamayadi.

Agar bir litr 0,1 M CH_3COONa eritmasiga 0,01 mol NaOH qo'shilsa 0,1+0,01=0,11 gr.ion/litr:

$$pH=4,76-\lg \frac{0,11}{0,09} = 4,67$$

Xuddi shunga o'xshash bir litr eritmaga 0,01 mol NaOH qo'shilsa teng mol miqdor CH_3COOH CH_3COONa ga aylanadi. Bundan

$$pH=4,76-\lg \frac{0,9}{0,11} = 4,84$$

Nihoyat, eritmani 100 marta suyultirsak:

$$pH=4,76-\lg \frac{0,001}{0,001} = 4,76$$

Ya'ni bufer aralashmalariga oz miqdorda kislota yoki ishqor qo'shilganida, shuningdek, eritma suyultirilganida ular pH ni deyarli o'zgartirmay saqlab qoladi.

2-misol. $\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$ bufer aralashmasi tarkibida xar bir moddadan 0,1 mol dan bor, shu moddaning pH soni nechaga teng?

a) Bir litr aralashmaga 0,01 mol NaOH qo'shilganida; b) Bir litr aralashmaga 0,01 mol HCl qo'shilganida; v) Bir litr aralashma suv bilan 10 marta suyultirilganida pH qanday o'zgaradi?

Yechish. Yuqoridagi tenglamaga binoan,

$$pH = 14 - pOH = 14 - pK_{NH_4OH} + \lg \frac{C_{NH_4OH}}{C_{NH_4Cl}}$$

$$\text{Yoki, } pH = 14 - 4,76 + \lg \frac{0,1}{0,1} = 9,25$$

0,01 mol HCl C_{NH_4OH} qiymati kamayib 0,09 M ga teng bo'lib qoladi. C_{NH_4OH} qiymati esa ortib boradi., 0,11 M ga yetadi.

$$\text{Demak, } pH = 14 - 4,75 + \lg \frac{0,09}{0,11} = 9,15$$

Bir litr aralashmaga 0,01 mol qo'shilganda pH bo'ladi:

$$pH = 14 - 4,75 + \lg \frac{0,11}{0,09} = 9,33$$

Eritma 10 marta suyultirilganida

$$pH = 14 - 4,75 + \lg \frac{0,01}{0,01} = 9,25 \text{ bo'ladi.}$$

Bufer aralashmalarning pH ini amalda doimiy saqlab turish xususiyati ularning ayrim komponentlari eritmaga kiritilgan (yoki reaksiya natijasida hosil bo'lgan) kislota yoki ishqor asoslarning H^+ yoki OH^- ionlarini o'ziga bog'lab olishiga asoslangandir. Albatta, bufer aralashmalarning bu xususiyati cheksiz emas, uning chegarasi aralashmadagi komponentlarining konsentratsiyalariga bog'liq.

Masalan, agar 0,1N ammoniyli bufer aralashmaning bir litriga (ya'ni konsentratsiyalari 0,1 N dan bo'lgan $NH_4OH + NH_4Cl$ aralashmasiga) 0,1 moldan ortiq HCl yoki NaOH qo'shilsa, har ikki holda ham eritmaning pH i keskin o'zgaradi. Chunki undagi NH_4OH yoki NH_4Cl H^+ yoki OH^- ionlarini bog'lashga yetmaydi. Bunday eritmaga qo'shilgan kuchli kislota yoki ishqor ortib qoldi bu esa pHni keskin o'zgartiradi. Har qanday bufer aralashma faqat ma'lum bir miqdordagi kislota yoki ishqor qo'shilguncha pH ning doimiyligini saqlab turadi, ya'ni ma'lum bufer sig'imiga

ega bo'лади. Bufer eritmaning bufer sig'imi katta bo'lsa, u shuncha ko'p miqdordagi kislota yoki ishqor ta'sirida o'z pH qiymatini saqlay oladi.

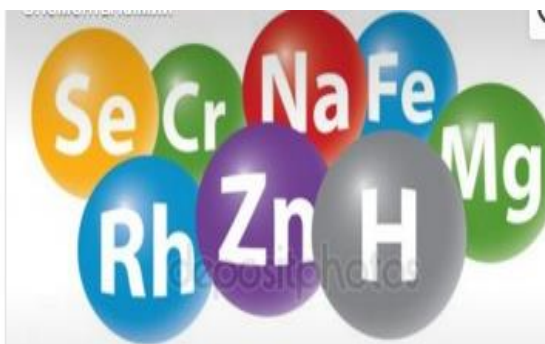
Analitik tajribalarda har xil reaksiyalar o'tishda bufer aralashmalardan keng foydalaniladi.

Mavzularni chuqur o'zlashtirish va nazorat qilish uchun savollar

1. Elektrolitlar, kuchli va kuchsiz elektrolitlar, ularga misollar keltiring.
2. Dissotsiatsiya darajasi, dissotsiatsiya konstantasi
3. Qanday elektrolitlar kuchli va kuchsiz deyiladi? Misol keltiring.
4. Suvli eritmalarida kislotalarni dissotsiyalanishi qanday o'tadi?
5. Eritmaning $[H^+]$ va $[OH^-]$ o'rtasida qanday matematik bog'lanish bor?
6. Kuchsiz kislotali bufer aralashmalarning pH ini hisoblash
7. Kuchli kislotali bufer aralashmalarning pH ini hisoblash
8. Suvning dissotsiatsiyalanish konstantasi va suvning ionli ko'paytmasining ifodasini yozing. pH-tushunchasini asoslab bering.
9. Vodorod ko'rsatkich (pH) va uni kislotalarda hisoblash.
10. Gidroksil ko'rsatkich (pOH) va uni ishqorlarda xisoblash
11. Bufer eritmalar, Bufer sig'imi, Bufer eritmalarini foydalanish soxalari
12. Osvaldning suyultirish qonuni.

4-606. BIRINCHI ANALITIK GURUHI KATIONLARI HAQIDA UMUMIY

TUSHUNCHA



Sifat analizida kation va anionlarning klassifikatsiyasi.

Sifat analizida kationlarni klassifikatsiyalashning bir necha usullari (sxemalari) bor:

1. Vodorod sulfidli usul: bu metall sulfidlarining turlicha erishiga asoslangan.
2. Vodorod sulfidsiz usullar:
a) kislota-ishkorli

b) ammiak-fosfatli

s) atsetat-amidli va xokazo.

Keyingi yillarda sifat analizida kislota-ishqorli usul qo'llanilmoqda. Bu usul bo'yicha klassifikatsiyalashda kationlar 6 ta analitik guruhga bo'linadi.

I-guruh- K^+ , Na^+ , NH_4^+ . Guruh reagenti yo'q.

II-guruh- Ba^{+2} , Sr^{+2} , Ca^{+2} . Guruh reagent suyultirilgan H_2SO_4 yoki SO_4^{2-} ioni.

Bu guruh kationlarining xammasi SO_4^{2-} bilan cho'kma xosil qiladi.

III-guruh- Al^{+3} , Cr^{+3} , Cr^{+6} , Zn^{+2} , As^{+3} , As^{+5} , Sn^{+2} , Sn^{+4} . Guruh reagenti ishqor eritmalari. Xosil bo'lgan cho'kmalar ortiqcha ishqorda eriydi.

IV-guruh- Mn^{+2} , Mg^{+2} , Bi^{+3} , Fe^{+2} , Fe^{+3} , $Sb(III)$, (V) . Guruh reagent ishqor eritmalari. Xosil bo'lgan cho'kmalar III-guruh kationlaridan farqliravishda ortiqcha ishqorda erimaydi.

V-guruh- Nu^{+2} , Co^{+2} , Ni^{+2} , Hg^{+2} , Cd^{+2} . Guruh reagent ishqor eritmalari. Xosil bo'lgan cho'kmalar ortiqcha miqdor NH_4OH da eriydi va kompleks birikmalar xosil qiladi.

VI-guruh- Ag^+ , Hg_2^{+2} , Pb^{+2} . Guruh reagenti suyultirilgan HCl

$NaOH$ (cho'kmalar ortiqcha $NaOH$ da erimaydi)

Mn^{+2} , Mg^{+2} , Bi^{+3} , Fe^{+2} , Fe^{+3} , $Sb(III)$, (V)



Guruh reagenti

Sistematik analizda ionlar murakkab aralashmalardan ayrim-ayrimxolda emas, guruh-guruh qilib ajratiladi, bunda ularni guruh reagenti deb ataluvchi ba'zi reaktivlar ta'siriga bir xil munosabatda bo'lishidan foydalaniladi. Guruh reagenti ma'lum talablarga javob berishi kerak:

- 1) U kationlarni amalda to'liq cho'ktirish kerak (cho'ktirilgandan so'ng eritmada qolgan kation konsentratsiyasi 10^{-6} mol/l dan oshmasligi kerak);
- 2) keyingi analizni o'tkazish uchun xosil bo'lgan cho'kma kislotalarda oson eriydigan bulishi kerak;
- 3) ortiqcha qo'shilgan reagent eritmada qolgan ionlarni aniqlashga xalal bermasligi kerak.

Kationlarning kislota-asosli usul bo'yicha klassifikatsiyasi

(kislota-ishqoriy usul)

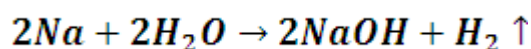
Gurux	Gurux reagent	Kationlar
I	Gurux reagent yo'q	K^+ , Na^+ , NH_4^+
II	HCl	Ca^{2+} , Ba^{+2} , Sr^{+2} ,
III	H_2SO_4	Al^{+3} , Cr^{+3} , Cr^{+6} , Zn^{+2} , As^{+3} , As^{+5} , Sn^{+2} , Sn^{+4} .
IV	NaOH(cho'kmalar ortiqcha NaOH da eriydi)	Mn^{+2} , Fe^{+2} , Fe^{+3} , $Sb(III)$
V	NaOH(cho'kmalar ortiqcha NaOH da erimaydi)	Nu^{+2} , Co^{+2} , Ni^{+2} , Hg^{+2} , Cd^{+2}
VI	NaOH(cho'kmalar ortiqcha NH_4OH da eriydi va komplekslar xosil qiladi)	Ag^+ , Hg_2^{+2} , Pb^{+2}

Kationlarning klassifikatsiyasi (vodorod sulfidli usul)		
Gurux	Gurux reagent	Kationlar
I	Gurux reagenti yo'q	K^+ , Na^+ , NH_4^+
II	$(NH_4)_2CO_3$ ammoniyli bufer aralashma ishtirokida	Ba^{+2} , Sr^{+2} , Ca^{+2} .
III	Guruh reagenti $(NH_4)_2S$ pH=9,2	Al^{3+} , Cr^{3+} , Zn^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Ni^{2+} , Co^{2+} , Mn^{2+} va boshq
IV	Guruh reagenti H_2S 0,3N HCl ishtirokida pH=0,5	Cu^{2+} , Cd^{2+} , Bi^{2+} , Hg^{2+} , As^{3+} , As^{5+} , Sb^{3+} , Sb^{5+} , Sn^{2+} , Sn^{4+} va boshq
V	Guruh reagenti HCl	Suyultirilgan kislotalarda Erimaydigan xloridlar Ag^+ , Pb^{2+} , Hg_2^{2+}

4.2. I-guruh kationlarining analitik reaksiyalari va ularni analiz qilish tartibi

Birinchi analitik guruhga NH_4^+ , va Mg^{2+} kationlari kiradi. Bu kationlarining hammasi rangsiz, shuning uchun ham anion rangli bo'lgan taqdirdagina (masalan CrO_4^{2-} , MnO_4^- va boshqalar) ularning tuzlari ham rangli bo'ladi. Kaliy, ammoniy va natriyning deyarli hamma tuzlari, shuningdek, ularning gidroksidlari suvda yaxshi eriydi. Bu guruh kationlarining barchasi birgalikda cho'kuvchi guruh reagenti (reaktiv) yo'q. Chunki birinchi guruh kationlarining ko'pchilik tuzlari suvda yaxshi eriydi. Boshqa guruh kationlari K^+ va Mg^{2+} kationlarini topishga halaqit bergani uchun sistematik analizida bu kationlari eritmadan boshqa kationlari to'liq yo'qotilgandan keyingina topiladi.

Kaliy va natriy D.I.Mendeleyev davriy sistemasining I-guruh elementlari qatoriga kiradigan juda aktiv ishqoriy metallardir. Ular oddiy temperaturada suv bilan reaksiyaga kirishib, vodorod gazi holida ajraladi va tegishli gidroksidlar hosil qiladi:



Ishqoriy metallarning gidroksidlari juda kuchli ishqordirlar. Ular suvdagi Eritmalarda ionlarga to'liq ajraladi. Shuning uchun kuchli kislotalarning natriyli hamda kaliyli tuzlari gidrolizlanmaydi va ular eritmalarining muhiti neytral bo'ladi: bunday eritmalarining pHi ularni tayyorlashda ishlatiladigan suvning pHi bilan belgilanadi. Kuchsiz kislotalarning kaliyli yoki natriyli tuzlari eritmada kuchli gidrolizlangan bo'ladi; hamda ularning eritmaları ishqoriy reaksiya ($\text{pH}=7$) beradi.

Ammoniy gidroksid NH_4OH ammiakning suvdagi eritmasi bo'lib kuchsiz asosdir. Uning 1N eritmasida ammiakning ionlanish darajasi 0,4 % ga yaqin. Shuning uchun kuchli kislotalar ammoniyli tuzlarining eritmaları kislotali reaksiya beradi ($\text{pH}=7$). Masalan, 1N NH_4Cl eritmasining pHi 4,6 ga teng.

K^+ va Mg^{2+} kationlarini inert gazlar atomining tashqi qavatiga o'xshash yoki ikki elektronli tugallangan tashqi qavatga ega, birinchi guruh kationlaridan Mg^{2+} ionlarni alohida ajralib turadi. U davriy sistemaning 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.

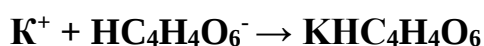
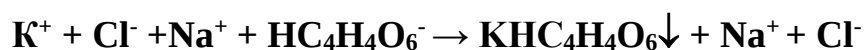
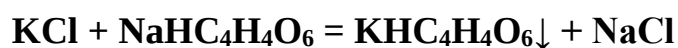
Mg^{2+} ioni birinchi guruh kationlaridan: K^+ , NH_4^+ va Na^+ dan o'z xossalarga ko'ra farq qiladi. $Mg(OH)_2$ suvda yomon eriydi, kuchsiz asoslar qatorida turadi. $MgCO_3$, $Mg_2(OH)_2CO_3$, $MgHPO_4$, $Mg_3(PO_4)_2$, va $Mg(OH)PO_4$ ikkinchi analitik guruh tuzlariga o'xshab suvda kam eriydi. Lekin u ammoniy karbonat ta'sirida NH_4Cl ishtirokida cho'ktirilgani uchun Mg^{2+} ioni analiz davomida II guruh bilan cho'kmasdan, I guruh kationlari bilan eritmada qoladi. Shuning uchun uni I guruh kationlari bilan birga o'rganish qulay. Ionlarining xossalari va xarakterli reaksiyalarini o'rganishda shart-sharoitlarga (temperatura, ionning konsentratsiyasi, cho'kmaning kislota va ishqorlarda erish –erimasligi va boshqalarga) e'tibor berish kerak. Cho'kmalarning kislota va ishqorlarda erish xususiyatlariga alohida e'tibor beriladi, shuning uchun talabalarga cho'kmani olgandan so'ng unga turli kislotalarning (mineral kislotalar va sirka kislota) ta'sirini sinab ko'rish va shuningdek, cho'kmaning ishqorlarda eruvchanligini tekshirib ko'rish tavsiya etiladi.

4.3. Kationlarning reaksiyalari

K^+ kationini aniqlashga xos reaksiyalar

Reaksiyalar KCl , K_2SO_4 yoki KNO_2 tuzlaridan birortasining suvdagi eritmasidan foydalanib o'tkaziladi.

1.Natriy gidrotartarat (vino kislotani natriyli nirdon tuzi) $NaHC_4H_4O_6$ kaliy tuzlarining eritmaları bilan oq krisstal cho'kma-kaliy gidrotartarat $KHC_4H_4O_6$ hosil qiladi:

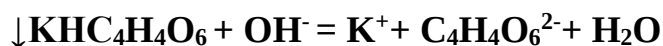
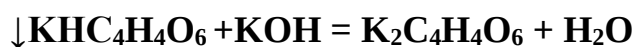
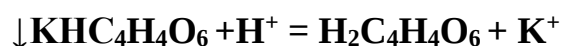
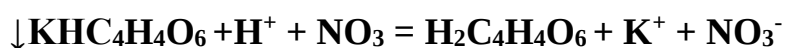
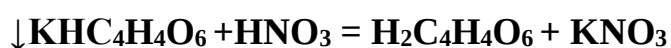


Bu reaksiyalardan ko'rinib turibdiki, reaksiya faqat K^+ va $HC_4H_4O_6^-$ ionlarigina ishtirok etadi, boshqa hamma ionlarni tenglamadan tushirib qoldirish mumkin:

Reaksiyani o'rganish uchun konussimon probirkaga kaliy tuzi (KCl, K₂SO₄ yoki KNO₂) eritmasidan 4-5 tomchi olib, NaHC₄H₄O₆ eritmasidan shuncha qo'shiladi. Reaksiyani o'tkazilayotgan probirkani suv oqimiga tutib turib, shisha tayoqcha bilan probirka devorlarini ishqalab cho'kma hosil bo'lishi kuzatiladi.

Hosil bo'lgan cho'kma kuchli kislotalarda, ishqorlarda va issiq suvda eritdi. Faqat CH₃COOH da erimaydi. Ko'proq miqdor sovuq suvda ham eriydi. KHC₄H₄O₆ tuzining eruvchanligi birmuncha yuqori bo'lgani uchun Reaksiyani kaliy tuzlarining yuqori konsentratsiyali eritmalarida pH 5-7 bo'lgan Eritmalarda sovuq sharoitda o'tkazilishi kerak.

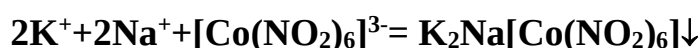
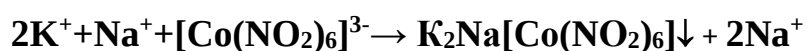
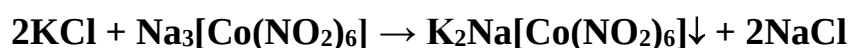
Analiz uchun qo'llaniladigan eritmaning muhiti neytral (yoki juda kuchsiz kislotali) bo'lishining sababi shundaki, kislotali muhitdagina cho'kma tartarat kislota hosil qilib eriydi, ishqoriy muhitda o'rta yoki qo'shaloq tuzlari hosil bo'ladi:



Reaksiya natijasida ko'pincha bir oz vaqtdan keyingina cho'kma ajratadigan o'ta to'yingan eritmaları hosil bo'ladi. Ishqalash, chayqatish va shunga o'xshash mexanikaviy ta'sirlar cho'kma hosil bo'lishini tezlashtiradi.

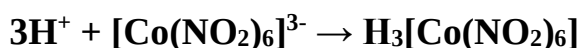
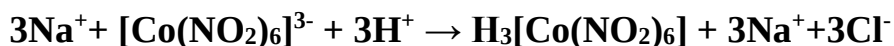
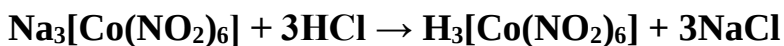
Reaksiya bajarilishi. Kaliy tuzining 3-4 tomchi eritmasiga ushancha reaktiv (NaHC₄H₄O₆) qo'shiladi. Probirkani sovuq suv oqimiga tutib turib, shisha tayoqcha bilan probirka devorlarining ichki yuzasi ishqalanadi.

2. Natriy kobaltatnitrit Na₃[Co(NO₂)₆] kaliy tuzlari eritmasi bilan asosan K₂Na[Co(NO₂)₆] tarkibli sariq cho'kma hosil bo'ladi: geksanitrokobalt kaliy-natriy, kobaltning (III) valentli kompleks tuzi:



NH_4^+ ham xuddi shunday cho'kma hosil qilib kaliy ionini topishga halaqit beradi, shuning uvhun ham Reaksiyani uning ishtirokisiz o'tkazishi kerak.

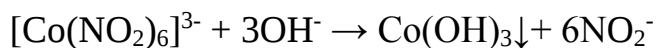
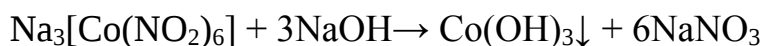
Analiz o'tkazish uchun yangi tayyorlangan $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ eritmasini ishlatish lozim, chunki u saqlanganida parchalanib, pushti rangli Co^{2+} ionlarni ajralib chiqadi. Bunday reaktiv ish uchun yaroqsiz kislotali muhit hosil qiladi. Sirka kislotali muhitda reaktiv ham, hosil bo'lgan cho'kma ham barqaror. Analiz qilinayotgan aralashmada yodidlar bo'lsa, reaktiv buziladi, chunki $2\text{I}^- \rightarrow \text{I}_2$ oksidlanish jarayonida reaktiv tarkibidagi nitrat ioni qatnashadi. Kuchli kislotali muhitda $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ kaliy ioni bilan cho'kma hosil qilmaydi, chunki kuchsiz geksanitrokobaltat vodorod kislotasi hosil bo'ladi: $\text{H}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$



$\text{H}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ hosil bo'lib, parchalanadi va Co(III) dan Co(II) gacha qaytariladi: eritma pushti rangga bo'yaladi.



Ishqoriy muhitda: $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ natriy kobaltinitrit parchalanadi va cho'kmasini hosil qiladi. ($\text{Co}(\text{OH})_3\downarrow$)



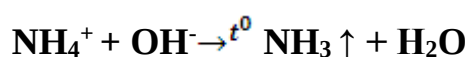
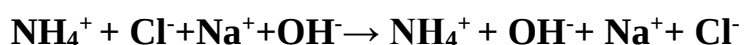
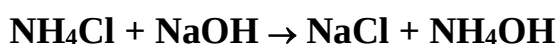
Reaksiyaning bajarilishi. Kaliy tuzi eritmasidan 2-3 tomchi olib probirkaga solinadi va ustiga yetarli reaktiv qo'shiladi. Reaksiya yetarli darajada sezgir.

Alanganing bo'yalishi. Kaliy tuzlari gorelkasining rangsiz alangasini binafsha tusga kiritadi. Alangaga ko'k shisha yordamida qaralsa, sariq rang shishada otilib binafsha rang yaxshi ko'rinadi. Shisha tayoqcha kavsharlangan platina (Pt) yoki nixromsimni avval konsentrlangan xlorid kislotada yuvib tozalanadi. Tozalangan sim KCl

eritmasida yoki konsentrlangan xlorid kislota xo'llanib, kaliyning birorta qattiq tuziga tekkizilganda, sigma kristallardan bir nechta yuqib qoladi. Sim garelka alangasining pastki qismidan kiritilib, uning yuqori temperaturali qismiga tomon asta – sekin ko'tariladi. Alanga rangining bo'yalishi kuzatiladi.

4.4. NH_4^+ kationini aniqlashga xos reaksiyalar.

1.O'yuvchi ishqorlar bilan. NaOH,KOH bilan ammoniy tuzlarining eritmalari qo'shib qizdirilganda, gazsimon ammiak ajralib chiqadi:

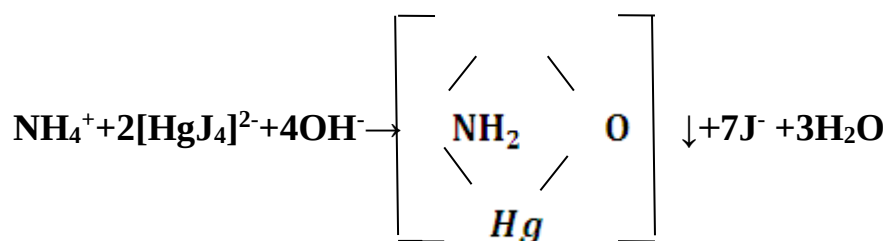


Ajralib chiqayotgan ammiakni o'tkir xididan, namlangan lakmus qog'ozining ko'karishidan, konsentrlangan xlorid kislota bilan xo'llangan shisha tayoqcha ammiak ajralayotgan probirka og'ziga yaqinlashtirilganda “oq tutun” hosil bo'lishidan, $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ tuzining eritmasi bilan xo'llangan filtr qog'oz probirkadan chiqayotgan gaz ta'sirida qorayishidan bilib olish mumkin. Hosil bo'lgan simob metallik qog'ozning qora tusga kiritadi.

Reaksiyaning bajarilishi. Ammoniy tuzining 2-3 tomchi eritmasi yoki ozgina quruq tuzi solingan probirkaga 3-4 tomchi ishqor qo'shiladi va probirkaning lakmus qog'ozitub turgan holda probirka suv hammomida qizdiriladi. Lakmus qog'oz rangining o'zgarishiga e'tibor berish kerak, qizil lakmus qog'oz ko'karadi.

1.Nessler reaktivi bilan o'tkaziladigan reaksiya. Nessler reaktivi $\text{K}_2[\text{HgI}_4]$ va KOH aralashmasi ammoniy ionlarni bilan oksodimerkurammoniy yodidning qizil-qo'ng'ir cho'kmasini hosil qiladi:

Hg

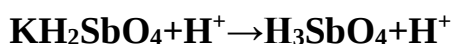
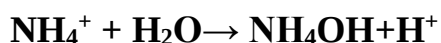


Reaksiyani bajarilishi. Ammoniy tuzining bir tomchi eritmasiga 1-2 tomchi Nessler reaktividan qo'shiladi. Qizil-qo'ng'ir rangli cho'kma xosil bo'lishi kuzatiladi. Bu reaksiya katta sezgirlik bilan ajralib turadi.

NH_4^+ ionining K^+ va Na^+ ionlarni reaktivlari ta'siriga munosabati. Biz NH_4^+ ionining eng muhim sifat reaksiyalarini o'rganib oldik, endi uning K^+ va Na^+ ionlarinitopishda ishlatiladigan reaktivlar ta'siriga qanday munosabatda bo'lishini ko'rib chiqaylik. Bu I guruh kationlarini sistematik analiz qilish yo'lini tushunib olish uchun juda zarurdir.

a) $\text{NaCH}_4\text{H}_4\text{O}_6$, $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ lar NH_4^+ ionlarni bilan ko'rinishda K^+ ionlarni hosil qiladigan cho'kmadan farq qilmaydigan cho'kma hosil qiladi. Bunga o'zingiz tajriba qilib ko'rib ishinch hosil qiling. Demak, NH_4^+ ning bo'lishi K^+ ni topishga xalaqit beradi.

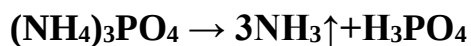
6) KH_2SbO_4 ammoniy tuzlari eritmasi bilan reaksiyaga kirishib, ularning eritmaları kislotali bo'lgani uchun (gidrolizlanishi tufayli) oq amorf cho'kma HSbO_3 hosil qilishi mumkin:



Demak, NH_4^+ ning bo'lishi bu reaktiv (KH_2SbO_4) bilan Na^+ ni topishga ham halaqit beradi.

Lekin uranilatsetat bilan qilinadigan mikrokristalloskopik reaksiyadan foydalanib, NH_4^+ ishtirokida ham Na^+ ionini topish mumkin.

NH_4^+ kationini eritmadan yo'qotish. Eritmadagi natriy va kaliy kationlarini aniqlash reaksiyalariga ammoniy kationlari xalaqit berishini dastlab aytib o'tgan edik. Shuning uchun tekshirilayotgan eritmadan ozroq olib, ammoniy kationiga sifat reaksiya o'tkaziladi. Agar eritmada ammoniy ion bo'lsa uni albatta yo'qotish kerak. Bu ishni amalga oshirishda ammoniy tuzlarining xossalariidan, ya'ni qizdirilganda parchalanib, uchib ketishidan yoki gazsimon moddalar hosil bo'lishidan foydalanish kerak, masalan:



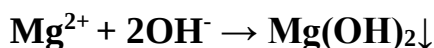
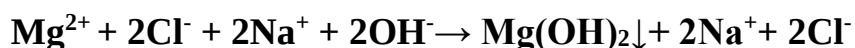
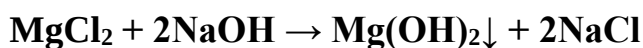
Ammoniy ionini $(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$ geksametilatramin (yoki urotropin) shaklida bog'lab yo'qotish ham mumkin. Buning uchun ammoniy ionini bor eritmaga formaldegid (formalin) - CH_2O eritmasini qo'shib ammoniy ionini organik birikma $(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$ molekulasiga bog'lash mumkin. Reaksiya quyidagi tenglama bo'yicha boradi:



Hosil bo'lgan vodorod ionlarining konsentratsiyasi kamaytirib turilsa reaksiya to'liq boradi. Buning uchun natriy karbonat eritmasi qo'shilsa, u vodorod ionlarini kamaytirish bilan birga, eritmadagi boshqa guruh kationlarini, Mg^{2+} ionini (agar ular eritmada bo'lsa) karbonatlar yoki gidroksidlar holida cho'ktiradi. Karbonatlarni eritish kerak bo'lsa, eritmaga sirka kislotasi ham qo'shiladi.

4.5. Mg^{2+} kationi ga xos reaksiyalar

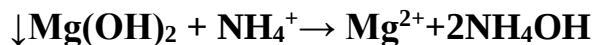
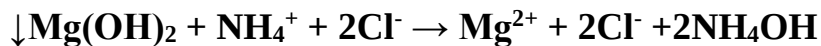
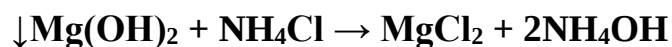
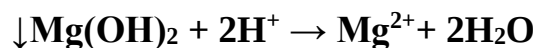
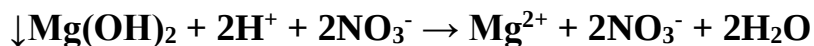
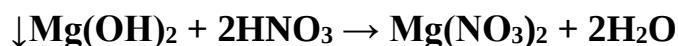
1.O'yuvchi ishqorlar bilan O'yuvchi ishqorlar KOH yoki NaOH magniy kationlari bilan oq amorf cho'kma hosil qiladi:



Ushbu reaksiya yordamida birinchi analitik guruh kationlaridan Mg^{2+} ajratiladi, chunki K^+ , Na^+ , NH_4^+ ning gidroksidlari suvda yaxshi eruvchan. Cho'ktirishda NH_4OH dan faoydalanish maqsadga muvofiq emas.

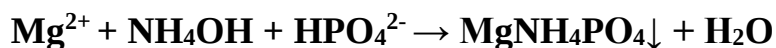
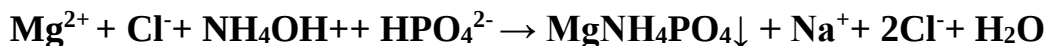
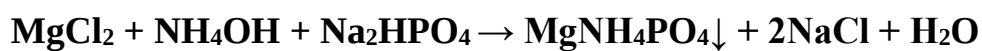
NH_4OH kuchsiz asos bo'lib, eritmada kam dissotsiyanadi va OH^- ionlarining konsentratsiyasi eritmada yetarli bo'lmaydi.

$\text{Mg}(\text{OH})_2$ cho'kmasi kislotalarda va ammoniy tuzlarida eriydi. Bunga sabab magniy gidroksidning asos ekanligi hamda ammoniy tuzlarining dissotsiyanishidan hosil bo'lgan NH_4^+ kationi eritmadagi OH^- ionlarining konsentratsiyasini keskin kamaytiradi.

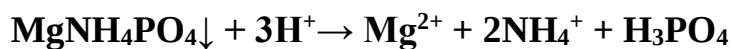
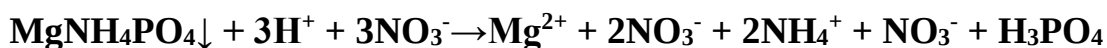


Reaksiyaning bajarilishi. Probirkaga magniyning biror tuzi eritmasidan 2-3 tomchi olib, unga o'shancha miqdorda ishqor eritmasi qo'shiladi. Amorf cho'kma hosil bo'lishiga e'tibor bering. Boshqa probirkaga magniy tuzi eritmasidan 2 tomchi olib, unga dastlab 2 tomchi NH_4Cl ning to'yingan eritmasidan, so'ngra 2 tomchi eritmasidan tomizing. Cho'kma hosil bo'lmaydi.

1.Natriy gidrofosfat Na_2HPO_4 magniy tuzlari bilan NH_4OH va NH_4Cl ishtirokida reaksiyaga kirishib, mineral kislotalarda va CH_3COOH da eriydigan qo'shaloq tuz magniy va ammoniy fosfat MgNH_4PO_4 – oq krisstal cho'kma hosil qiladi.



Hosil bo'lgan cho'kma quyidagi reaksiya bo'yicha kislota ta'sirida eriydi.

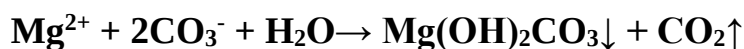
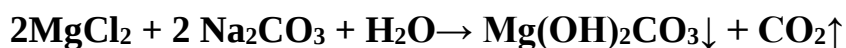


Bu tuz 6 molekula suv bilan birga kristtalanadi; uning formulasi $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dir.

Reaksiyaning bajarilishi Magniy tuzining 2-3 tomchi eritmasiga xuddi o'shancha miqdorda NH_4OH va hosil bo'lgan cho'kma Mg(OH)_2 eriguncha aralashmani chayqatib turgan holda NH_4Cl eritmasidan qo'shiladi.

Tiniq eritmaga Na_2HPO_4 reaktividan 4-5 tomchi qo'shib shisha tayoqcha bilan aralashtirib turiladi. Ba'zan cho'kma hosil bo'lishi uchun 10-15 daqiqa vaqt ketadi.

Eruvchan karbonatlar bilan bo'ladigan reaksiya Na_2CO_3 va K_2CO_3 tuzlarining eritmalari ta'sirida Mg^{2+} kationi asos tuzlari hosil qilib cho'kmaga tushadi:



Ammoniy karbonat ta'sirida magniy kationi cho'kmaga tushadi:



Cho'kma kislotalarda va ammoniy tuzlarida eriydi.



Agar aralashmada NH_4Cl tuzi mavjud bo'lsa, tenglama cho'kma umuman hosil bo'lmaydi. $\text{Mg}(\text{OH})_2\text{CO}_3\downarrow$ tuzini ammoniy tuzlarida eruvchanligidan foydalanib, magniy kationi ikkinchi guruh kationlaridan ajratib, birinchi guruh kationlari qatorida o'rganiladi.

Reaksiyaning bajarilishi. Probirkadagi magniy tuzining 2-3 tomchi eritmasiga xuddi o'shancha Na_2CO_3 eritmasidan qo'shiladi va hosil bo'lgan aralashma qaynaguncha qizdiriladi.



5-6o6. IKKINCHI ANALITIK GURUHI KATIONLARNI

Kationlarning II va bundan keyingi guruhlarini o'rganishda biz ayrim nomlar va ularning butun bir guruhlari qiyin eriydigan birikmalar holida cho'kish hodisalarini ko'p uchratamiz. Sifat analizining bu muhim ishni boshqarish uchun cho'ktirish nazariyasi bilan tanishib chiqish kerak. Shuningdek, analizida ahamiyati bo'lgan qaytar jarayonning cho'kmalar erishidagi mohiyatini ham bilish kerak.

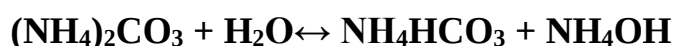
5.1. Guruh reagenti va uning ikkinchi guruh kationlariga ta'siri.

Ikkinchi guruh kationlarini guruh reagenti $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ yordamida cho'ktirib ularni I guruh kationlaridan batamom ajratish mumkin, bunda ajratish jarayoni ishqoriy muhit sharoitida o'tkaziladi. Malumki, kuchsiz kislotalarning II guruh kationlarini karbonatlari kabi qiyin eriydigan tuzlarini to'la cho'ktirishning muhim shartlaridan biri

eritmada zaruriy pH muxitini yaratishdir.

$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ - ammoniy karbonat kuchsiz kislota H_2CO_3 va kuchsiz asos NH_4OH ishtirokida hosil bo'lgan tuzlar xiliga ta'lyqli bo'lgani uchun suvli eritmalarda kuchli gidrolizlangan bo'ladi. Ma'lumki, ikki va ko'p asosli kislotalarning tuzlari bosqichli gidrolizlanadi.

Gidrolizlanish reaksiyalari umumiy holda tenglamalari quyidagicha yoziladi:



Gidrolizlanish jarayoni asosan 2 – bosqichda sodir bo'ladi:



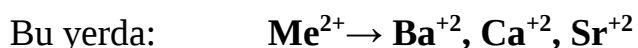
Gidrolizlanish reaksiyasi tenglamasidan ko'rinib turibdiki, eritmada HCO_3^- ionlari ham bo'ladi, uning Ca^{2+} , Ba^{2+} kationlari bilan hosil qilinadigan tuzlari, ya'ni $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$ lar suvda yaxshi eriydi.

Gidroliz jarayonini to'xtatish uchun eritmaga NH_4OH qo'shish maqsadga muvofiqdir. Bunda muvozanat chapga, ya'ni ammoniy bikarbonatning ammoniy karbonatga aylanish tomoniga siljiydi:



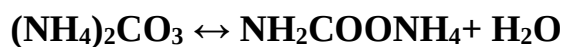
Shu sababli ammoniykarbonat eritmasi, aslini olganda, taxminan ekvivalent miqdordagi NH_4OH bilan ammoniy tuzi NH_4HCO_3 aralashmasidan iborat, ya'ni u $\text{pH} = 9,2$ bo'lgan ammoniyli bufer aralashmadir. Karbonatlari suvda eriydigan NH_4^+ , K^+ , Na^+ kationlari esa eritmada qoladi.

II guruh kationlarini ammoniy karbonat ta'sirida cho'ktirish reaksiyasi ushbu tenglamaga muvofiq boradi:



Tenglamadan ko'rinib turibdiki, reaksiyada NH_4OH sarflanib eritmada NH_4^+ ioni yig'ilib boradi.

Bundan tashqari, ammoniy karbonat qisman ammoniy karbaminatga ham aylanishi mumkin (karbamin kislota NH_2COOH tuzi shaklida), u ham II guruh kationlarini cho'ktirmaydi:



Shuning uchunmiqdoriy taxlil uchun foydalaniladigan ammoniy karbonatda hamma vaqt anchagina miqdorda karbaminat bo'ladi va u tayyor-lanadigan eritmadagi CO_3^{2-} ionining konsentratsiyasini birmuncha pasaytiradi. Ammo uni eritmadan chiqarib oson. Shu sababli II guruh kationlari taxminan 80°C harorat atrofida isitilgan eritmadan cho'ktiriladi va bunda harorat ko'tarilishi bilan yuqorida keltirilgan reaksiya muvozanati chapga ya'ni ammoniy karbaminatning ammoniy karbonatga aylanishi tomoniga siljiydi. Reaksiyani borayotgan muhitini qizdirish yana shuuchun foydaliki, bunda amorf holda cho'ka boshlagan karbonatlarning kristall cho'kmaga aylanishi ham tezlashadi.

Shunday qilib, II guruh kationlarini ularning guruh reagenti ta'sirida ammoniy xlorid va ammoniy gidroksid ishtiroqida (reaksiya muhiti $\text{pH} = -9,2$ bo'lganda), eritmani 80°C gacha qizdirish orqali cho'ktirish kerak. Bu vaqtda CaCO_3 , SrCO_3 , va BaCO_3 cho'kmaga tushib, birinchi guruh kationlari kiritilgan ammoniy tuzlari bilan birga eritmada qoladi.

Ammoniy gidroksid ta'sir ettirilganda erkin kislotalar neytrallanadi, natijada muhit ishqoriy bo'lib Mg^{2+} kationi asosli tuz hosil qilib cho'kmaga tushishi mumkin:



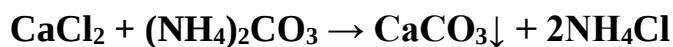
Agar eritmaga NH_4Cl tuzi eritmasidan qo'shilsa muvozanat chapga siljidi va Mg^{2+} ioni eritmada qoladi. Bundan tashqari, $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ham NH_4Cl ta'sirida yaxshi eriydi. $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NH}_4\text{OH}$ aralashmaning bufer sig'imi ortadi, chunki NH_4Cl ning konsentratsiyasi ortadi.

Demak, NH_4OH sarflanishi NH_4^+ ionining yig'ilishi pH ning qiymatini o'zgartira olamaydi.

Guruh reagentining birinchi o'rganish uchun aloxida, probirkaga Ba^{+2} , Ca^{+2} , va Sr^{+2} oq eritmalaridan 2-3 tomchidan, ularning xar biriga NH_4Cl va NH_4OH ning 2,0 n

(normal) li eritmasidan bir tomchidan qo'shiladi va probirkani suv hammomida qizdirib turib $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ eritmasi ta'sir ettiriladi.

Bunda oq cho'kmalar BaCO_3 , SrCO_3 , va CaCO_3 hosil bo'ladi, masalan:



II guruh kationlarining karbonatlari CO_3 gazini hosil qilib, parchalanadigan kuchsiz karbonat kislotaning tuzi bo'lgani sababli HCl , HNO_3 va CH_3COOH larda oson eriydi: $\text{CaCO}_3\downarrow + 2\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{Ca}^{+2} + 2\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$



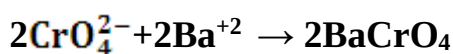
Ba^{+2} kationlariga xos reaksiyalarkationiga xos reaksiyalar

1. Kaliy bixronat bilano'tkaziladigan reaksiya Ba^{+2} ionlari bilan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ reagenti kutilganidek **BaCrO_4** emas, balki sariq cho'kma **BaCrO_4** hosil qiladi. Bunga sabab shuki, eritmasida K^+ ionlaridan tashqari shu ionlarining tuz bilan o'zaro ta'sirdan hosil bo'ladigan oz miqdordagi ionlari ham bo'ladi:

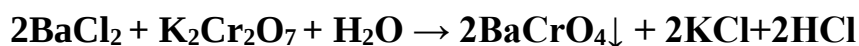


Reaksiyani muvozanat konstantasi $K_{\text{HCrO}_4^-} = \frac{[\text{H}^+][\text{CrO}_4^{2-}]}{[\text{HCrO}_4^-]} = 3,2 \cdot 10^{-8}$ ga teng

Ammo CrO_4^{2-} ionlarining' konsentratsiyasini BaCrO_4 ning eruvchanlik ko'paytmasi BaCr_2O_7 ning eruvchanlik ko'paytmasidan oldinron o'z qiymatiga yetishi uchun kifoya bo'ladi. Shuning uchun ham cho'kmaga tushadi:

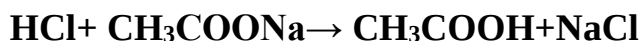


Ba^{2+} kationiga hos bo'lgan reaksiyaning umumiy tenglamasini quyidagicha yozish mumkin:



BaCrO_4 cho'kmasi kuchli kislotalarda eriydi. Ammokuchsiz kislotada masalan CH_3COOH da erimaydi. Reaksiyaning amalga oshish jarayonida kuchli kislota (HCl) hosil bo'lish tufayli BaCrO_4 cho'kmasi eriydi, ya'ni cho'kish to'liq amalga oshmaydi.

Cho'ktirishni CH_3COONa ishtirokida olib borilsa, kuchli kislota o'rniga kuchsiz sirka kislotasi hosil bo'ladi:



BaCrO_4 cho'kmasi CH_3COOH da erimaydi. CH_3COONa tuzi bilan hosil bo'lgan CH_3COOH aralashmasi muhitni $\text{pH} = 5$ ga teng bo'lgan bufer aralashma hosil qilib, natijada BaCrO_4 to'liq cho'kadi.

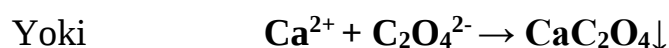
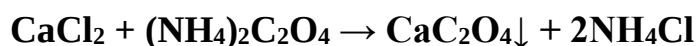
Ca^{+2} va Sr^{+2} ionlari $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ bilan cho'kma hosil qilmaydi va Ba^{+2} ni aniqlashda halaqit bermaydi. Bu reaksiya faqat Ba^{+2} ni topish uchungina emas, balki Ca^{+2} va Sr^{+2} ionlaridan ajratishda ham qo'llaniladi

Ba^{2+} kationi ishtirokida boruvchi reaksiyaning bajarilishi.

Bariy tuzlarining 2-3 tomchi eritmasiga 1-2 tomchi CH_3COONa eritmasidan va 2-3 tomchi kaliy bixromat eritmasidan qo'shiladi, sariq cho'kma hosil bo'ladi.

Ca^{+2} kationiga xos reaksiyalar

Ammoniy oksalat bilan o'tkaziladigan reaksiya $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ bilan Ca^{+2} ioni mineral kislotalarda eriydigan lekin sirka kislotasida erimaydigan oq cho'kma – kalsiy oksalat CaC_2O_4 hosil qiladi



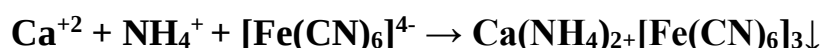
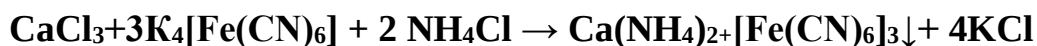
Ca^{+2} ioning ana shu muhim sifat reaksiyaga eritmada $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ bilan huddi shunday reaksiya hosil qiluvchi Ba^{+2} va Sr^{+2} ionlarining bo'lishi xalaqit beradi.

Ca^{+2} kationi ishtirokida boruvchi reaksiyaning bajarilishi

Kalsiy tuzning 2-3 tomchi eritmasiga solib ustiga 3-4 tomchi $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ eritmasidan qo'shiladi. Reaksiya natijasida oq kristall cho'kma CaC_2O_4 hosil bo'ladi.

Kaliy geksasianoferrat (II) bilan bajariladigan reaksiya

$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ – kompleks tuzi ammoniyli bufer eritma ishtirokida, kalsiy kationi bilan oq cho'kma, kalsiy ammoniy ferrat hosil qiladi:



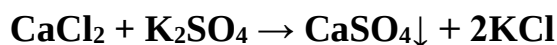
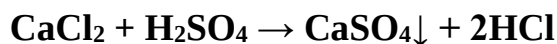
xosil bo'lgan cho'kma mineral kislotalarda eriydi, CH_3COOH da erimaydi.

Bariy ioni ham ma'lum konsentratsiyada $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ta'sirida cho'kma berishi mumkin. Shuning uchun eritmada bariy ioni bo'lsa bu reaksiyada Ca^{+2} ni topish uchun foydalanib bo'lmaydi, Sr^{+2} ioni esa bu reaktiv ta'sirida cho'kma xosil qilmaydi.

Reaksiyaning bajarilishi Kalsiy tuzining 1-2 tomchi eritmasiga 2 tomchi NH_4Cl va 2 tomchi NH_4OH eritmasidan qo'shiladi va aralashma eritmadagi $\text{pH} \approx 9$ bo'lganda qizdiriladi. So'ngra kaliygeksasionaferrat (II) ning yangi tayyorlangan to'yingan eritmasidan 3-4 tomchi qo'shiladi, oq cho'kma $\text{Ca}(\text{NH}_4)_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ tushadi.

Sulfat kislota va eruvchi sulfatlar bilan o'tkaziladigan reaksiya.

Kalsiy tuzlarining ancha yuqori konsentratsiyali eritmaları bilangina oq cho'kma CaSO_4 hosil qiladi:

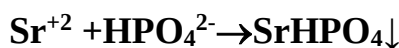


Cho'kma $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ da eriydi va $(\text{NH}_4)_2[\text{Ca}(\text{SO}_4)_2]$ kompleks tuzini hosil qiladi. Lekin Ba^{+2} va Sr^{+2} bunday tuz hosil qilmaydi.

Reaksiyani bajarilishi Probirkaga kalsiyning tuzini eritmasidan 5-6 tomchi solinadi va u 1-2 tomchi qolguncha buglatiladi, so'ngra K_2SO_4 reaktiv eritmasidan 1-2 tomchi qo'shiladi, eritmadaloyqalanish sodir bo'ladi.

Sr^{+2} kationiga xos reaksiyalar

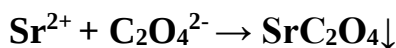
Na_2HPO_4 bilan o'tkaziladigan reaksiya Sr^{+2} ionlari natriy gidrofasfat bilan oq cho'kma stronsiy gidrofasfat xosil qiladi



kislotalarda eruvchan oq cho'kma xosil bo'ladi, u kuchsiz kislotalarda xam, jumladan sirka kislotada xam eriydi

Sr^{+2} kationi ishtirokida boruvchi reaksiyaning bajarilishi

Ammoniy oksalat bilan o'tkaziladigan reaksiya $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ bilan Sr^{+2} ioni mineral kislotalarda eriydigan, lekin sirka kislotasida qizdirgandagina eriydigan oq cho'kma SrC_2O_4 hosil qiladi



Stronsiy tuzning 2-3 tomchi eritmasidan olib ustiga 3-4 tomchi $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ eritmasidan qo`shiladi. Reaksiya natijasida oq cho`kma SrC_2O_4 hosil bo`ladi.

Stronsiyni uchuvchan tuzlarini alangaga tutilganda ransiz alangani rangini o`zgacha qizil(karminovo krasniy) rangga bo`yaydi.

5.2. I va II guruh kationlari aralashmasini taxlil qilish

Bunda I va II guruh kationlaridan tashkil topgan nazorat eritmasining tarkibi taxlil qilinadi. Avvalo NH_4^+ kationin aniqlab olinadi, so`ngra kationlar aralashmadan ajratiladi. Shundan keyin quyidagi kationlarni mavjudligini aniqlash olib boriladi.

1. NH_4^+ kationini ochish.

Buning uchun probirkaga 1-2 tomchi nazorat(tarkibi noma`lum bo`lgan control eritma) aralashmadan solib, ustiga 3-4 tomchi Nessler reaktividan qo`shiladi. Qizil-qo`ng`ir rangli cho`kmaning hosil bo`lishi nazorat aralashmada NH_4^+ kationi borligini bildiradi.

2. I va II guruh kationlarini bir-biridan ajratish.

Sentrifuga qilinadigan (*kichkina*) probirkaga 10 tomchi nazorat aralashmadan solinadi, ustiga 5-6 tomchi ammoniyli bufer aralashma va 15 tomchi $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ (II gurux cho`ktiruvchisi ) eritmasdan qo`shiladi va suv hammomida qizdiriladi.

Hosil bo`lgan cho`kma (II guruh kationlari) sentrifugalanadi va cho`kma ustidagi eritmaga 2-3 tomchi  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  qo`shib to`liq cho`kma tushganligi tekshirib ko`riladi. Agar eritmada loyqalanish kuzatilsa yana 5-6 tomchi  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  eritmasidan qo`shib sentrifugalanadi.

Cho`kma ustidagi tiniq eritma boshqa probirkaga quyib olinib, eritma №1 (ya`ni birinchi guruh kationlari) deb yozib olib qo`yiladi. So`ngra bajarilayotgan ish cho`kma bilan davom ettiriladi. Cho`kma ustiga probirkani $\frac{1}{4}$ qismiga suv solinib, yaxshilab aralashtirib, qaytadan sentrifugalanadi. So`ngra xosil bo`lgan cho`kma ustidagi tiniq eritmani to`kib yuboriladi, probirkadagi cho`kmani eritish maqsadida 3-4 tomchi  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dan qo`shib yaxshilab silkitiladi.

Agar cho`kma erimasa yana 2-3 tomchi  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dan qo`shilib suv hammomida qizdiriladi (ya`ni iloji boricha sirka kislotani kamroq miqdorda qo`shihsga harakat qilinadi, kislotali muxit xosil bo`lmasligi uchun).

Cho`kma to`liq eriganidan so`ng eritma 5 tomchi suv bilan suyultirilib, boshqa probirkaga quyib olinadi. eritma №2 (ya`ni II guruh kationlari) deb yozib qo`yiladi.

3. Ba^{+2} kationini ochish

Sentrifuga qilinadigan (yoki kichkina) probirkaga 2-3 tomchi eritma №2 dan solinadi va ustiga 2 tomchi CH_3COONa va 3-4 tomchi $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ dan qo`shiladi. Sariq cho`kmaning hosil bo`lishi aralashmada Ba^{+2} kationi borligini bildiradi.

4. Ba^{+2} kationini yo`qotish va Sr^{2+} kationini ochish.

BaCrO_4 sariq cho`kmali probirkani sentrifugalab, cho`kma ustidagi eritmani boshqa probirkaga ajratib olib ustiga 3-4 tomchi $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ dan qo`shiladi. Agar oq cho`kma hosil bo`lsa  $\text{Ca}^{+2}$  kationi bor bo`ladi.

5. Mg^{+2} kationini ochish.

Buning uchun probirkaga 2-3 tomchi eritma №1 dan (I guruh kationalari eritmasi) solib ustiga 2 tomchi ammoniyli bufer aralashmasi va 3-4 tomchi Na_2HPO_4 eritmasidan qo`shiladi. Agar oq kristall cho`kma tushsa Mg^{+2} borligini bildiradi.

6. NH_4^+ kationini yo`qotish va K^+ kationini ochish.

Sentrifuga qilinadigan (yoki kichkina) probirkaga 2-3 tomchi eritma (birinchi raqamli) dan solinadi va ustiga bir tomchi indikator fenolftalein, 5 tomchi formalin eritmasidan tomchilab, eritmaning rangi och pushti bo`lguncha  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  eritmasidan qo`shiladi. So`ngra rangsizlanguncha sirka kislotasidan tomchilab qo`shamiz. Agar loyqalanish bo`lsa aralashma sentrifugalanadi, tiniq eritma boshqa probirkaga quyib olinib ustiga 3-4 tomchi  $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$  eritmasidan qo`shiladi. Reaksiya natijasida sariq cho`kma hosil bo`lsa, K^+ kationi borligi ma`lum bo`ladi.

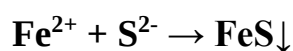


6-6o6. UCHINCHI ANALITIK GURUH KATIONLARINING TAVSIFI

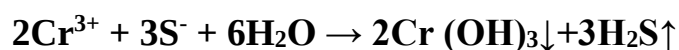
Uchinchi analitik guruhga Fe^{+2} , Fe^{+3} , Ni^{+2} , Co^{+2} , Mn^{+2} , Cr^{+2} , Al^{+2} , Zn^{+2} kationlari kiradi.

Guruh reagenti ammiak ishtirokidagi ammaniy sulfid $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ eritmasidir. Ammiak ammoniy sulfidi gidrolizini kamaytirish va HS^- ionlari hosil bo'lishini oldini olish uchun kerak bo'ladi. Chunki, odatda laboratoriyada ammoniy sulfidi eritmasi vodorod sulfidni konsentrlangan ammiak eritmasi orqali o'tkazish bilan tayyorlanadi, u holda bunda hosil qilinadigan eritma endi ortiqcha ammiakka ega bo'ladi va xususiy reaksiyalarni bajarishda uni qo'shish kerak emas.

Guruh reagenti uchinchi guruh kationlarining har biriga turlicha ta'sir etadi. Temir (II) va temir (III) marganes va rux tuzlariga ta'sir etganda tegishli kationlarning sulfidli cho'kmasi xosil bo'ladi:

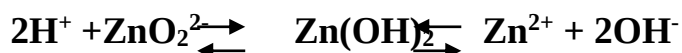


FeS va Fe_2S_3 cho'kmalari qora rangda, MnS bug'doy rangida, ZnS oq rangda bo'ladi. Sulfidli cho'kmalarning rangi analiz uchun juda muhim belgidir. Guruh reagenti alyuminiy va xrom tuzlariga ta'sir etganda tegishli gidroksidlar hosil bo'ladi:

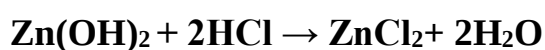


Uchinchi guruh kationlarining hamma gidroksidlari qiyin eruvchan va kuchsiz elektrolitdir. Rux gidroksid $\text{Zn}(\text{OH})_2$, alyuminiy gidroksid $\text{Al}(\text{OH})_3$ va xrom gidroksid $\text{Cr}(\text{OH})_3$ undan tashqari amfoterlik hossasiga ega.

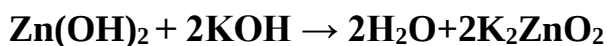
Amfoterlik xossalik moddalar -deb shunday gidroksidlarga aytiladiki, ular dissotsiylanishda bir vaqtning o'zida ham vodorod H^+ ionlarini, ham gidroksid OH^- ionlarini hosil qiladi.



Shu bilan amfoter gidroksidlarning kislotalar va ishqorlar bilan o'zaro ta'siri tushuniladi. Rux gidroksidiga kislota qo'shilganida vodorod ionlarining konsentratsiyasi ortib boradi. Le-Shatel'ye prinsipiga ko'ra $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ning dissotsiylanishi kislota tipi bo'yicha bartaraf qilinadi, asos tipi bo'yicha kuchaytiriladi. Natijada $\text{Zn}(\text{OH})_2$ cho'kma eriydi va tuz hosil bo'ladi, bunda rux kation sanaladi:



Rux gidroksidiga ishqor qo'shilganida OH⁻ionlarining konsentrasiyasi ortib boradi. Bunda muvozanat buziladi, ammo endi Zn(OH)₂ erib tuz hosil qiladi, unda rux anion tarkibiga kiradi:



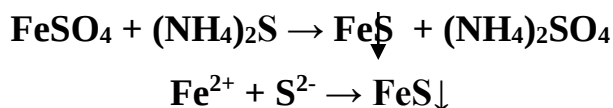
Amfoter gidroksidlarning ikkilamchi dissotsiylanishini boshqa yo'l bilan o'tuvchi sifatida qarash mumkin, ya'ni rux gidroksidi kislota tipi bo'yicha dissotsiylanishida kompleksli anion [Zn(OH)₄]²⁻ hosil bo'ladi. Unda ishqor bilan o'zaro ta'sir reaksiyasi gidroksotuzlar hosil bo'lishi bilan o'tadi.



6.1. Uchinchi analitik guruh kationlariga xos bo'lgan reaksiyalar.

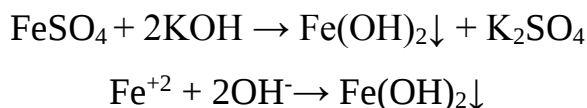
6.1.1. Temir (II) Fe²⁺ kationining reaksiyalari

1. **Ammoniy sulfid (NH₄)₂S** temir (II) ni temir sulfid-qora rangdagi cho'kma ko'rinishida miqdoran cho'ktiradi:



Reaksiyaning bajarilishi: Probirkaga ikki tomchi temir (II) sulfat eritmasi va ikki tomchi ammoniy sulfid eritmasi tomiziladi, kislotalarda oson eriydigan qora rangli cho'kma hosil bo'ladi.

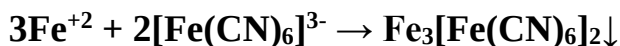
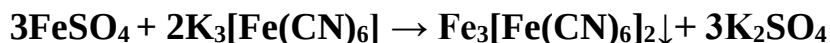
2. **O'yuvchi ishqorlar** temir (II) gidroksidini nim yashil rangdagi cho'kma ko'rinishida miqdoran cho'ktiradi:



Cho'kma havoda tez ko'karadi, so'ngra temir (II) gidroksidiga oksidlanishi natijasida qo'ng'ir tusga kiradi:

Reaksiyaning bajarilishi: Ikki tomchi temir (II) sulfat eritmasiga 2-tomchi ishqor (NaOH yoki KOH) eritmasi qo'shiladi. Vaqt o'tishi bilan cho'kma rangining o'zgarishi kuzatiladi.

3. Kaliy geksasianoferrat (III) (qizil qon tuzi) $K_3[Fe(CN)_6]$ to'q ko'k cho'kma
“Turnbul ko'ki” ni ajratadi:

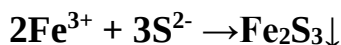


Cho'kma amalda kislotalarda erimaydi, ammo ishqorlar bilan parchalanadi. Bu temir (II) tuzlariga eng seziluvchan reaksiya, temir tuzlarining gidrolizini bartaraf qilish uchun reaksiya kislotali muhitda olib boriladi. Reaktivning ortiqcha qismi sariq rangli cho'kmaga ko'kimtir tus beradi.

Reaksiyaning bajarilishi: Ikki tomchi temir (II) sulfat eritmasi 1 tomchi suyultirilgan sulfat kislota bilan nordon qilinadi va bir tomchi qizil qon tuzi eritmasidan $K_3[Fe(CN)_6]$ qo'shiladi.

6.1.2. Temir (III) Fe^{3+} kationining reaksiyalari

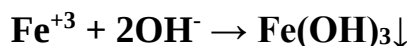
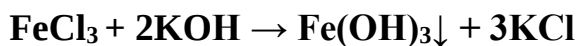
1. Ammoniy sulfid $(NH_4)_2S$ temir (III) tuzining eritmalariga qo'shilganda qora cho'kma – temir sulfid beradi.



Bu cho'kma kislotalarda eriydi.

Reaksiyaning bajarilishi: Probirkaga ikki tomchi temir xlorid $FeCl_3$ eritmasi tomizilib, 2 tomchi ammoniy sulfid eritmasi tomiziladi.

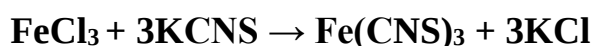
2. O'yuvchi ishqorlar va ammiak qo'ng'ir quyuqlashgan cho'kma temir (III) gidroksidini ajratadi:

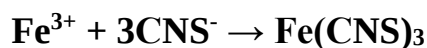


Temir (II) gidroksidi kislotalarda eriydi, ammo ortiqcha ishqorlarda erimaydi.

Ikki tomchi $FeCl_3$ eritmasiga 2 tomchi ishqor (KOH yoki NaOH) qo'shiladi.

3. Kaliy rodanit $KSCN$ temir (III) tuzlarining eritmasi bilan temir (III) dissotsiyanmagan rodanitning hosil bo'lishi natijasida qizil-qon rangini beradi:

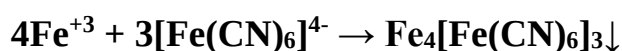
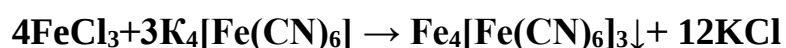




Keltirilgan reaksiyaning tenglamasi soddalashtirilgan. Aslida kaliy rodanit temir (III) tuzlariga ta'sir etganida qator temir rodanitli komplekslar hosil bo'ladi.

Reaksiyaning bajarilishi: probirkaga ikki tomchi FeCl_3 eritmasi va 2 tomchi kaliy rodanit eritmasi tomiziladi.

4. Kaliy geksasianoferrit (II) (sariq qon tuzi) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ temir (III) tuzlarining neytral (yoki kislotali) eritmalaridan intensiv ko'k rangli cho'kma - **“Berlin lazuri”** cho'ktiradi:

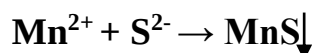
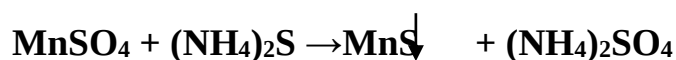


Cho'kma kislotalarda sezilarli erimaydi, ishqorlar uni parchalaydi. Reaksiya juda seziluvchan va shuning uchun, odatda, analiz qilinadigan eritmalarda Fe^{+3} ionini aniqlash uchun qo'llaniladi.

Reaksiyaning bajarilishi: Ikki tomchi FeCl_3 eritmasiga bir tomchi sariq qon tuzi $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ eritmasi tomiziladi.

6.1.3. Marganes (II) Mn^{2+} kationining reaksiyalari

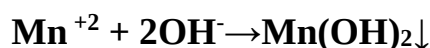
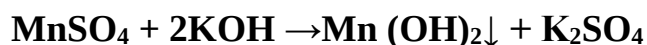
1. Ammoniy sulfid $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ marganes tuzlarining eritmasidan badan rangiga bo'yalgan marganes sulfidni cho'ktiradi:



Cho'kma suyultirilgan mineral kislotalarda va yatto sirka kislotasida ham oson eriydi.

Reaksiyaning bajarilishi: Probirkaga ikki tomchi marganes tuzi eritmasi tomiziladi va 2 tomchi ammoniy sulfidi eritmasidan qo'shamiz

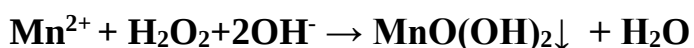
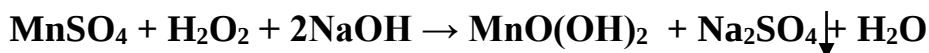
2. O'yuvchi ishqorlar marganes tuzlari (II) bilan birgalikda gidroksid (II) ning oq cho'kmasini beradi:



Cho'kma havoda kislorod bilan Mn (IV) birikmagacha oksidlanishi natijasida tezda qo'ng'irlashadi.

Reaksiyaning bajarilishi: Ikki tomchi marganes tuzi eritmasiga ikki tomchi ishqor eritmasi qo'shiladi. Turib qolgan cho'kmaning rangi o'zgarishi kuzatiladi.

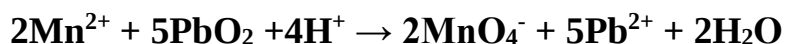
3. Vodorod peroksidi (perekis) H_2O_2 ishqorlar ishtirokida marganes (II) tuzlarini to'q qo'ng'ir rangli birikma – marganes (IV) $MnO(OH)_2$ gacha oksidlaydi.



Bromli suv ham shunday ta'sir ko'rsatadi. $Mn(OH)_2$ dan farqliroq cho'kma $MnO(OH)_2$ suyultirilgan sulfat kislotada erimaydi.

Reaksiyaning bajarilishi: Marganes tuzining ikki tomchi eritmasiga to'rt tomchi ishqor eritmasi qo'shiladi va ikki tomchi H_2O_2 eritmasi qo'shiladi.

4. Qo'rg'oshin to'rt oksidi PbO_2 konsentrlangan nitrat kislotasi ishtirokida qizdirilganda malina rang permanganat kislotasi hosil qilish bilan Mn (II) ni MnO_4^- gacha oksidlaydi: $2Mn(NO_3)_2 + 5PbO_2 + 6HNO_3 \rightarrow 2HMnO_4 + 5Pb(NO_3)_2 + 2H_2O$



Bu reaksiya qaytaruvchilar, masalan, xlorid kislotasi va uning tuzlari ishtirokida salbiy natijalar beradi, chunki ular qo'rg'oshin qo'sh oksidi va hosil bo'lgan permanganat kislotasi bilan o'zaro ta'sir etadi. Marganes ko'p miqdorda bo'lganda reaksiya chiqmaydi, chunki ortiqcha Mn^{2+} ionlari hosil bo'ladigan $HMnO_4$ permanganat kislotaning $MnO(OH)_2$ gacha qaytaradi va malina rang o'rniga qo'ng'ir cho'kma hosil bo'ladi. Mn^{2+} ni MnO_4^- gacha oksidlash uchun qo'rg'oshin qo'sh oksidi boshqa oksidlovchilar, masalan, Ammoniy persulfat $(NH_4)_2S_2O_8$ Ag^+ ionlari yoki $NaBiO_3$ natriy vismutat – katalizatorlar ishtirokida ishlatilishi mumkin.

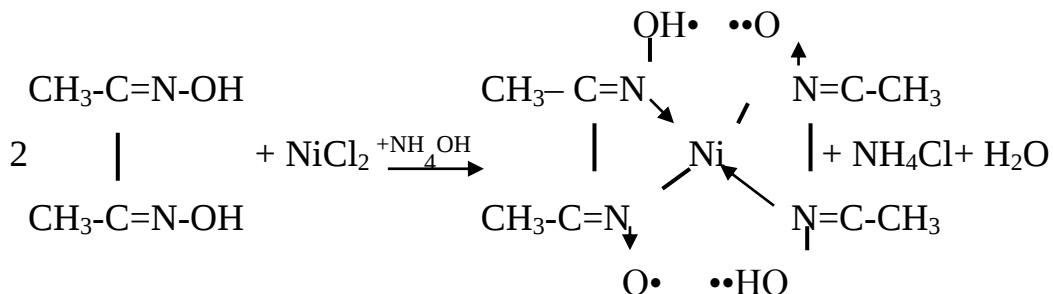
Reaksiyaning bajarilishi: Probirkaga shisha shpatel yordamida ozgina PbO_2 solinadi, so'ngra esa besh tomchi konsentrlangan nitrat kislotasi HNO_3 tomiziladi va qaynab turgan suv hammomida aralashma qizdiriladi.

Isitilgan aralashmaga bir tomchi marganes sulfat $MnSO_4$ eritmasidan qo'shiladi va yana 10-15 daqiqa probirka ichidagi aralashma vaqti-vaqti bilan chayqatilib

qizdiriladi. Ortiqcha qo'rg'oshin qo'sh oksidi cho'kishiga yo'l qo'yiladi va hosil bo'lgan permanganat kislotaning malina rangi kuzatiladi.

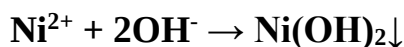
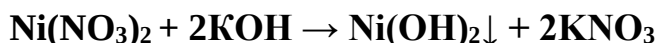
6.1.4 Nikel (II) Ni^{2+} kationini aniqlash reaksiyalari

1. Chugayev reaktivi (dimetilglioksim) bilan aniqlash



Reaksiyaning bajarilishi : 2-3 tomchi nikel tuzi eritmasiga 1-2 tomchi suyultirilgan NH_4OH eritmasidan va 3-4 tomchi dimetilglioksim qo'shiladi. Qizil-lola rangli cho'kma hosil bo'ladi. Ni^{2+} ni aniqlashga Fe^{+2} kationlari halaqit beradi. Shuning uchun Fe^{+2} ni yo'qotish (bog'lash) yoki niqoblash kerak.

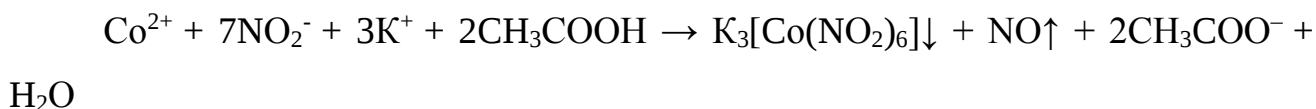
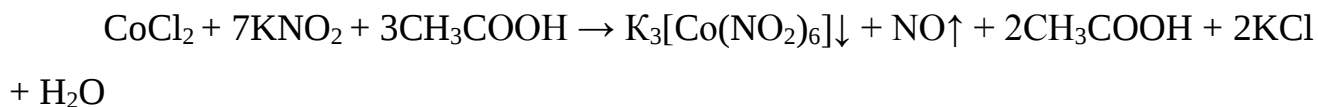
2. Ishqorlar bilan aniqlash



Reaksiyaning bajarilishi : 2-3 tomchi Ni^{+2} tuzi eritmasiga 2-3 tomchi ishqor eritmasidan qo'shiladi. Yashil rangli cho'kma hosil bo'ladi.

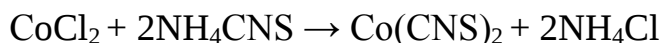
6.1.5. Kobalt (II) Co^{2+} kationini ochish reaksiyalari

1. Kaliy nitrit KNO_2 tuzi bilan ochish.



Reaksiyaning bajarilishi: 2-3 tomchi kobalt tuzi eritmasi ustiga bir shpatel quruq NaNO_2 (yoki KNO_2) tuzidan va bir tomchi CH_3COOH dan qo'shiladi. Sariq rangli cho'kma hosil bo'ladi.

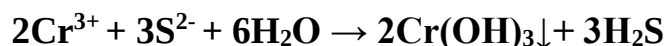
1. Ammoniy rodanid bilan aniqlash.



Reaksiyaning bajarilishi: 2-3 tomchi kobalt tuzi eritmasi ustiga bir shpatel ammoniy rodanid NH_4CNS kristalidan qo`shiladi. Siyoh rangli eritma hosil bo`ladi.

6.1.6. Cr^{3+} kationiga xos bo`lgan reaksiyalari

1. Ammoniy sulfid $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ xrom (III) tuzlarining eritmasidan xrom gidroksidining kulrang – yashil cho`kmasini ajratadi.

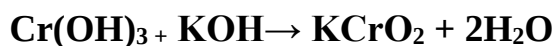


Reaksiyaning bajarilishi: Ikkitomchi xrom (III) tuzining eritmasiga 2 tomchi ammoniy sulfid eritmasi qo`shiladi. Cho`kma tushishi kuzatiladi.

**2. O`yuvchi ishqorlar** xrom (III) tuzining eritmasidan xrom gidroksidining kulrang – yashil amorf cho`kmasini ajratadi.



Cho`kma suyultirilgan kislotalarda, shuningdek ishqorlar eritmasida oson eriydi:



Bu, xrom gidroksidining amfoterligini ko`rsatadi.

Reaksiyaning bajarilishi: Xrom (III) tuzining eritmasini ikki tomchisiga bir tomchi ishqor eritmasi, so`ngra yana bir necha tomchi qo`shiladi. Cho`kma tushishi va uni keyinroq erishi kuzatiladi.

3. Vodorod peroksid H_2O_2 ishqor ishtirokida Cr^{3+} ionini CrO_4^- xromat ioniga aylantiradi. Oksidlanish xarakterli tashqi belgi - eritmaning rangi tiniq yashildan (CrO_2^- ionlarining rangi) tiniq – sariqqa (CrO_4^{2-} ionining rangi) o`zgarishi bilan kuzatiladi.

Reaksiya quyidagi ketma-ketlikda sodir bo`ladi.

a) xrom gidroksidi hosil bo`ladi.



b) ishqor ortiqchaligida ishqoriy metallning xromati (yashil rangda) xosil bo`ladi.



v) xromit xromatgacha oksidlanadi (sariq rangda)



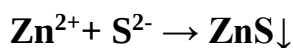
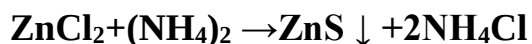
Hosil qilingan xromat eritmasi suyultirilgan sulfat kislota qo'shib kislotali qilinsa, u vodorod peroksid xromatni efir qatlamiga oson o'tuvchi ko'k rangdagi perxromat kislota $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_6$ oksidlaydi.

Reaksiyaning bajarilishi: a) Xromatning olinishi. Probirkaga ikki tomchi xrom (III) tuzining eritmasidan tomiziladi va bir necha tomchi ishqor qo'shiladi (hosil bo'luvchi xrom gidroksid cho'kmasi erish kerak) 3 tomchi vodorod peroksid eritmasi qo'shiladi. Rangning yashildan sariqqa o'tishi kuzatiladi.

b) Perxromat kislotaning olinishi. Probirkaga 3 tomchi suyultirilgan sulfat kislota, 2 tomchi vodorod peroksid eritmasi va 1 ml efir quyiladi; aralashma chayqatiladi. So'ngra 2-3 tomchi hosil qilingan xromat eritmasi (sariq rangli) qo'shiladi va yana chayqatiladi. Efir qatlamining rangi kuzatiladi

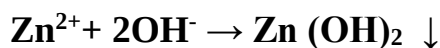
6.1.7. Zn^{2+} kationiga xos bo'lgan reaksiyalar

1. Ammoniy sulfid $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ neytral eritmalaridan ruxni oq amorf rux sulfid ko'rinishida cho'ktiradi

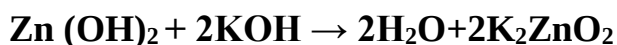


Reaksiyaning bajarilishi: Ikki tomchi rux tuzining eritmasiga ikki tomchi ammoniy sulfid eritmasi qo'shiladi. Cho'kma tushishi kuzatiladi.

2. O'yuvchi ishqorlar rux tuzlarining eritmasidan rux gidroksidning oq quyuglashgan cho'kmasini ajratadi:

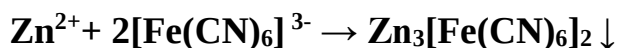
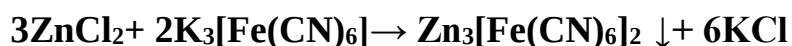


Rux gidroksidi amfoterlik xossalarga ega va shuning uchun suyultirilgan kislotalarda va ortiqcha ishqor eritmasida eriydi:



Reaksiyaning bajarilishi: Ikki tomchi rux tuzining eritmasiga avval tomchi ishqor eritmasi, keyin esa ko'p miqdorda qo'shiladi. Cho'kma tushishi va keyinchalik uning erishi kuzatiladi.

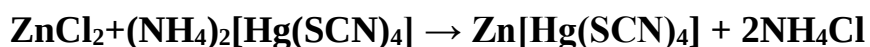
3. Qizil qon tuzi $K_3[Fe(CN)_6]$ (kaliy geksasionaferrat (III) rux tuzlari bilan geksasionaferrat (III) ning jigar-rangli sariq cho'kmasi beriladi:



Cho'kma xlorid kislota va ammiak eritmasida eriydi.

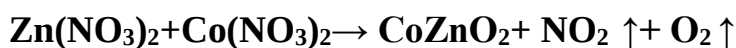
Reaksiyaning bajarilishi: Ikki tomchi rux tuzining eritmasiga ikki tomchi qizil qon tuzining eritmasi qo'shiladi.

4. Mikrokristalloskopik reaksiya. Ammoniy tetraodano (II) merkurat neytral va kuchsiz kislotali eritmada rux ionlari bilan krest yoki dendritlar ko'rinishida rangsiz krisstallar xosil qiladi. Agar eritmada ko'p miqdorda mineral kislota bo'lgan bo'lsa rux tuzlari kamroq miqdorda bo'lsa, kristallar uch qirrali ko'rinishda tushadi.



Reaksiyaning bajarilishi: Buyum oynasiga bir tomchi rux tuzi eritmasidan tomiziladi, biroz kutilib yana bir tomchi suyultirilgan sirka kislota bilan kislotali muhit hosil qilinadi. Darhol bir tomchi reaktiv qo'shiladi. Tushgan kristallar mikroskop ostida ko'riladi.

5. Quruq usul bilan aniqlash. Rux tuzining eritmasi bilanva kobalt nitrit eritmasi bilan xo'llangan filtr qog'oz parchasi yondirilganda sinkat kobalt yashil rangga bo'yalgan kulni beradi (Rinman yashili). Bunda reaksiyalar sodir bo'ladi:

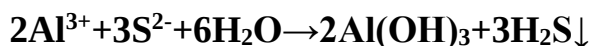
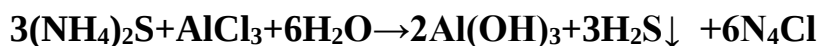


Reaksiyaning o'tishiga Al^{3+} va Cr^{3+} ionlari xalaqit beradi.

Reaksiyaning bajarilishi: Katta bo'lmagan filtr qog'ozning bo'lakchasini 1-2 tomchi rux tuzi bilan ho'llanadi. Keyin qog'ozchani bir tomchi $Co(NO_3)_2$ ning suyultirilgan eritmasi bilan ho'llanadi. Qog'ozga quriguncha quyiladi va kichik chinni piyolada yondiriladi. Hosil qilingan kulning rangi kuzatiladi.

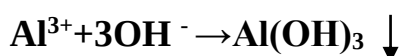
6.1.8. Al^{3+} kationiga xos bo'lgan reaksiyalar

1. **Ammoniy sulfid** $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ alyuminiy tuzlarining eritmalaridan alyuminiy gidroksidning oq cho'kmasini ajratadi:



Reaksiyaning bajarilishi: Ikki tomchi alyuminiy tuzining eritmasiga ikki tomchi ammoniy sulfidi eritmasi qo'shiladi. Cho'kmaning tushishi kuzatiladi.

2. **O'yuvchi ishqorlar** ammoniy tuzlari bilan alyuminiy gidroksidning oq cho'kmasini hosil qiladi:

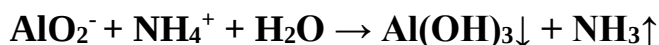
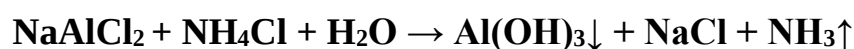


Alyuminiy gidroksidning amfoterli hossalari tufayli cho'kma suyultirilgan kislotalarda va ortiqcha ishqorda ishqoriy metallning alyuminatini xosil qilib eriydi:



Reaksiyaning bajarilishi: Alyuminiy tuzining ikki tomchi eritmasiga avval bir tomchi ishqor eritmasidan keyin esa ko'p miqdorda qo'shiladi. Alyuminiy gidroksid cho'kmasining tushishi va keyinchalik uning erishi kuzatiladi.

3. **Quruq ammoniy xlorid** NH_4Cl ishqoriy metallarning alyuminatlarini eritmalaridan alyuminiy gidroksidini ajratadi:



Reaksiyaning bajarilishi: Ikki tomchi alyuminiy tuzi eritmasiga tushgan gidroksid cho'kmasi eriguncha ko'p ishqor qoshiladi. Xosil bo'lgan eritmaga quruq ammoniy xlorid qo'shiladi. Probirka bir necha marta chayqatiladi, suv hammomida qizdiriladi va cho'kmaning tushishi kuzatiladi.

Alizarin (1,2 dioksiantrixinon) alyuminiy gidroksid bilan "alyuminiy laki" deb ataluvchi tiniq-qizil rangli birikma hosil qiladi. Bu Al^{3+} ioniga bo'lgan eng seziluvchan reaksiyalaridan biri, Cr^{3+} va Zn^{2+} ionlari bu reaksiyani o'tkazishga xalaqit beradi. Bu reaksiyani yarim mikrometod yoki tomchi metodi bilan o'tkazish mumkin.

Reaksiyaning bajarilishi: Probirkaga uch tomchi alyuminiy tuzidan tomiziladi va kuchsiz ishqoriy muhitgacha ammiak eritmasi qo'shiladi. $\text{Al}(\text{OH})_3$ ning hosil bo'lishi. Reaksiya aralashmani qaynaguncha qizdiriladi va unga 4-5 tomchi alizarin eritmasi qo'shiladi. Alizarin alyuminiy gidroksidi bilan tiniq-qizil rangga bo'yalgan adsorbsion birikmasi hosil bo'ladi. Reaksiyani filtr qog'ozda tomchi usuli bilan bajarilishi: Qalin filtr qog'ozining bo'lakchasiga alyuminiy tuzi eritmasidan bir tomchi tomiziladi va suyuqlik shimilgunga qadar kutiladi. So'ngra qog'ozni 1-2 daqiqa, konsentrlangan ammiak eritmasi bilan ochiq tomizgichning og'zi ustida ushlab turiladi. Dog' alizarin eritmasi bilan ho'llanadi. Tiniq-qizil rang paydo bo'lishi - Al^{3+} ionlari borligini bildiradi.

Mavzularni chuqur o'zlashtirish va nazorat qilish uchun savollar

1. Guruh reagent, uning vazifasi
2. Ikkinchi guruh kationlariga guruh reagentini ta'siri
3. Ca^{2+} , Ba^{2+} va Sr^{2+} kationlariga xos bo'lgan reaksiya tenglamalarini yozing
4. Uchinchi guruh kationlarining umumiy tavsifi va guruh kationlariga xos reaksiya tenglamalarini yozing, bajarilish tartibini aytid dering
6. Tomchi usulda bajariladigan reaksiyalarni gapirib bering
7. $\text{Ba}^{2+} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O}$ reaksiya qanday sharoitda boradi
8. Qanday reaksiya yordamida Ba^{2+} , Ca^{2+} ionlari bo'lgan eritmadan Ca^{2+} ionini ajratish mumkin? Reaksiya tenglamasini keltiring.
9. Bariy va kalsiy kationlari bo'lgan aralashmani qanday ajratiladi? tenglamasini yozing.
10. I-II analitik guruh kationlar aralashma eritmasidan II guruh kationlarini ammoniy karbonat bilan cho'ktirishda ammoniyli bufer eritmasining ishlatilishini asoslab bering. Reaksiyalarni yozing.
11. Eritmada Ba^{2+} , borligini qanday reaksiya yordamida isbotlash mumkin? Tenglamasini keltiring.
12. Nima uchun suyultirilgan sirka kislotasida CaCO_3 oson eriydi va $\text{Ca}_2\text{C}_2\text{O}_4$ erimaydi ikkala birikmaning eruvchanlik ko'paytmasi yaqin bo'lsa xam?

7-606. TO'RTINCHI ANALITIK GURUHI KATIONLARNING



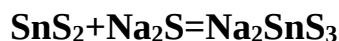
XOSSALARI

Kationlarning to'rtinchi guruhiga:

Hg^{2+} , Cu^{2+} , Sn^{2+} , Bi^{3+} , Cd^{2+} , Sn^{4+} , Sn^{3+} , Sb^{3+} , Sb^{4+} , As^{5+} , As^{3+} lar kiradi.

Bu gruppaning barcha kationlari 0.3 N li HCl ga ega bo'lgan eritmalardan vodorod sulfid bilan sulfidlar ko'rinishida cho'ktiriladi.

Kationlarning sulfidlari kislota xossalari ga ega va shuning uchun ham ishqoriy metallarning va ammoniy sulfidlarida, o'yuvchi ishqorlarda eriydi. Tiotuzlarning hosil bo'lishi asosli oksid bilan kislotali oksid ta'sirlashishi singari amalga oshadi:



Sulfidlari ishqorlarda erishi natijasida oddiy tuzlar va tiotuzlar hosil bo'ladi:



To'rtinchi grupp kationlari ikkita gruppaga mis gruppachasi bilan qalay gruppachasiga bo'linadi.

Mis gruppachasiga Hg^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} , Bi^{3+} , kationlari kiradi. Bu elementlarning barcha sulfidlari amorf cho'kmalar hosil qilinadi. Simob sulfidi HgS eng kam eruvchan, u faqat oksidlovchi aralashmalarda, masalan, «zar suvida» eriydi. Mis va vismut sulfidlari qaynoq 2 N li HNO_3 da eriydi, kadmий sulfid xlorid kislotaning o'rta konsentratsiyalarida eruvchan bo'ladi.

Qalay grupachasiga Sn^{4+} , Sn^{2+} , Sb^{5+} , As^{5+} , As^{3+} kiradi. Bu gruppachaning sulfidlari Na_2S , K_2S yoki $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ ta'sirida tiotuzlar deb ataluvchi tuzlar hosil qilish bilan erishga qodir. Faqat SnS juda aniq ifodalangan asos xarakteriga ega va yuqorida eslatib o'tilgan eritmalarida erimaydi.

Mis (II) va qalay (II) gidroksidlar qiyin eruvchan kuchsiz elektrolitlardir, qalay gidroksid esa amfoterlik xossalari ga ega. Simob uchun gidroksidlarnoma'lum. Masalan ishqorlar simob (II) tuzlariga ta'sir etganda gidroksid hosil bo'lishini kutish

mumkin bo'lgan hollarda oksid hosil qilinadi. Mishyak va simob birikmalari juda ham zaharli.

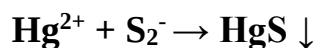
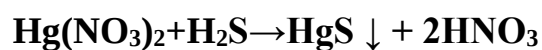
Mis mikroelementlar qatoriga, ya'ni tirik organizmlarning normal hayoti uchun ularning oz miqdori zarur bo'lgan shunday elementlar kiradi. Misga ega bo'lgan o'g'itlar ayrim kam hosildor tuproqlarda o'simliklar o'sishiga yordam qiladi, Qurg'oqchilik va sovuqqa ularning chidamliligini oshiradi. Odam organizmida mis eritrosiylar takibida topilgan. U, tashqi muhitning ayrim faktorlarini zarali ta'siriga organizmning qarshiligini oshirishga sezilarli ta'sir qiladi.

To'rtinchgi gruppaning analizi juda ham murakkab, shuning uchun biz bu gruppaning faqat uchta vakilini Cu^{2+} , Hg^{2+} , Sn^{2+} , aniqlashni ko'rib chiqamiz.

7.1.To'rtinchi analitik guruh kationlariga xos bo'lgan xususiy reaksiyalari

Simob (II) Hg^{2+} kationing reaksiyalari.

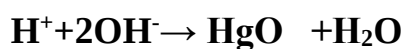
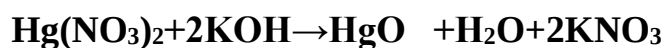
1.Vodorod sulfid H_2S simob (II) tuzlarining eritmasidan simob sulfidining qora cho'kmasini cho'ktiradi:



Cho'kma kislotalarda, xatto konsentrlangan nitrat kislotalarda ham erimaydi faqat "zar suvida (konsentrlangan HNO_3 va HCl ning aralashmasi)" eruvchan bo'ladi.

Reaksiyaning bajarilishi: Probirkaga besh tomchi simob (II) tuzi eritmasidan solinadi, eritmani bir tomchi xlorid kislota HCl bilan kislotali muhitga olib kelinadi va undan vodorod sulfidi o'tkaziladi.

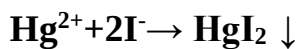
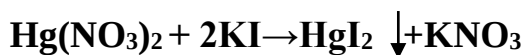
2.O'yuvchi ishqorlar simob (II) tuzlarining eritmalaridan simob oksidining sariq cho'kmasini cho'ktiradi:



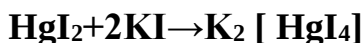
Cho'kma kislotalarda oson eriydi.

Reaksiyaning bajarilishi: Simob (II) tuzining ikki tomchi eritmasiga ikki tomchi ishqor eritmasi qo'shiladi.

3. Kaliy yodid KI eritmasi Simob (II) tuzlari bilan simob (II)-yodidning qizil cho'kmasini beradi:



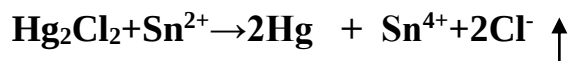
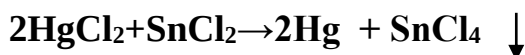
Cho'kma ortiqcha reaktivlarda erib rangsiz kompleks tuzni hosil qiladi.



Garchi Cu^{2+} ionlari aniqlashga halaqit qilsa ham, reaksiya ko'pincha Hg^{2+} ionlarini topish uchun qo'llaniladi.

Reaksiyaning bajarilishi: Probirkaga ikki tomchi simob nitrat $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ eritmasi tomiziladi, dastlab unga ikki tomchi kaliy yodid eritmasi, keyin undan ortiqcha miqdorda qo'shiladi. Cho'kmaning tushish va keyinchalik erixhi kuzatiladi.

4. Qalay (II) xlorid SnCl_2 simob (II) tuzlarini erimaydigan oq rangli simob (I) xloridgacha (kalomel) qaytaradi:

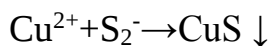
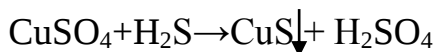


Bu reaksiyadan simobni topishda foydalaniladi.

Reaksiyaning bajarilishi: Simob (II) tuzining ikki tomchi eritmasiga avval 1-2 tomchi, keyin esa qalay (II) xloridning ortiqcha eritmasi qo'shiladi.

7.1.1. Cu^{2+} kationining reaksiyalari

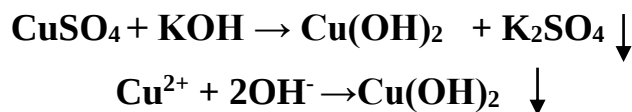
1. Vodorod sulfid H_2S mis (II) tuzlarining eritmalaridan neytral (yoki kuchsiz kislotali) muhitda mis (II) sulfidning qora cho'kmasini cho'ktiradi:



Chokma, hatto, suyultirilgan nitrat kislotali muhitda qizdirilganda ham eriydi.

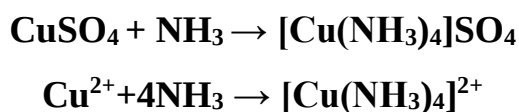
Reaksiyaning bajarilishi: Probirka mis (II) tuzlarining eritmasidan besh tomchi tomiziladi va vodorod sulfid o'tkaziladi.

2. *O'yuvchi ishqorlar* mis (II) tuzlarining eritmalaridan sovuqda mis gidroksidning zangori chokmasini ajratadi:



Reaksiyaning bajarilishi: Mis (II) tuzining ikki tomchi eritmasiga ikki tomchi ishqor eritmasi qoshiladi va chokma tushishi kuzatiladi.

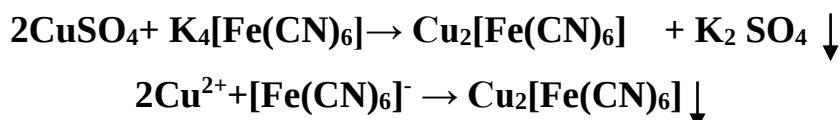
3. *Ortiqcha olingan ammiakning suvli eritmasi* mis (II) tuzlari bilan to'q ko'k rangli kompleks-mis ammiak hosil qiladi.



Reaksiya Cu^{2+} ionlari uchun xarakterlidir va hammadan ko'proq uni topish uchun qo'llaniladi.

Reaksiyaning bajarilishi: Mis (II) tuzining ikki tomchi eritmasiga ortiqcha ammiak eritmasi qoshiladi.

4. *Kaliy gekसानoferrat (II)* $\text{K}_4[\text{Fe(CN)}_6]$ (sariq qon tuzi) Mis (II) tuzlarining neytral yoki kuchsiz kislotali eritmasidan mis ferrosianidning qizil qo'ng'ir cho'kmasini ajratadi:

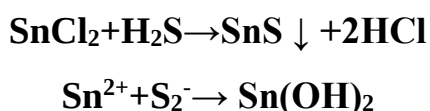


Cho'kma suyultirilgan kislotalarda erimaydi, ammo ammiakda eriydi.

Reaksiyaning bajarilishi: Mis tuzining ikki tomchi eritmasiga ikki tomchi sariq qon tuzining eritmasidan qo'shiladi va cho'kma tushishi kuzatiladi.

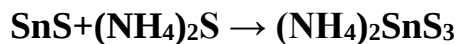
7.1.2. Sn^{2+} kationining reaksiyalari

1. *Vodorod sulfid H_2S* qalay (II) tuzining kuchsiz kislotali eritmasidan qo'ng'ir rangli qalay sulfidni ajratadi.



Cho'kma suyultirilgan xlorid kislotalda, Ammiak eritmalarida, ammoniy karbonat eritmalarida, shuningdek ammoniy sulfidning rangsiz eritmalarida erimaydi,

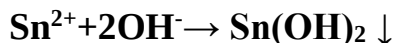
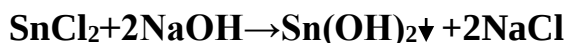
biroq, konsentrlangan xlorid kislotada va ammoniy polisulfid eritmasida u bilan ammoniy tiostannat hosil qilib oson eriydi:



Sn (II) erish jarayonida (IV) gacha oksidlanadi, uning sulfidi kislotali xossaga ega bo'lib, sulfidli ishqorlarda eriydi (ishqoriy metallarning sulfidli eritmalari.)

Reaksiyaning bajarilishi: Probirkaga besh tomchi qalay (II) xlorid eritmasi tomiziladi va vodorod sulfidi o'tkaziladi. Hosil qilingan cho'kma ammoniy polisulfidida eritiladi.

2. *O'yuvchi ishqorlar* Sn (II) ionlari bilan qalay gidrooksid Sn(OH)₂ ning oq quyuqlashgan cho'kmasini beradi:

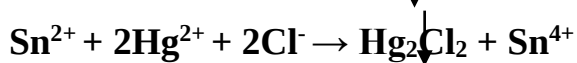
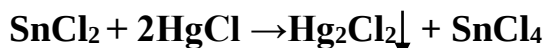


Bu cho'kma ortiqcha reaktivda oson erib ishqoriy metallning stannitini hosil qiladi:

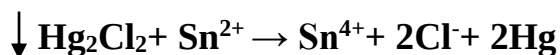


Reaksiyaning bajarilishi: Probirkaga qalay (II) xloridning ikki tomchi eritmasi tomiziladi, avval ikki tomchi ishqor eritmasi, so'ngra ortiqchasi qo'shiladi. Cho'kma tushishi so'ngra uni erishi kuzatiladi.

3. **Simob (II) xlorid HgCl₂** (sulema) qalay (II) tuzlari eritmalari bilan simob(I) xlorid (kalomel) cho'kmasini beradi:



Ammo agar qalay xlorid ortiqcha bo'lsa, u holda simob bir xlorid metallgacha qaytariladi:



Reaksiya Sn²⁺ kationlari uchun xarakterlidir.

Reaksiyaning bajarilishi: Qalay (II) xlorid eritmasining oz miqdoriga sulema eritmasining teng qismi qo'shiladi.

Mavzularni chuqur o`zlashtirish va nazorat qilish uchun savollar

1. To`rtinchi analitik guruh kationlari va gurux reagenti
2. Hg^{2+} , Cu^{2+} kationlarining o`zigaga xos reaksiyalari
3. Sn^{2+} , Bi^{3+} kationlarini aniqlash reaksiyalari
4. Cd^{2+} , Sn^{4+} kationlari reaksiyalariga misol keltiring
5. Qaysi eritma kalomel cho`kmasini hoail qiladi
6. Sn^{3+} , Sb^{3+} , Sb^{4+} kationlariningo`ziga xos reaksiyalari
7. As^{5+} , As^{3+} kationlari uchun xarakterli reaksiyalarni yozing.
8. $\text{Sn}(\text{OH})_2$ ushbu cho`kma qanday modada eriydi
9. $\text{Sn}(\text{OH})_2$ cho`kmani erish reaksiyasini yozing
10. HgI_2 cho`kma ortiqcha reaktivlarda erib rangsiz kompleks tuzni hosil qiladi, ushbu reaksiyani yozib bering
11. O`yuvchi ishqorlar simob (II) tuzlarining eritmalaridan simob oksidining sariq cho`kmasini cho`ktiradi  $\text{HgO} \downarrow$  cho`kmani xosil bo`lishi reaksiyasini yozing
12. $\text{CuS} \downarrow$ cho`kma xosil bo`lish reaksiyasini yozing

8-606. BESHINCHI GURUHI KATIONLARING XOSSALARI



Ushbu beshinchi guruh kationlariga **Pb^{2+} , Hg^{2+} , Ag^+** kiradi. Bu kationlar uchun guruh reagenti xlorid kislota yoki Ularning suvda eruvchan tuzlaridir. Vodorod sulfid kislotali muhitda ham beshinchi guruh kationlarining sulfidlarini cho`ktiradi.  $\text{Pb}^{2+}$  ionlari xlorid kislota bilan to`la cho`ktirilmaydi, shuning uchun to`rtinchi va beshinchi guruh kationlar aralashmasining analizida ular qisman to`rtinchi guruhga tushib qoladi. Beshinchi guruh kationlarining gidroksidlari suvda qiyin eruvchan va kuchsiz elektrolitlardir.

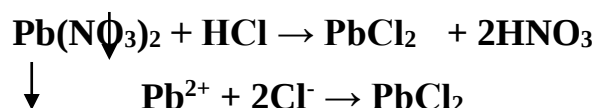
Qo`rg`oshin gidroksid amfoterlik xossasiga ega. Kumush va simob (I) gidroksidlar nihoyatda beqaror bo`lmagan birikmalardir va hosil bo`lish vaqtida tegishli oksidga va suvga parchalanadi. Qo`rg`oshin va simobning barcha eruvchan birikmalari zaharli.

Kumush ionlari juda past konsentratsiyada ichimlik suvini sterillaydi va bakteriyalarning rivojlanishini to'xtatadi.

Beshinchi guruh kationlariga xos bo'lgan reaksiyalar.

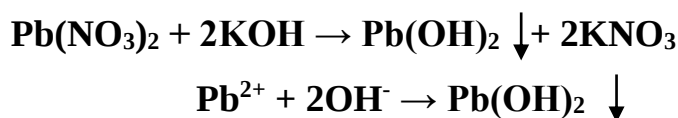
8.1. Pb^{2+} kationining reaksiyalari.

1. Xlorid kislota HCl yoki eruvchan xloridlar qo'rg'oshin tuzlarining o'rtacha konsentratsiyali eritmalaridan qo'rg'oshin xloridning issiq suvda oson eruvchan oq parchasimon cho'kmasini cho'ktiradi:



Reaksiyaning bajarilishi: Probirkaga ikki tomchi qo'rg'oshin nitrat $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ eritmasi tomiziladi va ikki tomchi xlorid kislota qo'shiladi. Cho'kmali eritmaga 0.5 ml disstillangan suv qo'shiladi va aralashma suv hammomida qizdiriladi. Cho'kmaning erishi va eritma sovutilganda uning asta sekin tushishi kuzatiladi.

2.O'yuvchi ishqorlar qo'rg'oshin tuzlarining eritmalaridan qo'rg'oshin gidroksidning oq cho'kmasini cho'ktiradi:

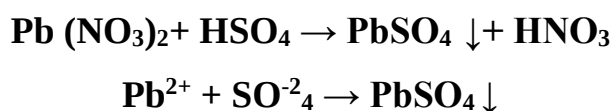


Qo'rg'oshin gidroksid amfoterlik hossasiga ega, shuning uchun u suyultirilgan nitrat kislotalarda va ortiqcha ishqorda eriydi:



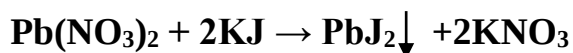
Reaksiyaning bajarilishi: Qo'rg'oshin tuzining ikki tomchiga avval ishqor eritmasidan bir tomchi, keyin uning ortiqchasi qo'shiladi, cho'kma tushishi hamda keyinchalik ining ishqor ortiqchasida erishi kuzatiladi.

3. Sulfat kislota H_2SO_4 va eriydigan sulfatlarning qiyin eriydigan qo'rg'oshin sulfatning qo'rg'oshin tuzlaridan ajratiladi – oq rangli cho'kma:



Reaksiyaning bajarilishi: Qo'rg'oshin tuzining ikki tomchi eritmasiga ikki tomchi suyultirilgan sulfat kislota qo'shiladi va cho'kmaning tushishi kuzatiladi.

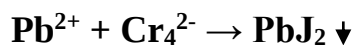
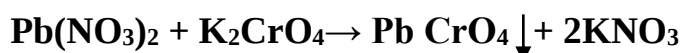
4. Kaliy yodid KJ qo'rg'oshin tuzlari bilan o'zaro ta'sir etib, qo'rg'oshin yodidning issiq suvda eriydigan sariq cho'kmasini beradi:



Reaksiya ko'pincha Pb^{2+} ionlarini ochish uchun qo'llaniladi.

Reaksiyaning bajarilishi: Qo'rg'oshin nitrat $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ning ikki tomchi eritmasiga ikki tomchi kaliy yodid eritmasi qo'shiladi. Hosil bo'lgan cho'kmali eritma 0.5 ml suv bilan suyultiriladi va aralashma qaynab turgan suv hammomida ikki daqiqa davomida qizdiriladi, keyin probirka ichidagi narsa suv oqimi tagida sovitiladi. Isitilganda erigan qo'rg'oshin yodidning cho'kmasi qaytadan chiroyli oltin tusli tangachalar ko'rinishida tushadi.

5. Kaliy xromat K_2CrO_4 va natriy xromat Na_2CrO_4 qo'rg'oshin tuzlatining eritmalaridan qo'rg'oshin xromatning sariq cho'kmasini ajratadi:

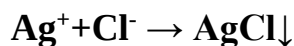
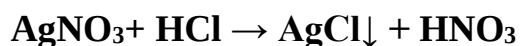


Cho'kma sirka kislota da erimaydi, ammo nitrat kislota va ishqorlarda eriydi. Reaksiya seziluvchan va Pb^{2+} ionlari uchun xarakterlidir.

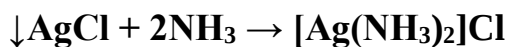
Reaksiyaning bajarilishi: Qo'rg'oshin tuzining ikki tomchi eritmasiga ikki tomchi kaliy xromat eritmasidan qo'shiladi va cho'kma tushishi kuzatiladi.

8.2. Ag^+ kationining reaksiyalari

1.Xlorid kislota HCl va eriydigan xloidlar kumush tuzlarining neytral va kislotali eritmalaridan kumush xloridning oq suzmasining cho'kma hosil qilinadi:



Cho'kma ortiqcha ammiakda oson erib kompleks tuz hosil qiladi:



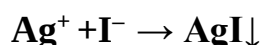
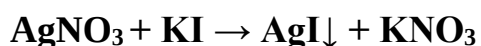
Ammiakli eritma konsentrlangan nitrat kislota bilan kislotali muhitga keltirilganda bu tuz parchalanadi va yana qaytadan kumush xlorid cho'kmasi tushadi:



Bu reaksiya odatda Ag^+ ionini ochishda foydalaniladi.

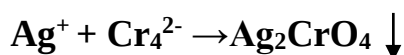
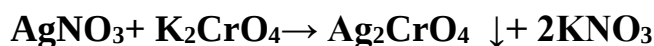
Reaksiyaning bajarilishi: Probirkaga ikki tomchi kumush nitrat eritmasi tomiziladi, unga ikki tomchi suyultirilgan xlorid kislota qo'shiladi. Cho'kmali eritmaga 5 tomchi konsentrlangan ammiak eritmasi qo'shiladi va cho'kma eriguncha chayqatiladi. Hosil qilingan eritmaga 6 tomchi konsentrlangan nitrat kislota qo'shiladi. Cho'kma tushishi kuzatiladi.

2. Kaliy yodid KJ Ag^+ ioni bilan AgI sariq cho'kmasini hosil qiladi



Kumush yodid kumush xloriddan farqli o'laroq, ammiak eritmasida erimaydi.

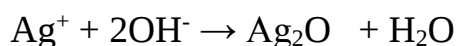
3. Kaliy xromat K_2CrO_4 kumush tuzlari eritmalaridan qizil-qo'ng'ir kumush xromat cho'ktiradi:



Cho'kma ammiak va nitrat kislotalarda eriydi.

Reaksiyaning bajarilishi: Kumush nitratning ikki tomchi eritmasiga ikki tomchi kaliy xromat eritmasi qo'shiladi va cho'kma tushishi kuzatiladi.

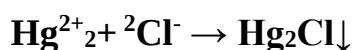
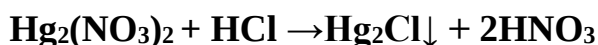
4. O'yuvchi ishqorlar kumush tuzlarining eritmalaridan kumush oksidning qo'ng'ir cho'kmasini cho'ktiradi:



Reaksiyaning bajarilishi: Kumush nitratning ikki tomchi eritmasiga ikki tomchi ishqor eritmasi qo'shiladi va cho'kma tushishi kuzatiladi.

8.3. Simob (I) Hg_2^{2+} kationining reaksiyalari

1. Xlorid kislota HCl va eriydigan xloridlar "yoki kalomel" – oq rangli cho'kmani cho'tiradi:



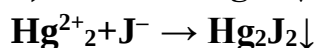
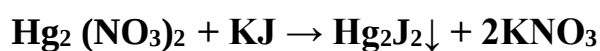
Ammiakning suvli eritmasi cho'kmani qora rangga bo'yaydi, bu merkuroamid xlorid va qora rangli maydalangan simob xosil bo'lishi bilan shartlangan



Bu reaksiya yordamida Hg^{2+}_2 ioni aniqlanadi:

Simob (I) nitrat $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ ning ikki tomchi eritmasiga ikki tomchi suyultirilgan xlorid kislotaga, keyin ikki tomchi ammiak eritmasi qo'shiladi. Cho'kmani qorayishi kuzatiladi.

2. Kaliy yodid KJ simob (I) tuzlarining eritmalaridan simob (I) yodidni yashil rangli cho'kma holida cho'ktiradi:

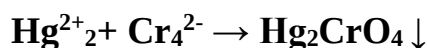
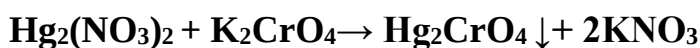


Cho'kma deyarli oson simob (II) yodidga va simob metaliga parchalanadi:



Reaksiyaning bajarilishi: Simob (II) nitrat $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ ning ikki tomchi eritmasiga ikki tomchi kaliy yodid eritmasi qo'shiladi. Cho'kma tushishi kuzatiladi.

3. Kaliy xromat K_2CrO_4 simob (I) tuzlari bilan isitilganida Hg_2CrO_4 ning qizil cho'kmasini hosil qiladi:



Cho'kma ishqorlarda va suyultirilgan nitrat kislotada erimaydi.

Reaksiyaning bajarilishi: $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ ning ikki tomchi eritmasi probirkaga tomiziladi, suv hammomida isitiladi va ikki tomchi kaliy xromat qo'shiladi.

Mavzularni chuqur o'zlashtirish va nazorat qilish uchun savollar

1. Qo'rg'oshin va simobning barcha eruvchan birikmalari zaharli.
2. $\text{PbSO}_4\downarrow$ cho'kma xosil bo'lish tenglamasini keltiring
3. Kaliy xromat K_2CrO_4 simob (I) tuzlari bilan reaksiyasidan qanday modda xosil bo'ladi
4. Qaysi reaktiv yordamida Hg^{2+}_2 ioni aniqlanadi reaksiya tenglamasini yozing
5. Kumush nitratning ikki tomchi eritmasiga ikki tomchi kaliy xromat eritmasi qo'shiladi nima sodir bo'ladi
6. Qsydi kationni aniqlashda cho'kmani qorayishi kuzatiladi.

7. K_2CrO_4 simob (I) tuzlari bilan isitilganidadavom ettiring
8. Ag_2CrO_4 cho`kma qanday reaktivlarda eritiladi
9. $KJ Ag^+$ ionlari bilan reaksiyani davom ettiring
10. $[Ag(NH_3)_2]Cl$ kompleks birikmaning xosil bo`lish reaksiyasini yozing
11. $Pb(OH)_2$ cho`kma qanday o`ziga xos xossalarga ega
12. $PbSO_4 \downarrow$ cho`kma qanday rangda

9-606. ANIONLARGA XOS BO'LGAN REAKSIYALAR TAVSIFI.



Anionlar uchun umum qabul qilingan umumiy klassifikatsiyasi yo`q

Anionlarni analitik guruhlariga bo`linishi asosida bariy va kumush tuzlarning har xil eruvchanligi yotadi. Anionlar  $BaCl_2$  va  $AgNO_3$  reaktivlarga bo`lgan munosabati bo`yicha uch analitik guruhga bo`linadi.

Birinchi guruhga sulfat ion SO_4^{2-} , karbonat ion CO_3^{2-} , fosfat ion PO_4^{3-} va boshqalar kiradi. Bu ionlar Ba^{2+} ionlari bilan suvda qiyin eruvchan tuzlari hosil qiladi. Birinchi guruh anionlariga neytral yoki kuchsiz ishqoriy muhitda $BaCl_2$ guruh reagentidir. Ikkinchi guruh xlor ion Cl^- , yod ionlari I^- va boshqalar kiradi.

Bu ionlar kumush ionlari bilan suvda qiyin eriydigan va suyultirilgan nitrat kislotada erimaydigan tuzlar hosil qiladi. Suyultirilgan nitrat kislotada ishtirokida $AgNO_3$ guruh reagentidir. Uchinchi guruhga nitrat-ioni NO_3^- , atsetat-ioni CH_3COO^- va boshqalar kiradi. Bu guruh anionlari $AgNO_3$ va $BaCl_2$ cho`kma bermaydi. Bu anionlarni kumush va bariyli tuzlari suvda yaxshi eriydi. Guruh reagentiga ega emas.

Anionlarning umumiy tavsifi

Guruh	Anionlar	O`ziga hususiyatlari	Guruh reagenti
I	SO_4^{2-} , SO_3^{2-} , $S_2O_3^{2-}$, CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , AsO_4^{3-} , AsO_3^{3-} , BO_2^{2-} , - ёки $B_4O_7^{2-}$, CrO_4^{2-} $F-SiO_3^{2-}$, $C_2O_4^{2-}$	Suvda kam eruvchan bariy tuzlari	$BaCl_2$ neytral yoki kuchsiz ishqoriy muhitda.

II	Cl ⁻ , Br ⁻ , I ⁻ , S ⁻² , CNS ⁻ [Fe(CN) ₆] ⁻⁴ , [Fe(CN) ₆] ⁻³ , CN ⁻ , BrO ₃ ⁻ , IO ₃ ⁻ , ClO ⁻	Suvda kam eruvchan kumush tuzlari	AgNO ₃ , suyultirilgan HNO ₃ vishtirokida
III	NO ₃ ⁻ , NO ₂ ⁻ , CH ₃ COO ⁻ , ClO ₃ ⁻	Bariy va kumushning suvda eruvchan tuzlari	-

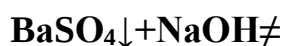
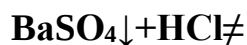
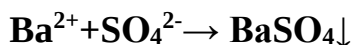
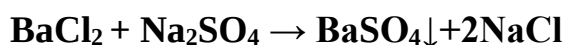
9.1. Birinchi analitik guruh anionlari reaksiyalari va ularni aniqlash

Anionlarning birinchi analitik guruhiga SO₄²⁻, CO₃²⁻, PO₄³⁻ va boshqalar kiradi, tuzlari suvda erimaydi, lekin suyultirilgan mineral kislotalarda / dan tashqari/ eriydi. Shuning uchun guruh reagenti BaCl₂ I guruh anionlarini faqat neytral yoki kuchsiz ishqoriy muhitda cho'kmaga tushiradi. Kumushning birinchi guruh anionlari bilan hosil qilgan tuzlari suyultirilgan HNO₃eritmasida eriydi, kumush sulfat esa suvda ham eriydi.

Sulfat SO₄²⁻ionining reaksiyalari

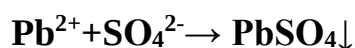
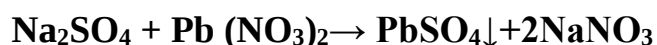
SO₄²⁻ rangsiz anion bo'lib, sulfat kislota (anioni) qoldig'i bo'lib hisoblanadi. Sulfat kislota kuchli kislotalar qatoriga kiradi. Uni tuzlari sulfatlar deb yuritiladi va BaSO₄, SrSO₄, PbSO₄moddalaridan tashqari hamma sulfatlari suvda yaxshi eriydi.

1.Bariy xlorid guruhi reagenti sifatida SO₄²⁻ioni bilan kislota va ishqorlarda erimaydigan oq kristall cho'kmasini hosil qiladi:



Reaksiyaning bajarilishi.: 2-3 tomch natriy sulfatning eritmasiga 2-3 tomchi BaCl₂ eritmasidan qo'shiladi va cho'kma tushishi kuzatiladi.

2. Qo'rgoshin atsetat va nitrat sulfatlar aralashmasidan qo'rg'oshin sulfatni oq cho'kmasini cho'ktiradi:



Cho'kma nitrat kislota erimaydi, ammo ishqorlar eritmalarida eriydi.

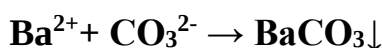
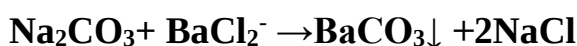
Reaksiyaning bajarilishi: 2-3 tomchi natriy sulfat eritmasiga 2-3 tomchi qo'rg'oshin nitrat eritmasidan qo'shiladi va cho'kma tushishi kuzatiladi.

Karbonat CO_3^{2-} ionining reaksiyalari.

CO_3^{2-} - rangsiz ion bo'lib karbonat kislotasining anionidir.

Karbonat kislota juda kuchsiz kislota va uning tuzlari **karbonatlar** deyiladi.

Bariy xlorid CO_3^{2-} -ioni bilan oq cho'kma hosil qiladi:

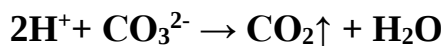


Cho'kma xlorid, nitrat va sirka kislotalarida eriydi.

Reaksiyaning bajarilishi:

2-3 tomchi karbonat eritmasiga 2-3 tomchi BaCl_2 eritmasi qo'shiladi va cho'kma hosil bo'lishi va uning suyultirilgan kislotalarda erishi kuzatiladi.

Kislotalar (HCl , H_2SO_4) karbonatlarni uglerod qo'sh oksidining ajralib chiqishi bilan parchalanadi:



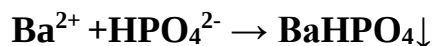
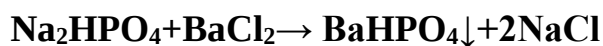
Bureaksiya CO_3^{2-} -anioni aniqlash uchun o'ziga xos (spetsifik) xususiyat bo'lib xisoblanadi.

Reaksiyaning bajarilishi: Ikkitomchi Na_2CO_3 eritmasiga tomchilab suyultirilgan xlorid yoki sulfat kislotasi qo'shiladi. Gazni ajralib chiqishi kuzatiladi

Fosfat PO_4^{3-} ionining reaksiyalari.

PO_4^{3-} - rangsiz ion bo'lib, ortofosfat kislotaning anionidir. U o'rtacha kuchli kislota.

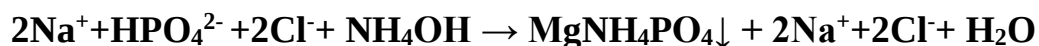
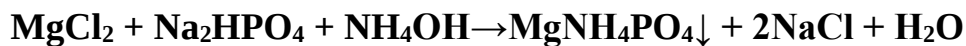
Bariy xlorid fosfatlar bilan oq amorf cho'kma xosil qiladi.



Cho'kma mineral kislotalarda /sulfat kislotadan tashqari/ va sirka kislotasida eriydi.

Reaksiyaning bajarilishi: 2-3 tomchi natriy gidrofosfat eritmasi ustiga 2-3 tomchi bariy xlorid eritmasi qo'shiladi.

Magnezial aralashma (*NH_4Cl , NH_4OH va $MgCl_2$ ni suvli eritmasi*) bilan fosfat ionlari kislotalarda oson eriydigan oq kristall cho'kmasini hosil qiladi:



Reaksiyaning bajarilishi: Natriy gidrofosfatning 2-3 tomchi eritmasiga 2-3 tomchi ammochiy xlorid 2-3 tomchi ammiak eritmasi va 2-3 tomchi magniy eritmasi qo'shiladi. Hosil qilingan cho'k maning tushishi va kislotalarda erishi kuzatiladi.

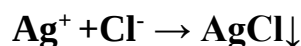
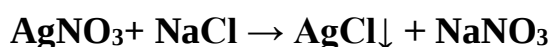
9.2. Ikkinchi analitik guruh anionlari tavsifi

Ikkinchi guruhga xlorid(Cl^-) va yodid (I^-) va boshqa anionlar kiradi. Ularni kumush bilan hosil qilingan tuzlari suvda va suyultirilgan nitrat kislotalarda erimaydi. Ikkinchi guruh anionlari guruh reagenti $AgNO_3$, HNO_3 ishtirokida cho'ktiriladi.

Xlorid (Cl^-) ionining reaksiyalari

Cl^- xlorid kislotasining anionidir, rangsiz. Xlorid, kislota - eng kuchli kislotalardan biri. Uni tuzlari xloridlar deb ataladi. Ko'pincha xloridlar suvda yaxshi eriydi, $AgCl$, Hg_2Cl_2 , $PbCl_2$ dan tashqari.

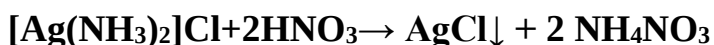
Kumush nitrat xlorid-ionlari bilan kumush xloridining suzmasimon oq cho'kmasini hosil qiladi:



Cho'kma nitrat kislotalarda erimaydi, biroq NH_4OH da kompleksli birikma, hosil qilib oson eriydi:

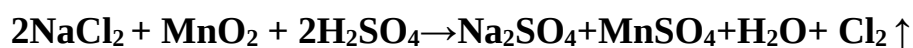


Agar shu eritmaga konsentrlangan nitrat kislota qo'shilsa, cho'kma yana qaytadan ajraladi



Reaksiyaning bajarilishi: 2-3 tomchi natriy xlorid eritmasiga 2-3 tomchi AgNO_3 eritmasidan qo`shiladi. Hosil bo`lgan cho`kma ustiga eriguncha konsentrlangan ammiak eritmasidab qo`shiladi. Hosil qilingan eritmaga konsentrlangan nitrat kislota solib, cho`kma tushishi kuzatiladi.

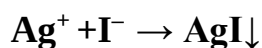
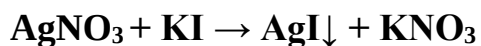
Oksidlovchilar MnO_2 , KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ va boshqalar/ kislotali muhitda xlorid-ionlarini erkin xlordgacha oqsidlaydi:



Reaksiyaning bajarilishi: 2-3 tomchi natriy xlorid eritmasi ustiga ozgina quruq marganets (IV) oksididan qo`shiladi va ustiga ikki tomchi sulfat kislotasidan solib, ehtiyotkorlik bilan qizdiriladi. Ajralib chiqayotgan xlorni rangi va hididak, yoki probirkani orziga tutib turilgan yod-kraxmalli qog`ozni ko`karishidan aniqlash mumkin.

Yodid I^- ionining reaksiyalari

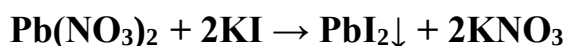
I^- ionlyari rangsiz, vodorod yodid kislotaning anionidir. Bu kislota xlorid kislota kabi kuchli. Yodidlardan kumush, simob, qo`rg`oshin va mis (I) tuzlari suvda qiyin eriydi. Kumum nitrat yodidlardan kumush yodidning och sariq suzmasimon cho`kmasini ajratadi:



Cho`kma nitrat kislotada, ammoniy gidroksidda erimaydi.

Reaksiyaning bajarilishi: 2-3 tomchi kaliy yodid eritmasiga 2-3 tomchi AgNO_3 qo`shiladi. Tushgan cho`kma NH_4OH eritmasida erishi tekshiriladi.

Qo`rg`oshin tuzlari yodidlar eritmasidan qo`r`g`oshin yodidni sariq cho`kma ko`rinishida cho`ktiradi:



Reaksiyaning bajarilishi: 2-3 tomchi kaliy yodid eritmasiga 2-3 tomchi qo`rg`oshin tuzi eritmasidan qo`shiladi. Hosil bo`lgan sariq cho`kmaga – 1 ml suv qo`shiladi va cho`kma to`la eriguncha qizdiriladi. Hosil qilingan eritma sovutiladi va qo`rg`oshin yodidning oltinsimon krisstallari hosil bo`lishi kuzatiladi.

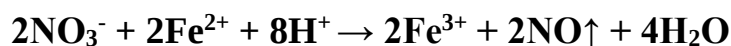
9.3. Uchinchi analitik guruh anionlari tavsifi.

Uchikchi guruhga nitrat kislota anioni NO_3^- ion, sirka kislota anioni CH_3COO^- ion va boshqa ionlar kiradi. Bu anionlarning kumush va bariyli tuzlari suvda eriydi. Bu guruh anionlari uchun guruh reagenti yo'q.

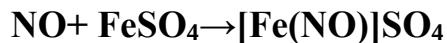
Nitrat-ion NO_3^- reaksiyalari

NO_3^- ion rangsiz, eng kuchli mineral kislotalardan biri nitrat kislota anionidir. Nitrat kislota kuchli oksidlovchi. Barcha nitratlar suvda yaxshi eriydi.

Temir sulfat nitrat kislota bilan oksidlanib azot oksid $\text{NO}\uparrow$ ni ajratadi. Reaksiya konsentrlangan sulfat kislota ishtirokida sodir bo'ladi:

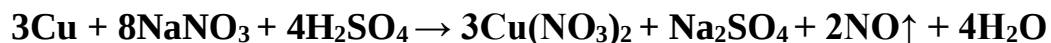


Azot (II) oksid ortiqcha miqdor reaktiv bilan qo'ng'ir rangli beqaror kompleks ionlar FeNO^{2+} hosil qiladi:



Reaksiyaning bajarilishi: Probirkaga 2-3 tomchi NaNO_3 eritmasi tomiziladi, ustiga FeSO_4 ni kichkina kristali solinadi va 5-6 tomchi konsentrlangan sulfat kislota ehtiyotlik bilan probirkaga devoridan qo'shiladi. FeSO_4 kristalli atrofida qo'ngir rangli kompleks birikma hosil bo'ladi.

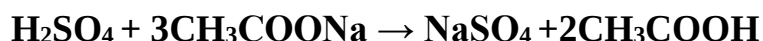
Mis sulfat kislota eritmasi ishtirokida nitrat ion azot /II/ oksidigacha qaytaradi:



Reaksiyaning bajarilishi: 2-3 tomchi natriy nitratning eritmasi ustiga 3-4 tomchi konsentrlangan sulfat kislota, mis metalli parchasi qo'shiladi va suv xammomida qizdiriladi. Ajralib chiqayotgan azot /II/ oksid xavodagi kislorod bilan oksidlanib, azot qo'sh oksidiga aylanadi, u qo'ngir rangga ega bo'lib, oq fonda yashil ko'rinadi.

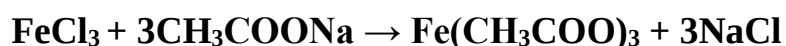
Atsetat-ion CH_3COO^- reaksiyalari

CH_3COO^- ion rangsiz sirka kislota anionidir. Sirka kislota kuchsiz kislota. Sulfat kislota erkin sirka kislotani uning tuzlaridan siqib chiqaradi.



Reaksiyaning bajarilishi: 2-3 tomchinatriy atsetat eritmasi ustiga 2-3 tomchi sulfat kislota qo'shiladi va aralashma biroz suv hammomida qizdiriladi. Sirka kislotani o'ziga hos xididan aniqlanadi.

Temir (III)xlorid sirka kislota tuzlari bilan reaksiyaga kirishib, temir atsetat (choy rangiga o'xshash eritma) hosil qiladi:



Eritma qizdirilganda gidrolizlanish jarayoni sodir bo'lishi natijasida temir gidroksid tuzini qizil-qo'ngir cho'kmasi tushadi:



Reaksiyaning bajarilishi : 2-3 tomchi natriy atsetat eritmasi ustiga 3-4 tomchi temir (III) xlorid eritmasidan qo'shiladi va 5-6 tomchi suv qo'shib aralashma qaynatiladi. Gidroksid tuz cho'kmasi tushadi.

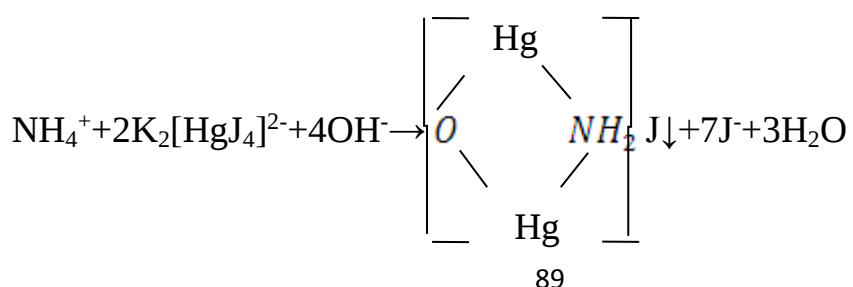
9.4. Quruq holdagi noma'lum tarkibli tuzni taxlil qilish tartibi.

Taxlil uchun suvda yaxshi eriydigan, bitta kation va bitta aniondan tashkil topgan quruq holdagi tuz beriladi. Ushbu tuzdan taxminan 0.5 gr (noxotdek qismi) olib disstillangan suvda eritiladi. Berilgan tuzda NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ba^{+2} , Ca^{+2} kationlaridan biri va SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , Cl^- , I^- , NO_3^- va CH_3COO^- anionlaridan biri bo'lishi mumkin. Tuz eritilgach kation aniqlanadi.

Kationlarni aniqlash izohi.

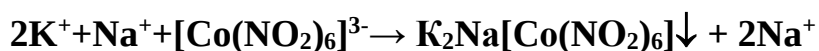
Bunda sistematik analizni o'tkazishga zaruriyat yo'q, chunki kation bitta va ionlarni xech qanday ajratish talab qilanmaydi. U yoki bu kationning borligi, uning uchun eng xarakterli reaksiya bilan tekshiriladi.

Ammoniy kationi borligini tekshirish: Probirkaga bir –ikki tomchi tekshirilayotgan tuz eritmasidan tomiziladi va 3-4 tomchi Nessler reaktivi qo'shiladi.



Qizil-qo'ng'ir rangli cho'kmani tushishi eritmada ammoniy kationining borligini ko'rsatadi, agar qizil-qo'ng'ir cho'kma tushmasa, demak ammoniy kationi yo'q bo'ladi va taljribani davom ettiriladi.

Kaliy kationi borligini tekshirish. Probirkaga 1-2 tomchi tekshiriladigan tuz eritmasidan tomiziladi va 3-4 tomchi kobalt (III) geksanitrit qo'shiladi.



To'q sariq rangli cho'kma tushishi kaliy kationing borligini ko'rsatadi. Agar to'q sariq cho'kma hosil bo'lmasa, demak, kaliy kationi yo'q bo'ladi.

Magniy kationi borligini tekshirish. Probirkaga 1-2 tomchitekshiriladigan tuz eritmasi, 2-3 tomchi ammoniy gidroksidi 3 tomchi ammoniy xlorid va 3-4 tomchi natriy gidrofosfat eritmasidan tomiziladi.



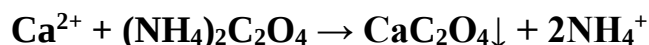
Oq kristal cho'kmaning tushishi magniy kationi borligini ko'rsatadi. Agar oq kristal cho'kma hosil bo'lmasa, demak magniy kationi yo'q bo'ladi.

Bariy kationi borligini teshirish. Probirkaga 1-2 tomchi tekshiriladigan tuz eritmasidan tomiziladi ustiga 1-2 tomchi sirka atsetat tuzidan va 2-3 tomchi kaliy dixromat eritmasidan quyiladi.



Ochiq sariq (limon) rangli cho'kmani tushishi bariy kationining .borligini ko'rsatadi, agar och sariq rangli cho'kma hosil bo'lmasa, demak bariy kationi yo'q bo'ladi.

Kalsiy kationi borligini tekshirish. Probirkaga 1-2 tomchi tekshiriladigan tuz eritmasidan tomiziladi va 2-3 tomchi ammoniy oksalat eritmasidan qo'shiladi.



Oq mayda kristall cho'kmani tushishi kalsiy kationi borligini ko'rsatadi, agar cho'kma hosil bo'lmasa, demak kalsiy kationi yo'q bo'ladi.

Qandaydir kationning borligiga ishonch hosil qilgach, kation taxlili t'oxatiladi, chunki analiz uchun bitta kationga ega bo'lgan individual modda beriladi.

9.5. Anionlarni aniqlash izohi

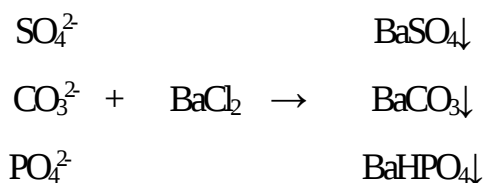
Birinchi navbatda anionlar guruhini aniqlash kerak. Buning uchun quyidagi tekshirishlar o'tkaziladi. Probirkaga 2-3 tomchi tekshiriladigan tuz eritmasidan solinadani 3-4 tomchi bariy xlorid qo'shiladi. Oq cho'kma tushishi birinchi guruh anionlari borligini bildiradi.

Agar bariy xlorid cho'kma bermasa, u holda ikkinchi guruh anionlarining borligi tekshiriladi. Buning uchun 2-3 tomchi tekshiriladigan tuz eritmasi ustiga suyultirilgan nitrat kislotaning ikki tomchisi bilan 3-4 tomchi kumush nitrat eritmasi qo'shildi. Cho'kmaning hosil bo'lishi ikkinchi guruh anionlarining borligini ko'rsatadi.

Agar cho'kmana bariy xlorid bilan, na kumush nitrat bilan hosil bo'lmasa, unda aniqlanadigan anion uchinchi guruhga tegishli bo'ladi.

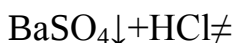
Anion qaysiguruhga tegishli ekanligini topib, so'ngra shu guruhning qaysi anioni ekanligi aniqlanadi.

Agar teskirladigan tuz eritmasi BaCl_2 bilan cho'kma bersa, demak I guruh anionlari, ya'ni SO_4^{2-} , yoki CO_3^{2-} bo'lishi mumkin.



Mana shu reaksiysalar asosida ularning qaysi biri ekanligini aniqlash uchun hosil bo'lgan cho'kmaga xlorid kislota ta'sir ettiramiz, bunda,

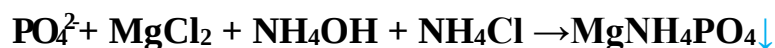
agar SO_4^{2-} anioni bo'lsa, cho'kma erimaydi:



agar CO_3^{2-} anioni bo'lsa, cho'kma gaz ajralishi bilan eriydi:



agar PO_4^{2-} anioni bo'lsa, cho'kma eriydi. PO_4^{2-} anioniga xarakterli bo'lgan quyidagi reaksiyani qilib tekshirishimiz mumkin. Buning uchun tekshiriladigan tuz eritmasidan probirkaga 1-2 tomchi tomizib, ustiga 2-3 tomchi ammoniy xlorid, 2-3 tomchi ammoniy gidroksid va 3-4 tomchi magniy xlorid eritmasidan qo'shamiz.



Agar oq kristall cho'kma hosil bo'lsa PO_4^{2-} anioni bor bo'ladi.

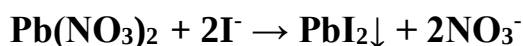
Tekshiriladigan tuz eritmasi II guruh anionlarini guruh reaktivi kumush nitrat bilan suyultirilgan nitrat kislotasi ishtirokida cho'kma bersa, demak Cl^- anioni, yoki J^- anioni bor ekanligi ma'lum bo'ladi.



Agar hosil bo'lgan cho'kmani rangi oq bo'lsa Cl^- anioni bor bo'ladi va cho'kma ammoniy gidroksid eritmasida erib ketadi:

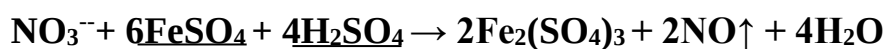


Agar hosil bo'lgan cho'kmani rangi och sariq bo'lsa, J^- anioni bor bo'ladi va cho'kma ammoniy gidroksidda erimaydi. J^- anioni ekanligi tekshirish uchun quyidagi xarakterli reaksiyani bajarish mumkin. Buning uchun teshiriladigan tuz eritmasidan probirkaga 1-2 tomchi solib, ustiga qo'rg'oshin tuzidan 2-3 tomchi qo'shib, hosil bo'lgan sariq cho'kmani qaynoq suvda eritib, so'ngra sovitsak hosil bo'lgan oltinsimon tangachalar J^- anioni borligini bildiradi.



Uchinchi guruh anionlarini guruh reaktivi yo'q bo'lganligi uchun har bir anion o'ziga xos bo'lgan (xarakterli) reaksiya bilan tekshiriladi.

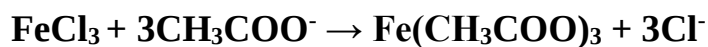
NO_3^- anioni borligini aniqlash. Probirkaga tekshirilayotgan tuz eritmasidan bir – ikki tomchi solib, ustiga 2-3 dona quruq temir sulfatdan va probirka devoridan ehtiyotkorlik bilan 3-4 tomnchi konsentrlangan sulfat kislotasidan qo'shamiz.



Quruq tuz konsentrlangan

Hosil bo'lgan qo'ng'ir xalqa, NO_3^- anioni borligini bildiradi.

CH_3COO^- anioni borligini aniqlash. Probirkaga tekshirilayotgan tuz eritmasidan 1-2 tomchi solib, ustiga 3-4 tomchi temir (III) xloriddan qo'shamiz:



pushti rangli eritmani hosil bo'lishi CH_3COO^- anioni borligini bildiradi.

Anion va kationlarni qaysi biri mavjud ekanligi aniqlangach, berilgan noma'lum tarkibli tuzni taxlili haqida xulosa qilish mumkin.

Mavzularni chuqur o'zlashtirish va nazorat qilish uchun savollar

1. Birinchi guruh anionlariga misol keltiring.
2. Agar birinchi guruh anionlarini cho'kmasi xlorid kislotada erimasa, qanday anion bor?
3. Agar BaCl_2 ta'sir etganda oq cho'kma hosil bo'lsa va u xlorid kislotada gaz ajralib erisa, qanday anion borligini ko'rsatadi?
4. Qanday modda birinchi guruh anionlari uchun guruh reaktivi xisoblanadi?
5. Qaysi anionlar ikkinchi guruh anionlariga kiradi?
6. Qanday reaksiya bilan sulfat anionini topish mumkin?
7. Qanday modda ikkinchi guruh anionlari uchun guruh reaktivi xisoblanadi?
8. Ikkinchi guruh anionlarining borligini qanday topish mumkin?
9. $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, SO_4^{2-} , CO_3^{2-} anion cho'ktiruvchilardan qaysi biri kalsiy ionini bir xil sharoitda to'liqroq cho'ktirishiga imkon beradi? Eruvchanlik ko'paytmasini qiymatini bu birikmalar uchun toping.
10. AgNO_3 ta'sir ettirilganda sariq cho'kma hosil bo'lsa, qanday anion bor bo'ladi? ta'sir ettirilganda suyultirilgan nitrat kislotada erimaydigan och sariq cho'kma tushadi.
11. Eritmada qaysi anion bor va uni qanday tekshirish mumkin?
12. Qaysi reaksiya I anioni uchun eng xarakterli? AgCl cho'kmasi qanday eritmada eritdi?

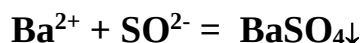
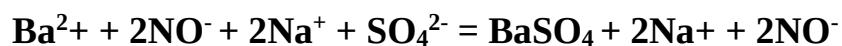
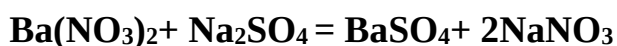
10-606. GETEROGEN SISTEMALARDA MUVOZANAT. ERUVCHANLIK KO'PAYTMASI



Tabiatda mutlaq erimaydigan modda bo'lmaydi. Cho'kma hosil bo'lishi bilan qaytar ravisda sodir bo'luvchi erish jarayoni boradi. Ba'zan reaksiyada ishtirok etadigan moddalar turli agregat xolatda, yani sistema geterogen bo'lishi mumkin. Masalan, sistemada gazlar bilan bir vaqtda suyuqlik va qattiq xoldagi modda mavjud bo'lsin. Bu vaqtdareaksiya gaz fazasida boradi, yani: suyuq va qattiq moddalarning bug'larigina reaksiyaga kirishadi. Tabiatda mutlaq erimaydigan modda bo'lmaydi. Cho'kma hosil bo'lishi bilan qaytar ravisda sodir bo'luvchi erish jarayoni boradi. Ba'zan reaksiyada ishtirok etadigan moddalar turli agregat xolatda, yani sistema geterogen bo'lishi mumkin. Masalan, sistemada gazlar bilan bir vaqtda suyuqlik va qattiq xoldagi modda mavjud bo'lsin. Bu vaqtdareaksiya gaz fazasida boradi, yani: suyuq va qattiq moddalarning bug'larigina reaksiyaga kirishadi.

Cho'kma va to'yingan eritma har xil faza, ya'ni geterogen sistemadan iborat.

Eritmalarda boradigan ko'pgina analitik reaksiyalar cho'kma hosil bo'lishi bilan tugallanadi. Shu boisdan cho'kmalarning cho'kish va erish jarayonlarini qonularini bilishimiz zarur. Moddaning cho'kma ko'rinishida ajralib chiqishi moddalarni kimyoviy analiz qilishni asosiy usullaridan biridir. Odatda, cho'kma ion almashinish reaksiyasi natijasida hosil bo'ladi. Eritmadan qattiq fazani ajralib chiqishi va cho'kmanivujudga kelishi **cho'ktirish** deyiladi. Masalan, sulfat ionini bariy sulfat ko'rinishida cho'ktirish:



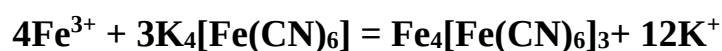
Moddaning xossasi va cho'ktirish sharoiti (harorat, konsentratsiya, pH muhit va boshqalar) ga qarab cho'kmalar har xil ko'rinishda bo'ladi: misol uchun

pag'a-pag'a $\text{Al}(\text{OH})_3$, iviq (H_2SiO_3), donador (PbSO_4), kristall (BaSO_4), suzmasimon (AgCl) va boshqalar.

Kristall tuzilishli cho'kmalar ma'lum kristall shaklida bo'lib, hajmi kichik, tez cho'kadi, oson filtrlanadi va yuviladi. Amorf cho'kmalar esa pag'a-pag'a (yoki iviq), hajmi katta, sekin cho'kadi, qiyin filtrlanadi va yuviladi.

Kimyoviy analizda cho'ktirish usulidan quyidagi maqsadlarda foydalaniladi:

- tekshiriladigan eritmadan to'g'ridan- to'g'ri ayrim ionlarni ochishda, Masalan: Fe^{3+} , Ba^{2+} , Cl^- ionlari aralashmasiga $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ta'sir ettirilganda, o'ziga xos **berlin lazuri** cho'kmasining hosil bo'lishi va hokazo:



Ushbu reaksiyani amalga oshirish bilan kation va anionlarni ajratishda; xalaqit beradigan ionlarni yo'qotishda; aralashmadan ayrim ionlarni ajratib konsentrlashda; aralashmadan ayrim komponentlar miqdorini aniqlashda (tortma analiz) foydalaniladi.

- - Kalsiy karbonatning termik dissotsilanishi:



Demak, xar qaysi temperaturauchun P_{CO_2} kattaligi turg'un qiymat bo'lib, u sistemadagi kalsiy karbonat va oxakning miqdoriga bog'liq emas.

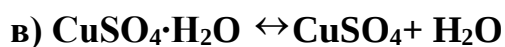
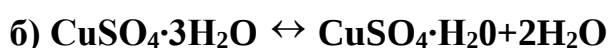
Bu vaqtdagi muvozanat bosimi moddaning dissotsilanish bosimi deyiladi.

Ana shunday, yani maxsulotlardan biri gazsimon modda bo'lgan reaksiyalar ko'p uchraydi. Kristallogidrat, ammiyak, ba'zi bir oksidlar, sulfidlar vaxokazolarning dissotsialanishi bunga misol bo'ladi. Agar reaksiya maxsulotlari dastlabki moddalar bilan suyuq yoki qattiq eritma xosil qilmasa, dissotsilanis bosimi faqat temperaturaga bog'liq bo'lib, sistemadagi kondensatlangan moddalar miqdoriga bog'liq bo'lmaydi. Lekin moddalarning tuzilishiga –kristal shakliga, sirtining tabiyatiga xam bog'liq bo'ladi.

Suv isitilganda qaynash jarayonini ko'z oldimizga keltirsak, suv isitilgan sari uning bug'lanishi kuchayadi, bug' bosimi esa oshadi. $373,16^\circ\text{K}$ (100°C) dan pastda suv-bug'I muvozanatda bo'ladi, suv to'la bug'lanmaydi. $373,16^\circ\text{K}$ da suvning bug' bosimi atmosfera bosimiga tenglashadi va suv qaynay boshlaydi va shu temperatura

(qaynash temperaturasi) suv to'liq bug'ga aylanadi. Xuddi shu hol CaCO_3 da ham sodir bo'ladi.

Dissotsilanishning borishi uchun moddaning dissotsilanish bosimi qiymati atmosfera bosimidan kam bo'lmashi shart. Masalan, CaCO_3 parchalanganda P_{CO_2} qiymati 880°C dagina atmosfera bosimiga etadi. Demak, 880°C dan past temperaturada CaCO_3 to'liq parchalanmaydi. Agar biror, geterogen reaksiya ma'lum temperature va bosim ma'lum temperature va bosimda o'z-o'zicha borsa, bu jarayon dastlabki moddalardan bittasi to'liq tugaguncha davom etadi. Shunga ko'ra, jarayon bir qancha bosqichda borsa, u dissotsilanish-bosqichlarini bosib o'tadi. Masalan, mis (II)-sulfatning $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ kristallogidratlari mavjud. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ning suvsizlanishi birin –ketin o'tadigan quyidagi bosqichlardan iborat:



Bujarayon 50°C da olib boriladi (suv bug'i uzluksiz ravishda reaksiya zonasidan uzoqlashtirib turiladi) P –uch diskret qiymatida boradi.

Moddalar namunasini taxlil qilish jarayonida anchagina murakkab bo'lgan geterogen (ko'p jinsli) sistemalar bilan ham ish olib borishga to'g'ri keladi. Masalan, moddaning to'yingan eritmasi va uning shu eritmada cho'kmasidan iborat sistema, bir-biri bilan aralashmaydigan ikki suyuqlik, suyuqlik va u bilan muvozanatda turgan gaz. Geterogen sistemalarni bir-biri bilan chegara sirtlar bilan ajraladigan ayrim qatlamlar **faza** deb ataladi. Fazalar sistemaning boshqa qismlaridan o'zining kimyoviy termodinamik va boshqa xossalari bilan ajralib turadi. To'yingan eritma va undagi cho'kma geterogen sistemaning fazalaridir. Taxlil jarayonida o'tkaziladigan cho'ktirish reaksiyalarida ana shunday geterogen sistemalar bilan ish ko'riladi, shuning uchun ham ularni o'rganish analitik kimyo uchun nihoyatda muhimdir.

Birorta qiyin eriydigan tuz, masalan AgCl suvga solingan bo'lsin. Bu tuzning kristallarini vujudga keltirgan Ag^+ va Cl^- ionlarni yaqin turgan suv disollari tominidan

tortiladi va asta-sekin krisstal sirtidan ajralib, ionlar gidrati holida eritmaga o'ta boshlaydi. Lekin ana shu erish jarayoni bilan bir qatorda, unga teskari bo'lgan jarayon eritmada AgCl ning cho'kish jarayoni ham sodir bo'ladi. Negaki, hodsil bo'lgan Ag^+ va Cl^- ionlarining gidratlari o'z xarorati tufayli AgCl krisstallari bilan to'qnashadi va krisstal panjarasini qarama-qarshi zaryadlangan ionlarni tomonidan tortilib, ba'zan gidratsizlanadi va gidratsizlangan ionlar krisstallari sirtiga qaytadan cho'kadi.

Muvozanat boshlangandan so'ng eritmada Ag^+ va Cl^- ionlarining ko'payishi, shuningdek qattiq faza miqdorining kamayishi ham to'xtaydi va to'yingan eritma hosil bo'ladi. Demak, qattiq faza bilan dinamik muvozanatda bo'lgan eritmaga **to'yingan eritma** deyiladi.

Bu muvozanatni boshqaruvchi umumiy qonunni keltirib chiqarish uchun Ag^+ va Cl^- ionlarining eritmaga o'tish jarayoni tezligini va ularning AgCl krisstallari sirtiga cho'kish jarayoni tezligini ϑ_2 bilan belgilaymiz.

Tezlik ϑ_1 (ya'ni qattiq fazaning sirt birligidan, vaqt birligida eritmaga)

Ag^+ va Cl^- ionlarni soniga proporsionaldir. Vaqt o'tishi bilan ionlarining bu soni o'zgarmaydi deb qabul qilish mumkin.

Demak, erish tezligini o'zgarmas temperaturada doimiy deb hisoblash mumkin:

$$\vartheta_1 = k_1 \cdot P$$

bu yerda, k_1 - o'zgarmas temperaturada doimiy miqdor;

P – cho'kmaning eritmaga tegib turgan sirti.

Qaytar jarayon, ya'ni Ag^+ va Cl^- ionlarining cho'kmadagi sirti bilan to'qnashish soniga bog'liq. Oxirgi kattalik ionlarining eritmada konsentratsiyasiga to'g'ri proporsional ravishda o'zgaradi.

Demak,

$$\vartheta_2 = k_2 \cdot [\text{Ag}^+] \cdot [\text{Cl}^-] \cdot P$$

bu yerda, P —cho'kma sirti

K_2 -o'zgarmas xaroratda doimiy miqdor;

To'yingan eritmada muvozanat qaror topgani uchun, ularning qiymati qo'yilsa:

$$K_2 \cdot [\text{Ag}^+] \cdot [\text{Cl}^-] \cdot P = k_1 \cdot P$$

yoki

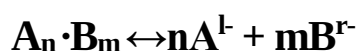
$$[Ag^+] \cdot [Cl^-] = \frac{k_1}{k_2}$$

Ikki o'zgarmas doimiy qiymatlarning nisbati K_1/K_2 ham o'zgarmas kattalikdir, uni EK (eruvchanlik ko'paytmasi) bilan belgilaymiz.

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

EK qiymati tuzning eruvchanligini xarakterlaydi. Qiyin eruchan elektrolitning to'yingan eritmasidagi ionlar konsentratsiyasining ko'paytmasi o'zgarmas haroratda o'zgarmas miqdor deb, *eruchanlik ko'paytmasi* deyiladi. EK ning qiymati xfr xil moddalar uchun turlichadir. Masalan $EK_{CaCO_3} = 4,8 \cdot 10^{-9}$, $EK_{AgCl} = 1,56 \cdot 10^{-10}$, o'ladi.

Agar kam eruvchan elektrolitning tarkibi $A_n B_m$ formulaga muvofiq kelsa uning elektrolitik dissotsiatsiyanish tenglamasi quyidagicha ifodalanadi:



Bu erda: nA^{l+} va mB^{r-} qattiq fazani, ya'ni cho'kmani erib ionlarga ajralgan kation va anionni l^+ va r^- hosil bo'lgan kation va anionni zaryadini ifodalaydi va u 1,2,3,4 va hokazo bo'lishi mumkin.

Muvozonat vaqtida yuqorida yozilgan tenglama ham massalar ta'siri qonuniga bo'ysunadi va u o'zgarmas haroratda shunday ifodalanadi:

$$K = \frac{[A^{l+}]^n \cdot [B^{r-}]^m}{[A_n \cdot B_m]}$$

yoki, cho'kmasini $|A_n \cdot B_m|$ - konsentratsiyasini doimiy deb qabul qilinsa, unda:

$$K = |A_n \cdot B_m| = |A^{l+}|^n \cdot |B^{r-}|^m.$$

Bu erda, K - konsentratsiyali muvozanat konstantasi.

$$K|A_n \cdot B_m| = EK_{A_n \cdot B_m} = const$$

$EK_{A_n \cdot B_m}$ cho'kmani eruvchan ko'paytmasi.

Masalan, $Ba_3(PO_4)_2$ qiyineriydigan cho'kma uchun

$$EK_{Ba_3(PO_4)_2} = [Ba^{2+}]^3 \cdot [PO_4^{3-}]^2$$

Moddaning eruvchanlik ko'paytmasi -eruvchi moddaning tabiatiga, haroratiga va

erituvchiga bog'liq bo'ladi, agar moddaning eruvchanligi ma'lum bolsa, undan foydalanib EK ning qiymatini xisoblash mumkin. Aksincha EK ning qiymatidan foydalanib moddaning eruvchanligini (bir litr eritmadagi molekullar yoki grammlar sonini) ko'rib chiqamiz:

1 misol.

$PbCl_2$ to'yingan eritmasining 1 litrida $25^\circ C$ da 11 gr $PbCl_2$ borligi ma'lum,

uning EK_{PbCl_2} ni xisoblang.

Yechish. 1 g-mol $PbCl_2$ -278 ga teng eruvchanligi bilan ifodalansa $11:273 = 0,039$ yoki quyidagi tenglama bo'yicha dissotsiatsiyanadi: $PbCl_2 \leftrightarrow + 2Cl^-$

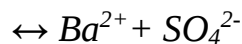
Eritmadagi $PbCl_2$ tuzi ionlar holatida bo'ladigan konsentratsiyasi:

$$[Pb^{2+}] = 3,9 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l} \quad [Cl^-] = 7,8 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l}$$

$$EK_{PbCl_2} = [Pb^{2+}] \cdot [Cl^-]^2 = 3,9 \cdot 10^{-2} / 7,8 \cdot 10^{-2} == 237,9 \cdot 10^{-6} = 2,4 \cdot 10^{-4} \text{ gat eng bo'ladi.}$$

2-misol. Xona haroratida $EK_{BaSO_4} = 1,1 \cdot 10^{-10}$ ga teng bo'lsa, eritmaning eruvchanligini xisoblang.

Yechish. Moddaning mol/l bilan ifodalanagan izlanayotgan eruvchanligini X bilan belgilaymiz. $BaSO_4$ tuzining X molekuli eritmada har biri X mol/l Ba^{2+} va X mol/l SO_4^{2-} ionlariga dissotsiatsiyanadi,



$$\text{Demak, } [Ba^{2+}] = X \text{ mol/l} \quad [SO_4^{2-}] = X \text{ mol/l}$$

$$EK_{BaSO_4} = [Ba^{2+}][SO_4^{2-}] = X \cdot X = X^2 = 1,1 \cdot 10^{-10}$$

$$X = \sqrt{1,1 \cdot 10^{-10}} = 1,05 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}$$

$BaSO_4$ tuzining grammlarda ifodalanagan eruvchanligi quyidagicha topiladi:

$$1 \text{ mol } BaSO_4 \text{ tuzi} = 233,4 \text{ g keladi}$$

$$1,05 \cdot 10^{-5} BaSO_4 \text{ tuzi} - X \text{ g keladi}$$

$$X = \frac{233,4 \cdot 1,05 \cdot 10^{-5}}{1} = 2,45 \cdot 10^{-3} \text{ g/l gat eng bo'ladi}$$

3-misol. 25° da to'yingan eritmasining 1 litrida $1,86 \cdot 10^{-3}$ g tuz bor.

EK_{AgCl} ni xisoblang.

Yechish. Avval $AgCl$ ning to'yingan eritmasi molyar konsentratsiyasini topamiz. $AgCl$ ning massalar og'irligi -143,3 ga tengligini e'tiborga olib:

$$C_{AgCl} = \frac{1,86}{143,3} = 1,9 \cdot 10^{-5} M \text{ ni hosil qilamiz.}$$

Har bir g-mol $-AgCl$ eriganda 1 g-ion Ag^+ va 1 g-ion Cl^- hosil bo'lgani uchun $AgCl$ ning to'yingan eritmasida bu-ionlarning konsentratsiyasi ham bunday bo'ladi.

Demak,

$$EK_{AgCl} = [Ag^+] \cdot [Cl^-] = (1,3 \cdot 10^{-5}) \cdot (1,3 \cdot 10^{-5}) = 1,78 \cdot 10^{-10} = EK_{AgCl}$$

10.1. Cho'kma hosil bo'lishi va uning erishi bilan EK orasidagi bog'lanish.

Eruvchanlik qoidasiga muvofiq berilgan qiyin eriydigan elektrolit ionlari konsentratsiyalarini ko'paytmasi "ionlar ko'paytmasi" berilgan xaroratda eruvchanlik ko'paytmasiga teng vaqtdagina eritma shu elektrolitga nisbatan *to'yingan* bo'ladi.

Ionlar ko'paytmasi eruvchanlik ko'paytmasidan kam bo'lsa, *eritma to'yinmagan* bo'ladi. Aksincha ionlar ko'paytmasi eruvchanlik ko'paytmasidan ortiq bo'lsa, eritma o'ta to'yingan bo'ladi va bunday eritmadan erigan moddaning bir qismi vaqt o'tishi bilan qattiq faza holida ajraladi, yani cho'kadi. Xaqiqatdan ham elektrolitning ionlar konsentratsiyasini oshirish bilan shu elektrolit ionlarining qattiq faza sirtiga cho'kish tezligini oshiramiz. Ionlar ko'paytmasining eruvchanlik ko'paytmasining qiymatiga tenglashganda har ikkala tezlik – erish va cho'kish tezliklari tenglashadi.

Agar ionlar ko'paytmasining qiymati yanada ko'proq ortib, eruvchanlik ko'paytmasi qiymatidan oshib ketsa, u xolda cho'kish jarayoning tezligi, erish jarayoni tezligidan ortib ketadi va eritmadan cho'kma ajralishi kerak bo'ladi. Shunday qilib, $AgCl$ uchun quyidagini yozish mumkin:

$$a) \text{ to'yinmagan eritmada } [Ag^+] \cdot [Cl^-] < EK_{AgCl}$$

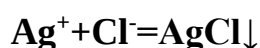
$$b) \text{ to'yingan eritmada } [Ag^+] \cdot [Cl^-] = EK_{AgCl}$$

$$c) \text{ o'ta to'yingan eritmada } [Ag^+] \cdot [Cl^-] > EK_{AgCl}$$

Biror eritmaning to'yinmagan eritmasini to'yingan va xatto o'tato'yingan eritmaga aylantirish mumkin. Buning uchun unga tarkibida. Shu eritmadagi biror ion bilan bir ismli ion bor elektrolit kerak. Xaqiqatdan, agar AgCl ning to'yinmagan eritmasiga oz-ozdan HCl yoki KCl qo'shsak, dastlab 25°C da $EK=1,78 \cdot 10^{-10}$ dan kam bo'lgan ionlar ko'paytmasi asta-sekin unga tenglashadi va nihoyat, undan ortib ketadi. Shunga muvofiq to'yinmagan eritma to'yingan eritmaga va o'ta to'yingan eritmaga aylanadi.

Gomogen, ya'ni bir jinsli sistemadan iborat elektrolitlar eritmasidagi ionlar muvozanatiga doir misollarni ko'rib chiqqan edik. Moddalarni analiz qilish anchagina murakkab bo'lgan geterogen (ko'p jinsli) sistemalar bilan ham ish olib borishga to'g'ri keladi. Geterogen sistemani alohida qismlari fazalar deyiladi - qattiq faza (cho'kma), suyuq faza (eritma), gaz faza va h.k.

“Cho'kma - to'yingan eritma” sistemani quyidagi reaksiya misolida ko'rib chiqamiz:



Hamma Ag^+ va Cl^- ionlari to'liq cho'kmaga tushmaydi, faqat bir-biri bilan to'qnashib, molekula hosil qiladigan ionlar cho'kmaga tushadi. Shu vaqtning o'zida suvning dipol molekulalari manfiy polyusi bilan kristall ichida Ag^+ ionlari bilan, musbat polyusi bilan esa Cl^- ionlari bilan bog'lanadi, ya'ni ionlar gidratlanib eritmaga o'tadilar. Eritmadabu ionlar qaytadan uchrashib molekula hosil qiladilar (degidratlanadilar). qattiq faza (cho'kma) va eritma o'rtasida dinamik muvozanat vujudga keladi. Eritmada qolgan Ag^+ va Cl^- ionlarining ko'paytmasi o'zgarmas haroratda doimiy son bo'lib eruvchanlik ko'paytmasi deyiladi va “EK” deb belgilanadi.

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

Agar binar ionlar bo'lsa, ya'ni agar eritma bir ismli kation va bir ismli anionlardan iborat bo'lsa, bizning misolimizda Ag^+ va Cl^- ionlari bo'lsa, ularning konsentratsiyalarining qiymati eruvchanlik deyiladi va quyidagi formuladan topiladi:

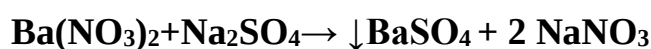
$$E = [Ag^+] = [Cl^-] = \sqrt{EK_{AgCl}}$$

Eruvchanlik qiymatiga qarab cho'kma tushadimi yoki yo'qmi bilish mumkin. Agar eritmadagi ionlarning konsentratsiyasi eruvchanlik qiymatidan katta bo'lsa, sistemada cho'kma hosil bo'ladi.

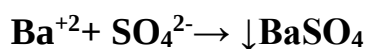
Agar ionlarning konsentratsiyasi eruvchanlik qiymatidan kichik bo'lsa, cho'kma tushmaydi. Eruvchanlik ko'paytmasi qiymati jadvalda berilgan bo'lib, undan eruvchanlik qiymati hisoblanadi va konsentratsiyani oldindan bilgan holda cho'kma tushadimi yoki yo'qmi bilish mumkin.

Eruvchan sulfatlar yoki sulfat kislotalar bilan o'tkaziladigan reaksiya.

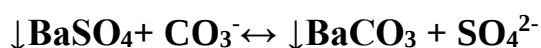
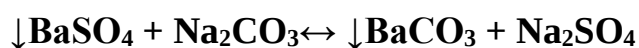
Ba^{+2} ionlari va SO_4^{2-} anionlari ishtirokida oq cho'kma BaSO_4 hosil bo'ladi.



yoki



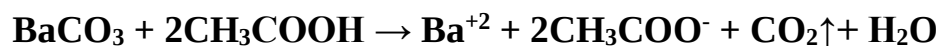
BaSO_4 cho'kmasi kislotalarda (HCl , H_2SO_4 , HNO_3) erimaydi. Ba'zan analiz qilinyotgan eritmada BaSO_4 ning cho'kma holida bo'lishi, analizni qiyinlashtiradi. Buning uchun avvalo sistemada cho'kmasini ajratib olib, keyin uni suvda eruvchan holatga o'tkaziladi. Ana shu usulda cho'kma ustiga Na_2CO_3 tuzining to'yingan ertmasidan quyiladi va aralashma qizdiriladi:



Jarayon qaytar bo'lganligi uchun cho'kma ustidagi eritmani bir necha marta yangilash kerak (ya'ni Na_2SO_4 reaksiya muxitidan yo'qotilsa muvozanat o'ngga siljiydi. Hosil qilingan BaCO_3 cho'kmasini CH_3COOH da eritish mumkin.



yoqi



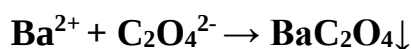
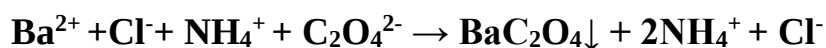
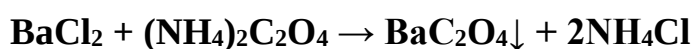
Bariy sulfatni BaCO_3 ga aylatirishni quruq usulda ham amalga oshirish mumkin. BaSO_4 ga 5-6 xissa ko'p miqdordagi Na_2CO_3 va K_2CO_3 tuzlari aralashmasi bilan tigelda suyuqlantiriladi, so'ngra aralashma sovutiladi, suvda yuviladi.

Bunda hosil bo'lgan Na_2SO_4 va K_2SO_4 ortiqcha miqdordagi Na_2CO_3 va K_2CO_3 bilan birgalikda suvda erib ketadi, BaCO_3 esa cho'kmadaqoladi. Cho'kma eritmadan ajratiladi suv bilan yuviladi va CH_3COOH da eritiladi.

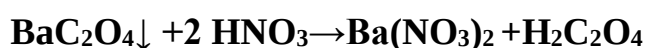
Reaksiyaning bajarilishi. Bariy tuzlarining 2-3 tomchi eritmasiga 2-3 tomchi sulfat kislota (yoqi eruvchan sulfat Na_2SO_4 K_2SO_4 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ tuzlaridan birortasi) eritmasi qo'shiladi.

Reaksiya natijasida oq cho'kma hosil bo'ladi.

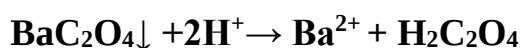
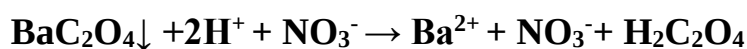
Ammoniy oqsalyat bilan o'tkaziladigan reaksiya. Ammoniy oqsalat tuzi bariy ionlari bilan oq cho'kma hosil qiladi:



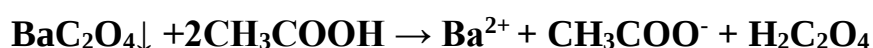
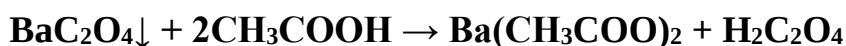
Cho'kma HCl va HNO_3 kislotalarda eriydi:



yoqi

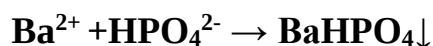
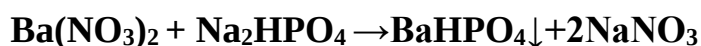


Qizdirilganda esa konsentrlangan sirka kislotasida ham eriydi:

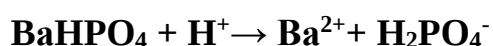


Reaksiyaning bajarilishi. Bariy tuzining 2-3 tomchi eritmasiga 2-3 tomchi ammoniy oqsalar qo'shiladi. Natijada BaC_2O_4 bariy oqsalat oq cho'kmasi hosil bo'ladi.

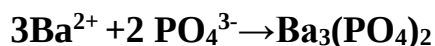
Natriy gidrofosfat bilan bo'ladigan reaksiya. Na_2HPO_4 Ba^{2+} ionlari bilan oq krisstal cho'kma BaHPO_4 hosil qiladi:



Bariy gidrofosfat BaHPO_4 cho'kmasi mineral (HCl va HNO_3) kislotalarda, qizdirilganda esa sirka kislotalarda eriydi: kam dissotsiyalanadigan H_2PO_4^- ionlarining hosil bo'lishi bilan tushuntiriladi.



Natriy gidrofosfat tuzi $\text{Na}_2\text{HPO}_4\text{Ca}^{+2}$ va Sr^{+2} ionlari bilan ham oq cho'kma CaHPO_4 va SrHPO_4 hosil qiladi. Ular ham kislotalarda eriydi. Agar reaksiya ishqoriy yoki ammiak ishtirokida olib borilsa, H_2PO_4^- ionlari PO_4^{3-} ga aylanadi va o'rta tuz cho'kmaga tushadi.



Cho'kmaga kislotalarning ta'siri BaHPO_4 ta'siri kabi.

Reaksiyaning bajarilishi. Bariy tuzining 2-3 tomchi eritmasiga 2-3 tomchi Na_2HPO_4 eritmasidan qo'shiladi. Oq kristal cho'kma hosil bo'ladi BaHPO_4 – gidrofosfat bariy.

Alangani rangga kirishi. Bariyning o'yuvchan tuzlari BaCl_2 , $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ gorenin rangsiz alangasini sarg'ish yashil tusga kiritadi.

Cho'kma va to'yingan eritma har xil faza, ya'ni geterogen sistemadan iborat.

10.2. Tuzlarning gidrolizlanishi

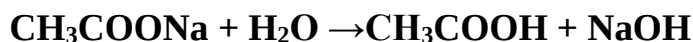
Moddalarning suvda erishi ko'pincha kimyoviy ta'sirlanish bilan o'tadi.

Gidroliz deb - erigan tuz ionlarini suvning H^+ va OH^- ionlari bilan ta'siriga aytiladi.. Suv kuchsiz elektrolit bo'lib, H^+ va OH^- ionlariga dissotsiyanadi:



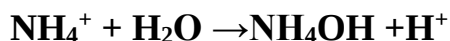
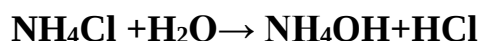
Ayrim tuzlar suvda eritilganda eruvchi tuzning ionlari suvning H^+ va OH^- ionlari bilan o'zaro ta'sir qiladi. Tuzlar gidrolizi analizda muhim o'rin tutadi, chunki reaksiyaga kirishuvchi moddalar gidroliz hisobiga muhit pHni keskin o'zgartiradilar. Har bir tuzni kislota va asosdan xosil bo'lgan, deb tasavvur qilinsa u xolda kislota va asoslar kuchli va kuchsiz elektrolitlar bo'lishi mumkin. Demak, tuzlarni shu belgi bo'yicha to'rtta turga bo'lish mumkin:

- 1) Kuchli asos va kuchsiz kislotalardan hosil bo'lgan tuzlar gidrolizi, masalan,



Bunda 0.1N CH_3COONa gidrolizlanganda $\text{pH}=8.88$ ga teng bo'ladi, ya'ni muhit kuchsiz ishqoriy bo'ladi.

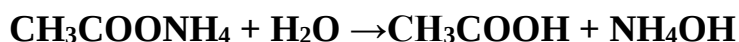
- 2) Kuchli kislota va kuchsiz asosdan hosil bo'lgan tuzlar gidrolizi, masalan,



Bunda 0.1N NH_4Cl gidrolizlanganda $\text{pH}=5.12$ ga teng bo'ladi, ya'ni muhit kuchsiz kislotali bo'ladi.

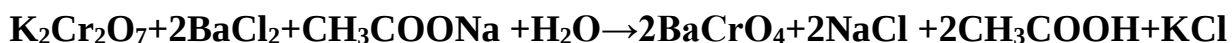
3) Kuchsiz kislota va kuchsiz asosdan hosil bo'lgan tuzlar gidrolizi.

Ushbu holatlarda sodir bo'luvchi jarayonlarda H^+ va OH^- ionlari ham dissotsilanadigan birikmaga bog'lanadi, yani



Bu holda muhit neytral ko'rinishli qiymatga ega bo'ladi.

Ko'p hollarda gidroliz cho'kmani erita oladigan H^+ ionlarini bog'lash uchun qo'llaniladi, masalan,



Reaksiya natijasida HCl o'rniga hosil bo'lgan kuchsiz CH_3COOH kislota bariy xromat cho'kmasini eritmaydi.

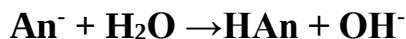
4) Kuchli asos va kuchli kislotadan xosil bo'lgan tuzlar suvda eriganda suvdagi H^+ ionlarini ham, OH^- ionlarini ham bog'lanishi sodir bo'lmaydi. Masalan KCl , kaliy xlorid eritmasini olsak, unda K^+ va Cl^- ionlari mavjudligi ma'lum, suvning OH^- ionlari K^+ ionlari bilan bog'lanishi mumkin emas, chunki KOH kaliy gidroksid kuchli asosdir va to'la dissotsilanadi. Xuddi shunday suvning H^+ ionlari Cl^- ionlari bilan bog'lanmaydi, chunki xlorid kislota kuchli kislota va u ham to'la dissotsilanadi. Demak, kuchli kislota va kuchli asosdan xosil bo'lgan tuzlar gidrolizga uchramaydi. Sababi suvning dissotsilanish muvozanati buzilmaydi, eritmada H^+ ionlarinig ham, OH^- ionlarinig ham ortiqchasi bo'lmaydi va bu tipdagi tuzlar eritmasining reaksiyasi neytral bo'ladi: $\text{pH}=7,0$

10.3. Gidrolizlanish darajasi va unig o'zgarishi

Tuzning umumiy miqdoridan qanday qismi gidrolizga uchraganligini ko'rsatuvchi son gidroliz darajasi deyiladi va "h" deb belgilanadi:

$$h = \frac{C_{\text{gidroliz}}}{C_{\text{umumiy}}}$$

Miqdoriy jihatdan gidrolizni gidroliz konstantasi orqali ham ifodalash mumkin. Buning uchun quyidagi reaksiyani gidrolizini ko'rib chiqamiz:



Massalar ta'siri qonunini qo'llab ushbu reaksiya uchun muvozanat konstantasini hisoblaymiz.

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

Tenglamani ikkala qismini $[\text{H}_2\text{O}]$ ga ko'paytiramiz:

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

$K_{\text{muv}} \cdot [\text{H}_2\text{O}]$ - doimiy qiymat bo'lib, gidroliz konstantasi deyiladi va K_{gidr} deb belgilanadi. Bundan:

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

Gidroliz konstantasi bilan gidroliz darajasi o'rtasidagi bog'lanish quyidagi tenglama orqali ifodalanadi:

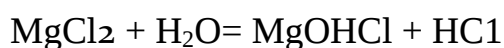
$$h = \sqrt{\frac{K_{\text{gidr}}}{C_{\text{tuz}}}}$$

Ushbu tenglamadan ko'rinib turibdiki, tuzning konsentratsiyasi qanchalik kichik bo'lsa, ya'ni tuz eritmasi qanchalik suyultirilgan bo'lsa, **gidroliz darajasi** shunchalik katta bo'ladi. Gidroliz darajasiga harorat ham ta'sir ko'rsatadi. Yuqori haroratda gidroliz darajasi oshadi, gidrolizdan kimyoviy analizda foydalanish. Kimyoviy analizdagidrolizdan keng foydalaniladi:

Masalan, uchinchi guruh sulfidlarini cho'ktirishda ammoniyli bufer aralashma o'rniga ishqoriy reaksiya beruvchi yaxshi gidrolizlanuvchi reagentlar qo'shilsa, Al_2S_3 yoki

Cr_2S_3 choʻkmalari oʻrniga choʻkmaga shu metallarni gidroksidlari tushadi. Kimyoviy moddalarni gidrolizlanish jarayoniga uchrash shart-sharoitlari xar doim ham bir xolatda sodir boʻlmaydi. Shunga koʻra gidrolizlanish jarayonidan quyidagi xolatlarda qoʻllaniladi:

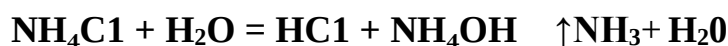
1. Birinchi analitik guruh kationlari aralashmasi analizida, eritma bugʻlatilgandan keyin MgCl_2 ning gidrolizi natijasida MgOHCl choʻkmasi hosil boʻladi:



$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, $(\text{NH}_4)_2\text{S}$, CH_3COONa , Na_2CO_3 kabi suvli eritmadagidrolizlanib, erkin OH^- ionlarini hosil qiladigan tuzlarning eritmalaridan metall kationlarini gidroksidlar holida choʻktirishda foydalaniladi.



2. Ammoniy kationini aniqlashda uning tuzlari gidrolizlanib, qizdirilganda erkin ammiak ajraladi:



3. Ayrim kationlarning tuzlari gidrolizga uchrab, tuz choʻkmalarini hosil qilgani uchun kationlarni ochishda foydalaniladi



Masalan:



Tuzlarning gidrolizlanish jarayoniga uchrashi laboratoriya amaliyotida olib boriladigan taxlil qilish ishlarida xalaqit beradi, chunki oson gidrolizlanuvchi tuzlarning eritmasi tezda yaroqsiz bolib qoladi. Le-Shatelʼe prinsipidan foydalanib, gidrolizda oʻrnatilgan muvozanatga taʼsir qilish mumkin.

Agar muvozanat oʻrnatilgan sistemaga biror xosil boʻluvchi maxsulotlardan kiritilsa, u xolda reaksiya teskari tomonga ketadi, shuning uchun agar tuz eritmasiga gidroliz maxsulotlaridan biri kiritilsa, gidroliz toʻxtaydi va gidroliz darajasi anchagina kichrayadi. Bu xodisadan oson gidrolizlanadigan tuzlar eritmalarini saqlashda foydalanadi. Chunonchi agar temirning biror tuzi, masalan FeCl_3 temir xloridning suvli eritmasi tayyorlansagidroliz natijasida eritmada tezda asosli tuzning choʻkmasi paydo

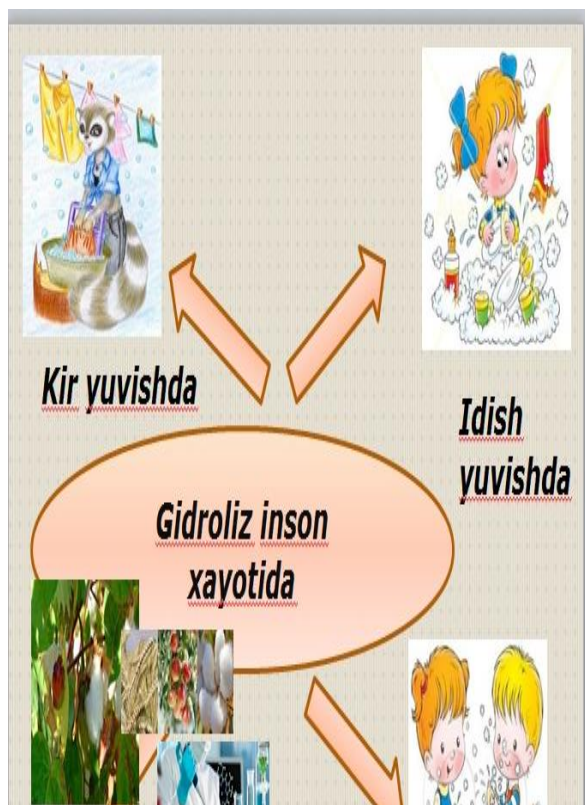
bo`ladi.bu eritma xlorid kislota bilan nordonlashtirilganda, gidroliz maxsulotlaridan biri bo`lgan H^+ ionlari kiritiladi va gidrolizga teskari ustunlika ega bo`ladi. Endi eritma uzoq vaqt saqlanishi mumkin. Boshqa og`ir metallar tuzining eritmasi xam shunday tayyorlanadi.

Kuchli asos kationi bilan kuchsiz kislota anionidan xosil bo`lgan tuzlarning (masalan,  $CH_3COONa$  natriy asetat) gidrolizni to`xtatish uchun eritmaga OH^- ionlari kiritiladi ($NaOH$ qo`shiladi).

Kuchsiz asos kationi bilan kuchsiz kislota anionidan xosil bo`lgan tuzlarning eritmasi umuman uzoq vaqt saqlanmaydi.ularning gidroliz darajasi juda yuqori 80-90 %. Bu eritmalarni bir necha kunichida saqlash va gidrolizni to`xtatish uchun eritmaga gidroliz maxsulotlaridan biri kiritiladi. Masalan $(NH_4)_2S$ ammoniy sulfidi eritmasiga ortiqcha ammiyak eritmasi kiritiladi, buning natijasida gidroliz qisman to`xtaydi.

Gidrolizni uch yol bilan kuchaytirish yokisusaytirish mumkin:

- 1) eritmaga boshqa gidrolizga uchraydigan biror tuz, kislota yoki ishqorni qo`shish;*
- 2) tuz eritmasi konsentratsiyasini o`zgartirish;*
- 3) tuz eritmasini qizdirish yoki sovitish, ya`ni haroratni o`zgartirish bilan gidrolizni kuchaytirish yoki susaytirish mumkin.*



10.4. Moddalarni amfoterlik xossasi

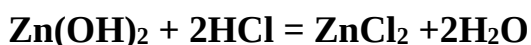
Bir qator moddalar suvli eritmada sharoitga qarab ham kislota, ham asos xossasini namoyon qiladi. Bunday moddalar **amfoterlar** deyilib vabu hodisaning esa amfoterlik xodisasi deyiladi. Uchinchi va beshinchi guruh kationlarini o'rganishda amfoterlik xossasini namoyon qiladigan kationlarni uchratish mumkin.

Bularga: $\text{Be}(\text{OH})_2$, $\text{Zn}(\text{OH})_2$, $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Cr}(\text{OH})_3$, $\text{Pb}(\text{OH})_2$, $\text{Sn}(\text{OH})_2$, $\text{As}(\text{OH})_3$ misol bo'ladi. Tipik metallarning gidroksidlari (davriy sistemaning I va II guruh lementlari) asoslardir. Amfoter gidroksidlarni kislotali, asosli dissotsilanish qiymatiga qarab, berilgan gidroksidning qaysi xossalari kuchliroq ekanligini aniqlash mumkin.

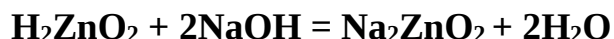
Metallaslarning gidroksidlari esa kislotali xossalarni namoyon etadilar. Lekin shu bilan birga III va IV guruhning ba'zi bir metallarining gidroksidlari ham kislota, ham asos hossalriga ega.

Amfoter gidroksidga misol sifatida rux gidroksidini keltirish mumkin.

$\text{Zn}(\text{OH})_2$ boshqa asoslar singari kislotalarda erib, tuz hosil qiladi va asoslik hossalarni namoyon etadi.



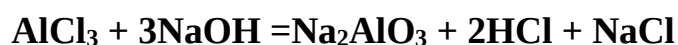
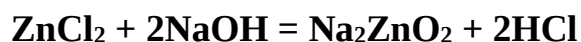
Lekin rux gidroksidi cho'kmasiga ortiqcha miqdorda ishqor qo'shilsa, u eriydi va sinkatlar hosil qilib tipik kislotali xossalarni namoyon etadi.



Shunday qilib, $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ham kislotalik, ham asoslik xossalariga ega, ya'ni tipik amfoter gidroksiddir.

$\text{Zn}(\text{OH})_2$ ga o'xshab alyuminiy, xrom, ko'rg'oshin, qalay kabi va boshqa gidroksidlar ham amfoterlik hususiyatiga ega.

Amfoterlik xossasi analizda qo'llaniladi. Masalan, ruh guruhchasi kationlarini boshqa III guruh kationlaridan (temir guruhchasidan) ajratishda aralashmaga vodorod peroksid ishtirokida ortiqcha miqdorda ishqor ta'sir ettirib, qizdiriladi. Bunda temir guruhchasini kationlari gidroksidlarini hosil qilib, cho'kmaga tushadi ($\text{Fe}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Co}(\text{OH})_2$ va boshq.), rux, alyuminiy va xrom kationlari esa sinkatlar, alyuminatlar va xromatlar hosil qilib eritmaga o'tadilar:



Vodorod peroksid ta'sirida xromitlar xromatlarga oksidlanadilar:



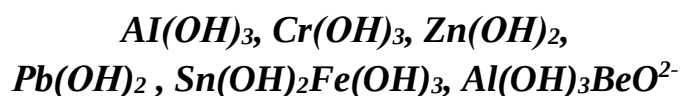
4-jadval

Amfoter gidroksidning formulasi	$K_{\text{Kt}(\text{OH})}$	K_{HAn}
$\text{Be}(\text{OH})_2$	10^{-30}	10^{-18}
$\text{Jn}(\text{OH})_2$	$1,3 \cdot 10^{-34}$	$1 \cdot 10^{-16}$
$\text{Al}(\text{OH})_3$	$8 \cdot 10^{-25}$	$4 \cdot 10^{-13}$
$\text{Ga}(\text{OH})_3$	$1,6 \cdot 10^{-11}$	$5 \cdot 10^{-11}$
$\text{Pb}(\text{OH})_2$	$9,6 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-16}$

Amfoter gidroksidlarni to'liq cho'ktirishda eritmaning pHi katta ahamiyatga ega. Masalan: $\text{Al}(\text{OH})_3$ ning to'la cho'kishi $\text{pH} = 3,4-5,0$ da $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ning cho'kishi $\text{pH} = 6,2-8,7$ da yuz beradi.

Analitik kimyoda moddalar namunalarini kimyoviy miqdoriy taxlil qilishda amfoterlik xossasidan quyidagi maqsadlarda foydalaniladi:

- ❖ Kationlarni gidroksidlar ko'rinishida cho'ktirishda. Eritmaga ortiqcha ishqor qo'shilganda amfoter xossaga ega bo'lgan metall ionlari eritmaga o'tadi. Masalan: Fe^{+3} , Al^{+3} ionlari bo'lgan eritmaga NaOH qo'shilganda $\text{Fe}(\text{OH})_3$ cho'kmada, Na_3Al_3 eritmadabo'ladi.
 - ❖ Amfoter gidroksidlar ($\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Cr}(\text{OH})_3$, $\text{Zn}(\text{OH})_2$, $\text{Be}(\text{OH})_2$), erimaydigan gidroksidlar ($\text{Fe}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Mn}(\text{OH})_2$, $\text{Ni}(\text{OH})_2$, $\text{Co}(\text{OH})_2$ va boshqalar) dan ajratishda.
 - ❖ Ayrim amfoter gidroksidlarni (masalan: $\text{Be}(\text{OH})_2$ ni NaHCO_3 eritmasida qaynatib) eritishda.
 - ❖ Fe^{3+} , Al^{+3} , Be^{2+} va Mn^{2+} ionlari bo'lgan eritmani sistemali analiz qilishda: eritmaga $\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$ ta'sir etirilganda:
- cho'kma 1-eritma $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Be}(\text{OH})_2$, Mn^{+2}
- ❖ cho'kmaga NaHCO_3 qo'shib qizdirilganda



Mavzularni chuqur o'zlashtirish va nazorat qilish uchun savollar

1. Tuzlar gidrolizi, misollar va gidrolizning analizda qo'llanishi.
2. Gidroliz darajasi. Gidroliz konstantasi va uni gidroliz darajasi bilan bog'liqligi.
3. Tuzlar gidrolizi va uni analizda qo'llanilishi
4. Suyultirish qonunining gidrolizga ta'siri.
5. Eruvchanlik, eruvchanlik ko'paytmasi.
6. Amfoterlik xodisasining analizda qo'llanishi.
7. Suvning dissotsiatsiyasiva ion ko'paytmasi
8. Vodorod ko'rsatkich (pH) va uni kislotalarda hisoblash.
9. Gidroksil ko'rsatkich (pOH) va uni ishqorlarda xisoblash
10. Bufer eritmalar, Elektrolitlar
11. Bufer eritmalarining pHini hisoblash
12. Osvaldning suyultirish qonuni.

11606. OKSIDLANISH-QAYTARILISH REKSIYALARI

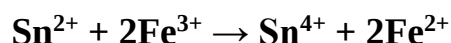
Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining mohiyati

“Oksidlanish” va “qaytarilish” tushunchalariga 1913 yilda I.V.Pisarjevskiy



tomonidan yaratilgan materiya tuzilishining hozirgi zamon elektron nazariyasi tufayligina aniq ta'rif berildi. Ushbu nazariyaga muvofiq elektronlarning bir atom yoki iondan boshqa atom yoki ionga o'tishi bilan boradigan reaksiyalar oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari deyiladi.

Masalan, ushbu reaksiya:



bunga misol bo'ladi.

$\text{Sn}^{2+} - 2e \rightarrow \text{Sn}^{4+}$ - oksidlanish elektron yo'qotish bilan boradi.

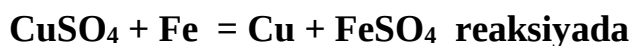
$2\text{Fe}^{3+} + 2e \rightarrow 2\text{Fe}^{2+}$ - qaytarilish elektron biriktirish bilan boradi.

Element oddiy modda hosil qilgan vaqtda elektronlarning atomlari atrofida taqsimlanishi bir xildir. Qoydaga ko'pa, qutbli, kovalent bog'li murakkab moddalarda elektronlarning taqsimlanishi barobar emas. Ion bog'lanishli moddalar hosil bo'lishida elektronlarning barobar taqsimlanmasligi maksimaldir. Elektronlarning boshqa element atomiga siljishi natijasida paydo bo'luvchi atom zaryadi **elementning oksidlanishi darajasideyiladi**. Elektronlari boshqa element atomiga siljiydigan element oksidlanishning musbat darajasini namoyon qiladi. Elektronlari siljiydigan atom elementi oksidlanishning manfiy darajasini namoyon qiladi.

Oddiy moddalarda elementning oksidlanish darajasi nolga teng.

Ko'pgina elementlar har xil moddalarda turli xil oksidlanish darajasini namoyon qiladi, ammo har bir oksidlanis darajasini (masalan, ishqoriy metallarning oksidlanish darajasi har doim +1) namoyon qiladigan elementlar bor.

Shunday qilib, ko'pgina kimyoviy reaksiyalar bir yoki bir necha elementlarning oksidlanish darajasi o'zgarishi bilan o'tadi. Masalan,



Misning oksidlanish darajasi +2 dan 0 gacha, temirning oksidlanish darajasi esa +2 gacha oʻzgaradi.



Elementning oksidlanish darajasini oʻzgarishga olib keladigan reaksiyalar oksidlanish – qaytarilish reaksiyalar deyiladi.

Atomlar yoki ionlarning elektron yoʻqotishi bilan boradigan kimyoviy jarayon oksidlanish deyiladi. Keltirilgan misolda temir atomlari Fe^{+2} ionigacha oksidlanadi. Elektronlarni biriktirib oladigan kimyoviy prosslar qaytarilish deb ataladi. Yuqorida keltirilgan misolda mis Cu^{2+} ionlari mis metaligacha qaytariladi.

Oksidlanuvchi atomlar yoki ionlar elektronlarini yoʻqotadi, bu musbat zaryadlarning kamayishiga olib keladi. Oksidlanishning musbat darajasi oksidlanishda oshadi. Oksidlanishnisha teskari boʻlgan prosslar – qaytarilishda manjiy zaryadlarning ortishi musbat zaryadlarning kamayishi sodir boʻladi.

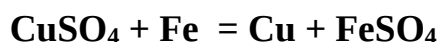
Elektronlar oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida bir xil atom yoki ionlardan boshqalariga oʻtadi, shuning uchun biror moddaning oksidlanishi boshqa moddalarning qaytarilishini keltirib chiqaradigan va bunda oʻzi qaytariladigan modda oksidlovchi deyiladi. Reaksiyadagi oksidlanuvchi modda qaytaruvchi deyiladi.

Oksidlovchi oksidlanuvchi moddadan elektronlarni tortib olib oʻziga biriktiradi. Qaytaruvchi elektronlarni beradi. Oksidlovchi qabul qilgan elektronlar soniga teng boʻlishi kerak.

Koʻpincha bir oksidlovchi moddaning oson oksidlanishini, boshqa oksidlovchi esa buni amalga oshirishga qodir emasligini kuzatish mumkin. Turli oksidlovchi va qaytaruvchilardagi har xil kimyoviy aktivlik maʼlum. Qandaydir atom yoki ion qancha ason elektronlarni yoʻqotsa, u shu qadar juda aktiv oksidlanuvchidir.

Har qanday oksidlanish-qaytarilish proseslarida reaksiyaga qadar olingan oksidlanuvchi va qaytaruvchidan yangi oksidlovchi va qaytaruvchi hosil qilinadi, ular boshlangichlarga nisbatan kuchsizroq boʻladi, yaʼni oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida reaksiyalari har doim kuchliroqlardan kuchsizroq oksidlovchi va qaytaruvchi hosil boʻladigan tomonga qarab boradi.

Misol sifatida biz bir xil metallar boshqa metallarni ularning tuzlaridan siqib chiqarish (qaytarmoq) qobiliyatini keltirishimiz mumkin. Barcha metallar kuchlanishlar qatori deb ataluvchi qatorga joylashadi: Li, K, Ba, Sr, Ca, Na, Mg, Mn, Zn, Fe, Cd, Co, Ni, Sn, Pb, H, Bi, Cu, Hg, Ag, Pt, Au. Metall kuchlanishlar qatorida qanchalik joylashgan bo'lsa, ushunchalik kuchli qaytaruvchi bo'ladi. Shuning uchun temir bilan mis sulfat o'rtasidagi reaksiyada



temir misni uning tuzidan siqib chiqaradi, teskari reaksiya esa bormaydi.

Agar eritmada oksidlovchi va u bilan reaksiyaga kirishi mumkin bo'lgan bir necha qaytaruvchilar bo'lsa, u holda oksidlovchi birinchi navbatda eng kuchli qaytaruvchi bilan reaksiyasiga kirishadi. Bir necha oksidlovchilar va bitta qaytaruvchi to'g'rida har gapirish mumkin. Qaytaruvchi boshqa eng kuchli oksidlovchi bilan reaksiyaga kirishadi.

Elementi yuqori oksidlanish darajasida bo'lgan birikmalar faqat oksidlovchilar xossasini namoyon qilishi mumkin. Agar birikmada element eng kichik oksidlanish darajasini namoyon qilsa, bunday birikmalar faqat qaytaruvchi bo'lishi mumkin. Bardi-yu, element oraliq oksidlanish darajasida bo'lsa, sharoitga qarab, uning atomlari elektronlarni ham qabul qilish ham berishi mumkin. Shuning uchun oksidlanish darajasidagi elementga ega bo'lgan birikmalar reaksiyaning muhitiga qarab, ham oksidlanish, ham qaytarilish xossalarini namoyon qilishi mumkin. Masalan, vodorod peroksid H_2O_2 xrom (II) tuzlari bilan bo'lgan reaksiyalarda oksidlovchi xossalarini, kaliy permanganat KMnO_4 bilan bo'lgan reaksiyada esa qaytaruvchi xossalarini namoyon qiladi. Nitrit kislota ham shunday xossaga ega.

Juda ko'p hollarda oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari kislotali va ishqoriy muhitda o'tadi. Agar reaksiya vaqtida H^+ ionlari kerak bo'lsa, reaksiyani kislotali muhitda olib boriladi. Agar, aksincha, reaksiya natijasida H^+ ionlari hosil bo'lsa, u holda uni ishqoriy muhitda olib borish kerak.

Oksidlanish – qaytarilish reaksiyalari biologiyada katta ahamiyatga ega. Fotosintez, nafas olish, hazm qilish – buning hammasi oksidlanish qaytarilish reaksiyalari.

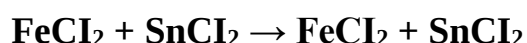
Oksidlanish – qaytarilish reaksiyalari ham sifat, ham miqdor analizida keng qo'llaniladi. Sifat analizida har xil oksidlanish darajasini hamoyon qiladigan ko'pgina elementlarni (Mn^{2+} , Cr^{3+} , J^- , Br^-) aniqlash oksidlanish – qaytarilish reaksiyalari yordamida o'tkaziladi. Miqdor analizida bir qator titrimetrik metodlar asosida Oksidlanish – qaytarilish reaksiyalari yotadi, masalan, permanganatometriya, yodometriya, bromatometriya.

11.1. Oksidlanish–qaytarilish reaksiyalari tenglamalarini tuzish

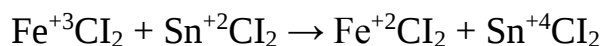
Yuqorida ko'psatib o'tilganidek, oksidlanish – qaytarilish reaksiyalarida oksidlovchi tomonidan qabul qilinadigan elektronlarning soni qaytaruvchi beradigan elektronlar soniga teng. Reaksiya tenglamasini tuzish va koeffitsientlarni qo'yishda bu qoidani asos qilib olish zarur. Berilgan yoki qabul qilingan elektronlarning oksidlanish darajasining o'zgarishiga qarab fikr yuritiladi. Reaksiya tenglamalarini tuzishda o'sha yoki boshqa moddalar reaksiya natijasida nimaga aylanishlarini bilish kerak. Agar reaksiya eritmada o'tsa, u holda, unda suv ham ishtirok etishi mumkin, bu – tenglamani tuzish prosesida aniqlanadi. Agar reaksiya ishqoriy yoki kislotali muhitda o'tsa, u holda reaksiyaning mahsulotlaridan biri suv bo'ladi.

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining tenglamalarini tuzishga misollar ko'rib chiqamiz.

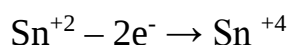
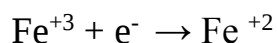
I. Ikki tuz o'rtasida o'tadigan oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi:



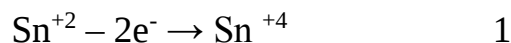
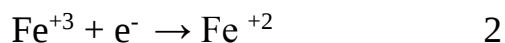
1. Oksidlanish-qaytarilish jarayonida ishtirok etuvchi elementlarning reaksiyadan keying oksidlanish darajasini ahiqlaymiz.



2. Reaksiyada sodir bo'ladigan elektronlarning ko'chishini quyidagi elektron tenglamalar ko'rinishida yoziladi.

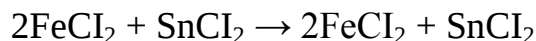


3. Berilgan va biriktirib olingan elektronlarning soni bir xil bo'lishi uchun ko'paytuvchilarni topamiz va ularni oksidlovchi va qaytaruvchning atomlar miqdoriga ko'paytirish kerak:



2 va 1 son tenglamaning chap va o'ng qismidagi moddalarning formulasidagi koeffitsientlarni.

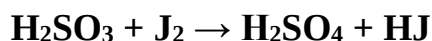
4. Tenglamalarga koeffitsientlarni qo'yib chiqamiz:



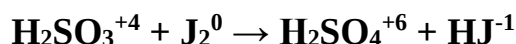
5. Tenglamaning chap va o'ng qismidagi temir, qalay va xlor atomlarining sonini hisoblab, koeffitsientlarning to'g'ri qo'yilishini tekshiramiz.

II. Suv ishtirokida o'tadigan oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi.

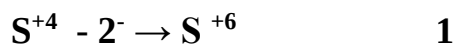
Sulfat kislota bilan erkin galogen o'rtasidagi reaksiya bunga misol bo'lishi mumkin.



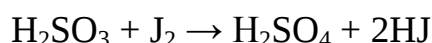
1. Oksidlovchi bilan qaytaruvchining oksidlanish darajasi o'zgarishini ahiqlaymiz.



2. Electron tenglamalarni yozamiz va biriktirib olingan va berilgan elektronlarning soni uchun ko'paytuvchilar topamiz:



3. Oksidlovchi va qaytaruvchiga koeffitsientlar qo'yib chiqamiz.



4. Sxemaning ikkala qismidagi vodorod atomlarining sonini hisoblab chiqadigan bo'lsak, tenglamaning chap qismida 2 vodorod atomi, o'ng qismida 4 vodorod atomi borligi ma'lum bo'ladi. Demak, reaksiyada suv ishtirok etishi kerak. Tenglamaning chap qismiga suv molekulasini yozamiz:



Tenglamaning chap va o'ng qismidagi kislorod atomlarining sonini hisoblab, qo'yib chiqilgan koeffitsientlarning to'g'riligini tekshiramiz.

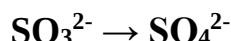
Keltirilgan koeffitsientlarning qo'yish usuli *elektron balans metodi* deb nomlahadi.

Yarim reaksiyalar metodi (electron – ion balansi) nomi bilan atalgan boshqa usul murakkabroq, biroq ketadigan oksidlanish-qaytarilish prosesining mohiyatini to‘g‘ri aks ettiradi. Misol tariqasida oxirgi reaksiyani olamiz.

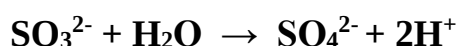


Yodning qaytarilish jarayoni tenglamaci o‘sha ko‘pinishga ega.

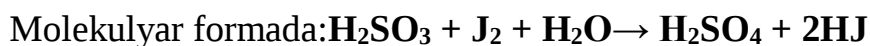
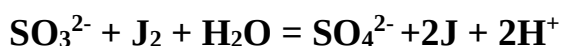
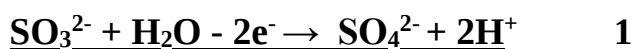
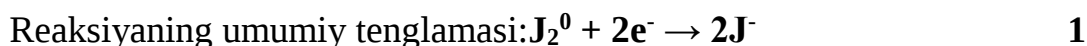
Oltinugurtning oksidlanish tenglamasi esa murakkabroq ko‘pinishga ega SO_3^{2-} ionlari SO_4^{2-} ionlariga aylanadi.



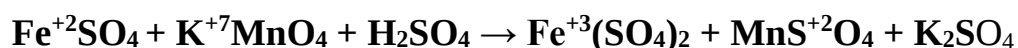
Reaksiyada suv ishtirok etada, demak



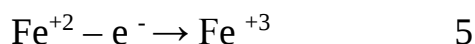
Chap qismda bo‘lgan ionlarning umumiy zaryadi ikkita manfiy zaryadga teng, o‘ng qismida esa 0 ga teng. Modomiki, chap va qismdagi zaryadlar teng bo‘lishi kerak ekan, SO_3^{2-} ioni oksidlanishining oxirgi tenglamasi quyidagi ko‘pinishga ega bo‘ladi:



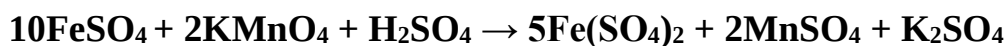
III. **Kislotada muhitda o‘tadigan oksidlanish – qaytarilish reaksiyalari.** Misol sifatida temir (II) sulfatning kislotali muhitda kaliy permanganate bilan oksidlanish reaksiyasining tenglamasini tuzamiz. Reaksiya ushbu sxema bo‘yicha borada:



1. Elektron tenglamalarni tuzamiz:

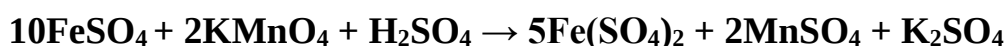


2. Temir (III) sulfat molekulasini ikkita temir atomiga ega bo‘lishini hisobga olib, oksidlovchi va qaytaruvchiga koeffitsientlar qo‘yib chiqamiz:



3. Oksidlanish - qaytarilishda ishtirok etmaydigan sxemaning chap va o'ng qismidagi metallar atomining sonini tenglashtiramiz. Ushbu holda bu kaliy atomlaridir. Sxemaning chap va o'ng qismida ulardan ikkitadan atom bor.

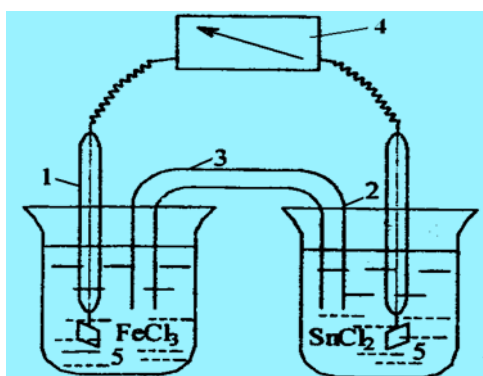
4. Oksidlanish - qaytarilishda ishtirok etmaydigan ushbu holda SO_4^{2-} -kislota qoldiqlar sonini tenglashtiramiz. Bunini uchun tenglamaning chap qismidagi sulfat kislota molekulasiga 8 koeffitsientni qo'yish kerak.



5. Tenglamaning chap qismidagi vodorod atomlar sonini aniqlaymiz. Tenglamaning oxirgi ko'pinishi:

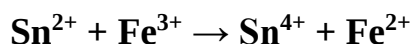


Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari elektronlarni bir atom yoki iondan boshqasiga o'tishi bilan borishini isbotlash uchun qalay ionlari bilan temir ionlari o'rtasida boradigan reaksiyani ko'rib chiqish mumkin.



Elektr o'tkazuvchanlikni oshirish va tuzlarning gidrolizini oldini olish maqsadida HCl qo'shib kislotali muhitga keltirilgan FeCl_3 va SnCl_2 ning 0.1 M eritmalarining ikkita stakanga solamiz. Eritmadagi ionlar bir stakandan ikkinchisiga diffuziyalana oladigan bo'lishi uchun stakanlar KCl eritmasi bilan to'ldirilgan, "elektrolitik kalit" deb ataluvchi U-simon nay (3) orqali tutashtiriladi. So'ngra har bir stakanga sim bilan sezgir voltmetrga (4) ulangan platina elektrodleri (5) tushiriladi. Ushbu sistemagalvanik element deyiladi. Voltmetr strelkasining burilishi tuzilgan galvanik elementning tashqi zanjirida elektr tokini paydo bo'lganini va uning yo'nalishini ko'rsatadi. Bu erda elektronlar SnCl_2 eritmasi solingan (2) stakandan FeCl_3 eritmasi solingan (1) stakanga o'tadilar. Bir ozdan keyin bu eritmalar tegishli reaktivlar bilan

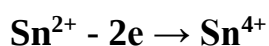
tekshirib ko'pilsa, SnCl_2 eritmasida Sn^{4+} ionlari, FeCl_3 eritmasida esa Fe^{2+} ionlari paydo bo'lganiga ishonch hosil qilish mumkin. Bu tajriba haqiqatan ham (2) stakanda Sn^{2+} ionlarini oksidlanishi, (1) idishda esa Fe^{3+} ionlarini qaytarilishi, ya'ni elektronlar qalaydan temirga o'tishini tasdiqlaydi. Bu tenglamalarni xadlab qo'shib galvanik elementda boradigan reaksiyaning umumiy tenglamasini hosil qilamiz:



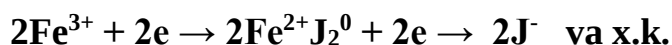
Xlor ionlari oksidlanmaydi ham, qaytarilmaydi ham, faqat (1) idishdan (2) idishga nay (3) orqali o'tib ichki zanjirga tok tashiydi xolos.

Shunga o'xshash galvanik elementlarning boshqa ionlar uchun ham tuzish mumkin va voltmetr ko'psatadigan elektr yurituvchi kuchni miqdori reaksiyada qatnashayotgan moddalarning elektronlarini qaytadan taqsimlashga intilishining o'lchovi bo'ladi va u miqdoriy jihatdan (E) potentsial orqali ifodalanadi.

Kislorod atomlari elektron biriktirishga moyil element bo'lgani uchun boshqa atom yoki molekulalar bilan reaksiyaga kirishganda elektron biriktirib olishga intiladi. Shuning uchun kislorod bilan boradigan barcha reaksiyalar oksidlanish reaksiyalaridir, degan fikr bor. Yuqorida aytilganlar asosida atom, molekula yoki ionlarning elektron yo'qotishi bilan boradigan har qanday kimyoviy reaksiyalar - oksidlanish deb aytiladi. qaytarilish esa oksidlanishning teskarisi bo'lib, elektron biriktirish bilan boradi. Elektron yo'qotish musbat zaryadlarning ortishiga olib keladi. Bizning misolimizda ikki valentli qalay ikkita elektron yo'qotib to'rt valentli qalaygacha oksidlanadi.



Teskari jarayon, elektron qabul qilish zaryadlarning kamayishiga olib keladi:



Eritmada elektronlar erkin holatda qolmaydi, balki bir atom, molekula yoki iondan boshqasiga o'tadilar. Biror moddaning oksidlanish natijasida hamma vaqt boshqasi qaytariladi va shuning uchun qaytaruvchi bergan elektronlar soni oksidlovchi qabul qilgan elektronlar soniga teng bo'lishi kerak. Bu qoidadan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari tenglamalari uchun koeffitsient tanlashda foydalaniladi.

H_2SO_4 molekulasidagi oltingugurtning oksidlanish darajasini ko'rib chiqamiz. Ikki atom vodorodni oksidlanish darajasi ikkiga teng, ya'ni ikki elektron yo'qotgan. Bir atom kislorodni qaytarilish darajasi ikkiga teng, ya'ni to'rtta kislorod atomi 8 ta elektron qabul qilgan. Ayirmani $8-2=6$ ta elektronni tashkil etadi, demak oltingugurt atomi 6 ta elektron bergan va uning oksidlanish darajasi $+6$ bo'ladi

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari analizda keng qo'llaniladi:

- Kimyoviy analizda ular ba'zi bir kation va anionlarni ochishda qo'llaniladi (Mn^{2+} , Cr^{3+} , J^- , Br^- va x.k.). Bundan tashqari ba'zi bir ionlarning halaqit beruvchi ta'siri ularning oksidlangan yoki qaytarilgan shaklga o'tkazib yo'qotiladi.
- Miqdoriy analiz usullarida oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga asoslangan maxsus usullar bor (permanganometriya, xromatometriya, yodometriya va b.q.). Ushbu tur reaksiyalari fizik-kimyoviy analiz usullarida keng qo'llaniladi.

Ushbu elementlarning oksidlanish darajasi quyidagilarga asoslanib topiladi:

- 1.Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida vodorod va metallar deyarli hamma vaqt elektron yo'qotadilar. Vodorodning oksidlanish darajasi birga teng, ya'ni H^+ .
- 2.Kislorod odatda ikkita elektron qabul qiladi, ya'ni uning qaytarilish darajasi ikkiga teng, ya'ni O^{2-} .
- 3.Boshqa elementlar qanday ionlar hosil qilishiga qarab, musbat va manfiy zaryadli bo'lishi mumkin.
- 4.Molekulani tashkil etuvchi zaryadlarning yig'indisi nolga teng, ya'ni molekula elektroneytraldir.
- 5.Murakkab iondagi turli atomlarni bergan va qabul qilib olgan elektronlar sonining ayirmasi, shu ionning valentligini va zaryad sonini belgilaydi. Masalan, murakkab ion CrO_4^{2-} da bir atom xrom oltita elektron yo'qotgan, kislorodning har bir atomi esa 2 ta elektron qabul qilgan, demak, kislorodni 4 ta atomi - 8 ta elektron qabul qilgan. Ayirmasi 2 ta elektronga to'g'ri keladi, shuning uchun xromat ion minus ikki valentli.

Kimyoviy analizda ular ba'zi bir kation va anionlarni ochishda qo'llaniladi (Mn^{2+} , Cr^{3+} , J^- , Br^- va x.k.). Bundan tashqari ba'zi bir ionlarning halaqit beruvchi ta'siri ularning oksidlangan yoki qaytarilgan shaklga o'tkazib yo'qotiladi.

- Miqdoriy analiz usullarida oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga asoslangan maxsus usullar bor (permanganatometriya, xromatometriya, yodometriya va b.q.). Ushbu tur reaksiyalari fizik-kimyoviy analiz usullarida keng qo'llaniladi.

Mavzularni chuqur o'zlashtirish va nazorat qilish uchun savollar

- 1.Organik reagentlarning yutug'i va kamchiligini tushuntiring
- 2.Kompleks birikmalarning analizda ahamiyati
3. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari haqidagi avvalgi tasavvur.
4. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari haqidagi zamonaviy tasavvur.

5. Galvanik element. Galvanik element yordamida oksidlovchi va qaytaruvchilarni aniqlash.

6. Ionlarning oksidlanish va qaytarilish darajasini aniqlash.

7. Murakkab ionlarning zaryadini aniqlash

8. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining analizda ahamiyati.

9. Miqdoriy analiz usullarida oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga asoslangan maxsus usullarini aytib berish

10. Fizik-kimyoviy analiz usullarida keng qo'llaniladigan tur reaksiyalari.

11. Kislotada muhitda o'tadigan oksidlanish – qaytarilish reaksiyalariga misol yozish

12. Suv ishtirokida o'tadigan oksidlanish-qaytarilish reaksiyasiga misol keltirish.

12-bob. KOMPLEKS BIRIKMALAR

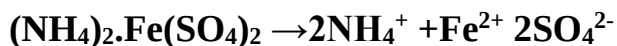


Kompleks birikmalarni molekulasi yoki ionini markaziy atomga ega bo'lib, uni bir necha ion yoki molekular, ya'ni ligandlar qurshab turadi. Agarda markaziy ionning zaryadi, uni qurshab turgan ligandlarni manfiy zaryadlari yig'indisidan ortiq, bo'lsa bunday kompleksga *kation-kompleks*, aks xolda esa *anion-kompleks*, zaryadlari yig'indisining ayirmasi nolga teng bo'lsa **neytral-kompleks** deyiladi.

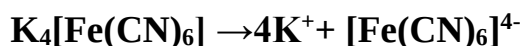
III guruh kationlari $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, FeSO_4 va boshqa shu singari oddiy tuzlar bilan bir qatorda tarkibi jihatidan ancha murakkab bo'lgan yuqori tartibdagi birikmalarni ham hosil qiladilar.

Achchiqtosh yoki alyumininyli achchiqtosh $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, Mor tuzi $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ va shunga o'xshashlar shunday birikmalardir.

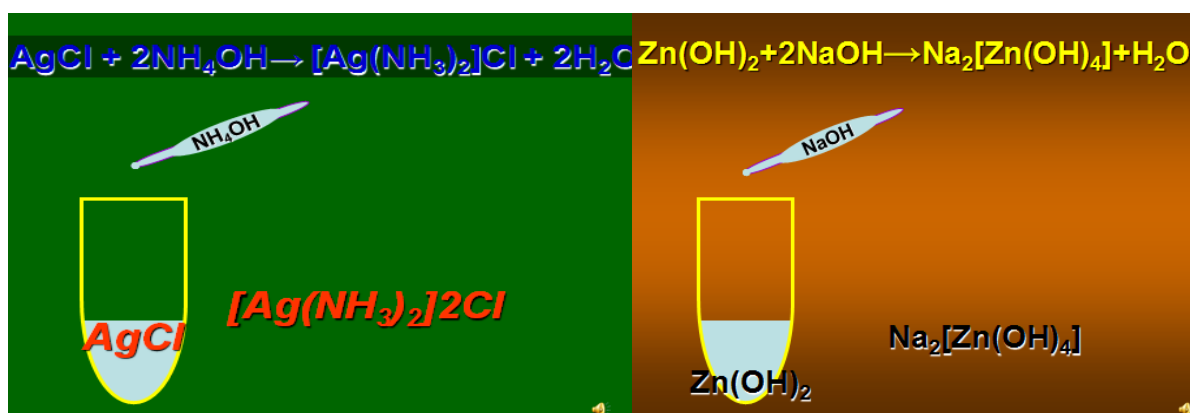
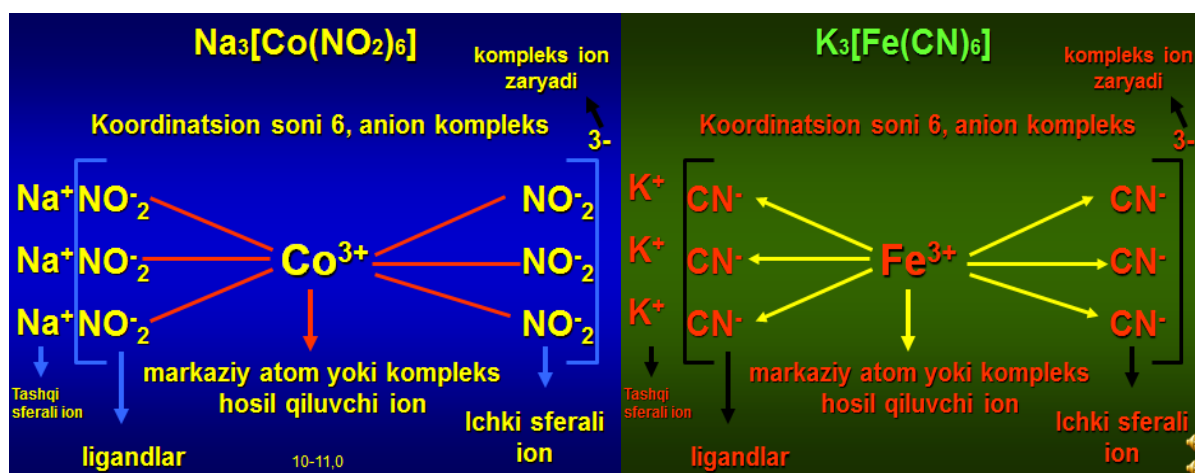
Bu tuzlar eritilganda hamma tarkibiga kiruvchi ionlarga dissotsiatsiyanadi:



Bular go'yoki ikki oddiy tuzlar aralashmasidek - kaliy sulfat va alyuminiy sulfat, ammoniy sulfat va temir sulfat aralashmasidadek bo'ladi. Bunday birikmalar qo'shaloq tuzlar deyiladi. Ammo yuqori tartibdagi birikmalar hamma vaqt shunday dissotsilanavermaydi. Masalan, kaliy ferrotsianid $K_4[Fe(CN)_6]$ ni olaylik.



Bu erda: $[Fe(CN)_6]^{4-}$ - temir va sianid ionlariga dissotsilanmaydigan yagona ion.



Bunday birikmalar kompleks birikmalar deyiladi. $K_4[Fe(CN)_6]$ kompleks birikmasida kaliy ionlari tashqi koordinatsion sfera deyiladi, ferrotsianid ionlari esa - ichki koordinatsion sfera deyiladi. Ushbu kompleks birikmada:

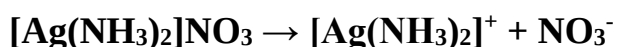
Fe^{2+} - markaziy atom yoki kompleks hosil qiluvchi;

CN^- - ligand yoki addenda, u yoki ion yoki molekula bo'lishi mumkin.

Kompleks hosil qiluvchi bilan birikkan ligandlarning umumiy soni koordinatsion son deyiladi. U ikkidan $[Ag(NH_3)_2]Cl$ oltigacha - $K_4[Fe(CN)_6]$ bo'lishi mumkin.

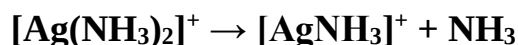
12.1. Kompleks birikmalarning barqarorligi

Yuqorida ko'rsatib o'tganimizdek, kompleks birikmalar ($K_4[Fe(CN)_6]$ misoli) tashqi koordinatsion sfera - K^+ va ichki koordinatsion sfera $[Fe(CN)_6]^{4-}$ ga dissotsilanadi. Temir va sianid ionlari eritmada aniqlanmaydi. Lekin ichki koordinatsion sferaning ionlari juda oz miqdorda bo'lsa ham eritmada aniqlanishi mumkin. Buni $[Ag(NH_3)_2]NO_3$ kompleks tuzi misolida ko'rib chiqamiz. KCl yoki $KBrO_3$ ta'sir ettirilganda $AgCl$ yoki $AgBrO_3$ cho'kmalari hosil bo'lmaydi. Ammo boshqa cho'ktiruvchilar KJ , H_2S ta'sirida AgJ (sariq rangli), Ag_2S (qora rangli) cho'kmalar hosil bo'ladilar, bu esa ichki koordinatsion sferada ham dissotsilanish bo'lishini va kompleks birikmalarning ba'zibir reagentlarga nisbatan beqaror ekanligini bildiradi. $[Ag(NH_3)_2]NO_3$ ni dissotsilanishi bosqichli boradi:



Bu bosqichda berilgan birikma kuchli elektrolit kabi dissotsilanadi. Keyin ichki koordinatsion sferada bosqichli dissotsilanish sodir bo'ladi:

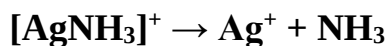
Birinchi bosqich:



Massalar ta'siri qonuni bo'yicha uning dissotsilanish konstantasini topamiz:

$$K_{[Ag(NH_3)_2]^+} = \frac{[AgNH_3]^+ [NH_3]}{[Ag(NH_3)_2]^+}$$

Ikkinchi bosqich:



Ikkinchi bosqichda kompleksning dissotsilanishi kam darajada boradi va umumiy konstantaning qiymati bilan xarakterlanadi:

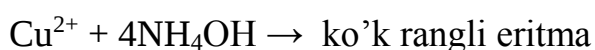
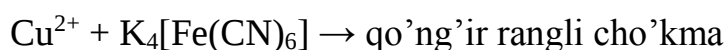
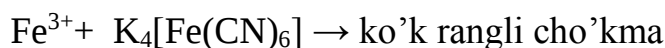
Bu konstantaning qiymati qanchalik katta bo'lsa, berilgan kompleks shunchalik kuchli dissotsilanadi va shunchalik beqaror bo'ladi. Bu konstanta kompleksning beqarorlik konstantasi yoki kompleksning parchalanish konstantasi deyiladi. Beqarorlik konstantasiga teskari miqdori kompleksning hosil bo'lish konstantasi yoki barqarorlik konstantasi deyiladi.

$$K_{\text{beqaror}} = \frac{1}{K_{\text{beqaror}}}$$

Qanchalik beqarorlik konstantasining qiymati kishik bo'lsa, shunchalik kompleks barqaror bo'ladi.

Kompleks birikmalar va kompleks hosil qilish reaksiyalari analizda keng qo'llaniladi:

▪ **Ba'zi bir ionlarni ochishda:**



- Xalaqit beruvchi ionlarni, ularni boshqa kompleksga o'tkazib, niqoblash va ularning birin-ketin aniqlash uchun (Cd ionlarini HCN ishtirokida H_2S ta'sir ettirib birin-ketin aniqlash mumkin).
- Kompleks hosil qilish reaksiyalaridan ba'zibir cho'kmalarni eritmaga o'tkazib keyinchalik aniqlashda qo'llash mumkin.
- Miqdoriy analizda maxsus kompleks hosil qilish reaksiyalariga asoslangan asoslarni aniqlash metodikasi mavjud.

Noorganik ligandlar bilan bir qatorda organik ligandlar ham keng qo'llaniladi va ular anqlashlarning tanlovchanligi va sezgirligi bo'yicha bir qator afzalliklarga ega. Bunday kompleks birikmalar ichki kompleks birikmalar tipiga kiradi.

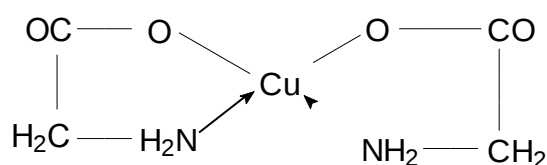
Organik reaktivlarni birinchi bo'lib M.A. Ilinskiy qo'lladi. U 1884 yilda kobaltni ochish uchun organik kompleks hosil qiluvchi sifatida alfanitrozo-beta naftoldan foydalandi. Lekin organik reagentlar 1905 yilda Chugaev tomonidan nikelni organik reagent dimetilglioksim bilan

(Chugaev reaktivi) ochilganidan so'ng keng qo'llanila boshladi.

Metall ionlarini organik reagentlar bilan kompleks hosil qilishi tuz hosil qiluvchi $-\text{COOH}$, $=\text{NOH}$, $-\text{NH}_2$, $-\text{SO}_3\text{H}$ va boshqa guruhlar hisobiga boradi va bunda ma'lum sharoitda vodorod atomi metall ionlari bilan o'rin almashadi. Agar organik reagentning molekulasida ligand hosil qiluvchi guruhlar ham bo'lsa, metall atomlari bilan koordinatsion bog' ham hosil bo'ladi. Natijada ichki kompleksbirikmalar deb ataluvchi komplekslar hosil bo'ladilar.

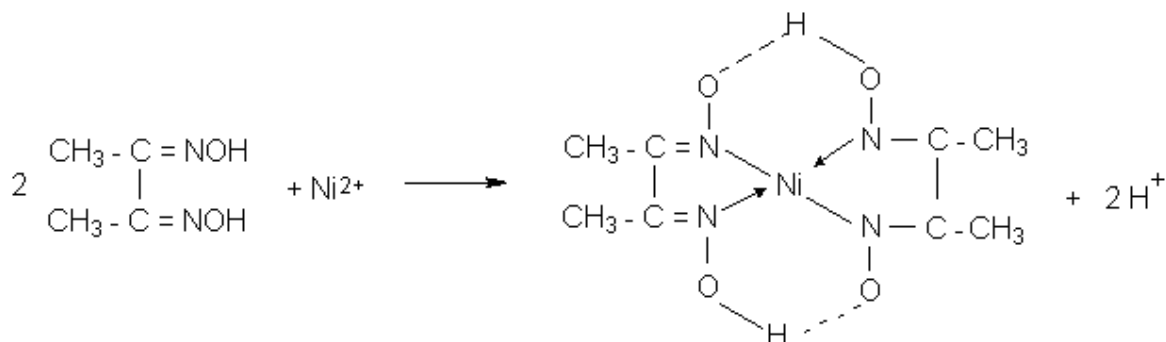
Shularga o'xshash kompleks birikmalarni hosil qilishga aminokislotalar, dioksidlar, azoreagentlar va boshqalar moyildir.

Tuz hosil qiluvchi guruh $-\text{COOH}$ va liganda $-\text{NH}_2$ ga xos guruh bilan mos keluvchi mis va amino sirka kislotasi ($\text{H}_2\text{N} - \text{CH}_2 - \text{COOH}$) misolida kompleks birikma hosil bo'lishini ko'rib chiqamiz.



Ushbu kompleksda karboksil guruhni vodorod atomlarini almashinuvi hisobiga ion bog' hosil bo'ladi. Aminoguruhni azot atomlarini bo'linmagan elektronlar jufti mis atomi tomon siljiydi va koordinatsion bog'larni hosil qiladilar.

Nikel dimetilglioksim (dioksim) bilan reaksiyasida xuddi shunday ichki kompleks birikma hosil qiladi.



Hosil bo'lgan kompleks birikmalar halqasimon (tsiklik) tuzilishga ega. Azot atomlari ikki tomondan metall atomlarini qisqichsimon changallab qisqichsimon komplekslar yoki xelatlar hosil qiladilar.

Ichki kompleks birikmalar analiz uchun muhim ahamiyatga ega, chunki ular suvda yaxshi eriydilar, tiniq rangga ega va barqaror, radikalni zanjiri qanchalik uzun bo'lsa, reagent shunchalik spetsifik va sezgir bo'ladi. Organik reagentlarning yagona kamchiligi - ularning kamyobliligi va qimmatbaholigidir.

Kompleks birikmalar tabiatda nixoyatda keng tarqalgan bo'lib, ular ko'pgina jarayonlarda muxim rol o'ynaydi. Masalan, o'simliklarning yashil qismida sodir bo'ladigan va fotosintezni amalga oshiradigan modda xlorofill –magnit kompleks birikmasidir. Tirik xujayralarni kislorod bilan ta'minlab turadigan moddaning gemoglobini temirning kompleksidir. Juda ko'p minerallar. Masalan, alyuminosilikatlar ham kompleks birikmalardir. Metallurgiyada oltin, kumush, platina kabi nodir birikmalaridan ajratib olinadi.

Kompleks birikmalarni uziga xos suyuklanish, qaynash temperaturalari, ma'lum erituvchilarda ayniqsa suvda eruvchanligi, elektr o'tkazuvchanligi, spektrlarining turlari va magnit xossalari bo'ladi.⁴

Mavzularni chuqur o'zlashtirish va nazorat qilish uchun savollar

1. Oddiy va qo'shaloq tuzlar va ularning dissotsiatsilaniishi
2. Kompleks tuzlar va ularning dissotsiatsiyasi
3. Kompleks tuzlarning tuzilishi, Ichki kompleks birikmalar
4. Komplekslarning barqarorligi
5. Ichki kompleks birikmalarning tuzilishi
6. Organik reagentlarning yutug'i va kamchiligi
7. Kompleks birikmalarning analizda ahamiyati
8. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari xaqidagi avvalgi tasavvur
9. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari xaqidagi zamonaviy tasavvur
10. Galvanik element xaqida
11. Galvanik element yordamida oksidlovchi va qaytaruvchilarni aniqlash

12. Ionlarning oksidlanish va qaytarilish darajasini aniqlash.

13-bob. MIQDORIY ANALIZ USULINING SINFLANISHI.

GRAVIMETRIK ANALIZ ASOSI VA USULLARI.



Miqdoriy analizning vazifasi tekshiriladigan modda tarkibiga kirgan element, ion yoki kimyoviy birikmalarning miqdorini aniqlashdan iborat. Miqdoriy analizdan avval doim sifat analizini bajarish kerak.

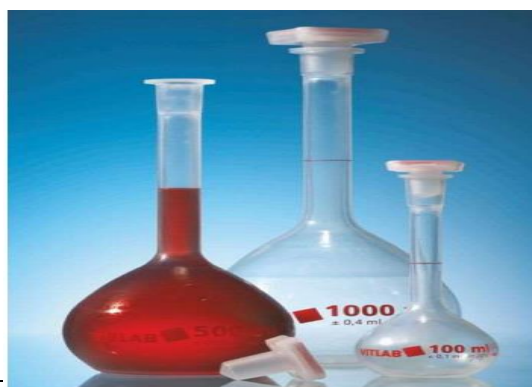
Miqdoriy analiz ilmiy tekshirishlarda muhim ahamiyatga ega. Masalan, biror noma'lum moddaning kimyoviy formulasini aniqlash uchun uning tarkibiga kiruvchi har bir elementning uning foiz miqdorini aniqlash kerak.

⁵Miqdoriy analiz geologiya, biologiya, tibbiyot, qishloq xo'jaligi, farmasevtika



sanoati, zargarlik buymlar tayorlashda va h.k. larda keng qo'llaniladi. Ishlab chiqarishda jarayonning hamma bosqichlarda muhandis-texnolog ishlab chiqarilayotgan materiallarning sifat va miqdor tarkibini bilishi zarur. Hozirgi vaqtda sanoatda kimyoviy tarkibi, uning sifati va miqdori

maqsadga muvofiq ekanligini aniqlamasdan turib hechbir material qabul qilinmaydi va tayyorlab chiqarilmaydi. Shuning uchun deyarli har bir zavod va fabrikalarda ishlab chiqarishning texnologik jarayonini doimiy nazorat qiladigan va chiqariladigan mahsulotning sifatini tekshiradigan analitik laboratoriyalar mavjud.



Miqdoriy analiz quyidagicha sinflanadi:

gravimetrik (tortma) usullari;

titrimetrik (hajmiy) usullari;

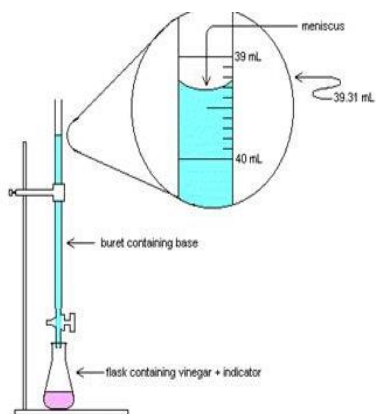
fizikaviy usullar;

fizik-kimyoviy analiz usullari.

Yuqorida ko'rsatilgan usullarning hozirgi vaqtda barchasi qo'llaniladi. Keltirilgan usullar ichida **gravimetrik analiz** usuli ko'p vaqt talab qiladi. Lekin aniqligi yuqori bo'lgani uchun shu vaqtgacha o'z ahamiyatini yo'qotmagan.

Unchalik aniqlik talab etilmagan hollarda titrimetrik analiz usullari qo'llaniladi va ular murakkab moslamalarni talab etmaydi.

Fizik-kimyoviy analiz usullari - usullar ichida eng perspektivroqdir. Bu usulda tarkibi jihatidan murakkab bo'lgan ob'ektlardan moslamalar yordamida aniq va tez elementlarning juda oz miqdorini ham aniqlash mumkin.



13.1. Xatolar nazariyasi

Miqdoriy analizda hatolikni aniqlash muhim ahamiyatga ega. Biror miqdoriy aniqlash qanchalik badiqqat o'tkazilmasin, olingan natija, odatda, aniqlanayotgan moddaning haqiqiy miqdoridan bir oz farq qiladi, ya'ni ba'zi hatoliklarga ega bo'ladi.

Analiz xatolari o'z xarakteri bo'yicha:

- sistematik xatolar
- tasodifiy xatolar
- qo'pol xatolarga bo'linadi.

Sistematik xatolar

Sistematik xatolar deb, kattaligi doimiy bo'lgan yoki ma'lum qonun bo'yicha o'zgaradigan xatoliklarga aytiladi. Ular metodikani, moslamani, reaktivni va x.k. tanlashda sodir bo'ladi va olingan natijalarni ortishiga yoki kamayishiga ta'sir ko'rsatadi. Sistematik xatolarni tuzatma - tuzatgich koeffitsientini kiritib oldini olish yoki yo'qotish mumkin.

Tasodifiy xatolar

Kelib chiqishi ma'lum bir qonuniyatga asoslanmay, kattaligi va ishorasi noma'lum bo'lgan xatolar tasodifiy hatolar deb ataladi. Tasodifiy hatolar bizga bog'liq

bo'lmagan tashqi faktorlar ta'sirida, ya'ni temperaturaning va havo namligining o'zgarishi, havoning iflosligi, xonaning etarli darajada yoritilmaganligi va x.k. va shuningdek, ehtiyot bo'lmasdan, pala-partish ishlash natijasida, tortish vaqtida yo'qotishlarda ro'y berishi mumkin. Tasodifiy hatolarni sistematik xatolardan farqli ravishda biror tuzatma kiritish yo'li bilan yo'qotib bo'lmaydi, lekin ularni parallel aniqlashlar sonini oshirib va ulardan olingan natijalarni bir-biriga yaqin qiymatlaridan o'rtachasini hisoblab kamaytirish mumkin.

Qo'pol xatolar

Bunday xatolar jumlasiga, masalan, tortish vaqtida tarozi toshlarini va tarozi shkalasining ko'rsatishini noto'g'ri hisoblash, titrlash vaqtida byuretk shkalasi bo'yicha 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.

Sifat jihatidan analiz natijalarini xatoliklari **absolyut va nisbiy xatolarga** bo'linadi, odatda ular foizda ifodalanadi.

Absolyut xato - aniqlanayotgan kattalikni haqiqiy miqdori bilan olingan natija o'rtasidagi ayirma va u 100 ga ko'paytiriladi.

$$D_{abs} = (a_{olin.} - a_{haqiq.}) \cdot 100\%$$

buerda, D_{abs} - absolyut xato;

$a_{olin.}$ - olingan eksperimental natija;

$a_{haqiq.}$ - haqiqiy natija.

Nisbiy xato - absolyut xatoni haqiqiy natijaga nisbati va u ham foizda ifodalanadi.

$$D_{nisb} = \frac{a_{olin} - a_{haqiqiy}}{a_{haqiqiy}} \cdot 100\%$$

Nisbiy xato analiz natijalarini ob'ektivroq ifodalaydi. Agar aniqlanayotgan kattalikning haqiqiy qiymati noma'lum bo'lsa, u holda uning o'rniga bajarilgan aniqlashlarda olingan natijalarning o'rtacha arifmetik qiymati olinib, uni ayrim natijalarning har biri bilan solishtirib ko'riladi. Olingan natijalar ayrim natijalarning o'rtacha qiymatidan

chetlanish deyiladi. Ular orqali analiz natijalarining aniqligi to'g'risida fikr yuritish mumkin, ya'ni chetlanishqiyamatqanchalik kichik bo'lsa, olingan natijalar shunchalik aniq bo'ladi. Aniqlashlar natijalarini aniqroq ifodalash uchun matematik statistika metodi bilan analiz natijalarini qaytadan hisoblash qo'llaniladi.

13.2. Gravimetrik analiz usuli

Gravimetriya katta miqdordagi moddalarni aniqlashning aniq usullaridan xisoblanadi. Bu usul aniq tarkibli birikma yoki elementar holda ajratilgan namunaning aniqlanadigan component aniq massasini o'lchashga asoslangan. Bunda aniqlanuvchi component odatda kam eruvchan shaklga o'tkazilib, tindiriladi. So'ngra cho'kmani ajratilib tindiriladi, quritiladi, qizdiriladi. Ushbu xolatda aniqlovchi component boshqa kimyoviy shaklga o'tadi va aniq o'lchanadi. Cho'kmani massasini va uni kimyoviy tarkibini bilib analit massasini xisoblash mumkin. Gravimetriya- bu nafaqat eng aniq balki eng murakkab analiz usulidir. Aynan gravimetriyadan T.U.Richards kimyoviy elementlarni atom massalarini xisoblashda foydalangan va 1914 yilda xizmatlari uchun Nobel mukofoti bilan taqdirlangan. Bu xaqda batafsil uning cho'kmalarni ifloslanishini sabablarini aniqlashga bag'ishlangan ishlaridan bilib olish mumkin.⁶

Qanday qilib gravimetrik analizni muvaffaqiyatli amalga oshirish mumkin?

Gravimetrik analizni muvaffaqiyatli amalga oshirish bir qator muxim jarayonlarni o'tkazishga bo'liq, bular filtrlash va tortish uchun ishlab chiqilgan. Masalan xlorid ionlarini aniqlashda ularni kumush xloridi ko'rinishida cho'ktirish yetarli emas, ularni namuna eritmasiga kumush nitrat eritmasini quyamiz va xosil bo'lgan cho'kmani filtrlab keyingi bosqichga o'tamiz.

Gravimetrik analizda yuqori aniqlikka erishish uchun, tindirish va cho'kmaga ishlov berishga taluqlibarchabosqichli jarayonlarini aniq bajarish talab etiladi.

O'rta namuna olishda modda maydalanadi va aralashtiriladi.

⁶(Analitik kimyo G.Kristian 2009y 1 tom 434bet)

Namunani eritilgandan so`ng gravimetrik analizda quyidagi jarayonlarni bosqichma-bosqich amalga oshirish lozim:

- ✓ Eritmani tayyorlash
- ✓ Cho`kmani tindirish
- ✓ Filtrlash
- ✓ Cho`kmani yuvish
- ✓ Quritish va qizdirish
- ✓ O`lchash
- ✓ Analizlar xisobi

Eritmani tayyorlash bosqichi Avval eritmani tayyorlaymiz. Gravimetrik analizning birinchi bosqichi - bu eritma namunasini cho`ktirishga va tindirishga tayyorlash. Bunda ba`zan xalaqit beryvchi komponentlarni ajratib olish talab etiladi. Cho`kmani kam erishini taminlovchi sharoit yaratish zarur va uni filtrlash jarayoni uchun qulay shaklga keltirish lozim. Ba`zi xollarda xalaqit berayotgan komponentni niqoblash kerak

bo`ladi. Bunda inobatga olish zarur bo`lgan omillardan biri tindirish jarayonidagi eritma xajmi, aniqlanuvchi komponentning konsentratsiya diapazoni, boshqa komponentlarni mavjudligi, eritmaning harorati va pH muxiti.

Masalan kalsiy oksalat ishqoriy muxitda umuman erimaydi, lekin pH past bo`lganda uning eruvchanligi ionlar oksalatini protonlar bilan bog`langani sababli keskin ortadi, bu esa oksalat ionlarini protonlar bilan birikib kuchsiz kislota hosil bolishi hisobiga boradi. Yana bir misol: Al^{3+} pH = 4 bo`lgan sharoitda cho`ktirish mumkin, lekin Mg^{2+} ionlari uchun cho`ktiruvchi anion konsentratsiyasi (8-oksixinolinat) uchun bu etarli emas. Cho`ktirish uchun pH muxitini o`ngga 8-oksixinolinat dissotsiyasini muvozanatini siljitish natijaga erishiladi.

**Eritmani cho`ktirish bosqichi** Eritmani tindirishga tayyorlagandan so`ng o`z-o`zi tindirishni o`tkazish zarur. Bunda aniq bir shartga rioya qilish kerak. Birinchi navbatda cho`kma eruvchanligi yetarli past bolishi uchun, ya`ni modda sarfi eruvchanlik hisobiga kichik bo`ladi deb hisoblaymiz. Cho`kma imkoni boricha yirik kristall holatda bo`lishi kerak, shunda u oson filtrlanadi. Undan tashqari, bu holda toza

cho'kma hosil bo'ladi vacho'kmalar ixtiyoriy holda eritmadagi turli zarrachalarning qamrab oladi; lekin yirik kristallar ham ifloslanadi. Tindirish shartini muhimligini baxolash uchun tindirish jarayonini to'liq ko'rib chiqamiz. Eritmaga tindirgichni (cho'ktirgichni) qo'shganda (masalan, AgNO_3) tindirilayotgan modda eritmasiga (masalan, xloridlar), (AgCl)ni cho'kma hosil qilishi bir necha bosqichdan o'tadi.

Cho'kma hosil qilishida geterogen munosabat o'rnatiladi, bu biroz vaqt talab etadi.

Avval to'yinish holati bo'ladi, bundan eritma fazasi muvozanat sharoitida qaraganda erigan moddalar miqdori ko'p. Bu holat metastabildir: harakatga keltiruvchi kuchi mavjud, sistemani muvozanat hoatiga keltirishiga intiladi. Muvozanat holatiga o'tishda dastlabki cho'kma hosil qilish boshlanadi (nuklyatsiya). Cho'kmani hosil bo'lishi uchun, erigan modda zarrachalarini minimal soni birga birlashishi mumkin va qattiq faza mikroskopik zarrachasini hosil qiladi. To'yish darajasi qancha yuqori bo'lsa dastlabki cho'kma hosil bo'lishi tezligi katta bo'lib, nihoyat cho'kma zarrachasi ko'p hosil bo'ladi va ularning o'rtacha o'lchamiesha kichik bo'ladi.

Bunda cho'kmaning umumiy yuzasi maydoni katta bo'ladi va adsorbsiyadan uni ifloslanish xafi yuqori bo'ladi. Dastlabki chukma hosil qilish jarayoni o'z-o'zidan bo'lib o'tishi mumkin. Lekin odatda uchanglar tasirida yoki idish devorlaridagi tirnalishlar tasirida yuzaga chikadi, yoki kristall cho'kmaga maxsus tomizg'i kushish sababli xosil buladi. Dastlabki cho'kmalar ularni yuzasida boshqa zarralarini tindirilishini natijasida o'sa boshlaydi, ular cho'kma tarkibiga kiradi. Natijada to'g'ri geometric shakldagi kristallar hosil bo'ladi. Bu jarayon qanchalik tez o'tsa, uning to'yinish darajasi yuqori bo'ladi. Agar kristallar o'sishitezligi juda katta bo'lsa, ular strukturasida nuqson hosil bo'lishi ortadi. Aralashmani qamrab olishni Fon Veymarn aniqladi, unga ko'ra cho'kma zarrachalarinig o'rtacha o'lchami tinish jarayonida eritmani o'ta to'yishi nisbatiga teskari proportsionaldir, u quyidagicha aniqlanadi:

Q- S nisbiy to'yingan

Bu erda Q-cho'ktirish boshlanguncha cho'kma hosil qiluvchi zarrachalar konsentratsiyasi; (bu kattalik erinmaning o'ta to'yinganlik darajasini aniqlaydi)

S - muvozanat holatdagi cho'kma eruvchanligi.

Nisbatan to'yinish kattaligi Fon Veyrman tindirishi deyiladi.

Yuqorida aytilgandan ma'lumki to'yinish holati metastabildir (o'zgaruvchan), to'yinis qonchalik yuqori bo'lsa, cho'kma hosil qiluvchi markaziy zarracha xosil bo'lish tezligi yuqori bo'ladi.

Eslab qolun: yuqori nisbiy to'yinishda – cho'kmaning mayda zarrachalari soni ko'p, yuza maydoni esa katta bo'ladi.

Past nisbiy to'yinishda – cho'kmaning kattaroq zarrachalarining soni kam, yuza maydoni kichik bo'ladi.

Ko'rinib turibdiki, tindirish jarayonida Qni qiymatini kichik qilib ushlab turiladi, S ning qiymatini ko'paytiriladi. Shuning uchun tindirishning optimal sharoitini ushlab turishga imkon beruvchi usullarini qabul qilamiz. Bu usullarning barchasi to'yinishini kichraytiradi va cho'kmani yirik zarrachalarini olishga imkon beradi.

❖ Tindirishni aralashgan eritmalarda o'tkazish kerak, bu esa Qni qiymatini kichraytirishga imkon beradi.

❖ Aralashtirilgan eritmani asta-sekin aralashtirib turib qo'shiladi. Bu Q ni qiymatini past darajada ushlab turishga va tindirgichni ortiqchasi hosil bo'lishiga to'sqinlik qiladi.

❖ Tindirishni qaynoq eritmadan o'tkazish kerak. Bunda S eruvchanligi ortadi. Shu vaqtda eruvchanlik uncha katta bo'lmasligi kerak, chunki bunda tindirish jarayoni to'liq bo'lmasligi kuzatiladi. Ba'zan tindirishni asosiy massasini issiq eritmasidan tindiriladi, so'ngra tindirishni to'liq ta'minlash uchun eritmani sovutiladi.

❖ Tindirishni pH ni past qiymatida o'tkazish kerak, bunda to'liq tinishga erishishni oson bo'ladi. Nordondan muhitda ko'pgina cho'kmalarni eruvchanligi ortadi, tinish tezligi esa pasayadi. Nordondanlikda eruvchanlikni ortatuvchi eritma tarkibidagi anionni cho'kmani protonlari bilan bog'lanishi sabablidir. Eritmalarni aralashtirishda aralashmalar konsentratsiyasi kamayadi, qizdirish jarayonida, eritmani nordondanlashishda aksincha ularning eruvchanligi ortadi, bunda tindirishning kichik tezligida cho'kma zarraari tomonidan aralashmalarni ushlab qolishi susayadi

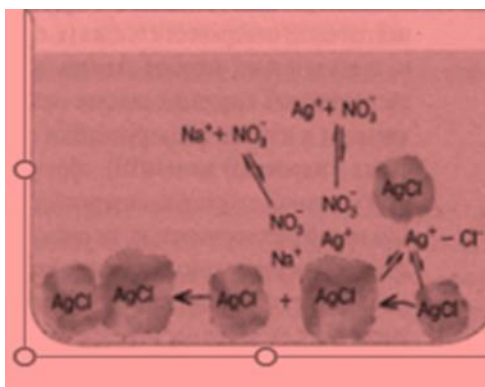
Undan tashqari kristallarning o'rtacha o'lchami ham ahamiyatga ega, agarkristallarning o'rtacha o'lchamikatta bo'lsa, cho'kmani yuza maydoni ham shunchalik kichikbo'ladi.

Eruvchanligi sustbolgan,yani kam eriydigan cho'kmalarni gravimetriyada qo'llash qulay emas, chunki bu holda nisbiy to'yinish ancha katta bo'ladi.

Tindiruvhchini ortiqcharoq qo'llash zarur, bunda cho'kmani eruvchanligi pasayishi ion ta'siri hisobiga bo'ladi, bu esa tinishni to'liqligini ta'minlaydi,agar analitik miqdori taxminan ma'lum bo'lsa, odatda tindirgich 10% - ortiqcha qo'shiladi. Tinishni to'liqligini taminlach kerak. Buning uchun eritmaga tinishga imkon beriladi va so'ngra shaffof eritmadagi cho'kma ustiga bir necha tomchi tindirgich tomiziladi. Agar boshqa cho'kma hosil bo'lmasa, tindirish to'liq hisoblanadi.

Cho'kmalarni eskirishi- bundatoza kristallar xosil bo'ladi va ular yiriklashadi

Ma'lumki, cho'kmani juda kichikzarralari katta yuza maydoni ulushi bilan, yuqori yuza energiyasiga ega bo'lib, yirik kristallarga nisbatan eruvchanligi yuqoridir. Agar cho'kmani asosiy eritma ostida qoldirilsa,u holda kichik kristallar erib, yiriklariga cho'kadi, yiriklari esa yanada o'sib boradi. Ushbu jarayon cho'kmalarni eskirishi yoki **Ostvald** etilishi deyiladi.

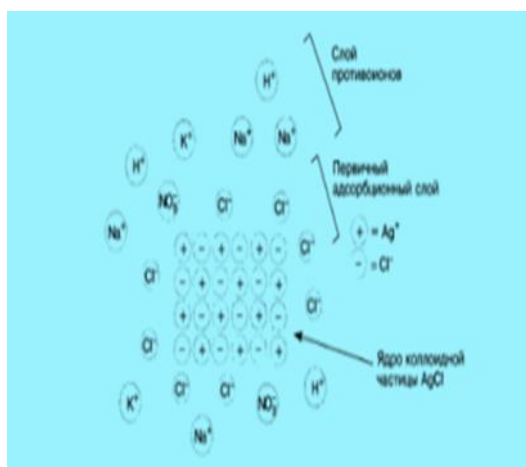


Bu usul aniq tarkibli birikma yoki elementar holda ajratilgan namunaning aniqlanadigan komponentini aniq massasini o'lchashga asoslangan. Gravimetrik analiz ikki usulga bo'linadi: xaydash va cho'ktirish.

Xaydash usuli- uchuvchan moddalarni qizdirgandan so'ng aniqlanadigan moddaning massasini kamayishini aniqlashga asoslangan. Bu usul bilan kristallizatsion suvni, karbonatlar tarkibidagi CO_2 va b.q. miqdori aniqlanadi. Bu metod universal emas, chunki faqat engil uchuvchan moddalarni aniqlash mumkin. Lekin, chegaralanganligiga qaramasdan bu usul o'z **Kristallarning yetilishi** ahamiyatini yo'qotmagan, chunki organik birikmalar analizida hozirgi vaqtgacha aniq usullardan biri hisoblanadi.

Xaydash usuliga asoslangan elementorganik analiz kontrol analizi sifatida xizmat qiladi va ularning bergan ma'lumotlariga qarab, moslamalar kalibrovkalanadi (sozlanadi masalan, xromatograflar va boshqalar va tuzatgich koeffitsientlari xisoblanadi.⁷

Cho'ktirish usuli - tekshiriladigan moddaning tortimini (aniq massasini) olib, uni eritmaga, o'tkazib, cho'ktiruvchi ta'sirida cho'kmaga tushirib, cho'kmani filtrlab, quritib va tortishga asoslangan. Cho'kmani massasi va formulasiga qarab aniqlanadigan element yoki modda miqdori hisoblanadi.



AgCl eritmasidagi kolloid zarrachalarining adsorbsion qatlamdagi mo'l miqdorda xlorid ionlari bo'lgan sharoitda ko'rinishi.⁸

Bunda kolloid zarrachalar o'lchami juda kichik 1-100 mkm ega bo'lishiga qaramay, kattagina yuza maydonni egallaydi. Yuzada AgCl zarralari Ag^+ va Cl^- ionlar bilan almashinib turadi, shu sababdan

yuzaning boshlang'ich zaryadi nolga teng.

Cho'ktiruvchi ta'sirida hosil bo'lgan cho'kma cho'kma holat deyiladi. To'liq va miqdoriy cho'ktirish uchun cho'kma holat quyidagi talablarga javob berishi kerak:

✓ **Namunani to'liq cho'kish uchun cho'kmaning eruvchanlik ko'paytmasi**

✓ **$EK < 10^{-8}$ oshmasligi kerak.**

✓ Cho'kma iloji boricha yirik kristall bo'lishi kerak, chunki ular qo'shimcha cho'kmalarni adsorbtsiyalamaydi va engil filtrlanadi.

✓ Cho'kma holat tez va to'la tortma holatga o'tishi kerak, nisbatan yuqori bulmagan haroratda.

Cho'kma qizdirib quritilgandan so'ng tortma holat hosil bo'ladi. Tortma holat quyidagi talablarga javob berishi kerak:

⁷.(Analitik kimyo G.Kristian 2009y 1 tom 438bet)

⁸(Analitik kimyo G.Kristian2009y 1 tom 439 bet)

- ✓ *Tortma holat tarkibi kimyoviy formulasiga to'la mos kelishi lozim, chunki hamma hisoblashlar tortma holat formulasiga asoslangan.*
- ✓ *Etarli darajada kimyoviy barqaror bo'lishi kerak, ya'ni gigroskopik bo'lmasligi kerak, o'ziga gazlarni yutmasligi kerak va x.k.*
- ✓ *Aniqlanadigan elementning miqdori cho'kma holatda ham, tortma holatda ham mumkin qadar kam bo'lish kerak, chunki bunda aniqlash xatolari analizning oxirgi natijasiga kam ta'sir etadi, aniqlanadigan elementning yo'qolishi ham kam bo'ladi.*

Ushbu talablarni bajarish uchun esa cho'ktiruvchini to'g'ri tanlash kerak.

Cho'ktiruvchini tanlashda qo'shimcha yana quyidagilarni hisobga olish kerak:

- *cho'ktiruvchi engil uchuvchan bo'lishi kerak, chunki uning ortiqcha miqdori*
- *qizdirish vaqtida uchib ketadi va qo'shimcha massa bermaydi;*
- *cho'ktiruvchi spetsifik bo'lishi kerak, ya'ni faqat aniqlanadigan ionni cho'ktirishi kerak.*

Yuqorida ko'rsatib o'tilganidek, cho'kma iloji boricha yirik kristall bo'lishi kerak. Buning uchun esa ma'lum sharoitlar yaratishga to'g'ri keladi

13.3. Tindirish jarayoni

Eritmani tindirishga tayorlangandan so'ng o'z-o'zi tindirishni o'tkazish zarur. Bunda aniq bir ma'lum shartga rioya qilish kerak. Birinch i navbatdacho'kma eruvchanligi etarli past bo'lishi uchun, yani modda sarfieruvchanlik hisobigakichik bo'ladi deb hisoblaymiz. Cho'kma imkoni boricha yirik kristal bo'lishi kerak, shundau oson filtrlanadi. Unda tashqari buholda cho'kma toza-hosil bo'ladi: cho'kmalar ixtiyoriy holda eritmadagi turli zarrachalarniqamrab oladi, lekin yirik kristallar kam ifloslanadi.

Tindirish shartini muximligini baholash uchun tindirish jarayonini to'liq ko'rib chiqamiz. Eritmaga tindirgichni (cho'ktirgichni) qo'shganda (masalan AgNO_3 tindirilayotgan modda eritmasiga (masalag, xloridlar), (AgCl) ni cho'kmaxosil qilish bir nechta bosqichdan o'tadi. Avval to'yinish xolati bo'ladi, bunda eritma fazasi muvozanat sharoitida qaraganda erigan moddalar miqdori ko'p. Bu xolat metastabildir: xarakatga keltiruvchi kuchi mavjud, sistemani muvozanat xolatiga

keltirishga intiladi. Muvozanat holatiga o'tishda murtak hosil qilish boshlanadi. (nuxmatsiya) cho'kmani murtagi hosil bo'lishi uchun erigan modda zarrachalarini minimal soni birga birlashishi mumkin va qattiq faza mikroskopik zarrachasini hosil qiladi. To'yish zarrachasi qancha yuqori bo'lsa murtak hosil bulishi tezligi katta, oxirida cho'kma zarracha ko'p hosil bo'ladi va uning o'rtacha o'lchami kichik bo'ladi

Gravimetrik analizda "eritma-sho'kma" muvozanatini quyidagi chizmada ko'rish mumkin. BaSO₄ eritmasini Ba²⁺ ionlarini mol miqdordagi konsentrasiya-sinieruvchanligigabog'liqlikgrafigi

13.4 Kristall cho'kmalarning hosil bo'lish sharoitlari

Biz yirik kristall cho'kma hosil bo'lishi uchun sharoit yaratishimiz kerak. Buning uchun esa boshlang'ich kristallarning sonini kamaytirish kerak, ya'ni cho'ktiriladigan moddaning kontsen-trasiyasini kamayishi va eruvchanlikni oshirish yo'li bilan o'ta to'yinishni oldini olish kerak.

Cho'ktirish vaqtida eritma mumkin qadar kamroq o'ta to'yingan bo'lishi uchun

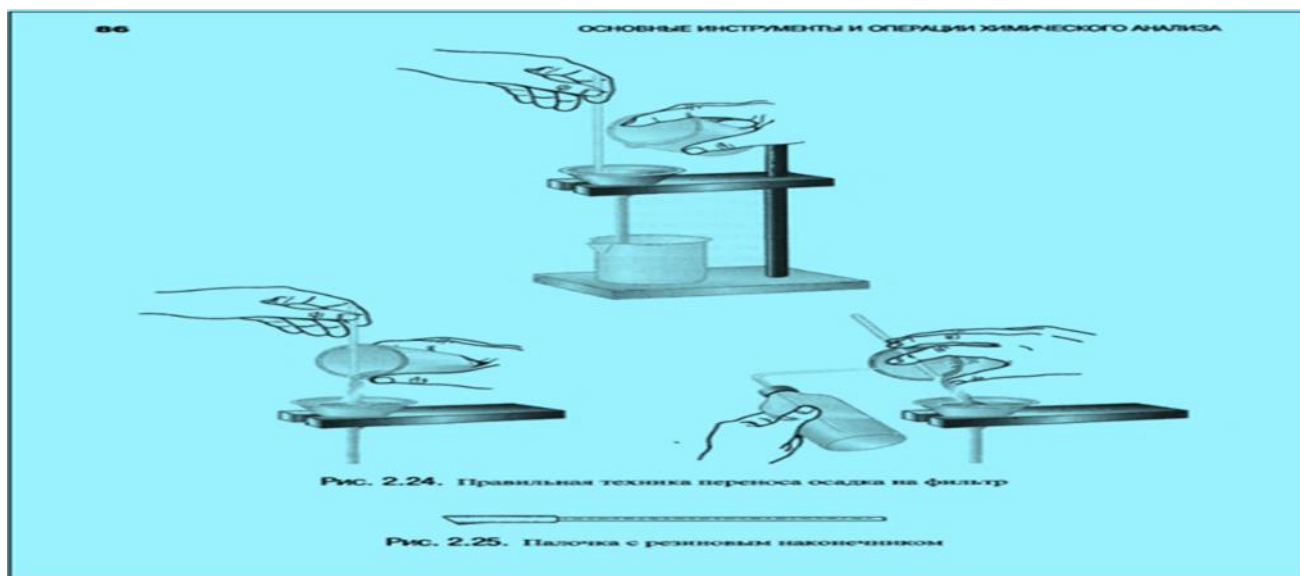
avvalo: Cho'ktirishni suyultirilgan eritmalarda olib borish kerak (cho'ktiruvchining ham suyultirigan eritmasini qo'shish bilan).

- ❖ Cho'ktiruvchini sekin tomchilatib qo'shish kerak. (ayniqsa, cho'kishning boshlanishida).
- ❖ Cho'ktiruvchi qo'shilganda eritmaning cho'ktiruvchi qo'shilayotgan qismi o'ta to'yinib ketmasligi uchun eritmani doimo shisha tayoqcha bilan aralashtirib turish kerak.
- ❖ Cho'ktirishni issiq eritmalardan olib borish kerak (cho'ktiruvchining ham issiq eritmasi bilan cho'ktirish kerak).
- ❖ Cho'ktirishni eruvchanlikni oshiruvchi moddalar ishtirokida olib borish kerak (suyultirilgan kislotalar).
- ❖ Sekin sovishi va cho'kmaning etilishi uchun cho'kmani kamida 3 soatdan keyin filtrlash kerak.

Ba'zi bir xollarda o'z tabiatiga qarab amorf cho'kmalar hosil bo'ladilar. Ular kolloid eritmalarining koagullanishi natijasida hosil bo'ladilar. Shuning uchun ularning koagullanishi uchun sharoitlar yaratish kerak.

13.5. Amorf cho'kmalar hosil bo'lish sharoitlari

- Adsorbtsiyani oldini olish maqsadida, cho'ktirishni issiq eritmalaridan olib borish kerak.
 - Cho'ktirishni elektrolit - koagulyant ishtirokida olib borish kerak, ular esa kolloid zarrachalarning zaryadini neytrallab, ularning koagulyatsiyasiga, ya'ni zarrachalarning yopishishiga olib keladi.
 - Cho'ktirish jarayonini
 - tezlashtirish va adsorbtsiyani oldini olish maqsadida cho'ktirishni kontsentrangan eritmalarida olib borish kerak.
 - Adsorbtsiyani oldini olish maqsadida shu zahotiyoq, issiq holda filtrlash kerak.
- Cho'kmani filtrga o'tkazish texnikasi



Cho'kmalarning hosil bo'lishida birgalashib cho'kish hodisasi, ya'ni cho'kmaning begona qo'shimchalar bilan ifloslanishi sodir bo'ladi.

Birgalashib cho'kishning ikki turi mavjud:

- **Adsorbtsiya**- amorf cho'kmalarda hosil bo'ladi;
- **Okklyuziya**- kristall cho'kmalarda sodir bo'ladi.

Adsorbtsiya - bu cho'kmaning mayda dispers zarrachalarini sirtqi yutilishidir. Bu jarayon termodinamik, ya'ni harorat ko'tarilishi bilan zarrachalarning harakat tezligi ortadi va ularni adsorbtsiyalash qiyin bo'ladi. Filtrlash vaqtida harorat pasayib ketmasligi uchun ichiga filtr va cho'kma solingan voronka o'rnatilgan maxsus isitgichlarga qo'llaniladi. Agar adsorbtsiya sodir bo'lgan bo'lsa, filtr ustidagi cho'kmani cho'ktiruvchini issiq suyultirilgan eritmasi bilan yuvish kerak.

Okklyuziya - bu begona qo'shimchalarni cho'kma kristallarini ichiga yutilishidir. Kristallar bir tekis o'smasligi sababli kristallarda g'ovak, bo'shliqlar hosil bo'ladi va ular begona qo'shimchalar bilan to'ladi, bundan tashqari, mayda zarrachalar yopishadi.

Bu hodisalar cho'kmani massasini ortishiga olib keladi va aniqlash xatoligini ko'paytiradi shuning uchun ular bilan kurashish kerak.

Cho'ktiruvchi sifatida noorganik cho'ktiruvchilar bilan bir qatorda organik cho'ktiruvchilar ham keng qo'llaniladi va ular bir qator afzalliklarga ega:

- ular yuvilganda erimaydigan, kam eruvchan cho'kmalar hosil qiladilar;
- birgalashib cho'kish juda oz darajada sodir bo'ladi.
- organik cho'ktiruvchining molekulyar og'irligi katta bo'lgani uchun
- aniqlanayotgan elementning cho'kmadagi miqdori ancha kam bo'ladi;
- organik reaktivlar ta'sir ettirilganda hosil bo'ladigan mahsulotlar,

ko'pincha, to'q rangli bo'ladi. Bu esa tegishli ionlarning kontsentratsiyalari eritmada nihoyatda kam bo'lgan vaqtda ham ularning kolorimetrik metod bilan aniqlashga imkon beradi. Sifat analizida organik reagentlar kabi organik cho'ktiruvchilarning kamchiligi ularning qimmatbaho va kamyobligida. Yuqorida aytib o'tganimizdek, gravimetrik analiz ko'p vaqt talab qiladi. Lekin o'zining aniqligi yuqoriligi va universalligidan o'zining ahamiyatini yo'qotmagan. Bu usul asosan yuqori aniqlikka ega natijalar kerak bo'lganda qo'llaniladi. Lekin, uning asosiy ahamiyati - bu nazorat analiz, chunki uning natijalari bo'yicha tuzatgich koeffitsientlari keltirib chiqariladi va

bo'yicha analitik moslamalar sozlanadi.byuretkani sonlarini to'g'ri ko'rish va titrlashni to'g'ri bajarish⁹

Ayrim organik cho'ktiruvchilarga misollar

13.6. Taroziilar va ulardan foydalanish qoidalari

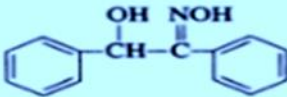
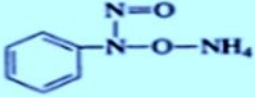
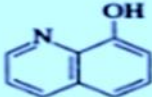
Taroziilar analitik kimyoda ishlatiladigan asosiy asboblardan biri hisoblanadi. Analiz qaysi usul bilan bajarilmasin uning natijasi tekshirilayotgan moddaning ma'lum miqdoriga keltirilishi, masalan, uning og'irligiga nisbatan foizlarda ifodalanishi kerak. Shuning uchun analizni boshlashdan oldin moddaning tekshirish uchun kerakli miqdori tarozida tortib olinadi.

Miqdoriy analizning gravimetrik (tortish) analizda olib borilayotgan tajribalarda texnik va analitik tarozlardan foydalaniladi.

Taroziilar 2 xil bo'ladi:

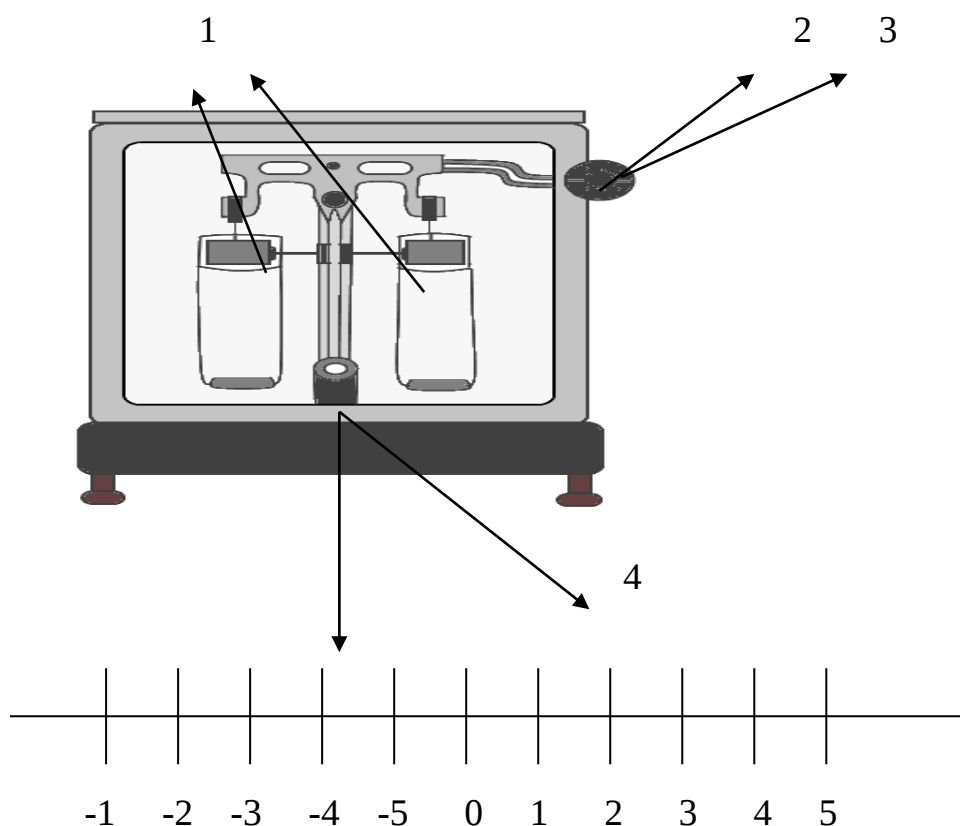
1. Texnik kimyoviy
2. Analitik kimyoviy

Texnik kimyoviy taroziilar 500gr – 0.01gr gacha bo'lgan moddalarni o'lchash (tortish) qobiliyatiga ega. Namuna dastlab texnik kimyoviy taroziilarda tortiladi. Texnik kimyoviy taroziilar namunaning taxminiy massasini o'lchab beradi.

Диметилглиоксим	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{C} = \text{NOH} \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} = \text{NOH} \end{array}$	Ni(II) в аммиачном или ацетатном буфере; Pd(II) в среде HCl $\text{M}^{2+} + 2\text{HR} \rightarrow \text{MR}_2 + 2\text{H}^+$
α-Бензоинноксим (купрон)		Cu(II) в аммиачно-тарtratной среде; Mo(VI) и W(VI) в кислой среде $\text{M}^{2+} + \text{H}_2\text{R} \rightarrow \text{MR} + 2\text{H}^+$ $\text{M}^{2+} = \text{Cu}^{2+}, \text{MoO}_2^{2+}, \text{WO}_2^{2+}$ Прокаливание до оксидов и взвешивание
Нитрозофенилгидроксиламинат аммония (купферон)		Fe(III), V(V), Ti(IV), Zr(IV), Sn(IV), U(IV) ($\text{M}^{n+} + n\text{NH}_4\text{R} \rightarrow \text{MR}_n + n\text{NH}_4^+$) Прокаливание до оксидов и взвешивание
8-Оксихинолин (оксин)		Ионы многих металлов. Часто используют для Al(III) и Mg(II) $\text{M}^{n+} + n\text{HR} \rightarrow \text{MR}_n + n\text{H}^+$
Диэтилдитиокарбамат натрия	$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{N} - \text{C}(=\text{S}) - \text{S}^- \text{Na}^+$	Ионы многих металлов из кислых сред ($\text{M}^{n+} + n\text{NaR} \rightarrow \text{MR}_n + n\text{Na}^+$)
Тетрафенилборат натрия	$\text{NaB}(\text{C}_6\text{H}_5)_4$	K ⁺ , Rb ⁺ , Cs ⁺ , Tl ⁺ , Ag ⁺ , Hg(I), Cu(I), NH ₄ ⁺ , RNH ₃ ⁺ , R ₂ NH ₂ ⁺ , R ₃ NH ⁺ , R ₄ N ⁺ из кислых сред ($\text{M}^+ + \text{NaR} \rightarrow \text{MR} + \text{Na}^+$)
Хлорид тетрафениларсония	$(\text{C}_6\text{H}_5)_4\text{AsCl}$	Cr ₂ O ₇ ²⁻ , MnO ₄ ⁻ , ReO ₄ ⁻ , MoO ₄ ²⁻ , WO ₄ ²⁻ , ClO ₄ ⁻ , I ₃ ⁻ из кислых сред $(\text{A}^{n+} + n\text{RCl} \rightarrow \text{R}_n\text{A} + n\text{Cl}^-)$

Analitik kimyoviy tarozlar 200gr – 0.00001 gr gacha bo'lgan moddalarni o'lchaydi. Analitik kimyoviy tarozlar namunaning aniq massasini aniqlab beradi. Analitika laboratoriyalarida eng ko'p qo'llaniladigan ADB-200 markali demfirli tarozi hisoblanadi.

ADB-200 markali demfirli analitik tarozisi



1-Demfer – tarozi pallalarini tebranishdan to'xtatish uchun xizmat qiladi.

2-Tashqi disk – 100 milligrammdan 900 milligrammgacha og'irlikdagi xalqalar joylashgan.

3-Ichki disk – 10 milligrammdan 90 milligrammgacha og'irlikdagi xalqalar joylashgan.

4-Veytograf – butun sondan keyingi 1000/1, 10 000/1 ulush qiymatlar olinadi.

Tarozi toshlari



Analitik tarozi toshlari maxsus qutichaga solib qo'yiladi. Qutichada 50,20, 10, 5, 2, 1g massali tarozi toshlari bilan bir qatorda 10mg dan 990 mg gacha bo'lgan mayda toshchalar ham bo'ladi.

ADB-200 demferli tarozi ishlatiladi. Bu xil tarozilar tuzilishining eng asosiy xususiyati shundan iboratki, ularda tarozi strelkasining tebranishini tez to'xtatuvchi havoli tinchlantirgich (demfer) lar bo'ladi.

Demferlar alyuminiydan yasalgan ichi kovak silindrlar bo'lib, usti qopqoq bilan yopilgan, past tomoni esa ochiq bo'ladi. Bu silindrlar ilmoqlar yordamida osib qo'yiladi va tarozi pallalarining tepasida turadi.

Shayinning o'ng tomonidagi xalqaga shayinga perpendikulyar qilib gorizontal planka o'rnatilgan. Og'irligi 10 mg dan 990 mg gacha bo'lgan xalqa shakldagi mayda toshlari bu planka ustiga ilib qo'yiladi. Mayda toshlari planka ustiga tarozi shkafining o'ng tomoni tashqarisiga o'rnatilgan diskli dastani burab osiladi. Diskli dasta har ikki tomonga buraladigan ikkita diskdan iborat bo'lib, bu disklarga raqamlar yozilgan bo'ladi. Tashqi diskni burash bilan plankaga 100, 200, 300, ... 900 mg toshlarni osib qo'yish mumkin. Xuddi shu yo'l bilan kichik diskni burab 10, 20, 30, ... 90 mg li toshlari qo'yiladi, ya'ni tarozining o'ng pallasiga grammning yuzdan bir ulushlari qo'yiladi.

ADB-200 demferli tarozi

Analitik electron tarozilarinig zamonaviy ko`rinishlariga misollar



Tarozni o'rnatish qoidalari

1. Tarozi o'rnatiladigan joy katta yo'ldan (tramvay yo'lidan) kamida 100 m uzoqlikda bo'lishi kerak.

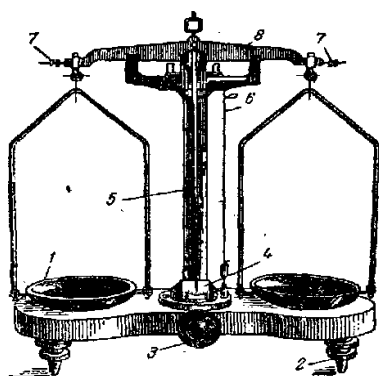
2. Tarozi og'ir metall list ustiga o'rnatiladi. Bunda maxsus taroz joylashtiriladigan stol ustidagi maxsus joylarga avval namat so'ngra namat ustiga metall list yoki marmar plita joylashtirilib taroz o'rnatiladi.
3. Tarozi o'rnatilgan stol atrofida isituvchi va sovituvchi moslamalar bo'lmasligi kerak.
4. Namunaning tortimi olinayotgan vaqtda tarozi eshiklari va derazalari yopiq holatda bo'lishi kerak.



Tarozida tortish texnikasi.

1. Tarozi dastavval muvozanatini 0 ga keltirib olish lozim.
2. Tarozidan foydalanishdan oldin xamma vaqt uning gorizontol holatda turganligini tekshirish kerak.
3. Tortilayotgan modda avval texnik kimyoviy tarozida taxminiy o'lchamga keltirilib, keyin analitik kimyoviy tarozida tortiladi.
4. Tarozi toshlaridan foydalanishdan avval uning butunligiga va massasiga e'tibor berish kerak.
5. Tarozning toshlaridan foydalanishda qo'l bilan ushlab olinishi mumkin emas, maxsus ushlagich (pinset) yordamida ushlab olinishi zarur.

Texnik kimyoviy tarozisi



Mavzularni chuqur o'zlashtirish va nazorat qilish uchun savollar

1. Miqdoriy analiz asoslari va uning qo'llanilishi
2. Miqdoriy analiz usullarining sinflanishi.
3. Analiz usullarining tavsifi

4. Xatolar nazariyasi
5. Xatolar turlari va ularning yo'qotish yo'llari
6. Xatolarni ifodalash usullari
7. Okklyuziya xodisasi
8. Adsorbtsiyaxodisasi
9. Gravimetrik taxlil usullari
10. Gravimetrik taxlil usullarining bosqichlari
11. Xatolarni ifodalash usullari
12. Gravimetrik taxlil usullarining afzallik va kamchiliklari



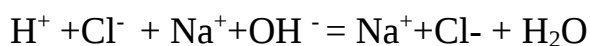
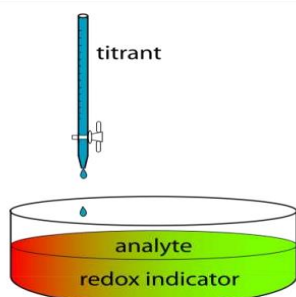
14-bob. TITRIMETRIK ANALIZ ASOSLARI VA USULLARI KONTSENTRATSIYA TURLARI. TITRIMETRIK ANALIZDA XISOBLASHLAR

Mqdoriy taxlilning kislota asosli titrlash usulining asosida kislotalarning ekvivalent miqdorda asoslar bilan reaksiyasi yotadi. Titrlash egri chizig'ini grafigini chizishda eritma pH titrantning xajmiga nisbanidan titrlashning so'nggi nuqtasini aniqlash qiyin emas.

Titrant bu -xar doim kuchli kislota yoki kuchli asosning eritmasidan iboratdir.

Analit-sifatida esa kuchli kislota yoki kuchsiz asosdan foydalanish mumkin.¹⁰

Kuchli kislotalarni kuchli asos bilan titrlashda titrant xam analit xam butunlay ion xolatga o'tadi. Bunga misol:



H^+ va OH^- ionlari suv xosil qiladi, qolgan ionlar esa reaksiyada ishtirok etmaydi.

Gravimetrik analiz aniqligi yuqori bo'lgan usuldir, lekin juda ko'p vaqt talab etadi. Analizni bunday sekin bajarilishgi amaliy ish talablariga ko'pincha javob bermaydi. Biror texnologik

jarayonni kimyoviy nazorat qilishda analiz natijasini o'z vaqtida olish kerak, bu esa o'z navbatida yaxshi sifatli mahsulot ishlab chiqarishga imkon beradi. Aksincha juda e'tibor bilan ishlangan analiz natijasi ham, agar u o'z vaqtida olinmasa, mutlaqo befoyda bo'ladi. Titrimetrik analizda aniqlashlar tezligi cho'ktirish, cho'kmani etiltirish, filtrlash, doimiy og'irlikkacha qizdirish va tortish jarayonlari yo'qligi hisobiga ancha yuqori. Titrimetrik analizda ushbu jarayonlar o'rniga reaksiyaga ketgan reagent hajmini byuretkada yordamida o'lchashni o'zi etarli. Bu usulda konsentratsiyasi aniq eritmani (titrlangan eritma) byuretkaga solib, konussimon kolbaga solingan aniq hajmli tekshiriladigan eritma ustiga tomchilab qo'shiladi va yaxshilab aralashiriladi. Tashqi o'zgarishlar (rangi o'zgarishi, yo'qolishi yoki paydo bo'lishi) tufayli reaksiyaga sarflangan ekvivalent hajm aniqlanadi. Ushbu jarayon titrlash deyiladi. Sarf bo'lgan eritmaning hajmini uni titriga (1 ml eritmadagi moddaning grammlar miqdori) ko'paytirilib, reaksiyaga sarflangan moddaning gramm miqdori aniqlanadi va reaksiya tenglamasi bo'yicha aniqlanadigan moddaning miqdorini hisoblash mumkin.

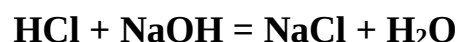
Analitik tarozida tortish byuretkada hajm o'lchashga nisbatan aniqroq bo'lgani uchun, tortma analiz hajmiy analizga nisbatan aniqroq bo'ladi. Lekin to'g'ri ishlansa bu farq shunchalik oz bo'ladiki, ko'pincha uni nazarga olmaslik ham mumkin. Lekin titrlashga asos bo'ladigan har qanday reaksiya bir qator talablarga javob berishi kerak.

14.1. Titrimetrik taxlilda qo'llaniladigan reaksiyalarga qo'yiladigan talablar

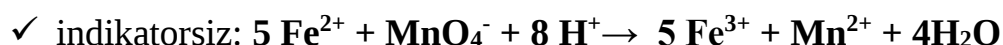
Titrimetrik analizda qo'llaniladigan reaksiyalarga quyidagi talablar qo'yiladi:



- Ekvivalent hajmni (titrlashga sarflangan eritmani hajmi) aniqlash imkoniyati bo'lishi kerak. Ba'zi bir hollarda ekvivalent nuqta deyiladi.
- ✓ indikator yordamida:



bu reaksiyada rangsiz indikator fenolftalein (f/f) ekvivalent nuqtada och pushti rangga kiradi.



Ekvivalent nuqttagacha margantsovkani rangli eritmasi eritmaga tushgach, rangsiz Mn^{2+} gacha qaytariladi, ekvivalent nuqtada esa margantsovkani ortiqcha miqdori och pushti rang beradi.

- ***Reaksiya tezligi etarli darajada yuqori bo'lishi kerak.***
- ***Titrlash vaqtida qo'shimcha reaksiyalar sodir bo'lmasligi kerak.***



14.2. Titrlash usullarining sinflanishi

- Kimyoviy reaksiya xarakteriga qarab sinflanishi:
- ❖ kislota-asosli titrlash usuli (neytrallash). Usul asosida neytrallash reaksiyasi yotadi:



- ❖ oksidlanish-qaytarilish titrlash usuli (redoksimetriya). Usul asosida oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi yotadi:

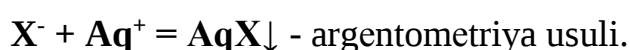
- permanganometriya - $KMnO_4$ bilan oksidlanish reaksiyasi.

- yodometriya - J_2 molekulasini yoki J^- ionlari bilan oksidlanish yoki qaytarilish reaksiyasi.

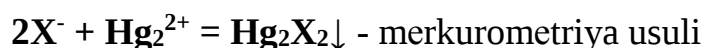
- bixromatometriya - $K_2Cr_2O_7$ bilan oksidlanish;

- bromatometriya - $KBrO_3$ bilan oksidlanish va h.k.

- ❖ cho'ktirish usuli.



Bu yerda: X^- - galogenid ion (Cl^- , J^- , Br^-)



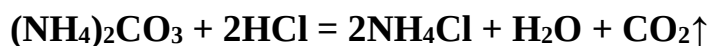
kompleks hosil qilish yoki kompleksonometriya usuli.

- **Titrlash usuli bo'yicha sinflanishi**

- ❖ to'g'ri titrlash usuli.

Aniqlanayotgan ion reagent eritmasi bilan titrlanadi yoki aksincha.

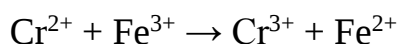
- ❖ teskari titrlash usuli (qoldiq bo'yicha titrlash) va bu usul reaksiya sekin borganligi tufayli ekvivalent nuqtani aniqlash imkoniyati bo'lmaganda qo'llaniladi:



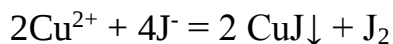
Reaksiya sekin boradi, shuning uchun HClni ortiqcha miqdorini qo'shib qizdiriladi va reaksiya oxirida qolgan HCl ni NaOH yoki KOH ishqor eritmasi bilan titrlanadi. Necha ml HCl quyilganini va reaksiyadan keyin qancha qolganligini bilgan holda ularning ayirmasidan reaksiyaga sarflangan hajm va $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ni miqdori aniqlanadi.

- O'rin olish usuli

Bu usul ham ochiq to'g'ri titrlash imkoniyati bo'lmaganda yoki ekvivalent nuqtani aniqlash mumkin bo'lmaganda qo'llaniladi. Masalan, havo kislorodi bilan ham Cr^{3+} gacha oksidlanuvchi Cr^{2+} ni miqdorini aniqlash kerak. Bu holda Cr^{2+} eritmasi ustiga Fe^{3+} eritmasi qo'shiladi. Reaksiya natijasida Cr^{2+} ga ekvivalent miqdorda Fe^{2+} hosil bo'ladi.



Hosil bo'lgan Fe^{2+} ni permanganat eritmasi bilan titrlab, Cr^{2+} ni miqdori aniqlanadi yoki Cu^{2+} mis ionlarini yodometrik usul bilan aniqlashda KJ qo'shiladi. Reaksiya natijasida ekvivalent miqdorda J_2 hosil bo'ladi:



Hosil bo'lgan J_2 natriy tiosulfat bilan titrlanadi. Har xil reaksiyalar va har xil titrlash usullarini qo'llab deyarli hamma moddalarni aniqlash mumkin.

14.3. Eritmalarning konsentratsiyasini

Ifodalash usullari

Konsentratsiya (Concentration) – lotin tilidan olingan bo'lib, **miqdor** ma'nosini beradi. Hamma vaqt barcha konsentratsiyalar C – harfi bilan belgilanadi (lotincha nomining bosh harfi). *Eritma yoki erituvchining ma'lum og'irlik miqdori yoki hajmidagi erigan modda miqdori konsentratsiya deyiladi.*

Yuqori konsentratsiyali eritma **konsentrlangan eritma** deb, past konsentratsiyali eritma esa **suyultirilgan eritma** deb ataladi.

Eritma konsentratsiyasini ifodalashning bir necha xil ifodasi bor.¹¹

- ❖ **Molyar konsentratsiya** - bir litr eritmada erigan moddaning gramm-mol miqdori va u “M” xarfi bilan belgilanadi.
 - ❖ **Normal konsentratsiya**- bir litr eritmada erigan moddaning gramm-ekvivalent miqdori va “N” harfi bilan belgilanadi.
 - ❖ **Foiz konsentratsiya** - 100 ml eritmada erigan moddaning gramm miqdori va% deb belgilanadi.
 - ❖ **Titir konsentratsiya** - 1 ml eritmada erigan moddaning gramm miqdori va“T” xarfi bilan belgilanadi.
- Kam holatlarda molyal konsentratsiya qo'llaniladi.
- ❖ **Molyal konsentratsiya** -1 litr erituvchida erigan moddanig gramm-mol miqdoridir.

Ba'zi bir xollarda konsentratsiya mg/ml, mkg/ml va h.k. ifodalanadi. Hisoblashlar asosan quyidagi tenglama bo'yicha olib boriladi.

$$N_1 \cdot V_1 = N_2 \cdot V_2$$

buerda: N_1 va V_1 - reaksiyaga kirishuvchi moddalardan birining hajmi va normal konsentratsiyasi;

N_2 va V_2 - ikkinchi moddaning hajmi va konsentratsiyasi.

Ushbu formuladan har qanday moddaning normal konsentratsiyasini hisoblash mumkin. Bu formula titrimetrik analizda qo'llaniladigan barcha hisoblash formulalarini keltirib chiqarish uchun asos bo'ladi.

Asosiy jihozlar va asbob-uskunalar

Analitik kimyoda ba'zi oddiy va arzon hamda murakkab va qimmat jihozlar, asbob-uskunalar ham ishlatiladi. Massa o'lcham va hajmni o'lchashda ishlatiladigan asbob-uskunalar haqida aniq ma'lumotga ega bo'lishimiz lozim.

O'lchash ishlarini olib borish uchun mos



keluvchi jihozlar va asbob-uskunalaridan foydalaniladi.

Namunaning massasi turlicha usullarda oʻlchanadi. Namlikka chidamli, yaʼni gigraskopik boʻlmagan tortiladigan material toza va quruq idishda saqlanadi. Bu idishning massasi tara deyiladi. Idishning massasi oʻzgarmas massaga ega boʻlishi shart. Hovodagi namlikni yutuvchi namunani tarozida tortish boshqacha usulda amalga oshiriladi. Buning uchun namuna massasi aniq boʻlgan idishga joylanadi va idish bilan birgalikda tortiladi. Namina boshqa idishga oʻtkazib olingandan keyin boʻsh idish yana tarozida tortiladi va birgalikdagi massadan ayirib hisoblanadi. Shunday qilib namunaning aniq massasi oʻlchanadi.

Namunani oʻlchash uchun byukslar¹²

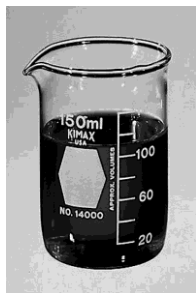


Analitik oʻlchashlar shunchalik aniqki, hatto barmoq izlarining massasini ham oʻlchash mumkin. Demak barmoq izlari ham namunaning massasini aniqlashga halal beradi. Shuning uchun namunani qoʻl bilan ushlamaslik kerak. Namuna maxsus materiallar va qisqichlar bilan ushlanadi. Tez bugʻlanib, massasi oʻzgarib qoladigan suyuqliklar, qopqogʻi germetik berkiladigan idishlarda saqlanadi va oʻlchanadi. Mufel pechida quritilgan namunalar keyinchalik ham havodagi namlikni tortib (yutib) olmasligi uchun, ular quritish shkaflarida saqlanadi. Suyuqliklar hajmini aniq oʻlchash uchun maʼlum hajmga ega boʻlgan va kalibrovkalangan shisha oʻlchov idishlardan foydalaniladi.

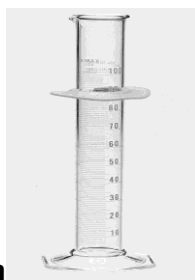
14.4. Hajmiy oʻlchov idishlari

Kimyogar analitiklar eritma, suyuqliklarning hajmini oʻlchashda koʻpgina shisha idishlardan foydalanadilar. Ulardan baʼzilarining rasmlari keltirilgan. Asosiy eʼtibor foydalaniladigan oʻlchov idishlarining aniqlik darajasiga qaratiladi. Menzurka (a), silindr (b) va mikropipetka (c) lar hajmni taxminiy oʻlchash uchun ishlatiladi. Bunda bir necha foizgacha xatolik kuzatiladi. Oʻlchov idishlari (d) va pipetka (e)lar aniq oʻlchov idishlari hisoblanadi. Oʻlchov idishlari 20°C temperaturada kalibrovkalanadi va belgilangan hajm 0,03-0,2 % gacha xatolik bilan oʻlchanadi. 100 ml li oʻlchov

idishlari 0,01 ml, katta hajmga ega bo'lgan o'lchov idishlari esa 0,1 ml gacha aniqlik bilan o'lchashga yordam beradi.¹³



a) menzurka



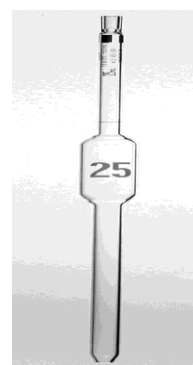
b) silindr



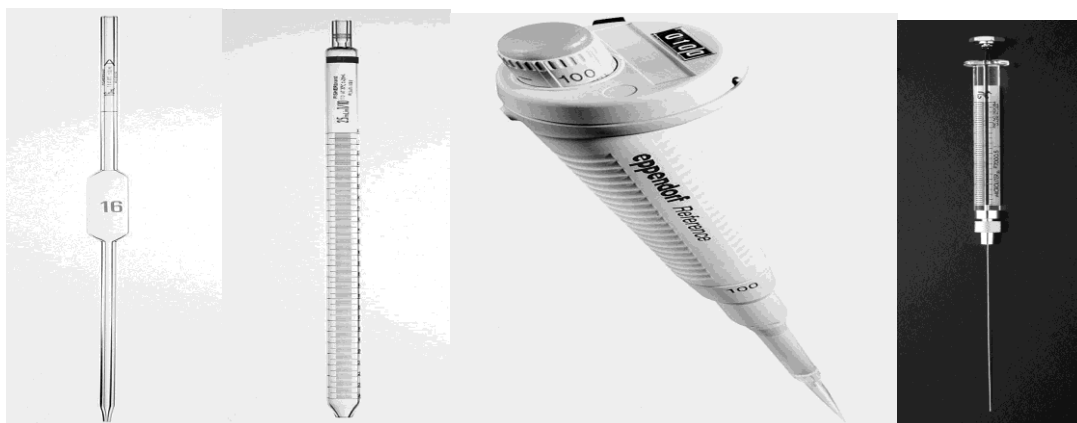
c) mikropipetka



d) o'lchov idishi



d) pipetka



Shpirtsli pipetkalar

Pipetka eritmaning hajmini aniq o'lchash uchun ishlatiladi. Pipetkaga eritmani tortib olish uchun rezina riyoz (grusha)dan foydalaniladi. (Hech vaqtda pipetkani suyuqlik bilan og'iz orqali tortib to'ldirmang)

Rezina riyoz bilan suyuqlik pipetkaning o'lcov belgisidan ortiqroq miqdorda tortib olinadi va pipetkadan rezina piyoz ajratib olingandan so'ng pipetkaning yuqori teshigi ko'rsatkich barmoq bilan berkitib turib, suyuqlik belgisigacha keltirib olinadi.

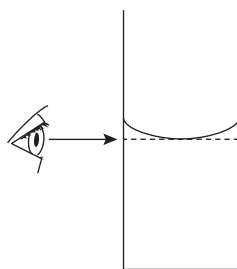
¹³(Analitik kimyo G.Kristian 2009y 1tom 50-58bet)

Pipetkaning devorida va uchida qolgan suyuqlik tomchilarini majburan tushirish yaramaydi. Raqamli pipetka va sirinkslar yordamida hajmni mikrolitrlargacha bo'lgan kichik qismlarda o'lchash mumkin. Aniq o'lchov idishlaridan foydalanganda uchta muhim holatga e'tibor qaratishimiz shart.

Birinchidan, pipetka yoki o'lchov idishi toza bo'lishi kerak. Idishning ichki devoir iflos yoki yog` bilan qoplangan bo'lsa, suyuqlikning bir tekis chiqib ketishiga qarshilik qiladi. Suyuqlik tomchilari kir va moy devorlarga yopishib qoladi. Bu holat o'lchanishi lozim bo'ladigan suyuqlikning hajmi kalibrovkalangan hajmga ko'ra kam bo'lib qoladi. Ikkinchidan, pipetka yoki o'lchov kolbasi belgisigacha suyuqlik bilan aniq to'ldirilishiga e'tibor qaratish kerak. Suyuqlikning ustki qismi shisha idishning belgisiga tegib turishi kerak. Ko'zimiz bilan kalibrovka chizig'i parallel (gorizontal) holatda bo'lishi zarur (rasmga qarang). va uchinchidan, pipetka yoki o'lchov kolbani to'ldirilishi lozim bo'lgan suyuqlikning kam miqdori bilan uch marta chayib tashlash zarur. Bu holat oldin solingan har qanday suyuqlikning idishdan chiqib ketishini ta'minlaydi.

Tasavvur qilingki, sizdan ichimlik suvini tahlil etish talab etilgan. Siz bu muammoni qanday hal qilgan bo'lar edingiz ?

Bu savolga javob berish uchun to'rtta analitik metodologiya: metodlar; denaturant – dozaning ortib ketishi; protseduralar va bayonlar. Aniqlanuvchini o'rganish uchun qo'llaniluvchi har qanday kimyoviy yoki fizikaviy jarayon – **ishni bajarish texnikasi** deyiladi.



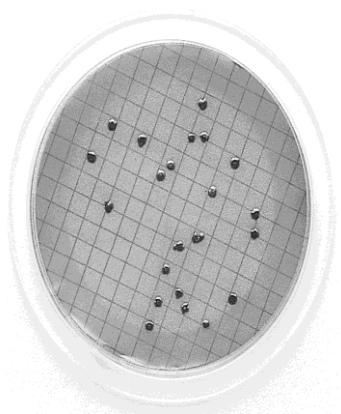
Agar ko`zimiz belgidan yuqorida bo`lsa, u holda pipetka yoki o`lchov kolbasidagi suyuqlik ortiqcha bo`ladi. Ko`zimiz belgidan pastda bo`lsa, pipetka yoki o`lchov kolbasidagi suyuqlik kam miqdorda bo`ladi.

Kimyogar analitik fanga oid bo`lgan ma`lum terminologiya asosida mulohaza yuritadi. Uning fikrini to`liq va aniq tushunish uchun siz analitik terminologiyani biishingiz lozim. Balki siz “aniqlik”, “aniqlash” kabi analitik sozlar bilar tanishdirsiz, ammo bu so`zlarning analitik mohiyatini bilmasligingiz mumkin. ham mumkin. Bu bobda siz kimyogar analitiklar ishlatadigan kopgina terminlar bilan tanishasiz. Ularni o`qish va tushunishni oson bilib olasiz.<sup>14</sup>Boshqa so`zlar, masalan, “titrlash”, “standartlash” kabi so`zlar sizga tanish bo`lmasligi

14.5. Analiz (tahlil) qilish, aniqlash va o`lchash.

Avvalo “analiz”, “aniqlash” va “o`lchash” so`zlarining o`zaro farqini aniqlab olaylik. Analiz namunani kimyoviy va fizikaviy jihatdan o`rganishdir. Namunani analiz qilganimizda biz identifikatsiya qilamiz, konsentratsiyasi va xossalarini aniqlaymiz. Bu jarayonni amalga oshirish uchun bir yoki bir necha kimyoviy yoki fizikaviy xossalar aniqlanadi.

Quyidagi misollar analiz, aniqlash va o`lchash terminlarining ma`nosi orasidagi farqni anglashimizga yordam beradi. 1974 yilda AQSH hukumati ichimlik suvining



xavfsizligi to`g`risida qonun qabul qildi. Ichimlik suvini aholiga ba`zi zararli moddalardan holi (toza) holga yetkazib berish uchun umuntazam ravishda analiz qilib turish lozim. Shunday zararli moddalardan biri bakteriyadir. Buning uchun suv ta`minotdan olinadi va membrional fultrlanadi. Filtr oziqlantiruvchi muhitga o`tkaziladi va inkubatsiya qilinadi. Inkubatsiya qilingan

bakteriyalar (electron mikroskop ostida Goryayev kamerasi yordamida) sanaladi

(rasmga qarang). Shunday qilib manbadan olingan suvdagi bakteriyalarning konsentratsiyasi analiz qilinadi.

14.6. Konsentratsiya turlari

% - Foiz konsentratsiya 100 ml erigan moddaning gram miqdori

N – konsentratsiya 1000 ml (1 litr) eritmada erigan moddaning gr.ekvivalent miqdori.

M - konsentratsiya 1000 ml (1 litr) eritmada erigan moddaning gr.mol miqdori.

T- Titr konsentratsiya deb 1 ml.da erigan moddaning gr.miqdoriga aytiladi.

$$T = (m) / V \text{ g/ml}$$

$$T = (N \text{ Э}) / 1000$$

$$V_1 N_1 = V_2 N_2;$$

$$N_1 = (V_2 N_2) / V_1$$

Massa o'lcham va hajmni o'lchashda ishlatiladigan asbob-uskunalar haqida aniq

Analiz – namunadagi elementlarning kimyoviy yoki fizikaviy xossalari to'g'risida ma'lumotga ega bo'lish jarayoni.

Aniqlanuvchi – namunadagi elementlar.

Matritsa – namunadagi aniqlanuvchi elementlardan boshqa barcha elementlar.

Aniqlash – analiz qilinayotgan namunadagi aniqlanuvchini identifikatsiyalash, konsentratsiya yoki xossasini o'rganish.

O'lchash – aniqlanuvchining kimyoviy yoki fizikaviy xossalarini tadqiqot usullarida aniqlash.

ma'lumotga ega bo'lishimiz lozim. O'lchash ishlarini olibborish uchun mos keluvchi jihozlar va asbob-uskunalaridan foydalaniladi. Namunaning massasi turlicha usullarda o'lchanadi. Namlikka chidamli, ya'ni gigraskopik bo'lmagan tortiladigan material toza va quruq idishda saqlanadi. Bu idishning massasi tara deyiladi. Idishning massasi o'zgarmas massaga ega bo'lishi shart.

- Havodagi namlikni yutuvchi namunani tarozida tortish boshqacha usulda amalga oshiriladi. Buning uchun namuna massasi aniq boʻlgan idishga joylanadi va idish bilan birgalikda tortiladi. Namuna boshqa idishga oʻtkazib olingandan keyin boʻsh idish yana tarozida tortiladi va birgalikdagi massadan ayirib hisoblanadi. Shunday qilib namunaning aniq massasi oʻlchanadi.

Mavzularni chuqur oʻzlashtirish va nazorat qilish uchun savollar

1. Titrimetrik analiz asoslari
2. Qoʻllaniladigan reaksiya boʻyicha titrlash usullarining sinflanishi, misollar bilan.
3. Titrlash usullari boʻyicha sinflanishi
4. Titrimetriyada reaksiyalarga qoʻyiladigan talablar
5. Kontsentratsiyani ifodalash turlari
6. Titrimetrik analizda hisoblashlar.
7. Normal va molyar konsentratsiya
8. Titrimetrik analizga qoʻyiladigan talablar
9. Foiz konsentratsiya
10. Titr konsentratsiya
11. Titrimetrik analizda foydalaniladigan jixozlar
12. Titrlash usullarining sinflanishi

15 bob. NEYTRALLASH USULI ASOSLARI. INDIKATORLARNING ION VA XROMOFOR NAZARIYASI. OKSIDLANISH-QAYTARILISH USULLARI ASOSI. USULNING SINFLANISHI

Neytrallash yoki kislota-asosli titrlash usuli- vodorod va gidroksid ionlarining reaksiyasiga asoslangan:



Bu usulda biror kislotaning titrlangan eritmasidan foydalanib, ishqorlarning kontsentratsiyasini aniqlash mumkin (atsidometriya) va aksincha, ishqorlarning titrlangan eritmasidan foydalanib kislotalarning miqdorini aniqlash mumkin (alkalometriya). Shu bilan bir qatorda bu usul bilan gidrolizlanish natijasida kislotali

yoki ishqoriy muhit beruvchi tuzlarning miqdorini ham aniqlash mumkin. Konsentratsiyasi aniq ma'lum eritma -titrlangan eritma deb ataladi.

Noma'lum moddaning konsentratsiyasini aniqlashga yordam beruvchi aniq konsentratsiyali eritma ishchi eritma deyiladi. Ishchi eritma sifatida neytrallash usulida odatda kislota (HCl yoki H_2SO_4) yoki ishqor (KOH yoki NaOH) eritmasi qo'llaniladi. Bu eritmalar aniq tortim bo'yicha tayyorlab bo'lmaydi, chunki ular gigroskopikdir. Tortim bo'yicha tayyorlangan eritmalar keyinchalik boshqa standart eritmalar (aniqlovchi) bilan titrlanadi. Ishchi eritmalar konsentratsiyasini aniqlashga yordam beruvchi konsentratsiyasi aniq ma'lum eritmalar aniqlovchi eritmalar deyiladi.

Kislotalarning titrini aniqlashda aniqlovchi eritma sifatida ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) yoki suvsiz soda (Na_2SO_3) ishlatiladi va ularning aniq tortim bo'yicha tayyorlash mumkin. Ishqorlarning titrlarini aniqlash uchun oksalat kislotasi ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) dan foydalaniladi. Kislota-asosli titrlash usulida ekvivalent nuqtasini aniqlash uchun maxsus kislota-asosli indikatorlari qo'llaniladi.

15.1. Indikatorlar nazariyasi

Ma'lumki neytrallanish reaksiyasida xech qanday rang o'zgarishi kuzatilmaydi,



shuning uchun bu usul bilan titrlanganda ekvivalent nuqta indikatorlar qo'llab aniqlanadi. Ushbu indikatorlar o'z rangini muhit pH o'zgarishi bilan o'zgartirishi kerak va reaksiyaga kirishuvchi moddalarning tabiatiga bog'liq bo'lmasligi kerak.

Neytrallash usuli indikatorlari quyidagi talablarga javob berishi kerak:

- ✚ *Indikatorning rangi pH qiymatining kichik oralig'ida keskin o'zgarishi kerak.*
- ✚ *Indikatorning rangi iloji boricha intensivroq bo'lishi kerak.*
- ✚ *Indikatorning rangi o'zgarishi uchun kerak bo'ladigan ishqor va kislotalar titrlash natijalari aniq bo'lishi uchun, iloji boricha kam bo'lishi kerak.*
- ✚ *Indikatorning rang o'zgarishi qaytar jarayon bo'lishi kerak.*

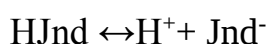
Ushbu talablarning qat'iyligi qo'llaniladigan pH indikatorlarning sonini juda kamaytiradi va ularning soni yigirmadan oshmaydi. Shuning uchun to'g'ri indikatorlarni qo'llash uchun, indikatorlar nazariyasini yaxshi bilish kerak.

Neytrallanish usulini indikatorlari uchun ikki nazariya - ion va xromofor nazariyalari mavjud.

Indikatorlar ion nazariyasi

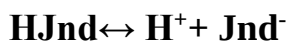


Bu nazariyaga muvofiq neytrallash usulini indikatorlar (pH -indikatorlari) dissotsilanmagan molekulalari va ionlari turli rangga ega bo'lgan kuchsiz organik kislota yoki asoslardir. Masalan, lakmus kuchsiz organik kislota bo'lib, dissotsilanmagan molekulasini qizil, ionlari esa ko'k rangli bo'ladi. Agar har qanday indikator kislotani shartli ravishda HJnd deb uning ionlarini esa Jnd⁻ deb ifodalasak, bunda lakmusning dissotsilanish tenglamasini shunday yozish mumkin:



qizil *ko'k*

Kuchsiz kislota bo'lgani uchun lakmus kislotali muhitda dissotsilana olmaydi, shuning uchun molekula holda bo'lib qizil rangga ega. Ishqoriy muhitda vodorod ionlarini neytrallanishi hisobiga muvozanat o'ngga siljiydi, dissotsilanish sodir bo'ladi va lakmus ko'karadi. Lakmus suvda eriganda (neytral muhitda) qisman molekulyar va dissotsilangan shaklda bo'ladi va eritmani rangi oraliq rang, ya'ni binafsha rangda bo'ladi. Lakmusni ham molekulyar ham dissotsilangan shakli rangli. Bunday indikatorlar ikki rangli indikatorlar deyiladi. Faqat bir shakli rangli ikkinchisi esa rangsiz bo'lgan indikatorlar ham mavjud. Bunday indikatorlar bir rangli deyiladi. Bularga, masalan, kislotali va neytral muhitda rangsiz, ishqoriy muhitda esa dissotsilanish hisobiga qizil rangga ega bo'lgan fenolftalein kiradi. Fenolftaleinni dissotsilanish jarayonini shunday ko'rsatish mumkin:



rangsi *qizil*

Asosli indikatorlar rangining o'zgarishini ham xuddi shunday tushuntirish mumkin:

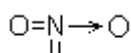
$$\text{JndOH} \leftrightarrow \text{Jnd}^+ + \text{OH}^-$$

Demak, indikatorlarning ion nazariyasi eritmaga vodorod yoki gidroksil ionlari kiritilganda indikatorlar rangining o'zgarish sabablarini sodda va yaqqol tushuntirib beradi. Biroq, hamma indikatorlar ham o'z rangini dissotsilanish hisobiga o'zgartirmas ekan. Ba'zi bir indikatorlarning rang o'zgarishi molekula ichida atomlarning qayta guruhlanish hisobiga bo'ladi. Bu tekshirishlar natijasida indikatorlarning xromofor nazariyasi deb ataladigan boshqa nazariya kelib chiqdi.

Indikatorlarning xromofor nazariyasi

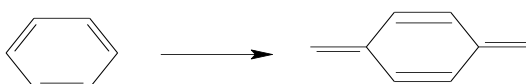


Xromofor nazariyaga muvofiq, indikatorlar - bu molekulasida xromoforlar deb ataluvchi mahsus atom guruhlari bor organik moddalardir. Xromos - rang degani, ya'ni rang beruvchi guruhlar. Xromofolar jumlasiga



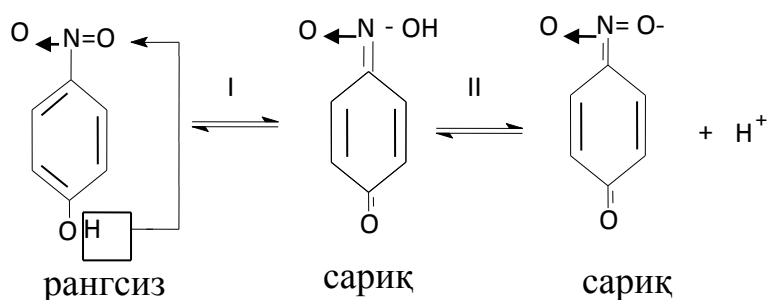
guruhiga aylana oladigan nitroguruh , $\begin{array}{c} \text{O} \leftarrow \text{N}-\text{OH} \\ | \end{array}$,

$=\text{N}-\text{N}=\text{}$ guruhiga aylana oladigan azoguruh - $\text{N}=\text{N}-$, xinoid guruhga o'tuvchi benzol guruhi va boshqalar kiradi.



Indikatorlarning rangi o'zgarishiga sabab, bu o'tishlarda qo'shbg'ning siljishidir. Xromofor guruhlardan tashqari indikatorlar molekulasiga auksoxromlar ham kiradi. Auksoxromlarning o'zi xromoforlar kabi birikmani biror rangga kiritmaydi, ya'ni indikatorning rangini o'zgarishiga ta'sir ko'rsatmaydi, balki uning rangini quyuqlashtiradi, bu esa indikatorning sezgirligini ortishiga olib keladi.

Eng muhim auksoxromlar -OH va -NH₂ hamda vodorod atomlarining turli radikallar bilan almashinishida hosil bo'lgan mahsulotlar -OCH₃, N(CH₃)₂ va h.k. kiradi. Tautomer o'zgarishlar hisobiga indikatorning rangini o'zgarishini paranitrofenol - indikator misolida ko'rish mumkin.



Ushbu misoldan ko'rinib turibdiki, paranitrofenol indikatorining rang o'zgarishi qo'shboq'ni siljishiga olib keluvchi benzol strukturasi xinoidga aylanishi hisobiga boradi (I muvozanat). Ishqor eritmasi qo'shilganda indikator sarg'ayadi, kislota qo'shilganda esa muvozanat chapga siljiydi va indikator rangsizlanadi.

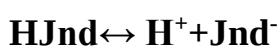
Tautomer o'zgarishlardan tashqari bu erda indikatorning anion va vodorod ionlariga dissotsilanishi kuzatiladi (II muvozanat). Bu ikkala nazariya indikatorning rang o'zgarish sababini har xil tushuntiradi, lekin bir-birini to'ldirib turadi.

Indikatorning rang o'zgarishi kislota yoki ishqor qo'shilganda, ya'ni pH-muhit o'zgarganda sodir bo'ladi. Indikatorning rangi, pH ning ma'lum qiymatlari oralig'ida o'zgaradi va bu indikatorning rangi o'zgarish sohasi deb ataladi. Indikatorlarning rang o'zgarish sohasiga bir necha misol keltiramiz . Masalan:

ndikator turi	Rang o`zgarish intervali	Eritmaning rangi
lakmus	pH=5	qizil
	pH=8	ko`k
metiloranj	pH=3	sariq
	pH=4,5	pushti
fenolftalein	pH=8,2	rangsiz
	pH=10	rangsiz

Ushbu ko'rsatkichlar indikatorning dissotsilanish konstantasiga bog'liq.

Ion nazariyaga muvofiq ushbu bog'lanishni ko'rib chiqamiz:



Indikatorning dissotsilanishiga massalar ta'siri qonunini qo'llaymiz:

$$K_{dis} = \frac{[H^+][Ind^-]}{[HInd]}$$

Formuladan ko'rinib turibdiki, dissotsilanish konstantasi vodorod ionlarining kontsentratsiyasiga, ya'ni eritmaning pH iga bog'liq. K_{dis} indikatorning tabiatiga ham bog'liq. Bulardan xulosa qilib aytish mumkinki, har qanday indikator o'z dissotsiatsiya konstantasiga ega va muhitga bog'liq ravishda o'z rang o'zgarish sohasi bor.

15.2. Oksidlanish-qaytarilish titrlash asosi



Titrimetrik analizning asosiy bo'limlaridan biri oksidlanish- qaytarilish reaksiyalariga asoslangan titrlash usulidir uni redoks titrlash xam deyiladi.

Oksidlanish-qaytarilish titrlash usulida (redoksimetriya) bir atom, ion yoki molekuladan elektronlarni boshqasiga o'tishi bilan bo'lgan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari qo'llaniladi. Ushbu reaksiyalarda elektron yo'qotuvchi moddalar qaytaruvchi bo'lib, o'zlari oksidlanadilar, elektron biriktirib oluvchi moddalar esa oksidlovchi bo'lib, o'zlari esa qaytariladilar.

Kuchli oksidlovchilar kuchli elektronga moyillikka ega, o'rta kuchga ega oksidlovchilarni elektronga moyilligi kuchsizroq bo'ladi. Bir ion ham oksidlovchi, ya'ni elektron biriktirib olishi ham qaytaruvchi bo'lishi, ya'ni elektron chiqarishi mumkin. O'xshash xossaga faqat bir necha oksidlanish darajasida bo'la oladigan ionlar ega. Masalan, vannadiy ionlari ikkidan beshgacha oksidlanish darajasida bo'la oladilar. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida elektronlar eritmada erkin holda bo'la olmaydilar. qaytaruvchi elektron chiqarishi uchun yetarli darajada elektronga moyillikka ega bo'lgan oksidlovchi bo'lishi shart. Demak, alohida oksidlovchi yoki qaytaruvchi haqida emas, balki, bir birikmani ham oksidlangan ham qaytarilgan shaklli komponenti bo'lgan oksidlanish-qaytarilish sistemasi haqida gapirish kerak.

Ushbu mexanizmni tushuntirish uchun elektrokimyoviy yacheykalar va potensial xaqida tushunchaga ega bo'lishimiz kerak .

Oksidlovchi va qaytaruvchi –o`rtasida boradigan bu jarayon redoks reaksiyalar xam deyiladi. Galvanik elementlarda kimyoviy jarayon o`z-o`zidan boradi, natijada u elektr energiya manbayi bo`lib qoladi. Bunga oddiy misol go`rqoshinli batareyalardir yoki oddiy cho`ntak fonarlari.reaksiyaning borishiga qarab yacheykalar toliqishi natijada potensial nolga tenglashadi (batareya ishlamaydi)

Elektrolitik yacheykalarda esa teskarisi, tashqi manbadagi elektr energiya galvanir elementdagi jarayonga teskari rkimyoviy reaksiya boladi. Suvning elektrolizi bunga misol bola oladi. Bunda xar ikkala yacheykalarda elektrodlar bo`lib,oksidlanish sodir bo`layotgan qismi anod, qaytarilish jarayoni sodir bo`layotgan qismi esa katod deyiladi. Galvanic elementlar potensimetriyada foydalaniladi.Oksidlanish-qaytarilish reaktsiyasini yo`nalishini kuz oldimizga keltirishimiz uchun oksidlanish-qaytarilish potentsialini qiymatini bilish kerak.

Oksidlanish-qaytarilish sistemasini potentsiali qanchalik katta bo'lsa, uni elektronga moyilligi shunchalik katta bo'ladi va oksidlanish xossasi kuchliroq bo'ladi. Sistemani kuchi qanchalik kichik bo'lsa, oksidlash xossalari kam bo'lib, qaytaruvchilik xossalari ortadi. Lekin shu vaqtning o`zida potentsialni o`rta qiymatiga ega bo'lgan sistemalar ko`p. Ushbu sistemalar ham oksidlanish ham qaytarilish hossalarga ega. Agar ular kichik potentsialga ega oksilanish-qaytarilish sistemalari bilan reaktsiyaga kirishsa elektron biriktirib oladilar, ya'ni oksidlovchi bo'ladilar. Aksincha, agar ular katta potentsialga ega sistema bilan reaktsiyaga kirishsa - elektron beradilar, ya'ni qaytaruvchi bo'ladilar. Ushbu xossalarga potentsial jadvalida standart potentsiallari o`rtada joylashgan  $\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$ ,  $\text{J}_2/2\text{J}^-$  va ko`pchilik oksidlanish-qaytarilish juftlariga ega. Potentsialni qiymatini galvanik elementni qo'llab aniqlash mumkin. ¹⁵Vodorod elektrodini potentsiali halqaro kelishuv bo'yicha "O" deb qabul

(Analitik kimyo G.Kristian 2009y 1t. 4876er)

qilingan. Idishga $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ juftieritmasi solingan. Potentsiometr ko'rsatadigan potentsial temirni oksidlanish-qaytarilish potentsiali bo'lib +0.77 voltga teng.

Plyus (+) belgisi temir galvanic elementda oksidlovchi rolini bajarishini ko'rsatadi. Idishga temir jufti eritmasi o'rniga boshqa juftlarni solib ularning standart oksidlanish-qaytarilish potentsialini o'lchash mumkin va olingan natijalar jadvalga kiritiladi. Oksidlanish-qaytarilish potentsiali ko'pchilik omillarga bog'liqligi

Nernst tenglamasi orqali ifodalanadi:

$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{[\text{ox}]}{[\text{Red}]}$$

Bu erda: E - real potentsial;

E^0 - berilgan juftni standart potentsiali;

R - gaz doimiysi (8.314 dj/mol-grad);

T - absolyut temperatura (Kelvin bo'yicha);

F - Faradey soni 96500 kul/g-ekv;

n - reaksiyada ishtirok etuvchi elektronlar soni;

[ok] - oksidlangan shaklning konsentratsiyalari;

[qay] - qaytarilgan shaklning konsentratsiyasi.

Tenglamadan ko'rinib turibdiki, potentsial quyidagilarga bog'liq:

- ✓ reaksiyaga kirishuvchi moddalarning tabiatiga (E^0 , n);
- ✓ temperaturaga (T);
- ✓ konsentratsiyaga;
- ✓ ba'zibir hollarda muhitga.

Nernst tenglamasida doimiy sonlar ko'p (R, T, F). Agar biz tenglamaga ularning qiymatlarini qo'ysak va natural logarifmidan o'nli logarifmga o'tsak, bu tenglama ancha soddalashadi:

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

$\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ jufti uchun bu tenglama quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$E_{Fe^{+3}/Fe^{2+}} = 0,77 + \frac{0,058}{1} \lg \left[\frac{Fe^{+3}}{Fe^{2+}} \right]$$

Agar oksidlangan $[Fe^{3+}]$ va qaytarilgan shakllarni $[Fe^{2+}]$ konsentratsiyasi 1 g-ion/l bo'lsa yoki teng bo'lsa, ya'ni $[Fe^{3+}] = [Fe^{2+}]$ ularning nisbati birga teng bo'ladi. $\lg 1 = 0$ bo'lgani uchun $0.058 \cdot 1$ ham nolga teng bo'ladi. Bunda $E = E^0$ bo'ladi, ya'ni berilgan juftnin real potentsiali standart potentsialga teng bo'ladi.

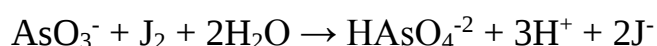
Ko'p hollarda tarkibida kislorod bor ionlarning oksidlangan shaklini qaytarilgan shaklga o'tish H^+ ionlar ishtirokida boradi, masalan, permanganat, bixromat ionlarining va b.q. qaytarilish:



Bu holatda potentsial eritmadagi H^+ ionlarining konsentratsiyasiga, ya'ni muhitga ham bog'liq bo'ladi:

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

Bu reaksiyalar faqat kuchli kislotali muhitda boradilar. Ba'zibir oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari H^+ ionlarini ajralishi bilan boradi:



Agar bu reaksiya kislotali muhitda olib borilsa, u chap tomonga ketishi mumkin va shuning uchun reaksiya to'g'ri ketishi uchun $NaHCO_3$ qo'shiladi, u esa ajralib chiqqan vodorod ionlarini bog'laydi:



Yuqorida aytilganlarni umumlashtirib, quyidagi xulosa qilish mumkin, agar reaksiya H^+ ionlari ishtirokida olib borilsa, uni kislotali muhitda olib borish kerak va aksincha, agar ular reaksiya natijasida hosil bo'lsa, ularning ishqor yoki $NaHCO_3$ ga o'xshash moddalar qo'shib bog'lash kerak.

Mavzularni chuqur o`zlashtirish va nazorat qilish uchun savollar

1. Oksidlanish-qaytarilish titrlash uchuli asosi.
2. Potentsial haqida tushuncha.
3. Galvanik element.
4. Nernst tenglamasi.
5. Potentsialni turli omillarga bog`liqligi.
6. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini muhitga bog`liqligi.
7. Neytrallash usuli asosi
8. Ishchi va aniqlovchi eritmalar
9. Neytrallash usuli indikatorlari
10. Indikatorlarning ion nazariyasi
11. Indikatorlarning xromofor nazariyasi
12. Indikatorlarning rang o`zgarish sohasi

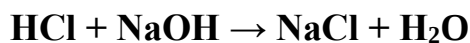


16-606. TITRLASH EGRI CHIZIQLARI. KUCHLI KISLOTANI KUCHLI ASOS BILAN TITRLASH EGRI CHIZIG'I

Indikatorni to`g`ri tanlash uchun titrlash jarayonida ekvivalent nuqta yaqinida pH qanday o`zgarishini, ekvivalent nuqtada eritmani pH qanday ahamiyatga egaligini bilish kerak. Ushbu savollarga javob berish uchun titrlash jarayonida pH o`zgarishini hisobini qilish va buni asosida “pH - qo`shiladigan ishchi eritmani hajmi” oralig`ida grafik tuzish kerak. Hisoblashda eritmani suyultirilishi e`tiborga olinmaydi, bu esa sezilarli xatolarga olib kelmaydi va uni hisobga olmasa ham bo`ladi.

16.1. Kuchli kislotani kuchli asos bilan titrlash egri chizig`i

Faraz qilaylik, 100 ml 0.1 N HCl eritmasi berilgan bo`lib, bunda quyidagi reaksiya ketadi:



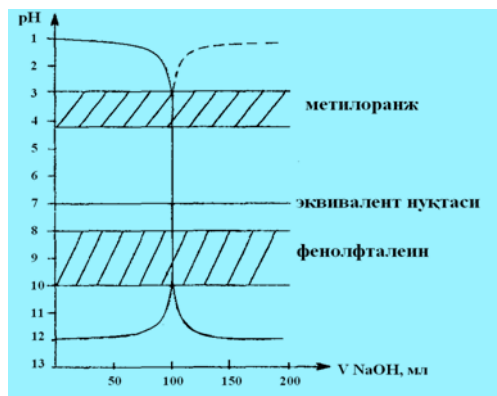
Titrlashdan oldin 0,1 N HCl eritmasi berilgan bo'lib, uning $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = -\lg[0,1] = 1$ bo'ladi. 90 ml 0.1 N NaOH eritmasi qo'shildi, deylik. Bunda 90% kislota neytrallanadi va 10% kislota qoladi, ya'ni kislota kontsentratsiyasi dastlabki kontsentratsiyaga nisbatan 10 marta kam, ya'ni 0.01 N teng bo'ladi. $\text{pH} = -\lg[0.01] = 2$

Titrlanayotgan eritmaga 99 ml NaOH eritmasidan qo'shamiz, bunda 99% kislota neytrallanadi va HCl kontsentratsiyasi yana 10 marta kamayadi va 0.001 N bo'ladi $\text{pH} = -\lg[0.001] = 3$

99,9 ml 0.1 N NaOH qo'shamiz. Kislota kontsentratsiyasi yana 10 marta kamayadi va 0.0001 N bo'ladi. $\text{pH} = -\lg[0.0001] = 4$

100 ml 0.1 N NaOH qo'shamiz. hamma kislota neytrallangan bo'ladi, ya'ni eritmadagi kislota ekvivalent miqdorda ishqor qo'shilgan bo'ladi, ya'ni ekvivalent nuqtaga erishiladi. Bu paytda eritmada faqat reaksiya natijasida hosil bo'lgan tuz - NaCl bo'ladi. Bu tuz gidrolizlanmaydi va muhitga ta'sir ko'rsatmaydi va eritmaning $\text{pH} = 7$ bo'ladi. 100,1 ml 0.1 N NaOH qo'shamiz. Ishqorni (0.1 ml) ortiqcha miqdori OH^- ionlarini hosil qiladi. Ularning kontsentratsiyasi eritmaga 0.1 ml ortiqcha HCl qo'shilganda hosil bo'ladigan H^+ ionlarining kontsentratsiyasiga teng bo'ladi, ya'ni:

$$[\text{OH}^-] = 0.0001 = 10^{-4}$$



$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - [-\lg 10^{-4}] = 14 - 4 = 10$$

101 ml NaOH qo'shilganda : $[\text{OH}^-] = 0.001$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - [-\lg 10^{-3}] = 11$$

110 ml NaOH qo'shilganda : $[\text{OH}^-] = 0.01$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - [-\lg 10^{-2}] = 12 \text{ va h.k.}$$

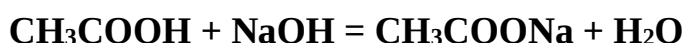
Olingan hisoblashlar asosida pH ni qo'yiladigan eritma hajmiga bog'liq bo'lgan egri chizig'ini

tuzamiz. Egri chiziqni chapdan o'ngga yo'nalishi, ya'ni pH ortishi tomonga, ishqor bilan titrlanganda sodir bo'ladi. Kislota bilan titrlanganda pH egri chizig'i o'ngdan chapga (punktir chizig'i) ortadi. Titrlash egri chizig'idan ekvivalent nuqta neytrallanish nuqtasi bilan mos kelishini ko'ramiz ($\text{pH} = 7$) $\text{pH} = 4$ dan $\text{pH} = 10$ oralig'ida keskin o'zgarish bo'ladi va titrlash egri chizig'ida vertikal to'g'ri chiziq hosil bo'ladi va u titrlash sakrashi deb ataladi.

Indikator tanlashda uning rang o'zgarish sohasi ekvivalentlik nuqtasi bilan mos tushishi shart emas. Indikatorning rang o'zgarish sohasi titrlash egri chizig'idagi pH sakrashi oralig'ida bo'lsa etarli bo'ladi. Grafikdan ko'rinib turibdiki, indikator sifatida metiloranjni qo'llash uncha qulay emas, lekin lakmus (pH=5-8) va fenolftalein (pH=8,2-10) indikatorlarning rang o'zgarish sohalari pH sakrashi oralig'iga to'g'ri keladi va ularning muvaffaqiyat bilan kuchli kislota kuchli asos bilan va aksincha kuchli asosni kuchli kislota bilan titrlashda qo'llash mumkin.

16.2. Kuchsiz kislota kuchli asos bilan titrlash egri chizig'i

Faraz qilaylik, titrlash quyidagi reaksiya bo'yicha boradi:

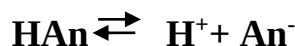


Kuchsiz kislotalar eritmalarida juda kuchsiz dissotsilanadi va shuning uchun pH ning qiymatini hisoblashda $[\text{H}^+]$ ionlarining konsentratsiyasini eritmadagi kislota umumiy konsentratsiyasiga teng deb olish mumkin emas. Shuning uchun bu erda pH ni hisoblashda berilgan kuchsiz kislota dissotsilanish konstantasi tenglamasidan foydalaniladi.

Titrlash egri chizig'ini hisoblash uchun uchta formulani keltirib chiqarish kerak:

- ❖ titrlashdan avval kislota pH ni hisobi
- ❖ titrlash jarayonida pH ni hisobi
- ❖ ekvivalent nuqtada pH ni hisobi

Kuchsiz kislota HAn deb belgilaymiz. U quyidagi sxema bo'yicha dissotsilanadi:



Massalar ta'siri qonunini qo'llab, dissotsilanish konstantasini topamiz:

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

Ushbu tenglamadan avval $[\text{H}^+]$ ionlarni konsentratsiyalari va kuchsiz kislota pH ni hisoblash tenglamasini keltirib chiqaramiz.

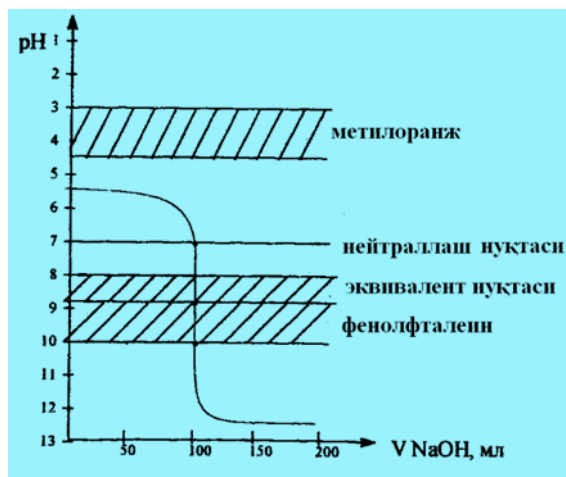
$$pH = \frac{1}{2} pK_{HAn} - \frac{1}{2} \lg C_{An}$$

Xuddi shunday titrlash jarayonda pH ni hisoblash tenglamasi keltirib chiqariladi:

$$pH = pK_{HAn} - \lg \frac{C_{HAn}}{C_{An}}$$

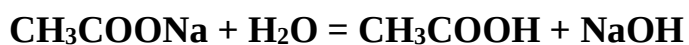
va nihoyat, ekvivalent nuqtada pH ni hisoblash formulasi keltirib chiqariladi, unda eritmada faqat kuchsiz kislota va kuchli asos tuzi bo'ladi:

$$pH = 7 + \frac{1}{2} pK_{HAn} + \frac{1}{2} \lg C_{HAn}$$



Ushbu hisoblash formulalaridan foydalanib titrlash jarayonida pH hisobi olib boriladi, olingan natijalar jadvalga yozilib, titrlash egri chizig'i chiziladi. Titrlash egri chizig'idan ko'rinib turibdiki, ekvivalent nuqtasi neytrallanish nuqtasiga mos tushmaydi va u titrlash sakrashini o'rtasida bo'lib, pH=8.88 ni tashkil etadi, egri chiziqli esa

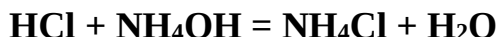
ishqoriy muhitga siljigan. Bunga sabab, kislota to'liq neytrallanishi tufayli eritmada faqat CH_3COONa tuzi qoladi, u esa suvli eritmada quyidagicha dissotsilanadi:



Hosil bo'lgan NaOH kuchsiz sirka kislotasidan ancha kuchliroq bo'lib, muhit ishqoriy bo'ladi. Bu usulda metiloranj indikatorini qo'llash mumkin emas, chunki uning rang o'zgarish sohasi kislotali muhitga to'g'ri keladi. Fenolftalein indikatorini qo'llash mumkin, chunki uning rang o'zgarish sohasi titrlash sakrashini oralig'ida yotadi.

16.3. Kuchli kislotani kuchsiz asos bilan titrlash egri chizig'i

Faraz qilaylik, quyidagi reaksiya ketadi:



Titrlashning boshida eritmada 100 ml 0.1N HCl eritmasi bor va uni 0.1N NH_4OH eritmasi bilan titrlaymiz. HCl kuchli kislota bo'lgani uchun to'liq dissotsilanadi va kislotani konsentratsiyasini $[\text{H}^+]$ ionlarini konsentratsiya deb hisoblash mumkin. Bunda: $\text{pH} = -\lg 0,1 = -\lg 10^{-1} = 1$

Titrlashning oraliq nuqtalarida eritmada $[\text{H}^+]$ ionlaridan tashqari NH_4Cl tuzi ham bo'ladi. Shuning uchun pH ni hisobini yuqorida o'xshash usul bilan keltirib chiqarilgan tenglama bo'yicha olib boriladi:

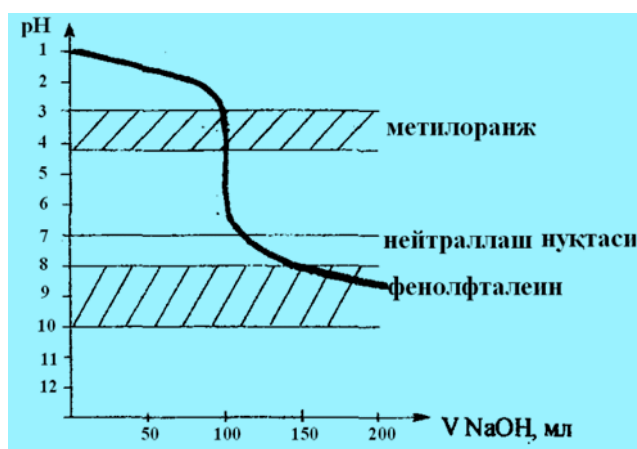
$$\text{pH} = \text{p}K_{\text{kisl}} - \lg \frac{C_{\text{kisl}}}{C_{\text{tuz}}}$$

Ekvivalent nuqtada eritmada faqat NH_4Cl tuzi bo'ladi va u quyidagicha gidrolizlanadi: $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O} = \text{NH}_4\text{OH} + \text{HCl}$

Gidroliz konstantasi tenglamasidan: $\frac{[\text{NH}_4\text{OH}][\text{H}^+]}{[\text{NH}_4^+]} = \frac{\text{p}K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_{\text{asos}}}$

Ekvivalent nuqtadagi pH ni hisoblash formulasini topamiz:

$$\text{pH} = \frac{1}{2} \text{p}K_{\text{H}_2\text{O}} - \frac{1}{2} \text{p}K_{\text{tuz}}$$



Ushbu hisoblash formulalari asosida titrlash jarayonidagi pH ni hisoblaymiz va "pH -qo'shiladigan eritma NH_4OH hajmi" oralig'ida grafikni chizamiz. Titrlash egri chizig'idan ko'rinib turibdiki, kuchli kislotani kuchsiz asos bilan titrlanganda titrlashni metiloranj (rang o'zgarish sohasi pH=3-4,5) va lakmus (rang o'zgarish sohasi pH=5-8) ishtirokida olib borish mumkin, fenolftaleinni esa qo'llash mumkin emas (rang o'zgarish sohasi pH=2-10). Shunday

qilib, har qanday sistema uchun titrlash egri chizig'ini tuzib, rang o'zgarish sohasini bilgan holda mos keluvchi indikatorni tanlash mumkin.

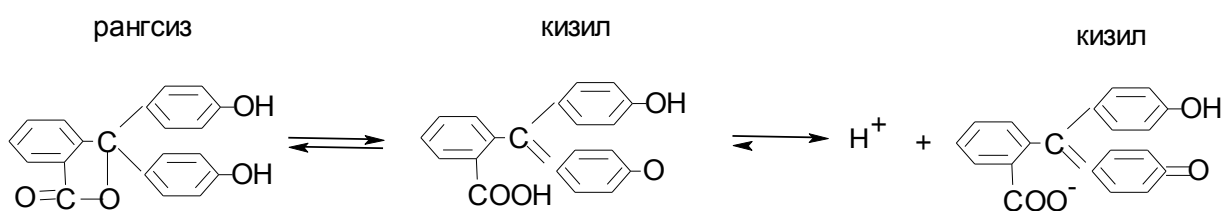
16.4. Neytrallash usulini qo'llanilish soxalari

Neytrallash usuli asosan kislota va asoslarning konsentratsiyasini aniqlashda qo'llaniladi. Shu bilan bir qatorda gidrolizlanuvchi tuzlarning konsentratsiyasini ham aniqlash mumkin. Bu usul suvning vaqtinchalik yoki karbonatli qattiqligini aniqlashda keng qo'llaniladi va u asosan suvdagi kaltsiy va magniyni gidrokarbonatlari $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ bilan belgilanadi va uning miqdori xlorid kislota eritmasi bilan titrlanadi:



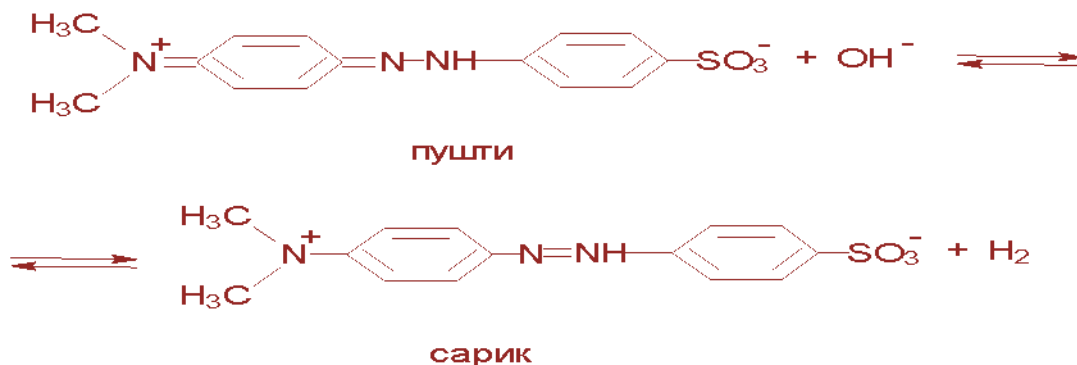
Indikator sifatida metiloranj qo'llaniladi, chunki hosil bo'lgan tuzlar gidroliz natijasida ekvivalent nuqtada kislotali muhitga ega bo'ladi, bu esa metiloranjni rang o'zgarish sohasiga mos keladi ($\text{pH}=3-4.5$) Indikatorlarga misollar:

Fenolftalein:



Ishqoriy muhitda dissotsilanish (ionlanish) ko'payadi, va muvozanat o'ng tomonga siljiydi.

Metiloranj:



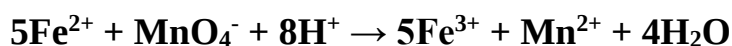
Mavzularni chuqur o`zlashtirish va nazorat qilish uchun savollar

1. Kuchli kislotani kuchli asos bilan titrlash egri chizig'ini hisoblash.
2. Egri chiziqni tuzish va indikator tanlash.
3. Indikatorlarning vazifasi
4. Indikatorlarning ion nazariyasi
5. Indikatorlarni xromafor nazariyasi
6. Kuchsiz kislotani kuchli asos bilan titrlash egri chizig'i.
7. Kuchli kislotani kuchli asos bilan titrlash egri chizig'i.
8. Suvning karbonat qattiqligini aniqlash.
9. Indikatorlarga misollar.
10. Indikatorlar nazariyasi
11. Indikator tanlash
12. Kuchli kislotani kuchli asos bilan titrlash xisobi

17 bob. REDOKSIMETRIYADA INDIKATORLAR NAZARIYASI. TITRLASH EGRI CHIZIQLARI VA INDIKATORLAR TANLASH USULLARI.



Oksidlanish-qaytarilish titrlashda reaksiyaga kirishuvchi moddalarning yoki ionlarning konsentratsiyasi doimo o'zgarib turadi. Demak, xuddi kislota-asosli titrlash jarayonida eritmaning pH o'zgarishi kabi, eritmaning potentsiali (E) ham o'zgaradi. Agar grafikka "potentsialni - qo'shiladigan eritma - titrantni hajmi"ga nisbatan o'zgarishini kiritsak, xuddi kislota-asosli titrlash usulidagi egri chiziqlarga o'xshash titrlash egri chiziqlarini hosil qilamiz. Quyida keltirilgan reaksiya misolida titrlash egri chizig'ini hisoblash va tuzishni ko'rib chiqamiz:



Titrlash jarayonida eritmada doimo ikki oksidlanish-qaytarilish jufti Fe^{3+}/Fe^{2+} va MnO_4^-/Mn^{2+} ishtiroketadi. Ekvivalent nuhtagacha eritmada asosan Fe^{3+}/Fe^{2+} jufti bo'ladi, MnO_4^- ionlari esa eritmaga tushgach Mn^{2+} gacha qaytariladi va eritmada shu shaklda bo'ladi. Shuning uchun, temir ionlarining konsentratsiyasini hisobga olib, potentsialni hisoblash qulaydir:

$$E = 0,77 + \frac{0,058}{1} \lg \left[\frac{Fe^{3+}}{Fe^{2+}} \right] \quad (1)$$

Ekvivalent nuqtadan keyin hamma Fe^{3+} ionlari Fe^{2+} gacha qaytariladi va eritmada Mn^{2+} va qo'shiladigan titrantni ortiqcha miqdori, ya'ni MnO_4^- ionlari bo'ladi.

Shuning uchun marganets ionlarining konsentratsiyasi bilan birga H^+ ionlarining konsentratsiyasini ham hisobga olib, potentsialni hisoblash qulay:

$$E = 1,51 + \frac{0,058}{5} \lg \frac{[MnO_4^-] \cdot [H^+]^5}{[Mn^{2+}]} \quad (2)$$

Ekvivalent nuqtada temir ionlari oksidlangach Fe^{3+} shaklda, marganets anioni esa qaytarilgan Mn^{2+} shaklda bo'ladi. Shuning uchun oksidlangan shaklni qaytarilgan shaklga nisbatining logarifmi o'z ma'nosini yo'qotadi va potentsial, asosan, ikki juftni standart potentsialiga bog'liq bo'ladi va umumiy holda quyidagicha yoziladi:

$$E = \frac{bE_{oks}^0 + aE_{qayt}^0}{b + a} \quad (3)$$

Bu erda: E_{oks}^0 - oksidlovchi juftini standart potentsiali;

E_{qayt}^0 - qaytaruvchi juftini standart potentsiali;

a, b - stexiometrik koeffitsientlar.

17.1. Titrlash egri chiziqlari hisobi

100 ml Fe^{2+} ga 50 ml $KMnO_4$ eritmasi qo'shilganda potentsial hisobini qilamiz. Bunda 50% $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+}$ gacha oksidlanadi, va eritmada faqat 50% Fe^{2+} qolsa kerak.

Shuning uchun, $E = 0,77 + \frac{0,058}{1} \lg \frac{50}{50} = 0,77V$ bo'ladi.

Titrlash egri chizig'ida $KMnO_4$ ni 0,1 ml etmagan va 0,1 ml ortiqcha bo'lishiga mos keluvchi nuqtalar qiziqish uyg'otadi, chunki ular ekvivalent nuqta oldidagi potentsialni sakrashi qiymatini aniqlaydi. Shuning uchun boshlang'ich 99.9 ml $KMnO_4$ qo'shilganda potentsial qiymatini aniqlaymiz. Shu vaqtda Fe^{2+} ni 99.9% titrlangan bo'lib, 0.1% titrlanmagan bo'lgani uchun potentsial:

$$E = 0,77 + \frac{0,058}{1} \lg \frac{99,9}{0,1} = 0,944V$$

Endi potentsial sakrashini oxiridagi potentsial qiymatini, ya'ni 100.1 ml permanganat eritmasi qo'shilgandagini topamiz. Bu miqdordan Fe^{2+} ni oksidlanishiga 100 ml sarflanadi, ya'ni $MnO_4^- \rightarrow Mn^{2+}$ gacha qaytariladi, MnO_4^- holida esa 0.1 ml ortiqcha miqdori qoladi, demak, $\frac{[MnO_4^-]}{[Mn^{2+}]}$ nisbati 1:100 bo'ladi va juftning potentsiali:

$$E = 1,51 + \frac{0,058}{5} \lg \frac{0,1 \cdot [H^+]}{100}$$

Agar eritmadagi H^+ ionlarini konsentratsiyasi 1 g-ion/ga teng bo'lsa, unda:

$$E = 1,51 + \frac{0,058}{5} \lg \frac{0,1}{100} = 1,51 + \frac{0,058}{5} \cdot (-3) = 1,475V$$

Titrlashni bu oralig'ida potentsial sakrash 1,475 - 0,944 = 0,531 ga teng bo'ladi.

Endi (3) tenglamadan foydalanib, ekvivalent nuqtadagi potentsialni hisoblaymiz:

$$E = \frac{0,77 + 5 \cdot 1,51}{5 + 1} = 1,387V$$

Olingan natijalardan foydalanib, Fe^{2+} ni permanganat bilan titrlash egri chizig'ini tuzamiz: Grafikdan ko'rinib turibdiki, redoksimetriyada titrlash egri chizig'i neytrallash usuli egri chiziqlariga o'xshash. Titrlash sakrashining qiymati konsentratsiyaga proportsional bog'liq. Demak, eritma qanchalik suyultirilgan bo'lsa, shunchalik sakrash qiymati kichik bo'ladi.

17.2. Redoksimetriyada indikatorlar nazariyasi

Avval aytib o'tganimizdek, oksidlanish-qaytarilish titrlashda indikatorsiz ham titrlash mumkin. Jumladan, kislotali muhitda permanganat bilan titrlanganda titrantni binafsha-pushti rangi Mn^{2+} gacha qaytarilib, rangsizlanadi. Ekvivalent nuqtadan keyin, qaytaruvchi butunlay titrlanib bo'lganidan so'ng, permanganatning ortiqcha bir tomchisidan eritma och pushti rangga kiradi va undan ekvivalent nuqta aniqlanadi. Qaytaruvchilarni yod eritmasi bilan ham indikatorsiz titrlash mumkin. Bunda J_2 ning qaytarilib J^- ga o'tishi natijasida yod eritmasining to'q qo'ng'ir rangi yo'qolib ketadi. Lekin, analiz natijalari permanganatometriyaga nisbatan aniqligi kamroq, chunki

yodning rangi permanganatnikidek to'q emas va ekvivalent nuqtani aniqlash qiyin. Shuning uchun redoksimetriyada ko'pincha indikator qo'llaniladi. Redoksimetriyada o'z ta'siriga qarab indikatorlar ikki turga bo'linadi: Oksidlovchi yoki qaytaruvchi bilan reaksiyaga kirishib, o'z rangini o'zgartiruvchi indikatorlar. Masalan, temir (3) ni titrlaganda indikator sifatida CNS⁻ (rodanid) ni qo'llash mumkin va Fe³⁺ ionlari bilan qizil kompleks hosil qiladi [FeCNS]²⁺, [Fe(CNS)₂]⁺ va boshq. Yoki J₂eritmasi bilan titrlaganda indikator sifatida yod bilan ko'k rang beruvchi kraxmal qo'llaniladi.

❖ Oksidlovchi bilan ham, qaytaruvchi bilan ham reaksiyaga kirishmaydigan indikatorlar. Lekin, titrlash jarayonida, ma'lum potentsialga etganda ularning o'zlari yoki oksidlanadi yoki qaytariladi. Bunday indikatorlar oksidlanish-qaytarilish yoki redoks-indikatorlar deb ataladi. Ular qaytar tarzda oksidlana oladigan yoki qaytarila oladigan moddalar bo'lib, bularning oksidlangan va qaytarilgan shakllari turli rangga egadir. Bu erda $pT = -lgT$ - rang o'zgarish sohasi; E^o- indikatorning standart potentsiali; n - elektronlar soni. Difenilamin indikator misolida E^o = 0,766, n=2 o'zgarish sohasini hisobini ko'rib

chiqamiz. $E_1 = 0,56 + \frac{0,058}{2} = 0,79v$

$$E = 0,76 - \frac{0,058}{2} = 0,73v$$

Demak, difenilaminni rang o'zgarish sohasi 0,73 - 0,79V oralig'ida ekan.

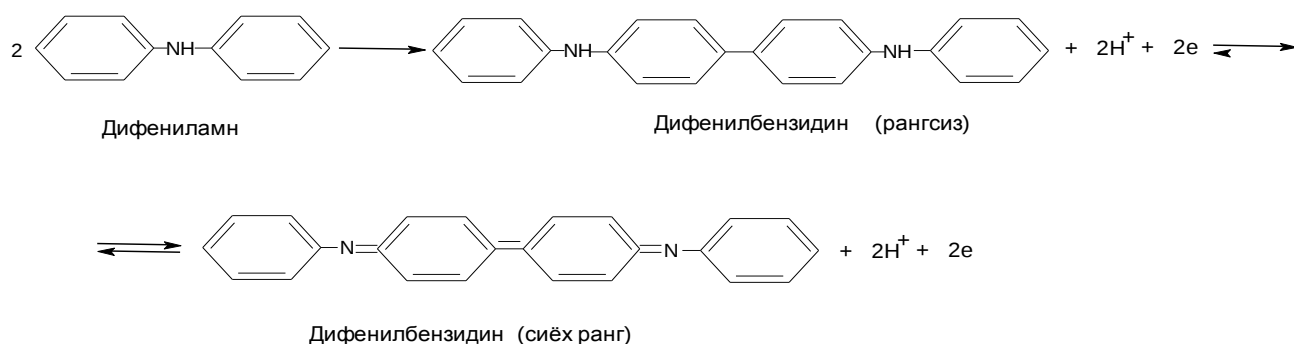
17.3. Ko'p qo'llaniladigan redoks indikatorlarga misollar.

Difenilamin boshida qaytmas difenilbenzidingacha oksidlanadi, u esa keyinchalik qaytar siyoxrangli difenilbenzidingacha oksidlanadi.

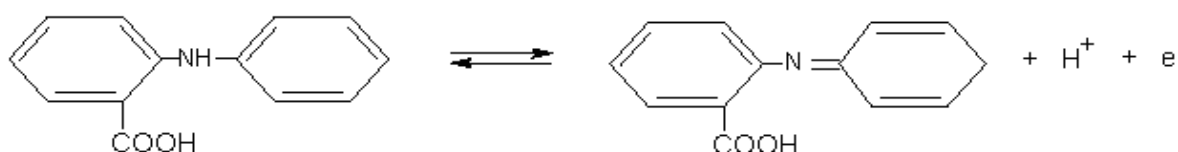
Redoks indikatorlari ham, kislota-asosli indikatorlarga o'xshab o'z ranglarini ma'lum potentsiallar oralig'ida o'zgartiradilar, ya'ni har qanday redoks indikator ham o'z rang o'zgarish sohasiga ega.

Bu rang o'zgarish sohasini quyidagi formula bo'yicha hisoblash mumkin:

$$pT = E_{ind}^o \pm \frac{0,058}{n}$$



N-fenilantronil kislota $E^0=1,08\text{V}$ Rang o'zgarishi rangsizdan qizil binafsha rangga kiradi



Redoksimetriyada indikator tanlash

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida indikator tanlash xuddi kislota-asosli indikatorlarga o'xshash indikatorni rang o'zgarish sohasini hisobga olgan holda amalga oshiriladi. Agar indikatorning rang o'zgarish sohasi egri chiziqdagi potentsial sakrashi oralig'iga mos tushsa, bu indikatorlarni titrlash uchun qo'llash mumkin.

Mavzularni chuqur o'zlashtirish va nazorat qilish uchun savollar

1. Redoksimetriya egri chiziqlari uchun hisoblash formulalarining kelib chiqishi
2. Titrlash egri chiziqlarining umumiy hisobi
3. Redoksimetriyada egri chiziqlarini ahamiyati
4. Redoksimetriyada indikatorsiz titrlash usuli
5. Indikatorlar nazariyasini tushuntiring
6. Indikatorlarning rang o'zgarish sohasini hisoblash
7. Redoks indikatorlarga misollar keltiring
8. Redoksimetriyada indikator tanlashda nimalarga etibor beriladi
9. Ko'p qo'llaniladigan redoks indikatorlarga misollarkeltiring
10. Qaytaruvchilarni indikatorsiz titrlashda qanday eritmada foydalanish mumkin
11. Titrlash jarayonida eritmada doimo nechta oksidlanish-qaytarilish jufti ishtirok etadi

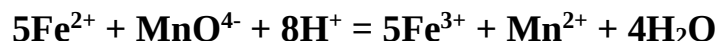
12.Redoks indikatorlarni rang o`zgartirish intervali

18 bob. PERMANGANOTOMETRIYA USULINING MOHIYATI. TITRLASH EGRI CHIZIQLARI YODOMETRIYA USULI .



Permanganatometriya usuli permanganat ionlarini kislotali va ishqoriy muhitda oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga asoslangan. Oksidlanish kislotali muhitda olib borilsa, Mn^{7+} Mn^{2+} gacha qaytariladi. Permanganatni kislotali muhitda yuqori oksidlash qobiliyati, uni yuqori oksidlanish-qaytarilish potentsialiga $E^{\circ}_{MnO_4^- / Mn^{2+}} = 1,51V$ ega ekanligi bilan tushuntiriladi. $KMnO_4$ ko`p qo`llaniluvchi kuchli oksidlovchi titrant, titrlash jarayonida indikator talab etilmaydi. To`g`ri tayorlangan $KMnO_4$ eritmasi barqaror bo`lib, titrlash jaryoninida reaksiya tezligini oshirish uchun eritmani qizdiriladi. Bu avtokatalitik reaksiya bo`lib, reaksiya maxsuloti Mn^{+2} bilan tezlashadi.

Misol tariqasida temir (II) ionlarini oksidlanishini ko`rib chiqamiz.



Marganets 5 ta elektron biriktirib olib qaytariladi.



Demak, $KMnO_4$ ning bu erdagi gramm-ekvivalenti

$$E = \frac{M_{KMnO_4}}{5} = 31,6 \text{ gr. ga teng bo'ladi.}$$

$MnO_4^- / MnO(OH)_2$ juftining standart potentsiali $+0,59V$ ga teng. Shuning uchun permanganatni neytral va ishqoriy muhitda oksidlash qobiliyati kislotali muhitga nisbatan ancha kichik. Bundan tashqari, kislotali muhitda titrlaganda permanganatni binafsha-pushti rangi butunlay rangsizlanadi va ekvivalent nuqtada eritmaning rangi keskin o`zgaradi. Ishqoriy va neytral muhitda to`q qo`ng`ir cho`kma hosil bo`lib,

ekvivalent nuqtani topishga halaqit beradi. Ana shu sabablarga ko'ra hajmiy analizda ko'pincha permanganat bilan oksidlash kislotali muhitda olib boriladi.

18.1. KMnO_4 eritmasini tayyorlash va uni saqlash.



Permanganat bilan titrlashda indikator ishlatilmaydi. Permanganat eritmasini o'zi rangli, shuning uchun ishchi eritma sifatida, odatda, 0.02-0.05N KMnO_4 eritmasi qo'llaniladi. Shuni nazarda tutish kerakki, quruq kristalli KMnO_4 toza bo'lmaydi, uning tarkibida har doim qaytarilish masulotlari,

masalan MnO_2 bo'ladi. Bundan tashqari, permanganat chang bilan birga suvga

Half-Reaction Method



Consider the reaction between MnO_4^- and $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$:



tushadigan qaytaruvchilar (ammiak, organik moddalar va h.k.) bilan reaksiyaga kirishadi. Shuning uchun tayyorlangan KMnO_4 eritmasini konsentratsiyasi doimo kamayadi va 7-10 kun davomida doimiy qiymatga keladi. Demak, KMnO_4 dan aniq miqdorda tortib olish yo'li bilan permanganatning titrlangan eritmasini tayyorlab

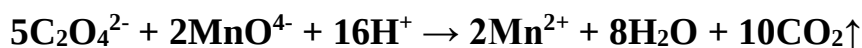
bo'lmaydi. Yana shuni nazarda tutish kerakki, suvdagi ammiak va boshqa organik moddalar bilan bir qatorda, permanganat rezinani, po'kak probkalarni, qog'oz va hokazolarni oksidlaydi. Shuning uchun, permanganat eritmasini ana shunday narsalarga tegizmaslik kerak. Masalan, KMnO_4 eritmasini qog'oz filtr orqali filtrlash mumkin emas, buning uchun shishadan yasalgan filtrdan foydalaniladi va eritmani shisha sifon orqali boshqa idishga olib, to'q rangli idishlarda saqlash kerak. KMnO_4 ning 0.02 N eritmasidan 1 l tayyorlash uchun texnik tarozda 0,63 g KMnO_4 kristallaridan tortib olib, stakanga solinadi va 1 litr issiq suv qo'shiladi.

Vaqt-vaqti bilan issiq suv qo'shilganda eritma aralashtirilib turiladi va sekin-sekin boshqa to'q rangli idishga quyib olinadi (toki to'liq erib bo'lmaguncha shunday qilinadi). qolgan suvni ham uning ustiga qo'shib, idishning og'zini shisha probka bilan bekitib, eritma qorong'i joyga 7-10 kunga qo'yib qo'yiladi. Bu vaqt o'tgandan so'ng

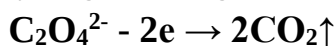
eritma sifon yordamida boshqa to'q rangli idishga qo'yib olinadi yoki shisha filtrdan filtrlanadi va aniqlovchi eritma bilan titrlab, aniq konsentratsiyasi topiladi.

18.2. KMnO_4 eritmasining titrini aniqlash

KMnO_4 eritmasining titrini aniqlash uchun turli dastlabki moddalar, $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$, As_2O_3 , temir metali va boshqalardan foydalanish taklif etilgan. Bular ichida eng qulayi $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ va $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dir. $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ni suvli eritmadan oson qayta kristallanadi va $240\text{-}250^\circ\text{C}$ da quritiladi. Natriy oksalat gigroskopik modda emas, uning tarkibida kristallizatsion suv yo'q va u saqlash bilan o'zgarmaydi, ya'ni barqarordir. Oksalat kislota $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ni tozalash $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ni tozalashdan qiyinroq, lekin u ham gigroskopik modda emas. Lekin oksalat kislota tarkibida ikkita kristallizatsion suvi bor va u havoda kristallizatsion suvini chiqarishi mumkin. Oksalat ionlarini permanganat bilan titrlashda quyidagi reaksiya sodir bo'ladi:



$\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ionlari quyidagi sxemaga muvofiq oksidlanadi:



Shuning uchun ekvivalentni aniqlashda molyar massa 2 ga bo'linadi.

$$E_{\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4} = \frac{134}{2} = 67 \text{ gr}$$

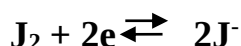
$$E_{\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}} = \frac{126,06}{2} = 63 \text{ gr}$$

Ularning eritmasini titrlash uchun analitik tarozida aniq tortimni tortib olib, 250 ml o'lchov kolbasida sovuq distillangan suv bilan eritiladi va kolbani belgisiga qadar suyultirib, yaxshilab aralashtiriladi. KMnO_4 titrini aniqlash uchun titrlash kolbasiga 10 ml oksalat eritmasidan o'lchab olib, ustiga 10-15 ml 10% H_2SO_4 qo'shiladi va $75\text{-}80^\circ\text{C}$ gacha qizdiriladi va permanganat eritmasi bilan och pushti ranggacha titrlanadi. Permanganatni boshlang'ich tomchilari reaksiyaga sekin kirishadi, Mn^{2+} ionlari hosil bo'lganidan so'ng reaksiya tezlashadi. Bu holda reaksiya mahsuloti bo'lmish Mn^{2+} o'zi katalizator bo'ladi va reaksiyani tezlatadi. Katalizni ushbu turi avtokataliz deyiladi. Shuning uchun permanganat eritmasini birinchi tomchilarini qo'shganda kolbani rangsizlangunicha yaxshilab aralashtirish va keyin titrlashni davom ettirish

kerak. Permanganometriya usuli analizda keng qo'llaniladi. Permanganat yuqori potentsialga ega bo'lgani uchun (+1.51V) oksidlash, va potentsiali +1.51V oldan kichik bo'lgan hamma ionlarni aniqlash qobiliyatiga ega. Usul Fe^{2+} , H_2O_2 , nitritlarni, karbonatlardagi kaltsiyni, po'lat tarkibidagi marganets va boshq. aniqlashda qo'llaniladi.

18.3. Yodometriya usulining umumiy tavsifi

Oksidlanish-qaytarilish titrlash usuli titrimetriyada by muxim ahamiyatga ega bo'lib, oziq-ovqat maxsulotlari, formatsevtik preparatlarni taxlilida va ishlab chiqarishda keng qo'llaniladi. Masalan, vino tarkibidagi sulfid ionlarini yod yordamida aniqlanadi. Dixromat kaliy bilan reaksiyasi yordamida spirtni aniqlanadi. Yod oksidlovchi bo'lib, kuchli oksidlovchilarni aniqlashda titrant xisoblanadi. Yana bir tomondan yod ionlari yumshoq qaytaruvchi, shu sababli undan kuchli oksidlovchilarni aniqlanadi. Yodometriya usulida aniqlanuvchi moddalarga misollar Yodometriya usuli quyidagi oksidlanish-qaytarilish reaksiyasiga asoslangan:

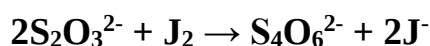


$\text{J}_2/2\text{J}^-$ juftining standart potentsiali +0.54V ga teng va oksidlanish-qaytarilish potentsiallari jadvalida o'rtada joylashgan. Shuning uchun yodometriya usuli bilan ham oksidlovchilarni ham qaytaruvchilarni konsentratsiyasini aniqlash mumkin.

Oksidlanish-qaytarilish potentsiallari +0.54V dan kichik bo'lgan juftlar yod bilan oksidlanadilar va buning asosida qaytaruvchilar aniqlanadi. $E^0 > +0,54\text{V}$ juftlar yodni oksidlaydilar va buning asosida oksidlovchilar aniqlanadi.

18.4. Qaytaruvchilarni aniqlash

Oksidlanish-qaytarilish potentsiali $E^0=0,09\text{v}$ bo'lgan natriy tiosulfat yod bilan oksidlanib, natriy tetratsionat hosil qiladi:



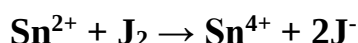
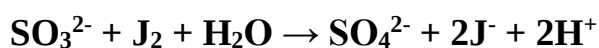
Bunda u 2 ta elektron yo'qotadi:



Yod eritmasi bilan tiosulfatni titrlaganda J_2 ni ortiqcha tomchisi eritmaga och sariq rang beradi. Demak, bu holda ham xuddi permanganometriyadagi kabi

indikator ishlatmay titrlash mumkin. Lekin yodni titrlash oxirida rangi bilinar bilinmas (juda och), bu esa ekvivalent nuqtani aniqlashni qiyinlashtiradi. Shu sababli indikator sifatida yod uchun nihoyatda sezgir bo'lgan indikator kraxmal ishlatiladi va u yod bilan birikib, ko'k rang beradi.

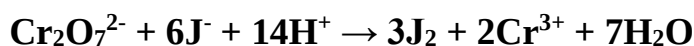
Usul bir qator oksidlovchilarni, sulfatlar, arsenatlar serovodorodni, qalayni va boshq. aniqlashga imkon beradi.



18.5. Oksidlovchilarni aniqlash

Qaytaruvchilarni aniqlashda J_2 eritmasi bilan titrladik. Demak, oksidlovchilarni titrlashda J^- ionlari (KJ, NaJ va boshq.) bilan titrlash kerak edi. Lekin, bunday titrlab bo'lmaydi, chunki ekvivalent nuqtani aniqlab olish qiyin bo'ladi

KJ eritmasi bilan oksidlovchini titrlashga misolni ko'rib chiqamiz:

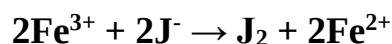
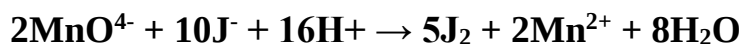
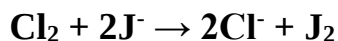
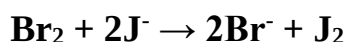


KJ ni har qo'shilgan qismidan J_2 ko'proq hosil bo'ladi, lekin yodni hosil bo'lishi to'xtash paytini aniqlab va reaksiyaning oxirini payqab bo'lmaydi. Kraxmal qo'shilganda (borligida) eritma ko'karaveradi. Shu sababli bu holda o'rin olish usuli qo'llaniladi. Oksidlovchining aniq o'lchangan hajmiga kislota va ortiqcha miqdorda KJ eritmasi qo'shiladi va reaksiya tugashi uchun eritma 5 daqiqaga qo'yib qo'yiladi. Reaksiya natijasida oksidlovchiga ekvivalent miqdorda yod hosil bo'ladi, ya'ni qancha oksidlovchi bo'lsa, shuncha yod hosil bo'ladi va u kraxmal ishtirokida tiosulfat bilan ko'k rang yo'qolguncha titrlanadi.

Indikator kraxmal titrlash oxirida qo'shiladi, ya'ni eritma sariq-somon rang bo'lganida qo'shiladi. Bu holda kraxmal ko'karadi, sababi u adsorbtsion indikatorligida. Agar kraxmalni eritmada J_2 ko'pligida qo'shsak, ko'p miqdorda yodni kraxmal bilan birikmalari hosil bo'ladi, yod tiosulfat bilan sekinroq reaksiyaga

kirishadi va ekvivalent nuqtani o'tkazib yuborish mumkin. Bu usul bilan deyarli hamma standart potentsiali $> +0,54V$ bo'lgan oksidlovchilarni aniqlash mumkin.

Masalan:



Indikator kraxmalning sezgirligini etarli darajada yuqori bo'lgani uchun ekvivalent nuqtani aniq aniqlash mumkin va shuning uchun yodometriya usuli hajmiy analizda aniq usullaridan biri hisoblanadi.

Mavzularni chuqur o'zlashtirish va nazorat qilish uchun savollar

1. Permanganatometriya usulining umumiy tavsifi
2. KMnO_4 eritmasini tayyorlash va saqlash.
3. KMnO_4 eritmasini titrini aniqlash
4. Permanganatometriya usulining qo'llanilishi
5. Yodometriya usulining umumiy tavsifi
6. Oksidlovchilarni aniqlash usulini tushuntiring
7. Qaytaruvchilarni aniqlash usulini tushuntiring
8. Permanganatometriya usulida qanday indikatorlardan foydalaniladi
9. Yodometriya usulida qanday indikatorlardan foydalaniladi
10. Qaytaruvchilarni aniqlash usulida qanday moddalarni aniqlashga imkon beradi.
11. Yodometriya usulida aniqlanuvchi moddalarga misollar keltiring
12. Usulning yutuq va kamchiliklari

19-bob. CHO'KTIRISH USULI ASOSI. INDIKATORLI VA INDIKATORSIZ TITRLASH USULLARI. USULNING ANALIZDA QO'LLANILISHI.

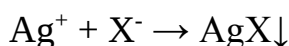


19.1. Cho'ktirish usulining umumiy tavsifi

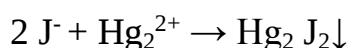
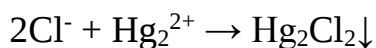
Cho'ktirish usuli - reaksiya natijasida kam eriydigan birikmalar hosil bo'lishiga asoslangan. Bu reaksiyalarning ko'pi ma'lum bo'lsa ham hajmiy analizda ularning ba'zilaridagina foydalanish mumkin. Buning uchun bir qator shartlarga rioya qilish kerak, chunonchi:

- ❖ Cho'kma amalda erimaydigan bo'lishi kerak.
- ❖ Cho'kma etarli darajada tez tushishi kerak, ya'ni o'ta to'yingan eritmalarning hosil bo'lishi yuz bermasligi lozim.
- ❖ Titrlash natijalari adsorbtsiya hodisalari ta'sirida noto'g'ri bo'lib chikmasligi kerak.

Bu talablar hajmiy analizda qo'llanishi mumkin bo'lgan reaksiyalar sonini juda kamaytirib yuboradi. kumush tuzlari bilan cho'kma hosil qilish usullari keng qo'llaniladi argentometriya:

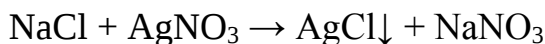


buerda, X^- - galogenid ionlar (Cl^- , Br^- , I^-) va bu reaksiyaga asoslangan usullar argentometriya deb ataladi. Shu bilan bir qatorda galogenlar qiyin eriydigan simob tuzlari Hg_2Cl_2 , Hg_2J_2 holida cho'ktirish orqali ham aniqlanadi va bu usul merkurometriya deb ataladi.



19.2. Titrlash egri chizig'i hisobi

Titrlash egri chizig'ining hisobini qilish uchun quyidagi cho'ktirish reaksiyasini ko'rib chiqamiz:



Masalan, 100 ml 0,1 N NaCl eritmasini 0,1 N AgNO₃ eritmasi bilan titrlaylik ($E_{K_{AgCl}}=1 \cdot 10^{-10}$) Titrlash boshida (eritmaga AgNO₃ qo'shmasdan avval) Cl⁻ ionlarining eritmadagi konsentratsiyasi NaCl ning umumiy konsentratsiyasiga 0.1 M ga teng bo'ladi, chunki bu kuchli elektrolit. Cl⁻ ionlarining konsentratsiyasini manfiy logarifmini pCl bilan belgilab, shunday yozish mumkin:

$$pCl = -\lg[Cl^-] = -\lg 10^{-1} = 1$$

90 ml AgNO₃ qo'shilganda, 90% xlor ionlari cho'kmaga tushadi va eritmada 10% qoladi, ya'ni xlorning miqdori 10 marta kamayadi, ya'ni $1 \cdot 10^{-2}$ g-ion/l ga teng bo'lib qoladi. Bunda:

$$pCl = -\lg 10^{-2} = 2$$

99,9 ml AgNO₃ qo'shamiz. Xlor ionlarini konsentratsiyasi 10^{-3} g-ion/l bo'ladi.

$$pCl = -\lg 10^{-3} = 3$$

100 ml AgNO₃ qo'shilganda hamma xlor ionlarini va kumush ionlarining konsentratsiyalari o'zaro teng bo'ladi va cho'kmaga tushadi.

$$E_{K_{NaCl}} = 1 \cdot 10^{-10}$$

$$[Cl^-] = [Ag^+] = \sqrt{10^{-10}} = 10^{-5}$$

$$\text{bundan, } pCl = -\lg 10^{-5} = 5$$

100,1 ml AgNO₃ qo'shamiz. Bunda kumush ionlarining ortiqcha miqdori AgNO₃ning 0,1 ml eritmasidagi Ag⁺ ionlarining miqdoriga teng bo'ladi. Xlor ionlarining konsentratsiyasi NaCl dan 0,1 ml ortiqcha qo'shilgan paytda qanday bo'lgan bo'lsa, endi Ag⁺ ionlarining konsentratsiyasi ham xuddi shuncha, ya'ni 10^{-4} g-ion/l ga teng bo'ladi. Bunda:

$$[Cl^-] = \frac{10^{-10}}{10^{-4}}$$

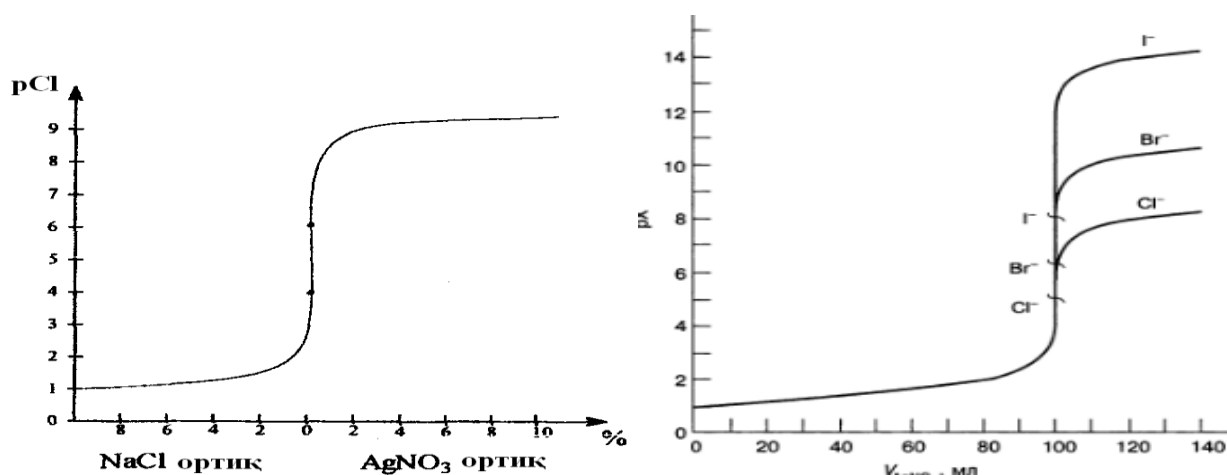
$$pCl = -\lg 10^{-6} = 6$$

101 ml AgNO₃ qo'shamiz.

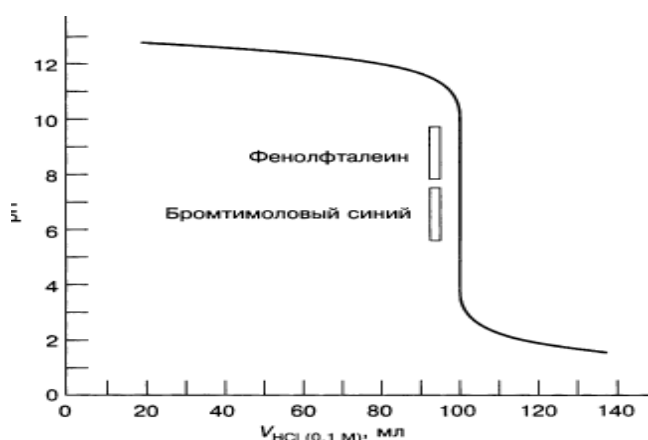
$$pCl = -\lg 10^{-7} = 7 \text{ va h.k.}$$

Cl⁻ ionlarini Ag⁺ ionlari bilan titrlash egri chizig'i

Olingan natijalar asosida "pCl ni kumush miqdori %" koordinatalarida egri chiziqni chizamiz:



100 ml 0,1 M xlorid va bromid ionlarini 0,1 N li AgNO₃ eritmasi bilan titrlash egri chizig`i



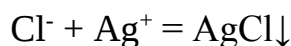
0,1M HCl eritmasini 100 ml 0,1 M NaOH eritvfsi bilan titrlash egri chizig`i

Egri chiziqlarning ko`rinishi hajmiy analizning boshqa usullarining egri chiziqlariga o`xshaydi va ekvivalent nuqta pCl 4-6 oralig`ida keskin sakraydi. Titrlash sakrashini qiymati reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasiga to`g`ri proporsional. Titrlash egri chizig`idagi keskin sakrash cho`kmaning eruvchanlik ko`paytmasi (EK) qiymatiga ham bog`liq. Qanchalik EK kichik bo`lsa, shunchalik moddaning cho`kish qobiliyati va titrlash sakrashi katta bo`ladi. Jumladan, yod ionlarini shu konsentratsiyalarda titrlanganda titrlash sakrashi sakkiz birlikka o`zgaradi, chunki $EK_{AgJ}=10^{-16}$ ga teng.

19.3. Ekvivalent nuqtani aniqlash usullari

Cho`ktirish usuli bilan titrlashda ekvivalent nuqtani aniqlashning bir necha usullari bor. Bu usulda ekvivalent nuqtani indikator yordamida va indicatorsiz aniqlash mumkin. Indicatorsiz titrlash usuli teng loyqalanish usuli 1832 yilda Gey-Lyussak

tomonidan taklif etilgan bo'lib, titrimetrik analiz usullaridan birinchisi hisoblanadi. Titrlash jarayonida quyidagi reaksiya sodir bo'ladi deylik:



ya'ni, xlor ionlari kumush ionlari bilan titrlanadi. Ekvivalent nuqta yaqinida ikkita probirkaga bir necha tomchi titrlanadigan eritmada solib va probirkalardan biriga NaCl eritmasidan, ikkinchiga esa AgNO_3 eritmasi qo'shiladi. Titrlash ikkala probirkada teng loyqalanish bo'lgandan so'ng to'xtatiladi, bu esa ekvivalent nuqtada sodir bo'ladi.

19.4. Tiniqlanish nuqtasigacha titrlash

Bu usulda ekvivalent nuqta yaqinida hosil bo'lgan cho'kma reaksiya natijasida koagullanib, ipir-ipir parchalar holida cho'kadi, eritma esa bu vaqtda tiniqlashadi, ya'ni eritma tiniqlashguncha titrlanadi. Ikkala usul ham hajmiy analizning aniq usullaridan biri hisoblanadi, lekin bu usul anchagina serdiqqat ishlashni vaetarli malakani talab qiladi. Shuning uchun amalda odatda indikatorlar ishtirokida bajariladigan usullardan foydalaniladi.

Mor usuli

Bu usulda galogenidlarni kumush ionlari bilan titrlaganda indikator sifatida K_2CrO_4 qo'shiladi va u galogen ionlari to'liq cho'kib bo'lganidan so'ng kumush ionlari bilan qizil-g'isht rangli cho'kma hosil qiladi. Reaksiyani $\text{pH} = 8$ da olib boriladi.

0,1 N NaCl eritmasini 0,01 M K_2CrO_4 indikator eritmasi ishtirokida standart AgNO_3 eritmasi bilan titrlansin deylik. Bu vaqtda hosil bo'ladigan moddalarning (AgCl va Ag_2CrO_4) har biri uning eritmada ionlari konsentratsiyalari ko'paytmasi eruvchanlik ko'paytmasidan ortib ketgandan keyingina cho'ka boshlaydi.

AgCl ning eruvchanlik ko'paytmasi $E_{\text{KAg}} = 10^{-10}$ ga teng bo'lgani sababli, AgCl ning cho'kishi uchun eritmada Ag^+ ionlar konsentratsiyasi:

$$[\text{Ag}^+] = \frac{E_{\text{KAgCl}}}{[\text{Cl}^-]} = \frac{10^{-10}}{10^{-1}} = 10^{-9} \text{ g-ion/l}$$

Endi Ag_2CrO_4 ning cho'ka boshlanishi uchun Ag^+ ionlarining konsentratsiyasi qanday bo'lishi kerakligini hisoblab topamiz.

$$EK_{Ag_2CrO_4} = [Ag^+]^2 \cdot [CrO_4^{2-}] = 1,1 \cdot 10^{-13}$$

Bundan:

$$[Ag^+] = \sqrt{\frac{EK_{Ag_2CrO_4}}{CrO_4^{2-}}} = \sqrt{\frac{1,1 \cdot 10^{-13}}{10^{-2}}} = 1,05 \cdot 10^{-5} \text{ g-ion/l}$$

Demak, eritmada Ag^+ ionlarining konsentratsiyasi kamroq (10^{-9} g-ion/l) bo'lganda ham $AgCl$ cho'kmasi oldinroq cho'ka boshlaydi va $[Ag^+] = 10^{-5}$ ga etganda Ag_2CrO_4 cho'ka boshlaydi va u titrlanayotgan aralashmani qizil-g'isht rangga bo'yaydi. $EK_{AgCl} = [Ag^+] \cdot [Cl^-] = 10^{-10}$ dan $[Cl^-]$ ionlarining shu paytdagi

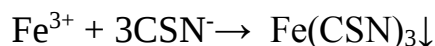
konsentratsiyasini hisoblab topish qiyin emas: $[Cl^-] = \frac{EK_{AgCl}}{[Ag^+]} = \frac{10^{-10}}{1,05 \cdot 10^{-5}} = 9,5 \cdot 10^{-6}$ g-

ion/l Cl^- ionlarining yuqorida topilgan konsentratsiyasiga to'g'ri keladigan pCl qiymati $pCl = -\lg 9,5 \cdot 10^{-6} = 5,03$ ga teng bo'lib, bu titrlash egri chizig'idan keskin sakrash sohasining ichida (4-6) yotadi. Bu hol berilgan indikatorni titrlash uchun qo'llash mumkinligini ko'rsatadi. Usulning kamchiliklari:

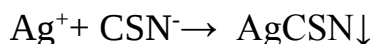
- ❖ Usul galogen ionlarini faqat kumush ionlari bilan titrlashga imkon beradi (teskarisi mumkin emas).
- ❖ Titrlashni faqat neytral yoki kuchsiz ishqoriy muhitda olib borish mumkin.
- ❖ Titrlashga boshqa begona ionlar halaqit beradi. Ushbu keltirilgan kamchiliklar Mor usulining qo'llanilishini keskin chegaralab qo'yadi.

Folgard usuli

Bu usulda indikator sifatida CNS^- ionlari bilan qizil rangli kompleks hosil qiluvchi Fe^{3+} ionlari qo'llaniladi.



Shu bilan bir vaqtda CNS^- ionlari Ag^+ ionlari bilan birikib, cho'kma hosil qiladi.



Bu esa kumush ionlarini $KCSN$ yoki NH_4CSN standart eritmasi bilan Fe^{3+} indikator ishtirokida qizil rang hosil bo'lgancho titrlashga imkoniyat beradi. Galogenid

ionlarni Ag ni ortiqcha miqdorini qo'shib teskari titrlash orqali ularning cho'kkanidan keyin aniqlash mumkin. $X^- + Ag^+ \text{ (ortiqcha)} \rightarrow AgX\downarrow + Ag^+ \text{ (qoldiq)}$

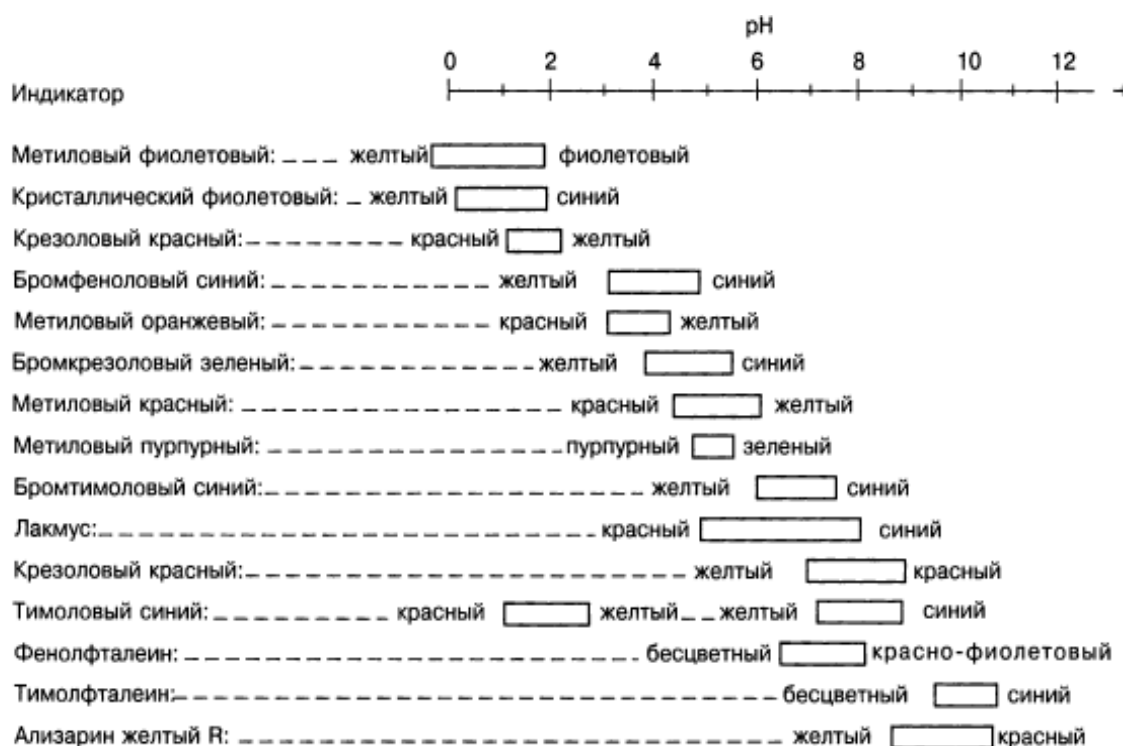


Bu usul Mor usuliga qaraganda ancha tanlovchan va cho'ktirish usulida asosan Ag^+ va galogenid ionlarni aniqlashda qo'llaniladi. dundan tashqari ushbu usulda anionlarni aniqlashda keng foydalaniladi

Yuqoridagi indikatorlardan tashqari adsorbsion indikatorlar ham qo'llaniladi, quyida ularga misollar keltirilgan:

Indikator	titrlash	sharoit
Флуоресцеин	Cl^- с Ag^+	pH 7–8
Дихлорфлуоресцеин	Cl^- с Ag^+	pH 4
Бромкрезоловый зеленый	SCN^- с Ag^+	pH 4–5
Эозин	Br^- , I^- , SCN^- с Ag^+	pH 2
Метилловый фиолетовый	Ag^+ с Cl^-	Кислая среда
Родамин 6Ж	Ag^+ с Br^-	HNO_3 ($\leq 0,3$ M)
Торин	SO_4^{2-} с Ba^{2+}	pH 1,5–3,5
Бромфеноловый синий	Hg_2^{2+} с Cl^-	0,1 M
Ортохром Т	Pb^{2+} с CrO_4^{2-}	Нейтральная среда, 0,02 N

Ayrim indikatorlarni ma'lum pH oralig'ida rang o'zgarish soxalari



Mavzularni chuqur o`zlashtirish va nazorat qilish uchun savollar

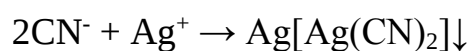
1. Cho`ktirish usulining asoslari
2. Titrlash egri chizig'i hisobi
3. Cho`ktirish usulining titrlash egri chizig'i
4. Ekvivalent nuqtani aniqlashni indikatorsiz usuli, teng loyqalanish usuli.
5. Tiniqlanish nuqtasigacha titrlash, kamchiliklari.
6. Indikatorli titrlash usullari.
7. Indikator tanlash usullari
8. Folgard usuli bilan titrlash
9. Insikatorsiz titrlash usullari
10. Mor usuli, usulning afzsliliklari
11. Folgard usuli bilan titrlashda qaysi indikatorsan foydalaniladi
12. Cho`ktirish usulining titrlash egri chizig'ini olishda qaysi reaksiyadan foydalaniladi

20 bob. KOMPLEKS HOSIL QILISH USULI. KOMPLEKSONLAR, USULNING ANALIZDA QO`LLANILISHI VA AHAMIYATI.

Kompleks hosil qilish reaksiyalari bo'yicha titrlash chegaralanib qo'llanilgan va CN^- , F^- boshqa shu kabi noorganik kompleks hosil qiluvchilar qo'llanilgan. Ularni qo'llash uchun reaksiyalar quyidagi talablarga javob berishi kerak:



- Reaksiyalar tez va stexiometrik ketishi kerak.
- Ekvivalent nuqtani aniqlash imkoniyati bo'lishi kerak. Tsianidlar bilan kumush tuzlari titrlangan:

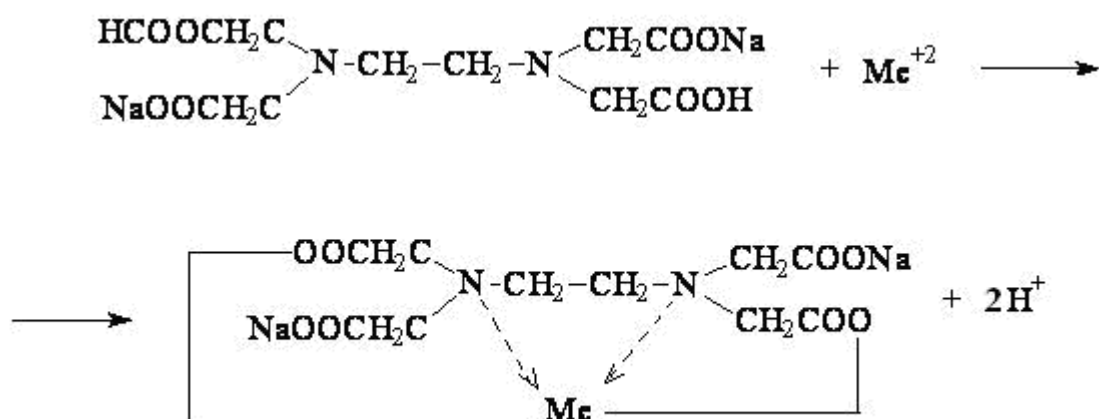


Bunda loyqani hosil bo'lishi ekvivalent nuqta hisoblanadi. Kompleks hosil qilish usuli bilan indikator sifatida alizarinni qo'llab alyuminiy, toriy va sirkoniy ionlarini aniqlash mumkin. Organik kompleks hosil qiluvchilar, jumladan, aminokarbon

kislotalar va ularning tuzlari - kompleksonlar qo'llanishi bilan usul keng qo'llana boshladi va keyinchalik kompleksonometriya usuli deb atala boshladi.

Kompleksonlar ichida etilendiaminotetra sirka kislotasining ikkita natriyli tuzi, ya'ni komplekson-III analizda keng qo'llaniladi (texnik nomlanishi – Trilon-B).

Komplekson-III ko'pchilik metall ionlari bilan komplekslar (ichki kompleks birikmalar) hosil qiladi. Bunda metallar ionlar karboksil guruhdagi vodorod atomlari bilan o'rin almashinadi, azot atomlari esa koordinatsion bog' hosil qiladilar. Natijada barqaror qisqichsimon kompleksonlar (xelatlar) hosil bo'ladilar.



Har xil sharoitda metallni ligandga nisbati 1:1 bo'lgan kompleks birikmalar hosil bo'ladilar. Bu degani, agar uch valentli metall reaksiyaga kirishsa, ikki vodorod atomidan tashqari, yana bir natriy atomi ham o'rin almashadi, agar to'rt valentli metall bo'lsa, unda ikkita natriy atomi ham va x.k.

Reaksiya natijasida ikki vodorod ioni ajraladi, bu esa kislotali muhitni beradi, shuning uchun pH muhiti kompleks hosil qilishda katta ahamiyatga ega.

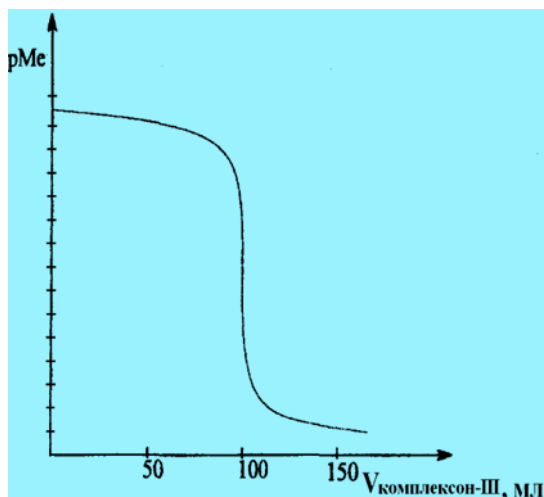
Kompleksonometrik titrlash usulida metall xrom indikatorlari qo'llaniladi. Ular organik bo'yoqlar bo'lib, o'zlari bir rangga, metallar bilan kompleks hosil qilish reaksiyasida esa boshqa rangga ega.

Masalan, erioxrom qorasi (EXCh-T) indikator o'z rangini quyidagi sxemaga muvofiq o'zgartiradi: $\text{H}_2\text{Jnd} + \text{Me}^{2+} \rightarrow \text{MeJnd} + 2\text{H}^+$

pH =7-11 bo'lganda ko'pchilik metall ionlar indikator bilan qizil rangli komplekslar hosil qiladilar (Mg^{2+} , Ca^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , Al^{3+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+} va

boshqalar). Lekin bu komplekslar metallarning komplekson-III bilan hosil qilgan komplekslaridan beqaror bo'lgani uchun titrlash vaqtida metall ionlari komplekson-III bilan rangsiz komplekslar hosil qiladilar, eritmada esa indikatorning erkin molekulari holadi va ular ko'k rangga bo'yaladi.

Demak, metall ionlari titrlaganda eritmaga mos keluvchi bufer aralashma



qo'shiladi va hosil bo'lgan qizil rangli eritma ko'k rangga kirguncha komplekson-III bilan titrlanadi. Bu usulda ham indikator tanlash uchun " $-\lg[\text{Me}] = \text{pMe}$ - titrlashga sarflangan komplekson-III miqdori" koordinatalarida egri chiziq tuziladi. Boshqa usullardagi kabi, indikator shunday tanlanadiki, uning rang o'zgarish sohasi grafikdagi titrlash sakrashiga mos tushishi kerak.

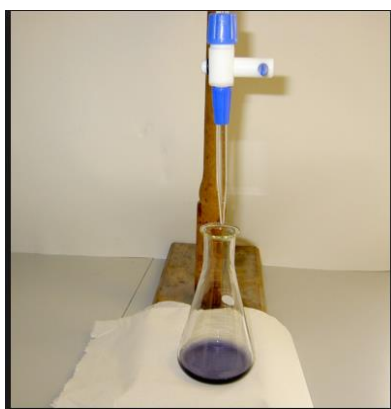
20.1. Kompleksonometriyaning analizda qo'llanishiga misollar

Bu usul, yuqorida aytib o'tganimizdek, kuchsiz ishqoriy muhitda ko'pchilik metallarning aniqlanishiga imkoniyat beradi. Yuqoriroq ishqoriy muhitlarda $\text{pH} > 13$ bo'lganda, bu metallar gidroksidlar cho'kmasini hosil qiladilar, Ca^{2+} dan tashqari, u esa indikator - mureksid ishtirokida titrlanadi. Demak, muhit pH ini va indikatorni to'g'ri tanlab, ko'pchilik metallarning ionlarini aniqlash mumkin.

Vaqtinchalik qattqlikni –neytrallanish usuli bilan umumiy qattqlikni-kompleksonametrik etris bilan aniqlab umumiy va vaqtinchalik qattqlikni ayirmasidan doimiy qattqlik hisoblanadi. Umumiy qattqlikni-kompleksonametrik usul bilan aniqlash keng tarqalgan bo'lib hamma korxona ilmiy va boshqa laboratoriyalarida qo'llaniladi.

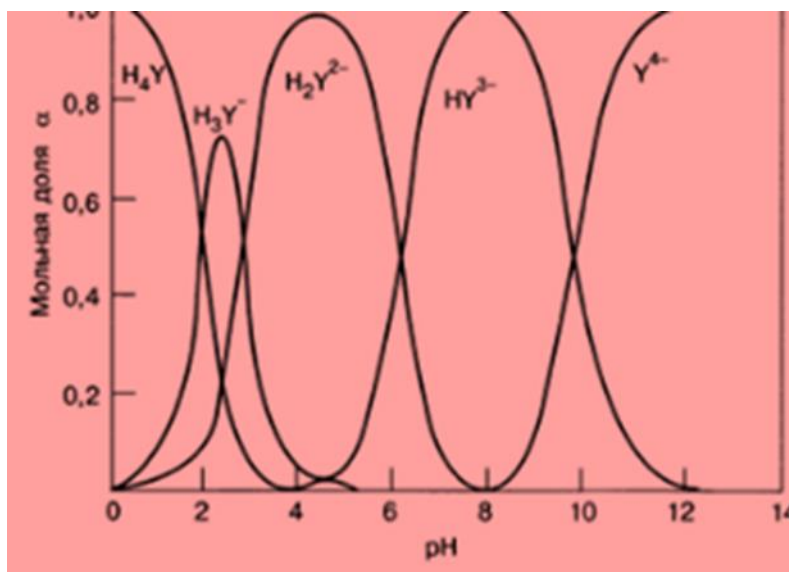
Titrlashda NH_3 sifat reagentlarini aniqlashda kam bo'lsada ishlatiladi, stexiometrik nisbatda bo'lganligi sababli titrlashda qiyinchiliklarga duch keladi. Shu sababli o'zgaruvchan konstantali komplekslar odatda ko'p emas, ular bir-biriga yaqindir, shuning uchun o'ziga xos komplekslarni ajratib bo'lmaydi. Shunday

reagentlar borki ular ikki va undan ortiq komplekslarni xosil q`luvchi gruppalariga egadir. SHvarsenbax ularni titrlashda bidentat ligandlardan foydalanilganda kompleksonlarning barqarorligi birmuncha ortishini ko`rsatib o`tdi.



Misol uchun mis kompleksi etilendiamin bilan ($\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$) amiakli birikmalariga qaraganda barqarordir. Agar etilendiaminning azot atomidagi vodorod atomi sirka kislotaning qoldio`iga almashtirilsa, xosil bo`lgan ligand Cu^{2+} ionlari bilan 1:1 nisbatdacompleks xosil qiladi. Titrlash uchun bunday ligandlardan foydalanish qulay emas. Kompleksonometrik titrlashda ko`pincha aminopolikarbon kislotalardan foydalaniladi, unda karboksil gruppadagi azot atomlari va kislorod atomlari donor xisoblanadi. yshbu kislota anionlari protonlanishga moyil bo`ladi, azot atomi asosiy xisoblanadi chunki u osonroq protonlashad.

Xar bir karboksil gruppada 2 ta azot va bitta kislorod atomi electron juft xosil



qilgan bo`lib, metal ionlari bilan koordinatsion aloqalar o`rnatadi. Shunday qilib EDTA molekulalari 6 ta donor atomdan iborat , keyinchalik EDTA ning bir molekulasini quyidagicha belgilaymiz H_4Y . EDTA to`rt asosli kislota, metal komplekslarida u Y^{4-} anion shakliga kiradi. Kompleks

birikmalar xosil qilishda EDTA protonlari metal ionlariga ko`chadi.

Kompleksonometriya usulining qo'llanilishiga keyingi keng tarqalgan usul - suvning umumiy qattiqligini aniqlashdir.

Karbonat (yoki vaqtinchalik) qattiqlik va uni aniqlash usullari bilan avval tanishdik.

Suvning tarkibidagi xloridlar, kaltsiy va magniyni nitratlari doimiy qattiqlikni ifodalaydi.

Vaqtinchalik va doimiy qattiqlikning yig'indisi umumiy qattiqlikni tashkil etadi.

Kompleksonometrik titrlash usuli bilan umumiy qattiqlik aniqlanadi. Aniqlash kuchsiz ishqoriy muhitda indikator erioxrom qorasi ishtirokida olib boriladi va komplekson-III eritmasi bilan vino-qizil rangdan ko'k rangga o'tguncha titrlanadi.

EDTA mol miqdorini pH muxitga bo'g'liqlik grafigi

Mavzularni chuqur o'zlashtirish va nazorat qilish uchun savollar

1. Kompleks hosil qilish usulining asoslari.
2. Kompleksonlar, tuzilishi va kompleks hosil qilish.
3. Kompleksonometriyada indikatorlar nazariyasi
4. Titrlash egri chiziqlari va indikator tanlash.
5. Kompleksonometriyada metall ionlarni aniqlash.
6. Suvning umumiy qattiqligini aniqlash
7. Suvning doimiy qattiqligini aniqlash
8. Kompleksonometriyada indikatorlar nazariyasi
9. Kompleksonometriya usulifoydalaniladigan indikatorlar
10. Kompleksonometriya usulining foydalanish soxalari
11. EDTA ning formulasini yozing

Analitik kimyo fan mavzulari bo'yicha ayrimtayanch iboralarning izoxi (glossariy)

Analitik kimyo fani—moddaning kimyoviy tarkibini aniqlashning nazariy asoslarini rivojlantiruvchi, elementlar va ularning birikmalarini aniqlash, ajratib olish, tarkibini aniqlash usullari hamda birikmaning kimyoviy tuzilishini aniqlash usullarini ishlab chiquvchi fan.

Sifat analizi— analitik kimyo fanining moddalarning tarkibida qanday element atomlari borligini o'rganuvchi bo'limi.

Miqdor analizi — analitik kimyo fanining moddalarning tarkibida element atomlarining qanday miqdorda borligini o'rganuvchi bo'limi.

Ayni aniqlash —aniqlanayotgan kimyoviy birikmaning fizik–kimyoviy xossalari asosida oldindan ma'lum bo'lgan modda bilan solishtirish orqali aniqlash.

Aniqlash —aniqlanayotgan ob'ekt tarkibida u yoki bu asosiy komponentlar, aralashmalar, funksional guruhlar bor yoki yo'qligini aniqlash.

Kation — musbat zaryadli ion.

Anion — manfiy zaryadli ion.

Analitik reaksiya — element, ion yoki molekulani ajratib olish, aniqlash va miqdorini aniqlash uchun ishlatiladigan reaksiya turi.

Reagentlar yoki **reaktivlar** —analitik reaksiyalarni amalga oshirishga yordam beruvchi moddalar.

Guruh reagent — bir guruh kationlari yoki anionlari bilan bir xil sharoitda reaksiyaga kirisha oladigan moddalar.

Anionlar - (grek ana-yukori va ion-boruvchi suzlaridan)-manfiy zaryadlangan ionlar (ON^- , Cl^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-}). Elektr maydonida A. musbat elektrodga -anodga tomon xarakatlanadi. Anion termini 1833 yil ingliz olimi M. Faradey tomonidan kiritilgan. A. kupchilik tuzlar kislota va asoslarning eritmalarida, shuningdek ion boglanishli birikmalarning kristall panjaralarida va suyuklanmalarida buladi.

Anod- termini 1833 yil ingliz olimi M.Faradey tomonidan kiritilgan. A.grekcha soʻzdan olingan boʻlib (anodos-koʻtarilish soʻzidan olingan) oʻzgarmas tok manbainig musbat qutbiga ulangan elektrod.

Adsorber- (lat.absorbeo-yut-man coʻzidan) -gaz va bugʻlarni yuttirish uchun gaz aralashmasidagi komponentlardan bittasini yoki bir nechtasini absorbent (yutuvchi) deyiladigan suyuqlikda eritish yuli bilan gaz aralashmasini tarkibiy kislmlarga ajratish uchun ishlatiladigan apparat.

Absorbsiya -(lat. Absorption-yutish suzidan) moddalarning suyuqlik yoki kattik jismlarga yutilishi ularda erishi. Adsorbsiyadan fark kilib bunda moddalar yuuvchining butun xajmiga yutiladi. A moddalarnig yutuvchida erishi yoki kimyoviy uzaro ta'siri bilan (ximosorbsiya) A. dan sanoatda gaz aralashmalarini tarkibiy kislmlarga ajratish gazlarni tozalash turli xil maxsulotlar olish (SO_3 ni A yuli bilan sulfat kislota gazsimon HCl ni A bilan xlorid kislota olinadi) Moddalar aralashmasini ajratish uchun radiokimyo va analitik kimyoda elimentlar aralashmalarini bir-biridan ajratish radiaktiv elimentlarni sof xolda ajratib olish uchun foydalaniladi.

Ajratish metodlari- (Analitik kimyoda)- juda muxim analitik jarayonlar, ular shuning uchun xam zarurki analitik metodlarning kupchiligi yetarli darajada selektiv (tanlab ta'sir etadigan) emas ya'ni bita elimentni moddani topi shva mikdoriy jixatdan aniklashga regxbkbr boshka elimentlar xalakit beradi. Ajratish uchun chu-rish elektroliz ekstraksiya xromotografiya distillash zonali suyuqlantirish va boshka metodlar kulaniladi. Sifat analizida elimentlarning ionlari bir-biridan ajratish gurux reagentlari bikfmbkflb ular murakkab aralashmalarni analiz kilishga doir kiyin hal qilinadigan masalani bir necha nisbatan oddiy masalalarga aylantirishga imkon beradi.

Aktivlanish energiyasi-kimyoviy reaksiya sodir boʻlishi uchun reaksiyaga kirishadigan moddalarning zarrachalarida boʻlishi zarur boʻlgan eng kam energiya.

Alizarin-(1,2-dioksiantraxinon) murakkab buyoklar sintez kilinishida muxim maxsulot. Alyuminiy A. bilan birikmasi tabiiy buyoklar tayyorlashda va poligrafiyada ishtiladi. A. asosida olinadigan buyoklar gazlamalarni paxta binafsha ranga buyash uchun xam ishtiladi. Analitik kimyoda A. alyuminiy ionlarini va boshqa bir qancha elementlarning ionlarini aniqlash uchun reagent sifatida xizmat qiladi.

Alkalimetriya va atsidimetriya-kislota yoki asoslarni aniqlashning neytrallanish reaksiyasiga asoslangan eng muxim titrimetrik metodlari: $N^+ + OH^- = H_2O$

Ishkor eritmasi bilan titrlash alkalimetriya, kislota eritmasi bilan titrlash-atsidimetriya deyiladi.

Analiz-(grekcha analysis-parchalanish suzidan)-moddaning sifat va miqdoriy tarkibini aniqlashning turli xil usullarining yigindisi. ishlab, chikarishni nazorat kilish uchun texnik analiz kata axamiyatga ega.

Atom-(grek atomos bulinmas suzidan)-kimyoviy elimentning barcha kimyoviy elimentga muayyan atomlar turi muvofiq keladi, ularning tuzilishi elimentning kimyoviy individualligini belgilaydi. A. musbat zaryadlangan yadro bilan manfiy zaryadlangan elektronlardan tarkib topadi. Umuman elektroneytral. Atomlar erkin xolda xam shu yelementlarning atomlari bilan birikib malekula xosil qilgan xolatda xam mavjud bo`lishi mumkin.

Atsetat anioni-(CH_3COO^-) Sirka kislota qoldig'i III-gurux anioni.

Analitik reaksiya sezgirligi— oshilishi mumrin bo`lgan ionning minimal konsentratsiyasi.

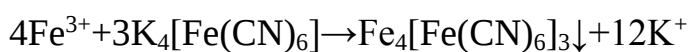
**Birgacho`kish**-asosiymodda cho`kmasining (makrokomponentning) boshqa moddalarni (qo`shimchalarni) ilashtirib cho`kishi. Birga cho`kish sirt adsorbsiyasi, okklyuziya, izomorfizm va boshqa jarayonlar tufayli sodir bo`ladi .Birga cho`kish miqdoriy analizda muxim xatolarga sabab bo`lishi mumkin.B.ch. qo`shimchalarni aniqlashda ularni konsentratsiyalash uchun foydalaniladi.

Bufereritmalar-(ingl.buffer, buff-zarbani yumshatish so`zidan )-vodorod ionlarining konsentratsiyasi muayyan, barqaror bo`lgan eritmalar; kuchsiz kislota bilan uning tuzining aralashmasi (mas., CH_3COOH va CH_3COONa) yoki kuchsiz asos bilan uning tuzining aralashmasi (mas. NH_3 va NH_4Cl). Ozroq miqdorda erkin kuchli kislota yoki ishqor qo`shilganda., suyultirilganda yoki konsentrlanganda.

Bo`laklab cho`ktirish-kimyoviy xossalari va eruvchanligi jixatidan bir-biriga yaqin bo`lgan moddalar aralashmasini tarkibiy qismlarga ajratish usuli.B.ch.

aralashmakomponentlarinialoxida-aloxidaporsiyalar (fraksiyalar) xolidaasta-sekin cho'kmaga tushirishdan iborat.

Berlin zangorisi- Fe^{3+} kationi uchun xos bulgan chukma.



Vino kislota-(dioksi qaxrabo kislota, tartrat kislota) $\text{HOOC-CHOH-CHOH-COOH}$ ikki asosli oksikislota. 3ta stereoizomer formulalari mavjud. Oziq-ovqat sanoatida, analitik kimyoda natriyli nordon tuzi kaliy kationini aniqlash uchun ishlatiladi. Tuzlari (tartratlar) meditsinada, gazlamalarni bo'yashda ishlatiladi va boshqa maqsadlarda foydalaniladi.

Vodorod ko'rsatkich-pH tushunchasi 1909 yilda Daniyalik kimyogar Serensen tomonidan kiritilgan. "P" Danyacha potenz-matematikada daraja so'zining bosh xarfi., H-harfi vodorod simvoli. Vodorod ko'rsatkich eritmadagi vodorod ionlarining konsentratsiyasining manfiy o'nli logarifmdagi qiymatidir. $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$ $\text{pH}=7$ muhit neytral, $\text{pH} > 7$ muhit ishqoriy, $\text{pH} < 7$ muhit kislotali.

Galvanik element-(Italiyalik olim Galvani nomidan)-tokning kimyoviy manbalari, ularda sodir bo'ladigan elektrokimyoviy reaksiyalar hisobiga elektr energiyasi ajralib chiqadi. Oddiy G.E. elektrolit eritmasiga botirilgan ikkita elektroddan: manfiy (Zn) va musbat (Cu metallarining oksidlari, ko'mir) elektroddan tarkib topgan bo'ladi.

Gidroliz-(grekcha hydor-suv va lysis-parchalanish so'zlaridan olingan) - moddalarni suv bilan o'zaro ta'sirlashib kuchsiz elektrolit xosil qilishi bilan boradigan reaksiya. Hidrolizga tuzlar, oqsillar, nukliyen kislotalar, yog'lar, murakkab efirlar uchraydi. Kuchli kislota qoldig'i va kuchli asos kationidan hosil bo'lgan tuzlardan (cho'kmalardan) tashqari barcha tuzlar gidrolizga uchraydi.

Gravimetrik analiz-(tortma analiz)-miqdoriy kimyoviy analizning juda muxim metodi bo'lib, bunda torozida tortish aniqlashning faqat boshlang'ich emas balki oxirgi bosqichlari xam bo'lib xisoblanadi. G.A. kimyoviy o'zgarishlarda moddalar massasining saqlanish qonuniga asoslangan. G.A. ikki xil usuli bor: Xaydash va cho'ktirish usuli. G.A. aniqlilik darajasi yuqori kamchiligi ko'p vaqt talab qiladi.

Gurux reagenti-ko'pchilik anorganik ionlar yoki organik birikmalarning muayyan sinflari bilan o'ziga xos reaksiya maxsulotlarini xosil qiladigan reaktiv (cho'kma gaz,

eruvchan rangli maxsulotlar.) m-n ammoniy sulfid quyidagi kationlarga gurux reagenti bo'ladi. bitta gurux kationlari bilan Fe^{2+} , Fe^{3+} , Ni^{2+} , Mn^{2+} , Co^{2+} , Zn^{2+} , Al^{3+} va bosh.

Tahlil usuli – tahlil asosini tashkil etuvchi tamoil.

Tahlil uslubi – tahlilni bajarilish tartibi.

Spetsifik reagen t– murakkab aralashmadagi faqat bitta iongagina xos reagent (reaksiya).

Selektiv reagent– xalaqit beruvchi ionlar bo'lmaganda ayrim ionlarga tanlab ta'sir etuvchi reagent.

Gurux reagent - ionlar guruxi bilan bir xil analitik samara beruvchi reagent.

Tahlil turlari - element, funksional, molekulyar, fazoviy va farmatsevtik tahlil.

Namuna massasiga ko'ra – makro, yarim-mikro, mikro, ultramikro usullar.

Bajarilish uslubiga ko'ra – quruq va xo'l usullar.

Bajarilish tartibiga ko'ra – tizimli (sistematik) va karsli usul.

Eruvchanlik – muayyan haroratda o'ta to'yingan eritmaning konsentratsiyasi (g/l, m/l).

Geterogen tizim – ikki xil agregat fazadan iborat aralashma.

Geterogen muvozanat – ikki xil faza chegarasida qaror topgan kimyoviy muvozanat.

Eruvchanlik ko'paytmasi – oz eruvchan elektrolit ionlarining geterogen muvozanatda stexiometrik koeffitsient darajalardagi fa'ol konsentratsiyalar ko'paytmasining xona haroratidagi qiymati.

Kationni to'liq cho'kishiga – moddaning tabiati, kation radiusi, erituvchining dissotsiatsiya doimiysi, konsentratsiyasi va harorat ta'sir etadi.

CHo'kmani erishiga - harorat, tuz samarasi, erish maxsulotini dissotsiatsiya doimiysi ta'sir etadi.

Tuz samarasi - cho'kma-eritma geterogen tizimiga begona ismli yaxshi eruvchan elektrolit qo'shilganda eruvchanlik ortadi.

Karsli cho'ktirish - cho'kmalarni K_s qiymatlarining farqiga qo'ra ketma-ket cho'ktirish.

Qiyin eruvchan cho'kmani oson eruvchan cho'kmaga aylantirish, eruvchanlik ko'paytmalar nisbati 8-10 dan oshmagan xoldagina amalga oshirilishi mumkin.

Spetsifik (maxsus) indikatorlar oksidlanish-qaytarilish reaksiyasida oksidlovchi yoki qaytaruvchi bilan ta'sirlashib, rangli birikmalar hosil qiladi

Redoks indikatorlar eritma oksidlanish-qaytarilish potensialining muayyan qiymatida oksidlanib yoki qaytarilib o'z rangini o'zgartiradi.

Qaytar redoks indikatorlar EN yoki uning yaqinida eritma potensialining muayyan qiymatida rangini o'zgartirib yana o'z rangiga qaytadi.

Qaytmas redoks indikatorning rangi EN yoki uning yaqinida, eritma potensialining o'zgarishi bilan qaytmas tarzda o'zgaradi

Redoksimetrik titrlash egriligi - titrlanayotgan eritma muvozanat potensialini unga qo'shilgan titrant hajmiga bog'liqlik egriligi.

Permanganatometriya - KMnO_4 eritmasi bilan kaytaruvchilarning mikdorini aniklash. Standart modda - $\text{N}_2\text{S}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{N}_2\text{O}$, titrant - KMnO_4 , indikatorsiz usul.

Permanganatometriya- kislotali sharoitda olib boriladi.

Titrlash turlari- to'g'ri, qoldiqni va maxsulotni titrlash usullari.

Suvning oksidlanuvchanligi - 1 dm^3 suvda kaytaruvchilarning milligramm mikdori bilan belgilanadi. Qoldiqni titrlash usulida aniklanadi. Birligi - mg/dm^3

Suvning sifati oksidlanuvchanlik o'lchamlari bo'yicha quyidagilarga bo'linadi:

Nitritometrik titrlash usuli – titrant NaNO_2 eritmasi bilan qaytaruvchilarni aniqlashga asoslangan.

Tashqi indikator sifatida - kraxmal va kaliy yodid shimdirib, so'ngra quritilgan yododkraxmalqog'ozi ishlatiladi.

Ichki indikator sifatida - tropeolin "00" yoki tropeolin "00" ning metilen ko'ki bilan aralashmasidan iborat redoks indikatorlar qo'llanadi.

Seriyometriya - aniqlanuvchi moddani seriy (IV) sulfat eritmasi bilan titrlashga asoslangan.

Kompleksimetriya - Aniqlanuvchi ionni titrant bilan barqaror kompleks birikma hosil qilishi reaksiyasiga asoslangan.

Merkurimetriya – Hg^{+2} ning barqaror, suvda eruvchan, kam dissotsiyanuvchi kompleks birikmalarining hosil bo'lishiga asoslangan. Titrant - $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$.

Sianometriya– metallarning SN^- ioni bilan kompleks hosil qilishiga asoslangan. (kumush, rux, simob, kobalt, nikel). Titrant - NaCN , KCN .

Ftorometriya - metallarning ftoridli komplekslarini hosil bo'lishiga asoslangan. (alyuminiy, sirkoniy (IV), toriy (IV)) Titrant - NH_4F , NaF .

Kompleksonometriya(xelatometriya)– metall kationlarini komplekslar bilan komplekslar hosil qilish reaksiyasiga asoslangan. Titrant – Trilon «B» (komplekson - III).

Kompleksonlar - ko'p asosli aminokarbon kislotalar va ularning tuzlari bo'lib, anionlari ko'p dentatli, xelat birikma hosil qiluvchi, ligand sifatida qator metall kationlari bilan eruvchan, barqaror komplekslar – komplekslar hosil qiladi.

Analitik kimyo fanini moddalarni sifat va miqdoriy taxlil qilishda foydalanish uchun tavsiya qilingan fizik-kimyoviy kattaliklar

Ma'lumotnomasi

1. Organik birikmalarning normal sharoitdagi yonish issiqlik effektlari - $\Delta H_{\text{yonish}}^{*3}$

Yonishning so'nggi mahsulotlari: CO_2 (g.), H_2O (s.), N_2 (g.), SO_2 (g.). Tarkibida galogen saqllovchi kimyoviy birikmalar yonishida so'nggi mahsulot sifatida vodorod galogenidlari ajraladi

1-jadval

Kimyoviy birikma nomi	ΔH°_{298}			ΔH°_{298}	
	kJ/mol	kkal/mol		kJ/mol	kkal/mol
Uglevodorodlar			Kislrod saqllovchi kimyoviy birikmalar		
CH_4 (g.) metan	-890,31	-212,79	CH_3OH (s.) metil spirt	-726,64	-173,67
C_2H_2 (g.) atsetilen	-1299,63	-310,62	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (s.) etil spirt	-1366,91	-326,70
C_2H_4 (g.) etilen	-1410,97	-33,23	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$ (s.) glikol	-1192,86	-285,10
C_2H_6 (g.) etan	-1559,88	-372,82	$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ (s.) glitserin	-1664,40	-397,80
C_3H_6 (g.) propilen	-2058,53	-492,00	$\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$ (kr.) fenol	-93,52	-22,20
C_3H_8 (g.) propan	-2220,03	-530,60	CH_2O (g.) formaldegid	-563,58	-134,70
n- C_4H_{10} (g.) n- butan	-2878,38	-687,95	$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ (g.) atsetaldegid	-1192,44	-285,00
izo- C_4H_{10} (g.) izobutan	-2871,69	-686,35	$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ (s.) atseton	-1789,79	-427,77

C_5H_{12} (g.) pentan	-3536,15	-845,16	$C_4H_8O_2$ (s.) etilatsetat	- 2254,21	-538,77
C_6H_6 (g.) benzol	-3301,59	-789,10	$C_4H_{10}O$ (s.) dietil efir	- 2730,90	-652,70
C_6H_6 (s.) benzol	-3267,70	-781,00	CH_2O_2 (s.) chumoli kislota	-256,48	-61,30
C_6H_{12} (s.) siklogeksan	-3919,91	-936,88	$C_2H_4O_2$ (s.) sirka kislota	-873,79	-208,84
C_7H_8 (s.) toluol	-3910,28	-934,58	$C_2H_2O_4$ (kr.) shavel kislota	-246,02	-58,80
C_8H_{10} (s.) p-ksilol	-4552,86	-1088,16	$C_7H_6O_2$ (kr.) benzoy kislota	- 3227,54	-771,40
$C_{10}H_8$ (kr.) naftalin	-5156,78	-1232,50	$C_{18}H_{36}O_2$ (kr.) stearin kislota	- 1127,46	-269,47
$C_{14}H_{10}$ (kr.) fenantren	-7049,87	-1684,96	$C_6H_{12}O_6$ (kr.) glyukoza	- 2815,80	-673,00
Galogen saqlovchi kimyoviy birikmalar			$C_{10}H_{16}O$ (kr.) kamfora	- 5904,00	- 1411,00
CCl_4 (s.) uglerod tetraxlorid	-156,1	-37,3	$C_{12}H_{22}O_{11}$ (kr.) saxaroza	- 5648,00	- 1350,00
$CHCl_3$ (s.) xloroform	-373,2	-89,2	Azot saqlovchi kimyoviy birikmalar		
CH_3Cl (g.) metil xlorid	-689,1	-164,7	CH_4ON_2 (kr.) mochevina	-634,3	-151,1
C_6H_5Cl (s.)	-3140,9	-750,7	C_2N_2 (g.)	-1087,8	-260,0

xlорbenzol			disian		
Oltingugurt saqllovchi kimyoviy birikmalar			C ₃ H ₅ O ₉ N ₃ (s.) nitroglitserin	-1541,4	-368,4
COS (g.) uglerod oltingugurt oksidi	-553,1	-132,2	C ₅ H ₅ N (s.) piridin	-2755,2	-658,5
CS ₂ (s.) Uglerod sulfid	-1075	-257			-664,0 -678,6

2.Gaz fazada boruvchi muhim reaksiylarining termodinamik muvozanat konstantalarini temperaturaga bog'liqligi

2-jadval

Reaksiya	K _f ni hisoblash ifodasi	lgK _a =φ(T)
2H=H ₂	$K_f = \frac{f_{H_2}}{f_H^2}$	$lgK_a = \frac{22547}{T} - 1,722lgT + 0,085 \cdot 10^{-3}T - 0,18$
2Cl=Cl ₂	$K_f = \frac{f_{Cl_2}}{f_{Cl}^2}$	$lgK_a = \frac{12545}{T} - 1,153lgT + 0,062 \cdot 10^{-3}T - 2,32$
2Br (g.)=Br ₂ (g.)	$K_f = \frac{f_{Br_2}}{f_{Br}^2}$	$lgK_a = \frac{10024}{T} - 0,528lgT + 0,018 \cdot 10^{-3}T - 3,964$
2J(g.)=J ₂ (g.)	$K_f = \frac{f_{J_2}}{f_J^2}$	$lgK_a = \frac{7870,4}{T} - 0,333lgT - 0,02 \cdot 10^{-3}T - \frac{0,043 \cdot 10^5}{T^2} - 4,34$
H ₂ +Cl ₂ =2HCl	$K_f = \frac{f_{HCl}^2}{f_{H_2}f_{Cl_2}}$	$lgK_a = \frac{9411,7}{T} - 1,312lgT + 0,128 \cdot 10^{-3}T + \frac{0,11 \cdot 10^5}{T^2} + 4,9$
H ₂ +Br ₂ (g.)=2HBr	$K_f = \frac{f_{HBr}^2}{f_{H_2}f_{Br_2}}$	$lgK_a = \frac{5153}{T} - 1,465lgT + 0,203 \cdot 10^{-3}T + \frac{0,075 \cdot 10^5}{T^2} + 5,31$
H ₂ +J ₂ (g.)=2HJ	$K_f = \frac{f_{HJ}^2}{f_{H_2}f_{J_2}}$	$lgK_a = \frac{337,5}{T} - 1,45lgT + 0,21 \cdot 10^{-3}T + \frac{0,053 \cdot 10^5}{T^2} + 5,267$
2Cl ₂ +2H ₂ O(g.)=4HCl+O ₂	$K_f = \frac{f_{HCl}^4 f_{O_2}}{f_{Cl_2}^2 f_{H_2O}^2}$	$lgK_a = \frac{6007}{T} + 0,505lgT - 0,045 \cdot 10^{-3}T + \frac{0,13 \cdot 10^5}{T^2} + 5,407$
CO+Cl ₂ =COCl ₂ (g.)	$K_f = \frac{f_{COCl_2}}{f_{CO}f_{Cl_2}}$	$lgK_a = \frac{6031}{T} + 0,247lgT + 0,18 \cdot 10^{-3}T - \frac{0,158 \cdot 10^5}{T^2} - 7,86$
2H ₂ +O ₂ =2H ₂ O(g.)	$K_f = \frac{f_{H_2O}^2}{f_{H_2}^2 f_{O_2}}$	$lgK_a = \frac{24830}{T} - 3,13lgT + 0,3 \cdot 10^{-3}T + \frac{0,09}{T^2} 10^5 + 4,39$

$2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$	$K_f = \frac{f_{\text{CO}_2}^2}{f_{\text{CO}}^2 f_{\text{O}_2}}$	$\lg K_a = \frac{29800}{T} + 0,17 \cdot 10^{-3}T - \frac{0,323 \cdot 10^5}{T^2} - 9,477$
$\text{CO} + \text{H}_2\text{O(g.)} = \text{H}_2 + \text{CO}_2$	$K_f = \frac{f_{\text{H}_2} f_{\text{CO}_2}}{f_{\text{CO}} f_{\text{H}_2\text{O}}}$	$\lg K_a = \frac{2486}{T} + 1,565 \lg T - 0,066 \cdot 10^{-3}T - \frac{0,21 \cdot 10^5}{T^2} - 6,93$
$2\text{H}_2 + \text{S}_2\text{(g.)} = 2\text{H}_2\text{S(g.)}$	$K_f = \frac{f_{\text{H}_2\text{S}}^2}{f_{\text{H}_2}^2 f_{\text{S}_2}}$	$\lg K_a = \frac{8364}{T} - 3,84 \lg T + 0,605 \cdot 10^{-3}T + \frac{0,066}{T^2} 10^5 + 6,825$
$2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$	$K_f = \frac{f_{\text{SO}_3}^2}{f_{\text{SO}_2}^2 f_{\text{O}_2}}$	$\lg K_a = \frac{10493}{T} - 0,23 \lg T + 0,659 \cdot 10^{-3}T - \frac{0,288 \cdot 10^5}{T^2} - 9,91$
$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$	$K_f = \frac{f_{\text{NH}_3}^2}{f_{\text{N}_2} f_{\text{H}_2}^3}$	$\lg K_a = \frac{4216}{T} - 6,029 \lg T + 0,964 \cdot 10^{-3}T - \frac{0,126}{T^2} 10^5 + 6,46$
$2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$	$K_f = \frac{f_{\text{NO}_2}^2}{f_{\text{NO}}^2 f_{\text{O}_2}}$	$\lg K_a = \frac{5995}{T} - 0,574 \lg T + 0,158 \cdot 10^{-3}T - \frac{0,223}{T^2} 10^5 - 6,28$
$\text{N}_2 + \text{O}_2 = 2\text{NO}$	$K_f = \frac{f_{\text{NO}}^2}{f_{\text{N}_2} f_{\text{O}_2}}$	$\lg K_a = -\frac{9490,7}{T} - 0,02 \lg T + \frac{0,068 \cdot 10^5}{T^2} + 1,43$
$2\text{NO}_2 = \text{N}_2\text{O}_4$	$K_f = \frac{f_{\text{N}_2\text{O}_4}}{f_{\text{NO}_2}^2}$	$\lg K_a = \frac{3094}{T} - 0,237 \lg T + 0,592 \cdot 10^{-3}T - \frac{0,037}{T^2} 10^5 - 8,927$

3. Ba'zi suyuqliklarning turli haroratlardagi zichliklari

3-jadval

Zichlikni kg/m^3 da hisoblash uchun, jadvaldagi qiymatni 10^3 ga ko'paytirish lozim.

Moddalar nomi	ρ (g/sm^3) belgilangan haroratdagi, °C						
	0	10	20	30	40	50	60
Allil spirt	0,8681	—	—	0,8421	—	—	—
Anilin	1,0390	1,0303	1,0218	1,0131	1,0045	0,9958	0,9872
Atseton	0,8125	0,8014	0,7905	0,7793	0,7682	0,7560	0,7496
Atsetonitril	0,8035	0,7926	0,7822	0,7713	—	—	—
Atsetofenon	—	1,0364	1,0278	1,0194	1,0106	1,0021	0,9757
Benzil spirt	1,0608	1,0532	1,0454	1,0376	1,0297	1,0219	—
Benzol	0,9001	0,8895	0,8790	0,8685	0,8576	0,8466	0,8357
Brombenzol	1,5218	1,5083	1,4948	1,4815	1,4682	1,4546	1,4411
Butil spirt	0,8246	0,8171	0,8086	0,8020	—	—	—

Suv	0,9998	0,9997	0,9982	0,9956	0,9922	0,9880	0,9832
Geksan	0,6769	0,6684	0,6595	0,6505	0,6412	0,6318	0,6221
Geptan	0,7005	0,6920	0,6836	0,6751	0,6665	0,6579	0,6491
Glitserin	1,2674	1,2642	1,2594	1,2547	1,2500	1,2438	1,2376
1,4-dioksan	—	—	—	—	—	—	—
Dietil efiri	0,7362	0,7248	0,7135	0,7019	0,6894	0,6764	0,6658
Izobutil spirt	—	—	—	—	—	—	—
Izopropil spirt	—	—	—	—	—	—	—
o-ksilol	0,8969	0,8886	0,8802	0,8719	0,8634	0,8549	0,8464
m-ksilol	0,8811	0,8726	0,8642	0,8556	0,8470	0,8384	0,8297
p-ksilol	—	—	0,8610	0,8525	0,8437	0,8350	0,8262
Metil spirt	0,8100	0,8008	0,7915	0,7825	0,7740	0,7650	0,7555
Chumoli kislotaning metil efiri	1,0032	0,9886	0,9742	0,9598	(0,945)	0,9294	(0,913)
Sirka kislotaning metil efiri	0,9593	(0,946)	0,9338	(0,920)	0,9075	0,8939	0,8800
Chumoli kislota	—	—	—	—	—	—	—
Nitrobenzol	1,2231	1,2131	1,2033	1,1936	1,1837	1,1740	1,1638
Nitrometan	—	—	—	—	—	—	—
Oktan	0,7185	0,7102	0,7022	0,6942	0,6860	0,6778	0,6694
Pentan	0,6455	0,6360	0,6262	0,6163	0,6062	0,5957	0,5850
Piridin	1,0030	0,9935	0,9825	0,9729	0,9629	0,9526	0,9424
Propil spirt	0,8193	(0,811)	0,8035	(0,797)	0,7875	(0,780)	0,7700
Propion kislota	—	—	—	—	—	—	—
Uglerod sulfid	1,2927	1,2778	1,2632	1,2482	—	—	—
Stirol (vinilbenzol)	—	—	—	—	—	—	—
Tiofen	—	—	1,0647	1,0524	—	—	—
Toluol	0,8855	0,8782	0,8670	0,8580	0,8483	0,8388	0,8293
Sirka kislota	1,0697	1,0593	1,0491	1,0392	1,0282	1,0175	1,0060

Sirka aldegid	–	–	–	–	–	–	–
Sirka anhidrid	1,1053	1,0930	1,0810	1,0690	1,0567	1,0443	–
Fenilgidrazin	–	–	1,0981	1,0899	1,0817	1,0737	1,0653
Fenol	–	–	–	–	–	–	–
Formamid	–	–	–	–	–	–	–
Flortriklormetan (freon-11)	–	–	–	–	–	–	–
Xlorbenzol	1,1279	1,1171	1,1062	1,0954	1,0846	1,0742	1,0636
Xloroform	1,5264	1,5077	1,4890	1,4706	1,4509	1,4334	1,4114
Siklogeksan	–	0,7879	0,7786	0,7691	0,7596	0,7499	0,7401
Uglerod tetraxlorid	1,6326	1,6135	1,5939	1,5748	1,5557	1,5361	1,5165
Etilenglikol	–	–	–	–	–	–	–
Etil spirt	0,8062	0,7979	0,7895	0,7810	0,7722	0,7632	0,7541
Chumoli kislotaning etil efiri	–	–	–	–	–	–	–
Sirka kislotaning etil efiri	0,9244	(0,912)	0,9005	(0,891)	0,8762	(0,867)	0,8508

4. Gaz fazada boruvchi muhim reaksiylarining termodinamik muvozanat konstantalarini temperaturaga bog'liqligi

4-jadval

Reaksiya	K_f ni hisoblash ifodasi	$\lg K_a = \varphi(T)$
$2H=H_2$	$K_f = \frac{f_{H_2}}{f_H^2}$	$\lg K_a = \frac{22547}{T} - 1,722 \lg T + 0,085 \cdot 10^{-3} T - 0,18$
$2Cl=Cl_2$	$K_f = \frac{f_{Cl_2}}{f_{Cl}^2}$	$\lg K_a = \frac{12545}{T} - 1,153 \lg T + 0,062 \cdot 10^{-3} T - 2,32$
$2Br(g.)=Br_2(g.)$	$K_f = \frac{f_{Br_2}}{f_{Br}^2}$	$\lg K_a = \frac{10024}{T} - 0,528 \lg T + 0,018 \cdot 10^{-3} T - 3,964$
$2J(g.)=J_2(g.)$	$K_f = \frac{f_{J_2}}{f_J^2}$	$\lg K_a = \frac{7870,4}{T} - 0,333 \lg T - 0,02 \cdot 10^{-3} T - \frac{0,043 \cdot 10^5}{T^2} - 4,34$
$H_2+Cl_2=2HCl$	$K_f = \frac{f_{HCl}^2}{f_{H_2} f_{Cl_2}}$	$\lg K_a = \frac{9411,7}{T} - 1,312 \lg T + 0,128 \cdot 10^{-3} T + \frac{0,11 \cdot 10^5}{T^2} + 4,9$

$H_2 + Br_2(g.) = 2HBr$	$K_f = \frac{f_{HBr}^2}{f_{H_2} f_{Br_2}}$	$lg K_a = \frac{5153}{T} - 1,465 lg T + 0,203 \cdot 10^{-3} T + \frac{0,075 \cdot 10^5}{T^2} + 5,31$
$H_2 + J_2(g.) = 2HJ$	$K_f = \frac{f_{HJ}^2}{f_{H_2} f_{J_2}}$	$lg K_a = \frac{337,5}{T} - 1,45 lg T + 0,21 \cdot 10^{-3} T + \frac{0,053 \cdot 10^5}{T^2} + 5,267$
$2Cl_2 + 2H_2O(g.) = 4HCl + O_2$	$K_f = \frac{f_{HCl}^4 f_{O_2}}{f_{Cl_2}^2 f_{H_2O}^2}$	$lg K_a = \frac{6007}{T} + 0,505 lg T - 0,045 \cdot 10^{-3} T + \frac{0,13 \cdot 10^5}{T^2} + 5,407$
$CO + Cl_2 = COCl_2(g.)$	$K_f = \frac{f_{COCl_2}}{f_{CO} f_{Cl_2}}$	$lg K_a = \frac{6031}{T} + 0,247 lg T + 0,18 \cdot 10^{-3} T - \frac{0,158 \cdot 10^5}{T^2} - 7,86$
$2H_2 + O_2 = 2H_2O(g.)$	$K_f = \frac{f_{H_2O}^2}{f_{H_2}^2 f_{O_2}}$	$lg K_a = \frac{24830}{T} - 3,13 lg T + 0,3 \cdot 10^{-3} T + \frac{0,09}{T^2} 10^5 + 4,39$
$2CO + O_2 = 2CO_2$	$K_f = \frac{f_{CO_2}^2}{f_{CO}^2 f_{O_2}}$	$lg K_a = \frac{29800}{T} + 0,17 \cdot 10^{-3} T - \frac{0,323 \cdot 10^5}{T^2} - 9,477$
$CO + H_2O(g.) = H_2 + CO_2$	$K_f = \frac{f_{H_2} f_{CO_2}}{f_{CO} f_{H_2O}}$	$lg K_a = \frac{2486}{T} + 1,565 lg T - 0,066 \cdot 10^{-3} T - \frac{0,21 \cdot 10^5}{T^2} - 6,93$
$2H_2 + S_2(g.) = 2H_2S(g.)$	$K_f = \frac{f_{H_2S}^2}{f_{H_2}^2 f_{S_2}}$	$lg K_a = \frac{8364}{T} - 3,84 lg T + 0,605 \cdot 10^{-3} T + \frac{0,066}{T^2} 10^5 + 6,825$
$2SO_2 + O_2 = 2SO_3$	$K_f = \frac{f_{SO_3}^2}{f_{SO_2}^2 f_{O_2}}$	$lg K_a = \frac{10493}{T} - 0,23 lg T + 0,659 \cdot 10^{-3} T - \frac{0,288 \cdot 10^5}{T^2} - 9,91$
$N_2 + 3H_2 = 2NH_3$	$K_f = \frac{f_{NH_3}^2}{f_{N_2} f_{H_2}^3}$	$lg K_a = \frac{4216}{T} - 6,029 lg T + 0,964 \cdot 10^{-3} T - \frac{0,126}{T^2} 10^5 + 6,46$
$2NO + O_2 = 2NO_2$	$K_f = \frac{f_{NO_2}^2}{f_{NO}^2 f_{O_2}}$	$lg K_a = \frac{5995}{T} - 0,574 lg T + 0,158 \cdot 10^{-3} T - \frac{0,223}{T^2} 10^5 - 6,28$
$N_2 + O_2 = 2NO$	$K_f = \frac{f_{NO}^2}{f_{N_2} f_{O_2}}$	$lg K_a = -\frac{9490,7}{T} - 0,02 lg T + \frac{0,068 \cdot 10^5}{T^2} + 1,43$
$2NO_2 = N_2O_4$	$K_f = \frac{f_{N_2O_4}}{f_{NO_2}^2}$	$lg K_a = \frac{3094}{T} - 0,237 lg T + 0,592 \cdot 10^{-3} T - \frac{0,037}{T^2} 10^5 - 8,927$

5. 20°C haroratdagi ba'zi suyuqliklarning nur sindirish ko'rsatkichlari

$$\Lambda = 5893 \text{ Å}$$

$\frac{dn}{dt}$ – nur sindirish ko'rsatkichining harorat koeffitsiyenti, 15-20°C harorat oralig'iga mos keladi

5-jadval

Moddalar nomi	n_D^{20}	$-\frac{dn}{dt}$	Moddalar nomi	n_D^{20}	$-\frac{dn}{dt}$
Allil spirt C_3H_7O	1,40911	0,00041	Oktan C_8H_{18}	1,39770*	—
Anilin C_6H_7N	1,5863	0,00048	Pentan C_5H_{12}	1,35769*	—
Atseton C_3H_6O	1,35911	0,00049	Piridin C_5H_5N	1,51000	0,00048
Atsetonitril C_2H_3N	1,34604	0,00045	Propil spirt C_3H_8O	1,3854	—

Atsetofenon C_8H_8O	1,53423	0,00041	Propion kislota $C_3H_6O_2$	1,3869*	–
Benzil spirt C_7H_8O	1,5404	0,00040	Uglerod sulfid CS_2	1,6280	0,00078
Benzol C_6H_6	1,50110	0,00066	Stirol (vinilbenzol) C_8H_8	–	–
Brombenzol C_6H_5Br	1,5601	0,00048	Tiofen C_4H_4S	1,5286	0,00044
Butil spirt $C_4H_{10}O$	1,3993	–	Toluol C_7H_8	1,49693	0,00057
Suv H_2O	1,3330	0,00008	Sirka kislota $C_2H_4O_2$	1,3717	0,00039
Geksan C_6H_{14}	1,37506	0,00055	Sirka aldegid C_2H_4O	1,3392**	–
Geptan C_7H_{16}	1,38764	–	Sirka anhidrid $C_4H_6O_3$	1,38770	0,00040
Glitserin $C_3H_8O_3$	1,4744	0,00022	Fenilgidrazin $C_6H_8N_2$	1,6105	0,00024
1,4-dioksan $C_4H_8O_2$	1,4223	–	Fenol C_6H_6O	1,54***	–
Dietil efir $C_4H_{10}O$	1,35275	0,00056	Formamid CH_3ON	1,4472	–
Izobutil spirt $C_4H_{10}O$	1,3958	–	Ftortriklormetan (freon-11) $CFCl_3$	1,3865**	–
Izopropil spirt C_3H_8O	1,3773	–	Xlorbenzol C_6H_5Cl	1,52460	0,00058
o-ksilol C_8H_{10}	1,50545	–	Xloroform $CHCl_3$	1,4456	0,00059
m-ksilol C_8H_{10}	1,49722	–	Siklogeksan C_6H_{12}	1,42630*	–
p-ksilol C_8H_{10}	1,49582	–	Tetraxlor metan CCl_4	1,4603	0,00055
Metil spirt CH_4O	1,3286	0,00040	Etilenglikol $C_2H_6O_2$	1,4318	–
Chumoli kislolaning metil efiri $C_2H_4O_2$	1,34201	0,00043	Etil spirt C_2H_6O	1,3613	0,00040
Sirka kislolaning metil efiri $C_3H_6O_2$	1,3593	–	Chumoli kislolaning etil efiri $C_3H_6O_2$	1,3603*	–
Chumoli kislota CH_2O_2	1,3716	–	Sirka kislolaning etil efiri $C_4H_8O_2$	1,3726	–
Nitrobenzol $C_6H_5O_2N$	1,5524	0,00046			
Nitrometan CH_3O_2N	1,3820	–			

6. Ba'zi suyuqliklarning turli haroratlardagi qovushqoqligi

6-jadval

Moddalar nomi	Qovushqoqlik hisoblangan harorat, °C							
	0	10	20	25	30	40	50	60
Allil spirt	2,145	1,703	1,363	(1,200)	1,070	0,914	0,767	0,657
Anilin	10,20	6,46	4,40	(3,75)	3,20	2,35	1,821	1,52
Atseton	0,397	0,361	0,325	(0,309)	0,296	0,271	0,249	0,228
Atsetonitril	0,442	0,396	0,357	(0,340)	0,325	–	–	–
Atsetofenon	–	2,30	1,84	1,67	1,51	1,38	1,24	–
Benzil spirt	–	–	5,800	5,054	4,320	3,288	2,574	–
Benzol	0,910	0,755	0,652	0,600	0,559	0,503	0,436	0,389
Brombenzol	1,520	1,310	1,130	(1,060)	0,990	0,890	0,790	0,720
Butil spirt	5,19	3,87	2,95	–	2,28	1,78	1,41	1,133
Suv	1,792	1,308	1,005	0,894	0,801	0,656	0,549	0,469
Geksan	0,381	0,343	0,307	0,294	0,290	0,253	0,248	0,222
Geptan	–	–	0,414	–	0,373	0,338	0,308	0,281
Glitserin	12,1·10 ³	3,95·10 ³	1,49·10 ³	0,95·10 ³	0,63·10 ³	330	180	102
1,4-dioksan	–	–	1,255	1,196	1,063	0,917	0,778	0,685
Dietil efiri	0,284	0,258	0,233	0,222	0,213	0,197	0,180	0,166
Izobutil spirt	8,30	5,65	3,95	–	2,88	2,12	1,61	1,24
Izopropil spirt	4,60	3,26	2,39	–	1,77	1,33	1,03	0,80

o-ksilol	1,108	0,939	0,809	0,756	0,708	0,625	0,557	0,501
m-ksilol	0,80	0,70	0,61	–	0,55	0,490	0,433	0,403
p-ksilol	–	0,74	0,64	–	0,57	0,51	0,456	0,414
Metil spirt	0,817	0,690	0,597	0,547	0,510	0,450	0,396	0,350
Chumoli kislotaning metil efiri	0,429	0,385	0,348	0,330	0,318	–	–	–
Sirka kislotaning metil efiri	0,479	0,425	0,381	0,362	0,344	0,312	0,284	0,258
Chumoli kislota	–	2,262	1,804	–	1,460	1,290	1,025	0,890
Nitrobenzol	3,090	2,483	2,034	(1,845)	1,682	1,438	1,251	1,094
Nitrometan	0,85	0,74	0,66	0,627	0,595	0,530	0,478	0,433
Oktan	0,714	0,622	0,546	–	0,486	0,435	0,392	0,356
Pentan	0,283	0,259	0,240	–	0,220	–	–	–
Piridin	1,330	1,120	0,974	(0,90)	0,830	0,735	0,651	0,580
Propil spirt	3,883	2,897	2,234	–	–	2,400	1,129	0,921
Propion kislota	1,52	1,29	1,10	–	0,958	0,840	0,746	0,662
Uglerod sulfid	0,433	0,396	0,365	(0,349)	0,341	0,319	0,297	–
Stirol (vinilbenzol)	1,047	0,879	0,749	–	0,648	0,565	0,502	0,453
Tiofen	0,871	0,753	0,658	(0,620)	0,582	0,520	0,468	0,424
Toluol	0,770	0,667	0,584	(0,550)	0,517	0,469	0,425	0,381
Sirka kislota	–	1,450	1,210	(1,120)	1,040	0,900	0,790	0,700
Sirka aldegid	0,276	0,253	0,225	–	–	–	–	–
Sirka anhidrid	1,245	1,058	0,907	(0,845)	0,787	0,699	0,623	0,550
Fenilgidrazin	–	–	0,456	–	0,443	0,404	–	–
Fenol	–	–	11,6	–	7,00	4,77	3,42	2,60

Formamid	7,5	5,0	3,75	3,30	2,94	2,43	2,04	1,71
Ftortuchxlormetan (freon-11)	0,540	0,480	0,440	–	0,405	0,375	0,345	–
Xlorbenzol	1,056	0,915	0,802	(0,750)	0,708	0,635	0,573	0,520
Xloroform	0,700	0,630	0,570	(0,543)	0,514	0,466	0,426	0,390
Siklogeksan	–	–	0,970	–	0,822	0,706	0,610	0,538
Uglerod tetraxlorid	1,330	1,132	0,969	(0,900)	0,843	0,739	0,651	0,585
Etilenglikol	–	–	19,9	(16,5)	13,2	9,13	(6,65)	4,95
Etil spirt	1,773	1,466	1,200	1,096	1,003	0,834	0,702	0,592
Chumoli kislotaning etil efiri	0,51	0,45	0,402	0,382	0,358	0,329	0,308	–
Sirka kislotaning etil efiri	0,582	0,512	0,458	–	0,403	0,360	0,324	0,294

7. Suvli eritmalarining qovushqoqligi

7-jadval

Eritgan modda nomi	Haro-rat, °C	η (mn·sek·m ⁻²) – eritmaning berilgan konsentratsiyadagi qovushqoqligi, konsentratsiya, %									
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
HCl	20	1,16	1,36	1,70	–	–	–	–	–	–	–
HNO ₃	20	–	1,05	–	1,30	–	2,00	–	1,88	–	–
H ₂ SO ₄	20	1,12	1,38	1,82	2,48	3,58	5,52	9,65	23,2	23,1	27,8
NaCl	0	2,01	2,67	–	–	–	–	–	–	–	–
	20	1,19	1,56	–	–	–	–	–	–	–	–
NaOH	20	1,86	4,48	–	–	–	–	–	–	–	–
CH ₃ OH	0	2,59	3,23	3,61	3,65	3,35	2,89	2,37	1,76	1,19	0,82
	20	1,32	1,58	1,76	1,84	1,76	1,60	1,39	1,14	0,86	0,58
C ₂ H ₅ OH	0	3,311	5,319	6,94	7,14	6,58	5,75	4,762	3,690	2,732	1,773
	25	1,323	1,815	2,18	2,35	2,40	2,24	2,037	1,748	1,424	1,096
	50	0,734	0,907	1,050	1,132	1,155	1,127	1,062	0,948	0,848	0,702
CH ₃ COOH	20	1,22	1,45	1,70	1,96	2,21	2,43	2,66	2,75	2,43	,122
C ₃ H ₈ O ₃ (glitserin)	20	1,311	1,769	2,501	3,750	6,050	10,96	22,94	62,0	234,6	1499
C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	25	–	1,0794	1,1252	1,1744	1,2273	1,2840	1,3445	–	–	–

8. Turli haroratlarda ba'zi suyuqliklarning sirt tarangligi qiymatlari

Suyuqlikning sirt tarangligi – σ ni hisoblashda N/m birliklarda aniqlash uchun jadvaldagi qiymatni 10^{-3} ga ko'paytirish lozim.

8-jadval

Modda	Berilgan haroratda σ (din/sm) qiymati							
	0	10	20	25	30	40	50	60
Allil spirt	–	–	25,68	–	24,92	–	–	–
Anilin	45,42	44,38	43,30	–	42,24	41,20	40,10	39,40
Atseton	26,21	25,00	23,70	–	22,01	21,16	19,90	18,61
Atsetonitril	–	–	29,10	–	27,80	–	–	–
Atsetofenon	–	39,50	38,21	–	–	–	–	–
Benzil spirt	–	–	42,76	–	38,94	–	–	–
Benzol	–	30,24	28,88	28,18	27,49	26,14	24,88	23,66
Brombenzol	–	36,34	35,09	–	–	–	–	–
Butil spirt	26,2	25,4	24,6	–	23,8	23,0	22,1	21,4
Suv	75,62	74,22	72,75	71,96	71,15	69,55	67,91	66,17
Geksan	20,56	19,51	18,46	–	17,40	16,31	15,26	14,23
Geptan	–	–	20,86	–	19,54	18,47	17,42	16,39
Glitserin	–	–	59,4	–	59,0	58,5	58,0	57,4
1,4-dioksan	–	–	–	–	–	–	–	–
Dietil efiri	19,4	18,2	17,0	–	15,8	14,6	13,5	12,4
Izobutil spirt	–	–	22,7	–	–	–	–	–
Izopropil spirt	–	–	21,2	–	–	–	–	–
o-ksilol	32,28	31,16	30,03	29,48	28,93	27,84	26,76	25,70
m-ksilol	30,92	29,78	28,63	28,08	27,54	26,44	25,36	24,26

p-ksilol	–	–	28,31	27,76	27,22	26,13	25,06	24,02
Metil spirt	24,5	23,5	22,6	–	21,8	20,9	20,1	19,3
Chumoli kislotaning metil efiri	–	–	24,64	–	23,09	–	20,05	–
Sirka kislotaning metil efiri	–	–	23,84	–	22,38	–	–	–
Chumoli kislota	–	38,13	37,58	–	36,48	–	–	–
Nitrobenzol	46,4	45,2	43,9	–	42,7	41,5	40,2	39,0
Nitrometan	38,1	37,74	36,98	–	35,51	–	–	–
Oktan	23,70	22,73	21,76	–	20,79	19,78	18,79	17,82
Pentan	18,2	17,1	16,00	15,48	14,95	13,8	–	–
Piridin	–	–	38,0	–	–	35,0	–	–
Propil spirt	–	–	–	22,9	–	–	–	–
Propion kislota	–	27,21	26,70	–	25,71	–	–	–
Uglerod sulfid	35,45	33,90	32,25	–	30,85	–	27,8	–
Stirol (vinilbenzol)	–	–	32,0	–	–	–	–	–
Tiofen	–	–	33,1	–	–	30,1	–	–
Toluol	30,92	29,70	28,53	27,92	27,32	26,15	25,04	23,94
Sirka kislota	–	28,8	27,8	–	26,8	25,8	24,8	23,8
Sirka aldegid	–	–	21,2	–	–	–	–	–
Sirka angidrid	–	33,37	32,65	–	31,22	30,05	29,00	–
Fenilgidrazin	–	–	45,55	–	44,31	–	–	40,40
Fenol	–	–	40,9	–	–	–	37,66	36,57
Formamid	–	–	–	–	–	–	–	–
Ftortuchxlormetan (freon-11)	–	–	–	–	–	–	–	–

Xlorbenzol	36,0	34,8	33,5	–	32,3	31,1	29,9	28,7
Xloroform	–	28,50	27,14	–	25,89	–	–	21,73
Siklogeksan	–	26,15	24,95	24,35	23,75	22,45	21,35	–
Uglerod tetraxlorid	29,38	28,05	25,68	–	25,54	24,41	23,22	22,38
Etilenglikol	–	–	46,1	–	–	–	–	–
Etil spirt	24,05	23,14	22,03	–	21,48	20,20	19,80	18,43
Chumoli kislotaning etil efiri	–	–	23,84	–	22,38	–	–	–
Sirka kislotaning etil efiri	26,5	24,36	23,75	–	22,25	–	20,2	–

**ELEKTROLIT ERITMALAR BO‘YICHA MASALALAR YECHISHGA
DOIR FIZIK-KIMYOVIY KATTALIKLAR MA’LUMOTNOMASI**

8. Vakuumda haydab olingan o‘ta toza suvning solishtirma elektr o‘tkazuvchanligi

Solishtirma elektr o‘tkazuvchanlikni (λ_s) $\text{om}^{-1}\cdot\text{m}^{-1}$ larda hisoblash uchun, jadvaldagi qiymatni 10^2 ga ko‘paytirish lozim.

Masalan. 10°C da $\lambda_s = 2,85 \cdot 10^{-8} \text{ om}^{-1}\cdot\text{sm}^{-1}$ yoki $2,85 \cdot 10^{-6} \text{ om}^{-1}\cdot\text{m}^{-1}$.

Havoda haydalgan suvning solishtirma elektr o‘tkazuvchanligi $\chi = (1 \div 2) \times 10^{-4} \text{ om}^{-1}\cdot\text{m}^{-1}$ yoki $(1 \div 2) \times 10^{-4} \text{ om}^{-1}\cdot\text{m}^{-1}$ va harorat har 1°C ga ko‘tarilganda solishtirma elektr o‘tkazuvchanlik 2-2,5% ga ortadi (xona haroratiga yaqin).

9-jadval

t, °C	$\lambda_s \cdot 10^{-6}, \text{ om}^{-1}\cdot\text{sm}^{-1}$	t, °C	$\lambda_s \cdot 10^{-6}, \text{ om}^{-1}\cdot\text{sm}^{-1}$	t, °C	$\lambda_s \cdot 10^{-6}, \text{ om}^{-1}\cdot\text{sm}^{-1}$
10	2,85	25	(6,33)	34	9,62
18	4,41	26	6,70	35	(10,02)
20	(4,85)	30	(8,15)	50	18,9

10. Suyultirilgan suvli elektrolit eritmalarining 25° C temperaturadagi ekvivalent elektr o'tkazuvchanligi

$$\lambda_e = \lambda^* (1 - a\sqrt{c} + bc)$$

λ_e – konsentratsiya C mol/l bo'lgandagi ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik. λ^* , a va b ko'effitsiyentlar konsentratsiyaning 0,001-0,1 mol/l sohalarida o'rinalidir.

Jadvalda ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik $\text{om}^{-1} \cdot \text{g-ekv}^{-1} \cdot \text{sm}^2$ da berilgan.

10-jadval

Elektrolit	λ^*	a	b	Elektrolit	λ^*	a	b
AgNO ₃	133,3	0,68	0,35	KBr	151,7	0,62	0,62
½ Ag ₂ SO ₄	142	1,30	-3,5	KCOOCH ₃	115,4	0,75	1,3
1/3 AlBr ₃	139	1,64	2,2	KCl	149,8	0,63	0,64
1/3 AlCl ₃	137,6	1,65	2,0	1/3 K ₃ Fe(CN) ₆	167,8	1,56	1,8
½ Ba(COOCH ₃) ₂	104,2	1,59	1,7	¼ K ₄ Fe(CN) ₆	169	2,48	3,6
½ BaCl ₂	139,5	1,28	1,74	KJ	150,8	0,63	0,62
½ Ba(NO ₃) ₂	132	1,34	1,2	KNO ₃	144,5	0,64	0,36
½ CaCl ₂	135,6	1,3	1,8	KOH	271	0,45	0,4
½ CdCl ₂	104	1,65	0,9	LiCl	115	0,75	0,78
½ CdSO ₄	105	2,89	3,7	LiJ	117,7	0,74	0,8
½ CoCl ₂	124,5	1,37	1,2	LiNO ₃	111	0,77	0,45
½ Co(NO ₃) ₂	122,4	1,39	2,0	LiOH	236,5	0,48	0,5
CsCl	154,6	0,62	-0,7	½ MgBr ₂	129	1,34	2,2
CsOH	271	0,45	0,5	½ MnCl ₂	126	1,36	1,6
½ CuCl ₂	131	1,33	1,5	NH ₄ Cl	150,5	0,63	0,49
½ CuSO ₄	113	2,79	3,3	NH ₄ SCN	140,8	0,65	0,5
½ FeCl ₂	137	1,34	1,05	NaBr	126,0	0,70	0,5
HBr	42,94	0,37	0,35	½ Na ₂ CO ₃	124,1	1,47	1,6
HSCN	404	0,38	0,37	NaCOOCH ₃	91,1	0,89	0,34

HCl	426,0	0,37	0,38	NaCl	126,5	0,70	0,74
HClO ₄	417	0,36	0,4	NaClO ₃	115	0,75	0,6
HJ	428	0,37	0,42	NaClO ₄	110	0,77	0,6
HJO ₃	391,2	0,38	-4,7	NaF	106	0,79	0,6
HNO ₃	420	0,37	0,36	NaJ	127,0	0,70	0,80
NaHCO ₃	96,0	0,85	0,6	$\frac{1}{2}$ Sr(NO ₃) ₂	131,8	1,34	1,5
NaOH	246,5	0,47	0,3	TlCl	150,3	0,63	-1,3
NaSCN	110,5	0,77	0,75	TlClO ₃	137,6	0,65	0,45
$\frac{1}{2}$ Na ₂ SO ₄	129,0	1,39	1,50	TlOH	276,1	0,45	0,45
$\frac{1}{2}$ NiCl ₂	123,3	1,37	1,7	$\frac{1}{3}$ YCl ₃	136	1,67	3,5
$\frac{1}{2}$ NiSO ₄	100	2,7	1,6	$\frac{1}{2}$ ZnBr ₂	159	1,23	0,7
$\frac{1}{2}$ PbCl ₂	145,0	1,26	-7	$\frac{1}{2}$ ZnCOOCH ₃	88	1,77	1,2
RbBr	148	0,63	0,2	$\frac{1}{2}$ ZnCl ₂	130	1,48	2,3
RbCl	153	0,62	0,7	$\frac{1}{2}$ ZnSO ₄	105	2,90	4,2
RbOH	272	0,45	0,5	(CH ₃) ₄ NJ	118,6	0,73	0,35
$\frac{1}{3}$ SmCl ₃	139,8	1,64	3,0	(C ₂ H ₅) ₄ NJ	108	0,78	–
$\frac{1}{2}$ SrCl ₂	136,0	1,30	1,74	(C ₃ H ₇) ₄ NJ	100	0,83	–

**11. 25°C temperaturadagi elektrolitlarning suvli eritmalardagi
kationlarni tashish soni**

11 -jadval

Elektrolitlar nomi	Konsentratsiya, g-ekv/l					
	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01	0
AgNO ₃	–	0,468	0,466	0,465	0,465	0,464
CaCl ₂	0,395	0,406	0,414	0,422	0,426	0,438
HCl	0,834	0,831	0,829	0,827	0,825	0,821
KBr	0,484	0,483	0,483	0,483	0,483	0,485
KCOOCH ₃	–	0,661	0,657	0,652	0,650	0,643

KCl	0,489	0,490	0,490	0,490	0,490	0,491
KJ	0,489	0,488	0,488	0,488	0,488	0,489
KNO ₃	0,512	0,510	0,509	0,509	0,508	0,507
K ₂ SO ₄	0,491	0,489	0,487	0,485	0,483	0,479
LaCl ₃	0,423	0,438	0,448	0,458	0,462	0,477
LiCl	0,311	0,317	0,321	0,326	0,329	0,336
NH ₄ Cl	0,491	0,491	0,490	0,491	0,491	0,491
NaCl	0,382	0,385	0,388	0,390	0,392	0,396
NaCOOCH ₃	0,561	0,559	0,557	0,555	0,554	0,551
Na ₂ SO ₄	0,383	0,383	0,383	0,384	0,385	0,386

**12. 25 °C temperaturadagi (cheksiz suyultirishdagi) ionlarning to'yingan
ekvivalent elektro'tkazuvchanligi va elektr o'tkazuvchanlikni
temperatura koeffisienti**

$$\lambda_{0,t} = \lambda_{0,25} [1 + \alpha(t - 25)]$$

$$\alpha = \frac{1}{\lambda_{0,25}} \left(\frac{d\lambda}{dt} \right)$$

Ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik λ_{∞} jadvalda $\text{om}^{-1} \cdot \text{g-ekv}^{-1} \cdot \text{sm}^2$ da ifodalangan.
 $\text{Om}^{-1} \cdot \text{g-ekv}^{-1} \cdot \text{m}^2$ hisoblash uchun jadvaldagi raqamlarni 10^{-4} ko'paytirish kerak.

**12. Har xil temperaturada cheksiz suyultirilgan suvli eritmalar ionlarining
ekvivalent elektr o'tkazuvchanliklari**

12-jadval

Ion	$\lambda_{\infty} (\text{om}^{-1} \cdot \text{г-экв}^{-1} \cdot \text{cm}^2)$ temperaturadagi, °C							
	0	5	15	18	25	45	55	100
Ag ⁺	33,1	—	—	53,5	61,9	—	—	175
Ba ²⁺	34,0	—	—	54,6	63,6	—	—	195
Br ⁻	42,6	49,2	63,1	68,0	78,1	110,6	127,8	—
Ca ²⁺	31,2	—	46,9	50,7	59,5	88,2	—	180

Cl ⁻	41,0	47,5	61,4	66,0	76,35	108,9	126,4	212
ClO ₄ ⁻	36,9	–	–	58,8	67,3	–	–	185
Cs ⁺	44	50,0	63,1	67	77,2	107,5	123,6	–
F ⁻	–	–	–	47,3	55,4	–	–	–
H ⁺	225	250	300,6	315	349,8	441,4	483,1	630
J ⁻	41,4	48,5	62,1	66,5	76,8	108,6	125,4	–
K ⁺	40,7	46,7	59,6	63,9	73,5	103,4	119,2	195
Li ⁺	19,4	22,7	30,2	32,8	38,6	58,0	68,7	115
Mg ²⁺	28,9	–	–	44,9	53,0	–	–	165
Na ⁺	26,5	30,3	39,7	42,8	50,1	73,7	86,8	145
NH ₄ ⁺	40,2	–	–	63,9	73,5	–	–	180
N(CH ₃) ₄ ⁺	24,1	–	–	40,0	44,9	–	–	–
N(C ₂ H ₅) ₄ ⁺	16,4	–	–	28,2	32,6	–	–	–
N(C ₃ H ₇) ₄ ⁺	11,5	–	–	20,9	23,4	–	–	–
N(C ₄ H ₉) ₄ ⁺	9,6	–	–	–	19,4	–	–	–
N(C ₅ H ₁₁) ₄ ⁺	8,8	–	–	–	17,4	–	–	–
NO ₃ ⁻	40,0	–	–	62,3	71,46	–	–	195
OH ⁻	105	–	–	171	198,3	–	–	450
Rb ⁺	43,9	50,1	63,4	66,5	77,8	108,5	124,2	–
SO ₄ ²⁻	41	–	–	68,4	80,0	–	–	260
Sr ²⁺	31	–	–	50,6	59,4	–	–	–
CH ₃ COO ⁻	20,1	–	–	35	40,9	–	–	–

13. 25°C temperaturada kuchsiz kislota va asosdan iborat

eritmalarni elektr o'tkazuvchanligi

13-jadval

Kislota	λ_e (om ⁻¹ ·g·ekv ⁻¹ ·sm ²) suyultirishdagi, l·mol ⁻¹					
	32	64	128	256	512	1024
Dixlorsirka kislotalasi CHCl ₂ COOH	269,8	309,9	338,4	359,2	375,4	383,8
Izomoy kislotalasi- C ₃ H ₇ COOH	8,0	11,4	15,9	22,2	30,8	42,6
n-Moy kislotalasi -C ₃ H ₇ COOH	8,2	11,6	16,3	22,7	31,5	43,3
Chumoli kislotalasi HCOOH	31,2	43,2	59,2	80,6	108,8	143
Propion kislotalasi C ₂ H ₅ COOH	7,8	11,1	15,5	21,7	30,1	41,3
Uchxlorsirka kislotalasi CCl ₃ COOH	344,3	354,8	363,5	371,4	377,0	379,5
Karbonat kislotalasi H ₂ CO ₃	(1,32)	(1,9)	—	—	—	—
Sirka kislotalasi CH ₃ COOH	9,2	12,9	18,1	25,4	34,3	49,0
Fosfor kislotalasi H ₃ PO ₄	156	195	240	279	317	341
Xlorsirka kislotalasi CH ₂ ClCOOH	77,2	103,2	136,1	174,8	219,4	265,7
Oksalat kislota (COOH) ₂	285	319	345	369	388	408

Asos	λ_{ekv} (om ⁻¹ ·g·ekv ⁻¹ ·sm ²) suyultirishdagi, l·mol ⁻¹					
	8	16	32	64	128	256
Gidrazin N ₂ H ₄ ·H ₂ O	1,4	1,7	2,1	2,7	3,8	5,5
Ammoniy gidrooksid NH ₄ OH	3,4	4,8	6,7	9,5	13,5	18,2
Dimetilamin (CH ₃) ₂ NH	17,2	24,0	33,2	45,3	61,2	80,7
Dietilamin (C ₂ H ₅) ₂ NH	20,4	28,8	39,7	53,8	71,8	92,7
Metilamin CH ₃ NH ₂	15,1	21,0	28,9	39,3	53,0	70,0

Piperidin $\text{CH}_2(\text{CH}_2)_4\text{NH}$	23,0	32,3	44,2	59,2	77,8	99,7
H-Propilamin $\text{H}-\text{C}_3\text{H}_7\text{NH}_2$	13,2	18,7	25,6	35,4	47,8	63,8
Uchmetilamin $(\text{CH}_3)_3\text{N}$	—	—	—	15,4	21,4	29,4
Etilamin $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$	14,8	21,0	28,9	39,2	52,9	70,2

**14. Kuchsiz kislota va asoslardan iborat suvli eritmalarni
25°C temperaturada dissotsialanish konstantasi**

14-jadval

Kislota	K_D	pK
Adipin $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_4$	(I) $3,71 \cdot 10^{-5}$ (II) $5,28 \cdot 10^{-6}$	4,430 5,277
Akril $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_2$	$5,52 \cdot 10^{-5}$	4,257
Asparagin $\text{C}_4\text{H}_7\text{O}_4\text{N}$	(I) $1,29 \cdot 10^{-2}$ (II) $1,29 \cdot 10^{-4}$	1,990 3,900
Benzoy $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$	$6,14 \cdot 10^{-5}$	4,212
Borat H_3BO_3	(I) $5,83 \cdot 10^{-10}$ (II) $1,8 \cdot 10^{-13}$ (III) $1,6 \cdot 10^{-14}$	9,234 12,745 13,80
m-Brombenzoy $\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_2\text{Br}$	$1,54 \cdot 10^{-4}$	3,812
o- Brombenzoy $\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_2\text{Br}$	$1,4 \cdot 10^{-3}$	2,854
π- Brombenzoy $\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_2\text{Br}$	$1,07 \cdot 10^{-4}$	3,971
Valerian $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$	$1,44 \cdot 10^{-5}$	4,842
Germaniy H_2GeO_3	(I) $1,68 \cdot 10^{-9}$	8,775
Gidroxinon $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_2$	(I) $4,5 \cdot 10^{-11}$	10,347
Glikol $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_3$	$1,48 \cdot 10^{-4}$	3,831
Glisin $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}_2\text{N}$	(I) $4,47 \cdot 10^{-3}$ (II) $1,66 \cdot 10^{-10}$	2,350 9,780
Glutar $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_4$	(I) $4,54 \cdot 10^{-5}$ (II) $5,35 \cdot 10^{-6}$	4,343 4,894
Dixlorsirka $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_2\text{Cl}_2$	$2,32 \cdot 10^{-2}$	1,634

Izomoy $C_4H_8O_2$	$1,42 \cdot 10^{-5}$	4,848
Kapril $C_8H_{16}O_2$	$1,28 \cdot 10^{-5}$	4,894
Sis-nonen $C_9H_{18}O_2$	$1,32 \cdot 10^{-4}$	3,879
Trans-nonen $C_9H_{18}O_2$	$3,65 \cdot 10^{-5}$	4,438
Limon $C_{10}H_{16}O$	(I) $7,45 \cdot 10^{-4}$	3,128
	(II) $1,73 \cdot 10^{-5}$	4,761
	(III) $4,02 \cdot 10^{-7}$	6,396
Malein $C_4H_4O_4$	(I) $1,2 \cdot 10^{-2}$	1,921
	(II) $5,96 \cdot 10^{-7}$	6,225
Malon $C_3H_4O_4$	(I) $1,40 \cdot 10^{-3}$	2,855
	(II) $2,01 \cdot 10^{-6}$	5,696
H-moy $C_4H_8O_2$	$1,51 \cdot 10^{-5}$	4,820
Bodom $C_8H_8O_3$	$3,88 \cdot 10^{-4}$	3,411
Sut $C_3H_6O_3$	$1,38 \cdot 10^{-4}$	3,860
Chumoli CH_2O_2	$1,772 \cdot 10^{-4}$	3,752
m-Nitrobenzoy $C_7H_5O_4N$	$3,21 \cdot 10^{-4}$	3,493
o- Nitrobenzoy $C_7H_5O_4N$	$6,71 \cdot 10^{-3}$	2,173
п- Nitrobenzoy $C_7H_5O_4N$	$3,76 \cdot 10^{-4}$	3,425
Nitrosirka $C_2H_3O_4N$	$5,5 \cdot 10^{-3}$	2,26
m-Oksibenzoy $C_7H_6O_3$	$8,28 \cdot 10^{-5}$	4,082
o- Oksibenzoy $C_7H_6O_3$	$1,01 \cdot 10^{-3}$	2,996
p- Oksibenzoy $C_7H_6O_3$	$2,95 \cdot 10^{-5}$	4,530
Pimelin $C_7H_{12}O_4$	(I) $3,1 \cdot 10^{-5}$	4,509
	(II) $4,88 \cdot 10^{-6}$	5,312
Propion $C_3H_6O_2$	$1,34 \cdot 10^{-5}$	4,874
Vodorod sulfid H_2S	(I) $1,1 \cdot 10^{-7}$	6,96
	(II) $1 \cdot 10^{-14}$	14
Uchxlorsirka $C_2HO_2Cl_3$	0,2	0,7

Karbonat H_2CO_3	(I) $4,45 \cdot 10^{-7}$	6,352
	(II) $4,69 \cdot 10^{-11}$	10,329
Sirka $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$	$1,754 \cdot 10^{-5}$	4,756
Fenilsirka $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_2$	$4,87 \cdot 10^{-5}$	4,312
Fenol $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$	$1,01 \cdot 10^{-10}$	9,998
Fosfor H_3PO_4	(I) $7,11 \cdot 10^{-3}$	2,148
	(II) $6,34 \cdot 10^{-8}$	7,198
	(III) $1,26 \cdot 10^{-12}$	11,90
Ftal $\text{C}_8\text{H}_6\text{O}_4$	(I) $1,12 \cdot 10^{-3}$	2,950
	(II) $3,91 \cdot 10^{-6}$	5,408
m-Ftorbenzoy $\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_2\text{F}$	$1,36 \cdot 10^{-4}$	3,865
o- Ftorbenzoy $\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_2\text{F}$	$5,41 \cdot 10^{-4}$	3,267
p- Ftorbenzoy $\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_2\text{F}$	$7,23 \cdot 10^{-5}$	4,141
Ftorsirka $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2\text{F}$	$2,61 \cdot 10^{-3}$	2,584
Fumar $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4$	(I) $9,57 \cdot 10^{-4}$	3,019
	(II) $4,13 \cdot 10^{-5}$	4,384
m-Xlorbenzoy $\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_2\text{Cl}$	$1,50 \cdot 10^{-4}$	3,824
o- Xlorbenzoy $\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_2\text{Cl}$	$1,14 \cdot 10^{-3}$	2,943
p- Xlorbenzoy $\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_2\text{Cl}$	$1,03 \cdot 10^{-4}$	3,986
Xlorsirka $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2\text{Cl}$	$1,36 \cdot 10^{-3}$	2,865
Oksalat $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$	(I) $5,36 \cdot 10^{-2}$	1,271
	(II) $5,42 \cdot 10^{-5}$	4,266
Qahrabo $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4$	(I) $6,21 \cdot 10^{-5}$	4,207
	(II) $2,30 \cdot 10^{-6}$	5,638
Asos	K_D	pK
Anilin $\text{C}_6\text{H}_7\text{N}$	$3,97 \cdot 10^{-10}$	9,401

n-Butilamin $C_4H_{11}N$	$4,0 \cdot 10^{-4}$	3,400
Gidrazin $N_2H_4 \cdot H_2O$	$1,7 \cdot 10^{-6}$	5,77
Ammoniy gidrooksid NH_4OH	$1,77 \cdot 10^{-5}$	4,752
Dimetilamin C_2H_7N	$6,0 \cdot 10^{-4}$	3,223
Dietilamin $C_4H_{11}N$	$8,6 \cdot 10^{-4}$	3,064
Metilamin CH_5N	$4,24 \cdot 10^{-4}$	3,373
Piperidin $C_5H_{11}N$	$1,34 \cdot 10^{-3}$	2,874
Piridin C_5H_5N	$1,71 \cdot 10^{-9}$	8,766
n-propilamin C_3H_9N	$3,42 \cdot 10^{-4}$	3,467
Uchmetilamin C_3H_9N	$6,34 \cdot 10^{-5}$	4,197
Etanolamin C_2H_7ON	$3,17 \cdot 10^{-5}$	4,499
Etilamin C_2H_7N	$4,3 \cdot 10^{-4}$	3,366

15. Standart eritmalarining pH miqdori

15-jadval

Eritmalar tarkibi	°C temperaturadagi, pH						
	10	20	25	30	40	50	60
0,05 Mkaliy tetraoksalat	1,669	1,676	1,681	1,685	1,697	1,712	1,726
25°C temperatuadagi kaliy gidro vino tuzining to'yingan eritmasi	—	—	3,555	3,547	3,543	3,549	3,565
0,01 M kaliy gidro vino tuzi	3,671	3,647	3,637	3,633	3,630	3,640	3,654
0,05 M kaliy gidro ftal tuzi	4,001	4,001	4,005	4,011	4,030	4,059	4,097
0,01 Mnatriy tetraborat	9,328	9,223	9,177	9,135	9,066	9,012	8,961
0,01 Mnatriyfosfat	—	—	11,72	—	—	—	—

16. Turli temperaturalardagi suvning ion ko'paytmasi $K_B = a_{H^+} \cdot a_{OH^-}$

16-jadval

t, °C	$K_B \cdot 10^{14}$	t, °C	$K_B \cdot 10^{14}$	t, °C	$K_B \cdot 10^{14}$	t, °C	$K_B \cdot 10^{14}$
0	0,1139	20	0,6809	25	1,008	50	5,474
5	0,1846	21	0,742	30	1,469	55	7,297
10	0,2920	22	0,802	35	2,089	60	9,614
15	0,4505	23	0,868	40	2,919	100	59,0
18	0,5702	24	0,948	45	4,018		

17. 25°C temperaturalardagi moddalarni eruvchanlik ko'paytmasi

17-jadval

Qattiq faza	$L, (g-ion/l)^v$	Qattiq faza	$L, (g-ion/l)^v$
AgBr	$5 \cdot 10^{-13}$	CuJ	$1,1 \cdot 10^{-12}$
AgCN	$1,6 \cdot 10^{-14}$	Fe(OH) ₂	$1,4 \cdot 10^{-15}$
AgCl	$1,73 \cdot 10^{-10}$	Hg ₂ Br ₂	$4 \cdot 10^{-23}$
AgJ	$8,1 \cdot 10^{-17}$	Hg ₂ Cl ₂	$1 \cdot 10^{-18}$
AgBrO ₃	$6 \cdot 10^{-5}$	Hg ₂ J ₂	$4 \cdot 10^{-29}$
AgJO ₃	$3,0 \cdot 10^{-8}$	Hg ₂ SO ₄	$6,2 \cdot 10^{-7}$
Ag ₂ CrO ₄	$4,4 \cdot 10^{-12}$	Ni(OH) ₂	$1,3 \cdot 10^{-16}$
Ag ₂ SO ₄	$1,23 \cdot 10^{-5}$	PbBr ₂	$4,5 \cdot 10^{-6}$
Al(OH) ₃	$4 \cdot 10^{-33}$	PbCl ₂	$1,5 \cdot 10^{-5}$
Ag ₂ S	$2,5 \cdot 10^{-25}$	PbJ ₂	$8 \cdot 10^{-9}$
BaSO ₃	$9,5 \cdot 10^{-10}$	Pb(OH) ₂	$5 \cdot 10^{-16}$
BaSO ₄	$1,5 \cdot 10^{-9}$	PbSO ₄	$1,6 \cdot 10^{-8}$
CaHPO ₄	$2 \cdot 10^{-6}$	TlBr	$3,6 \cdot 10^{-6}$
Ca(OH) ₂	$6 \cdot 10^{-6}$	TlCl	$1,8 \cdot 10^{-4}$
CaSO ₄	$2,4 \cdot 10^{-5}$	TlJ	$8,9 \cdot 10^{-8}$
Cd(OH) ₂	$1,66 \cdot 10^{-14}$	Zn(OH) ₂	$4,3 \cdot 10^{-17}$
Co(OH) ₂	$2,5 \cdot 10^{-16}$	ZnS	$1,3 \cdot 10^{-23}$

CuCl	$3,2 \cdot 10^{-7}$		
------	---------------------	--	--

18. 25°C temperaturadagi kuchli elektrolitlarning aktivlik koeffisientlari $\gamma_{\pm}$

18-jadval

Elektro- litlar	Konsentratsia, mol/1000 g suvda											
	0,001	0,002	0,005	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	0,5	1,0	2,0	3,0
AgNO ₃	–	–	0,92	0,89	0,86	0,79	0,734	0,657	0,536	0,429	0,316	0,252
AlCl ₃	–	–	–	–	–	0,45	0,337	0,305	0,331	0,539	–	–
Al(ClO ₃) ₃	0,78	0,72	0,62	0,53	0,45	0,35	0,30	0,27	0,26	–	–	–
Al ₂ (SO ₄) ₃	–	–	–	–	–	–	0,035	0,023	0,014	0,018	–	–
BaCl ₂	0,881	0,840	0,774	0,716	0,651	0,564	0,500	0,444	0,397	0,395	–	–
Ba(OH) ₂	–	0,853	0,773	0,712	0,627	0,526	0,443	0,370	–	–	–	–
CaCl ₂	0,889	0,852	0,789	0,731	0,668	0,583	0,518	0,472	0,448	0,500	0,792	–
Ca(NO ₃) ₂	0,88	0,84	0,77	0,71	0,64	0,545	0,485	0,426	0,363	0,336	0,345	0,380
CdCl ₂	0,819	0,743	0,623	0,524	0,456	0,304	0,228	0,164	0,101	0,0669	0,0441	0,035 2
CdJ ₂	–	–	0,490	0,379	0,281	0,167	0,106	0,0685	0,0376	0,0251	0,0180	–
CdSO ₄	0,726	0,639	0,505	0,399	0,307	0,206	0,150	0,102	0,061	0,041	0,032	0,033
CoCl ₂	–	–	–	–	–	–	0,522	0,479	0,462	0,531	0,860	1,458
Co(NO ₃) ₂	–	–	–	–	–	–	0,518	0,471	0,445	0,460	0,726	1,182
Cr ₂ (SO ₄) ₃	–	–	–	–	–	–	0,0458	0,0300	0,0190	0,0208	–	–
CsCl	–	–	0,92	0,90	0,86	0,809	0,756	0,694	0,606	0,544	0,495	0,479
CsJ	–	–	–	–	–	–	0,754	0,692	0,599	0,533	0,470	0,434
CuCl ₂	0,888	0,849	0,783	0,723	0,659	0,577	0,508	0,455	0,411	0,417	0,466	0,520
CuSO ₄	0,74	–	0,573	0,438	0,317	0,217	0,154	0,104	0,062	0,043	–	–
FeCl ₂	0,89	0,86	0,80	0,75	0,70	0,62	0,52	0,47	0,45	0,51	0,79	

HBr	0,966	–	0,930	0,906	0,879	0,838	0,805	0,782	0,789	0,871	1,183	1,693
HCl	0,965	0,952	0,928	0,904	0,875	0,830	0,796	0,767	0,757	0,809	1,009	1,316
HClO ₄	–	–	–	–	–	–	0,803	0,778	0,769	0,823	1,055	1,448
HF	0,544	–	0,300	0,224	–	0,106	0,077	0,031	–	0,024	–	–
HNO ₂	0,965	0,951	0,927	0,902	0,871	0,823	0,791	0,754	0,720	0,724	0,793	0,909
H ₂ SO ₄	0,830	0,757	0,639	0,544	0,453	0,340	0,265	0,209	0,156	0,132	0,128	0,142
KBr	0,965	0,952	0,927	0,903	0,872	0,822	0,772	0,722	0,657	0,617	0,593	0,595
KCl	0,965	0,952	0,927	0,902	0,869	0,816	0,770	0,718	0,619	0,604	0,573	0,569
KClO ₃	0,967	0,955	0,932	0,907	0,875	0,813	0,749	0,681	0,568	–	–	–
KClO ₄	0,965	0,951	0,924	0,895	0,857	–	–	–	–	–	–	–
KF	–	–	–	–	–	–	0,775	0,727	0,670	0,645	0,658	0,705
K ₃ Fe(CN) 6	–	–	–	–	–	–	0,268	0,212	0,155	0,128	–	–
K ₄ Fe(CN) 6	–	–	–	–	–	0,19	0,139	0,100	0,062	–	–	–
KJ	0,952	–	0,928	0,903	0,872	0,820	0,778	0,733	0,676	0,645	0,637	0,652
KNO ₃	0,965	0,951	0,926	0,898	0,862	0,799	0,739	0,663	0,545	0,443	0,333	0,269
KOH	–	–	–	–	–	0,824	0,798	0,760	0,732	0,756	0,888	1,081
LaBr ₃	0,790	0,729	0,639	0,562	0,490	0,402	–	–	–	–	–	–
LaCl ₃	0,790	0,729	0,636	0,560	0,483	0,388	0,314	0,274	0,266	0,342	0,825	–
LiCl	0,963	0,948	0,921	0,895	0,865	0,819	0,790	0,757	0,739	0,774	0,921	1,156
LiClO ₄	–	–	–	–	–	–	0,812	0,794	0,808	,0887	1,158	1,582
MgCl ₂	–	–	–	–	–	–	0,529	0,489	0,481	0,570	1,053	2,32
Mg(ClO ₄) 2	–	–	–	–	–	–	0,590	0,578	0,647	0,946	2,65	9,19
MgSO ₄	–	–	–	–	–	–	0,150	0,108	0,068	0,049	0,042	0,049

NH ₄ Cl	–	–	0,924	0,896	0,862	0,808	0,770	0,718	0,649	0,603	0,570	0,561
NH ₄ NO ₃	–	–	0,925	0,897	0,860	0,799	0,740	0,677	0,582	0,504	0,419	0,368
NaBr	0,97	0,96	0,94	0,91	0,89	0,85	0,782	0,741	0,697	0,687	0,731	0,812
NaCl	0,965	0,952	0,928	0,903	0,872	0,822	0,778	0,735	0,681	0,657	0,744	0,814
NaClO ₃	0,965	0,953	0,928	0,904	0,873	0,822	0,775	0,720	0,645	0,589	0,538	0,515
NaClO ₄	–	–	–	–	–	–	0,775	0,729	0,668	0,629	0,609	0,611
NaF	–	–	–	–	–	–	0,765	0,710	0,632	0,573	–	–
NaH ₂ PO ₄	–	–	–	–	–	–	0,744	0,675	0,563	0,468	0,371	0,320
NaJ	–	–	–	–	–	–	0,87	0,751	0,723	0,736	0,820	0,963
NaNO ₃	0,966	0,953	0,929	0,905	0,873	0,821	0,762	0,703	0,617	0,548	0,478	0,437
NaOH	–	–	–	0,905	0,871	0,818	0,766	0,727	0,690	0,678	0,709	0,784
Na ₂ SO ₄	,887	0,847	0,778	0,714	0,642	0,536	0,445	0,365	0,266	0,201	0,152	0,137
Na ₂ S ₂ O ₃	–	–	–	–	–	–	0,457	0,382	0,292	0,234	0,198	0,199
NiSO ₄	–	–	–	–	–	–	0,150	0,105	0,063	0,042	0,034	–
Pb(NO ₃) ₂	0,88	0,84	0,76	0,69	0,60	0,46	0,37	0,27	0,17	0,11	–	–
SnCl ₂	0,809	0,716	0,624	0,512	0,398	0,283	0,233	–	–	–	–	–
TlCl	0,962	0,946	–	0,876	–	–	–	–	–	–	–	–
TlClO ₄	–	–	–	–	–	–	0,730	0,652	0,527	–	–	–
UO ₂ (ClO ₄) ₂	–	–	–	–	–	–	0,626	0,634	0,790	1,390	5,91	30,9
UO ₂ (NO ₃) ₂	–	–	–	–	–	–	0,551	0,520	0,542	0,689	1,237	2,03
ZnBr ₂	–	–	–	–	–	–	0,547	0,510	0,511	0,552	0,572	0,598
ZnCl ₂	0,88	0,84	0,77	0,71	0,64	0,56	0,515	0,462	0,394	0,339	0,289	0,287
ZnSO ₄	0,700	0,608	0,477	0,387	0,298	0,202	0,150	0,104	0,063	0,043	0,035	0,041

HCOONa	–	–	–	–	–	–	0,778	0,734	0,685	0,661	0,658	0,678
CH ₃ COO Cs	–	–	–	–	–	–	0,799	0,771	0,762	0,802	0,95	1,145
CH ₃ COO Li	–	–	–	–	–	–	0,784	0,743	0,700	0,689	0,729	0,798
CH ₃ COO Na	–	–	–	–	–	–	0,791	0,757	0,735	0,757	0,851	0,982
CH ₃ COO Rb	–	–	–	–	–	–	0,796	0,767	0,755	0,792	0,933	1,126
CH ₃ COO Tl	–	–	–	–	–	–	0,750	0,686	0,589	0,515	0,444	0,405
C ₂ H ₅ COO Na	–	–	–	–	–	–	0,800	0,772	0,764	0,808	0,966	1,160
C ₃ H ₇ COO Na	–	–	–	–	–	–	0,800	0,774	0,782	0,868	1,083	1,278
C ₄ H ₉ COO Na	–	–	–	–	–	–	0,800	0,776	0,790	0,868	1,030	0,982
C ₅ H ₁₁ COO Na	–	–	–	–	–	–	0,803	0,779	0,794	0,858	0,763	0,612

Elektrolitlar	Konsentratsia, mol/1000 g suvda							
	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0
AgNO ₃	0,21	0,181	0,159	0,142	0,129	0,118	0,109	0,102
CaCl ₂	2,93	5,89	11,11	18,28	26,0	34,2	43,0	–
HCl	1,762	2,38	3,22	4,37	5,90	7,94	10,44	13,51
HClO ₄	2,08	3,11	4,76	7,44	11,83	19,11	30,9	50,1
H ₂ SO ₄	0,170	0,208	0,257	0,317	0,386	0,467	0,559	0,643

KOH	1,352	1,72	2,20	2,88	3,77	4,86	6,22	8,10
LiCl	1,510	2,02	2,72	3,71	5,10	6,96	9,40	12,55
NH ₄ Cl	0,560	0,562	0,564	0,566	–	–	–	–
NH ₄ NO ₃	0,331	0,302	0,279	0,261	0,245	0,232	0,221	0,210
NaClO ₄	0,626	0,649	0,677	–	–	–	–	–
NaH ₂ PO ₄	0,293	0,276	0,265	–	–	–	–	–
NaOH	0,903	1,077	1,299	1,603	2,01	2,55	3,23	4,10
UO ₂ (ClO ₄) ₂	160,2	750	–	–	–	–	–	–
ZnBr ₂	0,664	0,774	0,930	1,149	1,439	1,809	2,26	–
ZnCl ₂	0,307	0,354	0,417	0,499	0,607	0,737	0,898	–

Elektrolitlar	Konsentratsia, mol/1000 g suvda								
	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0
AgNO ₃	0,096	0,090	–	–	–	–	–	–	–
HCl	17,25	21,8	27,3	34,1	42,4	–	–	–	–
HClO ₄	80,8	129,5	205,0	322,0	500,0	–	–	–	–
H ₂ SO ₄	0,742	0,830	0,967	1,093	1,234	1,387	–	–	–
KOH	10,5	13,2	15,8	19,6	24,6	–	–	–	–
LiCl	16,41	20,9	26,2	31,9	37,9	43,8	49,9	56,3	62,4
NH ₄ NO ₃	0,202	0,194	0,186	0,180	0,174	0,168	0,163	0,158	0,153
NaOH	5,19	6,50	8,04	9,74	11,58	13,47	15,41	17,38	19,33
ZnBr ₂	3,39	–	4,63	–	5,90	–	6,92	–	7,86
ZnCl ₂	1,294	–	1,73	–	2,18	–	2,63	–	3,06

19. Turli elektrolitlarning molyalligi (m), o'rtacha ion molyalligi ($m_{\pm}$), aktivligi (a) va o'rtacha ion aktivlik koeffisienti ($\gamma_{\pm}$) orasidagi nisbatlar

19-jadval

Elektrolit	Formulasi	$\gamma_{\pm}$	$m_{\pm} = (v_1^{v_1} v_2^{v_2})^{\frac{1}{v}} m$	$a = (m_{\pm} \gamma_{\pm})^v$
Noelektrolit	Saharoza	—	—	$m\gamma$
1-1; 2-2; 3-3	KCl, ZnSO ₄ , LaFe(CN) ₆	$(\gamma_1 \gamma_2)^{\frac{1}{2}}$	m	$m^2 \gamma_{\pm}^2$
2-1	CaCl ₂	$(\gamma_1 \gamma_2^2)^{\frac{1}{3}}$	$\frac{4}{3} m$	$4 m^3 \gamma_{\pm}^3$
1-2	Na ₂ SO ₄	$(\gamma_1^2 \gamma_2)^{\frac{1}{3}}$	$\frac{4}{3} m$	$4 m^3 \gamma_{\pm}^3$
3-1	LaCl ₃	$(\gamma_1 \gamma_2^3)^{\frac{1}{4}}$	$\frac{27}{4} m$	$27 m^4 \gamma_{\pm}^4$
1-3	K ₃ Fe(CN) ₆	$(\gamma_1^3 \gamma_2)^{\frac{1}{4}}$	$\frac{27}{4} m$	$27 m^4 \gamma_{\pm}^4$
4-1	Th(NO ₃) ₄	$(\gamma_1 \gamma_2^4)^{\frac{1}{5}}$	$\frac{256}{5} m$	$256 m^5 \gamma_{\pm}^5$
1-4	K ₄ Fe(CN) ₆	$(\gamma_1^4 \gamma_2)^{\frac{1}{5}}$	$\frac{256}{5} m$	$256 m^5 \gamma_{\pm}^5$
3-2	Al ₂ (SO ₄) ₃	$(\gamma_1^2 \gamma_2^3)^{\frac{1}{5}}$	$\frac{108}{5} m$	$108 m^5 \gamma_{\pm}^5$

20. Elektrolitlarning 25°C temperaturadagi osmotik koeffisientlari (π)

20-jadval

m, mol/1000 g H ₂ O	HCl	HClO ₄	NaOH	NaCl	NaClO ₄	NaBr	NaNO ₃	KCl	KNO ₃	KOH
0,1	0,943	0,947	0,925	0,932	0,930	0,934	0,921	0,927	0,906	0,933
0,2	0,945	0,951	0,925	0,925	0,920	0,928	0,902	0,913	0,873	0,930
0,3	0,952	0,958	0,929	0,922	0,915	0,928	0,890	0,906	0,851	0,934
0,4	0,963	0,966	0,933	0,920	0,912	0,929	0,881	0,902	0,833	0,941
0,5	0,974	0,976	0,937	0,921	0,910	0,933	0,873	0,899	0,817	0,951
0,6	0,986	0,988	0,941	0,923	0,909	0,937	0,867	0,898	0,802	0,960
0,7	0,998	1,000	0,945	0,926	0,910	0,942	0,862	0,897	0,790	0,970
0,8	1,011	1,013	0,949	0,929	0,911	0,947	0,858	0,897	0,778	0,982

0,9	1,025	1,026	0,953	0,932	0,912	0,953	0,854	0,897	0,767	0,992
1,0	1,039	1,041	0,958	0,936	0,913	0,958	0,851	0,897	0,756	1,002
1,2	1,067	1,072	0,969	0,943	0,916	0,969	0,845	0,899	0,736	1,025
1,4	1,096	1,106	0,980	0,951	0,920	0,983	0,839	0,901	0,718	1,050
1,6	1,126	1,141	0,991	0,962	0,925	0,997	0,835	0,904	0,700	1,075
1,8	1,127	1,175	1,002	0,972	0,930	1,012	0,830	0,908	0,684	1,099
2,0	1,188	1,210	1,015	0,983	0,934	1,028	0,826	0,912	0,669	1,124
2,5	1,266	1,305	1,054	1,013	0,947	1,067	0,817	0,924	0,631	1,183
3,0	1,348	1,406	1,094	1,045	0,960	1,107	0,810	0,937	0,602	1,248
3,5	1,431	1,511	1,139	1,080	0,975	1,150	0,804	0,950	0,577	1,317
4,0	1,517	1,622	1,195	1,116	0,991	1,199	0,797	0,960	–	1,387
4,5	1,598	1,738	1,255	1,153	1,008	–	0,792	0,980	–	1,459
5,0	1,680	1,860	1,314	1,192	1,025	–	0,788	–	–	1,524
5,5	1,763	1,981	1,374	1,231	1,042	–	0,787	–	–	1,594
6,0	1,845	2,106	1,434	1,271	1,060	–	0,788	–	–	1,661

ELEKTROLIZ JARAYONI TERMODINAMIKASIGA TEGISHLI

FIZIK-KIMYOVIY KATTALIKLAR MA'LUMOTNOMASI

Atomlar va bog'larning paraxori (P) qiymatlari

21-jadval

Atom yoki guruh	$P \cdot 10^{-6},$ $J^{1/4} \cdot m^{5/2}$	$P \cdot 10,$ $erg^{1/4} \cdot sm^{5/2}$	Atom yoki guruh	$P \cdot 10^{-6},$ $J^{1/4} \cdot m^{5/2}$	$P \cdot 10,$ $erg^{1/4} \cdot sm^{5/2}$
Azot	98,4	17,5	Qalay	362,7	64,5
Bor	120,9	21,5	Simob	388,1	69
Brom	382, 4	68	Selen	354,3	63
Uleroddagivodorod	87,2	15,5	Oltingugurt	276,1	49,1
Kisloroddagivodorod	56,2	10,0	Surma	382,4	68
Azotdagivodorod	70,3	12,5	Uglerod	50,6	9,0
Yod	507,8	90,3	CH ₂ -gruppa	225,0	40
Kislorod	111,3	19,8	Fosfor	227,8	40,5

Perekisdagikislorod	119,8	21,3	Ftor	146,8	26,1
Kremniy	174,3	31	Xlor	310,4	55,2
Mishyak	303,7	54			

Bog'lar inkrementlari

22-jadval

Bog'	$P \cdot 10^{-6},$ $J^{1/4} \cdot M^{5/2}$	$P \cdot 10,$ $\text{эпр}^{1/4} \cdot \text{см}^{5/2}$	Bog'	$P \cdot 10^{-6},$ $J^{1/4} \cdot M^{5/2}$	$P \cdot 10,$ $\text{эпр}^{1/4} \cdot \text{см}^{5/2}$
Birxilqutbliqo'shbog'	106,9	19	To'rtlamchi sikl	33,7	6,0
Uchlamchi	213,7	38	Beshlamchi sikl	16,9	3,0
Ionli	-9,0	-1,6	Oltlamchi sikl	4,5	0,8
Uchlamchi sikl	70,3	12,5	Ettlamchi sikl	-22,5	-4,0

Atom refraksiyalari

23-jadval

Atom	$R_D, \text{см}^3/\text{g-at}$	Atom	$R_D, \text{см}^3/\text{g-at}$
Azot:		Nitroarillardagi nitrogrupp	7,30
Birlamchi alifatik aminlar	2,322	Brom	8,865
Ikkilamchi alifatik aminlar	2,502	Vodorod	1,100
Uchalifatik aminlar	2,840	Yod	13,900
Birlamchi aromatik aminlar	3,213	Gidroksidli kislorod	1,525
nitril	3,118	Karbonilli kislorod	2,211
imid	3,776	Efirli kislorod	1,643
ammiakdagi	2,48	R-SH dagi oltingugurt	7,69
Nitroguruh	7,59	Uglerod	2,418
		CH ₂ -guruh	4,618
		Ftor	0,997
		Xlor	5,967
		Karbonildagi xlor	6,336

Bog'lar inkrementlari

24-jadval

Bog'	$R_D, \text{sm}^3/\text{g-at}$	Bog'	$R_D, \text{sm}^3/\text{g-at}$
Qo'sh bog'	1,733	To'rt a'zoli sikl	0,46
Uch bog'	2,398	Sikllar $\text{C}_8\div\text{C}_{15}$	-0,55
Uch a'zoli sikl	0,71		

Ion va tuzlarning suvli eritmalarini molyar refraksiyasi (cheksiz to'liq uzunligiga ega bo'lgan yorug'lik uchun)

25-jadval

Ion	F^-	Cl^-	Br^-	I^-	OH^-	NO_3^-
H^+	—	8,22	11,56	17,61	—	—
Li^+	— (2,34)	8,42 (7,59)	11,73 (10,56)	17,66 (15,98)	4,60 —	10,27 —
Na^+	— (3,02)	8,88 (8,52)	12,33 (11,56)	18,24 (17,07)	5,23 —	10,84 —
K^+	4,88 (5,16)	10,93 (10,85)	14,40 (13,98)	20,32 (19,75)	7,25 —	12,84 —
Rb^+	6,33 (6,74)	12,40 (12,55)	15,71 (15,78)	21,58 (21,71)	8,49 —	14,40 —
Cs^+	— (9,51)	14,92 (15,25)	18,35 (18,46)	— (24,27)	— —	16,91 —

Ionli refraksiyalar $R_0, \text{sm}^3\cdot\text{g-ion}^{-1}$ (G – Geydveller bo'yicha, P – Poling bo'yicha)

26-jadval

Ion	G	P	Ion	G	P
H^+	-0,09	0	Ba^{2+}	5,00	3,94
Li^+	+0,12	0,074	Zn^{2+}	1,24	0,72

Na ⁺	0,65	0,457	Cd ²⁺	3,26	2,74
K ⁺	2,71	2,12	Hg ²⁺	3,66	3,14
Rb ⁺	4,10	3,57	F ⁻	2,17	2,65
Cs ⁺	6,71	6,15	Cl ⁻	8,22	9,30
NH ₄ ⁺	4,65	–	Br ⁻	11,60	12,12
Ag ⁺	4,87	4,33	J ⁻	17,53	18,07
Be ²⁺	-0,62	0,20	OH ⁻	4,42	–
Mg ²⁺	-0,60	0,238	ClO ₃ ⁻	12,16	–
Ca ²⁺	+1,60	1,19	NO ₃ ⁻	10,10	–

Gaz holatidagi ba'zi molekularning dipol momenti

27-jadval

Molekula	$\mu \cdot 10^{29}$, K·M	μ , D*	Molekula	$\mu \cdot 10^{29}$, K·M	μ , D*	Molekula	$\mu \cdot 10^{29}$, K·M	μ , D*
H ₂	0	0	CO ₂	0	0	CH ₄	0	0
N ₂	0	0	H ₂ O	0,610	1,83	CH ₃ Cl	0,657	1,97
CO	0,033	0,10	H ₂ S	0,340	1,02	CH ₂ Cl ₂	0,530	1,59
HBr	0,027	0,80	NO ₂	0,097	0,29	CHCl ₃	0,32	0,95
HCl	0,347	1,04	SO ₂	0,53	1,6	CCl ₄	0	0
HF	0,640	1,92	NH ₃	0,494	1,48	C ₂ H ₆	0	0
HJ	0,127	0,38	PH ₃	0,183	0,55	C ₂ H ₅ OC ₂ H ₅	0,33	0,99
NO	0,023	0,07	SO ₃	0	0			

**Gaz fazadagi molekullarning 0 K temperaturadagi
dissosiasiyalanish energiyasi**

28-jadval

Molekula	Dissosiasiyalanish mahsulotlari	Dissosiasiyalanish energiyasi	
		kJ/mol	kkal/mol
CH	C, H	334,7	80
CH ₂	CH, H	535,6	128
CH ₃	CH ₂ , H	355,6	85
CH ₄	CH ₃ , H	425,0	101,6
C ₂ H ₂	C ₂ H, H	472,9	113
	CH, CH	962,3	230
C ₂ H ₄	C ₂ H ₃ , H	435,1	104
	CH ₂ , CH ₂	502,1	120
C ₂ H ₆	C ₂ H ₅ , H	410,1	98
CH ₃ Cl	C ₆ H ₅ , H	426,8	102
CHCl ₃	CH ₂ Cl, H	410,1	98
CHCl ₃	CCl ₃ , H	385,0	92
CH ₃ Br	CH ₂ Br, H	401,7	96
CHBr ₃	CBr ₃ , H	376,6	90
HCHO	CHO, H	313,8	75
CH ₃ OH	CH ₂ OH, H	~385,0	~92
	CH ₃ , OH	~376,5	~90
CH ₃ CH ₂ OH	CH ₃ CHOH, H	~368,2	~88
CH ₃ CHO	CH ₃ , CHO	284,5	68
CH ₃ Br	CH ₃ , Br	280,3	67
CH ₃ Cl	CH ₃ , Cl	335,0	80,5
CH ₃ F	CH ₃ , F	493,8	118
CH ₃ J	CH ₃ , J	220,1	52,6
C ₆ H ₅ Br	C ₆ H ₅ , Br	297,1	71
C ₆ H ₅ J	C ₆ H ₅ , J	255,2	61

C ₂ H ₅ OH	C ₂ H ₅ , OH	~376,5	~90
CH ₃ NH ₂	CH ₃ , NH ₂	334,7	80
CH ₃ NO ₂	CH ₃ , NO ₂	242,7	58
CH ₃ COOH	CH ₃ COO, H	~468,6	~112
H ₂ O	OH, H	493,8	118,0
H ₂ O ₂	OH, OH	207,1	49,56
NH	N, H	347,3	83
NH ₂	NH, H	376,5	90
NH ₃	NH ₂ , H	439,3	105
N ₂ O ₃	NO, NO ₂	41,8	10
N ₂ O ₄	NO ₂ , NO ₂	543,9	13
N ₂ O	N ₂ , O	167,4	40
O ₃	O ₂ , O	100	23,9
SiO ₂	SiO, O	464,4	111

Radikallarning hosil bo'lish issiqligi ($\Delta H^\circ_{f, 298}$)

29-jadval

Radikal	$\Delta H^\circ_{f, 298}$		Radikal	$\Delta H^\circ_{f, 298}$	
	kJ/mol	kkal/mol		kJ/mol	kkal/mol
C	714,8	170,9	CN	372,4	89,0
CH	594,1	142	Br	111,9	26,73
CH ₂	276,2	66	Cl	121,2	28,95
CH ₃	138,0	33	F	79,5	19,00
C ₂ H ₅	104,6	25	J	106,6	25,48
C ₆ H ₅	292,9	70	H	218,0	52,10
CH ₂ OH	-37,6	-9	N	472,6	112,98
CH ₃ CO	-46,0	-11	NH	339,6	81,18
CBr ₃	184,1	44	NH ₂	177,0	42,3
CCl ₃	54,4	13	OH	39,0	9,32
CF ₃	-502,1	-120			

Metallarning elektrokimyoviy kuchlanish qatori

30-jadval

Element nomi	Elektrodli reaksiya	Standart potentsial, V
<i>Metallar</i>		

K	$\text{K} \rightleftharpoons \text{K}^+ + \text{e}^-$	-2,92
Ba	$\text{Ba} \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+} + \text{e}^-$	-2,90
Sr	$\text{Sr} \rightleftharpoons \text{Sr}^{2+} + 2\text{e}^-$	-2,89
Ca	$\text{Ca} \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + 2\text{e}^-$	-2,87
Na	$\text{Na} \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{e}^-$	-2,71
Mg	$\text{Mg} \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^-$	-2,36
Al	$\text{Al} \rightleftharpoons \text{Al}^{3+} + 3\text{e}^-$	-1,66
Mn	$\text{Mn} \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 2\text{e}^-$	-1,18
Zn	$\text{Zn} \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$	-0,76
Cr	$\text{Cr} \rightleftharpoons \text{Cr}^{3+} + 3\text{e}^-$	-0,74
Fe	$\text{Fe} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$	-0,44
Cd	$\text{Cd} \rightleftharpoons \text{Cd}^{2+} + 2\text{e}^-$	-0,40
Co	$\text{Co} \rightleftharpoons \text{Co}^{2+} + 2\text{e}^-$	-0,28
Ni	$\text{Ni} \rightleftharpoons \text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^-$	-0,25
Sn	$\text{Sn} \rightleftharpoons \text{Sn}^{2+} + 2\text{e}^-$	-0,14
Pb	$\text{Pb} \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^-$	-0,13
Fe	$\text{Fe} \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + 3\text{e}^-$	-0,04
H	$\text{H} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{e}^-$	0,000
Cu	$\text{Cu} \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$	+0,34
Hg	$\text{Hg} \rightleftharpoons \text{Hg}_2^{2+} + 2\text{e}^-$	+0,79
Ag	$\text{Ag} \rightleftharpoons \text{Ag}^+ + \text{e}^-$	+0,80
Hg	$\text{Hg} \rightleftharpoons \text{Hg}^{2+} + 2\text{e}^-$	+0,85
Au	$\text{Au} \rightleftharpoons \text{Au}^{3+} + 3\text{e}^-$	+1,50
Metallmaslar		
S	$\text{S} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{S}^{2-}$	-0,51

O	$O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$	+0,40
I	$I_2 + 2e^- \rightarrow 2I^-$	+0,54
Br	$Br_2 + 2e^- \rightarrow 2Br^-$	+1,07
Cl	$Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$	+1,36
F	$F_2 + 2e^- \rightarrow 2F^-$	+2,85

Asosiy galvanik elementlar

31 – jadval

Element turi	Sistema	Elektroddagi reaksiyalar	EYuK, V
Ko'rg'oshinli nadliyli	$PbO_2 H_2SO_4 Cd$	$Cd + 2H_2SO_4 + PbO_2 = CdSO_4 + PbSO_4 + 2H_2O$	2,2 2,0
Marganets magniyli	$MnO_2 MgBr_2 Mg$	$Mg + H_2O + 2MnO_2 = Mn_2O_3$	1,85
Kumush ruhli	$Ag_2O KOH Zn$	$O_3 + Mg(OH)_2 + Zn + 2KOH + Ag_2O = 2Ag + K_2ZnO_2 +$	1,5-
Marganets ruhli	$MnO_2 NH_4Cl Zn$	$H_2O + Zn + 2NH_4Cl + MnO_2 = [Zn(NH_3)_2]Cl_2 + Mn_2O_3$	1,8
Oksidlangan simobli	$HgO KOH Zn$	$Zn + 2KOH + HgO = Hg + K_2ZnO_2 + H_2O$	1,34
Oksidlangan misli	$CuO NaOH Zn$	$Zn + 2NaOH + CuO = Cu + Na_2ZnO_2 + H_2O$	0,85

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Poles M.E. “Analitik kimyo” – M.: meditsina, 1981 y.
2. Alekseev V.N. “Miqdoriy analiz”. - M.: Ximiya, 1972 y.
3. Mirkomilova M.S. “Analitik kimyo”. - Toshkent, O'zbekiston, 2003 y.
4. Fayzullaev A. “Analitik kimyo asoslari” -T.A.Qodiriy nomidagi xalq merosi nashriyoti, 2003.
5. Xaritonov Yu.Ya. “Analiticheskaya ximiya. Obshie teoreticheskie osnovy. Kachestvennoy analiz”. M.: Vishshaya shkola. 2001.
6. <http://www.xumuk.ru>. Sayt o ximii dlya ximikov
7. <http://www.Chemport.ru>.
8. David Harvey. Modern Analytical Chemistry 2006, 798 p. INTERNATIONAL EDITION ISBN 0-07-116953-9
9. Gary D. Christian. Analytical Chemistry. 2004, 846 p. USA